

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



**“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA AMEF PARA OPTIMIZAR EL
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO DEL MINERODUCTO
DE CONCENTRADO DE MINERAL AL NORTE DE PERÚ, AREQUIPA 2019”**

Tesis presentada por la Bachiller

Espinal Mamani Katherine Cleofé

para optar por el título profesional de

Ingeniero Industrial

Asesor:

Dr. Valencia Becerra, Rolardi

Arequipa – Perú

2020

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



INFORME DICTAMINATORIO
DE BORRADOR DE TESIS



VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA AMEF PARA OPTIMIZAR EL
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO DEL MINERODUCTO
DE CONCENTRADO DE MINERAL AL NORTE DE PERÚ, AREQUIPA 2019**

PRESENTADO POR EL(LA) BACHILLER (ES) :

KATHERINE CLEOFÉ ESPINAL MAMANI

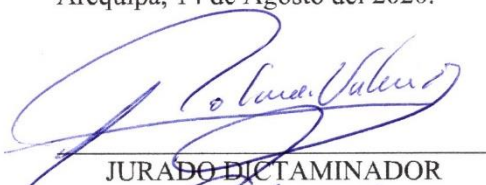
NUESTRO DICTAMEN ES:


FAVORABLE

OBSERVACIONES:

Ninguna

Arequipa, 14 de Agosto del 2020.


JURADO DICTAMINADOR
Nombre: Rolando Marco
Valencia Becerra
Código: 1780


JURADO DICTAMINADOR
Nombre: Jean Carlo
Díaz Saravia
Código: 2432

DEDICATORIA

El siguiente trabajo está dedicado a toda mi familia, en especial a mis padres que son el motivo, la fuerza y el soporte que tengo para cumplir cada reto propuesto.

A Dios por todas sus bendiciones y pruebas puestas día tras día.



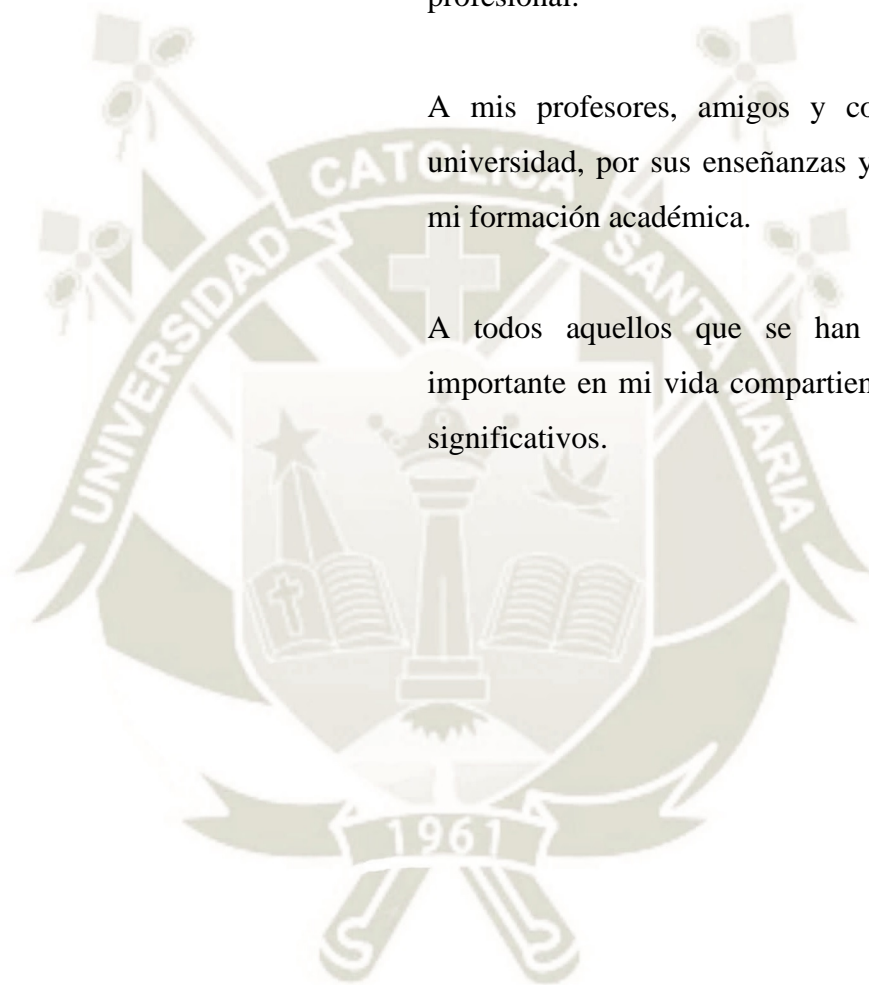
AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi guía, camino y fortaleza durante toda mi vida.

A mis padres por todas sus enseñanzas, consejos y su amor infinito para mi formación personal y profesional.

A mis profesores, amigos y compañeros de universidad, por sus enseñanzas y compañía en mi formación académica.

A todos aquellos que se han vuelto parte importante en mi vida compartiendo momentos significativos.



RESUMEN

El presente proyecto es aplicado al proceso de transporte de mineral de una empresa minera ubicada al norte del Perú, donde se aplicará la metodología AMEF (análisis del modo y efectos de fallas) para optimizar el mantenimiento preventivo y predictivo actual. El proceso de transporte de pulpa de la minera cuenta con 4 bombas wirth modelo TPK 2200 las cuales trabajan a 24 800 Kpa, transportando en promedio 8 000 toneladas al día de mineral de cobre o zinc; también se cuenta con 5 estaciones de válvulas y 4 estaciones de monitoreo de presión a lo largo del mineroducto. Actualmente se tienen paradas de bombas que impactan directamente en la presión y velocidad con la que se trabaja afectando diversas partes de la bomba; por otro lado, se cuenta con fallas en los spools los cuales si no se tiene el cuidado necesario afectaría el transporte y el ambiente en el que se encuentran instalados generando pérdidas.

Por tal motivo, el objetivo del proyecto es determinar las fallas funcionales más críticas que afectan a las partes que componen las bombas y spools ubicados en las estaciones logrando así optimizar el mantenimiento preventivo y predictivo. Para lograr ello, se utilizó el registro de paradas de las bombas que se registran en un software y los reportes de las inspecciones realizadas a los spools, dando como resultado 3 estaciones de válvulas críticas con un porcentaje de 64,7% en promedio de spools observados con fallas en el revestimiento interno, externo en los diferentes lados; por otro lado, el 87,5% son fallas de media a alta criticidad en las bombas; para las cuales se establecieron medidas correctivas y cambios en la frecuencia de mantenimiento a realizarse con la finalidad de disminuir el NPR y mejorar el nivel de confiabilidad del mantenimiento logrando así aumentar el ciclo de vida de los componentes de las bombas y de los spools.

Palabras clave: Criticidad, AMEF, optimizar, mantenimiento, mineroducto.

ABSTRACT

This project is applied to the mineral transportation process of a mining company located in northern Peru, where the AMEF methodology (failure mode and effects analysis) will be applied to optimize current preventive and predictive maintenance. The miner's pulp transport process has 4 TPK 2200 with pumps, which work at 24,800 Kpa, transporting an average of 8,000 tons per day of copper or zinc ore; There are also 5 valve stations and 4 pressure monitoring stations along the pipeline. Currently, there are pump stops that directly impact the pressure and speed at which work is carried out, affecting various parts of the pump; On the other hand, there are failures in the spools which, if the necessary care is not taken, would affect the transport and the environment in which they are installed, generating losses.

For this reason, the objective of the project is to determine the most critical functional failures that affect the parts that make up the pumps and spools located in the stations, thus optimizing preventive and predictive maintenance. To achieve this, the recording of stops of the pumps that are recorded in a software and the reports of the inspections made to the spools were used, resulting in 3 critical valve stations with a percentage of 64.7% in average spools observed with flaws in the internal and external cladding on the different sides; on the other hand, 87.5% are medium to high criticality failures in the pumps; for which corrective measures and changes in maintenance frequency were established to be carried out in order to decrease the NPR and improve the level of maintenance reliability, thus increasing the life cycle of the components of the pumps and spools.

Key words: Criticality, FMEA, optimize, maintenance, pipeline.

INTRODUCCIÓN

El transporte de mineral representa a uno de los procesos más representativos dentro de la empresa minera, ya que de existir algún problema no solo afectaría al proceso minero sino al entorno en el que se encuentran instaladas las estaciones de válvulas y monitoreo de presión. Esto conlleva a que se implementen metodologías y tecnología que permita tener un control inmediato al producirse alguna falla, para ello todo el personal debe de conocer el proceso y la aplicación de lo implementado. Es por ello que el presente trabajo busca optimizar el mantenimiento preventivo y predictivo actual utilizando la metodología AMEF y herramientas de confiabilidad, logrando en primer lugar la identificación de las fallas críticas en los equipos y obteniendo como consecuencia una reducción en el gasto de repuestos y tiempo de reparación de equipos.

El presente trabajo se encuentra estructurado con 5 capítulos, los cuales están divididos de la siguiente manera:

Capítulo I; se muestra los antecedentes de la organización, el planteamiento del problema, los objetivos, variables, justificación del trabajo y la viabilidad del mismo.

Capítulo II; está compuesto por el marco de referencia como antecedentes de investigaciones, términos y definiciones a utilizarse en el trabajo, descripción de las metodologías y software que se van a aplicar.

Capítulo III; consta del planteamiento operacional donde se desarrolla los aspectos metodológicos de la investigación y de la propuesta de mejor dando a conocer métodos, técnicas y herramientas de ingeniería.

Capítulo IV; compuesto por el diagnóstico de la situación actual de la empresa y así evaluar los procesos que se van a involucrar y evaluar la criticidad de estos.

Capítulo V; el último capítulo contempla la propuesta de mejora, donde se detalla las actividades e implementaciones a realizarse para la optimización del mantenimiento en el Mineroducto.

INDICE GENERAL

RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN.....	vii
CAPITULO I.....	1
1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes Generales de la organización	1
1.1.1. Antecedentes y condiciones actuales de la organización	7
1.1.2. Sector y actividad económica.....	9
1.1.3. Organigrama	11
1.1.4. Principales procesos y operaciones	13
1.2. Planteamiento del Problema	14
1.2.1. Descripción del Problema.....	14
1.2.2. Formulación del Problema (Interrogante principal)	17
1.2.3. Sistematización del problema (Interrogantes secundarias)	17
1.3. Objetivos.....	17
1.3.1. Objetivo general	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
1.4. Hipótesis	17
1.5. Variables.....	17
1.5.1. Variables Dependiente.....	17
1.5.2. Variables Independiente	18
1.5.3. Variables Interviniente	18
1.6. Matriz de Consistencia	18
1.7. Justificación del proyecto	20
1.7.1. Justificación Teórica.....	20
1.7.2. Justificación Metodológica.....	20
1.7.3. Justificación Práctica	20
1.8. Alcances del Proyecto	21
CAPITULO II.....	23
2.MARCO DE REFERENCIA	23
2.1. Antecedentes de Investigación sobre el tema.....	23
2.2. Términos y Definiciones	24
2.3. Marco de Referencia Teórico	25

2.3.1.	Análisis de criticidad	25
2.3.2.	Coefficientes de ponderación.....	27
2.3.3.	Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM).....	27
2.3.4.	Fallas funcionales	28
2.3.5.	Modo de Fallas	28
2.3.6.	Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)	28
2.3.7.	Análisis de Confiabilidad	39
2.3.8.	Software de simulación SOLIDWORKS 2020	44
2.3.9.	Software Autodesk Inventor.....	45
CAPITULO III		48
3. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL		48
3.1.	Aspectos metodológicos de la Investigación.....	48
3.1.1.	Diseño de Investigación.....	48
3.1.2.	Tipo de Investigación	49
3.1.3.	Métodos de Investigación.....	49
3.1.4.	Técnicas de investigación.....	49
3.1.5.	Instrumentos de investigación	50
3.1.6.	Plan Muestral.....	50
3.2.	Aspectos metodológicos para la propuesta de mejora.....	51
3.2.1.	Métodos de ingeniería a aplicarse	51
3.2.2.	Técnicas de ingeniería a aplicarse	51
3.2.3.	Herramientas de Análisis, planificación, desarrollo y evaluación.....	51
CAPITULO IV		52
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL		52
4.1.	Evaluación de los procesos involucrados	52
4.1.1.	Definir los procesos involucrados	52
4.1.2.	Analizar los resultados del proceso involucrado	59
4.2.	Evaluación de Criticidad de las Estaciones	81
4.3.	Costos de Mantenimiento en la operación actual en mina	98
4.4.	Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) de las Estaciones	100
4.4.1.	AMEF de Estación PS1	100
4.4.2.	AMEF en Estaciones	109
CAPÍTULO V		131
5. PROPUESTA DE MEJORA		131
5.1.	Planteamiento de mejora a partir de resultados del AMEF.....	131

5.1.1. Identificación de los puntos de mejora	144
5.2. Seguimiento y Control.....	157
5.2.1. Plan y Programa de Mantenimiento Propuesto	165
5.3. Beneficio – Costo de Propuesta de Mejora	172
5.3.1. Beneficio.....	172
5.3.2. Costo.....	176
CONCLUSIONES.....	184
RECOMENDACIONES	186
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	187

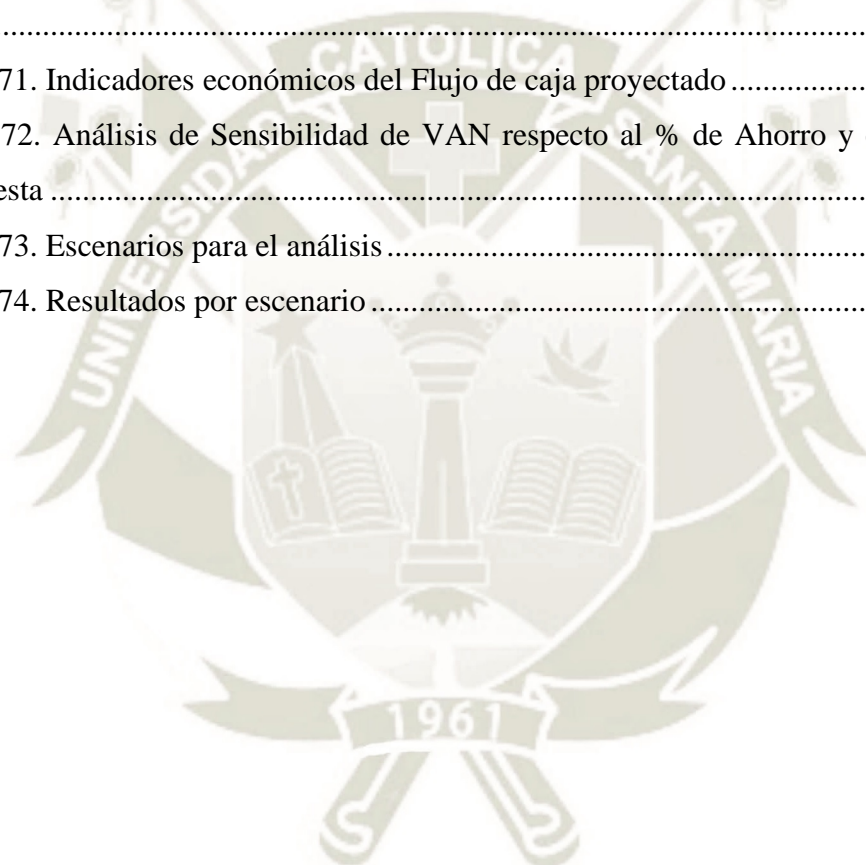


INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción de Cobre (Miles de toneladas métricas finas de concentrados por flotación).....	9
Tabla 2. Producción de Zinc (Miles de toneladas métricas finas).....	10
Tabla 3. Variables e Indicadores	18
Tabla 4. Matriz de Consistencia	19
Tabla 5. Calificación del Efecto de Falla	31
Tabla 6. Grado de Ocurrencia de falla.....	31
Tabla 7. Grado de Detección de falla	33
Tabla 8. Clasificación de criticidad por equipo	41
Tabla 9. Criterio de Criticidad.....	41
Tabla 10. Rangos de Criterios de Criticidad	42
Tabla 11. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP)	58
Tabla 12. Cantidad de parada por bomba 2018	59
Tabla 13. Motivos de parada 2018	60
Tabla 14. Detalle de otras paradas 2018.....	63
Tabla 15. Motivos de parada por bomba 2018	66
Tabla 16. Cantidad de parada por bomba 2019	67
Tabla 17. Motivos de parada 2019	67
Tabla 18. Detalle de otras paradas 2019.....	70
Tabla 19. Motivos de parada por bomba 2019	71
Tabla 20. Cantidad de spools observados por estación	72
Tabla 21. Cantidad de spools observados en TS1 por VT	74
Tabla 22. Cantidad de Spools observados en TS1 por UT.....	75
Tabla 23. Cantidad de spools observados en VS1 por VT	77
Tabla 24. Cantidad de spools observados en VS1 por UT	78
Tabla 25. Cantidad de spools observados en VS3 por VT	80
Tabla 26. Cantidad de spools observados en VS3 por UT	81
Tabla 27. Evaluación de Criticidad de PSI.....	82
Tabla 28. Evaluación de Criticidad PS1(spools).....	84
Tabla 29. Evaluación de Criticidad VS1	86
Tabla 30. Evaluación de Criticidad VS2	88
Tabla 31. Evaluación de Criticidad VS3	90

Tabla 32. Evaluación de Criticidad VS4	93
Tabla 33. Evaluación de criticidad TS1.....	95
Tabla 34. Evolución del costo de mantenimiento 2016 - 2019	98
Tabla 35. Costos de reparación por componente, 2019.....	99
Tabla 36. Funciones de componentes de las bombas-PS1	100
Tabla 37. Falla Funcional y Modo de Falla de las bombas-PS1	101
Tabla 38. Efectos de los modos de Falla de las bombas-PS1	103
Tabla 39. Determinación de NPR-PS1	108
Tabla 40. Funciones de componentes de spools.....	109
Tabla 41. Falla Funcional y Modo de Falla de los spools	110
Tabla 42. Descripción de Defectos.....	113
Tabla 43. Determinación NPR-PS1 (spools).....	115
Tabla 44. Determinación NPR-VS1	117
Tabla 45. Determinación NPR-VS2	121
Tabla 46. Determinación NPR-VS3	122
Tabla 47. Determinación NPR-VS4	126
Tabla 48. Determinación NPR-TS1	127
Tabla 49. Resultado de AMEF- PS1	132
Tabla 50. Resultado de AMEF-PS1 (spools).....	134
Tabla 51. Resultado de AMEF-VS1.....	135
Tabla 52. Resultado AMEF-VS2	138
Tabla 53. Resultado AMEF-VS3	138
Tabla 54. Resultados NPR-VS4	141
Tabla 55. Resultado NPR-TS1	141
Tabla 56. Acciones Actuales para los componentes de las bombas PS1	144
Tabla 57. Acciones Recomendadas para las fallas en bombas.....	150
Tabla 58. Acciones Actuales para Spools	152
Tabla 59. Acciones Propuestas para las fallas en Spools	156
Tabla 60. Programa de Actividades de Mantenimiento	165
Tabla 61. Costos de Mantenimiento Propuesto	168
Tabla 62. Costo de Ton no bombeadas propuesto.....	170
Tabla 63. Plan de Mantenimiento Propuesto.....	171
Tabla 64. Beneficio Total identificado	172
Tabla 65. Incremento de toneladas bombeadas, 2019	173

Tabla 66. Programación de mantenimientos en mina por mes.....	174
Tabla 67. Rendimiento esperado con la propuesta de mejora	175
Tabla 68. Beneficio esperado (en dólares americanos) por el incremento de rendimiento	175
Tabla 66. Costos Tangibles de Propuesta.....	176
Tabla 67. Costos Intangibles de Propuesta.....	177
Tabla 68. Proyecciones del Costo 2020 – 2029 (en dólares americanos)	178
Tabla 69. Proyecciones del Ingreso/Ahorro 2020 – 2029 (en dólares americanos).....	178
Tabla 70. Flujo de Caja proyectado de la propuesta 2020 – 2029 (en dólares americanos)	181
Tabla 71. Indicadores económicos del Flujo de caja proyectado.....	181
Tabla 72. Análisis de Sensibilidad de VAN respecto al % de Ahorro y el Costo de la Propuesta	182
Tabla 73. Escenarios para el análisis	183
Tabla 74. Resultados por escenario	183



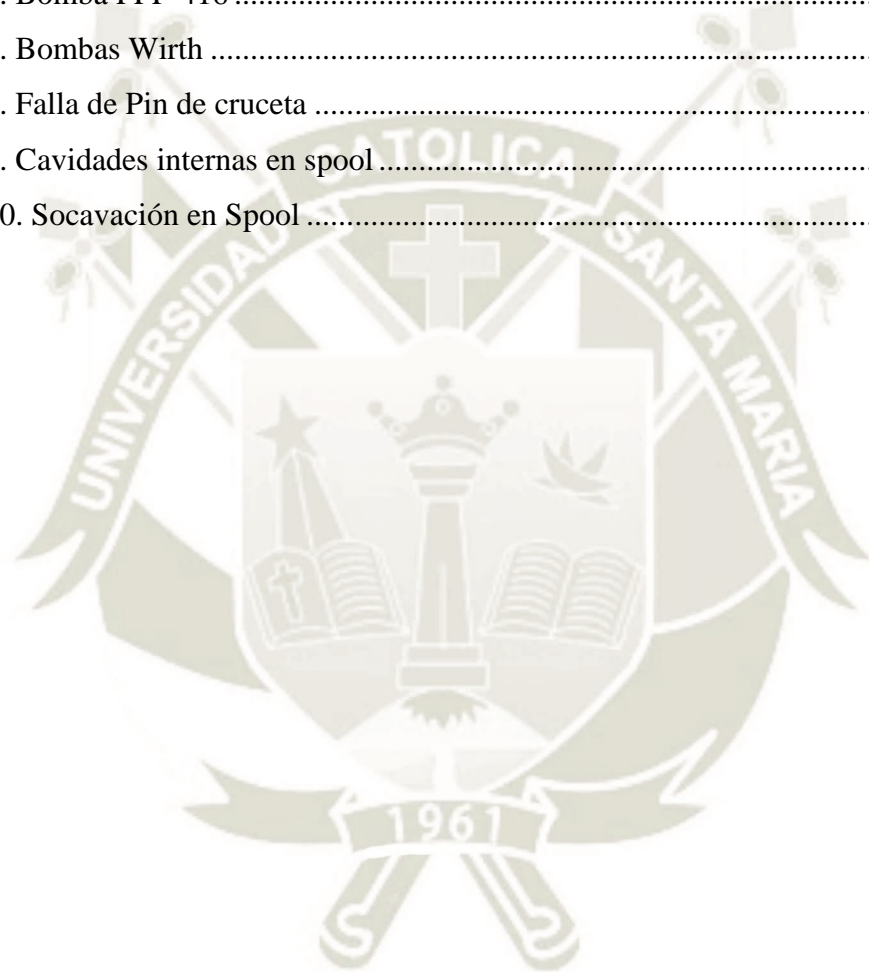
INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Procesos de Mineroducto	2
Figura 2. Destino de Ventas	4
Figura 3. Organigrama de la Empresa	12
Figura 4. Organigrama del área	13
Figura 5. Árbol de Problemas.....	15
Figura 6. Diagrama de Ishikawa.....	16
Figura 7. Preventivo y predictivo	26
Figura 8. Ciclo de implementación de AMEF.....	29
Figura 9. Tipos de AMEF/FMEA	30
Figura 10. Diagrama de pasos secuenciados del AMEF	34
Figura 11. Diagrama de fases de AMEF del Proceso – Sección 1	35
Figura 12. Diagrama de fases de AMEF del Proceso – Sección 2	36
Figura 13. Formato ejemplo cálculo NPR (AMEF)	38
Figura 14. Aspectos que afectan la confiabilidad Operacional	39
Figura 15. Guía para la identificación de modos críticos	40
Figura 16. Portada de Manual Solidworks 2020.	44
Figura 17. Logo de programa Inventor de Autodesk.....	45
Figura 18. Ejemplo de Histograma.....	46
Figura 19. Secuencia de Procesos de Mineroducto	52
Figura 20. Ejemplo de reporte de Inspecciones.....	57
Figura 21. Histograma de Motivos de Parada 2018	62
Figura 22. Histograma de Motivos de Parada 2019	69
Figura 23. Estación TS1	73
Figura 24. Estación VS1	76
Figura 25. Estación VS3.....	79
Figura 26. Resultados de Evaluación de Criticidad de PSI	83
Figura 27. Resultados de Evaluación de Criticidad de PS1(spools).....	85
Figura 28. Resultados de Evaluación de Criticidad de VSI	87
Figura 29. Resultado de Evaluación de Criticidad VS2	89
Figura 30. Resultados de Evaluación de Criticidad de VS3.....	92
Figura 31. Resultados de Evaluación de VS4.....	94
Figura 32. Resultados de Evaluación de Criticidad de TS1	97

Figura 33. Histograma de determinación NPR-PS1	109
Figura 34. Histograma de NPR-PS1 (spools).....	116
Figura 35. Histograma de NPR-VS1	120
Figura 36. Histograma de NPR-VS2	121
Figura 37. Histograma NPR-VS3.....	125
Figura 38. Histograma NPR-VS4.....	126
Figura 39. Histograma NPR-TS1	130
Figura 40. Resultado de Modos de Falla-Componentes Bombas PS1	133
Figura 41. Resultados de Modos de Falla -Spools	143
Figura 42. Simulación spool Recto	153
Figura 43. Simulación de spools	154
Figura 44. Simulación spool Curvo y Recto	155
Figura 45. Formato de detalle de Mantenimiento Preventivo	158
Figura 46. Formato de Control de Fallas	159
Figura 47. Formato de Control de Partículas de Aceite	160
Figura 48. Formato de Orden de Trabajo	161
Figura 49. Formato de Inspección de Trabajos	162
Figura 50. Formato Ficha Técnica de Equipos.....	163

INDICE DE FOTOS

Foto 1. Estación de Válvulas VS1	6
Foto 2. Estación de Válvulas VS4	6
Foto 3. Válvulas en estaciones	7
Foto 4. Sala de Control (monitoreo de presión)	53
Foto 5. Leyenda de Equipos	54
Foto 6. Bomba PPP-416	55
Foto 7. Bombas Wirth	60
Foto 8. Falla de Pin de cruceta	102
Foto 9. Cavidades internas en spool	111
Foto 10. Socavación en Spool	112



INDICE DE REFERENCIAS

Fallas funcionales en minera Las Bambas S.A. (Ortega, 2017)	22
Gestión de mantenimiento con metodología AMEF (Barrientos, 2017)	22
AMEF en el proceso de extrucción (Galeano & Pérez, 2017)	22
AMEF en una línea de manufactura de juguetes (Martínez, 2004)	23
AMEF potenciales aplicado a un caso de estudio (Hernández, 2005)	23
El análisis de criticidad para mejorar la confiabilidad operacional (Huerta, 2000)	24
AMEF a los equipos críticos (Coronado, 2007)	24
Programa de mantenimiento basado en RCM (Grosso, 2004)	24
Mantenimiento: planeación y control (Duffuaa, Raouf & Campbell, 2006)	26
Mantenimiento basado en analisis de criticidad y AMEF (Hernandez & Pabón, 2012)	26
Mantenimiento, planeación, ejecución y control (Mora, 2009)	26
Mantenimineto centrado en confiabilidad (Moubray, 2004)	26
Análisis de modo y efectos de falla (Lean Solutions, 2020)	28
Fallas funcionales de equipos críticos de transporte de mineral (Ortega, 2017)	29
Análisis de criticidad, para mejorar confiabilidad (Ellmann & Sueiro, 2020)	38
Modelo de criticidad para equipos y sistemas (Díaz, del Castillo & Cabrera, 2016)	39

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Modelo y especificación de Bomba.....	189
Anexo 2. Diseños y Tipos de Investigación	191
Anexo 3. Frecuencia de Mantenimiento Actual.....	192
Anexo 4. Cambios correctivos de equipos por Bombas.....	193
Anexo 5. Función Principal de spools en PS1	195
Anexo 6. Función Principal de spools en VS1	197
Anexo 7. Función Principal de spools en VS2.....	203
Anexo 8. Función Principal de spools en VS3.....	204
Anexo 9. Función Principal de spools en VS4.....	210
Anexo 10. Función Principal de spools en TS1	211
Anexo 11. Falla Funcional y Modos de Falla-PS1(spools).....	218
Anexo 12. Falla Funcional y Modos de Falla-VS1	219
Anexo 13. Falla Funcional y Modos de Falla-VS2.....	224
Anexo 14. Falla Funcional y Modos de Falla-VS3.....	224
Anexo 15. Falla Funcional y Modos de Falla-VS4.....	228
Anexo 16. Falla Funcional y Modos de Falla-TS1	229
Anexo 17. Efectos de Modos de Falla-PS1(spools).....	233
Anexo 18. Efectos de Modos de Falla-VS1	239
Anexo 19. Efectos de Modos de Falla-VS2	262
Anexo 20. Efectos de Modos de Falla-VS3	264
Anexo 21. Efectos de Modos de Fallas-VS4.....	287
Anexo 22. Efectos de Modos de Fallas-TS1	290
Anexo 23. Ejemplo de Plano de Spool.....	315
Anexo 24. Muestro de costos de Mantenimiento	316

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Generales de la organización

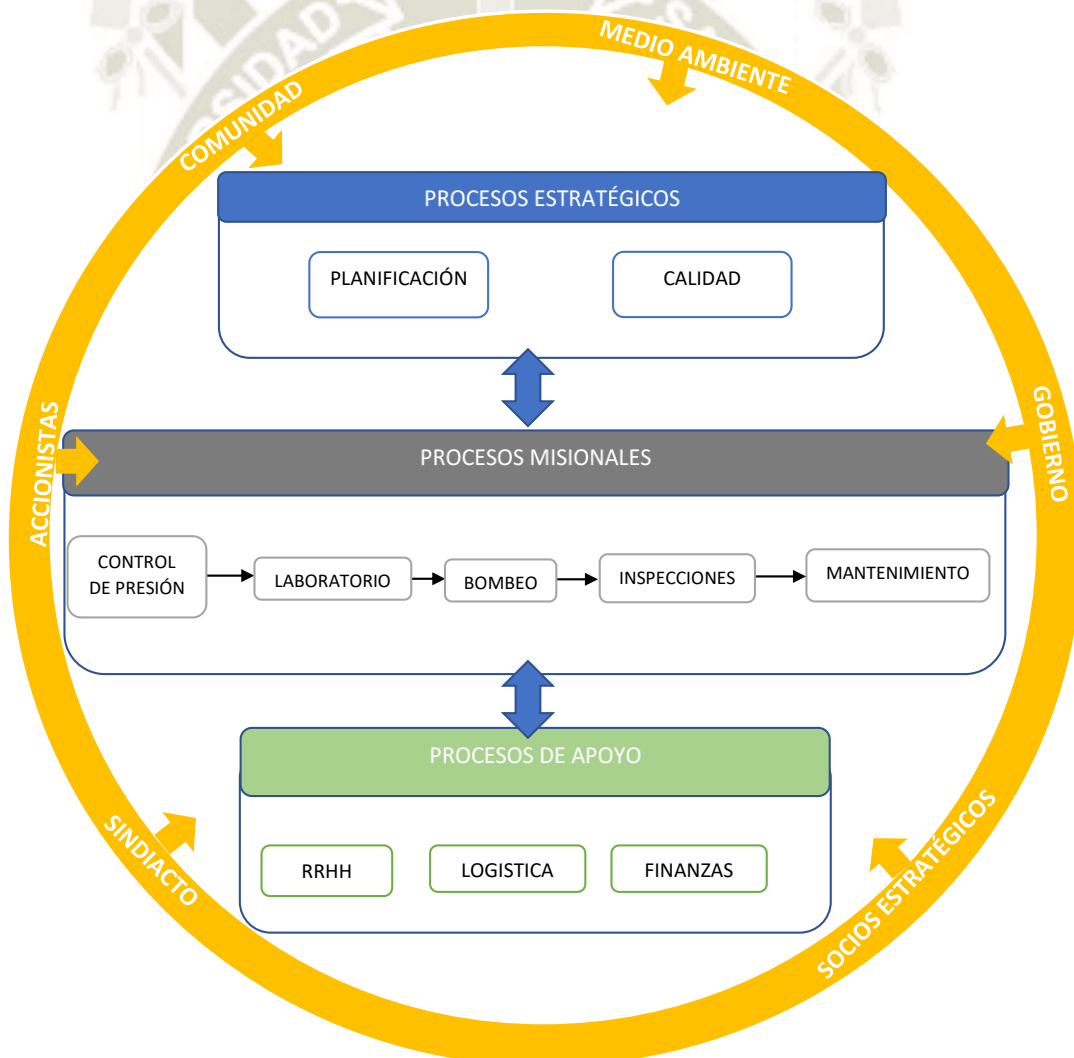
La empresa en la que se realizará el presente proyecto pertenece al rubro minero se encuentra ubicada en el distrito de San Marcos, en la Región de Ancash, al norte del Perú y cuenta con una altitud promedio de 4,300 msnm, se dedica a la producción y extracción de concentrados de cobre, zinc, molibdeno, plata y plomo.

Para poder desarrollar todo el proceso productivo en la empresa se cuenta con 8 pasos implementados y establecidos para la obtención de cobre, zinc, plata, plomo y molibdeno. Todos sus procesos están garantizados ya que la empresa cuenta con certificaciones internacionales que garantizan los estándares más altos en salud, seguridad y medio ambiente; todo el proceso de producción se inicia con la extracción del mineral en el campamento minero que se encuentra en Ancash, y acaba en el traslado del mineral a través del mineroducto; el cual tiene una longitud de 304km, que llega a Huarney donde se realiza el embarque a los diferentes países a nivel mundial.

1. **Perforación y Voladura:** Este proceso se realiza en la mina donde se utilizan perforadores para obtener muestras de rocas para analizarlas en el laboratorio; ya que el terreno tiene presencia de minerales se realiza minado y voladura para poder fragmentar el terreno y sea más rápido de realizar el proceso.
2. **Carguío y Acarreo:** Esta parte del proceso se encarga de recoger y trasladar las rocas que han sido fragmentadas hacia la chancadora primaria.
3. **Chancado:** Esta parte del proceso se encarga de recepcionar las rocas fragmentadas y reducirlas hasta un tamaño no mayor que el del tamaño de un casco, ya que esto nos ayudará a que sea más fácil de procesar el mineral.
4. **Molienda:** Se recibe el mineral con el tamaño adecuado en planta de concentradora e ingresa a los molinos donde se mezcla con agua para generar una pulpa que es como un lodo y así finalmente se tiene el mineral con un tamaño más reducido.
5. **Flotación:** El mineral que ahora es denominada pulpa se traspa a las celdas de flotación donde se recupera el cobre, el zinc, la plata. el plomo y el molibdeno con el porcentaje de sólido establecido.

6. **Transporte al Mineroducto:** Se cuenta con una obra de alta tecnología y único a nivel nacional, el transporte se realiza a través de un sistema de monitoreo automático por fibra óptica ayudando al cuidado ambiental; este sistema sólo traslada los concentrados de cobre y zinc; por otro lado, el plomo, plata y molibdeno es transportado en forma sólida a través de camiones.
7. **Filtrado:** El concentrado de cobre y zinc que llega a Huarney contiene un 65%, una vez realizado el proceso de filtrado, éste queda con 9.5% de humedad. Lo cual garantiza a un proceso de alta calidad para poder ser enviado a los compradores a nivel mundial.

Figura 1. Mapa de Procesos de Mineroducto



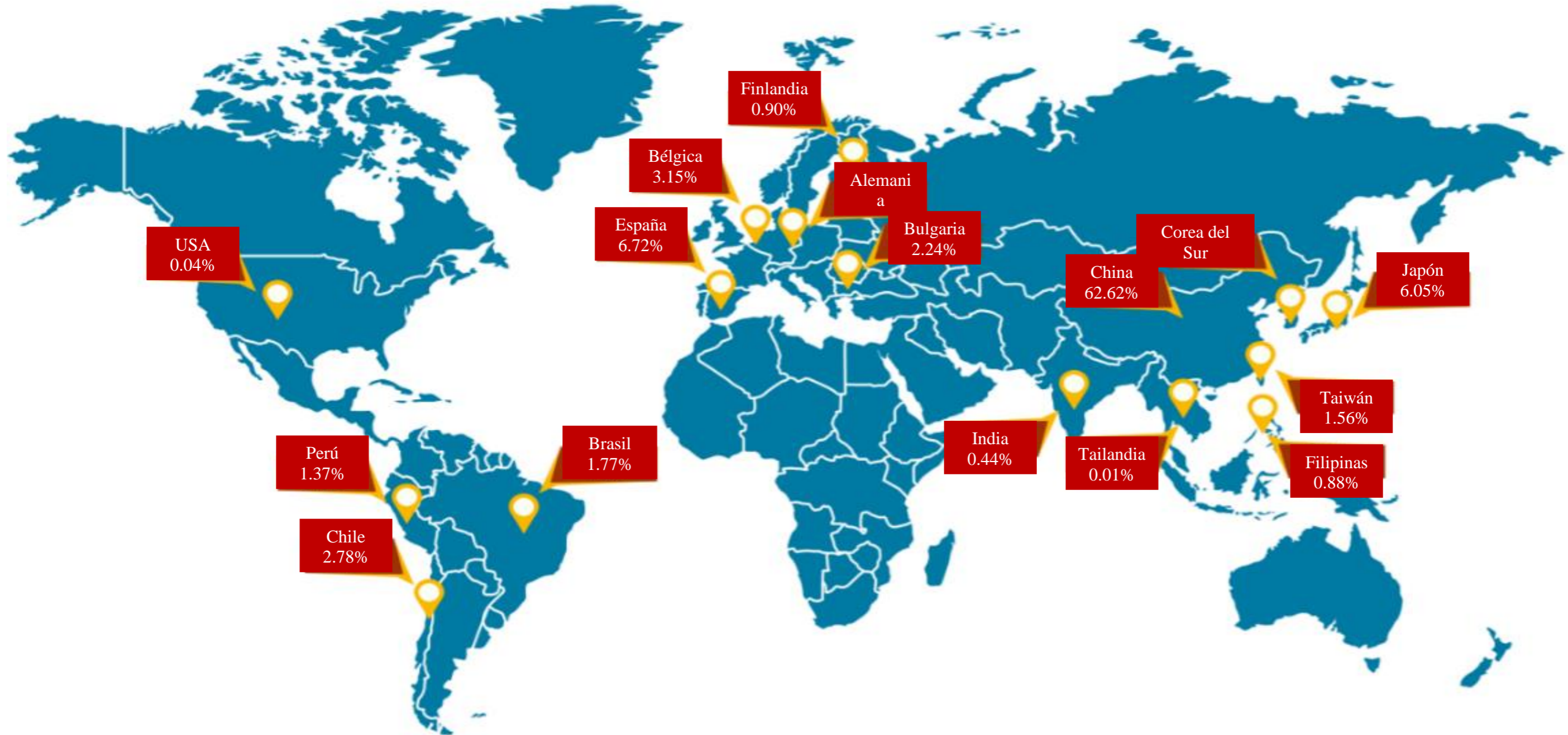
Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la figura 1, se expone los procesos involucrados en el área de Mineroducto de los que se elegirán los más importantes, en el presente trabajo se desarrollarán los procesos misionales ya que está conformado por la parte operativa (control de presión, laboratorio, bombeo) y de mantenimiento (inspecciones, mantenimiento).

Las ventas son destinadas a China (representa más del 60%), España, Japón, Corea del Sur, Alemania, Bélgica, Chile, Bulgaria y otros ocho países más.



Figura 2. Destino de Ventas



Fuente: Reporte de Sostenibilidad, (2017).

Comentario: En la figura 2 se muestra los países a los cuales se les vende el mineral de cobre y zinc, con su respectivo porcentaje que representa las ventas, teniendo como mayor comprador China con un 62.62% y como menos comprador Tailandia con un 0.01% de las ventas.

Se ha incorporado tecnología de última generación para la mejora en sus procesos de perforación; implementando taladros que permiten mayor precisión en la ruta de la perforación. Esta innovación ha permitido que la interacción con los equipos sea menor y brindar a los colaboradores una mayor seguridad. Para monitorear sus operaciones mineras, se usa drones capaces de volar a más de cinco mil metros de altura, lo cual aporta a una mayor eficiencia productiva y de seguridad.

Por otro lado, el transporte del mineral es el equilibrio entre un trabajo basado en la alta tecnología y una preocupación por el impacto que puede generar al medio ambiente y a las comunidades aledañas.

La tubería está hecha de acero y tiene como capacidad máxima de transporte 1.4 millones de toneladas por año, el cual transporta concentrado de Cobre y Zinc, desde el punto de extracción minera al norte del país, hasta la terminal de Huarney (Ausenco, 2019).

El sistema está compuesto por una estación de bombeo desde la concentradora de mineral, el sistema de tubería ($\emptyset 8/9/10''$) enterrada de 304 km de longitud. La tubería se encuentra revestida en el interior de HDPE y por el exterior con Polietileno de tres capas. En el trayecto de la tubería se encuentran 04 válvulas disipadoras y estaciones de monitoreo de presión en la tubería, instalaciones de terminales de tuberías (Ausenco, 2019).

El sistema instalado por la empresa cuenta con 02 software. El primero denominado Pipeline Simulator, el cual permite el simulador de la tubería para la planificación de la producción, capacitación y planificación. Y la siguiente Pipeline Advisor el cual permite el monitoreo de las tuberías a tiempo real y a su vez controlar la operatividad (Ausenco, 2019).

Foto 1. Estación de Válvulas VS1



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la foto 1 se muestra la estación de Válvulas VS1, la cual se encuentra ubicada en Santa Rosa de Cajacay, la cual cuenta con una cantidad de 13 válvulas de bola y 72 spools entre codos, rectos, rectos múltiples y T.

Foto 2. Estación de Válvulas VS4



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la foto 2 se muestra la estación de Válvulas VS4, la cual se encuentra a la mitad del recorrido del Mineroducto la cual cuenta con 4 válvulas de bola y 16 spools; también esta estación al ser el punto medio sirve como un almacén temporal de spools en caso ocurra una emergencia.

Foto 3. Válvulas en estaciones



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la foto 3 se observa el tipo de Válvulas que se tiene en las diferentes estaciones las cuales son electroválvulas de tipo bola, lo cual permite regular el flujo de la pulpa, cuenta con una dimensión de 8x 1500 cm la válvula cumple un rol importante en el proceso de bombeo ya que permite monitorear el recorrido de la pulpa de forma remota y manual evitando así fugas.

Cuenta con 17 años de operación consolidándose como una compañía minera de clase mundial, basada en estándares internacionales que incluyen certificaciones como ISO 14001, OSHAS 18001 y ISO 9000, entre otras. En el año 2018 se alcanzó ventas netas de US\$ 3 426 578 751.

En el estudio de reputación empresarial que realiza Merco, la empresa obtuvo la mejor reputación y el mayor reconocimiento obtenido en responsabilidad y gobierno corporativo en el sector minero, además se ubica dentro del top 10 de empresas del Merco Talento, este ranking representa a las marcas con la mejor percepción que tienen las personas para trabajar. Por otro lado también cuenta con el reconocimiento por ser una de las principales empresas que han impulsado el mecanismo de obras por impuestos. También la certificación Buenas Prácticas en Gestión Pública de la institución Ciudadanos al Día; certificación Buena Práctica por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (Merco Perú,2019).

1.1.1. Antecedentes y condiciones actuales de la organización

La información de las operaciones de la empresa a la cual va dirigida el proyecto se puede rescatar de los reportes de sostenibilidad emitidos por la misma empresa. La empresa en el 2018 se consolidó como la empresa con 17 años de operaciones ininterrumpidas. Con

un total de 766 empleados, 2015 operarios, así mismo con un total de 2 791 millones de soles pagados en impuestos al estado peruano y un total de 39,59 millones de dólares americanos en compras locales. Desde el 2015 iniciaron unos procesos de reducciones de emisiones de gas y en el 2018 lograron reducirlo por tercer año consecutivo.

Las exploraciones mineras de la zona se remontan al año 1860 en la cual se identificó el yacimiento minero por Antonio Raimondi. En 1952 se iniciaron las exploraciones a cargo de la empresa Cerro de Pasco Company. Para en el 1996 dar como privatizable la zona de explotación. En el año 1997 después de varias exploraciones se confirma la presencia de una gran variedad minerales haciendo que el yacimiento sea rico logrando tener una proyección de vida útil de 30 años. La empresa asume la concesión del yacimiento en el año de 1998 e inicialmente utiliza una inversión de US\$ 2,520 MM. El primer embarque de cobre se realizó en julio del 2001 con una cantidad de 17 mil TMS, posteriormente el mismo año en el mes de octubre la empresa alcanza sus volúmenes de producción comercial considerando esta la fecha como fecha oficial de inicio de operaciones. Luego de 9 años se arranca el Programa de Expansión con 1,100 millones de dólares de inversión logrando que su capacidad de procesamiento se incremente en 31%. En el 2010 buscando el incremento del 30% de su productividad anuncia la expansión de la explotación minera. Su modelo estratégico de valor se sostiene en cuatro pilares que consiste en su valor y diferenciación, sus procesos estratégicos, su responsabilidad social-mediambiental, su gente.

Respecto al clima laboral y respeto hacia los trabajadores la empresa se encuentra actualmente en el tercer puesto de la mejor empresa para atraer y retener talento en el país de acuerdo con los resultados del ranking "Merco Talento 2019", mejorando cada año en posicionamiento, haciendo que se tenga una gran imagen y concepto de todo el personal.

El 20 de noviembre del 2019 se reconoció a la empresa con el premio "Desarrollo Sostenible 2019" de la SNMPE en la categoría "Gestión Social" por la implementación exitosa del mecanismo de Obras por Impuestos (OXI) en Ancash, que se ha desarrollado en sectores clave como son educación, salud, desarrollo económico e infraestructura.

La SNMPE (Sociedad Nacional de Minería, Energía y Petróleo) reconoció las mejores prácticas de gestión socio ambiental del sector minero energético, ello ha permitido que

las brechas de infraestructura se acorten lo que ha logrado un crecimiento potencial en Áncash.

1.1.2. Sector y actividad económica

Es una empresa estratificada en el estado peruano como Gran Minería, la cual procesa primordialmente cobre y zinc. Se encuentra ubicada en la cordillera de los Andes, a 270 kilómetros de Lima. La empresa es dirigida por un conjunto de inversiones, 04 principalmente. En el 2018 la empresa registró un total de \$1,061 millones de dólares, 125 millones más que en el 2017. Con una producción de 100 millones de toneladas y con una venta de 99% de la producción.

Hasta mayo del 2019 la producción de cobre creció 2,1 por ciento. Dicho resultado se explica principalmente por mayor producción de la empresa (16,6 por ciento) y Southern (41,4 por ciento).

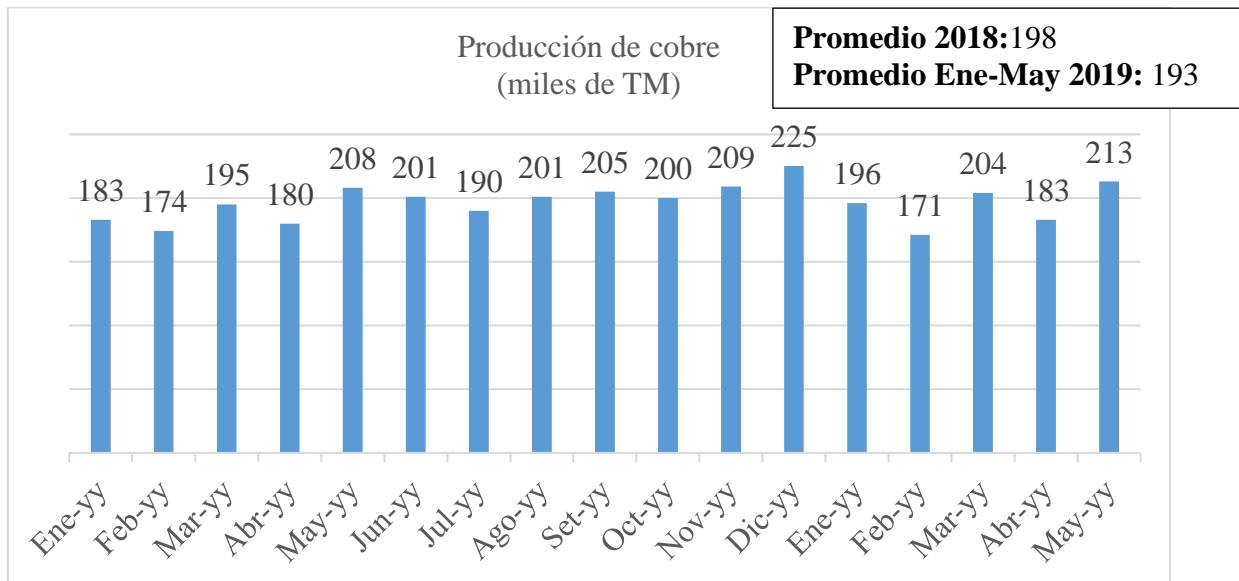
Tabla 1. Producción de Cobre (Miles de toneladas métricas finas de concentrados por flotación)

Unidades mineras	Mayo				Enero-Mayo			
	2018	2019	Var. %	Contribución %	2018	2019	Var. %	Contribución %
TOTAL	208	213	2.1	2.1	941	967	2.8	2.8
Compañía Minera Antamina	39	46	16.6	3.1	187	190	2	0.4
Cerro Verde	37	33	-11.7	-2.1	180	181	0.8	0.3
Las Bambas-M.M.G	41	34	-16.6	-3.2	152	156	2.7	0.4
Southern Peru Copper Corporation	28	39	41.4	5.5	114	149	30.8	3.7
Toromocho-Chinalco	18	17	-8.9	-0.8	83	70	-15.7	-1.4
Antapaccay	19	18	-2.7	-0.2	84	83	-1.5	-0.1
Constancia-Hudbay	8	8	6.5	0.2	48	49	2.4	0.1
Resto	19	18	-4.3	-0.4	94	88	-5.8	-0.6

Fuente: INEI, Ministerio de Energía y Minas, (2019).

Comentario: La tabla 1 refleja las diferentes posiciones de empresas mineras en el Perú de producción de cobre, mostrándonos que hasta el mes de mayo del 2019 nuestra empresa ocupaba el primer lugar, es por ello que es importante llevar un manejo adecuado de los equipos.

Figura 4. Producción de cobre (miles de TM)



Fuente: BCRP, (2019).

Comentario: La figura 4 refleja el promedio total de toneladas producidas de cobre en el Perú, reflejando una variación mensual promedio del 5%.

Como se puede apreciar en la tabla de producción de zinc de INEI, la producción de zinc a nivel nacional disminuyó 13,8 por ciento, debido principalmente a la menor extracción en la empresa por menores valores en las leyes, esto afecto ya que las cantidades se tenían previstas desde el año pasado, afectando significativamente a la empresa ya que es una de las empresas con mayor producción del mineral mencionado.

Tabla 2. Producción de Zinc (Miles de toneladas métricas finas)

Unidades mineras	Mayo				Enero-Mayo			
	2018	2019	Var. %	Contribución %	2018	2019	Var. %	Contribución %
TOTAL	138	119	-13.8	-13.8	620	563	-9.2	-9.2
Compañía Minera Antamina	51	31	-38.6	-14.3	203	150	-26	-8.5
Volcan Copañia Minera	20	20	-1.1	-0.2	103	98	-5.5	-0.9
Nexa Resources	19	18	-8.8	-1.2	88	88	-0.4	-0.1
Sociedad Minera El Brocal	4	4	13.6	0.3	23	21	-6.6	-0.2
Compañía Minera Raura	4	4	-4.4	-0.1	21	17	-18.9	-0.6
Santaner-Trevali	3	3	4.9	0.1	12	16	29.7	0.6
Resto	36	39	6.3	1.7	169	173	2.1	0.6

Fuente: INEI, Ministerio de Energía y Minas, (2019).

Comentario: La tabla 2 refleja las diferentes posiciones de empresas mineras en el Perú

de producción de zinc, mostrándonos en el reporte realizado por el BCRP que hasta el mes de mayo del 2019 nuestra empresa ocupaba el primer lugar, es por ello que el mantenimiento de los equipos es clave para seguir operando eficientemente.

1.1.3. Organigrama

El directorio está compuesto por nueve miembros integrados por sólidos profesionales locales y del exterior. Siendo el cargo de Presidente & CEO rotativo ya que se renueva anualmente buscando siempre la mejora y cuidado de todo el personal que forma parte de la empresa. El directorio cuenta con tres comités:

- Comité de Planeamiento y Estrategia del Negocio.
- Comité de Finanzas
- Comité de Auditoría.

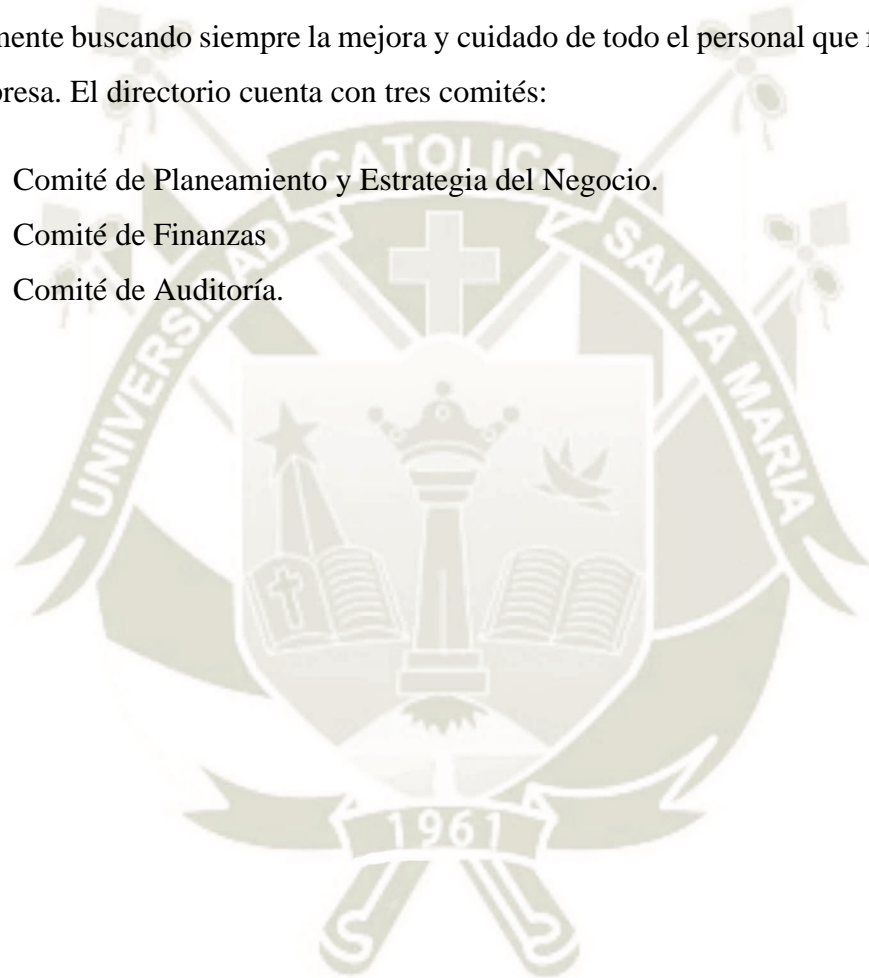
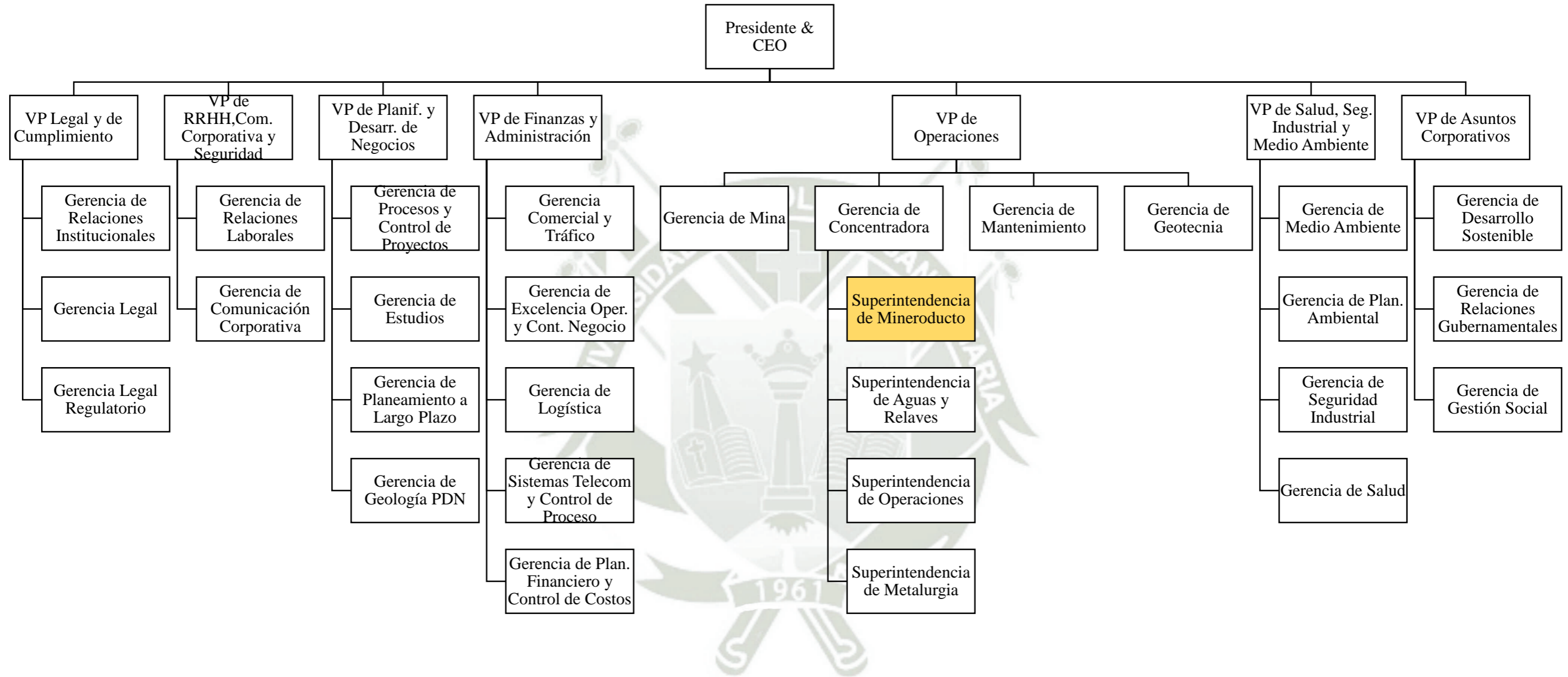


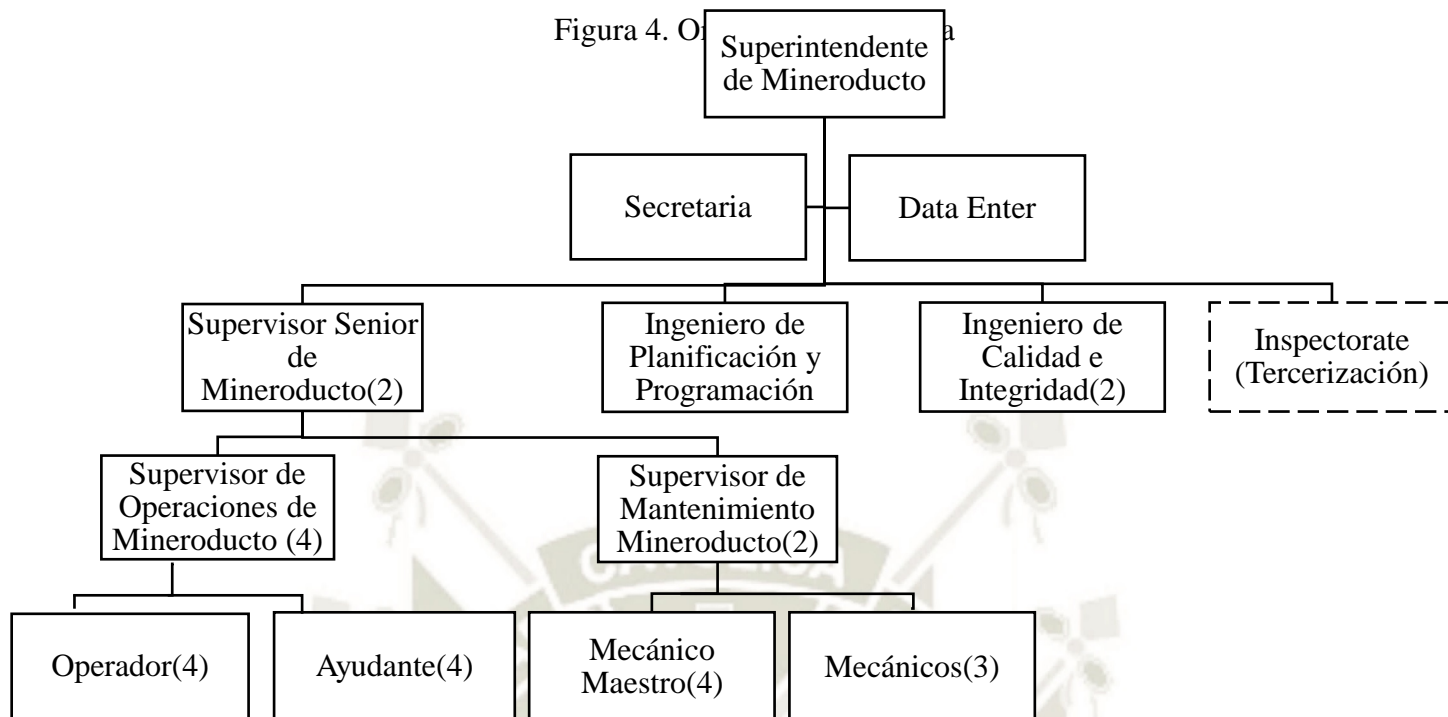
Figura 3. Organigrama de la Empresa



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la figura 3 se muestra el organigrama de la empresa para entender como está constituida, se cuenta en total con 7 vicepresidencias, para el presente trabajo se desglosará sólo la vicepresidencia de operaciones y la superintendencia de Mineroducto ya que será el área a la que se aplicará las mejoras; se cuenta además con un Comité Asesor el cual está integrado por representantes de los cuatro accionistas. El comité asesor supervisa la gestión del desempeño económico, ambiental y social de la compañía.

Figura 4. Organograma de la Superintendencia de Mineroducto



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: La figura 4 esquematiza las subáreas dentro de la superintendencia de Mineroducto, se cuenta con 2 supervisores senior los cuales se relevan en un régimen de 8x6; el ingeniero de integridad trabaja de relevo con un supervisor senior en un régimen de 8x6 ambos trabajan desde la carretera que recorre el mineroducto; existe un ingeniero de confiabilidad y un ingeniero de planificación con un régimen de 4x3, los supervisores de operaciones, operadores de mineroducto y ayudantes pertenecen a 4 guardias con un régimen de 10x10 (5 días turno día y 5 días turno noche); los supervisores de mantenimiento, maestros mecánicos y mecánicos pertenecen a 2 guardias con un régimen de 10x10. Inspectorate está conformada por una empresa tercera que se encarga del mantenimiento predictivo, utilizando ensayos no destructivos (Inspección visual, videoscopia, Líquidos penetrantes, Ultrasonido) para evaluar el estado de los spools, válvulas y ciertos componentes de las bombas antes de ser cambiados.

1.1.4. Principales procesos y operaciones

La empresa cuenta con dos unidades productivas que ayudan a poder extraer y enviar el mineral obtenido, el primero es el complejo minero que se encuentra en la ciudad de Ancash, donde se desarrollan las operaciones extractivas y de producción y generación de los diferentes minerales, y el segundo es el Puerto Punta Lobitos, desde donde se embarca la producción obtenida de Ancash hacia el mundo.

El transporte del mineral de cobre y zinc se realiza a través del Mineroducto, siendo un proceso significativo ya que evita la exposición del mineral con las comunidades aledañas y gracias a su estación de bombeo, sus estaciones de válvulas y sus estaciones de manejo de presiones, puede realizarse la distribución de una forma segura y socialmente responsable.

1.2. Planteamiento del Problema

1.2.1. Descripción del Problema

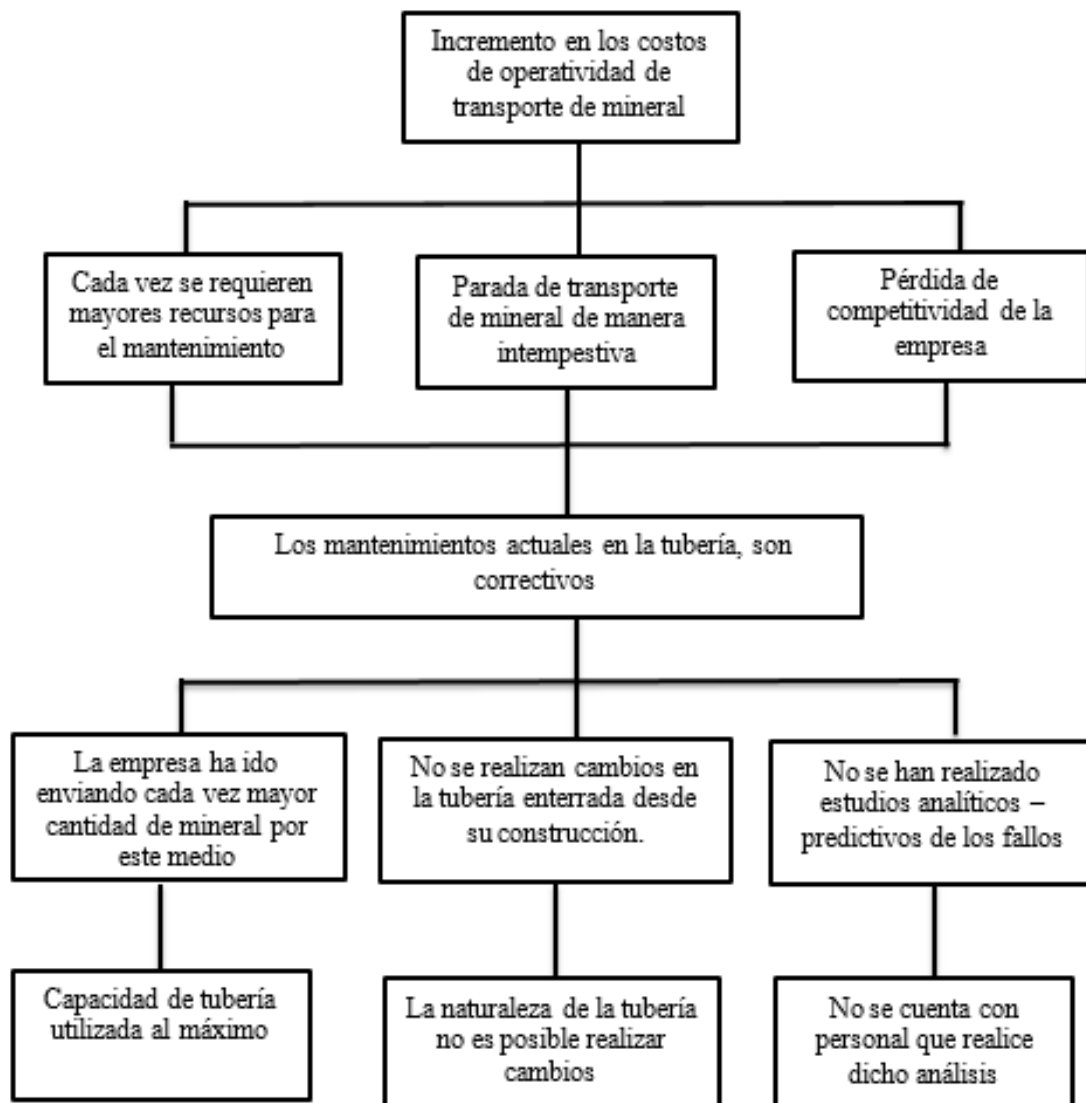
En la actualidad la empresa ha tenido diversas fallas en el proceso de transporte de mineral a través de la tubería que tiene la función de conectar la parte de los Andes de la cordillera Negra en Ancash con la costa central del Perú en Huarmey. El problema radica en que la planificación de los mantenimientos actuales está llevando a que se realicen de forma correctiva, generando un incremento en el costo de operatividad de transporte de mineral y en la compra de repuestos. Las causas de que se realicen mantenimientos correctivos en la empresa se cuentan con información del mantenimiento, sin embargo, no se han realizado estudios analíticos - predictivos para entender los fallos y de esta manera elaborar planes de contingencia, incluso planes de tipo preventivo. Por otro lado, las dimensiones establecidas a los spools desde un inicio han generado desgaste en los revestimientos generando que el tiempo de vida sea menor al esperado.

El no solucionar dicho problema, la empresa debería estar dispuesta a asignar mayores recursos para el mantenimiento de la instalación, siendo este incrementado año tras año, haciendo que los márgenes de utilidad se reduzcan en esa misma proporción. Por otro lado, el no tener un análisis predictivo de fallos, haría que se detengan de manera intempestiva el transporte de los concentrados, haciendo que se pierda dinero por la falta de producción de mineral. Por último, si estos problemas persisten dentro del tiempo, reducirían la competitividad de la empresa, perdiendo calidad y por tanto reconocimiento en el mercado.

Por lo expuesto anteriormente se ve como una solución elaborar una propuesta en la que

los mantenimientos se vuelvan preventivos, como es el indicado por el método AMEF, y que a su vez estos se encuentren soportados por análisis predictivo. Logrando ello se reducirán los costos de operatividad y por tanto lograr un diferencial en el mercado y siendo más competitivo.

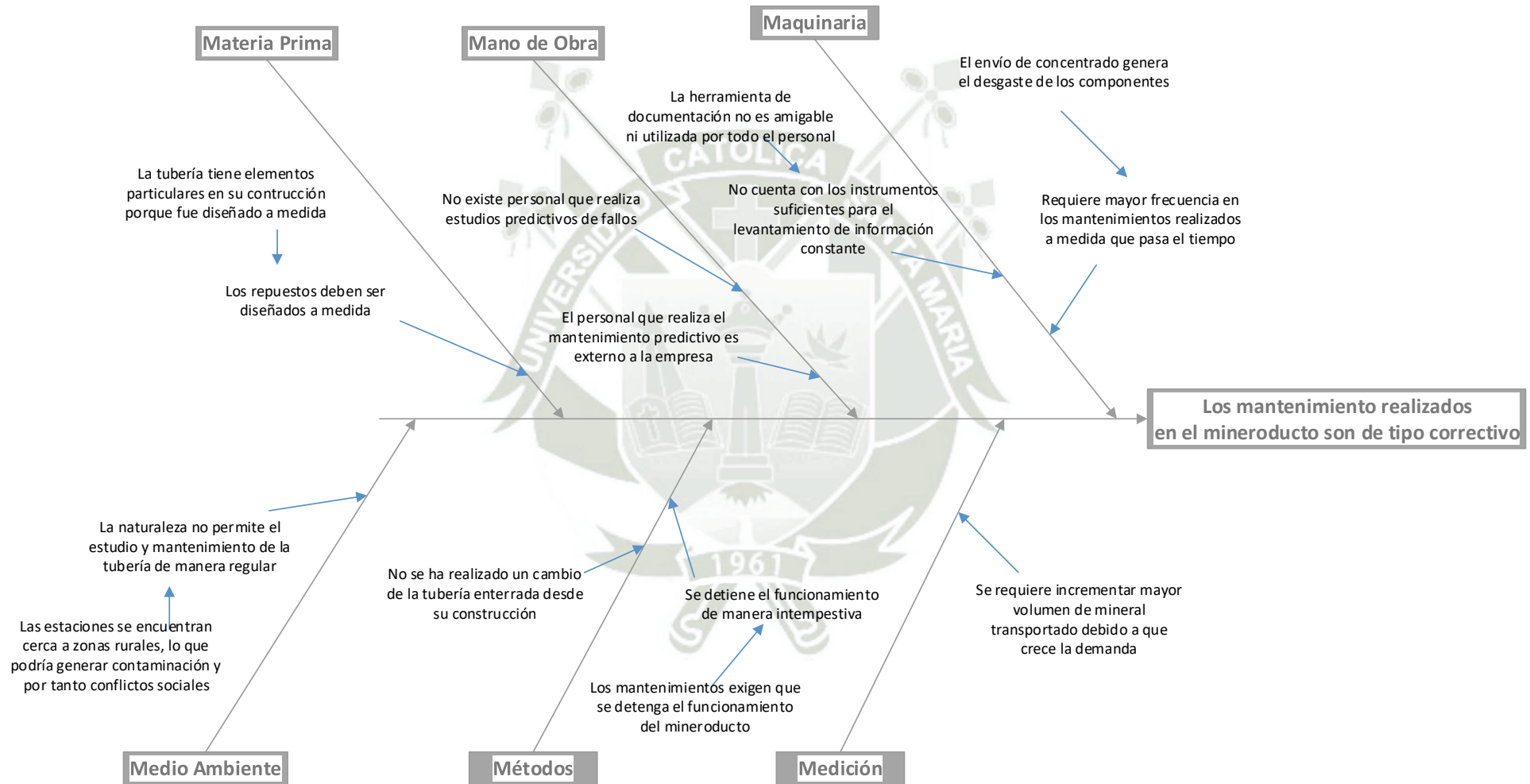
Figura 5. Árbol de Problemas



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la figura 5 se muestra la relación entre la causa y el efecto que tendrá el problema a investigar, para tener un horizonte de lo que se tomará en cuenta y poder evaluar diversas opciones de mejora de acuerdo con las fallas encontradas.

Figura 6. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia.

1.2.2. Formulación del Problema (Interrogante principal)

¿De qué manera se podrá optimizar el mantenimiento del mineroducto de concentrado de mineral al norte del Perú aplicando la metodología AMEF?

1.2.3. Sistematización del problema (Interrogantes secundarias)

- ¿Cuál es la situación actual de la gestión de mantenimiento del mineroducto?
- ¿Cuál es el origen de las fallas según el análisis de los registros históricos?
- ¿Cómo se logrará una mejora en el proceso de mantenimiento a través de la metodología AMEF?
- ¿Cuáles son los resultados de la propuesta en base al método propuesto?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Optimizar el mantenimiento preventivo y predictivo del mineroducto de concentrado de mineral al norte del Perú aplicando la metodología AMEF

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar la situación actual de la gestión de mantenimiento preventivo y predictivo del mineroducto.
- Analizar los registros históricos de fallas en el mineroducto identificando su origen.
- Aplicar el método AMEF al proceso de mantenimiento preventivo y predictivo.
- Evaluar los resultados de la propuesta en base al método AMEF.

1.4. Hipótesis

Es factible lograr optimizar el mantenimiento preventivo y predictivo del mineroducto de concentrado de mineral al norte del Perú, aplicando la metodología AMEF

1.5. Variables

1.5.1. Variables Dependiente

- Optimización del mantenimiento preventivo y predictivo de mineroducto de concentrado de mineral

1.5.2. Variables Independiente

- Método AMEF al proceso de mantenimiento

1.5.3. Variables Interviniente

- Empresa minera al norte del Perú

Tabla 3. Variables e Indicadores

Variables	Indicador	Fórmula
Independiente: Método AMEF	Procesos documentados	Cantidad de Procesos documentados/Total de Procesos
	Información	Cantidad de información para el análisis/Total de información
	Planes de acción preventiva y correctivas	Cantidad de planes de acción preventiva y correctiva de mantenimiento
Dependiente: Optimización del mantenimiento de mineroducto	Equipos operativos evaluados	Equipos operativos evaluados/Total de equipos
	Fallas de equipos	Cantidad de fallas de equipos
	Mantenimiento	Costo de Mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 3 se muestra las variables e indicadores para ver la forma en la que serán evaluados y evidenciar el cumplimiento de estos.

1.6. Matriz de Consistencia

Tabla 4. Matriz de Consistencia

Aplicación de la metodología AMEF para optimizar el mantenimiento preventivo y predictivo del mineroducto de concentrado de mineral al norte de Perú, Arequipa 2019															
Problema	Formulación de Problema		Objetivos		Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicador	Fórmula	Diseño de Investigación					
	Interrogante Principal	Interrogante Específica	Objetivo Principal	Objetivo Específico											
<p>El problema radica en el mantenimiento correctivo de la empresa, el cual genera paradas de producción y por tanto un incremento en el costo de operatividad de transporte de mineral</p>	<p>¿De qué manera se podrá optimizar el mantenimiento del mineroducto de concentrado de mineral al norte del Perú aplicando la metodología AMEF?</p>	<p>¿Cuál es la situación actual de la gestión de mantenimiento del mineroducto?</p>	<p>Optimizar el mantenimiento preventivo y predictivo del mineroducto de concentrado de mineral al norte del Perú aplicando la metodología AMEF</p>	<p>Identificar la situación actual de la gestión de mantenimiento del mineroducto</p>	<p>Es factible optimizar el mantenimiento del mineroducto de concentrado de mineral al norte del Perú, aplicando la metodología AMEF</p>	<p>Independiente: Método AMEF</p>	<p>1. Mapa de Procesos</p>	<p>Procesos documentados</p>	<p>Cantidad de Procesos documentados/Total de Procesos</p>	<p>Tipo de Investigación: Pre-experimental, Nivel de Investigación: Correlacional - causal Método de Investigación: Cuantitativo Población: Todo el personal involucrado en el área. Muestra: Personal de mantenimiento de mineroducto Técnica: Levantamiento de información</p>					
		<p>¿Cuál es el origen de las fallas según el análisis de los registros históricos?</p>		<p>Analizar los registros históricos de fallas en el mineroducto identificando su origen</p>			<p>2. Documentar indicadores de Proceso</p>				<p>3. Determinar puntos críticos</p>	<p>4. Identificar fallas y evaluar ocurrencia</p>	<p>5. Indicar controles y medidas de detección</p>	<p>Información</p>	<p>Cantidad de información para el análisis/Total de información</p>
		<p>¿Cómo se logrará una mejora en el proceso de mantenimiento?</p>		<p>Aplicar el método AMEF al proceso de mantenimiento</p>			<p>6. Calificar el riesgo</p>				<p>7. Acciones preventivas y correctivas de mejora</p>	<p>Planes de acción preventiva y correctivas</p>	<p>Cantidad de planes de acción preventiva y correctiva de mantenimiento</p>		
		<p>¿Cuáles son los resultados de la propuesta en base al método propuesto?</p>		<p>Evaluar los resultados de la propuesta en base al método AMEF</p>			<p>Dependiente: Optimización del mantenimiento de mineroducto</p>				<p>1. Disponibilidad de los equipos cuando se necesitan.</p>	<p>Equipos operativos</p>	<p>Equipos operativos evaluados/Total de equipos</p>		
							<p>2. Confiabilidad de equipos en el uso</p>	<p>Fallas de equipos</p>	<p>Cantidad de fallas de equipos</p>	<p>Entrevista</p>					
							<p>3. Costo global del mantenimiento</p>	<p>Mantenimiento</p>	<p>Costo de Mantenimiento</p>	<p>Recopilación de información</p>					

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 4 se resume el problema a tratar y la metodología a aplicar, evaluando cada posibilidad de respuesta que se va a obtener, de igual modo se muestra los indicadores con las variables independientes y dependientes.

1.7. Justificación del proyecto

1.7.1. Justificación Teórica

La presente investigación busca el aporte de conocimiento acerca del uso de la herramienta de gestión preventiva del mantenimiento, pasando por el uso de herramientas de diagnóstico utilizadas en la ingeniería, así como la identificación del proceso de transporte de mineral, además de encontrar explicaciones a situaciones internas de la organización en la cual será aplicado, buscando un aporte positivo para el estudio de la carrera en ingeniería industrial.

1.7.2. Justificación Metodológica

El estudio se justifica en cuanto al desarrollo metodológico para implantar alternativas de mejora a lo largo del proceso de transporte de mineral en la empresa del rubro minero. Mediante el planteamiento de objetivos concretos que sean desarrollados con la aplicación de herramientas de ingeniería y que podrán demostrar su validez en la aplicación y confiabilidad de resultados.

1.7.3. Justificación Práctica

La relevancia social de la empresa radica en la maximización de las utilidades, favoreciendo a la empresa. Por otro lado, se justifica ya que con el análisis que se realizará al área y la propuesta de mejora del proceso de transporte del mineral en la empresa del rubro minero, se obtendrán beneficios en cuanto a manejo de información confiable para la toma de decisiones, aseguramiento de la calidad, optimización de recursos y aporte de valor agregado a lo largo de la cadena productiva.

1.7.3.1. Profesional, Académica y/o Personal

Desde el aspecto profesional, el presente trabajo se justifica debido a que se analizó el sector más productivo de la industria peruana, por tanto, demanda de nuevos profesionales para la realización de sus operaciones, como es el sector minero, en el caso de la ingeniería industrial, que busca optimizar los procesos productivos a través de la identificación de puntos de mejora, como es el caso del uso de la herramienta AMEF y el caso del mineroducto de la empresa analizada.

Se justifica académicamente porque se utilizan las herramientas de análisis aprendidas en la carrera, como es el aplicado la priorización de riesgos dentro del mantenimiento, así mismo luego el uso de herramientas digitales de procesamiento para el análisis de la situación actual y a posterior una evaluación económica que permita evaluar de manera objetiva la propuesta de mejora, por tanto, el trabajo integra los conocimientos teóricos y los aplica a una realidad actual.

En cuanto a la justificación personal, el trabajo permite ahondar e el conocimiento por parte de la tesista para especializarse en el campo del mantenimiento y su análisis predictivo para una mejora en una organización. Este trabajo sirve como una nueva experiencia y permitirá obtener el título profesional que abale la experiencia del mismo.

1.7.3.2. Política, Económica y Social

La justificación política proviene de las normas de gestión aplicadas a la regulación de la explotación minera y sus actividades como la indicada en la Ley N°28611. Artículo VI el cual habla acerca del principio de prevención, es decir de las actividades de prevención, vigilancia y evitar desgracias ambientales, cuando no es posible eliminar la causa, se deben tomar medida de mitigación, como es el caso del mantenimiento preventivo en le mineroducto.

Desde el aspecto económico, se justifica debido a que se busca identificar riesgos potenciales en el mineroducto, que finalmente permitirán un mejor control de las actividades de mantenimiento relacionadas a la minería. Por tanto, significa un ahorro para la empresa, tanto por la reducción de riesgos, como por la prevención en las acciones de manteminieto.

Finalmente, desde el aspecto social, el trabajo se justifica debido que a su vez se busca la mejoría en la calidad y condiciones del trabajador que laboran en la industria, así mismo fomentar la competitividad dentro de las actividades industriales y finalmente aportar en el crecimiento y desarrollo de nuevos profesionales.

1.8. Alcances del Proyecto

El presente trabajo de investigación tiene como fin temático el estudio de una aplicación de la metodología AMEF al mantenimiento preventivo y predictivo del mineroducto de concentrado de mineral al norte del Perú, 2019.

Para la elaboración de la propuesta de mejora se llevará a cabo en una empresa del rubro minero, ubicada al norte del Perú, durante los meses de octubre del 2019 a diciembre del 2019. Además, que se cuenta con información histórica del mantenimiento desde el 2016.

A partir de estudios y recolección de información necesaria se permite tener el conocimiento necesario para la implementación de mejoras a incorporarse para la propuesta de la gestión del mantenimiento y análisis de ocurrencias en el minero ducto de una empresa minera en Perú.



CAPITULO II

2.MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes de Investigación sobre el tema

En la investigación denominada *Determinación De Fallas Funcionales De Los Equipos Críticos De Transporte De Mineral Grueso En Minera Las Bambas S.A.* elaborado en la Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo (Ortega Ñahuin, 2017). Se realizó con el fin de identificar el origen de las fallas funcionales dentro de la operación de transporte de mineral. Se analizaron 20 equipos con el método AMEF y con lo que se realizó una clasificación de fallas inaceptables, reducibles y aceptables. Con lo cual se logró reducir el número prioritario de riesgo (NPR) sobre todo en las fajas de transporte.

En el trabajo de nombre *Mejora De La Gestión De Mantenimiento De Maquinaria Pesada Con La Metodología Amef* elaborado en la Universidad San Ignacio de Loyola, Lima (Barrientos Medina, 2017) en el cual se analiza la problemática del mantenimiento en el sector construcción, aplicado a un proyecto. Aplicando la metodología AMEF se logró controlar las desviaciones en la planificación del mantenimiento de los equipos, el indicador utilizado fue el tiempo entre fallos o MTBF en sus siglas en inglés. En el proyecto se demostró que, al lograr una eficiencia en el mantenimiento, se reducía los costos operativos, logrando una mayor rentabilidad en la empresa.

En el trabajo denominado *Análisis De Modo Y Efecto De Falla En El Proceso De Extrusión – Soplado En Placa S.A.* elaborado en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá Colombia (Galeano Hernández & Pérez Carrillo, 2017) en el cual se aplica el método AMEF para la reducción de la variabilidad en la producción, progespecíficamente en el proceso de extrusión y soplado. Como resultado se determinó que el mayor fallo existía en la contaminación del producto durante el proceso, además del incumplimiento de las especificaciones de producción. Esto debido a que los controles aplicados no eran los más efectivos, así como tampoco se encuentran normalizados. Por tanto, con ello se logró aplicar las mejoras y reducir los productos no conformes.

En la investigación *Implementación De Un Análisis De Modo Y Efecto De Falla En Una Línea De Manufactura Para Juguetes.* Llevado a cabo en la Universidad Autónoma

de Nuevo León, México (Martínez Lugo, 2004). El trabajo tuvo como objetivo reducir las quejas y devoluciones de productos de Mattel, esta mejora se basó en el uso de diversas herramientas de diagnóstico y la metodología AMEF. Esta mejora logró no solo la reducción de costos de producción, sino también el incremento de las ventas debido a que existe una mayor demanda por productos confiables en su calidad.

Finalmente, en el trabajo *Análisis De Modo Y Efecto De Las Fallas Potenciales Aplicado A Un Caso De Estudio* desarrollado en la Universidad Nacional Autónoma de México, México (Hernández Morfin, 2005) llegó a la conclusión que en el caso estudiado, fue necesario revisar el diseño del producto entregado, además que se detectó ambigüedad en las especificaciones del producto. Por tanto, fue a su vez necesario realizar pruebas de tensión, elasticidad, tracción e impacto. Para el control de la producción, se planteó un muestreo, junto con pruebas de laboratorio para determinar que las características de la muestra cumplan las especificaciones.

2.2. Términos y Definiciones

Los términos y definiciones a continuación, se realizaron en base a lo indicado por la empresa, como términos técnicos a considerar para el entendimiento del trabajo:

- Sistema SCADA: Es un software que procesa, distribuye y muestra los datos, ayudando a los operadores y otros empleados a analizar los datos y tomar decisiones importantes para las operaciones de la empresa.
- PS1: Estación principal de bombas.
- VS (1,2,3,4): Estación de Válvulas (1,2,3,4)
- TS1: Estación terminal de válvulas.
- PMS (1,2,3,4): Estación de control de Presión (1,2,3,4)
- HDPE: El polietileno de alta densidad es un polímero de la familia de los polímeros olefínicos (como el polipropileno), o de los polietilenos.
- Spools: Tuberías (codos, T, T múltiple, Recto)
- Tags: Códigos de identificación usados para identificar posiciones.

2.3. Marco de Referencia Teórico

2.3.1. Análisis de criticidad

“Este análisis tiene por objetivo establecer un método que nos sirva como herramienta de ayuda en el proceso de determinación de jerarquías de procesos, sistemas y equipos de una compleja planta, haciendo posible subdividir todos los elementos en secciones, las cuales sean fáciles de manejar de manera controlable y auditable” (Huerta Mendoza, 2000).

“Se entiende por análisis de criticidad como una metodología que posibilita establecer prioridades de proceso o jerarquía, equipos y sistemas. Debido a que genera una lista ponderada a partir del total de equipos evaluados, desde el elemento menos crítico hasta el más crítico, diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad. Teniendo estas zonas identificadas, resulta más fácil elaborar una estrategia, cuyo objetivo será realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional, empezando a ejecutar las aplicaciones en el conjunto de procesos o componentes que formen parte de la zona de alta criticidad” (Coronado Palomo, 2007).

Para desarrollar un análisis de criticidad debemos: determinar la importancia y el propósito para el análisis, constituir los criterios de evaluación y elegir un adecuado método de evaluación y así jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.

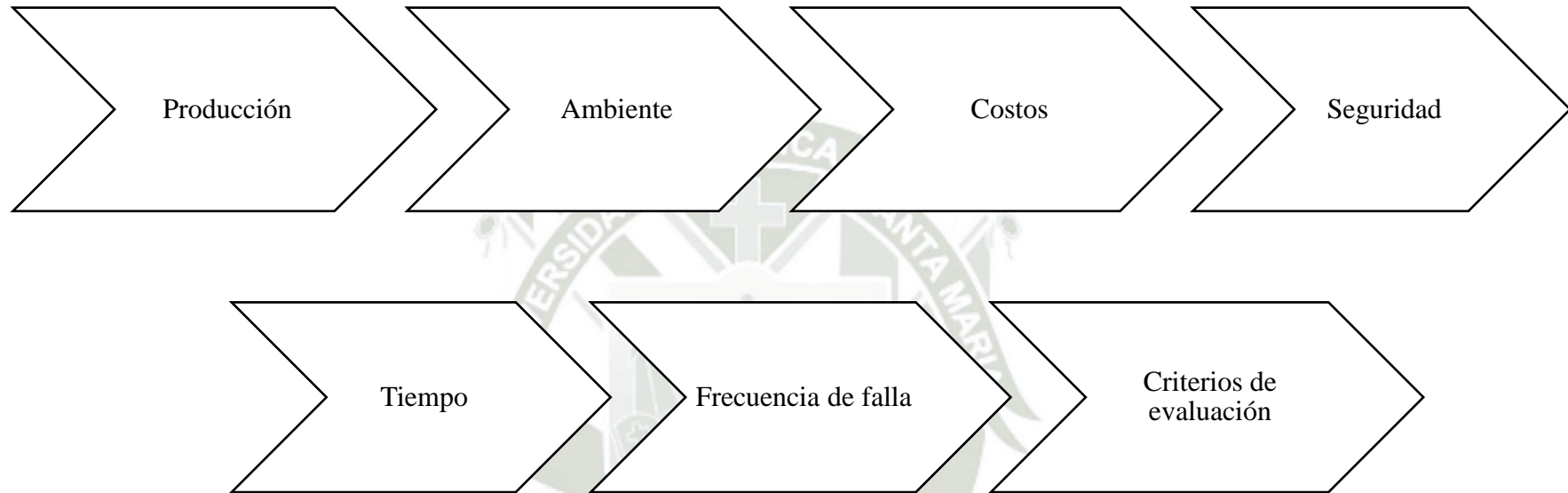
Desde una perspectiva matemática la criticidad se puede definir como:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

La consecuencia está referida con el impacto y la flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente, y la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado” (Grosso, 2004).

De acuerdo a lo antes mencionado se constituyen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad lo siguiente.

Figura 7. Preventivo y predictivo



Fuente: Moubray John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, (2004).

Comentario: En la figura 6 se refleja los criterios a tomar en cuenta para los mantenimientos preventivos y predictivos que se analizarán en la empresa para obtener una mejora en el plan de mantenimiento y reducir las fallas que se encontraran al aplicar AMEF a las bombas y los spools de las estaciones evaluadas.

“Para elaborar un análisis de criticidad, debemos tener en cuenta los siguientes criterios: seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento, tiempo de fallas y tiempo de reparación principalmente” (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 2006).

2.3.2. Coeficientes de ponderación

“Para realizar el análisis de equipos críticos se desarrolla una evaluación, cuyo objetivo es determinar el índice de criticidad de cada equipo. En este sistema se crea una tabla en la cual se constituyen un conjunto de criterios, que ya poseen prestablecidos unos valores de ponderación los cuales son promediados en función al número de personas evaluadas, para que más adelante se obtengan los índices de criticidad buscados.” (Hernandez Moreno & Pabón Neira, 2012).

2.3.3. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

Según Mora Gutiérrez, “El mantenimiento centrado en confiabilidad es una filosofía de gestión de mantenimiento que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento. El RCM es una técnica de organización de las actividades y de la gestión de mantenimiento en donde se desarrolla programas organizados que se basan en la confiabilidad de los equipos en función al diseño y de su construcción” (Mora Gutierrez, 2009).

El sostenimiento centrado en confiabilidad fue originado a comienzos de la década de los setenta. Comenzó con un esfuerzo en conjunto entre la industria norteamericana aeronáutica y el gobierno en búsqueda de la mejora del mantenimiento preventivo, en donde la frecuencia PM se determina estadísticamente para la máquina. Esta técnica ayuda a identificar las reparaciones mayores y reemplazar las tareas de mantenimiento correctivo con labores basadas en condición una vez cumplidas el tiempo estimado de uso del equipo para así evitar las fallas (Mora Gutierrez, 2009).

En el libro publicado por John Moubray (Reability Center Maintenance), relata que existen tres tipos de mantenimiento según la evolución. El primero es el mantenimiento primitivo al instante que surge una falla o sonido extraño. El segundo en el momento que el mecanizado de la industria aumenta debido a la falta de mano de obra, aquí surge el mantenimiento preventivo. Y el tercero que se inició después de la década de los setenta

con la revolución tecnología donde fue necesario implementar técnicas y herramientas debido a los costos de producción, aquí emerge el mantenimiento planeado (John Moubray,1997).

El mantenimiento preventivo (PM) busca el incremento de la probabilidad de uso del equipo analizado, recordando que los tiempos de vida de los equipos, son evaluados con el menor cuidado necesario de mantenimiento al equipo. La tendencia de la industria es a incrementar los controles de RCM de las máquinas, a manera de evitar no solo la pérdida del equió, sino las relacionadas con la vida y bienestar de las personas vinculadas y el cuidado del medio ambiente.

2.3.4. Fallas funcionales

Para comprender el concepto de falla funcional es aquella que afecta directamente a la función principal que desempeña un equipo dentro de la operación ocasionando efectos que harán que actue de manera insatisfactoria, este efecto puede ser evaluado en diferentes grados dependiendo del impacto que ocasionó al equipo y a la operación. Las diversas fallas funcionales se pueden manifestar de manera parcial o total; es decir que cuando el equipo no realiza las funciones que se espera tener con el estándar establecido es una falla parcial y cuando para totalmente afectando al equipo y la operación es una falla total, produciéndose en ambos casos pérdidas.

2.3.5. Modo de Fallas

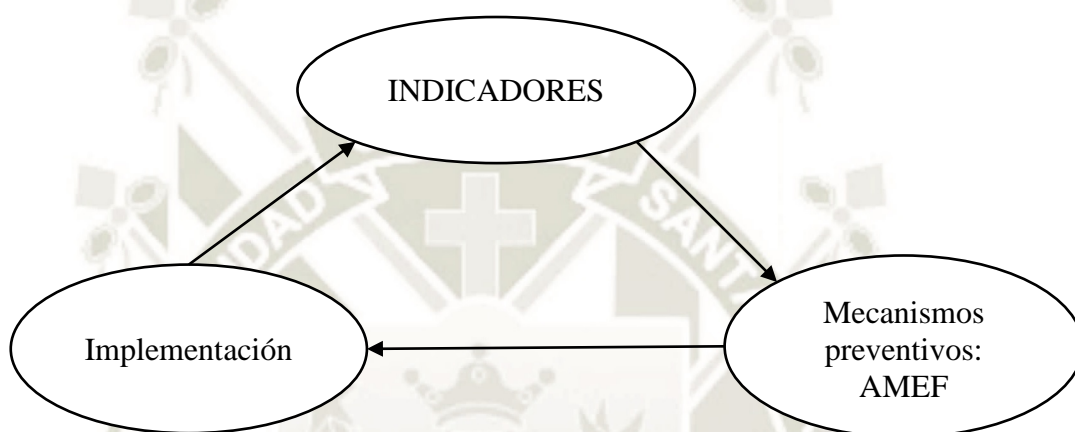
“Son originadas por las fallas funcionales de manera física. El análisis de modo de falla estructura las diversas actividades de mantenimiento partiendo del análisis elaborado por el equipo de trabajo para resolver los modos de falla relacionados a cada falla funcional siendo esta una forma no tradicional de ejecutar las tareas de mantenimiento. Los modos de falla tienen como objetivo identificar todos los probables orígenes de cada falla y no analizarlo según el sistema en conjunto, como por ejemplo una bomba, ni tampoco por componente, como por ejemplo el impulsor, sino el modo de falla identificado.” (Moubray, 2004).

2.3.6. Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)

AMEF ó FMEA en sus siglas en inglés (Failure Mode Effect Analysis), surgen en la década del 40 en los Estados Unidos, la metodología fue desarrollada por la NASA para

asegurar el funcionamiento de los equipos, así como determinar las consecuencias de las fallas en el dispositivo. AMEF se traduce en un procedimiento el cual identifica fallas de productos, procesos y sistemas, así como también priorizar las fallas para concentrar la atención en minimizarlas. La herramienta es dinámica y debe permitir clasificar una gran cantidad de datos para realizar un adecuado análisis de este. Como se ha mencionado, AMEF puede clasificarse a productos como herramienta predictiva.

Figura 8. Ciclo de implementación de AMEF



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la figura 7 se refleja el ciclo que se aplicará de la metodología AMEF para comprender los mantenimientos actuales e identificar las fallas críticas en el sistema.

2.3.6.1. Objetivos de AMEF

Los objetivos de implementar AMEF pueden ser los siguientes (Lean Solutions, 2020).

- Identificación de fallas o defectos antes de su ocurrencia, esta se puede catalogar como su principal objetivo.
- Incremento de la confiabilidad del producto/servicio (reduce los tiempos de para y re-trabajos).
- Acorta el tiempo de desarrollo de nuevos productos.
- Permite el conocimiento y documentación de los procesos.
- Incrementa la satisfacción del cliente.

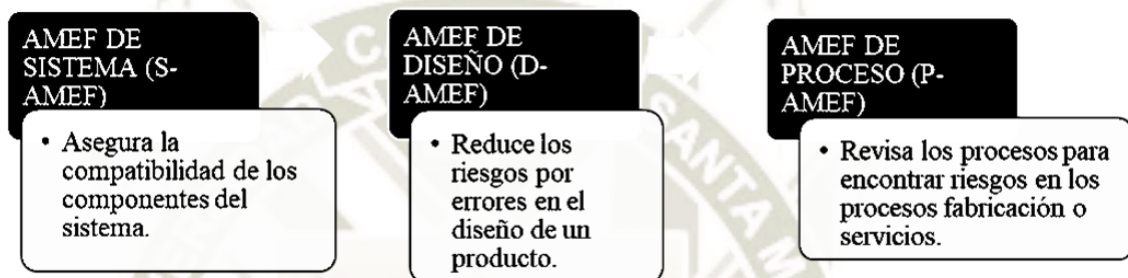
2.3.6.2. Tipos comunes de AMEF

Los tipos comunes de AMEF son los siguientes:

- AMEF de Sistema (S-AMEF) con este se asegura la compatibilidad de los componentes del sistema.

- AMEF de Diseño (D-AMEF) con ello se reduce los riesgos por errores de diseño. Este debe ser utilizado para analizar los componentes, enfocándonos en la funcionalidad de cada componente, causados por su diseño. Utilizados comúnmente para analizar diseños o elementos que se encuentran aún en planos.
- AMEF de Proceso (P-AMEF) el cual sirve para revisar los procesos para encontrar las potenciales fuentes de error. Utilizados para analizar procesos de manufactura o servicios. Sirve para hallar los riesgos o incapacidad de cumplir con expectativas del cliente. Evalúa cada paso del proceso ya sea de producción o servicios.

Figura 9. Tipos de AMEF/FMEA



Fuente: Lean Solutions, (2020).

Comentario: En la figura 8 se muestra los diferentes tipos de AMEF que se pueden implementar en diferentes partes; en este trabajo se utilizará el AMEF de sistema y de diseño para evaluar los motivos de fallas en el mineroducto.

2.3.6.3. Pasos del análisis de Proceso de AMEF

Para iniciar el análisis del AMEF se deben seguir los siguientes pasos:

1. Determinar el producto o proceso a analizar
2. Listar los pasos o procesos o las partes del sistema a analizar
3. Describa la función del paso o componente
4. Determinar los posibles modos de falla del paso o componente
5. Listar los efectos de cada potencial modo de falla
6. Asignar el **grado de severidad** de cada efecto de Severidad es la consecuencia de que la falla ocurra.

La estimación del grado de severidad se realiza a través del efecto de falla en el cliente, se utiliza una valoración del 1 al 10: siendo 1 una consecuencia sin efecto y 10 siendo una consecuencia grave (Ortega Ñahuin, 2017).

Tabla 5. Calificación del Efecto de Falla

Efecto	Criterios: Severidad de Efecto Definido	Ranking
Peligros; sin alarma	El incidente afecta la operación segura de la unidad, sin alarma	10
Peligro; con alarma	El incidente afecta la operación segura de la unidad, con alarma	9
Muy arriba	La unidad es inoperable con pérdida de función primaria	8
Alto	La unidad es operable, pero en un nivel muy reducido del funcionamiento	7
Moderado	La unidad es operable pero en un nivel reducido del funcionamiento	6
Bajo	La unidad es operable a un nivel reducido de funcionamiento	5
Muy bajo	Las personas ajenas a la unidad notan los defectos	4
De menor importancia	El operador de la unidad nota los defectos	3
Muy de menor importancia	Solo el personal de mantenimiento nota los defectos	2
Ninguno	Ningún efecto	1

Fuente: Ortega Ñahuin, (2017).

Comentario: La tabla 5 muestra el modelo de niveles de efectos que se tomarán en cuenta para ser aplicados en el trabajo y evaluar en qué grado se encuentran las fallas de los equipos.

1. El **grado de ocurrencia** de cada modo de falla se refiere a la probabilidad o posibilidad de ocurrencia de falla.

Tabla 6. Grado de Ocurrencia de falla

PROBABILIDAD DE INCIDENTE	PORCENTAJE DE FALLAS	FILA
Muy arriba: El incidente es casi inevitable	1 en 2	10
	1 en 3	9
Alto: Incidentes Repetitivos	1 en 8	8
	1 en 20	7
Moderado: Incidentes Ocasionales	1 en 80	6
	1 en 400	5
	1 en 2000	4
Bajo: Relativamente pocos incidentes	1 en 15000	3
	1 en 150000	2
Telecontrol: El incidente es inverosímil	1 en 1500000	1

Fuente: Ortega Ñahuin, (2017).

Comentario: La tabla 6 refleja las probabilidades de ocurrencia de las fallas, las cuales serán evaluadas de acuerdo con los reportes que se tienen de paradas e inspecciones tanto para spools y bombas.

2. Describir los controles actuales de la prevención
3. Describir los controles actuales para la detección
4. Asignar el **Grado de Detección** de cada modo de falla, esta se refiere a la probabilidad de que la falla sea detectada antes de que llegue al cliente o detenga el proceso.



Tabla 7. Grado de Detección de falla

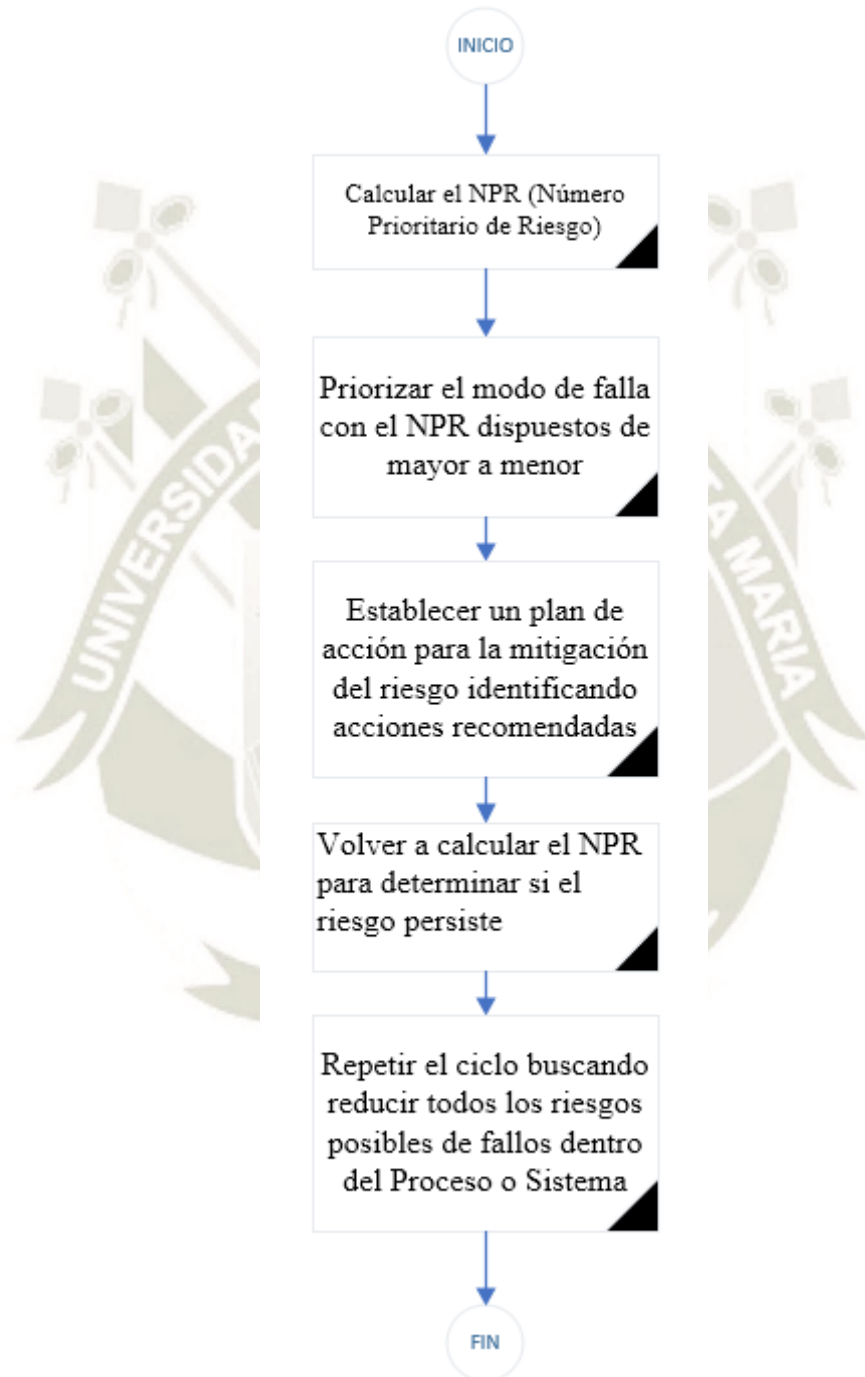
Detección	Criterio: Probabilidad de detección por Control de Diseño	Ranking
Incertidumbre absoluta	El control de diseño no detecta una causa potencial del incidente o del modo de falla subsecuente; o no hay control de diseño	10
Muy alejado	La probabilidad muy alejada de que el control de diseño detecte una causa del incidente o del modo de falla subsecuente	9
Alejado	La probabilidad alejada de que el control de diseño detectará una causa potencial del incidente o del modo de falla subsecuente	8
Muy bajo	La probabilidad muy baja de que el control de diseño detectará una causa potencial del incidente o del modo de falla subsecuente	7
Bajo	La probabilidad baja de que el control de diseño detectará una causa potencial del incidente o del modo de falla subsecuente	6
Moderado	La probabilidad moderada de que el control de diseño detectará una causa potencial del incidente o del modo de falla subsecuente	5
Moderadamente Alto	La probabilidad moderada alta de que el control de diseño detectará una causa potencial del incidente o del modo de falla subsecuente NPR	4
Alto	La alta probabilidad de que el control de diseño detectará una causa potencial del incidente o del modo de falla subsecuente	3
Muy Alto	La probabilidad muy alta de que el control de diseño detectará una causa potencial del incidente o del modo de falla subsecuente	2
Casi Seguro	El control de diseño detectará casi ciertamente una causa potencial del incidente o del modo de falla subsecuente	1

Fuente: Ortega Ñahuin, (2017).

Comentario: En la tabla 7 se muestra el tercer factor para poder determinar el NPR de las fallas, el cual es la detección de las fallas las que van de 1 a 10, esto va a lograr la clasificación de las fallas y ayudará al planteamiento de soluciones para reducirlas.

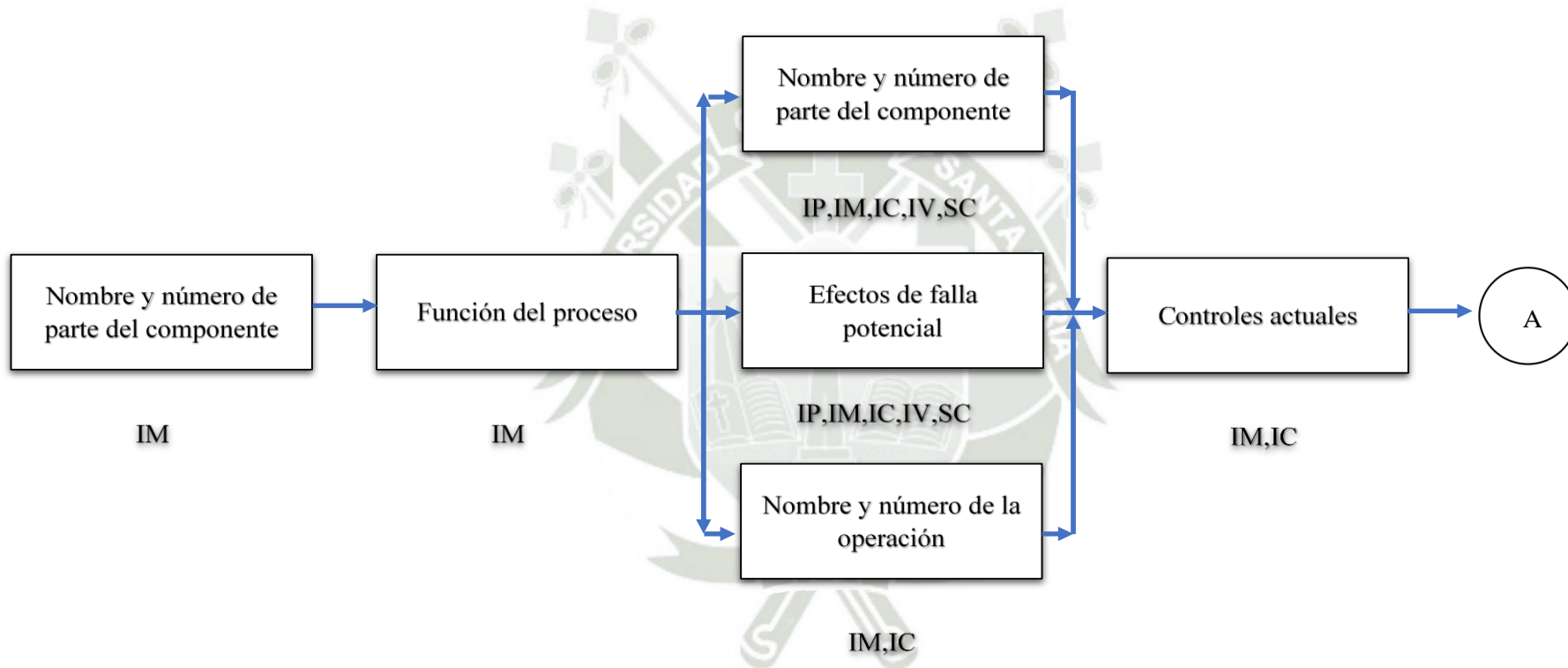
Por tanto, los pasos que se deben seguir para la aplicación del AMEF es el siguiente

Figura 10. Diagrama de pasos secuenciados del AMEF



Fuente: Elaboración Propia.

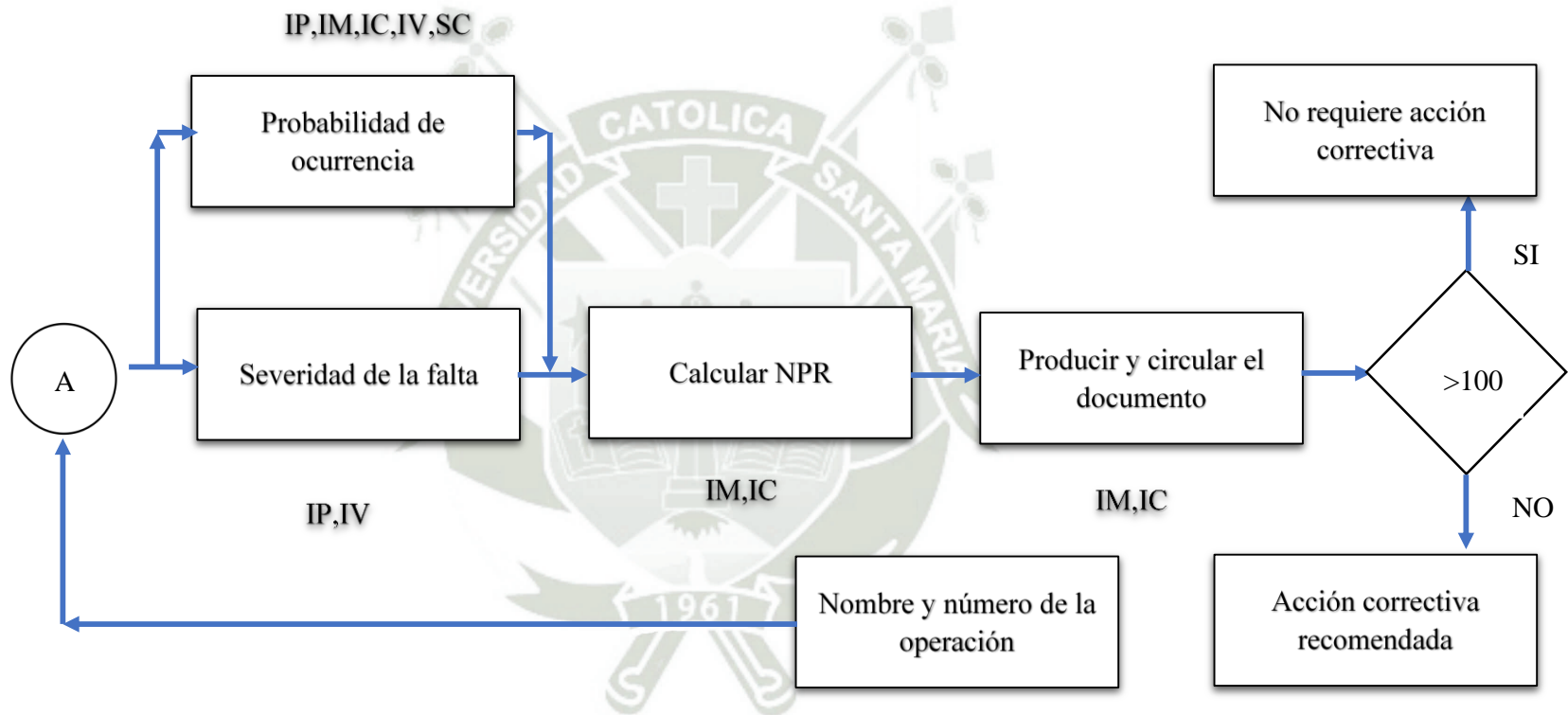
Figura 11. Diagrama de fases de AMEF del Proceso – Sección 1



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la figura 9 considera IP = Ingeniería del Proceso, IM=Ingeniería de Manufactura, IC = Ingeniería de Calidad, IV= Ingeniería de Venas y SC = Servicio de Campo.

Figura 12. Diagrama de fases de AMEF del Proceso – Sección 2



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la figura 11 se considera IP = Ingeniería del Proceso, IM=Ingeniería de Manufactura, IC = Ingeniería de Calidad, IV= Ingeniería de Venas y SC = Servicio de Campo.

2.3.6.4. Cálculo de Número Prioritario de Riesgo (NPR)

El cálculo de la criticidad permite obtener el resultado que permitirá la jerarquía, en el caso de mantenimiento, de los equipos a proponer mejoras. Desde un aspecto cuantitativo, podemos expresar la criticidad a través del número de prioridad del riesgo (NPR):

$$\text{NPR} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia} \times \text{Probabilidad de detección de la falla}$$

En el que la frecuencia, está determinado por la cantidad de eventos o fallas que se han presentado en el proceso evaluado, y la consecuencia, como el impacto en la operación, costos, seguridad e incluso en el ambiente.

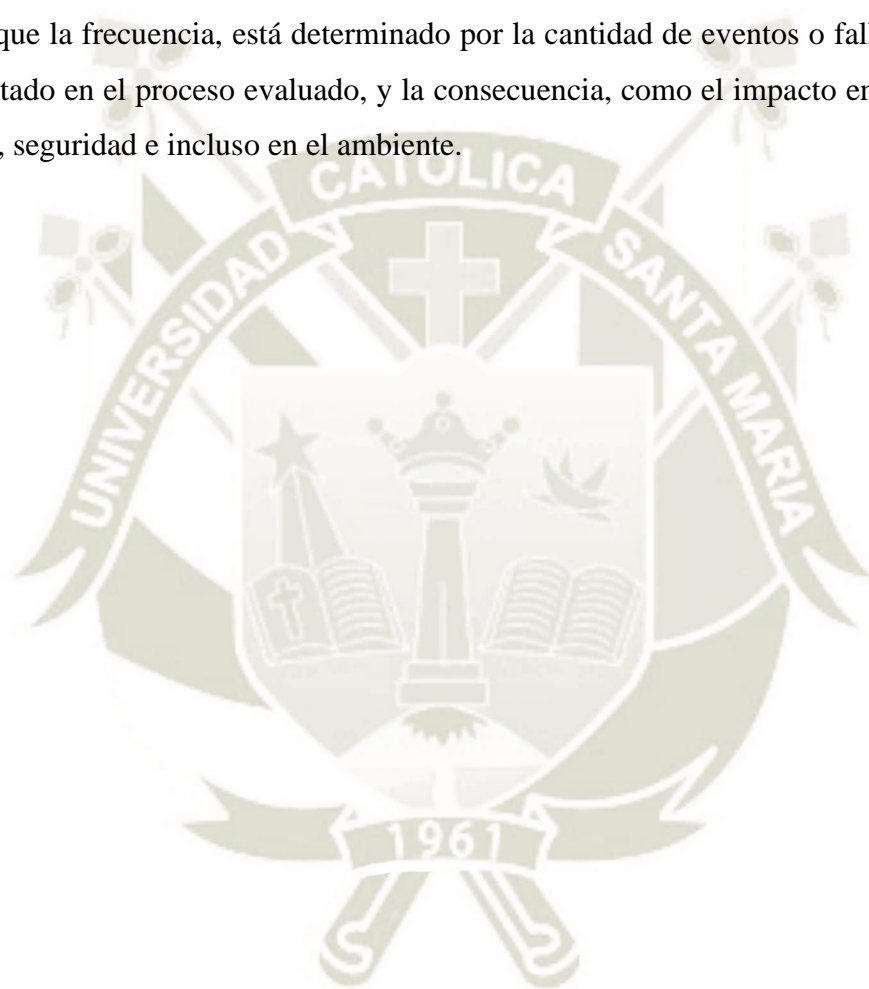


Figura 13. Formato ejemplo cálculo NPR (AMEF)

Proceso de Producto		1														Equipo:	
Fecha																	
AMEF Nro.																	
AMEF														Evaluación de mejora			
Parte a analizar	Descripción	Modo Potencial de falta	Efecto potencial de la falta	Severidad	Causa potencial de la falla	Ocurrencia	Controles actuales de prevención	Controles actuales de detección	Detección	NPR	Acciones recomendadas	Responsable /Fecha	Acción tomada	Severidad	Ocurrencia	Detección	RPN
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14				

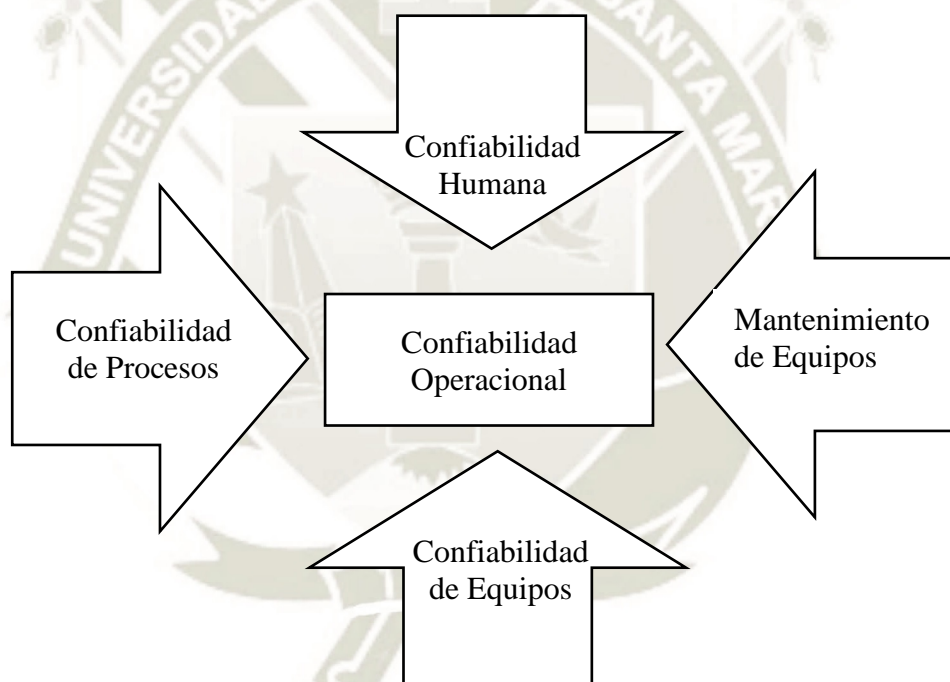
Fuente: Lean Solutions, (2020).

Comentario: En la figura 12 se muestra una secuencia para aplicar la metodología AMEF y obtener con el NPR aquellos que serán evaluados y detectados para aplicar la mejora, se evaluará los puntajes para identificar a través de Pareto a los que se les aplicará las mejoras tanto en tiempo como en costo,

2.3.7. Análisis de Confiabilidad

Ellmann, Sueiro y Asociados, (2020) sostienen que los análisis de confiabilidad se pueden relacionar a los cuatro aspectos fundamentales de la confiabilidad operacional. Confiabilidad humana, confiabilidad en el proceso, en el diseño y finalmente confiabilidad en el mantenimiento. Buscar que todos ellos tengan un desempeño óptimo tomaría muchos recursos de la empresa, es por ello que, dependiendo del tipo de negocio, debe escogerse solo uno. Es por ello que es necesario organizar por criticidad los aspectos a enfocarse para la mejora operacional, estos se encuentran asociados a la seguridad, ambiente, producción, costos y mantenimiento. Así mismo, ratio de fallas y tiempos de reparación.

Figura 14. Aspectos que afectan la confiabilidad Operacional



Fuente: Ellmann, Sueiro y Asociados, (2020).

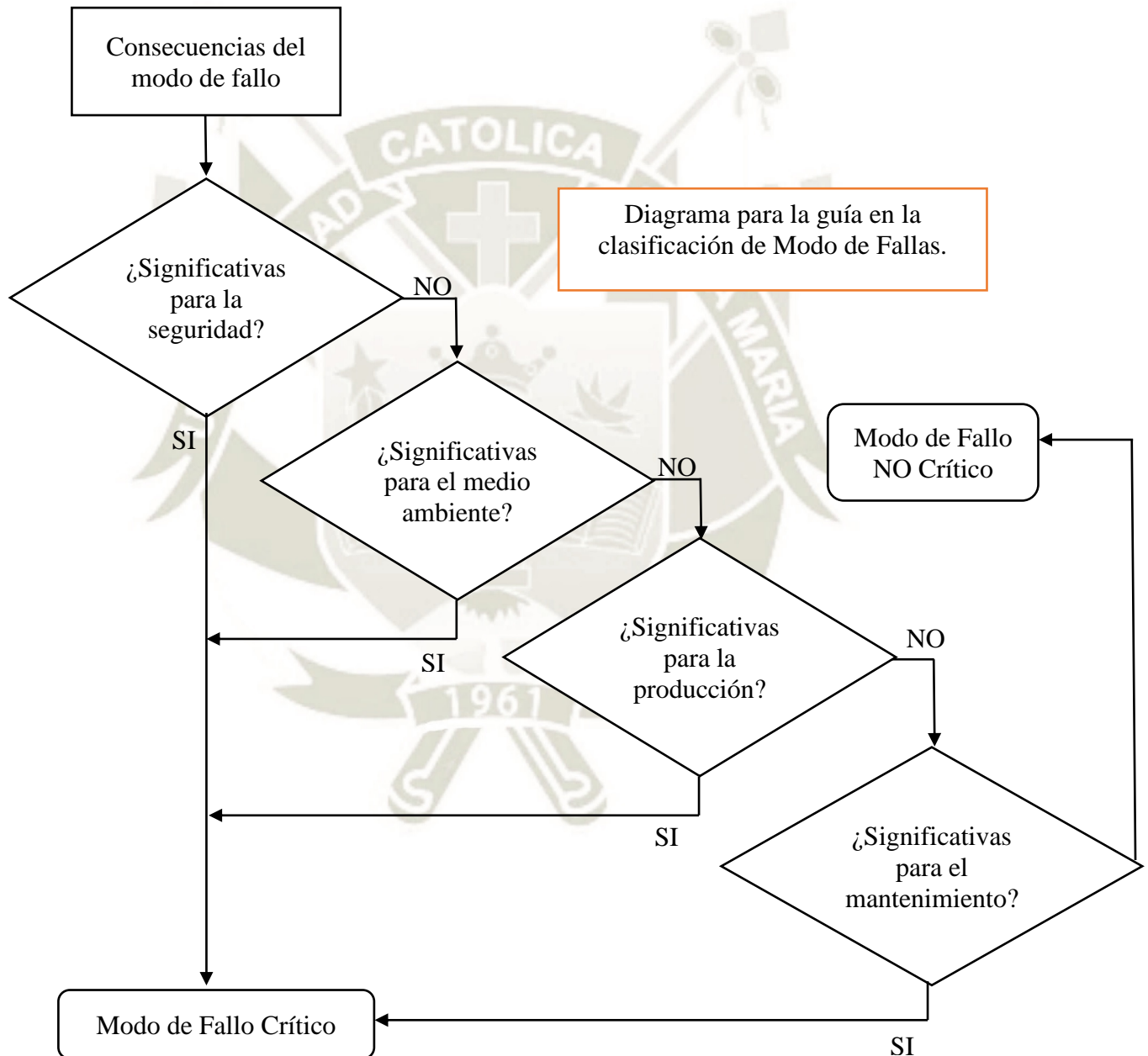
Comentario: La figura 13 se tiene la descripción gráfica de la Confiabilidad Operacional y su dependencia con la confiabilidad de Procesos, confiabilidad de Equipos, confiabilidad Humana y Mantenimiento de Equipos; es por ello por lo que tomaremos el mantenimiento para mejorar la confiabilidad.

2.3.7.1. Análisis de Criticidad de Mantenimiento

Los activos que se presentan como vitales para el funcionamiento de un proceso y modo

de fallos son en consecuencia, significativos para la seguridad, medio ambiente, operación y el mantenimiento son conocidos como críticos (Díaz Concepción, del Castillo Serpa, Cabrera Gómez, & Toledo García, 2016) como tal, debe establecerse eficientes mantenimientos que permitan reducir las causas de los daños. Su adecuada identificación se puede establecer a través de un proceso lógico como se ve a continuación.

Figura 15. Guía para la identificación de modos críticos



Fuente: Díaz Concepción, del Castillo Serpa, Cabrera Gómez, & Toledo García, (2016).

Comentario: En la figura 14 hace referencia los diferentes niveles que se tienen para evaluar la criticidad de las fallas y de esta forma apoyarnos en las alta y medianamente críticas.

Tabla 8. Clasificación de criticidad por equipo

CRITICIDAD	ABREVIATURA	RANGO
Altamente crítico	AC	>25
Medianamente Crítico	MC	<11-25>
Baja Criticidad	BC	<11

Fuente: Ortega Ñahuin, (2017)

Comentario: La tabla 8 refleja los rangos en los que se evaluarán las fallas en criticidad dándonos como resultado si es menor a 11 no tomaremos en cuenta dicha falla, si se tiene un puntaje entre 11 a 25 se tiene una criticidad media lo que significa que hay que considerarlo para evaluación y si es mayor a 25 se tiene una falla altamente crítica lo cual se deberá contemplar para análisis.

Tabla 9. Criterio de Criticidad

ITEM	CRITERIO	EXPLICACIÓN
1	Frecuencia de Falla	Se considera relevante la cantidad (N) veces de falla del equipo, permite evidenciar las reparaciones con más frecuencia
2	Impacto Operacional	Se considera relevante la interrupción de las operaciones a causa de fallas debido a la relevancia de algunos equipos en la operación
3	Costo de Reparación	Se considera importante el costo de reparación, ya que evidencia la estrategia de ahorro de costos para el mantenimiento
4	Impacto Seguridad	Por considerarse labores de alto riesgo es que se considera como importante para su evaluación
5	Impacto Ambiental	Por considerarse como labores de alto impacto ambiental debido a que se explotan recursos naturales del estado

Fuente: Ortega Ñahuin, (2017).

Comentario: En la tabla 9 se explica cada uno de los 5 ámbitos en los que las fallas serán evaluadas, ya que son las que afectan directamente en el transporte del mineral y trabajo en la mina pudiendo generar pérdidas económicas o humanas.

Tabla 10. Rangos de Criterios de Criticidad

Matriz de criticidad	Peso	Valoración del Nivel de Riesgo				
		MUY BAJO = 1	BAJO = 3	MEDIO = 5	ALTO = 7	MUY ALTO = 9
FRECUENCIA DE FALLA	1	>12 meses	de 3 a 12 meses	de 15 días a 3 meses	de 7 a 15 días	<7 días
IMPACTO OPERACIONAL (POR FALLA)	0.3	1 hora o menos	de 1 a 6 horas	de 6 a 12 horas	de 12 horas a 24 horas	> 24 horas
COSTOS DE REPARACIÓN	1	< 1K \$	de 1.1K\$ a 10K\$	de 10.1K\$ a 50K\$	de 50.1K\$ a 100K\$	> 100K\$
IMPACTO EN SEGURIDAD	0.3	No expone a riesgo a nadie	Daños leves, remediados con tratamiento	Daños graves, remediados con tratamiento	Daños muy graves, con secuelas después de tratamiento	Muerte inminente
IMPACTO AMBIENTAL/SOCIAL	0.3	No daña a nadie	Daños medioambientales reversibles	Daños medioambientales dentro del límite normativo	Daños medioambientales irreversibles dentro de zona de mina	Daños medioambientales irreversibles fuera de zona de mina

Fuente: Ortega Ñahuin, (2017).

Comentario: La tabla 10 refleja el peso y valoración por cada ámbito que se mostró en la tabla 9; estos puntajes se tomaron de acuerdo con el impacto que ocasiona en la organización y el entorno en el que está relacionado el mineroducto.

2.3.7.2. Cálculo del Factor de Potencia Disponible (FPD)

Para establecer la capacidad del elemento evaluado, es necesario reconocer los dos posibles estados de la máquina (Díaz Concepción, del Castillo Serpa, Cabrera Gómez, & Toledo García, 2016). Estado de funcionamiento y Estado de Fallo. Por tanto, si se quiere evaluar la disponibilidad de la máquina, se puede calcular de la siguiente forma:

$$\text{Disponibilidad} = \text{FPD (\%)} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{(\text{Tiempo Disponible} + \text{Tiempo Indispuesto})} * 100$$

En el que el Tiempo Disponible se refiere al tiempo de funcionamiento de la máquina o listo para funciona en su plena capacidad y el Tiempo Indispuesto o Indisponible es el tiempo en el que la máquina se encuentra en mantenimiento o reparación. Este último debe reducirse el máximo posible.

2.3.7.3. Instrumento para medición de Criticidad

El instrumento se compone de una encuesta directa realizada al personal de la empresa, en la cual a través de responder diversas preguntas a través de una escala con puntuaciones entre 01 como valor mínimo, y 10 como valor máximo según su percepción en los indicadores de criticidad, los cuales se listan a continuación (Díaz Concepción, del Castillo Serpa, Cabrera Gómez, & Toledo García, 2016).

- Impacto en la producción u operación (IP)
- Costos promedio del mantenimiento (CM)
- Frecuencia de falla (F)
- Nivel de utilización (NU)
- Redundancia (R)
- Impacto en consumo específico de combustible (ICE)
- Detectabilidad (D)
- Impacto en el Factor del Insumo (IFI)
- Impacto en la Salud y Seguridad (ISHE)
- Impacto Ambiental (IA)

Considerando estos criterios, podemos se establece el siguiente modelo matemático para estimar la criticidad:

$$\text{Criticidad} = F \times [0.50 (IP + UN + R) + 0.30 (ICE + IFI) + 0.20 (ISHE + IA + CM)] \times D$$

2.3.7.4.Productividad

García, (2011) define la productividad como “la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron” (p.17).

“Señala que, para lograr una reducción de los costos de operación de la empresa, se debe buscar un aumento de la productividad a través de la utilización más eficiente de la planta existente. Y lo anterior se logra con una mejor aplicación de cada máquina, de cada operario calificado, de las materias primas y de la organización administrativa.”

Fernández, (2010) señala que la productividad es la capacidad de alcanzar objetivos y maximizar la calidad con la menor cantidad de recursos humanos, físicos y financieros. Muchas veces se confunde la productividad con la intensidad del trabajo, pero la esencia de mejorar la productividad no es que se dé el trabajo duro sino el inteligente.

2.3.8. Software de simulación SOLIDWORKS 2020

SOLIDWORKS es un software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora) para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. El software que ofrece un abanico de soluciones para cubrir los aspectos implicados en el proceso de desarrollo del producto. Sus productos ofrecen la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño. El software ofrece diversas soluciones en cuanto a aspectos d diseño. Contiene diversas herramientas que ayudan a la eficacia del producto y desarrollo de productos en aspectos de diseño (Solidworks,2020).

Figura 16. Portada de Manual Solidworks 2020.



Fuente: Applied Flow Technology, (2020).

Comentario: En la figura 15 se muestra el simulador a utilizarse para modelar el funcionamiento de las estaciones de válvulas del Mineroducto, ya que este simulador permite establecer el tipo de flujo que se tiene en la pulpa, el cual es No Newtoniano (fluido cuya viscosidad varía con la temperatura y la tensión cortante que se le aplica), también podremos evaluar la temperatura, presión y velocidad con la que viaja el fluido.

2.3.9. Software Autodesk Inventor

Autodesk Inventor es el programa para diseño mecánico avanzado en 3D, con modelado paramétrico, directo y libre, tiene una capacidad base para realizar diseño de piezas, sus dibujos y ensambles de partes. En una versión profesional, Inventor ofrece simulación por elementos finitos, sistemas de movimientos, chapa metálica, ruteo de cables, plástico, moldes y administración de datos.

Con un programa como Autodesk Inventor, los diseñadores, ingenieros y emprendedores pueden conceptualizar ideas, crear modelos 3D y documentarlos para la vida real, también es posible someter el diseño a una validación virtual variando sus parámetros, analizando su resistencia, desde la optimización su forma hasta la preparación de moldes (Sergio Álvarez editor de 3DCadPortal,2015).

Figura 17. Logo de programa Inventor de Autodesk



Fuente: Autodesk, (2020).

Comentario: En la figura 16 se muestra el logo del software a utilizar, este software ayudará a dimensionar las estaciones de válvulas e identificar los spools más críticos para poder simularlos.

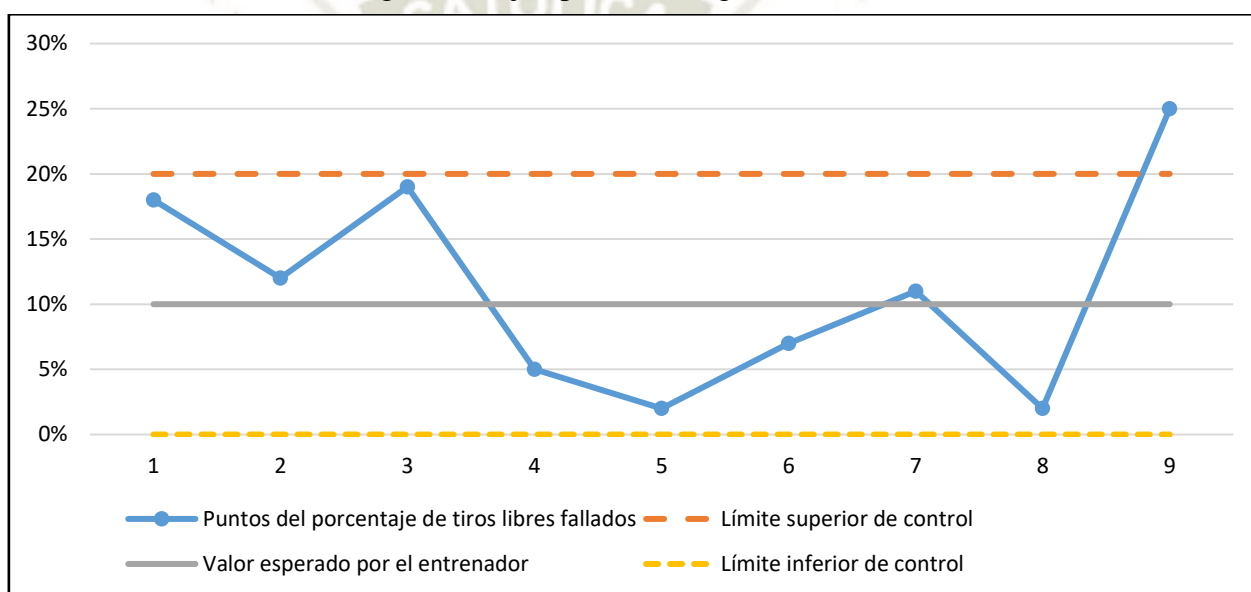
2.3.9.1.Histogramas

Los histogramas son una representación gráfica de datos numéricos que fueron

registrados en la identificación de un proceso, un histograma puede dar a conocer el número de defectos por cada muestra, además que también puede reunir la causa del número de defectos que se registran en un ciclo de proceso, el progreso del número de veces que se dio el proceso y adicionar los defectos del proceso y producto.

Los histogramas pueden demostrar el número de defectos por origen o por componente, es una manera útil y fácil de resumir y analizar los datos, pueden analizarse los datos que cuentan con difícil manera de entenderlos a simple vista, puede analizarse las frecuencias de un conjunto de valores, además de analizar variables susceptibles de ser medidas y representadas por un valor numérico determinado (PMI, 2017).

Figura 18. Ejemplo de Histograma



Fuente: Heizer & Render, (2012).

Comentario: En la figura 17 se muestra un ejemplo de Histograma, para visualizar como se mostrarán las fallas por cada componente a tomarse en cuenta, eso nos ayudará a resumir y reflejar de manera visual los resultados.

2.3.9.2. Diagramas de Dispersión

Un diagrama de dispersión es un gráfico que dará a conocer la vinculación entre las dos variables. Los diagramas de dispersión pueden graficar y demostrar una relación entre cualquier los elementos de un proceso, entorno o actividad en un eje “x” y un defecto de calidad en el eje “y”.

Los valores de las dos variables forman pares ordenadas, para representar diversos valores dentro del sistema de coordenadas rectangulares. Dichas dispersiones de los pares

ordenados deben de surgir una línea recta para poder evaluar los resultados obtenidos.

Los diagramas dispersos pueden mostrar los distintos tipos de correlación como son:

- Correlación lineal positiva
- Correlación lineal negativa
- Correlación curvilínea
- Correlación nula (cuando no se tiene ninguna relación).



CAPITULO III

3. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

3.1. Aspectos metodológicos de la Investigación

A lo largo del tiempo, la búsqueda del conocimiento divergirá en varias corrientes: materialismo dialéctico, positivismo, estructuralismo, la fenomenología, entre otros. Sin embargo, desde el siglo anterior al que vivimos en la actualidad se han marcado dos aproximaciones polarizadas de la investigación: La investigación cuantitativa y la cualitativa. La diferencia entre uno y otro, es que el enfoque cualitativo busca principalmente la expansión de los datos e información, mientras que el enfoque cuantitativo busca acotar o limitar la información, es decir, medir con precisión las variables del estudio. La investigación cualitativa se basa en estudios previos, la investigación cuantitativa se basa en sí mismo. En cuantitativo se basa en una formulación lógica o esquema lógico, así como establecer con exactitud los patrones y comportamiento de una población. Mientras que el cualitativo, busca la conformación de creencias propias sobre el fundamento estudiado, como lo sería en un grupo particular de personas. En pocas palabras la investigación cualitativa admite la subjetividad, mientras la cuantitativa, busca ser objetivo (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Según lo anteriormente expuesto, se puede afirmar que la presente investigación es de corriente cuantitativa, debido a que busca ser objetiva con la aplicación del método AMEF, así mismo busca la medición numérica de las variables definidas.

3.1.1. Diseño de Investigación

Diseño No Experimental - Transeccional (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014) debido a que no identifica poblaciones diferentes para la comprobación de resultados, así mismo se realiza en un tiempo específico del tiempo, en el presente caso, en el 2019. Si bien es un trabajo propiamente dicho, No Experimental, se buscará la simulación del entorno a través del programa Solidwroks 2020 y además del software Autodesk Inventor para aportar al desarrollo del trabajo una estimación más laboriosa en búsqueda de la objetividad del resultado.

3.1.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es Correlacional – Causal (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014), debido a que se busca explicar la relación entre la aplicación de la mejora en el proceso de mantenimiento y su mejora en el desempeño del sistema de mineroducto, como también el costo de la operación.

3.1.3. Métodos de Investigación

Siendo la presente una investigación de corriente Cuantitativa, por tanto, se seguirá las etapas y fases de la investigación Cuantitativa como se muestra a continuación (Monje Álvarez, 2011).

- Etapa conceptual: Se formula y delimita el problema, revisión de literatura relacionada, elaboración de un marco teórico y formulación de una hipótesis.
- Etapa planeación y diseño: Se selecciona un diseño de investigación, se identifican la población a estudiar, se selecciona los instrumentos, se diseña un plan muestral, se elabora un plan de investigación, se realiza un estudio previo y revisiones.
- Etapa empírica: Se recolectan los datos y se preparan los datos para el análisis
- Etapa analítica: Se analizan los datos y se da interpretación a los resultados
- Etapa difusiva: Se redactan y dan a conocer las observaciones realizadas como también las posibles aplicaciones de las observaciones, es decir las conclusiones y recomendaciones del trabajo elaborado.

3.1.4. Técnicas de investigación

Se utilizaron las siguientes herramientas:

- Fuentes primarias: Entrevistas de personal colaborador en el área de mantenimiento de la empresa, así como la supervisión de la misma. Datos de la misma empresa en cuanto a desempeño del mineroducto, costos y dimensiones del ducto, como información de los mantenimientos realizados.
- Fuentes secundarias: Información de libros, artículos de investigación, tesis y reportes relacionados con el uso del AMEF en las actividades mineras, así como información propia de la explotación minera, como los

reportes de sostenibilidad.

Para el tratamiento de la información, se utilizaron softwares de procesamiento de información como es el uso de Hojas de Cálculo (Excel), Diagramación en Autocad de los planos y análisis del dictu en Solidworks.

3.1.5. Instrumentos de investigación

Los instrumentos por utilizar para el presente trabajo fueron los siguiente:

- Consulta a fuentes secundarias: Las fuentes secundarias como noticias publicadas, libros relacionados, artículos de investigación. Todos ellos suplen la necesidad de entendimiento previo para dar inicio al trabajo de investigación.
- La observación: consistirá en observar detenidamente y con la experiencia del observador, del proceso analizado, las condiciones del objeto en estudio, se debe tomar en cuenta las condiciones de la observación sean representativas para analizar un comportamiento relevante para el estudio. Se utilizan los sentidos del observante en busca de información para entender y describir una situación.
- La entrevista: consiste en establecer diálogo con las personas involucradas en el proceso para obtener el entendimiento de una fuente primaria y obtener datos relevantes para el estudio. Las personas expresan su pensamiento y sentir acerca de la situación analizada, por tanto, son fuente de información relevante que permite un entendimiento adecuado del proceso.
- Recopilación de información escrita: la recopilación de información, puede ser consecuencia de la comunicación establecida con las personas involucradas con el proceso, esta información permite un entendimiento objetivo, tomando como supuesto base, que la información proporcionada por el personal de la empresa, es confiable por ser ellos parte del problema identificado y al cual se desea dar solución a través del estudio propuesto.

3.1.6. Plan Muestral

El presente trabajo de investigación lleva a cabo la aplicación de una muestra de todos los canales o conductos de flujo de mineral disponibles en la minera.

3.1.6.1 Población Objetivo

La población objetivo se identificó a través de la aplicación de Pareto para determinar los conductos con mayor incidencia en requerir mantenimiento, así mismo se realizó un análisis de los servicios de mantenimiento prestados en cada uno de ellos.

3.1.6.2 Procedimientos de muestreo

En la presente tesis se presenta el muestreo no probabilístico ya que se realizará selecciones a través de un método deductivo por las frecuencias presentadas en cada zona o conducto del minero ducto.

3.2. Aspectos metodológicos para la propuesta de mejora

3.2.1. Métodos de ingeniería a aplicarse

Desde la perspectiva de la ingeniería industrial se aplicaron herramientas tales como AMEF, Análisis Causa – Efecto, Levantamiento de Procesos, para analizar la situación actual de la empresa, así como herramientas de mejora continua como el Análisis de los datos y Control de Procesos.

3.2.2. Técnicas de ingeniería a aplicarse

Para el desarrollo del presente proyecto, las técnicas a utilizarse son los análisis de indicadores de disponibilidad y el cálculo de tiempos para el mantenimiento.

3.2.3. Herramientas de Análisis, planificación, desarrollo y evaluación

Para la elaboración de presente tesis se utilizan herramientas de diagnóstico de procesos como son los procesos misionales del área y además de las herramientas específicas como Ishikawa, para el desarrollo se aplica la metodología AMEF y para evaluar se tomará lostiempos de los componentes.

CAPITULO IV

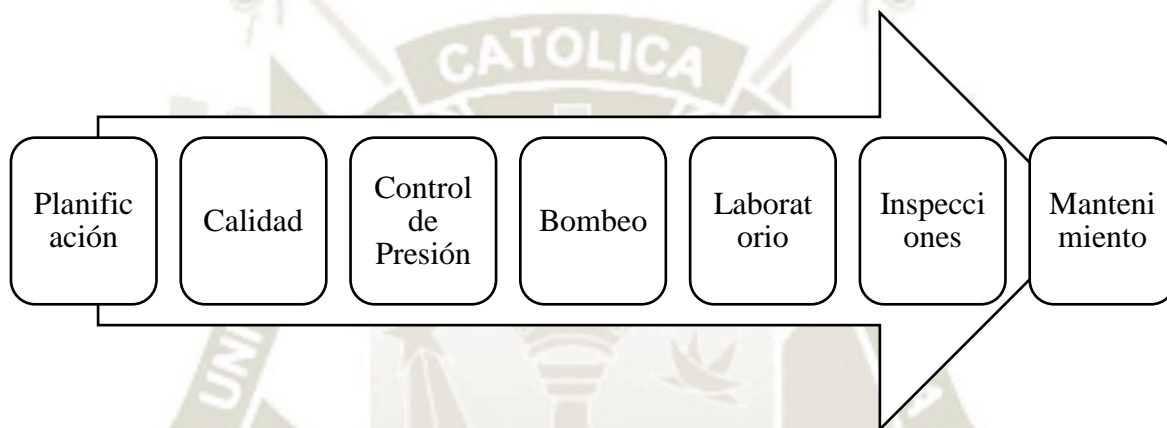
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Evaluación de los procesos involucrados

4.1.1. Definir los procesos involucrados

Dentro de los procesos que se tienen en el Mineroducto los que estarán involucrados en la investigación son los siguientes:

Figura 19. Secuencia de Procesos de Mineroducto



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la figura 18 se presenta la secuencia de procesos involucrados en Mineroducto; cabe aclarar que los procesos no se realizan de manera lineal, sino que uno soporta al otro como se muestra en la secuencia. La operatividad del mineroducto es el objetivo final, por tanto, este debe ser soportado por todos los procesos ya mencionados.

4.1.1.1. Proceso de Planificación

El ingeniero planificador del área se encarga de velar por este proceso, gestionando los recursos necesarios para las paradas de planta como los repuestos, personal externo, equipos de apoyo (grúas, cisternas, etc). Por otro lado, también este proceso vela por los programas de mantenimiento a realizarse semanal, trimestral o semestralmente en el Mineroducto.

4.1.1.2. Proceso de Calidad

El Ingeniero de Integridad y el Ingeniero de Confiabilidad en conjunto velan por la calidad en la fabricación de las partes del Mineroducto como spools, bridas; para poder verificar el buen manejo de los insumos en la fabricación se realizan ensayos no

destructivos con apoyo del socio estratégico INSPECTORATE; a cada spool fabricado se le solicita su dossier de calidad para poder tener registro de todo lo que se le evaluó.

4.1.1.3. Proceso de Control de presión

Se realiza en la sala de control de Mineroducto en el cual se debe de tener control sobre las presiones y velocidad que se tienen en todo el trayecto del Mineroducto, es decir en cada estación que forma parte de los 304 km; cada tramo del Mineroducto tiene una característica especial por su geografía si la velocidad a la que se transporta el mineral es muy bajo podría ocasionar una sedimentación del concentrado que a la larga produciría estancamiento y si la velocidad es mayor podría ocasionar una rotura de la tubería perjudicando a la empresa y a la sociedad.

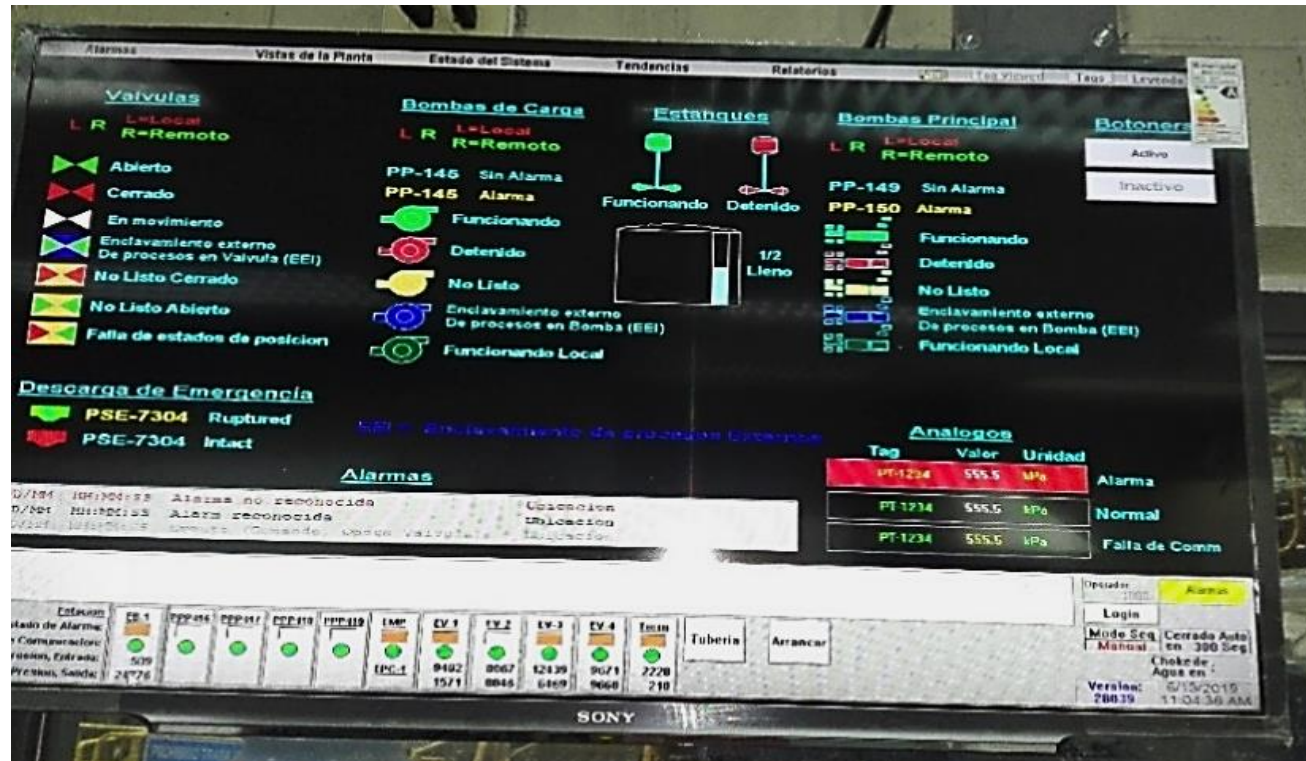
Foto 4. Sala de Control (monitoreo de presión)



Fuente: Empresa minera, (2019).

Comentario: En la foto 4 se puede observar el sistema SCADA el cual grafica todo el recorrido del mineroducto, esto permite el control de la presión de las bombas, válvulas, etc. a lo largo del mineroducto; desde la sala de control también se observan y controlan si existe alguna fuga detectada en el mineroducto.

Foto 5. Leyenda de Equipos



Fuente: Empresa minera, (2019).

Comentario: En la foto 5 se puede observar una leyenda de lo que significa cada uno de los equipos en la sala de control, para entender su funcionalidad y el estado en el que se encuentra; el color rojo determina que la válvula está cerrada, verde que se encuentra abierta, azul que se encuentra en mantenimiento. También se puede apreciar si se encuentra en modo manual o remoto, e incluso se puede cambiar el modo de uso.

4.1.1.4. Proceso de Bombeo

Conformado por las 4 bombas Wirth que se tienen en la estación principal de bombeo en el complejo minero Yanacancha, gracias a las 4 bombas el Mineroducto puede impulsar al concentrado para que llegue al Puerto Punta Lobitos.

Foto 6. Bomba PPP-416



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la foto 6 se puede apreciar una de las cuatro bombas que se tiene en la estación de bombas PS1, el modelo de bomba es TPK 2200 de desplazamiento positivo, fabricada por Mh Wirth, cuenta con 3 pistones y 6 válvulas con asientos.

4.1.1.5. Proceso de Laboratorio

Se realizan pruebas al concentrado antes de ser bombeado como: pruebas de viscosidad y porcentaje de sólidos, ya que se debe de cumplir con los parámetros establecidos y evitar cualquier tipo de problema en la tubería, ya sea desgaste, corrosión, etc.

4.1.1.6. Proceso de Inspecciones

Realizadas por INSPECTORATE, quien realiza ensayos no destructivos (UT, VT, IR) a las partes del Mineroducto, con el fin de estimar el tiempo de vida del spool y evitar posibles desastres en caso exista un desgaste. Los spools dependiendo del grado de daño que tengan se segmentan de la siguiente forma:

- **Observado 1:** El daño no es tan grave y puede durar, pero se debe realizar inspecciones periódicamente.
- **Observado 2:** El daño es grave y debe de reemplazarse, el tiempo que puede seguir en operación es máximo de un par de meses.



Figura 20. Ejemplo de reporte de Inspecciones

INFORME DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO, DUREZA Y CONTROL DIMENSIONAL			
Ubicación:	ESTACIÓN VS-2	Área	373
Semana N°:	05	Fecha de Emisión	01.02.2020
Responsable:	Insp. Edwin Cuya Espinoza	N° Reporte	UT-VS2-001-PP

PROYECTO: MONITOREO DE CONDICIÓN - MINERODUCTO					
REGISTRO DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO, DUREZA Y CONTROL DIMENSIONAL					
CÓDIGO: P-ASP-UT-HT-CD-5		FECHA: 01.01.2017	REVISIÓN: 3		
N° INFORME:	UT-VS2-01-PP	C.T.	MO118158		
FECHA DE INFORME:	02/02/2020				
1. DATOS TÉCNICOS		2. IMAGEN DE INSPECCIÓN			
CLIENTE:	Cia. Minera Antamina				
CÓDIGO DE ELEMENTO:	207851-008120-003-007	ESTACIÓN:	ESTACIÓN VS-2		
FECHA DE INSPECCIÓN:	01/02/2020	POSICIÓN:	373-P-001-1-54		
MATERIAL BASE:	ACERO	REQUERIMIENTO INTERNO / PROVEEDOR:	FAST PACK		
Ø NOMINAL (seg.):	8	ESTADO:	OPERACIÓN		
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	MANUAL DE AISLADO	PROCEDIMIENTO:	P-ANT-UT-3-001		
CÓDIGO DE PLANO:	207851	DESCRIPCIÓN:	Codo de 90° (1500 x 1500)		
FECHA DE INGRESO:	22/10/2013	ÚLTIMA INSPECCIÓN:	01/02/2020		
		TIEMPO DE OPERACIÓN:	6.25 años		
3. DATOS DE LA INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO					
EQUIPO UTILIZADO - MARCA / SERIAL NO.:	OLYMPUS / 130208107	EQUIPO UTILIZADO - MODELO:	EPDCH 1000		
TRANSDUCTOR:	0.5"	FREC. TRANSD.:	3 MHz		
ÁNGULO TRANSDUCTOR:	Zapata 0°	TÉCNICA DE INS. USADA:	PULSO ECO		
GANAN:	71 dB	RANGO:	50.00 mm		
RESOL.:	0.00 us	ZERO:	3.796 us		
TIPO DE SCAN:	A	VEL.:	3654 m/s		
TIPO DE ACOPLANTE:	Excusum 20	ASTART.:	6.00 mm		
		FREC.:	3 MHz		
		WDEPTH.:	27.00 mm		
3.1. INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO (MEDICIÓN DE ESPESORES)					
POLIURETANO :		VEL.:	3654 m/s		
		ZERO:	3.796 us		
		ELEVACIÓN (mm)			
POSICIÓN		3	6	9	12
A		17.82	16.85	17.88	17.40
B		17.65	14.91	15.98	16.99
C		17.60	15.15	17.51	17.25
D		17.40	17.36	16.89	16.60
E		17.40	14.47	15.90	16.70
F		17.80	17.61	17.46	17.02
ACERO :		VEL.:	5721 m/s		
		ZERO:	3.819 us		
		ELEVACIÓN (mm)			
POSICIÓN		3	6	9	12
P		12.90	13.05	13.20	13.30
Q		12.25	14.30	12.35	12.45
R		12.40	14.20	13.00	14.15
S		14.00	12.30	12.45	12.90
T		---	---	---	---
U		---	---	---	---
V		---	---	---	---
4. MEDICIÓN DE DUREZA (PU)		5. MEDICIÓN DE DIÁMETRO INTERIOR (PU)			
POSICIÓN (BRIDA)		ELEVACIÓN (mm)			
		3	6	9	12
IN		80	80	8.1	80
OUT		80	80	8.2	80
EQUIPO:	HMATEE	SERIE:	25010703		
		ELEVACIÓN (mm)			
POSICIÓN (BRIDA)		112.50	13.50		
IN		166.80	166.60		
OUT		167.20	167.15		
EQUIPO:	Metrometro de interiores (D 500)	SERIE:	-----		
6. RESULTADOS DE INSPECCIÓN					
EVIDENCIA:	Los espesores medidos en los puntos inspeccionados se encuentran dentro del margen de tolerancia.				
ADICIONES:	Continuar con el Monitoreo				
CONCLUSIONES:	ACEPTADO				3
EXAMINADO	REVISADO	RECEPCIONADO			

Fuente: Inspectorate, (2019).

Comentario: En la figura 19 se muestra un informe de inspección por ultrasonido, dureza y control dimensional de un spool recto múltiple de 5 metros de largo instalado en la estación VS2, el cual luego de haber realizado la inspección y verificar los parámetros tiene como conclusión que esta aceptado al encontrarse dentro de los parámetros.

4.1.1.7. Proceso de Mantenimiento

Realizado por operadores del área y también por externos, se encargan tanto del mantenimiento preventivo y correctivo dentro de todo el tramo del Mineroducto. Como se menciona en el organigrama existe personal encargado del contrato de servicios tercerizados de mantenimiento y reparación.

Tabla 11. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP)

Diagrama de Análisis de Procesos (DAP)- Operarios								
Diagrama N°: 01		Nro de Hojas: 01		Resumen				
Objetivo: Identificar el proceso de mantenimiento		Actividad		Actual				
Actividad: Mantenimiento preventivo/correctivo de equipos		Método: actual		Operación	7			
				Transporte	1			
				Espera	0			
				Inspección	1			
				Almacenamiento	1			
				Distancia	12 metros			
Lugar: Mina al norte del Perú		Tiempo:		151 min				
Operarios: 03 Mecánicos, 02 mecánicos terceros, 02 operarios		Costos:		Mano de Obra	S/.		200.0	
				Materiales	Equipo nuevo	10 000.0*		
					Herramientas	500.0		
						*Depende del equipo		
DESCRIPCIÓN	D	T (min)	○	⇒	◐	◑	▽	OBSERVACIONES
Aviso de Parada de Equipo		5	●					
Parada de Equipo		8	●					
Drenaje y Limpieza de Equipo		15	●					
Desenergización y Bloqueo de Equipo		8	●					
Análisis de Falla		5				●		
Equipo Almacenado		10					●	
Transporte de repuesto	12	20		●				
Limpieza de equipo		10	●					
Reparación de Equipo		40	●					El tiempo dependerá del equipo a reparar
Desbloqueo y Puesta en marcha		20	●					

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.2. Analizar los resultados del proceso involucrado

Para el entendimiento de la mejora, el análisis del proceso se centra en los resultados obtenidos del Proceso de Bombeo, en cuanto a rendimiento y paradas existentes.

4.1.2.1. Resultados de Paradas en el Proceso de Bombeo

En el proceso de Bombeo se identificaron las siguientes paradas en el año 2018 como para el año 2019.

4.1.2.1.1. Resultados Año 2018

Se presenta la siguiente tabla donde se cuantifica la cantidad de paradas por bomba, obteniendo un total de 741 paradas en el año 2018.

Tabla 12. Cantidad de parada por bomba 2018

Bomba	Cantidad de paradas
418	187
417	173
419	173
416	171
Pro	37
TOTAL	741

Fuente: Elaboración Propia.

Comentarios: En la tabla 12 se muestra el resumen de la cantidad de paradas que han tenido las 4 bombas y el proceso en el año 2018; las paradas se encuentran ordenadas de mayor a menor para tener un referente de la bomba que tiene mayor cantidad de fallas.

Foto 7. Bombas Wirth



Fuente: Ausenco, (2009).

Comentario: La foto 7 muestra la estación de bombas PS1, la cual cuenta con 4 bombas modelo TPK 2200 marca Wirth; las 4 bombas cumplen la función de bombeo de la pulpa a una presión de 24000 KP, la dimensión de las bombas es de 7 1/2 x 14m.

Desglosaremos los motivos de las diversas paradas ocurridas, con el fin de identificar cuales fueron por fallas en las bombas y poder realizar la evaluación.

Tabla 13. Motivos de parada 2018

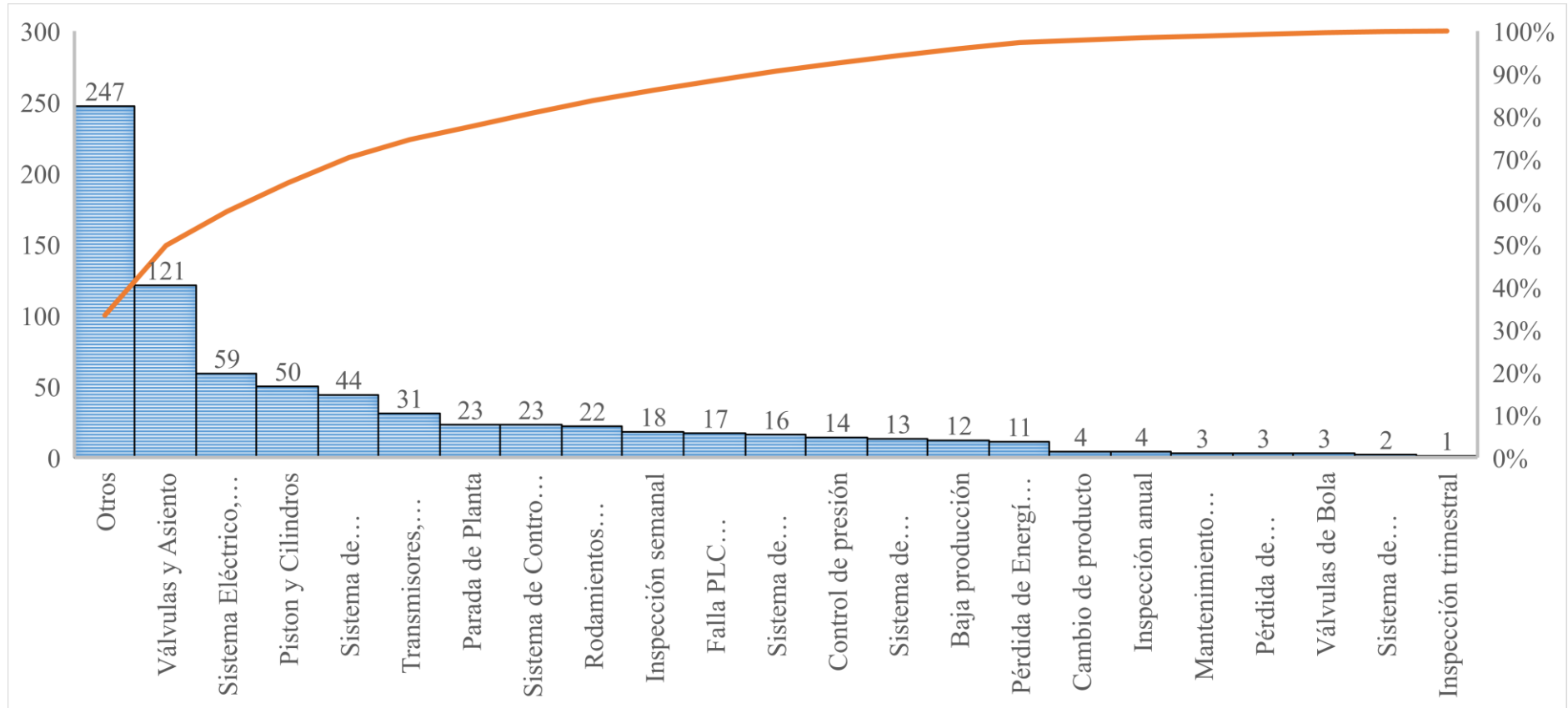
Motivo	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Clasificación
Otros	247	33%	33%	A
Válvulas y Asiento	121	16%	50%	A
Sistema Eléctrico, Motor, VFDs	59	8%	58%	A
Piston y Cilindros	50	7%	64%	A
Sistema de Refrigeración	44	6%	70%	A
Transmisores, sensores, actuadores	31	4%	74%	A
Parada de Planta	23	3%	78%	A
Sistema de Control, PLC, HMI	23	3%	81%	B
Rodamientos Bancada,	22	3%	84%	B

Cruceta, Cigüeñal				
Inspección semanal	18	2%	86%	B
Falla PLC Estaciones	17	2%	88%	B
Sistema de Enfriamiento	16	2%	91%	B
Control de presión	14	2%	92%	B
Sistema de Lubricación	13	2%	94%	B
Baja producción	12	2%	96%	C
Pérdida de Energía en Estaciones	11	1%	97%	C
Cambio de producto	4	1%	98%	C
Inspección anual	4	1%	98%	C
Mantenimiento preventivo	3	0.4%	99%	C
Pérdida de Comunicaciones	3	0.4%	99%	C
Válvulas de Bola	3	0.4%	100%	C
Sistema de comunicaciones	2	0.3%	100%	C
Inspección trimestral	1	0.1%	100%	C
TOTAL	741	100%		

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: La tabla 13 refleja las paradas no programadas en las bombas que se dieron en el año 2018, se aplicó Pareto para poder identificar cuales se encuentran con el mayor porcentaje de ocurrencia y evaluarlas.

Figura 21. Histograma de Motivos de Parada 2018



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: La figura 20 nos muestra de manera gráfica lo obtenido en la tabla 12, mostrándonos la cantidad por cada motivo de parada encontrado; se van a tomar en cuenta todos los que están dentro del 80% (Otros, Válvulas y Asientos, Sistema Eléctrico, Pistones y cilindros).

En los datos anteriores se observó que el motivo “Otros” era el que tenía mayor cantidad de paradas, es por ello que se filtró la data con aquellas paradas que hayan sido mayor o igual a 1 hora de duración; y también se filtró aquellas paradas programadas; obteniendo como resultado 77 paradas.

Tabla 14. Detalle de otras paradas 2018

Detalle de otros motivos	416	417	418	419	Pro	TOT	Duración (hrs)
Baja presión de succión bombas Wirth	1					1	3.74
Cableado de los motores auxiliares			1			1	7.35
Cambio de 1 perno de culata de succión 2				1		1	4.39
Cambio de actuador y calibración de válvula de succión HV-8673.		1				1	5.21
Cambio de asientos y válvulas Vulco a las antiguas	1					1	3.48
Cambio de cableado válvulas e instrumentos. Se habilita el sensor TE-8710A		1				1	10.28
Cambio de culata de succión			1			1	30.96
Cambio de pistón 3, slidway 3, creceta 3 y refrigerante			1			1	9.93
Cambio de PIT Succión y descarga.			1			1	1.23
Cambio de refrigerante, inspección semanal de transmisión	1					1	2.32
Cambio de Slideway C, Cambio de 3 pines de cruceta, aceite de carter, retenes y refrigerante.		1				1	35.2
Cambio de slideways. Mannto. Correctivo programado programado.		1				1	73.03
Cambio de spool de descarga.			1			1	3.54
Cambio de T de descarga.			1			1	7.39
Cambio de tubería y cables de motores auxiliares		1				1	9.45

Cambio del sensor de flujo de aceite del Carter, revisión del sensor de nivel del refrigerante y recableado de instrumentos	1					1	8.25
Culmina la prueba en vacío y arranca en remoto.	1					1	6.6
Falla de válvulas, se cambian las 6 válvulas y 6 asientos		1				1	9.61
Falla del proceso aguas abajo del Mineroducto	1	1		1		3	20.88
Fuga de pulpa por culata succión #1		1				1	2.88
Golpeo en bomba por el lado de válvulas de descarga #1.		1				1	3.21
Inspección anual de la bomba				1		1	176.47
Inspección de pads, inspección semanal de transmisión				1		1	5.6
Inspección de transmisión			1			1	8.37
Inspección del sistema de transmisión y cambio de refrigerante.		1				1	3.26
Inspección del sistema de transmisión, asientos, válvulas y cambio de refrigerante.			1			1	3.66
Inspección interna	1					1	1.05
Inspección mecánica y predictivo. Se cambió pin y cruceta 01 y 03 slideways.				1		1	73.81
Inspección sistema de transmisión y cambio de refrigerante	1					1	2.02
Para que no vuelva a pararse por sobrecalentamiento se espera a que estén listas las otras bombas, para arrancar el Mineroducto.		1				1	4.76
Paró por alta presión en la descarga		1				1	2.16
Paró por obstrucción de piedra de 1 pulg por 0.5 pulg. En válvulas.		1				1	2.06

Preparativos para inspección por alto contenido de viruta de aceite.		1				1	15.36
Presurización completa de la tubería	1					1	13.76
Presurización completa del Mineroducto			1	1		2	30.97
Presurización del Mineroducto hasta TS1		1	1			2	16.04
Presurización del Mineroducto hasta VS1	1					1	7.36
Presurización del Mineroducto hasta VS1			2	1		3	27.64
Presurización del Mineroducto hasta VS1		1				1	7.36
Presurización del Mineroducto hasta VS4	1	1		2		4	47.59
Recableado de instrumentos				1		1	5.17
Recableado de la parte instrumental			2			2	19.16
Retiro de perno roto en culata de succión 2				1		1	7.1
Se cambió filtros de aceite del carter.				1		1	2.16
Se culmina de presurizar de PMS2 hasta VS1	1	1	1		2	5	19.9
Se opta por parar la bomba, por caída de las otras bombas y parar el Mineroducto.	1					1	4.52
Se paró el mineroducto a solicitud de Puerto por problemas de nivel alto en la poza de efluentes.					1	1	6.97
Se paró por golpear válvula #1 de descarga			1			1	1.79
Se presuriza de PMS2 hasta VS1	1	1	1		1	4	5.37
Se presuriza de PS1 hasta PMS2, luego se detienen las bombas.	1	1	1	1		4	46.38
Se presuriza todo el mineroducto desde PS1 a TS1	1	1	1	1		4	46.8
Se prueba en local y se detiene la bomba para operarla en remoto.		1				1	6.83

Sistema de Transmisión.		1				1	2.03
Transferencia de carga de barra A.		1				1	2.23
TOTAL	16	24	19	14	4	77	884.64

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 14 se muestra el desglose del motivo OTROS ya que es el mayor motivo de las fallas, después de haber realizado un filtrado de información que no aporta, que es lo que compone dicho motivo para considerarlos y evaluar el tiempo en que se encuentran paradas las bombas.

Luego de haber filtrado los motivos de paradas para identificar las fallas en las bombas y tomando en cuenta las paradas con un porcentaje significativo de hasta 3% y la clasificación de Pareto, se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 15. Motivos de parada por bomba 2018

Motivos	416	417	418	419	Pro	Total
Otros	17	25	20	15	6	83
Parada de Planta	3	4	3	3	10	23
Piston y Cilindros	5	18	15	12		50
Sistema de Refrigeración	11	11	11	11		44
Sistema Eléctrico, Motor, VFDs	14	16	12	13	4	59
Transmisores, sensores, actuadores	8	6	10	7		31
Válvulas y Asiento	30	26	31	34		121
TOTAL	88	106	102	95	20	411

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: La tabla 15 muestra la cantidad de paradas por motivos por cada una de las bombas obteniendo que 2 de las 4 bombas tienen una cantidad mayor de paradas, lo que afecta al proceso de bombeo, lo que se buscará es desglosar el motivo para encontrar las fallas repetitivas que ocasionan dichos problemas.

4.1.2.2. Resultados Año 2019

Se presenta el siguiente cuadro donde se cuantifica la cantidad de paradas por bomba, obteniendo un total de 568 paradas en el año 2019.

Tabla 16. Cantidad de parada por bomba 2019

Bomba	Cantidad de paradas
418	143
416	135
419	134
417	133
Pro	23
TOTAL	568

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 16 se muestra la cantidad de paradas por bomba que se ha tenido en el año 2019; esto nos permitirá realizar un comparativo con los resultados del año 2018 y evaluar cuales son repetitivas.

Desglosaremos los motivos de las diversas paradas ocurridas, con el fin de identificar cuales fueron por fallas en las bombas y poder realizar la evaluación.

Tabla 17. Motivos de parada 2019

Motivo	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Clasificación
Válvulas y Asiento	106	19%	19%	A
Inspección semanal	85	15%	34%	A
Otros	85	15%	49%	A
Piston y Cilindros	83	15%	63%	A
Parada de Planta	56	10%	73%	A
Sistema Eléctrico, Motor, VFDs	21	4%	77%	A
Transmisores, sensores, actuadores	19	3%	80%	A
Falla PLC Estaciones	17	3%	83%	B
Sistema de Refrigeración	17	3%	86%	B
Apertura/Cierre de válvulas	11	2%	88%	B
Baja producción	9	2%	90%	B
Sistema de Enfriamiento	9	2%	91%	B
Inspección semestral	8	1%	93%	B
Control de presión	7	1%	94%	B
Pérdida de Energía en Estaciones	7	1%	95%	B
Sistema de Lubricación	6	1%	96%	C
Inspección anual	5	1%	97%	C

Rodamientos Bancada, Cruceta, Cigüeñal	4	1%	98%	C
Sistema de Control, PLC, HMI	4	1%	98%	C
Cambio de producto	3	1%	99%	C
Válvulas de Bola	2	0.4%	99%	C
Ahorro de Energía	1	0.2%	99%	C
Mantenimiento preventivo	1	0.2%	100%	C
Sistema de comunicaciones	1	0.2%	100%	C
Spools de Succión y descarga	1	0.2%	100%	C
TOTAL	568	100%		

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: La tabla 17 refleja los motivos de parada no programados en el año 2019; se visualiza la clasificación de Pareto para poder priorizar aquellos que se encuentran dentro del 80% de motivos y así tener consideración en ellos al momento de evaluar.

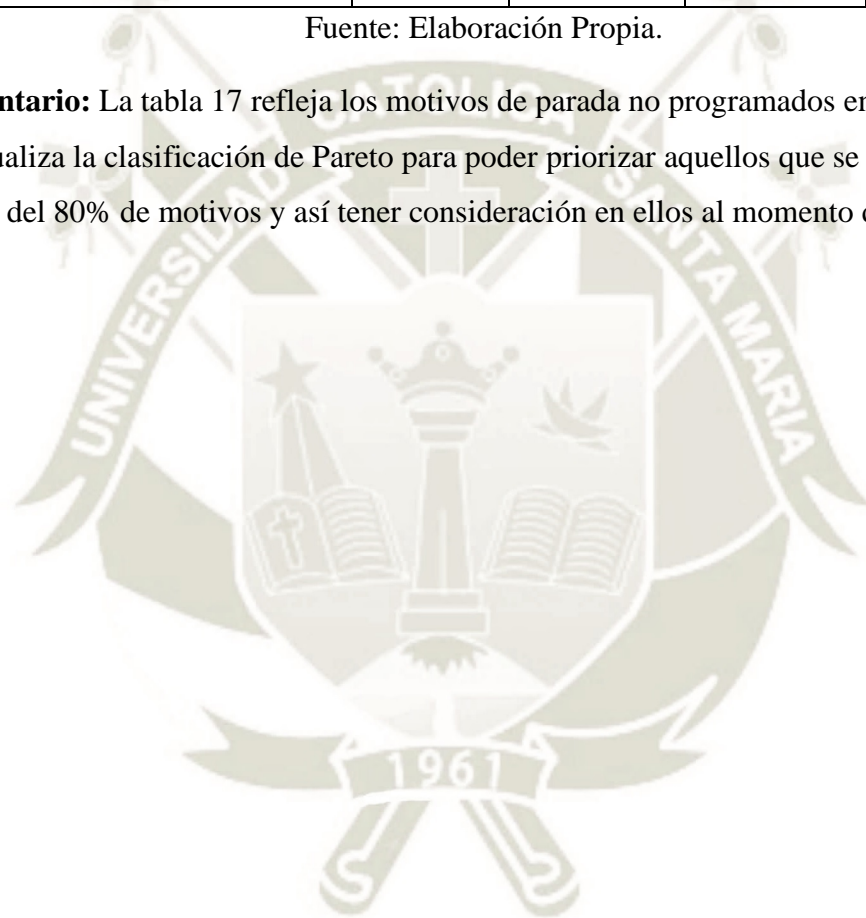
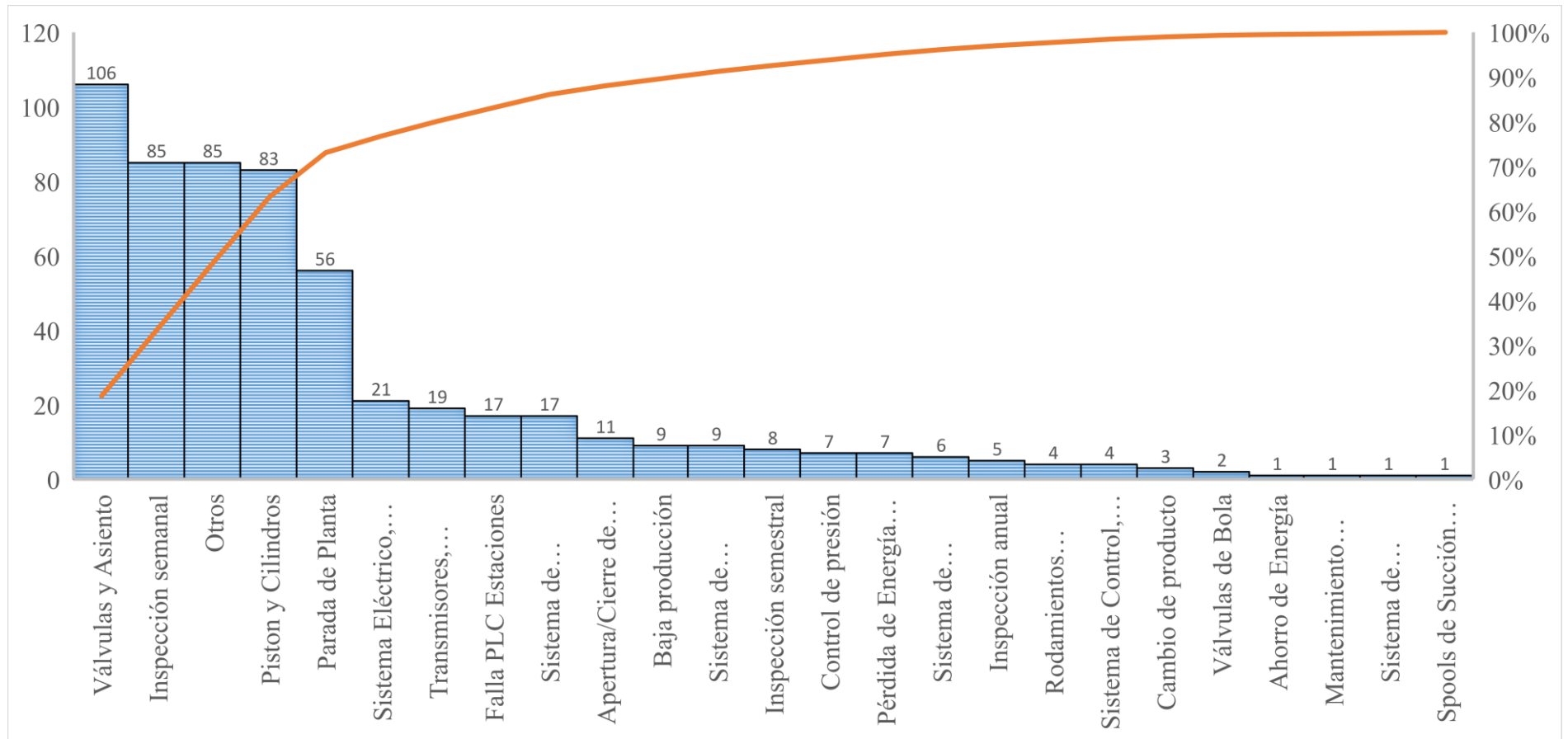


Figura 22. Histograma de Motivos de Parada 2019



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: La figura 21 muestra los resultados vistos en la tabla 16, el fin es poder de manera más clara aquellos motivos que afectan a las bombas y al proceso de bombeo.

En los datos anteriores se observó que el motivo “Otros” era el que tiene el segundo porcentaje mayor de paradas, es por ello que se filtró la data con aquellas paradas que hayan sido mayor o igual a 1 hora de duración; y también se filtró aquellas paradas programadas; obteniendo como resultado 28 paradas.

Tabla 18. Detalle de otras paradas 2019

Detalle de otros motivos	416	417	418	419	Pro	TOTAL	Duración (Hrs)
Apertura de válvula relif a 24476 Kpa.			1			1	2.27
Cambio de culata de succion N°3	1					1	7.59
Cambio de refrigerante y limpieza de radiador.	1					1	1.96
Cambio de spools críticos en TS1.	1					1	7.5
Cambio de válvula de drenaje de succión manual.	1					1	1.4
Cambio de válvula relief.		1				1	1.02
Drenaje de mineroducto hacia TS1.					1	1	96.22
Falla de la válvula HV-9242 al momento del arranque del mineroducto.	1	1	1	1	1	5	23.01
Falla de pierna del tiristor del vfd. Se cambia de pierna.			1			1	2.79
Falsa señal de apertura de válvula de Alivio.	1					1	1.58
Inspección de medidas.			1			1	4.17
Inspección del Set Pot y de la tapa de rodamientos de bancada.				1		1	3.8
Inspección por golpeteo en la bomba.		1				1	1.43
Lavado de línea y cambio de disco de ruptura en VS3		1	1	1	1	4	10.44
Llenado del Mineroducto para presurizar VS1.					1	1	5.76
Llenado del Mineroducto para presurizar VS2/VS3/VS4.					1	1	2.53
Parada del Mineroducto para cambio de spools críticos en TS1.		1				1	7.5
Parada del Mineroducto por cambio de spools críticos en estación TS1.					1	1	7.5
Parada del Mineroducto por cambio de spools críticos en TS1			1	1		2	14.98

Se cambió el actuador de la válvula HV 8664	1					1	2.38
TOTAL	7	5	6	4	6	28	205.83

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 18 se desarrolló de que tareas está compuesto el motivo Otros para poder saber la cantidad de horas perdidas por cada uno; antes de ello se seleccionó aquellos que son representativos para el proceso.

Luego de haber filtrado los motivos de paradas para identificar las fallas en las bombas y tomando en cuenta las paradas con un porcentaje significativo de hasta 3%, se obtiene la siguiente tabla.

Tabla 19. Motivos de parada por bomba 2019

Motivos	416	417	418	419	Pro	TOTAL
Falla PLC Estaciones	2	4	7	3	1	17
Otros	7	5	6	4	6	28
Parada de Planta	16	11	13	9	7	56
Piston y Cilindros	19	28	21	15		83
Sistema de Refrigeración	4	5	4	4		17
Sistema Eléctrico, Motor, VFDs	4	4	6	7		21
Transmisores, sensores, actuadores	5	3	6	5		19
Válvulas y Asiento	27	29	24	26		106
TOTAL	84	89	87	73	14	347

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 19 se representa los motivos con mayor porcentaje de incidencia y representatividad que ocurrieron en el 2019 por cada una de las bombas observando que 2 de las bombas aún cuentan con mayor cantidad de motivos que las demás.

4.1.2.3. Proceso de Calidad, Inspecciones, Mantenimiento:

Lo que evaluaremos también son tres procesos a la vez ya que están involucrados en los spools, primero la calidad para evaluar la fabricación y su vida útil; inspecciones porque nos ayudará a determinar cuántos spools se deben de cambiar gracias al mantenimiento predictivo realizado con los ensayos no destructivos y finalmente el mantenimiento referido a los cambios de los spools que se encuentran observados.

Tomaremos los resultados obtenidos en el año 2019 ya que los spools observados en años anteriores ya fueron reemplazados. Se realizó la evaluación de los spools observados para seleccionar las estaciones con mayor porcentaje de spools afectados. Para comprender la división de las estaciones se describe a continuación el código que le corresponde a cada una.

Estación Principal de Bombeo (PS1): 360

- Estación de Válvula 1 (VS1): 372
- Estación de Válvula 2 (VS2): 373
- Estación de Válvula 3 (VS3): 374
- Estación de Válvula 4 (VS4): 375
- Estación de Terminal (TS1): 510

Tabla 20. Cantidad de spools observados por estación

Estaciones	Cantidad de Observados	Porcentaje	Porcentaje acumulado	clasificación
510	46	27%	27%	A
372	45	27%	54%	A
374	42	25%	79%	A
360	19	11%	90%	B
375	8	5%	95%	B
373	7	4%	99%	C
SAL	2	1%	100%	C
Total general	169			

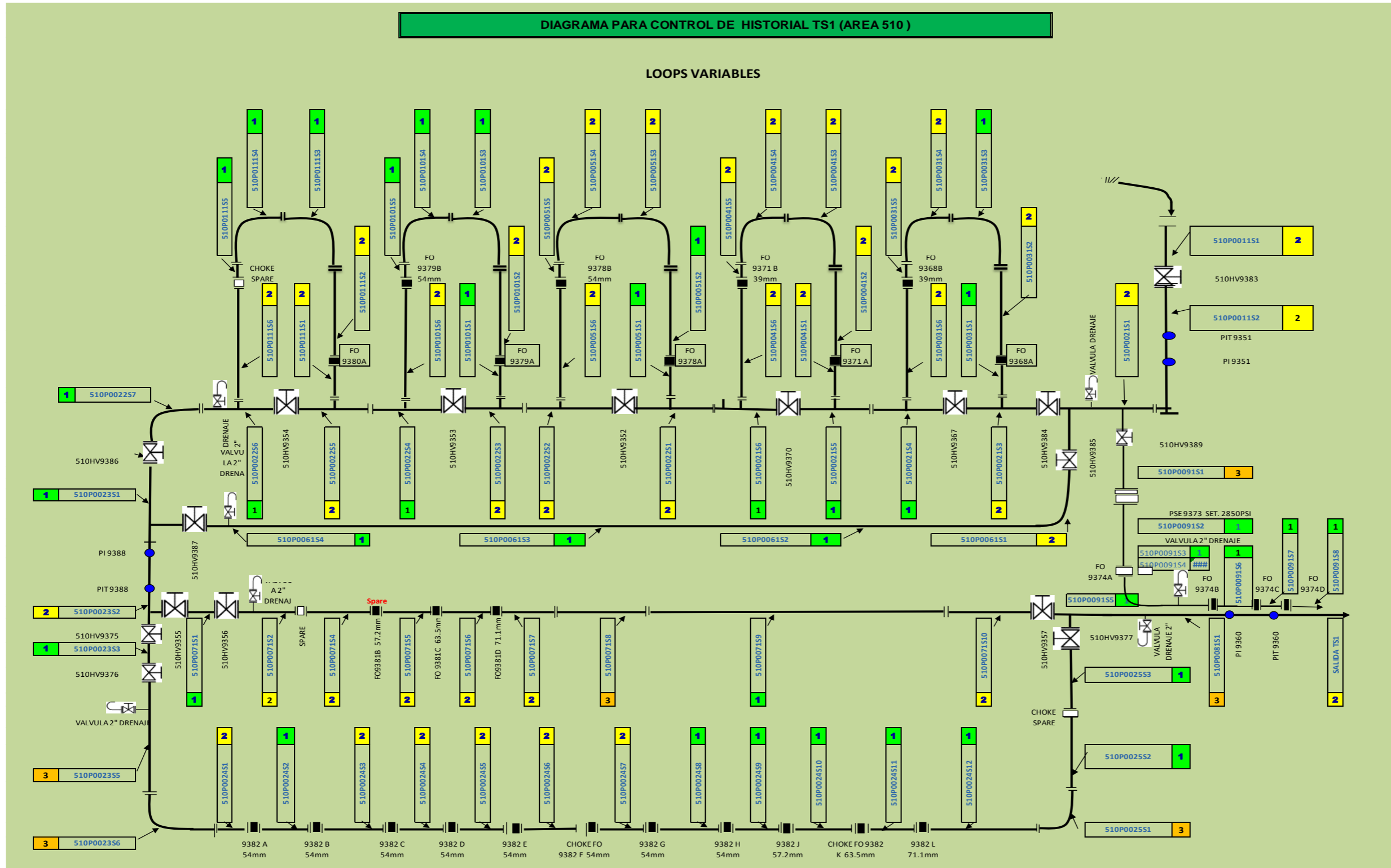
Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 20 se realizó Pareto para obtener las estaciones de válvulas con mayor cantidad de observaciones, y averiguar cuáles son las fallas que se tienen en cada una de ellas que están afectando el estado de los spools.

Como se observa en la tabla anterior existen tres estaciones (TS1, VS1, VS3) que cuentan con la mayor cantidad de spools observados; es decir que requieren cambiarse por encontrarse defectuosos, se muestra la siguiente tabla por estación y por tipo de inspección aplicada:

- **ESTACIÓN TS1:** Se presenta primero el plano de la estación para entender las ubicaciones de los spools.

Figura 23. Estación TS1



Fuente: Empresa Minera, (2019).

Comentario: La figura 22 muestra de manera visual la estación TS1 donde se tiene diversa cantidad de spools, los que se encuentran de color verde no cuentan con observaciones; los de color amarillo son Observados 1 y los de color naranja Observados 2 lo que significa un cambio inmediato por alguna falla.

○ **Inspección Visual (VT).**

Tabla 21. Cantidad de spools observados en TS1 por VT

Ubicaciones	OBSERVADO 1	OBSERVADO 2
510P0024S7	2	
510P0025S1		2
510P0031S2	2	
510P0031S4	2	
510P0031S5	1	
510P0031S6	2	
510P0041S1	2	
510P0041S2	2	
510P0041S3	1	
510P0041S4	2	
510P0041S5	2	
510P0041S6	2	
510P0051S2	1	
510P0051S3	2	
510P0051S4	2	
510P0051S5	2	
510P0051S6	1	
510P0061S1	1	
510P0071S10	1	
510P0071S2	2	
510P0071S4	2	
510P0071S5	2	
510P0071S6	2	
510P0071S7	1	
510P0071S8		2
510P0071S9	1	
510P0081S1		1
510P0091S1		2
510P0101S2	2	
510P0101S6	1	
510P0111S1	1	
510P0111S2	2	
510P0111S6	2	
SALIDA TS1	1	
TOTAL	72	12

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: La tabla 21 detalla cada posición dentro de la estación en las que se ha tenido una inspección visual con resultado no favorable es decir que se encuentre en

estado de Observado u Observado 2; dándonos a conocer que con el videoscopio se evidencia algún tipo de falla que se detallará en la evaluación de las fallas.

○ **Ultrasonido (UT)**

Tabla 22. Cantidad de Spools observados en TS1 por UT

Ubicación	OBSERVADO 1
510P0021S3	2
510P0021S5	2
510P0021S6	2
510P0031S4	2
510P0051S4	1
510P0111S3	1
TOTAL	10

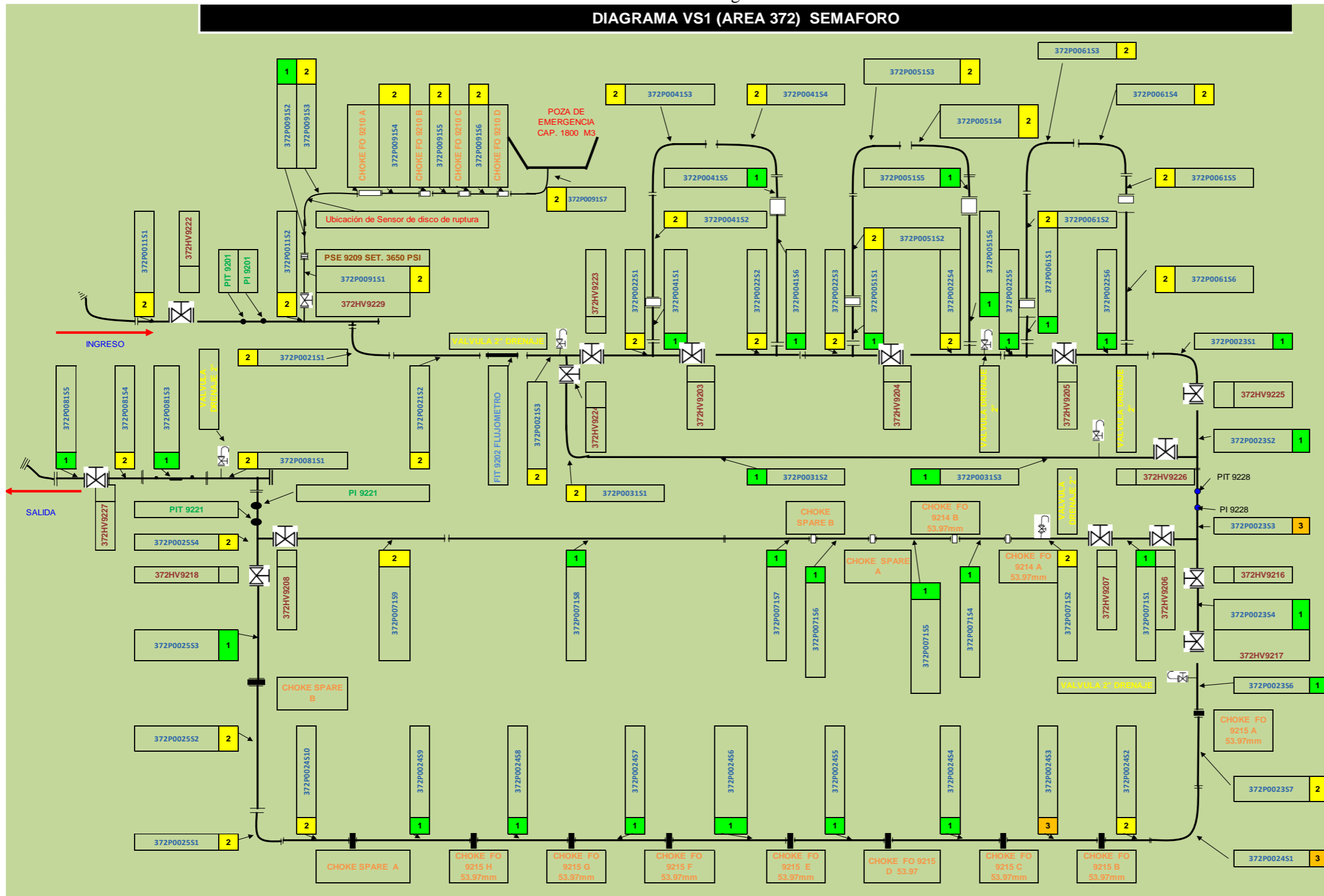
Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: La tabla 22 detalla cada posición dentro de la estación que contiene un spool con observaciones en la prueba de Ultrasonido (UT); esto permitirá identificar las fallas en este tipo de inspección realizada.

- **ESTACIÓN VS1:** Se presenta primero el plano de la estación para entender las ubicaciones de los spools.

Figura 24. Estación VS1

DIAGRAMA VS1 (AREA 372) SEMAFORO



Fuente: Empresa Minera, (2019).

Comentario: La figura 23 muestra de manera visual la estación VS1 donde se tiene diversa cantidad de spools, los que se encuentran de color verde no cuentan con observaciones; los de color amarillo son Observados 1 y los de color naranja Observados 2 lo que significa un cambio inmediato por alguna falla.

○ **Inspección Visual (VT)**

Tabla 23. Cantidad de spools observados en VS1 por VT

Ubicación	OBSERVADO 1	OBSERVADO 2
372P0011S1	1	
372P0011S2	1	
372P0021S1	1	
372P0021S2	1	
372P0021S3	1	
372P0022S1	1	
372P0022S2	1	
372P0022S3	1	
372P0022S4	1	
372P0023S3		1
372P0023S7	1	
372P0024S1		1
372P0024S10	1	
372P0024S2	1	
372P0024S3	1	
372P0025S1	1	
372P0025S2	1	
372P0025S4	1	
372P0031S1	1	
372P0041S2	1	
372P0041S3	1	
372P0041S4	1	
372P0051S2	1	
372P0051S3	1	
372P0051S4	1	
372P0061S2	1	
372P0061S3	1	
372P0061S4	1	
372P0061S5	1	
372P0061S6	1	
372P0071S2	1	
372P0071S9	1	
372P0081S1	1	
372P0081S4	1	
372P0091S1	1	
372P0091S3	1	
372P0091S4	1	
372P0091S5	1	
372P0091S6	1	
372P0091S7	1	
TOTAL	38	2

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: La tabla 23 detalla cada posición que contiene un spool con observaciones en la prueba de Inspección Visual (VT), dándonos una muestra para evaluar las fallas.

○ **Ultrasonido (UT)**

Tabla 24. Cantidad de spools observados en VS1 por UT

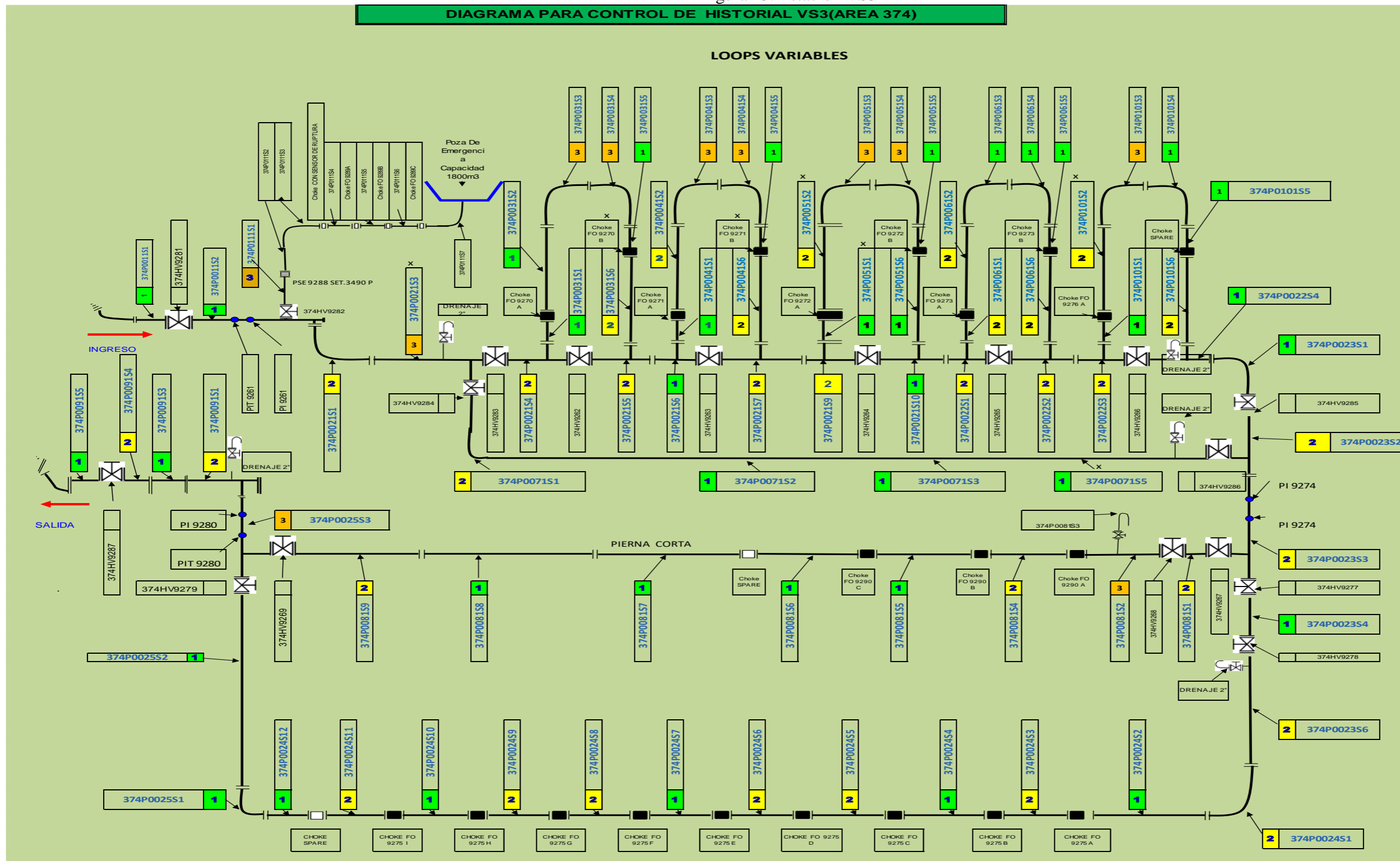
Ubicación	OBSERVADO 1	OBSERVADO 2
372P0022S6	1	
372P0023S1	1	
372P0024S3		1
372P0025S1	1	
372P0031S1	1	
372P0041S3	1	
372P0041S4	1	
372P0051S3	1	
372P0051S4	1	
372P0091S7	1	
TOTAL	9	1

Fuente: Elaboración Propia

Comentario: La tabla 24 detalla cada posición que contiene un spool con observaciones en la prueba de Ultrasonido (UT), ya sea observado 1 o 2, para poder priorizar las que son de mayor urgencia y aquellas que vayan a pasar a ser críticas.

- **ESTACIÓN VS3:** Se presenta primero el plano de la estación para entender las ubicaciones de los spools.

Figura 25. Estación VS3



Fuente: Empresa Minera, (2019).

Comentario: La figura 24 muestra de manera visual la estación VS3 donde se tiene diversa cantidad de spools, los que se encuentran de color verde no cuentan con observaciones; los de color amarillo son Observados 1 y los de color naranja Observados 2 lo que significa un cambio inmediato por alguna falla.

○ **Inspección Visual (VT)**

Tabla 25. Cantidad de spools observados en VS3 por VT

Ubicación	OBSERVADO 1	OBSERVADO 2
374P0011S2	1	
374P0021S1	2	
374P0021S3		1
374P0021S4	2	
374P0021S5	2	
374P0021S7	2	
374P0021S9	2	
374P0022S1	2	
374P0022S2	1	
374P0022S3	2	
374P0023S2	2	
374P0023S3	2	
374P0023S6	2	
374P0024S1	2	
374P0025S1		1
374P0025S3		2
374P0031S3		2
374P0031S4		2
374P0031S6	2	
374P0041S2	2	
374P0041S3		2
374P0041S4		2
374P0041S6	2	
374P0051S1	1	
374P0051S2	2	
374P0051S3		2
374P0051S4		2
374P0061S1	2	
374P0061S2	2	
374P0061S6	2	
374P0071S1	1	
374P0081S1	2	
374P0081S2		2
374P0081S4	1	1
374P0081S9	2	
374P0091S1	1	
374P0091S3	1	
374P0091S4	2	
374P0091S5	1	
374P0101S2	2	
374P0101S3		2
374P0101S6	2	
374P0111S1	1	1
TOTAL	55	22

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: La tabla 25 detalla cada posición que contiene un spool con observaciones en la prueba de Inspección Visual (VT), y así podremos evaluar sólo los spools que han tenido un resultado negativo en la inspección.

○ **Ultrasonido (UT)**

Tabla 26. Cantidad de spools observados en VS3 por UT

Ubicación	OBSERVADO 1	OBSERVADO 2
374P0021S1	2	
374P0022S2	2	
374P0024S11	2	
374P0024S3	1	
374P0024S5	1	
374P0024S6	1	
374P0024S8	1	
374P0024S9	2	
374P0031S3	2	
374P0031S4	2	
374P0111S1		1
TOTAL	16	1

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: La tabla 26 detalla cada posición que contiene un spool con observaciones en la prueba de Ultrasonido (UT); veremos si también dichas posiciones se encuentran observadas en la inspección visual.

4.2. Evaluación de Criticidad de las Estaciones

Con la información obtenido, se procede a realizar los cálculos de Criticidad de Equipo, según la siguiente fórmula:

$$\text{Criticidad} = F \times [0.50 (\text{IP} + \text{UN} + \text{R}) + 0.30 (\text{ICE} + \text{IFI}) + 0.20 (\text{ISHE} + \text{IA} + \text{CM})] \times D$$

Considerando que, en el presente trabajo, lo se busca es evaluar tan solo la frecuencia de falla (F), el Impacto Operacional (IP), Costos de Mantenimiento (CM), Impacto en la Salud y Seguridad (ISHE) y el Impacto Ambiental (IA), entonces nos referimos al trabajo de Ortega (2017) debido a que es un trabajo aplicado a una realidad de mina, similar a la que se plantea en el presente estudio para poder evaluar solo estos aspectos, a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Criticidad} = F \times [0.3\text{IP} + 0.1\text{CM} + 0.3\text{ISHE} + 0.3\text{IA}]$$

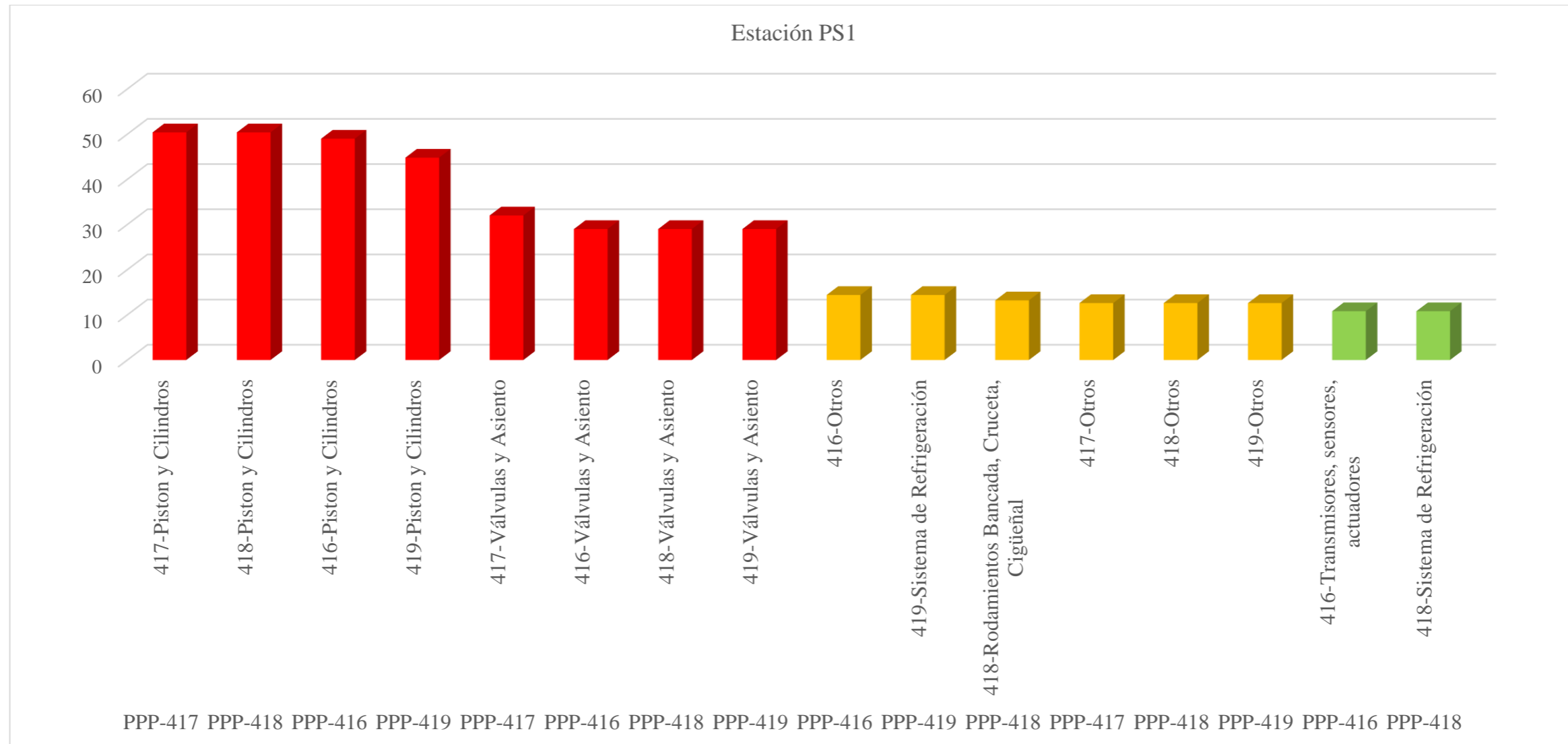
Tabla 27. Evaluación de Criticidad de PSI

ESTACION	Sistema	Tag	Equipos	Frec. Falla	Impacto Operac.	Costo Reparar	Impacto Seguridad	Impacto Ambiental	Valor Criticidad	Criticidad De Equipo
				1	0.3	0.1	0.3	0.3		
PS1	Bombas de desplazamiento positivo	PPP-417	417-Piston y Cilindros	7	9	9	7	5	50.4	Altamente Crítico
		PPP-418	418-Piston y Cilindros	7	9	9	7	5	50.4	Altamente Crítico
		PPP-416	416-Piston y Cilindros	7	9	7	7	5	49	Altamente Crítico
		PPP-419	419-Piston y Cilindros	7	7	7	7	5	44.8	Altamente Crítico
		PPP-417	417-Válvulas y Asiento	5	7	7	7	5	32	Altamente Crítico
		PPP-416	416-Válvulas y Asiento	5	5	7	7	5	29	Altamente Crítico
		PPP-418	418-Válvulas y Asiento	5	5	7	7	5	29	Altamente Crítico
		PPP-419	419-Válvulas y Asiento	5	5	7	7	5	29	Altamente Crítico
		PPP-416	416-Otros	3	5	3	5	5	14.4	Crítico medio
		PPP-419	419-Sistema de Refrigeración	3	5	3	5	5	14.4	Crítico medio
		PPP-418	418-Rodamientos Bancada, Cruceta, Cigüeñal	3	3	5	5	5	13.2	Crítico medio
		PPP-417	417-Otros	3	3	3	5	5	12.6	Crítico medio
		PPP-418	418-Otros	3	3	3	5	5	12.6	Crítico medio
		PPP-419	419-Otros	3	3	3	5	5	12.6	Crítico medio
		PPP-416	416-Transmisores, sensores, actuadores	3	1	3	5	5	10.8	Baja Criticidad
		PPP-418	418-Sistema de Refrigeración	3	1	3	5	5	10.8	Baja Criticidad

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 27 se tiene como resultado que los elementos: 417-Piston y Cilindros, 418-Piston y Cilindros, 416-Piston y Cilindros, 419-Piston y Cilindros, 417-Válvulas y Asiento, 416-Válvulas y Asiento, 418-Válvulas y Asiento y 419-Válvulas y Asiento como Altamente Crítico. Es decir que estas fallas funcionales deben ser atendidos antes que los otros identificados.

Figura 26. Resultados de Evaluación de Criticidad de PSI



Fuente: Elaboración Propia.

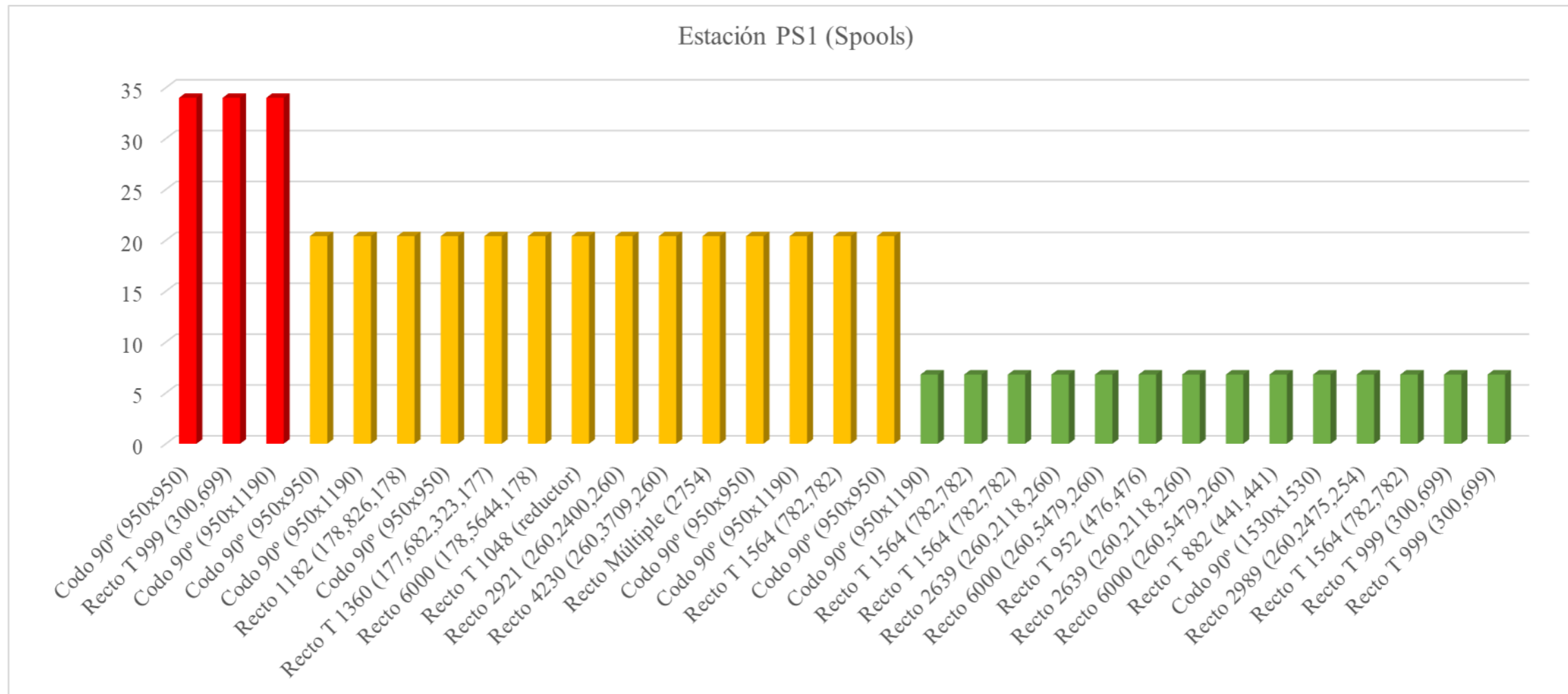
Comentario: En la figura 25 se observa que, de las 16 paradas analizadas, 08 califican como altamente críticas, por lo que deben proponerse mejoras que reduzcan el nivel de criticidad de estos elementos, y por tanto reducir los riesgos de pérdida de productividad por la ocurrencia de fallas en el proceso.

Tabla 28. Evaluación de Criticidad PS1(spools)

ESTACION	SISTEMA	TAG	EQUIPO	FREC. FALLA	IMPACTO OPERAC.	COSTO REPARAR	IMPACTO SEGURIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	VALOR CRITICIDAD	CRITICIDAD DE EQUIPO
				1	0.3	0.1	0.3	0.3		
PS1	Transportar el concentrado	360P0611S3	Codo 90° (950x950)	5	7	5	7	7	34	Altamente Crítico
		360P0611S9	Recto T 999 (300,699)	5	7	5	7	7	34	Altamente Crítico
		360P0631S1	Codo 90° (950x1190)	5	7	5	7	7	34	Altamente Crítico
		360P0611S10	Codo 90° (950x950)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		360P0611S12	Codo 90° (950x1190)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		360P0611S4	Recto 1182 (178,826,178)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		360P0611S5	Codo 90° (950x950)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		360P0611S6	Recto T 1360 (177,682,323,177)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		360P0611S7	Recto 6000 (178,5644,178)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		360P0611S8	Recto T 1048 (reductor)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		360P0612S7	Recto 2921 (260,2400,260)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		360P0612S9	Recto 4230 (260,3709,260)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		360P0621S1	Recto Múltiple (2754)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		360P0631S3	Codo 90° (950x950)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		360P0631S5	Codo 90° (950x1190)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		360P0631S6	Recto T 1564 (782,782)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		360P0631S7	Codo 90° (950x950)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		360P0611S1	Codo 90° (950x1190)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		360P0611S11	Recto T 1564 (782,782)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		360P0611S2	Recto T 1564 (782,782)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		360P0612S1	Recto 2639 (260,2118,260)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		360P0612S2	Recto 6000 (260,5479,260)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		360P0612S3	Recto T 952 (476,476)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		360P0612S4	Recto 2639 (260,2118,260)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		360P0612S5	Recto 6000 (260,5479,260)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		360P0612S6	Recto T 882 (441,441)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		360P0612S8	Codo 90° (1530x1530)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		360P0621S2	Recto 2989 (260,2475,254)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		360P0631S2	Recto T 1564 (782,782)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		360P0631S4	Recto T 999 (300,699)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
360P0631S8	Recto T 999 (300,699)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad		

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 27. Resultados de Evaluación de Criticidad de PS1(spools)



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la figura 26 se muestra que, de los 31 spools analizados, 03 califican como altamente críticas, por lo que deben proponerse mejoras que reduzcan el nivel de criticidad de estos elementos, y por tanto reducir los riesgos de pérdida de productividad por la ocurrencia de fallas en el proceso.

Tabla 29. Evaluación de Criticidad VS1

ESTACION	SISTEMA	TAG	EQUIPO	FREC. FALLA	IMPACTO OPERAC.	COSTO REPARAR	IMPACTO SEGURIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	VALOR CRITICIDAD	CRITICIDAD DE EQUIPO
				1	0.3	0.1	0.3	0.3		
VS1	Transporte de concentrado	372P0023S3	Recto Múltiple (2997)	5	7	5	7	7	34	Altamente Crítico
		372P0024S1	Codo 90° (1500x1500)	5	5	5	7	7	31	Altamente Crítico
		372P0024S3	Recto 2000 (219,1562,219)	5	5	5	7	7	31	Altamente Crítico
		372P0011S1	Recto 1000 (254, 349, 178, 219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		372P0011S2	Recto Múltiple (2780)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		372P0021S1	Codo 90° (1235x1235)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		372P0021S2	Recto 4464 (219,4026,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		372P0021S3	Recto múltiple (2115)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		372P0025S1	Codo 90° (1500x1500)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		372P0025S4	Recto Múltiple (1672)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		372P0041S3	Codo 90° (1235x1500)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		372P0041S4	Codo 90° (1235x1500)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		372P0051S3	Codo 90° (1235x1500)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		372P0051S4	Codo 90° (1235x1500)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		372P0081S1	Recto Múltiple (2572)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		372P0081S4	Recto 1000 (254,527,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		372P0022S1	Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0022S2	Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0022S3	Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0022S4	Recto T 2082 c/drenaje	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0022S6	Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0023S1	Codo 90° (1500x1500)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0023S7	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0024S10	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0024S2	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0025S2	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0031S1	Codo 90° (1016x1500) 1 extremo sold	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0041S2	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0051S2	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0061S2	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0061S3	Codo 90° (1235x1500)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0061S4	Codo 90° (1235x1500)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0061S5	Recto 8x700 (219,262,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0061S6	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0071S2	Recto Múltiple (1628)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0071S9	Recto 1788 (219,1349,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		372P0091S1	Recto 4"x700 (130,439,130)	3	3	5	7	7	16.8	Crítico medio
		372P0091S3	Codo 4"x90° (1758x1010) 1 extremo apto	3	3	5	7	7	16.8	Crítico medio
		372P0091S4	Recto 4"x1000 (130,739,130)	3	3	5	7	7	16.8	Crítico medio
		372P0091S5	Recto 4"x1000 (130,739,130)	3	3	5	7	7	16.8	Crítico medio
372P0091S6	Recto 4"x1000 (130,739,130)	3	3	5	7	7	16.8	Crítico medio		
372P0091S7	Codo 4"x90° (1000x1244x870)	3	3	5	7	7	16.8	Crítico medio		

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 29 se observa como resultado que los elementos: Recto Múltiple (2997), Codo 90° (1500x1500), Recto 2000 (219,1562,219), como Altamente Crítico. Es decir que estas fallas funcionales deben ser atendidos antes que los otros identificados.

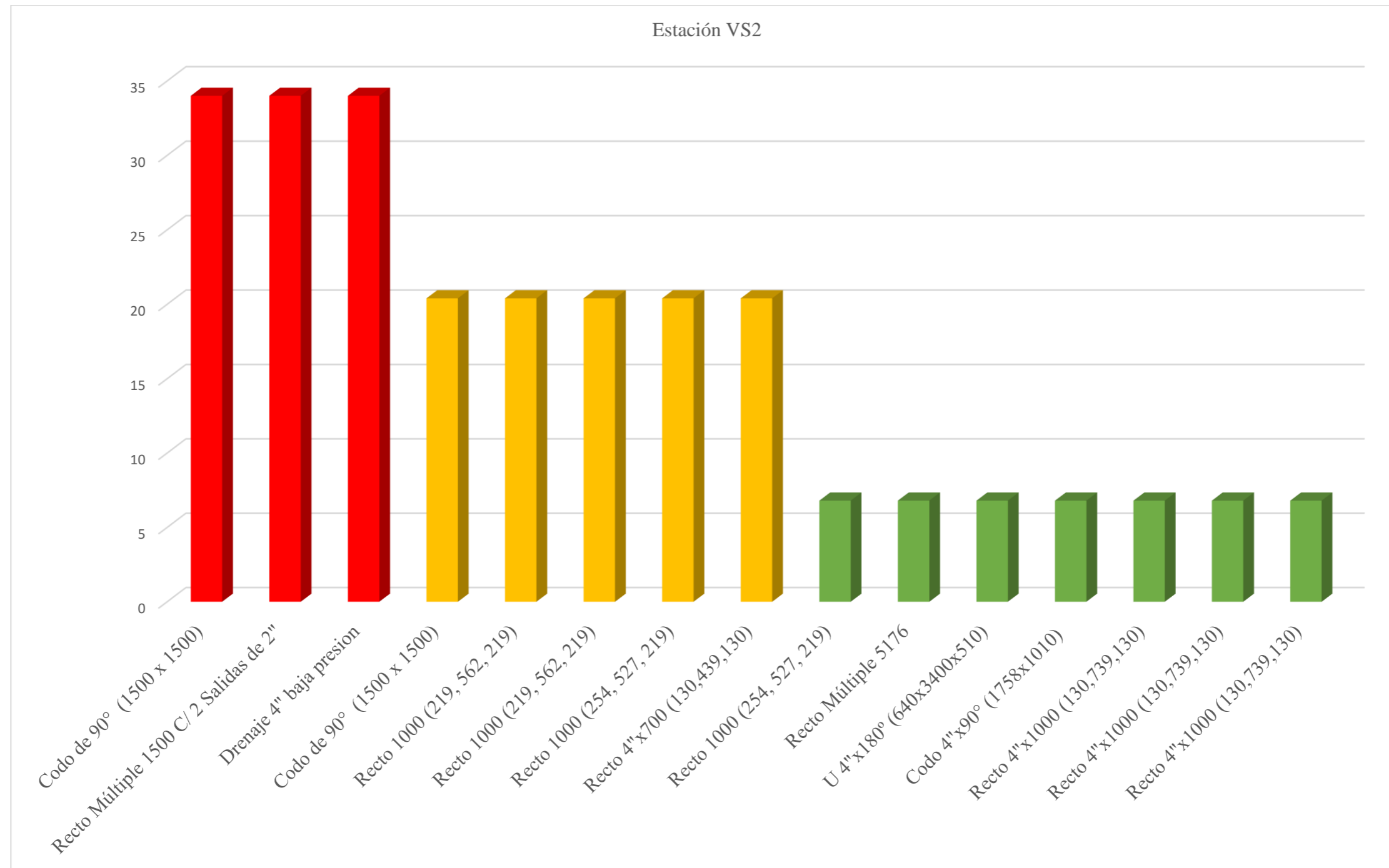
Tabla 30.Evaluación de Criticidad VS2

ESTACION	SISTEMA	TAG	EQUIPO	FREC. FALLA	IMPACTO OPERAC.	COSTO REPARAR	IMPACTO SEGURIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	VALOR CRITICIDAD	CRITICIDAD DE EQUIPO
				1	0.3	0.1	0.3	0.3		
VS2	Transportar el concentrado	373P0011S4	Codo de 90° (1500 x 1500)	5	7	5	7	7	34	Altamente Crítico
		373P0011S8	Recto Múltiple 1500 C/ 2 Salidas de 2"	5	7	5	7	7	34	Altamente Crítico
		373P0021S7	Drenaje 4" baja presión	5	7	5	7	7	34	Altamente Crítico
		373P0011S5	Codo de 90° (1500 x 1500)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		373P0011S6	Recto 1000 (219, 562, 219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		373P0011S7	Recto 1000 (219, 562, 219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		373P0011S9	Recto 1000 (254, 527, 219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		373P0021S1	Recto 4"x700 (130,439,130)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		373P0011S1	Recto 1000 (254, 527, 219)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		373P0011S2	Recto Múltiple 5176	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		373P0021S2	U 4"x180° (640x3400x510)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		373P0021S3	Codo 4"x90° (1758x1010)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		373P0021S4	Recto 4"x1000 (130,739,130)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		373P0021S5	Recto 4"x1000 (130,739,130)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		373P0021S6	Recto 4"x1000 (130,739,130)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 30 se observa como resultado que los elementos: Codo 90° (1500x1500), Recto Múltiple 1500 C/2 salidas de 2", Drenaje 4" baja presión, como Altamente Crítico. Es decir que estas fallas funcionales deben ser atendidos antes que los otros identificados.

Figura 29.Resultado de Evaluación de Criticidad VS2



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la figura 28 se muestra que, de los 15 spools analizados, 03 califican como altamente críticas, por lo que deben proponerse mejoras que reduzcan el nivel de criticidad de estos elementos, y por tanto reducir los riesgos de pérdida de productividad por la ocurrencia de fallas en el proceso.

Tabla 31. Evaluación de Criticidad VS3

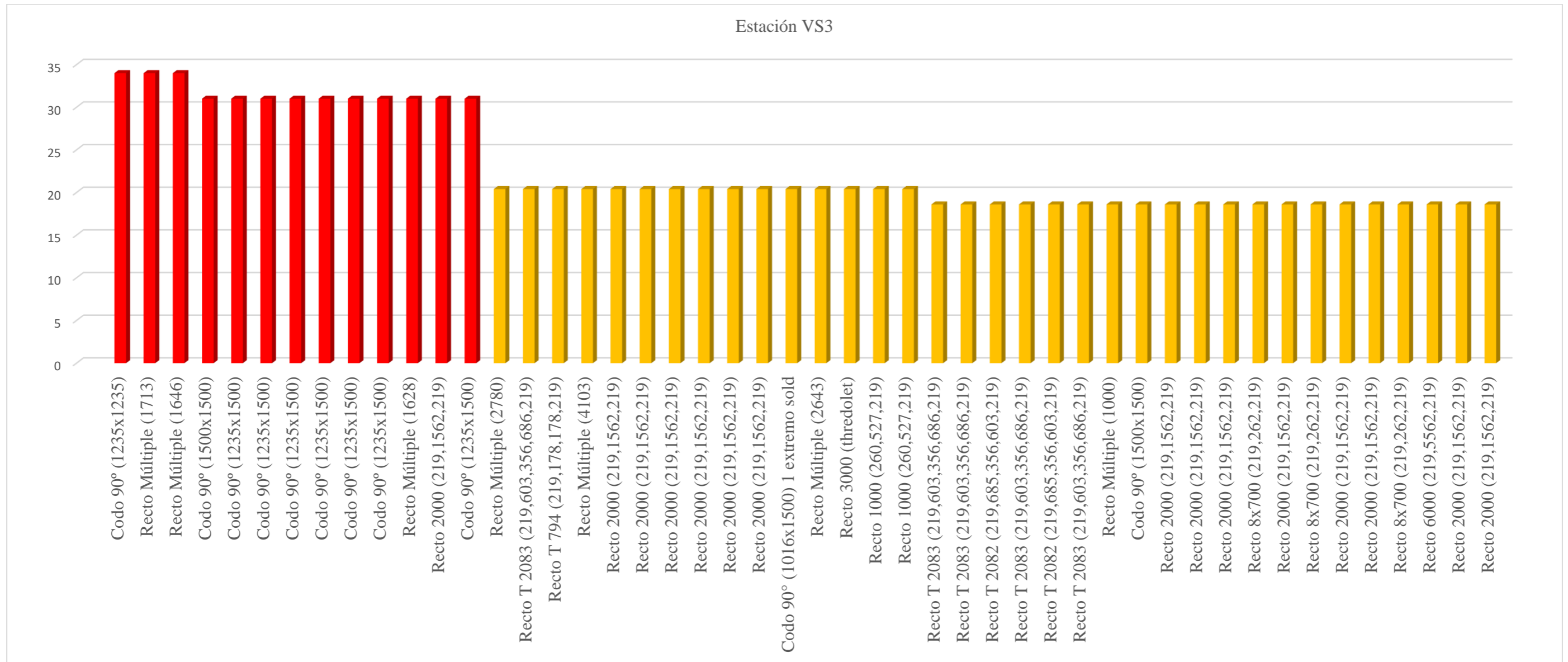
ESTACION	SISTEMA	TAG	EQUIPO	FREC. FALLA	IMPACTO OPERAC.	COSTO REPARAR	IMPACTO SEGURIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	VALOR CRITICIDAD	CRITICIDAD DE EQUIPO
				1	0.3	0.1	0.3	0.3		
VS3	Transportar concentrado	374P0021S1	Codo 90° (1235x1235)	5	7	5	7	7	34	Altamente Crítico
		374P0021S3	Recto Múltiple (1713)	5	7	5	7	7	34	Altamente Crítico
		374P0025S3	Recto Múltiple (1646)	5	7	5	7	7	34	Altamente Crítico
		374P0025S1	Codo 90° (1500x1500)	5	5	5	7	7	31	Altamente Crítico
		374P0031S3	Codo 90° (1235x1500)	5	5	5	7	7	31	Altamente Crítico
		374P0031S4	Codo 90° (1235x1500)	5	5	5	7	7	31	Altamente Crítico
		374P0041S3	Codo 90° (1235x1500)	5	5	5	7	7	31	Altamente Crítico
		374P0041S4	Codo 90° (1235x1500)	5	5	5	7	7	31	Altamente Crítico
		374P0051S3	Codo 90° (1235x1500)	5	5	5	7	7	31	Altamente Crítico
		374P0051S4	Codo 90° (1235x1500)	5	5	5	7	7	31	Altamente Crítico
		374P0081S2	Recto Múltiple (1628)	5	5	5	7	7	31	Altamente Crítico
		374P0081S4	Recto 2000 (219,1562,219)	5	5	5	7	7	31	Altamente Crítico
		374P0101S3	Codo 90° (1235x1500)	5	5	5	7	7	31	Altamente Crítico
		374P0011S2	Recto Múltiple (2780)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		374P0021S4	Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		374P0023S2	Recto T 794 (219,178,178,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		374P0023S3	Recto Múltiple (4103)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		374P0024S11	Recto 2000 (219,1562,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		374P0024S3	Recto 2000 (219,1562,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		374P0024S5	Recto 2000 (219,1562,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		374P0024S6	Recto 2000 (219,1562,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		374P0024S8	Recto 2000 (219,1562,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		374P0024S9	Recto 2000 (219,1562,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		374P0071S1	Codo 90° (1016x1500) 1 extremo sold	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		374P0091S1	Recto Múltiple (2643)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		374P0091S3	Recto 3000 (thredolet)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		374P0091S4	Recto 1000 (260,527,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		374P0091S5	Recto 1000 (260,527,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		374P0021S5	Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		374P0021S7	Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
374P0021S9	Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio		
374P0022S1	Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio		

		374P0022S2	Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		374P0022S3	Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		374P0023S6	Recto Múltiple (1000)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		374P0024S1	Codo 90° (1500x1500)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		374P0031S6	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		374P0041S2	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		374P0041S6	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		374P0051S1	Recto 8x700 (219,262,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		374P0051S2	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		374P0061S1	Recto 8x700 (219,262,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		374P0061S2	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		374P0061S6	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		374P0081S1	Recto 8x700 (219,262,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		374P0081S9	Recto 6000 (219,5562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		374P0101S2	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		374P0101S6	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 31 se muestra la clasificación de la criticidad de los equipos de los cuales los altamente críticos son los siguientes: Codo 90° (1235x1235), Recto Múltiple (1713), Recto Múltiple (1646), Codo 90° (1500x1500), Codo 90° (1235x1500), Codo 90° (1235x1500), Codo 90° (1235x1500), Codo 90° (1235x1500), Codo 90° (1235x1500), Codo 90° (1235x1500), Recto Múltiple (1628), Recto 2000 (219,1562,219), Codo 90° (1235x1500) y Recto 4"x700 (130,440,130)

Figura 30. Resultados de Evaluación de Criticidad de VS3



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la figura 29 se muestra que de los 111 spools analizados, 13 califican como altamente críticas, por lo que deben proponerse mejoras que reduzcan el nivel de criticidad de estos elementos, y por tanto reducir los riesgos de pérdida de productividad por la ocurrencia de fallas en el proceso.

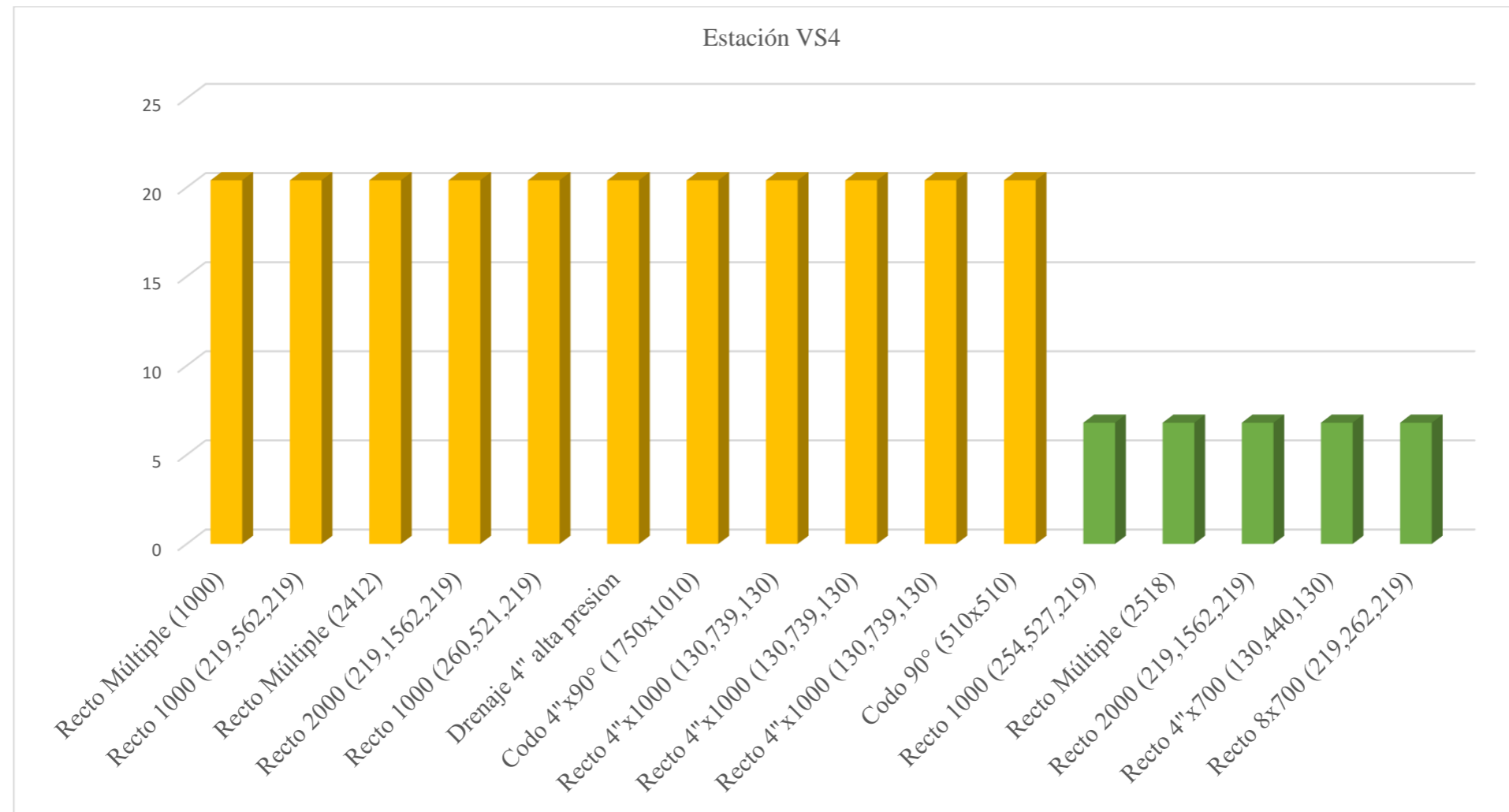
Tabla 32. Evaluación de Criticidad VS4

ESTACION	SISTEMA	TAG	EQUIPO	FREC. FALLA	IMPACTO OPERAC.	COSTO REPARAR	IMPACTO SEGURIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	VALOR CRITICIDAD	CRITICIDAD DE EQUIPO
				1	0.3	0.1	0.3	0.3		
VS4	Transportar el concentrado	375P0011S4	Recto Múltiple (1000)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		375P0011S5	Recto 1000 (219,562,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		375P0011S6	Recto Múltiple (2412)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		375P0011S7	Recto 2000 (219,1562,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		375P0011S9	Recto 1000 (260,521,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		375P0021S2	Drenaje 4" alta presion	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		375P0021S3	Codo 4"x90° (1750x1010)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		375P0021S4	Recto 4"x1000 (130,739,130)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		375P0021S5	Recto 4"x1000 (130,739,130)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		375P0021S6	Recto 4"x1000 (130,739,130)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		375P0021S7	Codo 90° (510x510)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		375P0011S1	Recto 1000 (254,527,219)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		375P0011S2	Recto Múltiple (2518)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		375P0011S8	Recto 2000 (219,1562,219)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		375P0021S1	Recto 4"x700 (130,440,130)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad
		375P0011S3	Recto 8x700 (219,262,219)	1	7	5	7	7	6.8	Baja Criticidad

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 32 se muestra la clasificación de la criticidad de los equipos de los cuales los no se tienen altamente críticos pero si críticos medios, son los siguientes: Recto Múltiple (1000), Recto 1000 (219,562,219), Recto Múltiple (2412), Recto 2000 (219,1562,219), Recto 1000 (260,521,219), Drenaje 4" alta presión, Codo 4"x90° (1750x1010), Recto 4"x1000 (130,739,130), Recto 4"x1000 (130,739,130), Recto 4"x1000 (130,739,130), Codo 90°(510x510).

Figura 31. Resultados de Evaluación de VS4



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la figura 30 se muestra que de los 16 spools analizados, 11 califican como críticos medios, por lo que deben proponerse mejoras que reduzcan el nivel de criticidad de estos elementos, y por tanto reducir los riesgos de pérdida de productividad por la ocurrencia de fallas en el proceso.

Tabla 33. Evaluación de criticidad TS1

ESTACION	SISTEMA	TAG	EQUIPO	FREC. FALLA	IMPACTO OPERAC.	COSTO REPARAR	IMPACTO SEGURIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	VALOR CRITICIDAD	CRITICIDAD DE EQUIPO
				1	0.3	0.1	0.3	0.3		
TS1	Transportar el concentrado	510P0021S6	Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	5	7	5	7	7	34	Altamente Crítico
		510P0081S1	Recto Múltiple 3897	5	7	5	7	7	34	Altamente Crítico
		510P0091S1	Recto 4"x700 (130,440,130)	5	7	5	7	7	34	Altamente Crítico
		510P0023S5	Recto Múltiple (2024)	5	5	5	7	7	31	Altamente Crítico
		510P0023S6	Codo 90° (1500x1500)	5	5	5	7	7	31	Altamente Crítico
		510P0025S1	Codo 90° (1500x1500)	5	5	5	7	7	31	Altamente Crítico
		510P0071S8	Recto 6000 (219,5561,219)	5	5	5	7	7	31	Altamente Crítico
		510P0011S2	Recto Múltiple (2200)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		510P0021S1	Recto Múltiple (2397)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		510P0021S3	Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		510P0021S5	Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		510P0022S1	Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		510P0022S5	Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		510P0023S2	Recto Múltiple (2997)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		510P0061S1	Codo 90° (1016x1500) 1 extremo sold	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		510P0111S3	Codo 90° (1235x1500)	3	7	5	7	7	20.4	Crítico medio
		510P0021S4	Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		510P0022S2	Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		510P0022S3	Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		510P0024S1	Recto 1000 (219,562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		510P0024S3	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		510P0024S4	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		510P0024S5	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		510P0024S6	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		510P0024S7	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		510P0031S2	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		510P0031S4	Codo 90° (1235x1500)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		510P0031S5	Recto 8x700 (219,262,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		510P0031S6	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		510P0041S1	Recto 8x700 (219,262,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		510P0041S2	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		510P0041S3	Codo 90° (1235x1500)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		510P0041S4	Codo 90° (1235x1500)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
		510P0041S5	Recto 8x700 (219,262,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
510P0041S6	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio		
510P0051S2	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio		
510P0051S3	Codo 90° (1235x1500)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio		
510P0051S4	Codo 90° (1235x1500)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio		

	510P0051S5	Recto 8x700 (219,262,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
	510P0051S6	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
	510P0071S10	Recto 1103 (219,664,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
	510P0071S2	Recto Múltiple (1628)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
	510P0071S4	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
	510P0071S5	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
	510P0071S6	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
	510P0071S7	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
	510P0071S9	Recto 6000 (219,5561,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
	510P0101S2	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
	510P0101S6	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
	510P0111S1	Recto 8x700 (219,262,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
	510P0111S2	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio
	510P0111S6	Recto 2000 (219,1562,219)	3	5	5	7	7	18.6	Crítico medio

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 33 se muestra a los equipos clasificados como altamente críticos son los siguientes: Recto T 2082 (219,685,356,603,219), Recto Múltiple 3897, Recto 4"x700 (130,440,130), Recto T 2082 (219,685,356,603,219), Recto Múltiple (2024), Codo 90° (1500x1500), Codo 90° (1500x1500) y Recto 6000 (219,5561,219).

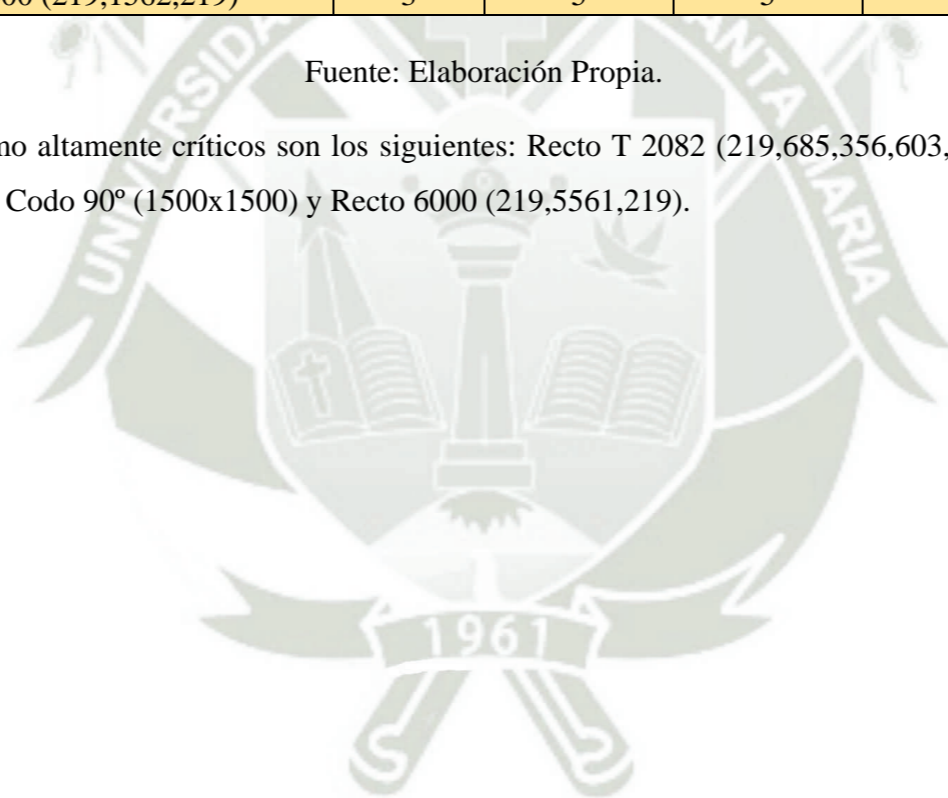
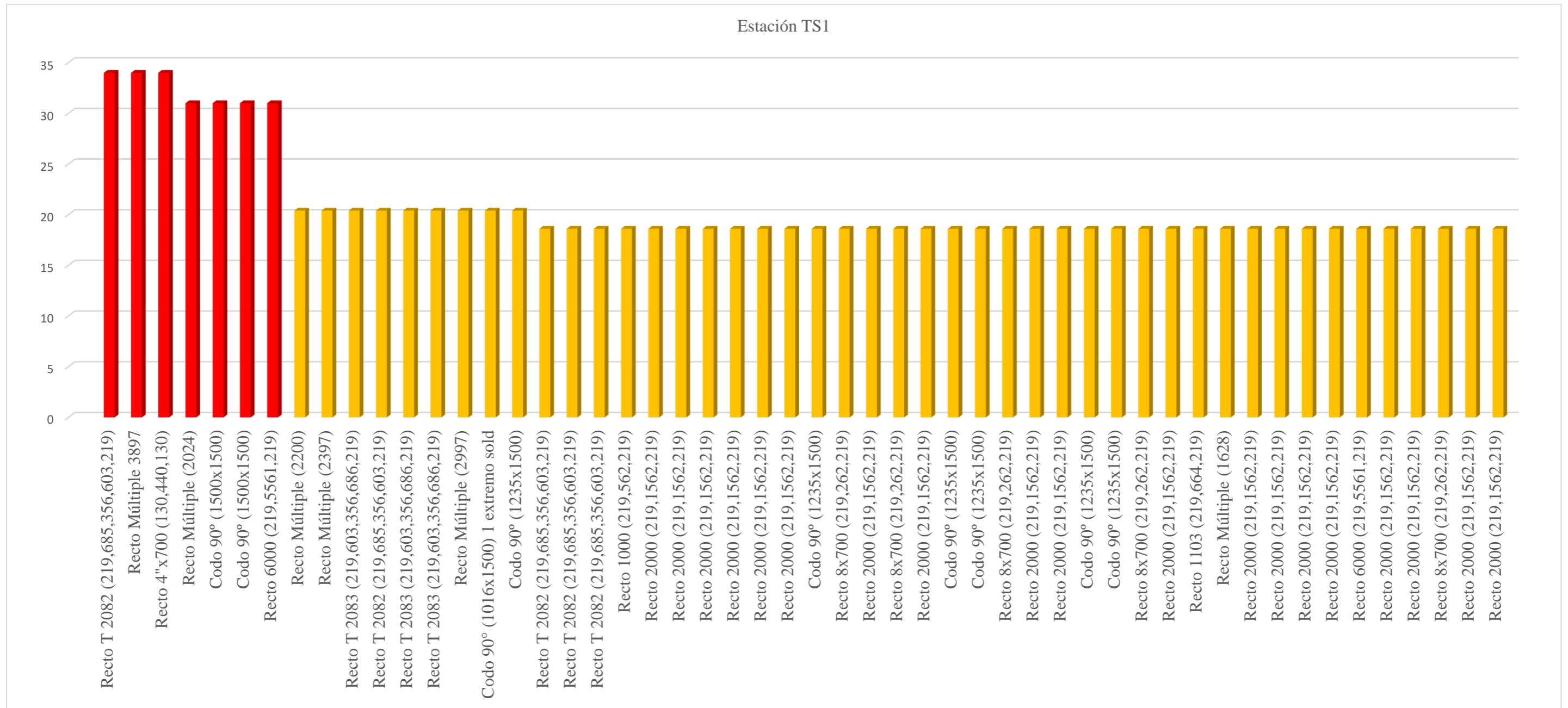


Figura 32. Resultados de Evaluación de Criticidad de TS1



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la figura 30 se observa que, de las 118 fallas analizadas, 07 califican como altamente críticas, por lo que deben proponerse mejoras que reduzcan el nivel de criticidad de estos elementos, y por tanto reducir los riesgos de pérdida de productividad por la ocurrencia de fallas en el proceso.

4.3. Costos de Mantenimiento en la operación actual en mina

En el análisis realizado se ha podido evidenciar que, según los datos de la minera, año tras año se vienen incrementando los costos de mantenimiento del mineroducto, es así como desde el 2016 al 2019, se ha registrado un incremento promedio del 6%, solo en el costo de mantenimiento de las Bombas Wirth

Tabla 34. Evolución del costo de mantenimiento 2016 - 2019

Bombas Wirth	2016	2017	2018	2019	
Repuestos y Combustibles	1,849,449.80	1,634,557.47	1,702,996.13	2,192,706.71	
Labor	57,121.69	62,997.55	55,790.77	57,415.42	
Servicios	84,125.69	35,467.82	106,722.80	42,706.84	
TOTAL	1,990,697.18	1,733,022.84	1,865,509.70	2,292,828.97	
Var %		-13%	8%	23%	6%

Fuente: Empresa minera, (2019).

Comentario: En la tabla 34 se observa la evolución de los gastos de mantenimiento que se han obtenido desde el año 2016 hasta el año 2019 observando un incremento en el gasto de los repuestos y consumibles; es por ello por lo que es necesario aplicar AMEF.

Tabla 35. Costos de reparación por componente, 2019

BOMBA	416		417		418		419	
	cantidad	\$	cantidad	\$	cantidad	\$	cantidad	\$
Cilindros	21	\$ 237,573.00	16	\$ 181,008.00	20	\$ 226,260.00	10	\$ 113,130.00
Pistones	37	\$ 61,827.00	37	\$ 61,827.00	29	\$ 48,459.00	19	\$ 31,749.00
Válvulas	130	\$ 211,770.00	141	\$ 229,689.00	118	\$ 192,222.00	157	\$ 255,753.00
Asientos	85	\$ 142,545.00	78	\$ 130,806.00	64	\$ 107,328.00	90	\$ 150,930.00
Elastomeros	24	\$ 2,170.80	21	\$ 1,899.45	20	\$ 1,809.00	27	\$ 2,442.15
Sistema de lubricación	3	\$ 666.90	4	\$ 889.20	5	\$ 1,111.50	3	\$ 666.90
Culata de succión	1	\$ 46,172.00	12	\$ 554,064.00	10	\$ 461,720.00	3	\$ 138,516.00
Culata de descarga	0	\$ -	9	\$ 712,242.00	10	\$ 791,380.00	3	\$ 237,414.00
Cruceta	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
Vastago de cruceta	0	\$ -	3	\$ 38,904.00	0	\$ -	0	\$ -
Pin de cruceta	6	\$ 126,618.00	3	\$ 63,309.00	0	\$ -	0	\$ -
Cigüeñal	1	\$ 251,449.00	0	\$ -	0	\$ -	1	\$ 251,449.00
Piñón	1	\$ 138,308.00	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
Rueda dentada	1	\$ 245,150.00	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
Biela	3	\$ 187,878.00	2	\$ 125,252.00	1	\$ 62,626.00	0	\$ -
Rodamientos	15	\$2,077,875.00	8	\$1,108,200.00	3	\$ 415,575.00	2	\$ 277,050.00
TOTAL		\$3,730,002.70		\$3,208,089.65		\$2,308,490.50		\$1,459,100.05

Fuente: Empresa minera, (2019).

Comentario: En la tabla 35 se tiene los costos de cada uno de los componentes que se utilizan en la bomba y los que mayormente son cambiados por las paradas no programadas, ya que son los que representan mayor criticidad como se mostró en la tabla 25.

4.4. Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) de las Estaciones

4.4.1. AMEF de Estación PS1

4.4.1.1. Descripción de función principal de equipos PS1

Tabla 36. Funciones de componentes de las bombas-PS1

ESTACIÓN	SISTEMA	SUBSISTEMA	EQUIPOS	CODIGO	FUNCIÓN PRINCIPAL
PS1	Bombeo PS1	Bombas (PPP 416;417;418;419)	Pistones (vástago de pintones) y Cilindros	1	Impulsar el fluido constante de descarga a una presión máxima de 24800 KPA
			Válvula y Asientos	2	Controlar el fluido enviado.
			Culata (de succión y descarga)	3	Alojamiento de la válvula y asientos
			Rodamientos (crucetas, cigüeñal, piñon, biela)	4	Transmitir la fuerza a los demás componentes y soportar la carga de transmisión.
			Cigüeñal	5	Transformar el movimiento circular a lineal.
			Crucetas (vástago de crucetas y pin)	6	Transmitir fuerza a pistones.
			Sistema de Lubricación	7	Evitar el desgaste de los componentes y lubricar el sistema de transmisión.
			Biela	8	Conectar el cigüeñal con la cruceta.
			Piñon	9	Transmitir fuerza a la rueda dentada.
			Rueda dentada	10	Brindar la fuerza a la biela para impulsar al cigüeñal.

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 36 se muestra las funciones principales de todos los componentes que resultaron críticos en el análisis de criticidad; es decir que dichos componentes son los que se trabajarán para obtener la mejora en el mantenimiento.

4.4.1.2. Identificación de Falla Funcional y Modo de Falla PS1

Tabla 37. Falla Funcional y Modo de Falla de las bombas-PS1

FALLA FUNCIONAL (pérdida de función)	CODIGO	MODO DE FALLA (causa de la falla)	CODIGO
No impulsa el fluido a la presión establecida	1A	Desgaste de pistón	1A1
		Erosión	1A2
		Falla de alineamientos	1A3
		Parada intempestiva	1A4
		Rotura de vástago de pistón	1A5
No controla el fluido	2A	Desgaste de válvulas	2A1
		Ingreso de partículas extrañas	2A2
		Parada intempestiva	2A3
		Desgaste de asientos	2A4
No aloja correctamente el asiento.	3A	Desgate de culata	3A1
		Fisura de culata	3A2
No soportar correctamente la carga de transmisión	4A	Rotura de canastilla	4A1
		Ingreso de partículas extrañas	4A2
		Contaminación de aceite	4A3
		Parada intempestiva	4A4
		Golpe de ariete	4A5
		Montaje inadecuado	4A6
Deficiencia en transformar el movimiento a lineal	5A	Parada intempestiva	5A1
		Contaminación de aceite	5A2
No transmite fuerza a pistones	6A	Contaminación de aceite	6A1
		Falla de alineamiento	6A2
		Rayadura del vástago de cruceta	6A3
		Parada intempestiva	6A4
No lubrica correctamente a los componentes	7A	Baja presión de aceite.	7A1
		Contaminación de aceite	7A2
No sincroniza correctamente los movimientos	8A	Parada intempestiva	8A1
		Golpe de ariete	8A2
No sincroniza correctamente con la rueda dentada	9A	Parada intempestiva	9A1
		Golpe de ariete	9A2
		Lubricación inadecuada	9A3
		Falla de alineamiento	9A4
No sincroniza correctamente con la biela	10A	Golpe de ariete	10A1
		Lubricación inadecuada	10A2
		Falla de alineamiento	10A3
		Parada intempestiva	10A4

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 37 se muestra la falla funcional de acuerdo con cada uno de los equipos que conforma las bombas, la falla funcional afecta directamente a la función principal que tiene cada equipo; por otra parte, se subdividió en los modos de falla que tienen para posteriormente evaluar sus efectos y calcular el NPR.

Foto 8. Falla de Pin de cruceta



Fuente: Empresa Minera, (2019).

Comentario: En la foto 8 e observa desgaste de los pines de crucetas, los cuales si no se inspeccionan a tiempo pueden generar problemas mayores en el proceso de bombeo.

4.4.1.3. Descripción de los Efectos de los modos de falla PS1

Tabla 38. Efectos de los modos de Falla de las bombas-PS1

CODIGO	EFFECTOS
1A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se observó una fuga de fluido alrededor de la bomba. Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es pérdida de presión por la falta de una bomba.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Cambio de pistón o pistones afectados. Personal: 02 Mecánicos+ 02 contratistas Tiempo de ejecución: 2 Horas por pistón</p>
1A2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se observó una fuga de fluido alrededor de la bomba. Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es pérdida de presión por la falta de una bomba.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Cambio de pistón o pistones afectados. Personal: 02 Mecánicos+ 02 contratistas Tiempo de ejecución: 2 Horas por pistón</p>
1A3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El ruido que se percibía al momento del funcionamiento llamo la atención de uno de los mecánicos y se dieron cuenta de que no se encontraban alineados los pistones de la forma adecuada generando un desgaste de los componentes. Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es la falta de una bomba hasta que se realice el alineamiento correcto.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Alinear los pistones. Personal: 02 Mecánicos+ 02 contratistas Tiempo de ejecución: De 6 a 8 Horas</p>
1A4	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de cambiar la opción a modo manual ocurrió una parada intempestiva en las bombas generando un gran sonido generando también desgaste en los componentes Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es el reinicio de las bombas y evitar que caiga la presión en las estaciones.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Ninguno. Personal: Operativo Tiempo de ejecución: 0 horas</p>
1A5	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La bomba empezó a generar un ruido extraño al momento que se encontraba en funcionamiento y se observó fuga de fluido. Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es pérdida de presión por la falta de una bomba.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Cambio de pistón o pistones afectados. Personal: 02 Mecánicos+ 02 contratistas Tiempo de ejecución: 4 Horas</p>
2A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La bomba se detuvo y el fluido empezó a salir por la válvula y los asientos. Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es parar la bomba para realizar el cambio del elastomero.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Cambio de válvula o elastomero Personal: 02 Mecánicos+ 02 contratistas Tiempo de ejecución: 2 Horas</p>
2A2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se escucha un golpe en el asiento y la válvula. Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es parar la bomba para realizar la revisión del asiento y la válvula.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Cambio de válvula y/o asiento. Personal: 02 Mecánicos+ 02 contratistas Tiempo de ejecución: 2 Horas</p>
2A3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de cambiar la opción a modo manual ocurrió una parada intempestiva en las bombas generando un gran sonido generando también desgaste en los componentes Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es el reinicio de las bombas y evitar que caiga la presión en las estaciones.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Ninguno. Personal: Operativo Tiempo de ejecución: 0 horas</p>

2A4	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La bomba se detuvo y el fluido empezó a salir por la válvula y los asientos. Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado. Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es parar la bomba para realizar el cambio del elastomero.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Cambio de válvula o elastomero Personal: 02 Mecánicos+ 02 contratistas Tiempo de ejecución: 4 Horas</p>
3A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se observó que empezó a fugar fluido y al revisar se detectó que era producto de que no se estaba alojado a la válvula Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado. Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es parar la bomba para realizar el cambio del elastomero.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Cambio de culata. Personal: 02 Mecánicos+ 02 contratistas Tiempo de ejecución: 10 Horas</p>
3A2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se observó que empezó a fugar fluido. Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado. Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es parar la bomba para realizar el cambio del elastomero.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Cambio de culata. Personal: 02 Mecánicos+ 02 contratistas Tiempo de ejecución: 10 Horas</p>
4A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se detuvo la bomba, y se escucho un golpe . Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado. Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es parar la bomba para realizar el cambio del elastomero.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Cambio de rodamientos. Personal: 03 Mecánicos+ 03 contratistas Tiempo de ejecución: 96 Horas</p>
4A2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se escucha un golpe en la bomba y se desgaste de componentes. Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado. Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es parar la bomba para realizar la revisión del asiento y la válvula.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Limpieza de equipo y/o cambio de rodamientos. Personal: 03 Mecánicos+ 03 contratistas Tiempo de ejecución: 96 Horas</p>
4A3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se produjo la alarma de filtro saturado se detuvo la bomba y ello produjo desgaste de componentes. Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado. Si afecta a las Operaciones: Se debe revisar el efecto que se tuvo en los componentes, produciendo que se detenga la bomba.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Cambio de aceite. Personal: 03 Mecánicos+ 03 contratistas Tiempo de ejecución: 10 Horas</p>
4A4	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de cambiar la opción a modo manual ocurrió una parada intempestiva en las bombas generando un gran sonido generando también desgaste en los componentes Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado. Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es el reinicio de las bombas y evitar que caiga la presión en las estaciones.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Ninguno. Personal: Operativo Tiempo de ejecución: 0 horas</p>
4A5	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se escuchó un ruido extraño producto del golpe de ariete produciendo desgaste de los componentes. Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado. Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es el reinicio de las bombas y evitar que caiga la presión en las estaciones.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Ninguno. Personal: - Tiempo de ejecución: 0 Horas</p>

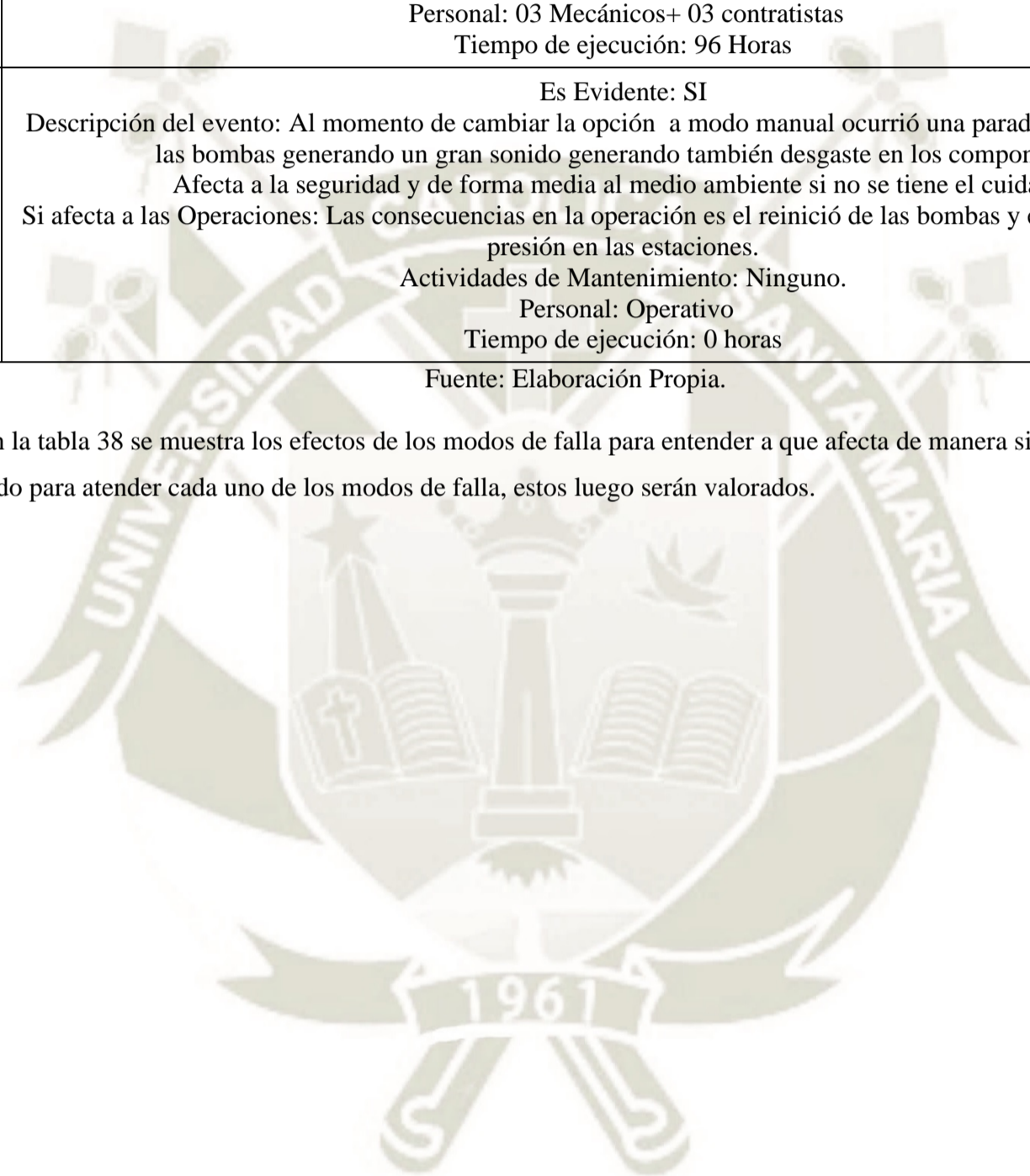
4A6	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Debido al montaje inadecuado se produce el desgaste de los componentes. Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es parar la bomba hasta que se solucione el montaje.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Revisión de los rodamientos y partes de movimiento.</p> <p>Personal: 03 Mecánicos+ 03 contratistas</p> <p>Tiempo de ejecución: 10 Horas</p>
5A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de cambiar la opción a modo manual ocurrió una parada intempestiva en las bombas generando un gran sonido generando también desgaste en los componentes</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es el reinicio de las bombas y evitar que caiga la presión en las estaciones.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Ninguno.</p> <p>Personal: Operativo</p> <p>Tiempo de ejecución: 0 horas</p>
5A2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se produjo la alarma de filtro saturado se detuvo la bomba y ello produjo desgaste de componentes.</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Se debe revisar el efecto que se tuvo en los componentes, produciendo que se detenga la bomba.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Cambio de aceite.</p> <p>Personal: 03 Mecánicos+ 03 contratistas</p> <p>Tiempo de ejecución: 10 Horas</p>
6A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se produjo la alarma de filtro saturado se detuvo la bomba y ello produjo desgaste de componentes.</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Se debe revisar el efecto que se tuvo en los componentes, produciendo que se detenga la bomba.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Cambio de aceite.</p> <p>Personal: 03 Mecánicos+ 03 contratistas</p> <p>Tiempo de ejecución: 10 Horas</p>
6A2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El ruido que se percibía al momento del funcionamiento llamo la atención de uno de los mecánicos y se dieron cuenta de que no se encontraban alineados de la forma adecuada las crucetas y sus componente generando un desgaste de los componentes.</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es la falta de una bomba hasta que se realice el alineamiento correcto</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Inspección y alineamiento crucetas.</p> <p>Personal: 03 Mecánicos+ 03 contratistas</p> <p>Tiempo de ejecución: 10Horas</p>
6A3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de que se produce la rayadura del vástago de la cruceta se contamina el carter de la bomba.</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Se debe de detener la bomba para poder realizar las acciones respectivas reduciendo así la efectividad del bombeo.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Cambio de vástago de Cruceta y limpieza de carter.</p> <p>Personal: 03 Mecánicos+ 03 contratistas</p> <p>Tiempo de ejecución: 6 Horas</p>
6A4	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de cambiar la opción a modo manual ocurrió una parada intempestiva en las bombas generando un gran sonido generando también desgaste en los componentes</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es el reinicio de las bombas y evitar que caiga la presión en las estaciones.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Ninguno.</p> <p>Personal: Operativo</p> <p>Tiempo de ejecución: 0 horas</p>
7A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se detectó que no se estaba lubricando de manera adecuada los componentes y al revisar el sistema de lubricación se vio que la presión de aceite era menor a la establecida.</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>No afecta a las Operaciones</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Llenar aceite e inspección de instrumentos.</p> <p>Personal: 01 Mecánicos+ 01 contratistas</p> <p>Tiempo de ejecución: 10 Horas</p>

7A2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se produjo la alarma de filtro saturado se detuvo la bomba y ello produjo desgaste de componentes.</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Se debe revisar el efecto que se tuvo en los componentes, produciendo que se detenga la bomba.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Cambio de aceite o cambio de filtro.</p> <p>Personal: 01 Mecánicos+ 01 contratistas</p> <p>Tiempo de ejecución: De 2 Horas a 10 horas</p>
8A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de cambiar la opción a modo manual ocurrió una parada intempestiva en las bombas generando un gran sonido generando también desgaste en los componentes</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es el reinicio de las bombas y evitar que caiga la presión en las estaciones.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Ninguno.</p> <p>Personal: Operativo</p> <p>Tiempo de ejecución: 0 horas</p>
8A2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se escuchó un ruido extraño producto del golpe de ariete produciendo desgaste de los componentes.</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es el reinicio de las bombas y evitar que caiga la presión en las estaciones.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Inspección y/o cambio de biela.</p> <p>Personal: 03 Mecánicos+ 03 contratistas</p> <p>Tiempo de ejecución: 96 Horas</p>
9A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de cambiar la opción a modo manual ocurrió una parada intempestiva en las bombas generando un gran sonido generando también desgaste en los componentes</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es el reinicio de las bombas y evitar que caiga la presión en las estaciones.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Ninguno.</p> <p>Personal: Operativo</p> <p>Tiempo de ejecución: 0 horas</p>
9A2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se escuchó un ruido extraño producto del golpe de ariete produciendo desgaste de los componentes.</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es el reinicio de las bombas y evitar que caiga la presión en las estaciones.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Revisión de piñon y/o cambio.</p> <p>Personal: 03 Mecánicos+ 03 contratistas</p> <p>Tiempo de ejecución: De 10 Horasa 96 horas.</p>
9A3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El piñon al no tener la lubricación adecuada empezo a forzar la sincronización con la rueda dentada generando un ruido fuera del que se tenía normalmente produciendo desgaste de los componentes.</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Se debe detener la bomba generando variación en la presión.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Revisión y corregir el sistema de lubricación.</p> <p>Personal: 03 Mecánicos+ 03 contratistas</p> <p>Tiempo de ejecución: 6 Horas</p>
9A4	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El ruido que se percibía al momento del funcionamiento llamo la atención de uno de los mecánicos y se dieron cuenta de que no se encontraban alineados el piñon con la rueda dentada.</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es la falta de una bomba hasta que se realice el alineamiento correcto</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Alinear el piñon.</p> <p>Personal: 03 Mecánicos+ 03 contratistas</p> <p>Tiempo de ejecución: 96 Horas</p>
10A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se escuchó un ruido extraño producto del golpe de ariete produciendo desgaste de los componentes.</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es el reinicio de las bombas y evitar que caiga la presión en las estaciones.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Revisión y/o cambio de rueda dentada.</p> <p>Personal: 03 Mecánicos+ 03 contratistas</p> <p>Tiempo de ejecución: De 10 Horas a 96 horas</p>

<p>10A2</p>	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El piñon al no tener la lubricación adecuada empezo a forzar la sincronización con la rueda dentada generando un ruido fuera del que se tenía normalmente produciendo desgaste de los componentes.</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Se debe detener la bomba generando variación en la presión.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Revisión y corregir el sistema de lubricación.</p> <p>Personal: 03 Mecánicos+ 03 contratistas</p> <p>Tiempo de ejecución: 6 Horas</p>
<p>10A3</p>	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La rueda dentada presentaba un sonido extraño generando el desgaste de la biela y demás componentes</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es la falta de una bomba hasta que se realice el alineamiento correcto</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Alinear la biela.</p> <p>Personal: 03 Mecánicos+ 03 contratistas</p> <p>Tiempo de ejecución: 96 Horas</p>
<p>10A4</p>	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de cambiar la opción a modo manual ocurrió una parada intempestiva en las bombas generando un gran sonido generando también desgaste en los componentes</p> <p>Afecta a la seguridad y de forma media al medio ambiente si no se tiene el cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Las consecuencias en la operación es el reinició de las bombas y evitar que caiga la presión en las estaciones.</p> <p>Actividades de Mantenimiento: Ninguno.</p> <p>Personal: Operativo</p> <p>Tiempo de ejecución: 0 horas</p>

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 38 se muestra los efectos de los modos de falla para entender a que afecta de manera significativa y el tipo de personal requerido para atender cada uno de los modos de falla, estos luego serán valorados.



4.4.1.4. Determinación de NPR-PS1

Tabla 39. Determinación de NPR-PS1

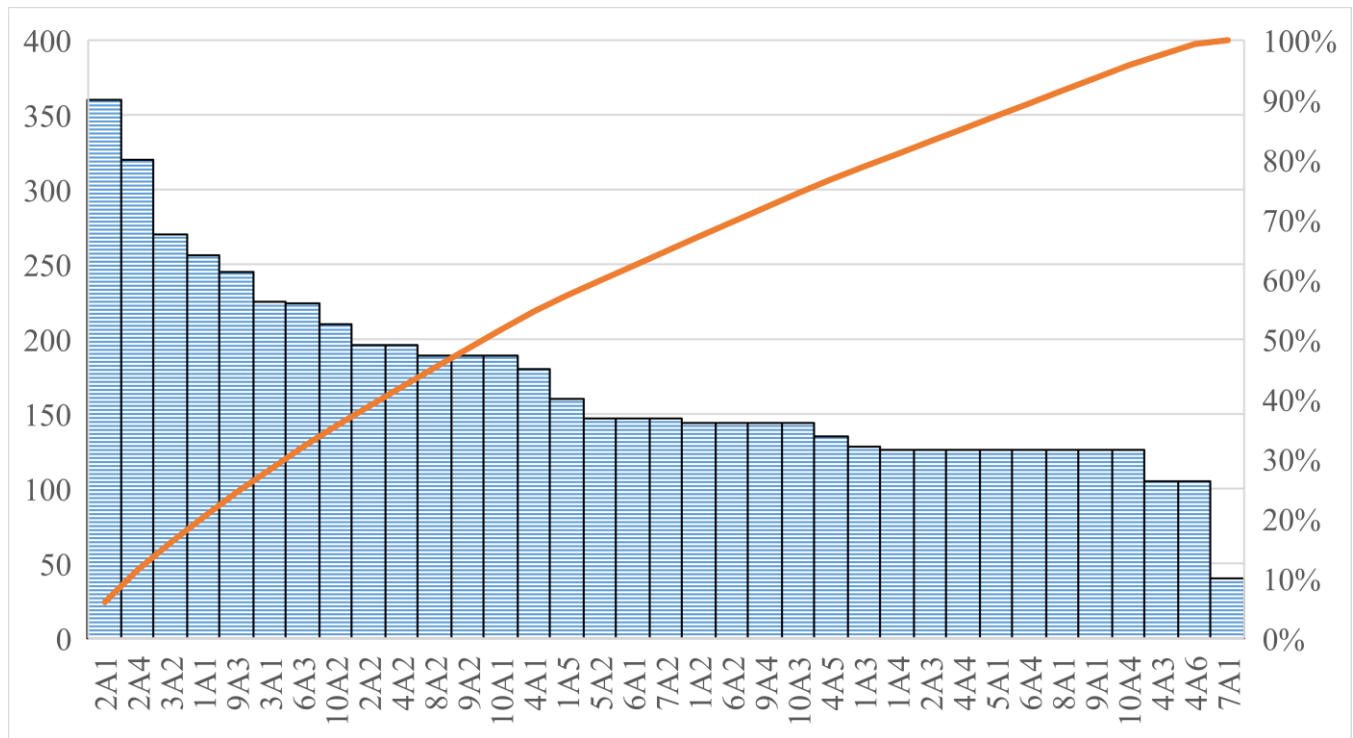
CODIGO	NPR	%	ACUMULADO	CLASIFICACIÓN
2A1	360	6%	6%	A
2A4	320	5%	11%	A
3A2	270	5%	16%	A
1A1	256	4%	20%	A
9A3	245	4%	24%	A
3A1	225	4%	28%	A
6A3	224	4%	32%	A
10A2	210	4%	35%	A
2A2	196	3%	39%	A
4A2	196	3%	42%	A
8A2	189	3%	45%	A
9A2	189	3%	48%	A
10A1	189	3%	52%	A
4A1	180	3%	55%	A
1A5	160	3%	57%	A
5A2	147	2%	60%	A
6A1	147	2%	62%	A
7A2	147	2%	65%	A
1A2	144	2%	67%	A
6A2	144	2%	70%	A
9A4	144	2%	72%	A
10A3	144	2%	74%	A
4A5	135	2%	77%	A
1A3	128	2%	79%	A
1A4	126	2%	81%	B
2A3	126	2%	83%	B
4A4	126	2%	85%	B
5A1	126	2%	87%	B
6A4	126	2%	89%	B
8A1	126	2%	92%	B
9A1	126	2%	94%	B
10A4	126	2%	96%	C
4A3	105	2%	98%	C
4A6	105	2%	99%	C
7A1	40	1%	100%	C

Fuente: Elaboración Propia.

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Comentario: En la tabla 39 se muestra la representación en porcentaje de cada uno de los resultados obtenidos en la evaluación del NPR.

Figura 33. Histograma de determinación NPR-PS1



Fuente: Elaboración Propia.

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Comentario: La figura 32 representa cada una de las valoraciones del NPR resultante, para identificar de manera gráfica cuales serán aquellas que se trabajarán para la mejora.

4.4.2. AMEF en Estaciones

4.4.2.1. Descripción de función principal de equipos en estaciones

Tabla 40. Funciones de componentes de spools

ESTACIÓN	SISTEMA	SUBSISTEMA	COD.	COMPONENTE	COD.	FUNCIÓN PRINCIPAL
PS1/VS1/ VS2/VS3/ VS4/TS1	Transportar Fluido	Spool con recubrimiento interno	1	Poliuretano	1.11	Proteger Internamente a la tubería
				Tubería de Acero	1.12	Transportar el fluido
				Brida	1.13	Unir a los spools

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 40 se muestra los componentes que tiene un spool y sus funciones principales para evitar cualquier tipo de emergencia al momento de transportar el fluido, el poliuretano es el recubrimiento interno que evita el contacto del fluido con la tubería de acero tiene un diámetro menor de $\phi 4 e=8mm$ hasta un diámetro

mayor de $\phi 6 e=12\text{mm}$ de acuerdo con plano; la tubería de acero tienen las siguientes especificaciones API5L, PSL 2, el sch dependerá de la estación en la que se encuentre instalada, las bridas son de material ASTM 694.

4.4.2.2. Identificación de Falla Funcional y Modo de Falla en estaciones

Tabla 41. Falla Funcional y Modo de Falla de los spools

FALLA FUNCIONAL (pérdida de función)	CODIGO	MODO DE FALLA (causa de la falla)	CODIGO
No brindar la protección adecuada a la tubería	1.11X	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	1.11X1
		Bajo espesor	1.11X2
		Aglobamiento	1.11X3
		Desprendimiento de PU	1.11X4
Fuga de Concentrado	1.12X	Desprendimiento de pintura	1.12X1
		Granulado	1.12X2
		Socavación	1.12X3
Descontinuar el recorrido del sistema	1.13X	Socavación	1.13X1

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 41 se muestra las principales fallas funcionales y sus modos de falla; el código variará de acuerdo con la estación que se evalúe, en el caso de VS1 en el código la X será “B”; en VS3 será “C” y en TS1 será “D” para que se diferencie por estación al momento de realizar la evaluación del NPR.

Foto 9. Cavidades internas en spool



Fuente. Empresa Minera, (2019).

Comentario: En la foto 9 se observa el resultado de una videoscopia realizado a un spool T, en el cual se aprecia las cavidades que se han formado producto del concentrado que pasa.

Foto 10. Socavación en Spool



Fuente: Empresa Minera, (2019).

Comentario: En la foto 10 se aprecia un spool que tiene socavación en el poliuretano que recubre internamente el spool, esto genera grandes peligros ya que, si llega a desprenderse todo el poliuretano, la pulpa tendría contacto con el acero generando posiblemente una rotura de tubería.

4.4.2.3.Descripción de Efectos de los modos de fallas en estaciones

Tabla 42. Descripción de Defectos

CODIGO	EFECTOS
1.11X1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
1.11X2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desprendimiento de PU representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
1.12X1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido .</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
3.12X1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se muestra granulaciones en el lado de entrada y salida puede ser producto del proceso de soldadura realizado en la fabricación.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

4.11X1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglomeramiento dentro del spool producto de una falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
6.11X3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Si no se cuenta con el porcentaje adecuado de sólidos de la pulpa esto ocasionará las hendiduras en el spool.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
9.12X1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Debido a que no se pudo mandar a reparar el spool y no se contaba con stock se colocó un parche provisional para que el spool continúe trabajando.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 42 se muestra el efecto que produce cada modo de falla, se resumió de esta forma los efectos 61 de los spools, ya que son similares; el detalle por estación y por spool se encuentra en los anexos, lo cual nos ayudará en la valoración del NPR.

4.4.2.4. Determinación de NPR

a) Determinación de NPR-PS1 (spools)

Tabla 43. Determinación NPR-PS1 (spools)

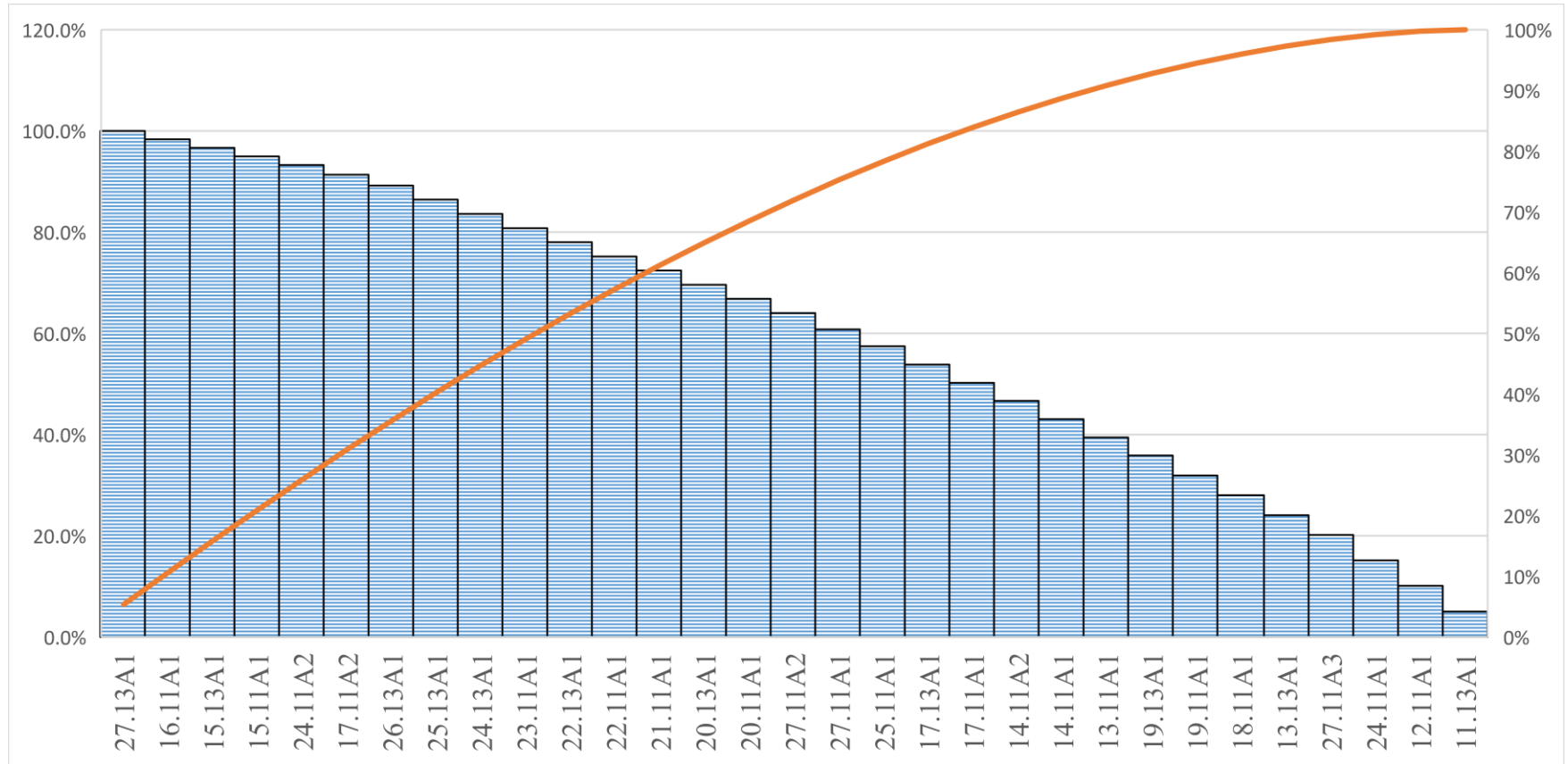
CODIGO	NPR	%	ACUMULADO	CLASIFICACIÓN
11.13A1	252	5.0%	5.0%	A
12.11A1	252	5.0%	10.1%	A
24.11A1	252	5.0%	15.1%	A
27.11A3	252	5.0%	20.2%	A
13.13A1	196	3.9%	24.1%	A
18.11A1	196	3.9%	28.0%	A
19.11A1	196	3.9%	31.9%	A
19.13A1	196	3.9%	35.8%	A
13.11A1	180	3.6%	39.4%	A
14.11A1	180	3.6%	43.0%	A
14.11A2	180	3.6%	46.6%	A
17.11A1	180	3.6%	50.2%	A
17.13A1	180	3.6%	53.8%	A
25.11A1	180	3.6%	57.4%	A
27.11A1	168	3.4%	60.8%	A
27.11A2	160	3.2%	64.0%	A
20.11A1	140	2.8%	66.8%	A
20.13A1	140	2.8%	69.6%	A
21.11A1	140	2.8%	72.4%	A
22.11A1	140	2.8%	75.2%	A
22.13A1	140	2.8%	78.0%	A
23.11A1	140	2.8%	80.8%	A
24.13A1	140	2.8%	83.6%	A
25.13A1	140	2.8%	86.4%	B
26.13A1	140	2.8%	89.2%	B
17.11A2	108	2.2%	91.4%	B
24.11A2	96	1.9%	93.3%	B
15.11A1	84	1.7%	95.0%	C
15.13A1	84	1.7%	96.6%	C
16.11A1	84	1.7%	98.3%	C
27.13A1	84	1.7%	100.0%	C

Fuente: Elaboración Propia

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Comentario: En la tabla 43, se observa la clasificación de las fallas encontradas en los spools alta y medianamente críticos, permitiéndonos conocer las fallas mas recurrentes en los spools.

Figura 34. Histograma de NPR-PS1 (spools)



Fuente: Elaboración Propia

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Comentario: En la figura 33 se representa los resultados obtenidos del NPR de la estación PS1, de los spools de descarga de concentrado que va desde las bombas hasta el spool de salida de PS1, siendo el inicio del envío del concentrado a las demás estaciones.

b) Determinación de NPR-VS1

Tabla 44. Determinación NPR-VS1

CODIGO	NPR	%	ACUMULADO	CLASIFICACIÓN
1.11B1	252	1.05%	1.0%	A
1.11B2	252	1.05%	2.1%	A
2.11B1	252	1.05%	3.1%	A
3.11B1	252	1.05%	4.2%	A
4.11B2	252	1.05%	5.2%	A
5.11B1	252	1.05%	6.3%	A
6.11B1	252	1.05%	7.3%	A
7.11B2	252	1.05%	8.4%	A
8.11B2	252	1.05%	9.4%	A
8.11B3	252	1.05%	10.5%	A
12.11B1	252	1.05%	11.5%	A
12.11B2	252	1.05%	12.6%	A
13.11B1	252	1.05%	13.6%	A
14.11B1	252	1.05%	14.7%	A
15.11B1	252	1.05%	15.7%	A
16.11B2	252	1.05%	16.8%	A
16.11B4	252	1.05%	17.8%	A
17.11B2	252	1.05%	18.9%	A
17.11B3	252	1.05%	19.9%	A
18.11B2	252	1.05%	21.0%	A
18.11B3	252	1.05%	22.0%	A
19.11B1	252	1.05%	23.1%	A
19.11B2	252	1.05%	24.1%	A
20.11B1	252	1.05%	25.2%	A
21.11B1	252	1.05%	26.2%	A
22.11B1	252	1.05%	27.3%	A
22.11B3	252	1.05%	28.3%	A
23.11B2	252	1.05%	29.4%	A
24.11B1	252	1.05%	30.4%	A
24.11B3	252	1.05%	31.5%	A
25.11B1	252	1.05%	32.5%	A
25.11B2	252	1.05%	33.5%	A
26.11B3	252	1.05%	34.6%	A
26.11B4	252	1.05%	35.6%	A
27.11B3	252	1.05%	36.7%	A
28.11B1	252	1.05%	37.7%	A
29.11B1	252	1.05%	38.8%	A
29.11B3	252	1.05%	39.8%	A
30.11B1	252	1.05%	40.9%	A
30.11B2	252	1.05%	41.9%	A
31.11B1	252	1.05%	43.0%	A

31.11B3	252	1.05%	44.0%	A
32.11B1	252	1.05%	45.1%	A
33.11B1	252	1.05%	46.1%	A
33.11B2	252	1.05%	47.2%	A
34.11B1	252	1.05%	48.2%	A
34.11B3	252	1.05%	49.3%	A
35.11B1	252	1.05%	50.3%	A
36.11B1	252	1.05%	51.4%	A
37.11B1	252	1.05%	52.4%	A
27.11B2	224	0.93%	53.4%	A
4.11B1	216	0.90%	54.3%	A
6.11B2	216	0.90%	55.2%	A
7.11B1	216	0.90%	56.0%	A
8.11B1	216	0.90%	56.9%	A
13.11B2	216	0.90%	57.8%	A
14.11B2	216	0.90%	58.7%	A
15.11B2	216	0.90%	59.6%	A
16.11B3	216	0.90%	60.5%	A
17.11B4	216	0.90%	61.4%	A
18.11B4	216	0.90%	62.3%	A
19.11B3	216	0.90%	63.2%	A
22.11B2	216	0.90%	64.1%	A
25.11B3	216	0.90%	65.0%	A
26.11B2	216	0.90%	65.9%	A
29.11B2	216	0.90%	66.8%	A
30.11B3	216	0.90%	67.7%	A
31.11B2	216	0.90%	68.6%	A
32.11B2	216	0.90%	69.5%	A
34.11B2	216	0.90%	70.4%	A
35.11B2	216	0.90%	71.3%	A
37.11B2	216	0.90%	72.2%	A
38.11B1	196	0.82%	73.0%	A
39.11B1	196	0.82%	73.9%	A
40.11B1	196	0.82%	74.7%	A
41.11B1	196	0.82%	75.5%	A
42.11B1	196	0.82%	76.3%	A
11.11B2	192	0.80%	77.1%	A
1.12B1	180	0.75%	77.8%	A
1.13B1	180	0.75%	78.6%	A
3.12B1	180	0.75%	79.3%	A
6.12B1	180	0.75%	80.1%	A
38.12B1	180	0.75%	80.8%	A
38.13B1	180	0.75%	81.6%	A
39.12B1	180	0.75%	82.3%	A
39.13B1	180	0.75%	83.1%	A
40.12B1	180	0.75%	83.8%	A

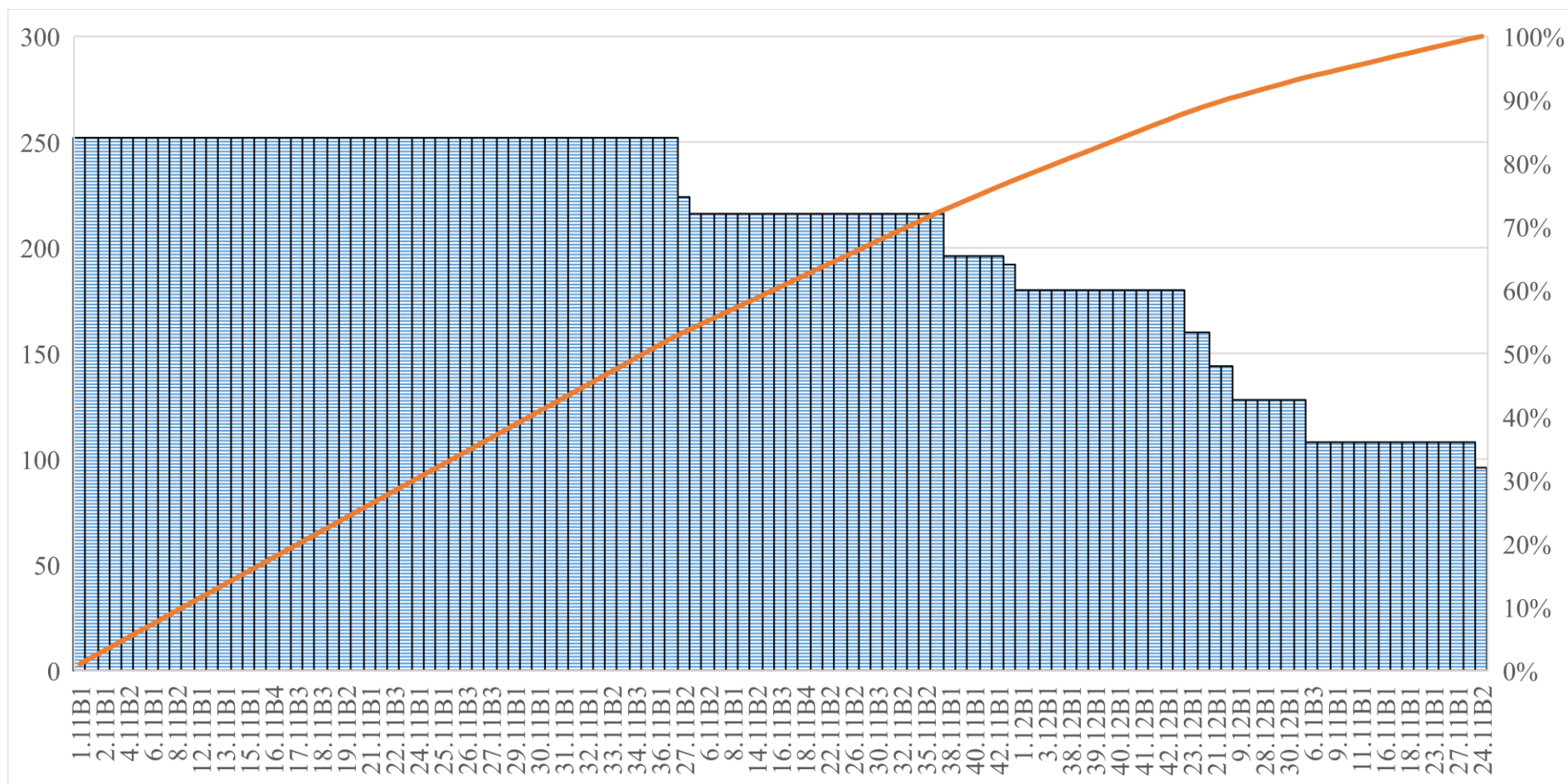
40.13B1	180	0.75%	84.6%	A
41.12B1	180	0.75%	85.3%	B
41.13B1	180	0.75%	86.1%	B
42.12B1	180	0.75%	86.8%	B
42.13B1	180	0.75%	87.6%	B
23.12B1	160	0.67%	88.3%	B
27.12B1	160	0.67%	88.9%	B
21.12B1	144	0.60%	89.5%	B
26.12B1	144	0.60%	90.1%	B
9.12B1	128	0.53%	90.6%	B
27.12B2	128	0.53%	91.2%	B
28.12B1	128	0.53%	91.7%	B
29.12B1	128	0.53%	92.2%	B
30.12B1	128	0.53%	92.8%	B
33.12B1	128	0.53%	93.3%	B
6.11B3	108	0.45%	93.8%	B
8.11B4	108	0.45%	94.2%	B
9.11B1	108	0.45%	94.7%	B
10.11B1	108	0.45%	95.1%	C
11.11B1	108	0.45%	95.6%	C
15.11B3	108	0.45%	96.0%	C
16.11B1	108	0.45%	96.5%	C
17.11B1	108	0.45%	96.9%	C
18.11B1	108	0.45%	97.4%	C
21.11B2	108	0.45%	97.8%	C
23.11B1	108	0.45%	98.3%	C
26.11B1	108	0.45%	98.7%	C
27.11B1	108	0.45%	99.2%	C
42.11B2	108	0.45%	99.6%	C
24.11B2	96	0.40%	100.0%	C

Fuente: Elaboración Propia.

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Comentario: En la tabla 44 se muestra el resultado y el porcentaje obtenido de los spools dentro de la estación VS1, se clasificó los resultados en Pareto para poder evaluar los resultados y plantear las mejoras para reducir los porcentajes.

Figura 35. Histograma de NPR-VS1



Fuente: Elaboración Propia.

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Comentario: En la figura 34 se muestra los resultados obteniendo una gran cantidad de spools que deberán de ser evaluados para reducir dichas fallas.

c) **Determinación NPR-VS2**

Tabla 45.Determinación NPR-VS2

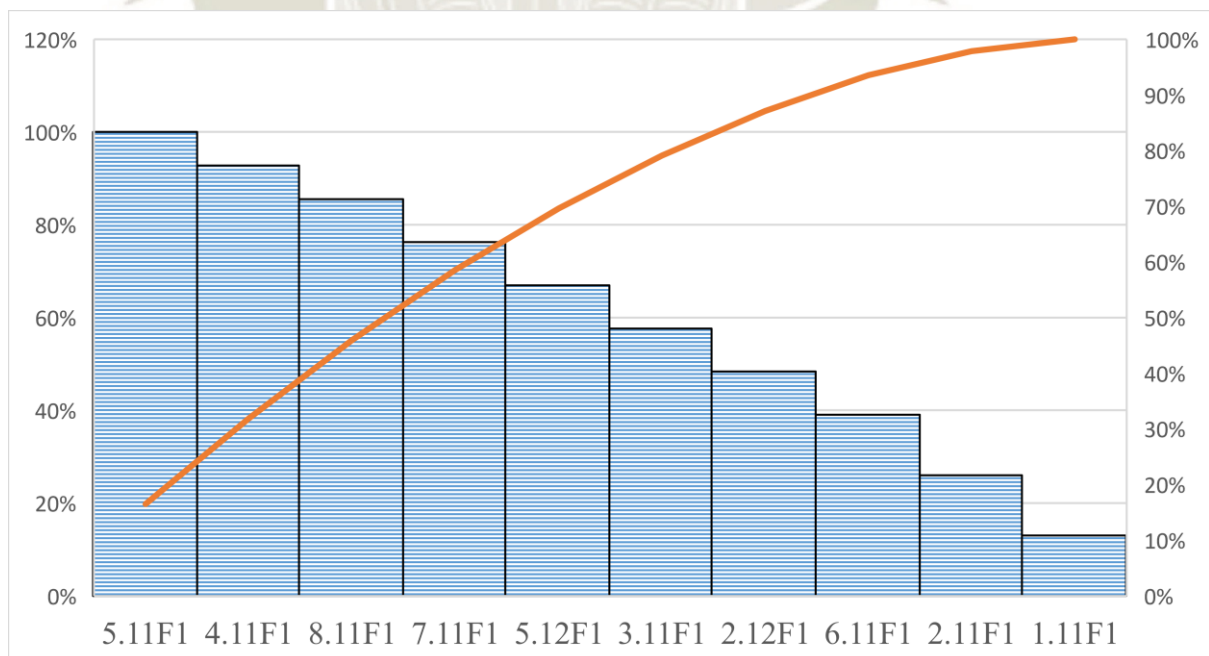
CODIGO	NPR	%	ACUMULADO	CLASIFICACIÓN
1.11F1	252	13%	13%	A
2.11F1	252	13%	26%	A
6.11F1	252	13%	39%	A
2.12F1	180	9%	48%	A
3.11F1	180	9%	58%	A
5.12F1	180	9%	67%	A
7.11F1	180	9%	76%	A
8.11F1	180	9%	86%	B
4.11F1	140	7%	93%	B
5.11F1	140	7%	100%	C

Fuente: Elaboración Propia.

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Comentario: En la tabla 45 se muestra los resultados de NPR de la estación de válvulas VS2, se analizó los spools que presentaron criticidad alta y media; lo cual nos ayudará a identificar las fallas más recurrentes en dicha estación.

Figura 36.Histograma de NPR-VS2



Fuente: Elaboración Propia.

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Comentario: En la figura 35 se muestra la representación en Pareto de los resultados realizados a la estación VS2.

d) Determinación NPR-VS3

Tabla 46. Determinación NPR-VS3

CODIGO	NPR	%	ACUMULADO	CLASIFICACIÓN
1.11C1	252	1.1%	1.1%	A
1.11C3	252	1.1%	2.2%	A
2.11C1	252	1.1%	3.2%	A
2.11C2	252	1.1%	4.3%	A
3.11C1	252	1.1%	5.4%	A
3.11C2	252	1.1%	6.5%	A
4.11C1	252	1.1%	7.6%	A
5.11C3	252	1.1%	8.6%	A
6.11C1	252	1.1%	9.7%	A
6.11C3	252	1.1%	10.8%	A
7.11C1	252	1.1%	11.9%	A
7.11C3	252	1.1%	13.0%	A
8.11C1	252	1.1%	14.1%	A
9.11C2	252	1.1%	15.1%	A
10.11C2	252	1.1%	16.2%	A
10.11C3	252	1.1%	17.3%	A
11.11C1	252	1.1%	18.4%	A
11.11C3	252	1.1%	19.5%	A
12.11C1	252	1.1%	20.5%	A
12.11C3	252	1.1%	21.6%	A
13.11C1	252	1.1%	22.7%	A
13.11C2	252	1.1%	23.8%	A
14.11C1	252	1.1%	24.9%	A
14.11C2	252	1.1%	25.9%	A
21.11C1	252	1.1%	27.0%	A
21.11C3	252	1.1%	28.1%	A
22.11C1	252	1.1%	29.2%	A
22.11C2	252	1.1%	30.3%	A
38.11C1	252	1.1%	31.3%	A
38.11C2	252	1.1%	32.4%	A
42.11C1	252	1.1%	33.5%	A
42.11C2	252	1.1%	34.6%	A
43.11C1	252	1.1%	35.7%	A
44.11C1	252	1.1%	36.8%	A
44.11C2	252	1.1%	37.8%	A
4.11C3	224	1.0%	38.8%	A
5.11C1	224	1.0%	39.8%	A
1.11C2	216	0.9%	40.7%	A

4.11C2	216	0.9%	41.6%	A
5.11C2	216	0.9%	42.5%	A
6.11C2	216	0.9%	43.5%	A
7.11C2	216	0.9%	44.4%	A
8.11C2	216	0.9%	45.3%	A
9.11C1	216	0.9%	46.2%	A
11.11C2	216	0.9%	47.2%	A
12.11C2	216	0.9%	48.1%	A
14.11C3	216	0.9%	49.0%	A
21.11C2	216	0.9%	49.9%	A
43.11C2	216	0.9%	50.9%	A
45.11C1	216	0.9%	51.8%	A
23.11C1	196	0.8%	52.6%	A
23.11C2	196	0.8%	53.5%	A
24.11C1	196	0.8%	54.3%	A
25.11C1	196	0.8%	55.2%	A
25.11C2	196	0.8%	56.0%	A
26.11C1	196	0.8%	56.8%	A
26.11C2	196	0.8%	57.7%	A
27.11C1	196	0.8%	58.5%	A
28.11C1	196	0.8%	59.4%	A
29.11C1	196	0.8%	60.2%	A
29.11C2	196	0.8%	61.1%	A
30.11C1	196	0.8%	61.9%	A
30.11C2	196	0.8%	62.7%	A
31.11C1	196	0.8%	63.6%	A
31.11C2	196	0.8%	64.4%	A
32.11C1	196	0.8%	65.3%	A
32.11C2	196	0.8%	66.1%	A
33.11C1	196	0.8%	66.9%	A
34.11C1	196	0.8%	67.8%	A
34.11C2	196	0.8%	68.6%	A
35.11C1	196	0.8%	69.5%	A
36.11C1	196	0.8%	70.3%	A
36.11C3	196	0.8%	71.1%	A
39.11C1	196	0.8%	72.0%	A
39.11C2	196	0.8%	72.8%	A
40.11C2	196	0.8%	73.7%	A
41.11C1	196	0.8%	74.5%	A
41.11C2	196	0.8%	75.3%	A
46.11C1	196	0.8%	76.2%	A
46.11C3	196	0.8%	77.0%	A
47.11C1	196	0.8%	77.9%	A

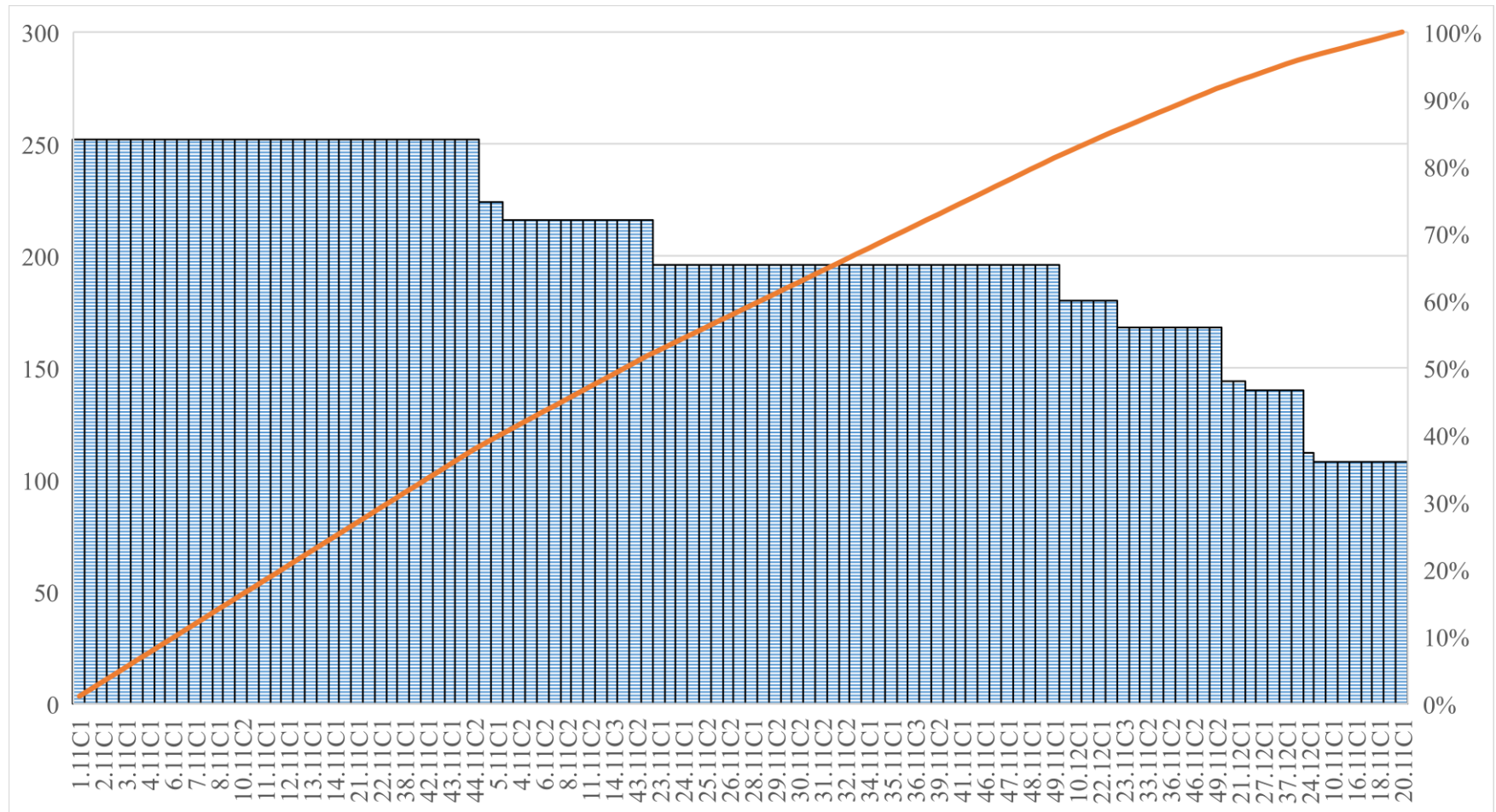
47.11C2	196	0.8%	78.7%	A
48.11C1	196	0.8%	79.5%	A
48.11C3	196	0.8%	80.4%	A
49.11C1	196	0.8%	81.2%	A
6.12C1	180	0.8%	82.0%	A
10.12C1	180	0.8%	82.8%	A
13.12C1	180	0.8%	83.5%	A
22.12C1	180	0.8%	84.3%	A
42.12C1	180	0.8%	85.1%	B
23.11C3	168	0.7%	85.8%	B
31.11C3	168	0.7%	86.5%	B
33.11C2	168	0.7%	87.3%	B
35.11C2	168	0.7%	88.0%	B
36.11C2	168	0.7%	88.7%	B
40.11C1	168	0.7%	89.4%	B
46.11C2	168	0.7%	90.1%	B
48.11C2	168	0.7%	90.9%	B
49.11C2	168	0.7%	91.6%	B
10.12C2	144	0.6%	92.2%	B
21.12C1	144	0.6%	92.8%	B
26.12C1	140	0.6%	93.4%	B
27.12C1	140	0.6%	94.0%	B
35.12C1	140	0.6%	94.6%	B
37.12C1	140	0.6%	95.2%	C
39.12C1	140	0.6%	95.8%	C
24.12C1	112	0.5%	96.3%	C
2.11C3	108	0.5%	96.8%	C
10.11C1	108	0.5%	97.2%	C
15.11C1	108	0.5%	97.7%	C
16.11C1	108	0.5%	98.1%	C
17.11C1	108	0.5%	98.6%	C
18.11C1	108	0.5%	99.1%	C
19.11C1	108	0.5%	99.5%	C
20.11C1	108	0.5%	100.0%	C

Fuente: Elaboración Propia.

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Comentario: En la tabla 46 se apreció los resultados obtenidos de la estación VS3, donde se tomará en cuenta aquellos que se encuentran clasificados en Pareto.

Figura 37. Histograma NPR-VS3



Fuente: Elaboración Propia.

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Comentario: En la figura 36 se grafica los resultados obtenidos para apreciar la cantidad de spools a evaluar y plantear mejoras.

e) **Determinación NPR-VS4**

Tabla 47. Determinación NPR-VS4

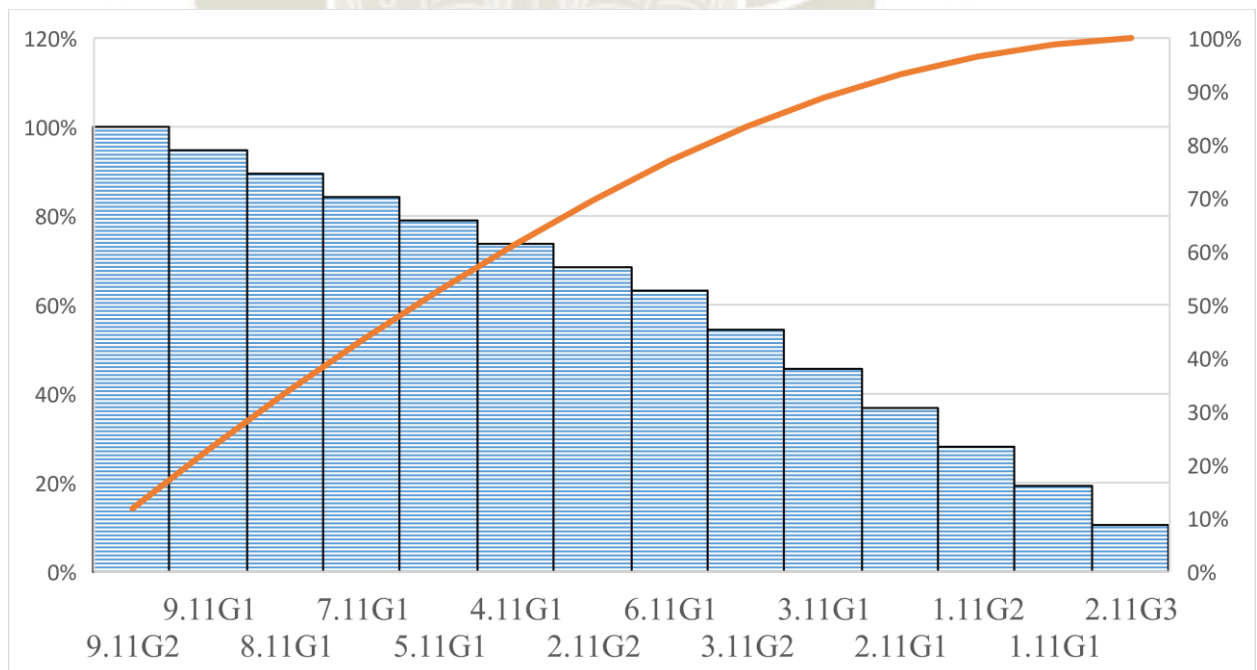
CODIGO	NPR	%	ACUMULADO	CLASIFICACIÓN
2.11G3	216	11%	11%	A
1.11G1	180	9%	19%	A
1.11G2	180	9%	28%	A
2.11G1	180	9%	37%	A
3.11G1	180	9%	46%	A
3.11G2	180	9%	54%	A
6.11G1	180	9%	63%	A
2.11G2	108	5%	68%	A
4.11G1	108	5%	74%	A
5.11G1	108	5%	79%	A
7.11G1	108	5%	84%	A
8.11G1	108	5%	89%	B
9.11G1	108	5%	95%	C
9.11G2	108	5%	100%	C

Fuente: Elaboración Propia.

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Comentario: En la tabla 47 se muestra los resultados de las fallas más recurrentes en la estación VS4, lo que nos permitirá identificar las fallas que tienen los spools en esta estación.

Figura 38. Histograma NPR-VS4



Fuente: Elaboración Propia.

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Comentario: En la figura 37 se representa los resultados obtenidos del NPR en la estación VS4 permitiendonos conocer cuales podrán ser las mejoras planteadas.

f) **Determinación NPR-TS1**

Tabla 48.Determinación NPR-TS1

CODIGO	NPR	%	ACUMULADO	CLASIFICACIÓN
1.11D2	252	1.0%	1.0%	A
2.11D1	252	1.0%	2.1%	A
2.11D2	252	1.0%	3.1%	A
3.11D2	252	1.0%	4.1%	A
4.11D1	252	1.0%	5.2%	A
6.11D3	252	1.0%	6.2%	A
8.11D2	252	1.0%	7.2%	A
8.11D3	252	1.0%	8.2%	A
9.11D2	252	1.0%	9.3%	A
10.11D1	252	1.0%	10.3%	A
11.11D2	252	1.0%	11.3%	A
12.11D1	252	1.0%	12.4%	A
12.11D2	252	1.0%	13.4%	A
13.11D2	252	1.0%	14.4%	A
13.11D3	252	1.0%	15.5%	A
14.11D1	252	1.0%	16.5%	A
14.11D2	252	1.0%	17.5%	A
15.11D1	252	1.0%	18.6%	A
15.11D2	252	1.0%	19.6%	A
16.11D1	252	1.0%	20.6%	A
16.11D2	252	1.0%	21.6%	A
17.11D1	252	1.0%	22.7%	A
17.11D3	252	1.0%	23.7%	A
18.11D1	252	1.0%	24.7%	A
18.11D3	252	1.0%	25.8%	A
19.11D1	252	1.0%	26.8%	A
19.11D3	252	1.0%	27.8%	A
20.11D2	252	1.0%	28.9%	A
36.11D1	252	1.0%	29.9%	A
37.11D3	252	1.0%	30.9%	A
38.11D2	252	1.0%	32.0%	A
39.11D2	252	1.0%	33.0%	A
40.11D2	252	1.0%	34.0%	A
42.11D1	252	1.0%	35.0%	A
42.11D3	252	1.0%	36.1%	A
43.11D2	252	1.0%	37.1%	A
43.11D3	252	1.0%	38.1%	A
44.11D2	252	1.0%	39.2%	A

45.11D1	252	1.0%	40.2%	A
46.11D1	252	1.0%	41.2%	A
50.11D2	252	1.0%	42.3%	A
52.11D1	252	1.0%	43.3%	A
1.11D1	216	0.9%	44.2%	A
4.11D2	216	0.9%	45.1%	A
6.11D2	216	0.9%	45.9%	A
7.11D1	216	0.9%	46.8%	A
8.11D1	216	0.9%	47.7%	A
9.11D1	216	0.9%	48.6%	A
10.11D2	216	0.9%	49.5%	A
11.11D1	216	0.9%	50.4%	A
13.11D1	216	0.9%	51.2%	A
14.11D3	216	0.9%	52.1%	A
15.11D3	216	0.9%	53.0%	A
16.11D3	216	0.9%	53.9%	A
17.11D2	216	0.9%	54.8%	A
18.11D2	216	0.9%	55.7%	A
19.11D2	216	0.9%	56.5%	A
20.11D1	216	0.9%	57.4%	A
38.11D1	216	0.9%	58.3%	A
39.11D1	216	0.9%	59.2%	A
40.11D1	216	0.9%	60.1%	A
41.11D1	216	0.9%	61.0%	A
42.11D2	216	0.9%	61.8%	A
43.11D1	216	0.9%	62.7%	A
44.11D1	216	0.9%	63.6%	A
45.11D2	216	0.9%	64.5%	A
49.11D1	216	0.9%	65.4%	A
50.11D1	216	0.9%	66.3%	A
52.11D2	216	0.9%	67.1%	A
22.11D1	196	0.8%	67.9%	A
22.11D2	196	0.8%	68.8%	A
26.11D1	196	0.8%	69.6%	A
26.11D2	196	0.8%	70.4%	A
28.11D1	196	0.8%	71.2%	A
29.11D1	196	0.8%	72.0%	A
30.11D1	196	0.8%	72.8%	A
30.11D2	196	0.8%	73.6%	A
31.11D2	196	0.8%	74.4%	A
32.11D2	196	0.8%	75.2%	A
33.11D1	196	0.8%	76.0%	A
34.11D1	196	0.8%	76.8%	A

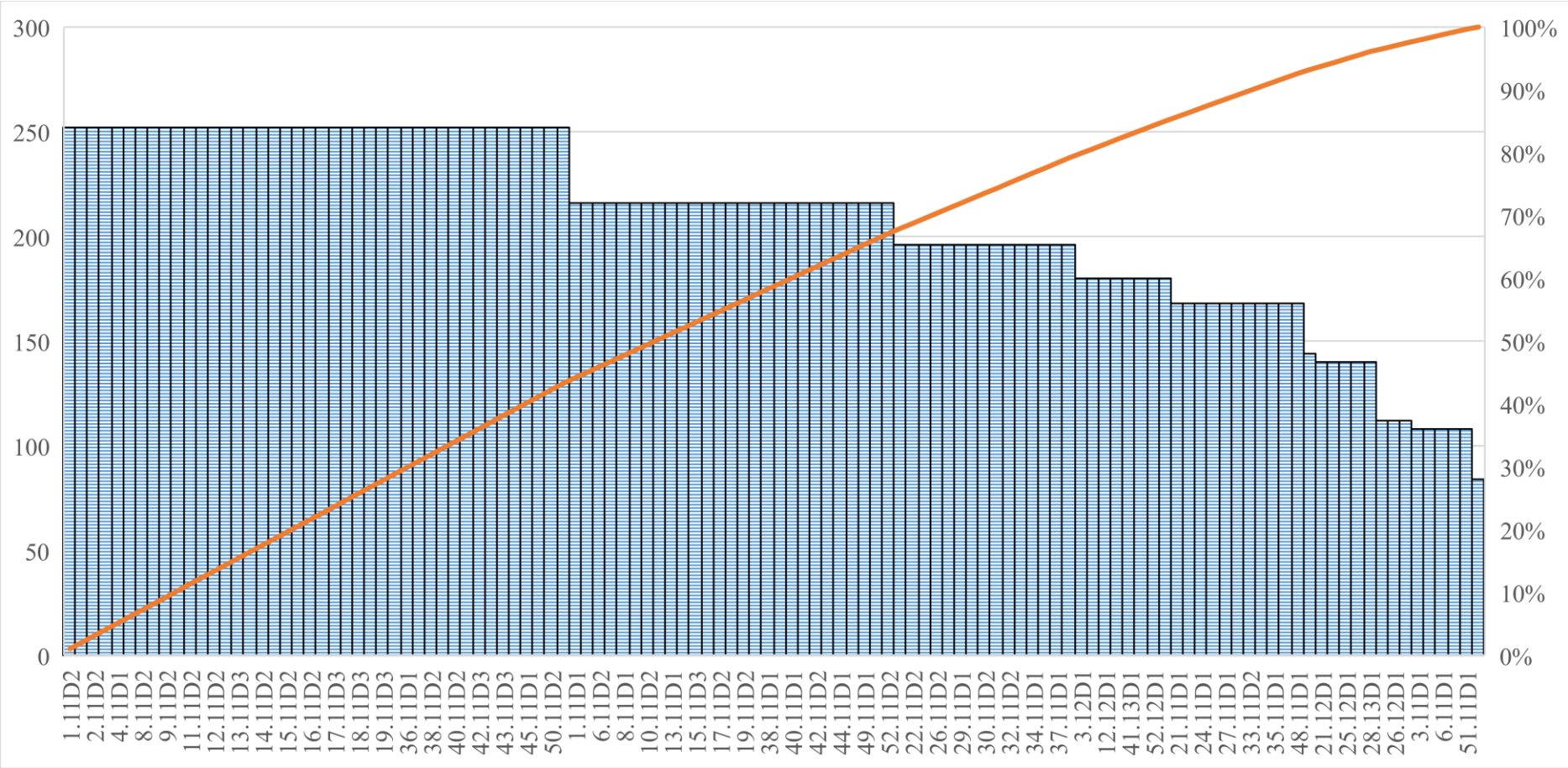
34.11D2	196	0.8%	77.6%	A
37.11D1	196	0.8%	78.4%	A
47.11D1	196	0.8%	79.2%	A
3.12D1	180	0.7%	79.9%	A
6.12D1	180	0.7%	80.6%	A
12.12D1	180	0.7%	81.4%	A
38.13D1	180	0.7%	82.1%	A
41.13D1	180	0.7%	82.9%	A
44.13D1	180	0.7%	83.6%	A
52.12D1	180	0.7%	84.3%	A
52.12D2	180	0.7%	85.1%	B
21.11D1	168	0.7%	85.7%	B
23.11D1	168	0.7%	86.4%	B
24.11D1	168	0.7%	87.1%	B
25.11D1	168	0.7%	87.8%	B
27.11D1	168	0.7%	88.5%	B
31.11D1	168	0.7%	89.2%	B
33.11D2	168	0.7%	89.9%	B
34.11D3	168	0.7%	90.6%	B
35.11D1	168	0.7%	91.2%	B
47.11D2	168	0.7%	91.9%	B
48.11D1	168	0.7%	92.6%	B
10.12D1	144	0.6%	93.2%	B
21.12D1	140	0.6%	93.8%	B
24.12D1	140	0.6%	94.4%	B
25.12D1	140	0.6%	94.9%	B
26.12D2	140	0.6%	95.5%	C
28.13D1	140	0.6%	96.1%	C
22.12D1	112	0.5%	96.5%	C
26.12D1	112	0.5%	97.0%	C
33.12D1	112	0.5%	97.4%	C
3.11D1	108	0.4%	97.9%	C
5.11D1	108	0.4%	98.3%	C
6.11D1	108	0.4%	98.8%	C
37.11D2	108	0.4%	99.2%	C
51.11D1	108	0.4%	99.7%	C
32.11D1	84	0.3%	100.0%	C

Fuente: Elaboración Propia.

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Comentario: En la tabla 48 se presenta los spools con resultados elevados lo cual nos ayudará a plantear las soluciones para las fallas encontradas.

Figura 39. Histograma NPR-TS1



Fuente: Elaboración Propia.

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Comentario: En la figura 38 se grafica los resultados de TS1, para ver reflejada la cantidad y porcentaje de spools que se realizará la mejora para beneficio del área.

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA DE MEJORA

5.1. Planteamiento de mejora a partir de resultados del AMEF

Como se detalló anteriormente sobre la herramienta a utilizar en el trabajo, el Análisis de del Modo y Efectos de Falla (AMEF) es una metodología que nos permite evaluar y poder reconocer cuales son las fallas potenciales de los componentes y también conocer que efectos representa en su funcionalidad, ayudándonos a reducir o eliminar las probabilidades de que vuelvan a ocurrir, teniendo en cuenta que estos hallazgos deben de ser documentados para evitar que se cometan nuevamente en un futuro.

Con el análisis AMEF será posible la identificación de las formas en las que un procesos, producto o componente presenten una falla. De esta manera se puede preveer y clasificar la falla en orden de prioridad. Para ello podemos identificar los siguientes análisis de AMEF:

- De Diseño: Utilizado en el análisis de diseño que afecta la funcionalidad.
- De Proceso: Donde se analizan las actividades de producción, como es el de manufactura o ensamble para evitar los defectos.

Los modos de falla pueden derivarse de causas identificadas en el AMEF de diseño y por esto es tan importante la aplicación de estas herramientas ya que se proporciona la información necesaria para hacer los ajustes al proceso y culminar con un producto que realmente cumpla con los requerimientos del cliente.

Para realizar el AMEF es recomendable contar con un equipo multidisciplinario para tener los diferentes puntos de vista y evaluación de los componentes, el equipo puede constar de 1 ingeniero responsable del sistema, producto o proceso de manufactura y ensamble, así como representantes de las áreas de Diseño, Calidad, Confiabilidad, Servicio, Compras, Proveedores y otros expertos en la materia que sea conveniente.

Según Paul James en su libro Gestión de la calidad Total (Prentice Hall, 1996); el aseguramiento de la calidad de producción mediante controles y auditorias de producto y proceso, generan un cambio positivo en el concepto de la calidad en la producción. La Ingeniería prepara los Planes de Calidad correspondientes (Paul James, 1996).

Se utilizan herramientas tales como el Control Estadístico de Procesos (SPC), el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMEF), el Diseño de Experimentos (DOE) y en algunos casos Sistemas de Ayuda por Ordenador (CAQ).

Paul James, (1996) nos muestra que el concepto de mejora permanente promueve y establece una cultura de prevención y mejora continua de los procesos donde implica la idea de gestionar un grupo de trabajo de forma tal que se lleve a la organización hacia la excelencia.

El cual enfatiza uno de sus artículos en la eliminación los costos, errores y busca mejorar la satisfacción del cliente con menos trabajo, esto lo ejecuta por medio del análisis de modo y efecto de falla, donde implementa esta herramienta con una ligera variación que busca ser más eficaz, atendiendo así las fallas actuales del proceso en lugar de los problemas potenciales. Ya que se considera como un requisito básico, esta práctica permite la reducción de costos y tiempos muertos. A continuación, se muestra el resultado del AMEF de las diferentes estaciones y bombas:

Tabla 49. Resultado de AMEF- PS1

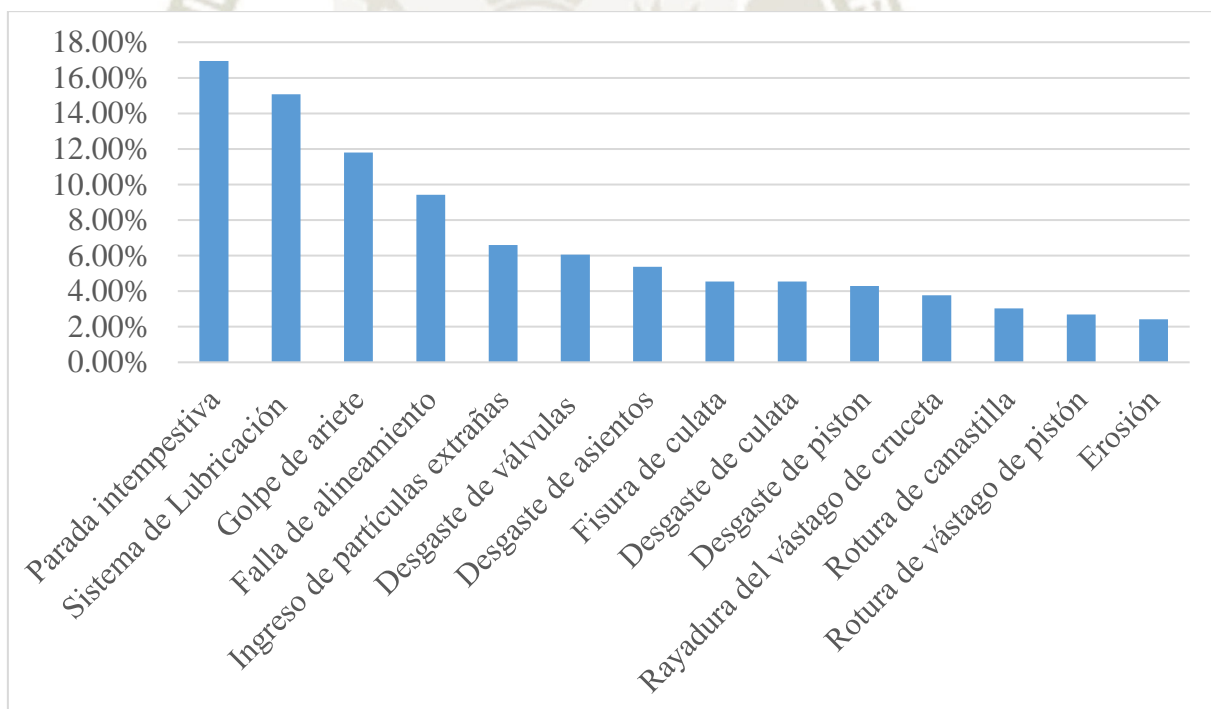
CODIGO	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	INTERPRETACIÓN	%
2A1	8	9	5	360	Inaceptable(I)	35.5%
2A4	8	8	5	320	Inaceptable(I)	
3A2	9	5	6	270	Inaceptable(I)	
1A1	8	8	4	256	Inaceptable(I)	
9A3	7	7	5	245	Inaceptable(I)	
3A1	9	5	5	225	Inaceptable(I)	
6A3	8	7	4	224	Inaceptable(I)	
10A2	7	6	5	210	Inaceptable(I)	
2A2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)	60.3%
4A2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)	
8A2	9	7	3	189	Reducción Desable (R)	
9A2	9	7	3	189	Reducción Desable (R)	
10A1	9	7	3	189	Reducción Desable (R)	
4A1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	
1A5	8	5	4	160	Reducción Desable (R)	
5A2	7	7	3	147	Reducción Desable (R)	
6A1	7	7	3	147	Reducción Desable (R)	
7A2	7	7	3	147	Reducción Desable (R)	
1A2	8	6	3	144	Reducción Desable (R)	
6A2	9	4	4	144	Reducción Desable (R)	

9A4	9	4	4	144	Reducción Desable (R)	
10A3	9	4	4	144	Reducción Desable (R)	
4A5	9	5	3	135	Reducción Desable (R)	
1A3	8	4	4	128	Reducción Desable (R)	
1A4	9	7	2	126	Reducción Desable (R)	
2A3	9	7	2	126	Reducción Desable (R)	
4A4	9	7	2	126	Reducción Desable (R)	
5A1	9	7	2	126	Reducción Desable (R)	
6A4	9	7	2	126	Reducción Desable (R)	
8A1	9	7	2	126	Reducción Desable (R)	
9A1	9	7	2	126	Reducción Desable (R)	
10A4	9	7	2	126	Reducción Desable (R)	
4A3	7	5	3	105	Acceptable(A)	4.2%
4A6	7	5	3	105	Acceptable(A)	
7A1	5	4	2	40	Acceptable(A)	

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 40. Resultado de Modos de Falla-Componentes Bombas PS1



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 50. Resultado de AMEF-PS1 (spools)

CODIGO	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	INTERPRETACIÓN	%
11.13A1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	20.2%
12.11A1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
24.11A1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
27.11A3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
13.13A1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)	69.0%
18.11A1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)	
19.11A1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)	
19.13A1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)	
13.11A1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	
14.11A1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	
14.11A2	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	
17.11A1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	
17.13A1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	
25.11A1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	
27.11A1	7	6	4	168	Reducción Desable (R)	
27.11A2	8	5	4	160	Reducción Desable (R)	
20.11A1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)	
20.13A1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)	
21.11A1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)	
22.11A1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)	
22.13A1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)	
23.11A1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)	
24.13A1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)	
25.13A1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)	
26.13A1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)	
17.11A2	9	3	4	108	Aceptable(A)	10.8%
24.11A2	8	3	4	96	Aceptable(A)	
15.11A1	7	3	4	84	Aceptable(A)	
15.13A1	7	3	4	84	Aceptable(A)	
16.11A1	7	3	4	84	Aceptable(A)	
27.13A1	7	3	4	84	Aceptable(A)	

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 51. Resultado de AMEF-VS1

CODIGO	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	INTERPRETACIÓN	%
1.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	72.20%
1.11B2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
2.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
3.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
4.11B2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
5.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
6.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
7.11B2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
8.11B2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
8.11B3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
12.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
12.11B2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
13.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
14.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
15.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
16.11B2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
16.11B4	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
17.11B2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
17.11B3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
18.11B2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
18.11B3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
19.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
19.11B2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
20.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
21.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
22.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
22.11B3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
23.11B2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
24.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
24.11B3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
25.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
25.11B2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
26.11B3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
26.11B4	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
27.11B3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
28.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
29.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
29.11B3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
30.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
30.11B2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	

31.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
31.11B3	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
32.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
33.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
33.11B2	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
34.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
34.11B3	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
35.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
36.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
37.11B1	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
27.11B2	8	7	4	224	Inaceptable(I)		
4.11B1	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
6.11B2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
7.11B1	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
8.11B1	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
13.11B2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
14.11B2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
15.11B2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
16.11B3	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
17.11B4	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
18.11B4	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
19.11B3	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
22.11B2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
25.11B3	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
26.11B2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
29.11B2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
30.11B3	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
31.11B2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
32.11B2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
34.11B2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
35.11B2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
37.11B2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
38.11B1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		21.1%
39.11B1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
40.11B1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
41.11B1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
42.11B1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
11.11B2	8	6	4	192	Reducción Desable (R)		
1.12B1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
1.13B1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
3.12B1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
6.12B1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
38.12B1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
38.13B1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		

39.12B1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
39.13B1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
40.12B1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
40.13B1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
41.12B1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
41.13B1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
42.12B1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
42.13B1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
23.12B1	8	5	4	160	Reducción Desable (R)		
27.12B1	8	5	4	160	Reducción Desable (R)		
21.12B1	9	4	4	144	Reducción Desable (R)		
26.12B1	9	4	4	144	Reducción Desable (R)		
9.12B1	8	4	4	128	Reducción Desable (R)		
27.12B2	8	4	4	128	Reducción Desable (R)		
28.12B1	8	4	4	128	Reducción Desable (R)		
29.12B1	8	4	4	128	Reducción Desable (R)		
30.12B1	8	4	4	128	Reducción Desable (R)		
33.12B1	8	4	4	128	Reducción Desable (R)		
6.11B3	9	3	4	108	Aceptable(A)		6.7%
8.11B4	9	3	4	108	Aceptable(A)		
9.11B1	9	3	4	108	Aceptable(A)		
10.11B1	9	3	4	108	Aceptable(A)		
11.11B1	9	3	4	108	Aceptable(A)		
15.11B3	9	3	4	108	Aceptable(A)		
16.11B1	9	3	4	108	Aceptable(A)		
17.11B1	9	3	4	108	Aceptable(A)		
18.11B1	9	3	4	108	Aceptable(A)		
21.11B2	9	3	4	108	Aceptable(A)		
23.11B1	9	3	4	108	Aceptable(A)		
26.11B1	9	3	4	108	Aceptable(A)		
27.11B1	9	3	4	108	Aceptable(A)		
42.11B2	9	3	4	108	Aceptable(A)		
24.11B2	8	3	4	96	Aceptable(A)		

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 52. Resultado AMEF-VS2

CODIGO	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	INTERPRETACIÓN	%
1.11F1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	39%
2.11F1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
6.11F1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
2.12F1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	61%
3.11F1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	
5.12F1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	
7.11F1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	
8.11F1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	
4.11F1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)	
5.11F1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)	

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 53. Resultado AMEF-VS3

CODIGO	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	INTERPRETACIÓN	%
1.11C1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	51.80%
1.11C3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
2.11C1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
2.11C2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
3.11C1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
3.11C2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
4.11C1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
5.11C3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
6.11C1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
6.11C3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
7.11C1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
7.11C3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
8.11C1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
9.11C2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
10.11C2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
10.11C3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
11.11C1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
11.11C3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
12.11C1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
12.11C3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
13.11C1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
13.11C2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
14.11C1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
14.11C2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
21.11C1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
21.11C3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	

22.11C1	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
22.11C2	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
38.11C1	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
38.11C2	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
42.11C1	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
42.11C2	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
43.11C1	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
44.11C1	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
44.11C2	9	7	4	252	Inaceptable(I)		
4.11C3	8	7	4	224	Inaceptable(I)		
5.11C1	8	7	4	224	Inaceptable(I)		
1.11C2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
4.11C2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
5.11C2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
6.11C2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
7.11C2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
8.11C2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
9.11C1	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
11.11C2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
12.11C2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
14.11C3	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
21.11C2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
43.11C2	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
45.11C1	9	6	4	216	Inaceptable(I)		
23.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		44%
23.11C2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
24.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
25.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
25.11C2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
26.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
26.11C2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
27.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
28.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
29.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
29.11C2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
30.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
30.11C2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
31.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
31.11C2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
32.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
32.11C2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
33.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
34.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
34.11C2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
35.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
36.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
36.11C3	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
39.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		

39.11C2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
40.11C2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
41.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
41.11C2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
46.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
46.11C3	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
47.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
47.11C2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
48.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
48.11C3	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
49.11C1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)		
6.12C1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
10.12C1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
13.12C1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
22.12C1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
42.12C1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)		
23.11C3	7	6	4	168	Reducción Desable (R)		
31.11C3	7	6	4	168	Reducción Desable (R)		
33.11C2	7	6	4	168	Reducción Desable (R)		
35.11C2	7	6	4	168	Reducción Desable (R)		
36.11C2	7	6	4	168	Reducción Desable (R)		
40.11C1	7	6	4	168	Reducción Desable (R)		
46.11C2	7	6	4	168	Reducción Desable (R)		
48.11C2	7	6	4	168	Reducción Desable (R)		
49.11C2	7	6	4	168	Reducción Desable (R)		
10.12C2	9	4	4	144	Reducción Desable (R)		
21.12C1	9	4	4	144	Reducción Desable (R)		
26.12C1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)		
27.12C1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)		
35.12C1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)		
37.12C1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)		
39.12C1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)		
24.12C1	7	4	4	112	Aceptable(A)		4.20%
2.11C3	9	3	4	108	Aceptable(A)		
10.11C1	9	3	4	108	Aceptable(A)		
15.11C1	9	3	4	108	Aceptable(A)		
16.11C1	9	3	4	108	Aceptable(A)		
17.11C1	9	3	4	108	Aceptable(A)		
18.11C1	9	3	4	108	Aceptable(A)		
19.11C1	9	3	4	108	Aceptable(A)		
20.11C1	9	3	4	108	Aceptable(A)		

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 54. Resultados NPR-VS4

CODIGO	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	INTERPRETACIÓN	%
2.11G3	9	6	4	216	Inaceptable(I)	11%
1.11G1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	53%
1.11G2	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	
2.11G1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	
3.11G1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	
3.11G2	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	
6.11G1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)	
2.11G2	9	3	4	108	Aceptable(A)	
4.11G1	9	3	4	108	Aceptable(A)	
5.11G1	9	3	4	108	Aceptable(A)	
7.11G1	9	3	4	108	Aceptable(A)	
8.11G1	9	3	4	108	Aceptable(A)	
9.11G1	9	3	4	108	Aceptable(A)	
9.11G2	9	3	4	108	Aceptable(A)	

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 55. Resultado NPR-TS1

CODIGO	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	INTERPRETACIÓN	%
1.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	67.10%
2.11D1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
2.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
3.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
4.11D1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
6.11D3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
8.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
8.11D3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
9.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
10.11D1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
11.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
12.11D1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
12.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
13.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
13.11D3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
14.11D1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
14.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
15.11D1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
15.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
16.11D1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
16.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
17.11D1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
17.11D3	9	7	4	252	Inaceptable(I)	
18.11D1	9	7	4	252	Inaceptable(I)	

18.11D3	9	7	4	252	Inaceptable(I)
19.11D1	9	7	4	252	Inaceptable(I)
19.11D3	9	7	4	252	Inaceptable(I)
20.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)
36.11D1	9	7	4	252	Inaceptable(I)
37.11D3	9	7	4	252	Inaceptable(I)
38.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)
39.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)
40.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)
42.11D1	9	7	4	252	Inaceptable(I)
42.11D3	9	7	4	252	Inaceptable(I)
43.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)
43.11D3	9	7	4	252	Inaceptable(I)
44.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)
45.11D1	9	7	4	252	Inaceptable(I)
46.11D1	9	7	4	252	Inaceptable(I)
50.11D2	9	7	4	252	Inaceptable(I)
52.11D1	9	7	4	252	Inaceptable(I)
1.11D1	9	6	4	216	Inaceptable(I)
4.11D2	9	6	4	216	Inaceptable(I)
6.11D2	9	6	4	216	Inaceptable(I)
7.11D1	9	6	4	216	Inaceptable(I)
8.11D1	9	6	4	216	Inaceptable(I)
9.11D1	9	6	4	216	Inaceptable(I)
10.11D2	9	6	4	216	Inaceptable(I)
11.11D1	9	6	4	216	Inaceptable(I)
13.11D1	9	6	4	216	Inaceptable(I)
14.11D3	9	6	4	216	Inaceptable(I)
15.11D3	9	6	4	216	Inaceptable(I)
16.11D3	9	6	4	216	Inaceptable(I)
17.11D2	9	6	4	216	Inaceptable(I)
18.11D2	9	6	4	216	Inaceptable(I)
19.11D2	9	6	4	216	Inaceptable(I)
20.11D1	9	6	4	216	Inaceptable(I)
38.11D1	9	6	4	216	Inaceptable(I)
39.11D1	9	6	4	216	Inaceptable(I)
40.11D1	9	6	4	216	Inaceptable(I)
41.11D1	9	6	4	216	Inaceptable(I)
42.11D2	9	6	4	216	Inaceptable(I)
43.11D1	9	6	4	216	Inaceptable(I)
44.11D1	9	6	4	216	Inaceptable(I)
45.11D2	9	6	4	216	Inaceptable(I)
49.11D1	9	6	4	216	Inaceptable(I)
50.11D1	9	6	4	216	Inaceptable(I)
52.11D2	9	6	4	216	Inaceptable(I)
22.11D1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)
22.11D2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)
26.11D1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)
26.11D2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)
28.11D1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)
29.11D1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)
30.11D1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)
30.11D2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)
31.11D2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)
32.11D2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)

32.9%

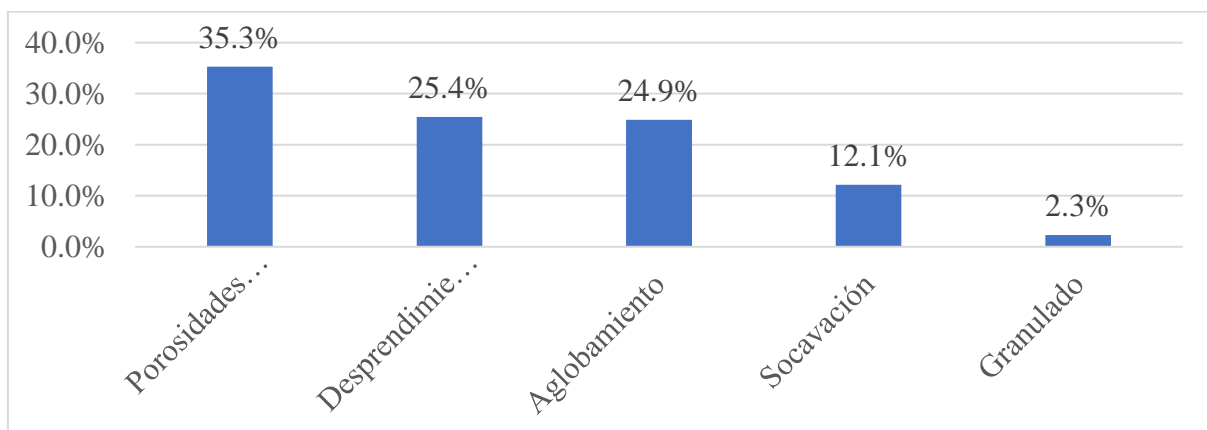
33.11D1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)
34.11D1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)
34.11D2	7	7	4	196	Reducción Desable (R)
37.11D1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)
47.11D1	7	7	4	196	Reducción Desable (R)
3.12D1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)
6.12D1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)
12.12D1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)
38.13D1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)
41.13D1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)
44.13D1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)
52.12D1	9	5	4	180	Reducción Desable (R)
52.12D2	9	5	4	180	Reducción Desable (R)
21.11D1	7	6	4	168	Reducción Desable (R)
23.11D1	7	6	4	168	Reducción Desable (R)
24.11D1	7	6	4	168	Reducción Desable (R)
25.11D1	7	6	4	168	Reducción Desable (R)
27.11D1	7	6	4	168	Reducción Desable (R)
31.11D1	7	6	4	168	Reducción Desable (R)
33.11D2	7	6	4	168	Reducción Desable (R)
34.11D3	7	6	4	168	Reducción Desable (R)
35.11D1	7	6	4	168	Reducción Desable (R)
47.11D2	7	6	4	168	Reducción Desable (R)
48.11D1	7	6	4	168	Reducción Desable (R)
10.12D1	9	4	4	144	Reducción Desable (R)
21.12D1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)
24.12D1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)
25.12D1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)
26.12D2	7	5	4	140	Reducción Desable (R)
28.13D1	7	5	4	140	Reducción Desable (R)
22.12D1	7	4	4	112	Aceptable(A)
26.12D1	7	4	4	112	Aceptable(A)
33.12D1	7	4	4	112	Aceptable(A)
3.11D1	9	3	4	108	Aceptable(A)
5.11D1	9	3	4	108	Aceptable(A)
6.11D1	9	3	4	108	Aceptable(A)
37.11D2	9	3	4	108	Aceptable(A)
51.11D1	9	3	4	108	Aceptable(A)
32.11D1	7	3	4	84	Aceptable(A)

3.9%

NPR = Número Prioritario de Riesgo

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 41. Resultados de Modos de Falla -Spools



Fuente: Elaboración Propia.

5.1.1. Identificación de los puntos de mejora

5.1.1.1. Puntos de Mejora para bombas en PS1

En la estación principal de bombeo se tiene que reducir el tiempo por falla y al mismo tiempo identificar y gestionar aquellas fallas que se realizan por la operación y por un mal mantenimiento en las diferentes partes; debemos de tener en cuenta que se requiere de las 4 bombas operativas para mantener un proceso óptimo y un envío de concentrado a tiempo hacia el Puerto Punta Lobitos.

Tabla 56. Acciones Actuales para los componentes de las bombas PS1

COMPONENTES	ACCIONES ACTUALES
Válvulas	Inspección y cambio de válvulas cada 20 días
Asientos	Inspección y cambio de asientos cada 20 días
Culata	Cambio de culata cada 1080 días
Pistón	Inspección y cambio de pistones cada 83 días
Sistema de Lubricación	Se realiza cambio de aceite del carte cada 25 días
Crucetas	Inspección de crucetas cada 15 días
Rueda Dentada	Se realiza inspección mecánica interna anualmente, pero inspección superficial cada 15 días.
Vástago de pistón	Inspección y cambio de válvulas cada 83 días
Rodamientos	Se realiza inspección mecánica interna cada 360 días

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 56 se muestra las acciones actuales con las que se trata de resolver o evitar las fallas en los componentes, con lo cual no se ha obtenido un cambio significativo.

Con las acciones actuales se han observado que existe gran cantidad de revisiones y cambios de equipos fuera de las fechas establecidas, dicha información se puede apreciar en el “Anexo 4. Cambios correctivos de equipos por Bombas”; para plantear las acciones propuestas se considerará el resultado de AMEF, los tiempos y disponibilidad de los equipos críticos de 2 de las bombas; la que tenga mayor cantidad de fallas y la que tenga menor cantidad de fallas.

- **Tiempo de Reparación (TPR):**

- Válvulas:

TIEMPOS	5	8	15	8	5	40	20
CONCEPTOS DE TIEMPOS	AVISO	PARADA DE EQUIPO	DRENAJE Y LIMPIEZA DE EQUIPO	DESENERGIZACION Y BLOQUEO DE EQUIPO	ANALISIS DE FALLA	REPARACION X 6 VALVULAS	DESBLOQUEO Y PUESTA EN MARCHA
RESPONSABLE	OPERACIONES	OPERACIONES	OPERACIONES	MANTENEDOR AUTORIZADO	MANTENEDOR		OPERACIONES

TPR: 101 minutos.

- Asientos:

TIEMPOS	5	8	15	8	5	40	20
CONCEPTOS DE TIEMPOS	AVISO	PARADA DE EQUIPO	DRENAJE Y LIMPIEZA DE EQUIPO	DESENERGIZACION Y BLOQUEO DE EQUIPO	ANALISIS DE FALLA	REPARACION X 6 ASIENTOS	DESBLOQUEO Y PUESTA EN MARCHA
RESPONSABLE	OPERACIONES	OPERACIONES	OPERACIONES	MANTENEDOR AUTORIZADO	MANTENEDOR		OPERACIONES

TPR: 101 minutos.

- Pistones:

	5	8	15	8	5	15	20	10
X 1 PISTON	AVISO	PARADA DE EQUIPO	DRENAJE Y LIMPIEZA DE EQUIPO	DESENERGIZACION Y BLOQUEO DE EQUIPO	ANALISIS DE FALLA	REPARACION X PISTON	CAMBIO DE REFRIGERANTE	PUESTA EN MARCHA
	OPERACIONES	OPERACIONES	OPERACIONES	MANTENEDOR AUTORIZADO	MANTENEDOR			OPERACIONES

TPR (X1 pistón): 86 minutos.

	5	8	15	8	5	30	20	10
X 2 PISTONES	AVISO	PARADA DE EQUIPO	DRENAJE Y LIMPIEZA DE EQUIPO	DESENERGIZACION Y BLOQUEO DE EQUIPO	ANALISIS DE FALLA	REPARACION X 2 PISTONES	CAMBIO DE REFRIGERANTE	PUESTA EN MARCHA
	OPERACIONES	OPERACIONES	OPERACIONES	MANTENEDOR AUTORIZADO	MANTENEDOR			OPERACIONES

TPR (X2 pistones): 101 minutos.

	5	8	15	8	5	45	20	10
X 3 PISTONES	AVISO	PARADA DE EQUIPO	DRENAJE Y LIMPIEZA DE EQUIPO	DESENERGIZACION Y BLOQUEO DE EQUIPO	ANALISIS DE FALLA	REPARACION X 3 PISTONES	CAMBIO DE REFRIGERANTE	PUESTA EN MARCHA
	OPERACIONES	OPERACIONES	OPERACIONES	MANTENEDOR AUTORIZADO	MANTENEDOR		OPERACIONES	

TPR (X3 pistones): 116 minutos.

- Cilindros:

	5	8	15	8	5	20	20	10
X 1 CILINDRO	AVISO	PARADA DE EQUIPO	DRENAJE Y LIMPIEZA DE EQUIPO	DESENERGIZACION Y BLOQUEO DE EQUIPO	ANALISIS DE FALLA	REPARACION X CILINDRO	CAMBIO DE REFRIGERANTE	PUESTA EN MARCHA
	OPERACIONES	OPERACIONES	OPERACIONES	MANTENEDOR AUTORIZADO	MANTENEDOR		OPERACIONES	

TPR (X1 cilindro): 91 minutos.

	5	8	15	8	5	40	20	10
X 2 CILINDRO	AVISO	PARADA DE EQUIPO	DRENAJE Y LIMPIEZA DE EQUIPO	DESENERGIZACION Y BLOQUEO DE EQUIPO	ANALISIS DE FALLA	REPARACION X 2 CILINDROS	CAMBIO DE REFRIGERANTE	PUESTA EN MARCHA
	OPERACIONES	OPERACIONES	OPERACIONES	MANTENEDOR AUTORIZADO	MANTENEDOR		OPERACIONES	

TPR (X2 cilindros): 111 minutos.

	5	8	15	8	5	60	20	10
X 3 CILINDROS	AVISO	PARADA DE EQUIPO	DRENAJE Y LIMPIEZA DE EQUIPO	DESENERGIZACION Y BLOQUEO DE EQUIPO	ANALISIS DE FALLA	REPARACION X 2 CILINDROS	CAMBIO DE REFRIGERANTE	PUESTA EN MARCHA
	OPERACIONES	OPERACIONES	OPERACIONES	MANTENEDOR AUTORIZADO	MANTENEDOR		OPERACIONES	

TPR (X3 cilindros): 131 minutos.

a) Resultados de bomba con menor cantidad de fallas (PPP-419)

Válvulas:

- **Tiempo promedio entre fallas (TPEF)** = $\sum TEF / \#$ de fallas.
 $TPEF = (233.18 + 226.32 + 233.18 + 226.32 + 226.32 + 226.32) / 6$
 $TPEF = 195.95$ horas.
- **Tiempo promedio para Reparar (TPPR)** = $\sum TPR / \#$ de fallas.
 $TPPR = (101 * 36) / 36$
 $TPPR = 101$.
- **Disponibilidad (D)** = $(TPEF - TPPR) / TPEF$
 $D = (195.95 - 101) / 195.95$
 $D = 48.45653\%$
 *NOTA: El análisis realizado es para las 6 válvulas.

Asientos:

- **Tiempo promedio entre fallas (TPEF)** = $\sum TEF / \#$ de fallas.
 $TPEF = (513 + 513 + 544.93 + 591.92 + 641.25 + 563.93) / 6$
 $TPEF = 561.34$ horas.
- **Tiempo promedio para Reparar (TPPR)** = $\sum TPR / \#$ de fallas.
 $TPPR = (101 * 36) / 36$
 $TPPR = 101$.
- **Disponibilidad (D)** = $(TPEF - TPPR) / TPEF$
 $D = (561.34 - 101) / 561.34$
 $D = 82.0073\%$
 *NOTA: El análisis realizado es para los 6 asientos.

Pistones:

- **Tiempo promedio entre fallas (TPEF)** = $\sum TEF / \#$ de fallas.
 $TPEF = (1714 + 1330.5 + 644.63) / 3$
 $TPEF = 1229.71$ horas.
- **Tiempo promedio para Reparar (TPPR)** = $\sum TPR / \#$ de fallas.
 $TPPR = (86 + 116 + 101 + 101 + 116 + 116 + 86 + 86 + 101 + 86 + 86) / 11$
 $TPPR = 98.3$.
- **Disponibilidad (D)** = $(TPEF - TPPR) / TPEF$
 $D = (1229.71 - 98.3) / 1229.71$
 $D = 92.00845\%$

*NOTA: El análisis realizado es para los 3 pistones.

Cilindros:

- **Tiempo promedio entre fallas (TPEF)** = $\sum TEF / \#$ de fallas.
 $TPEF = (7323 + 2441 + 1062.86) / 3$
 $TPEF = 3608.95$ horas.
 - **Tiempo promedio para Reparar (TPPR)** = $\sum TPR / \#$ de fallas.
 $TPPR = (131 + 91 + 111 + 91 + 131 + 91 + 91 + 91 + 91) / 9$
 $TPPR = 102.1$.
 - **Disponibilidad (D)** = $(TPEF - TPPR) / TPEF$
 $D = (3608.95 - 102.1) / 3608.95$
 $D = 97.1706163\%$
- *NOTA: El análisis realizado es para los 3 cilindros.

b) Resultados de bomba con mayor cantidad de fallas (PPP-416)

Válvulas:

- **Tiempo promedio entre fallas (TPEF)** = $\sum TEF / \#$ de fallas.
 $TPEF = (262 + 252.97 + 262 + 208.06 + 208.06 + 208.6) / 6$
 $TPEF = 200.16$ horas.
 - **Tiempo promedio para Reparar (TPPR)** = $\sum TPR / \#$ de fallas.
 $TPPR = (101 * 37) / 37$
 $TPPR = 101$.
 - **Disponibilidad (D)** = $(TPEF - TPPR) / TPEF$
 $D = (200.16 - 101) / 200.16$
 $D = 49.54081\%$
- *NOTA: El análisis realizado es para las 6 válvulas.

Asientos:

- **Tiempo promedio entre fallas (TPEF)** = $\sum TEF / \#$ de fallas.
 $TPEF = (611.91 + 578.25 + 588.17 + 517.77 + 560.92 + 503.15) / 6$
 $TPEF = 560.03$ horas.
- **Tiempo promedio para Reparar (TPPR)** = $\sum TPR / \#$ de fallas.
 $TPPR = (101 * 37) / 37$
 $TPPR = 101$.
- **Disponibilidad (D)** = $(TPEF - TPPR) / TPEF$
 $D = (560.03 - 101) / 560.03$

$$D= 81.9652\%$$

*NOTA: El análisis realizado es para los 6 asientos.

Pistones:

- **Tiempo promedio entre fallas (TPEF)**= $\sum TEF/\#$ de fallas.

$$TPEF= (939.5+626.33+936.5) / 3$$

$$TPEF= 834.11 \text{ horas.}$$

- **Tiempo promedio para Reparar (TPPR)** = $\sum TPR/\#$ de fallas.

$$TPPR=$$

$$(101+86+116+86+116+116+86+86+116+86+86+86+116+86+116+116) / 17$$

$$TPPR= 99.2.$$

- **Disponibilidad (D)**= $(TPEF-TPPR) / TPEF$

$$D= (834.11-99.2) / 834.11$$

$$D= 88.10\%$$

*NOTA: El análisis realizado es para los 3 pistones.

Cilindros:

- **Tiempo promedio entre fallas (TPEF)**= $\sum TEF/\#$ de fallas.

$$TPEF= (7340+1223.33+1223.33) / 3$$

$$TPEF= 3262.22 \text{ horas.}$$

- **Tiempo promedio para Reparar (TPPR)** = $\sum TPR/\#$ de fallas.

$$TPPR= (131+91+91+91+91+91+91+91+91+91+91+131) / 12$$

$$TPPR= 97.7.$$

- **Disponibilidad (D)**= $(TPEF-TPPR) / TPEF$

$$D= (3262.22-97.7) / 3262.22$$

$$D= 97.0061308\%$$

*NOTA: El análisis realizado es para los 3 cilindros.

Tomando en consideración los resultados anteriores se plantea las siguientes acciones para evitar que ocurran las fallas y generen gastos:

Tabla 57. Acciones Recomendadas para las fallas en bombas

MODO DE FALLA (causa de la falla)	CAUSAS	ACCIONES PROPUESTAS	RESPONSABLE
Desgaste de válvulas	Proceso de filtrado inadecuado, ocasionando el ingreso de partículas.	Debido al tiempo en el que se ha presentado las fallas se recomienda realizar inspecciones y cambios de elastómeros cada 8 días. Realizar un procedimiento de control de filtrado.	Ingeniero de Planificación
Desgaste de asientos	Mala operación lo que ocasiona el ingreso de partículas.	Debido al tiempo en el que se ha presentado las fallas se recomienda realizar inspecciones cada 8 días y cambios de asientos cada 23 días. Realizar charlas de conscientización de la importancia de los operadores en el control de mineroducto.	Ingeniero de Planificación / Supervisor de operaciones
Desgaste de pistón	Nuevos pistones sin dimensionamiento adecuados. Procedimiento no estandarizado de arranque. Mala inspección y mal montaje.	Debido al tiempo en el que se ha presentado las fallas se recomienda realizar inspecciones y cambios de pistones cada 42 días. Coordinar con los proveedores las características adecuadas. Implementar formatos de inspecciones con las actividades realizadas evidenciando cuan bien se realizó.	Ingeniero de Planificación / Supervisor de mantenimiento
Golpe de ariete	Corte de energía eléctrica. Sensores no se encuentran en óptimas condiciones. No se sigue el procedimiento.	Verificar el estado de los componentes antes de reiniciar las bombas, así se verificará el impacto que tuvo el golpe de ariete. Realizar una evaluación de funcionalidad de los sensores o cambiarlos para evitar errores de alarmas.	Ingeniero de Planificación
Rotura de vástago de pistón	No se realizan inspecciones periódicamente.	Debido al tiempo en el que se ha presentado las fallas se recomienda realizar inspecciones y cambios de pistones cada 52 días.	Ingeniero de Planificación
Contaminación de aceite	Mala inspección.	Aplicar los términos de la ISO 4406 para tener control del microfiltrado.	Mecánicos.

	Falta procedimiento de lubricación.	Implementar un Sistema de filtrado de partículas para las bombas 417,418,419. Implementar Contador de partículas. Hacer procedimiento del Sistema de lubricación. Realizar el cambio de aceite cada 7 días.	
Erosión	Mala inspección de los cilindros.	Debido al tiempo en el que se ha presentado las fallas se recomienda realizar inspecciones y cambios de cilindros es cada 52 días.	Ingeniero de Planificación
Parada intempestiva	Cambio de producto. Mala operación por no seguir el procedimiento.	Verificar el estado de los componentes antes de reiniciar las bombas, así se verificará el impacto que tuvo la parada. Realizar charlas antes del cambio de producto para que se tenga en cuenta el cuidado del manejo en la sala de control.	Mecánicos/ Operadores.

Fuente: Elaboración Propia.

Resultados propuestos de disponibilidad con nuevos tiempos de mantenimiento:

Al realizar la modificación de los tiempos de mantenimiento para los componentes de las bombas se espera obtener la siguiente disponibilidad para los componentes, ya que las fallas se reducirían:

Válvulas:

- **Tiempo promedio entre fallas (TPEF)** = $\sum TEF / \#$ de fallas.
TPEF = 245.52 horas.
- **Tiempo promedio para Reparar (TPPR)** = $\sum TPR / \#$ de fallas.
TPPR = 101.
- **Disponibilidad (D)** = $(TPEF - TPPR) / TPEF$
D = 58.8412%

*NOTA: El análisis realizado es para las 6 válvulas.

Asientos:

- **Tiempo promedio entre fallas (TPEF)** = $\sum TEF / \#$ de fallas.
TPEF = 672.95 horas.
- **Tiempo promedio para Reparar (TPPR)** = $\sum TPR / \#$ de fallas.

TPPR= 101.

- **Disponibilidad (D)= (TPEF-TPPR) / TPEF**

D= 84.78%

*NOTA: El análisis realizado es para los 6 asientos.

Pistones:

- **Tiempo promedio entre fallas (TPEF)= \sum TEF/# de fallas.**

TPEF= 2141.95 horas.

- **Tiempo promedio para Reparar (TPPR) = \sum TPR/# de fallas.**

TPPR= 101.75.

- **Disponibilidad (D)= (TPEF-TPPR) / TPEF**

D= 95.256%

*NOTA: El análisis realizado es para los 3 pistones.

5.1.1.2.Puntos de Mejora para spools de Estaciones

Los spools son otra parte crítica a tomar en cuenta ya que las estaciones evaluadas se concentra la mayor cantidad de spools dañados, debemos de evaluar a que se debe el desgaste ya sea por un % de sólido alto, por cambios de presión en el traslado de la pulpa, por la viscosidad del concentrado o la velocidad; también debemos de considerar una simulación para evaluar las dimensiones de los spools en las estaciones ya que fue diseñado para transportar cierta cantidad de concentrado pero a medida que pasaron los años el nivel de producción ha ido aumentando siendo talvez una posible causa de los daños en las tuberías y recubrimiento.

Tabla 58. Acciones Actuales para Spools

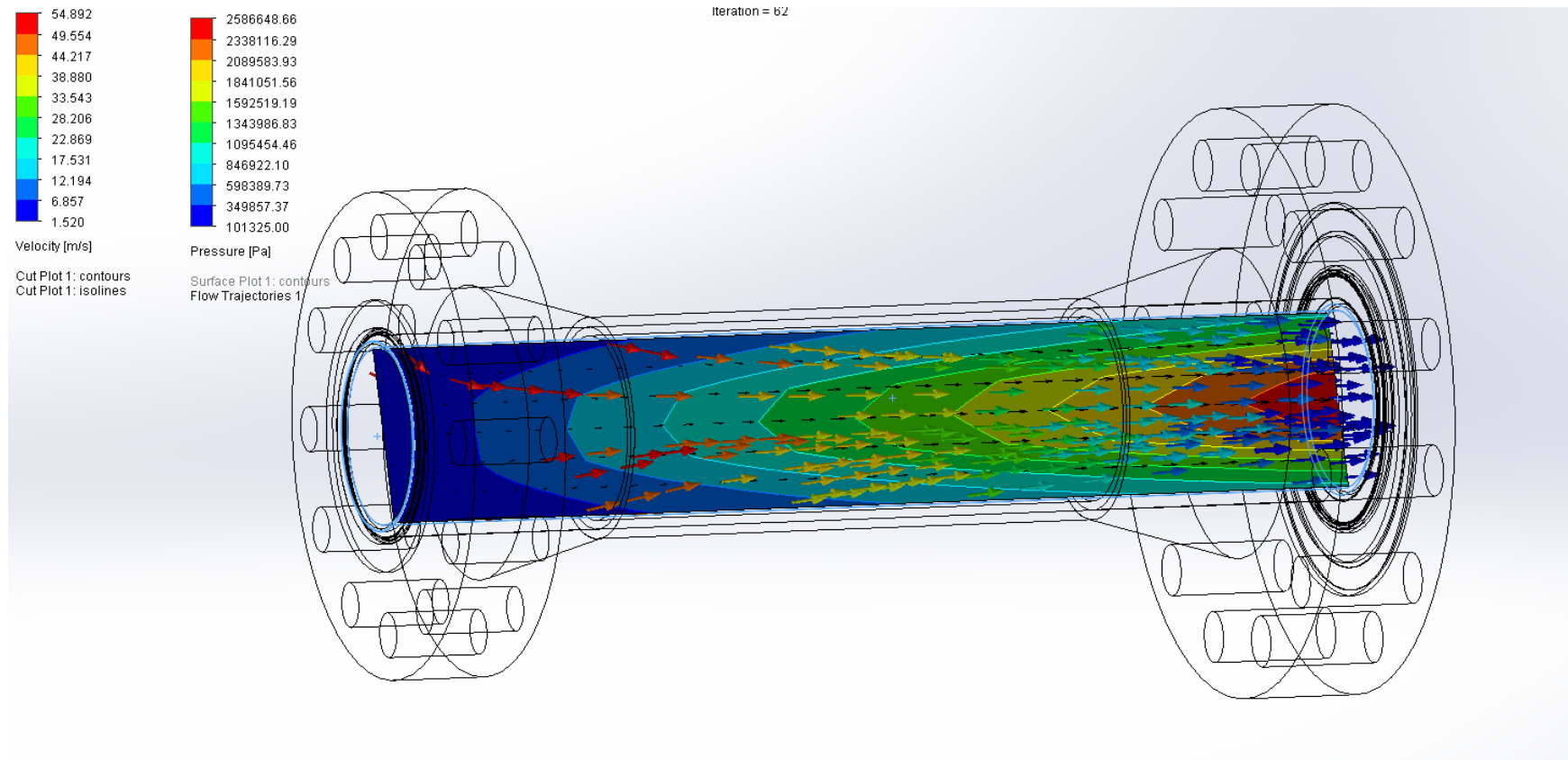
COMPONENTES	ACCIONES ACTUALES
Spools (PS1, VS1, VS2, VS3, VS4, TS1)	Se realiza monitoreo de temperatura mensualmente a todas las estaciones, las inspecciones visuales y de ultrasonido se realiza semestralmente.

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la tabla 58 se detalla las acciones que se toma para prevenir las fallas encontradas en los spools; ya que las estaciones continienen spools similares se juntaron en una sola tabla.

5.1.1.2.1. Resultados de Simulación- SOLIDWORKS

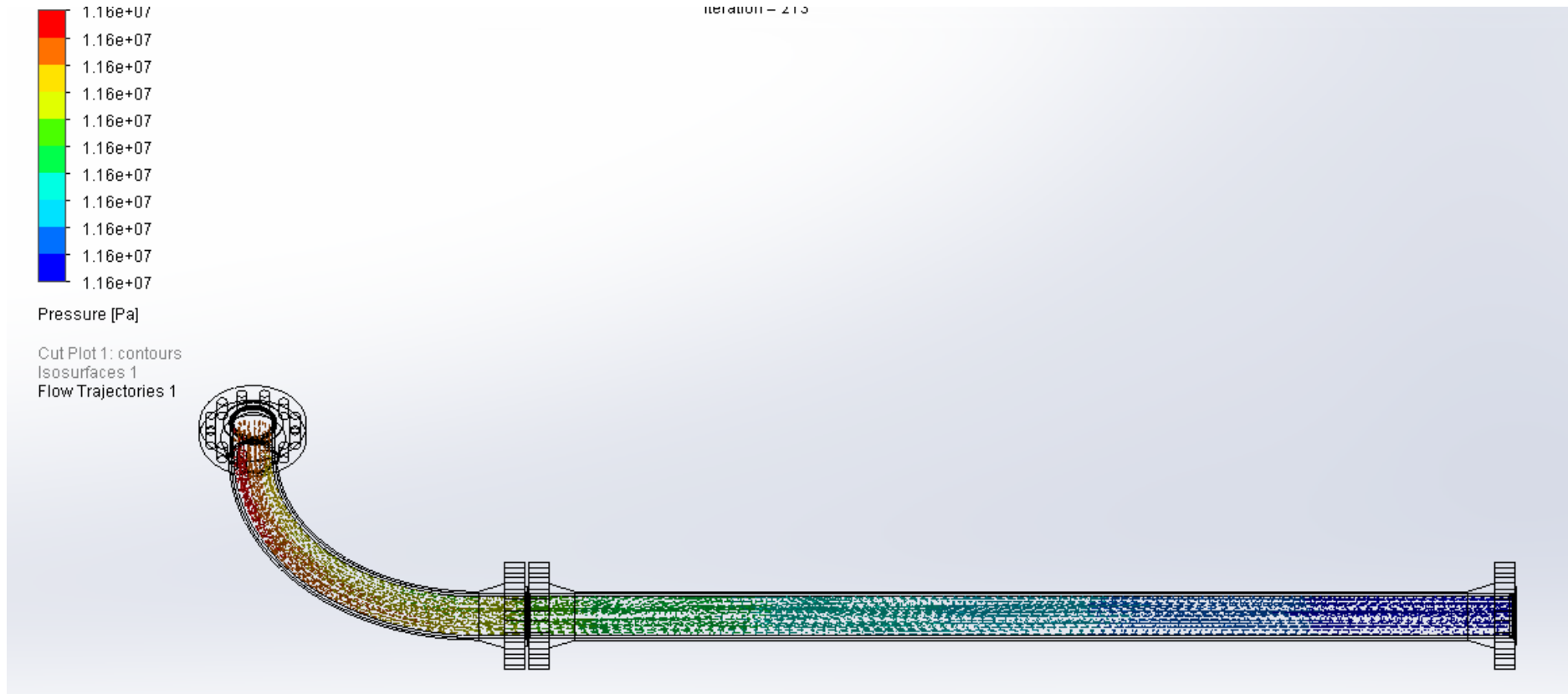
Figura 42. Simulación spool Recto



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la figura 39 se muestra el spool (Recto 1000 (254, 349, 178, 219)) con los resultados brindados por el simulador donde podemos comprobar el impacto que tiene la velocidad y presión sobre el poliuretano, siendo indicadores de causa de las fallas encontradas en dicho spool.

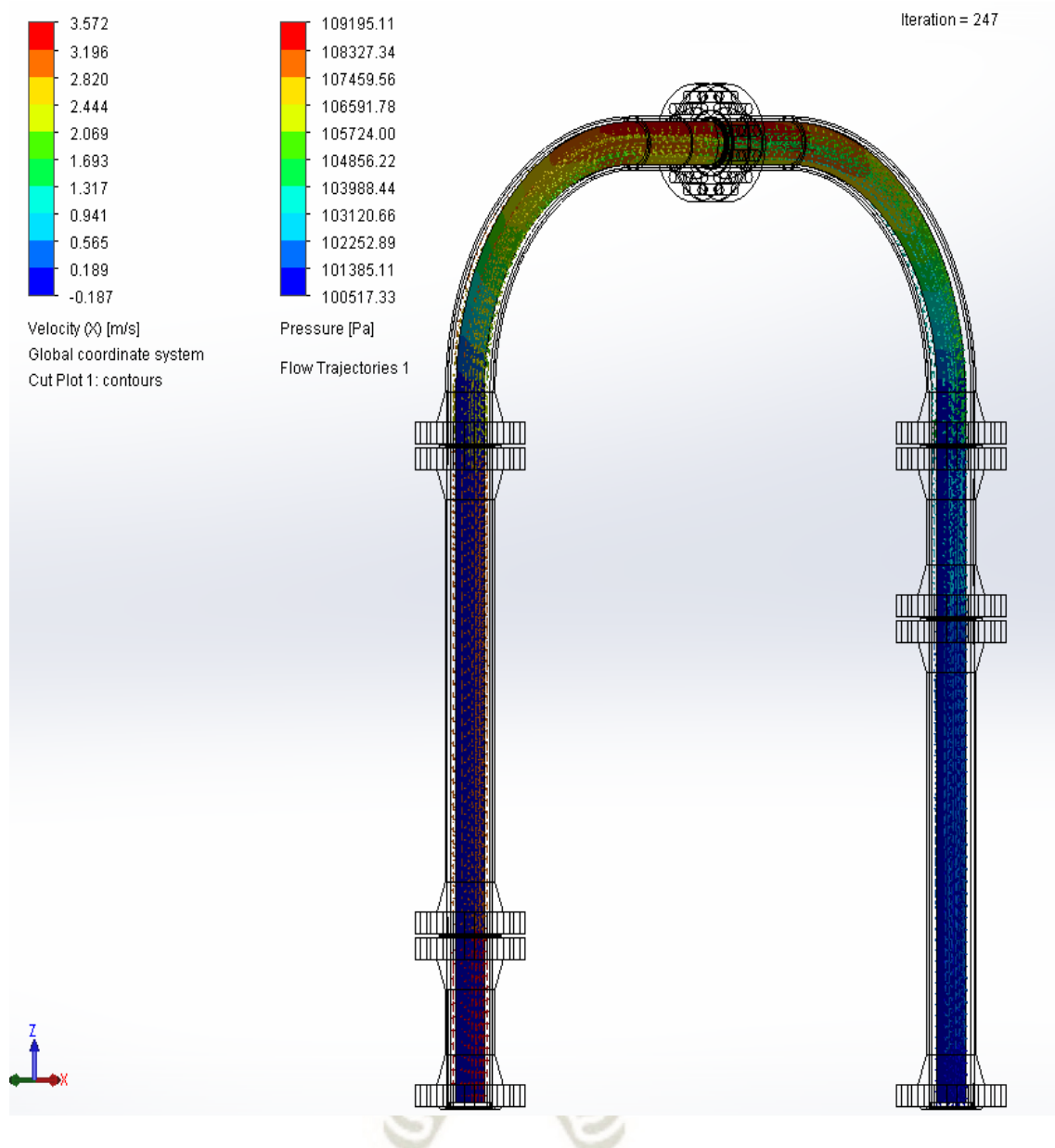
Figura 43. Simulación de spools



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la figura 40 se muestra 2 spools ensamblados (codo 90°(1235x1235) y recto 4464(219x4026x219)) se refleja el impacto de la presión sobre los spools generando una posible causa de las fallas.

Figura 44. Simulación spool Curvo y Recto



Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: En la figura 41 se muestra 6 spools ensamblados (2 codo 90°(1235x1500) y 2 recto 2000(219x1562x219)) se refleja el impacto de la presión sobre los spools generando una posible causa de las fallas.

Tabla 59. Acciones Propuestas para las fallas en Spools

MODO DE FALLA (causa de la falla)	CAUSAS	ACCIONES PROPUESTAS	RESPONSABLE
Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	Variación de presiones y velocidad en el bombeo del concentrado.	Implementar un Sistema que de acuerdo al producto bombeado se sepa la variación de presión y velocidad.	Supervisor Senior.
Desprendimiento de PU	Colocación inadecuada de chokes en las estaciones lo cual crea vacíos.	Realizar un estudio hidráulico por estación para revisar las dimensiones y distribución de chokes.	Ingeniero de Calidad e Integridad.
Aglobamiento	Colocación inadecuada de chokes en las estaciones lo cual crea vacíos.	Realizar un estudio hidráulico por estación para revisar las dimensiones y distribución de chokes.	Ingeniero de Calidad e Integridad.
Desprendimiento de pintura	Espesor de pintura no fue el adecuado en la fabricación. Exposición a las condiciones medioambientales.	Realizar mantenimiento de pintura de los spools más antiguos semestralmente.	Ingeniero de Planificación.
Socavación	Variación de presiones y velocidad en el bombeo del concentrado.	Implementar un Sistema de control con cámara interna para verificar las presiones internas y variaciones que se tenga.	Ingeniero de Calidad e Integridad.

Fuente: Elaboración Propia.

5.2. Seguimiento y Control

Se requiere evaluar el proceso de avance de estrategias propuestas a fin de acercarnos a nuestros objetivos, es conveniente tener seguimiento y evaluaciones constantes como un método clave de cumplimiento de los objetivos planteados.

Para estar seguros de que el mantenimiento fue el adecuado los supervisores mecánicos y eléctricos deberán de evaluar conscientemente cada objetivo y actividad a realizarse, para lograr una trazabilidad entre el equipo, componente y mantenimiento realizado.

Se deben generar actividades para controlar las actividades propuestas y medir el rendimiento de estas, revisar que se estén gestionando óptimamente para lo que hay que plantear monitores constantes, evaluaciones, informes.

Se puede realizar el seguimiento a las actividades ya concluidas o en proceso, mientras que los supervisores deben enfocarse en aquellas que están por iniciar y las que se encuentren retrasadas por algún percance presentado, todo el equipo de mineroducto debe proveer información para evitar que las actividades se dejen de hacer en el tiempo establecido; de igual modo deben de comunicar si se produce algún inconveniente con las actividades planteadas.

Para facilitar el control y seguimiento correcto de los objetivos y actividades que permitan cumplir con nuestras estrategias, se tiene el siguiente formato que nos ayudará a la trazabilidad y gestión de las actividades.

- **Formato de Cumplimiento de Mantenimiento:**

Figura 45. Formato de detalle de Mantenimiento Preventivo

DETALLE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							LOGO
Guardia:	<input style="width: 80%;" type="text"/>				Fecha:	<input style="width: 80%;" type="text"/>	
Responsable:	<input style="width: 80%;" type="text"/>				Cantidad de personal:	<input style="width: 80%;" type="text"/>	
ITEM	OT	EQUIPO	TAG	N° DE SERIE	ACCIONES	¿SE REALIZO CAMBIO?	N° DE SERIE NUEVO
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
Observaciones:							

Fuente: Elaboración Propia

Figura 46. Formato de Control de Fallas

DETALLE DE FALLAS			LOGO
Guardia:	<input style="width: 95%;" type="text"/>	Fecha:	<input style="width: 95%;" type="text"/>
Responsable:	<input style="width: 95%;" type="text"/>	Cantidad de personal:	<input style="width: 95%;" type="text"/>
COMPONENTES	FALLAS	MARQUE	OTROS
Pistones (vástago de pintones) y Cilindros	Desgaste de pistón		
	Erosión		
	Falla de alineamiento		
	Parada intempestiva		
	Rotura de vástago de pistón		
Válvula y Asientos	Desgaste de válvulas		
	Ingreso de partículas extrañas		
	Parada intempestiva		
	Desgaste de asientos		
Culata (de succión y descarga)	Desgaste de culata		
	Fisura de culata		
Rodamientos (crucetas, cigüeñal, piñon, biela)	Rotura de canastilla		
	Ingreso de partículas extrañas		
	Contaminación de aceite		
	Parada intempestiva		
	Golpe de ariete		
	Montaje inadecuado		
Cigüeñal	Parada intempestiva		
	Contaminación de aceite		
Crucetas (vástago de crucetas y pin)	Contaminación de aceite		
	Falla de alineamiento		
	Rayadura del vástago de cruceta		
	Parada intempestiva		
Sistema de Lubricación	Baja presión de aceite		
	Contaminación de aceite		
Biela	Parada intempestiva		
	Golpe de ariete		
Piñon	Parada intempestiva		
	Golpe de ariete		
	Lubricación inadecuada		
	Falla de alineamiento		
Rueda dentada	Golpe de ariete		
	Lubricación inadecuada		
	Falla de alineamiento		
	Parada intempestiva		

Fuente: Elaboración Propia.

- **Formato de Control de Partículas de aceite:**

Figura 47. Formato de Control de Partículas de Aceite

CONTROL DE PARTICULAS				
				LOGO
Guardia:	<input style="width: 100px;" type="text"/>	Fecha:	<input style="width: 100px;" type="text"/>	
Responsable:	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>			
	PPP-416	PPP-417	PPP-418	PPP-419
8:00 hrs				
Malla				
12:00 hrs				
Malla				
16:00hrs				
Malla				
20:00hrs				
Malla				
Observaciones:				

Fuente: Elaboración Propia.

- **Formato de Orden de Trabajo:**

Figura 48. Formato de Orden de Trabajo

ORDEN DE TRABAJO			CÓDIGO
PRIORIDAD ___ Alta ___ Media ___ Baja			
REQUERIDO POR:		APROBADO POR:	FECHA:
EQUIPO:			
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:			
SUPERVISOR:		SECCIÓN:	FECHA:
MATERIAL Y HERRAMIENTAS ESPECIALES NECESARIAS:			
COORDINADO POR:		DEPARTAMENTO:	
N° ORDEN IMPEDIMENTO OPERACIÓN:		TIEMPO:	FECHA:
REGRESO A OPERACIÓN: FECHA		HORA	SUPERVISOR:
SERVICIO VERIFICADO:		RESPONSABLE:	
SUMARIO DEL SERVICIO EJECUTADO:			
FECHA DE TERMINACIÓN DEL SERVICIO:			HORA:
COMENTARIOS SOBRE EL PROBLEMA:			
HORAS-HOMBRE ESTIMADAS	HORAS/ HOMBRE REALES	NOMBRE	COMENTARIOS RELATIVOS AL CONSUMO DE HORAS-HOMBRE

Fuente: Elaboración Propia.

- **Formato de Inspección de Trabajos**

Figura 49. Formato de Inspección de Trabajos

Inspección de Trabajos de Mantenimiento				
Guardia:		Fecha:		
Tipo de mantenimiento:				
ETAPAS DEL TRABAJO	RIESGOS POTENCIALES	EPP	RESPONSABLE	CONTROLES Y RECOMENDACIONES
Preparación de material, equipos y herramientas				
Comunicado a personal				
Proceso de mantenimiento de equipo				
Delimitación de área				
Arranque de equipo				

Fuente: Elaboración Propia.

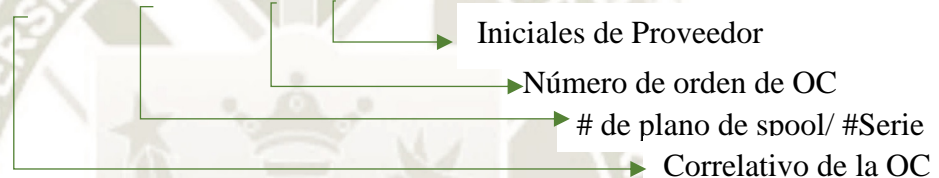
- **Procedimiento de Codificación de Equipos:**

Al momento de enviar a fabricar los spools o recibir los componentes de las bombas se le dará a conocer al proveedor la estructura de codificación para que pueda colocarlo a través de una placa con las siguientes características:

- Material no metálico, resistente a la intemperie, a la abrasión, no quebradizo o frágil, no metálico, no acrílico.
- Espesor de placa: 3mm.
- Color de Fondo: Blanco.
- Fuente: ARIAL 72, color negro.

La estructura de codificación contendrá lo siguiente:

XXXXX-YYYYY-ZZZZ-001



Esta estructura fue elaborada siguiendo las necesidades de búsqueda de los componentes en el sistema del ERP y también generando una trazabilidad en la información asociada a cada componente, esto permitirá tener un control y evaluación de la data de acuerdo al ciclo de vida del componente dependiendo de que proveedor lo ha fabricado, también conocer si todos los componentes de una OC han sido entregados en el plazo establecido.

5.2.1. Plan y Programa de Mantenimiento Propuesto

- Duración de Actividades

De acuerdo con los resultados reflejados con relación de las actividades que deberá realizarse con el tiempo de duración y el personal responsable de que se realicen y así lograr un óptimo mantenimiento de los equipos, se tiene el siguiente programa:

Tabla 60. Programa de Actividades de Mantenimiento

Actividades	Duración (min)	Responsable
Gestiones de Seguridad	30	
Charlas de Seguridad	30	Todo el Personal
Mantenimiento Mecánico		
Pistones y Cilindros	167	
REVISION Y/O CAMBIO DE PISTONES	81	Supervisor Mecánico
Parada de Equipo	8	Operaciones
Drenaje y Limpieza de Equipo	15	Operaciones
Desenergización y bloqueo de equipo	8	Mecánico
Análisis de falla	5	Mecánico
Reparación x pistón	15	Mecánico
Cambio de refrigerante	20	Mecánico
Puesta en marcha	10	Operaciones
REVISION Y/O CAMBIO DE CILINDROS	86	Supervisor Mecánico
Parada de Equipo	8	Operaciones
Drenaje y Limpieza de Equipo	15	Operaciones
Desenergización y bloqueo de equipo	8	Mecánico
Análisis de falla	5	Mecánico
Reparación x cilindro	20	Mecánico
Cambio de refrigerante	20	Mecánico
Puesta en marcha	10	Operaciones
Válvulas y Asientos	312	
REVISION Y/O CAMBIO DE VALVULAS	96	Supervisor Mecánico
Parada de Equipo	8	Operaciones
Drenaje y Limpieza de Equipo	15	Operaciones
Desenergización y Bloqueo de Equipo	8	Mecánico

Actividades	Duración (min)	Responsable
Análisis de falla	5	Mecánico
Reparación x cilindro	20	Mecánico
Cambio de refrigerante	20	Mecánico
Puesta en marcha	10	Operaciones
Válvulas y Asientos	312	
REVISION Y/O CAMBIO DE VALVULAS	96	Supervisor Mecánico
Parada de Equipo	8	Operaciones
Drenaje y Limpieza de Equipo	15	Operaciones
Desenergización y Bloqueo de Equipo	8	Mecánico
Análisis de falla	5	Mecánico
Reparación x6 válvulas	40	Mecánico
Desbloqueo y puesta en marcha	20	Operaciones
REVISION Y/O CAMBIO DE ASIENTOS	96	Supervisor Mecánico
Parada de Equipo	8	Operaciones
Drenaje y Limpieza de Equipo	15	Operaciones
Desenergización y Bloqueo de Equipo	8	Mecánico
Análisis de falla	5	Mecánico
Reparación x6 asientos	40	Mecánico
Desbloqueo y puesta en marcha	20	Operaciones
Inspección de Válvulas y asientos (evitar ingreso de partículas extrañas)	120	Mecánico
Sistema de lubricación	420	Supervisor Mecánico
Cambio de aceite	240	Mecánico
Evaluación de partículas	180	Mecánico
Culatas	656	
REVISION Y/O CAMBIO DE CULATA	656	Supervisor Mecánico
Parada de Equipo	8	Operaciones
Drenaje y Limpieza de Equipo	15	Operaciones
Desenergización y Bloqueo de Equipo	8	Mecánico
Análisis de falla	5	Mecánico
Reparación de culata	600	Mecánico
Desbloqueo y puesta en marcha	20	Operaciones

Actividades	Duración (min)	Responsable
Cruceta	656	
REVISION Y/O CAMBIO DE CRUCETA	656	Supervisor Mecánico
Parada de Equipo	8	Operaciones
Drenaje y Limpieza de Equipo	15	Operaciones
Desenergización y Bloqueo de Equipo	8	Mecánico
Análisis de falla	5	Mecánico
Reparacion de cruceta	600	Mecánico
Desbloqueo y puesta en marcha	20	Operaciones
Cigüeñal	656	
REVISION Y/O CAMBIO DE CIGÜEÑAL	656	Supervisor Mecánico
Parada de Equipo	8	Operaciones
Drenaje y Limpieza de Equipo	15	Operaciones
Desenergización y Bloqueo de Equipo	8	Mecánico
Análisis de falla	5	Mecánico
Reparacion de cigüeñal	600	Mecánico
Desbloqueo y puesta en marcha	20	Operaciones
Rueda dentada	6176	
REVISION Y/O CAMBIO DE RUEDA DENTADA	6176	Supervisor Mecánico
Parada de Equipo	8	Operaciones
Drenaje y Limpieza de Equipo	15	Operaciones
Desenergización y Bloqueo de Equipo	8	Mecánico
Análisis de falla	5	Mecánico
Lubricación de rueda	360	Mecánico
Realineamiento de Rueda Dentada	5760	Mecánico
Desbloqueo y puesta en marcha	20	Operaciones
Rodamientos	6176	
REVISION Y/O CAMBIO DE RODAMIENTOS	6176	Supervisor Mecánico
Parada de Equipo	8	Operaciones
Drenaje y Limpieza de Equipo	15	Operaciones
Desenergización y Bloqueo de Equipo	8	Mecánico
Análisis de falla	5	Mecánico
Lubricación de Rodamientos	360	Mecánico
Cambio de Rodamientos	5760	Mecánico

Actividades	Duración (min)	Responsable
Desbloqueo y puesta en marcha	20	Operaciones
Spools	268	
Parada de Mineroducto	8	Operaciones
Drenaje y Limpieza de Spools	120	Operaciones
Desarmado de spools	45	Mecánico
Análisis de falla (VT, UT, IR)	30	Inspectorate
Cambio de spool	45	Mecánico
Desbloqueo y puesta en marcha	20	Operaciones
Control Documentario	360	Supervisor Mecánico
Elaboración de Reportes de Inspección	240	Mecánico
Elaboración de Reportes de Partículas de aceite	120	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia.

- Costo del Mantenimiento Propuesto

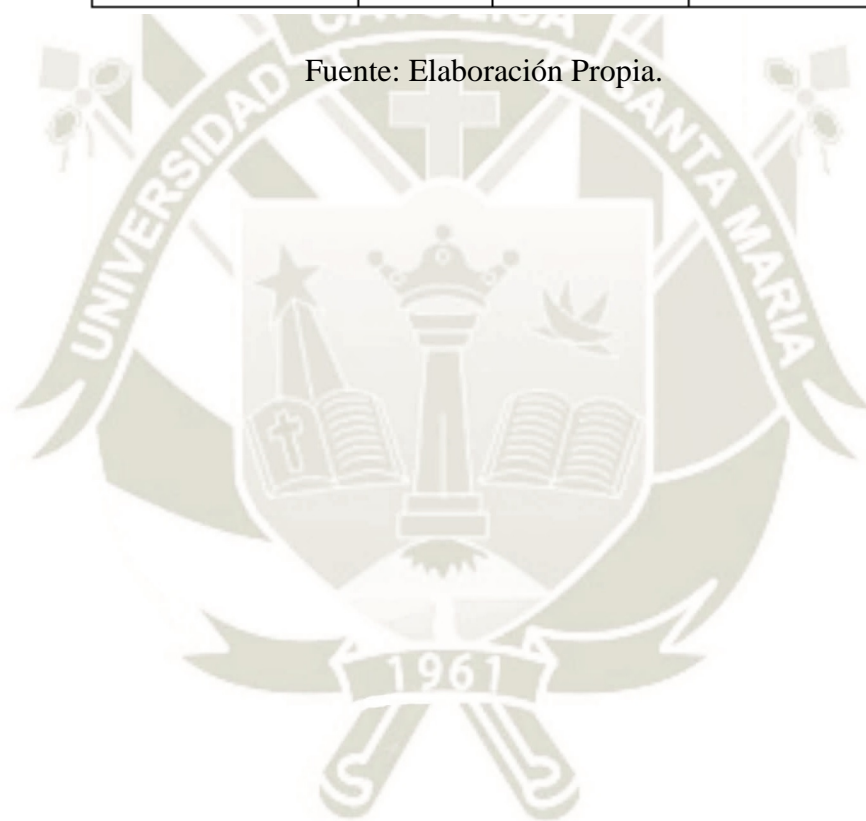
En cuanto a los costos de mantenimiento, se verificaron los montos registrados en la empresa a través de la solicitud de cotizaciones de los equipos con mayor valor (ver Anexo 24) habiéndose verificado esta información se procedió a totalizar el presupuesto de mantenimiento como se evidencia a continuación

Tabla 61. Costos de Mantenimiento Propuesto

Equipos	Cantidad	S/unid	\$
Cilindros	78	\$ 11,313.00	\$ 882,414.00
Pistones	78	\$ 1,671.00	\$ 130,338.00
Válvulas	156	\$ 1,629.00	\$ 254,124.00
Asientos	156	\$ 1,677.00	\$ 261,612.00
Elastomeros	78	\$ 90.45	\$ 7,055.10
Sistema de lubricación	52	\$ 222.30	\$ 11,559.60
Culata de succión	12	\$ 46,172.00	\$ 554,064.00
Culata de descarga	12	\$ 79,138.00	\$ 949,656.00
Cruceta	4	\$ 47,354.00	\$ 189,416.00
Vastago de cruceta	4	\$ 12,968.00	\$ 51,872.00

Equipos	Cantidad	\$/unid	\$
Pin de cruceta	4	\$ 21,103.00	\$ 84,412.00
Cigüeñal	1	\$ 251,449.00	\$ 251,449.00
Piñón	2	\$ 138,308.00	\$ 276,616.00
Rueda dentada	1	\$ 245,150.00	\$ 245,150.00
Biela	1	\$ 62,626.00	\$ 62,626.00
Rodamientos	1	\$ 138,525.00	\$ 138,525.00
Spools	80	\$ 14,082.00	\$ 1,126,560.00
Personal	9	\$ 15.17	\$ 136.50
TOTAL	720	\$ 1,073,492.92	\$ 5,477,585.20

Fuente: Elaboración Propia.



- **Costo de Ton no bombeadas por mantenimiento propuesto:**

Se realizó una comparación de las toneladas que se perdería de bombear con el nuevo mantenimiento propuesto para evitar paradas inesperadas que generarán desgaste en los componentes; lo que se busca es observar cuánto se perdería con el plan de mantenimiento propuesto. Cabe resaltar que no se consideró los spools ya que al estar alguna de las bombas en mantenimiento el mineral sigue transportando a través de la tubería.

Tabla 62. Costo de Ton no bombeadas propuesto

Equipos	Tiempo anterior de Mantenimiento(días)	Tiempo propuesto de Mantenimiento(días)	Diferencia	Horas de Mantenimiento(hrs)	Ton/hr	Ton No bombeada
Cilindros	90	52	38	1.4	320	458.67
Pistones	90	52	38	1.4	320	432.00
Válvulas	15	8	7	1.6	320	512.00
Asientos	30	23	7	1.6	320	512.00
Sistema de lubricación	15	7	8	7.0	320	2240.00
Culatas	90	45	45	10.9	320	3498.67
Cruceta	90	45	45	10.9	321	3509.60
Cigüeñal	180	90	90	10.9	320	3498.67
Rueda dentada	180	90	90	10.9	320	3498.67
Rodamientos	180	90	90	10.9	320	3498.67
TOTAL						21658.93
					\$ Ton no bombeadas	\$ 122,286,337.60

Fuente: Elaboración Propia.

NOTA: Para calcular el costo de las toneladas se tomó como dato 5,646\$/ton, según la Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía.

5.3. Beneficio – Costo de Propuesta de Mejora

5.3.1. Beneficio

Los beneficios percibidos en la propuesta se costearon y anualizados para obtener un comparativo con los costos inicialmente identificados en el análisis de problemas; los nuevos costos se deben a la reducción de la adquisición de nuevos equipos para resolver las fallas imprevistas. Evaluando las fallas de mantenimiento correctivos se observó que se realizaron cambios de equipos en fechas antes del mantenimiento preventivo que se tenía, dándonos a conocer que el tiempo estimado de mantenimiento no era el adecuado para anticiparse a las fallas que se presentan ocurrentemente.

Tabla 64. Beneficio Total identificado

BOMBAS	416		417		418		419		TOTAL, ACTUAL	TOTAL, PROPUESTO	Beneficio Total
	Actual \$	Propuesto \$	Actual \$	Propuesto \$	Actual \$	Propuesto \$	Actual \$	Propuesto \$			
Cilindros	\$ 237,573.00	\$ 95,029.20	\$ 181,008.00	\$ 72,403.20	\$ 226,260.00	\$ 90,504.00	\$ 113,130.00	\$ 45,252.00	\$ 757,971.00	\$ 303,188.40	\$ 454,782.60
Pistones	\$ 61,827.00	\$ 24,730.80	\$ 61,827.00	\$ 24,730.80	\$ 48,459.00	\$ 19,383.60	\$ 31,749.00	\$ 12,699.60	\$ 203,862.00	\$ 81,544.80	\$ 122,317.20
Válvulas	\$ 211,770.00	\$ 84,708.00	\$ 229,689.00	\$ 91,875.60	\$ 192,222.00	\$ 76,888.80	\$ 255,753.00	\$ 102,301.20	\$ 889,434.00	\$ 355,773.60	\$ 533,660.40
Asientos	\$ 142,545.00	\$ 57,018.00	\$ 130,806.00	\$ 52,322.40	\$ 107,328.00	\$ 42,931.20	\$ 150,930.00	\$ 60,372.00	\$ 531,609.00	\$ 212,643.60	\$ 318,965.40
Elastomeros	\$ 2,170.80	\$ 868.32	\$ 1,899.45	\$ 759.78	\$ 1,809.00	\$ 723.60	\$ 2,442.15	\$ 976.86	\$ 8,321.40	\$ 3,328.56	\$ 4,992.84
Sistema de lubricación	\$ 666.90	\$ 266.76	\$ 889.20	\$ 355.68	\$ 1,111.50	\$ 444.60	\$ 666.90	\$ 266.76	\$ 3,334.50	\$ 1,333.80	\$ 2,000.70
Culata de succión	\$ 46,172.00	\$ 18,468.80	\$ 554,064.00	\$ 221,625.60	\$ 461,720.00	\$ 184,688.00	\$ 138,516.00	\$ 55,406.40	\$ 1,200,472.00	\$ 480,188.80	\$ 720,283.20
Culata de descarga	\$ -	\$ -	\$ 712,242.00	\$ 284,896.80	\$ 791,380.00	\$ 316,552.00	\$ 237,414.00	\$ 94,965.60	\$ 1,741,036.00	\$ 696,414.40	\$1,044,621.60
Cruceta	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Vastago de cruceta	\$ -	\$ -	\$ 38,904.00	\$ 15,561.60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 38,904.00	\$ 15,561.60	\$ 23,342.40
Pin de cruceta	\$ 126,618.00	\$ 50,647.20	\$ 63,309.00	\$ 25,323.60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 189,927.00	\$ 75,970.80	\$ 113,956.20
Cigüeñal	\$ 251,449.00	\$ 100,579.60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 251,449.00	\$ 100,579.60	\$ 502,898.00	\$ 201,159.20	\$ 301,738.80
Piñón	\$ 138,308.00	\$ 55,323.20	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 138,308.00	\$ 55,323.20	\$ 82,984.80
Rueda dentada	\$ 245,150.00	\$ 98,060.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 245,150.00	\$ 98,060.00	\$ 147,090.00
Biela	\$ 187,878.00	\$ 75,151.20	\$ 125,252.00	\$ 50,100.80	\$ 62,626.00	\$ 25,050.40	\$ -	\$ -	\$ 375,756.00	\$ 150,302.40	\$ 225,453.60
Rodamientos	\$ 2,077,875.00	\$ 831,150.00	\$1,108,200.00	\$ 443,280.00	\$ 415,575.00	\$ 166,230.00	\$ 277,050.00	\$ 110,820.00	\$ 3,878,700.00	\$ 1,551,480.00	\$2,327,220.00
										TOTAL	\$6,423,409.74

Fuente: Elaboración Propia.

5.3.1.1. Incremento proyectado en el rendimiento del mineroducto

La capacidad esperada del mineroducto es de 6300 Toneladas, sin embargo, se ha registrado paradas imprevistas, los registros del 2019 indican que hubo 35 caídas de capacidad en diversas fechas del año.

Tabla 65. Incremento de toneladas bombeadas, 2019

Fecha	Toneladas Bombeadas Actuales registradas (Toneladas)
2-Ene	4558.11151
26-Ene	4801.28885
2-Feb	2504.41611
11-Feb	3552.06873
15-Feb	5065.55814
18-Feb	3809.51642
19-Feb	5960.4895
20-Feb	4135.89679
3-Mar	5051.19121
12-Mar	5820.88638
1-Abr	5119.88464
4-Abr	5959.95383
12-Abr	5515.69452
21-Abr	4774.78354
14-May	5054.41119
8-Jun	4828.48602
24-Jun	4452.90034
17-Jul	6150.93978
22-Jul	6212.24261
23-Jul	3429.08554
24-Jul	1877.29852
25-Jul	4441.63907
9-Ago	5246.42502
23-Ago	5338.35446
24-Ago	5387.92911
2-Set	4931.49847
3-Set	3902.33444
4-Set	4193.73706
11-Set	4401.99117
16-Set	5943.5692
23-Oct	5023.19785
8-Nov	1042.58194
10-Nov	5298.5358
18-Nov	2979.429
19-Nov	4549.76801

Fuente: Elaboración Propia.

De estas paradas registradas, deben contrastarse según el calendario de mantenimientos de mina y generales que afectan el rendimiento. Es así como se sabe que, en los meses de enero, abril están programadas los mantenimientos de mina, por otro lado, en los meses de agosto y noviembre, están programados los mantenimientos generales de mina. Así mismo en los meses previos y posterior a los mantenimientos generales se registran rendimientos menores porque requieren tiempo de holgura para la preparación de los mantenimientos y luego para culminar los trabajos, comúnmente relacionada en la adquisición de repuestos y suministros. Por tanto, se estima que los meses optimizables son los de febrero, marzo, mayo y junio.

Tabla 66. Programación de mantenimientos en mina por mes

Enero	Febrero	Marzo
Mantenimiento programado Mina	Optimizables	Optimizables
Abril	Mayo	Junio
Mantenimiento programado Mina	Optimizables	Optimizables
Julio	Agosto	Setiembre
Preparación Mtto General	Mantenimiento programado General	Post-mantenimiento Agosto
Octubre	Noviembre	Diciembre
Preparación Mtto General	Mantenimiento programado General	Post-mantenimiento Diciembre

Fuente: La empresa, elaboración propia

Considerando los registros obtenidos de las paradas registradas en el 2019 y proyectando sobre esta base, los beneficios proyectados del incremento de Toneladas bombeadas de pulpa de mineral. Se tiene el siguiente estimado.

Tabla 67. Rendimiento esperado con la propuesta de mejora

Fecha	Toneladas Bombeadas Actuales registradas (Tn)	Rendimiento esperado (Tn)	Toneladas Bombeadas Propuestas adicionales (Tn)
2-Feb	2,504.416	6,300.000	3,795.584
11-Feb	3,552.069	6,300.000	2,747.931
15-Feb	5,065.558	6,300.000	1,234.442
18-Feb	3,809.516	6,300.000	2,490.484
19-Feb	5,960.490	6,300.000	339.511
20-Feb	4,135.897	6,300.000	2,164.103
3-Mar	5,051.191	6,300.000	1,248.809
12-Mar	5,820.886	6,300.000	479.114
14-May	5,054.411	6,300.000	1,245.589
8-Jun	4,828.486	6,300.000	1,471.514
24-Jun	4,452.900	6,300.000	1,847.100
Toneladas adicionales de propuesta de mejora			19,064.179

Fuente: Elaboración propia

Sabiendo que la Tonelada de cobre (Cu) se encuentra valorizado en 5,646 dólares americanos según la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, el adicional de rendimiento esperado con la propuesta da como un beneficio adicional a las operaciones de la empresa de 107,636,355.67 dólares americanos.

Tabla 68. Beneficio esperado (en dólares americanos) por el incremento de rendimiento

Tn adicionales	19,064.179
Valor de Tn en dólares	\$5,646.00
INGRESO ADICIONAL	\$107,636,355.67

Fuente: Elaboración propia

5.3.2. Costo

5.3.2.1. Costo Fijo Tangible

Las inversiones tangibles constituyen los activos fijos de la empresa y corresponden a las efectuadas en bienes o elementos que no son materia de transacciones continuas o usuales durante la vida útil del proyecto, y una vez adquiridos son reconocidos como patrimonio físico, capital fijo de la empresa hasta la liquidación de este.

Tabla 69. Costos Tangibles de Propuesta

COSTOS TANGIBLES	MONTO (\$)	%
Paradas por Mantenimiento Propuesto	\$ 122,286,337.60	95.05%
Equipos previstos	\$ 5,477,585.20	4.26%
Área implementada para materiales de lubricación	\$ 550,000.00	0.43%
Software que permita realizar la trazabilidad de componentes y alertas de fallas.	\$ 164,000.00	0.13%
Robot de evaluación de Tubería	\$ 80,000.00	0.06%
Evaluación hidráulica de las estaciones del mineroducto para evaluar el estado	\$ 50,000.00	0.04%
Adquisición de equipo de microfiltrado de aceite (3 unidades)	\$ 48,400.00	0.04%
TOTALES	\$ 128,656,322.80	100%

Fuente: Elaboración Propia.

5.3.2.2. Costo Intangible

Dentro de los costos intangibles tenemos aquellos que se caracterizan por ser inmateriales es decir que no están sujetos a desgastarse o tener una depreciación a lo largo del tiempo, es una de las características que los diferencian de los activos tangibles. Las inversiones que se tienen en estos activos son aquellos que han sido brindados por servicios externos o derechos para utilizar alguna norma o conocimiento, en el caso de este proyecto se

costeará todas las capacitaciones que se brindará al personal para que puedan ejercer de manera adecuada las mejoras y funciones dentro del área.

Tabla 70. Costos Intangibles de Propuesta

COSTOS INTAGIBLES	Horas Semanales	Sem	Costo Hora (\$)	Costo Total (\$)	%
Capacitaciones de uso de robot para tubería	4	20	\$ 180.00	\$ 14,400.00	34%
Capacitación y certificación en ISO 4406	2	8	\$ 680.00	\$ 10,880.00	25%
Capacitaciones de Software	5	12	\$ 150.00	\$ 9,000.00	21%
Control de Plan y reportes generados	5	20	\$ 50.00	\$ 5,000.00	12%
Capacitaciones de Lubricación	4	5	\$ 180.00	\$ 3,600.00	8%
			TOTAL	\$ 42,880.00	100%

Fuente: Elaboración Propia

5.3.2.3. Análisis Económico y Financiero

Con la información proporcionada, se procedió a elaborar el flujo de caja proyectado a 10 años, debido a que la maquinaria utilizada y el conocimiento como la tecnología tiene este período de utilización efectiva, además que la depreciación de las depreciaciones de SUNAT se depreciaría en 10 años para maquinaria y equipos, así como bienes y activo fijo. Así mismo se sabe que la inversión total del proyecto es de \$6,412,865.20.

Para ello también se identificaron los valores que ayudarían a la proyección de los costos de mantenimiento propuestos y el incremento del ahorro esperado.

- Proyecciones del Costo 2020 - 2029

Los costos actuales se encuentran en \$5,477,585.23 para el primer año, estos pueden ser afectados por la inflación nacional, que se proyecta entre 1% y 3% para los próximos años según el BCRP (2019). En el escenario actual se consideró el 1%, considerando que las contrataciones realizadas por la minera suelen tener un poder de negociación que asegure la estabilidad de los costos, en este caso, de mantenimiento.

Tabla 71. Proyecciones del Costo 2020 – 2029 (en dólares americanos)

Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025	Año 2026	Año 2027	Año 2028	Año 2029
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
\$5,477,585.23	\$5,532,361.08	\$5,587,684.69	\$5,643,561.54	\$5,699,997.16	\$5,756,997.13	\$5,814,567.10	\$5,872,712.77	\$5,931,439.90	\$5,990,754.30

Fuente: Elaboracion Propia

Nota: la proyección se logró con el costo base de \$5,477,585.23, que fue incrementando 1% año tras año, hasta proyectarlo al 2029

- Proyecciones del Ingreso/Ahorro 2020 - 2029

El ingreso está dado por el ahorro logrado en cada mantenimiento y que progresivamente se irá viendo sus beneficios, en este caso se tomó como base la meta de ahorro planteada por la propuesta, la cual fue de 10% en el escenario actual y proyectando sus incrementos a partir del 2021, ya que para el 2020 se estimó el ahorro en \$6,423,409.74.

Tabla 72. Proyecciones del Ingreso/Ahorro 2020 – 2029 (en dólares americanos)

	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025	Año 2026	Año 2027	Año 2028	Año 2029
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	\$6,423,409.74	\$7,065,750.71	\$7,772,325.79	\$8,549,558.36	\$9,404,514.20	\$10,344,965.62	\$11,379,462.18	\$12,517,408.40	\$13,769,149.24	\$15,146,064.16

Fuente: Elaboracion Propia

Nota: la proyección se logró con el ahorro base de \$6,423,409.74, que fue incrementando 10% año tras año, hasta proyectarlo al 2029

- Estimación del Costo de Oportunidad de Capital (COK)

Para la estimación del Costo de Oportunidad de Capital (COK) se utilizará el valor de descuento valorizado, el cual permitirá comparar el retorno sobre la inversión (TIR), así mismo ajusta el valor actual neto (VAN). Para ello se utilizó la fórmula de CAPM elaborados por Sharpe (1964). La cual tiene la fórmula de edición de riesgo país (Emerging Market Bond Index – EMBI: tasa resultado de restar el bono global del bono de los Estados Unidos a diez años). Así mismo según la metodología Goldman Sachs para mercados emergentes, como es caso de las inversiones de la empresa minera en estudio, se considera la volatilidad del mercado peruano. La fórmula es la siguiente:

$$Cok = Rf + BI*(Rm-Rf) * \lambda + Rp$$

Donde:

Rf = Activo libre de riesgo

BI = Beta apalancado por la estructura de financiamiento de la empresa

Rm = Rendimiento promedio del mercado

(Rm-Rf) = Prima por riesgo de mercado

Rp = Riesgo país

λ = Volatilidad relativa del mercado peruano sobre el de los Estados Unidos, ambos para el caso de acciones.

La minera opera en el mercado peruano y está expuesto a él. Así, la prima por riesgo (Rm-Rf) de los Estados Unidos se multiplica por la volatilidad del mercado peruano y se divide por la volatilidad del mercado de los Estados Unidos. Este ajuste hacia arriba permite corregir la mayor prima de riesgo del mercado peruano, dado su nivel de volatilidad (más riesgoso que los Estados Unidos).

Las fuentes de consulta provienen de Damodaran. Los valores considerados para $Re = Rf + BI*(Rm-Rf) * \lambda + Rp$ son los siguientes:

Rf = 2,41%, tomado del rendimiento de los bonos de los Estados Unidos al 31 de diciembre de 2017

(Rm-Rf) = 4,77%

Para la prima por riesgo de mercado se utiliza la información de 1928-2017, porque muestra la menor volatilidad (desviación estándar); es decir, si bien la media es 4,77%, la desviación es de $\pm 2,24\%$.

Bl es el resultado del Bu (Beta desapalancado o unlevered = 0,9), sobre la base de la información de Damodaran (s.f.) para la industria de metales y minería (Metals & Mining), multiplicado por el nivel de apalancamiento de la empresa, medido de la siguiente manera:

$$Bl = Bu * (1 + D/E * (1 - t))$$

Donde, D/E es el nivel de deuda sobre el patrimonio (equity), ambos a valor de mercado; y t es la tasa impositiva, que en el caso peruano es de 29,5%. La participación de utilidades para el sector minero es de 8%. Asimismo, el nivel de apalancamiento considerado es el nivel de capitalización del grupo de la minera en cuestión (US\$ 3.990 millones) y su deuda a valor de mercado (US\$ 747 millones), la ratio D/E es igual a 19%. Ello resulta en una beta apalancado (Bl) de 1,01. Finalmente, el costo de capital es el siguiente:

$$Cok = Rf + Bl * (Rm - Rf) * \lambda + Rp$$

$$Cok = 2,41\% + 1,01 * 4,8\% * 1,3 + 1,4\%$$

$$Cok = 9,9\%$$

- Flujo de caja proyectado 2020 – 2029

Con los datos anteriormente mencionados se logró proyectar el flujo de caja del 2020 al 2029, considerando además un “período 0” que hace referencia al año de inversión, en este caso el 2019.

Tabla 73. Flujo de Caja proyectado de la propuesta 2020 – 2029 (en dólares americanos)

	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025	Año 2026	Año 2027	Año 2028	Año 2029	TOTAL	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Inversión	-\$6,412,865.20											
Costos		\$127,763,922.83	\$129,041,562.06	\$130,331,977.68	\$131,635,297.46	\$132,951,650.43	\$134,281,166.93	\$135,623,978.60	\$136,980,218.39	\$138,350,020.57	\$139,733,520.78	\$1,336,693,315.73
Ingresos		\$114,059,765.41	\$125,465,741.95	\$138,012,316.15	\$151,813,547.76	\$166,994,902.54	\$183,694,392.79	\$202,063,832.07	\$222,270,215.28	\$244,497,236.81	\$268,946,960.49	\$1,817,818,911.25
Flujo	-\$6,412,865.20	-\$13,704,157.42	-\$3,575,820.11	\$7,680,338.47	\$20,178,250.31	\$34,043,252.11	\$49,413,225.86	\$66,439,853.47	\$85,289,996.89	\$106,147,216.23	\$129,213,439.71	\$474,712,730.32
F. Acumulado	-\$6,412,865.20	-\$20,117,022.62	-\$23,692,842.72	-\$16,012,504.26	\$4,165,746.05	\$38,208,998.16	\$87,622,224.02	\$154,062,077.49	\$239,352,074.38	\$345,499,290.61	\$474,712,730.32	

Fuente: Elaboración Propia

- Indicadores Económicos de la propuesta

Tabla 74. Indicadores económicos del Flujo de caja proyectado

COK (base comparativa)	9.90%
VAN	\$217,105,053.02
TIR	39.60%
B/C	1.36
PRI o Payback	4
Inversión	-\$6,412,865.20

Fuente: Elaboración Propia

El valor actual neto (VAN) es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto. Para la propuesta el VAN es de \$217,105,053.02. La rentabilidad que ofrece una inversión o Tasa interna de retorno (TIR) es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión, para la propuesta la TIR de 39.60%, siendo mayor al COK del sector, por tanto, siendo un proyecto beneficioso. La relación costo-beneficio (B/C), conocida también como índice neto de rentabilidad, es un cociente que se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto. En la propuesta el B/C es de 1.36, por tanto, siendo beneficioso por ser mayor a 1. Finalmente, el período de recuperación de la inversión (PRI) es un indicador que mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente. En la propuesta, la inversión se recuperaría en el cuarto período.

- Análisis de Sensibilidad del Proyecto

Tomando en cuenta que la propuesta, cuenta con un escenario ideal en el que el ahorro del proyecto sea del 10%, se decidió realizar un análisis de sensibilidad que permita identificar cuales sería las condiciones si es que este ahorro sería mayor y menor en 5%, por elaboró una tabla con un espectro de 5% a 15% de ahorro, ayudado por el análisis de tabla del software Microsoft Excel, se logró identificar los diversos resultados del Valor Actual Neto (VAN) de la Propuesta

Tabla 75. Análisis de Sensibilidad de VAN respecto al % de Ahorro y el Costo de la Propuesta

	VAN	% Ahorro										
	\$217,105,053.02	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
Costo 2020	\$127,763,922.83	\$27,539,677.81	\$61,860,150.48	\$97,890,167.35	\$135,714,544.54	\$175,421,949.65	\$217,105,053.02	\$260,860,683.88	\$306,789,991.52	\$354,998,611.48	\$405,596,837.04	\$458,699,796.03
Costo 2021	\$129,041,562.06	\$19,353,752.97	\$53,674,225.64	\$89,704,242.51	\$127,528,619.70	\$167,236,024.81	\$208,919,128.18	\$252,674,759.05	\$298,604,066.69	\$346,812,686.65	\$397,410,912.21	\$450,513,871.19
Costo 2022	\$130,331,977.68	\$2,735,506.96	\$37,055,979.63	\$73,085,996.50	\$110,910,373.69	\$150,617,778.81	\$192,300,882.17	\$236,056,513.04	\$281,985,820.68	\$330,194,440.64	\$380,792,666.20	\$433,895,625.18
Costo 2023	\$131,635,297.46	-\$22,820,255.06	\$11,500,217.61	\$47,530,234.48	\$85,354,611.67	\$125,062,016.78	\$166,745,120.15	\$210,500,751.01	\$256,430,058.65	\$304,638,678.62	\$355,236,904.18	\$408,339,863.16
Costo 2024	\$132,951,650.43	-\$58,103,207.67	-\$23,782,735.00	\$12,247,281.87	\$50,071,659.06	\$89,779,064.17	\$131,462,167.54	\$175,217,798.41	\$221,147,106.05	\$269,355,726.01	\$319,953,951.57	\$373,056,910.55
Costo 2025	\$134,281,166.93	-\$104,228,299.15	-\$69,907,826.47	-\$33,877,809.61	\$3,946,567.59	\$43,653,972.70	\$85,337,076.07	\$129,092,706.93	\$175,022,014.57	\$223,230,634.53	\$273,828,860.09	\$326,931,819.07
Costo 2026	\$135,623,978.60	-\$162,694,617.80	-\$128,374,145.13	-\$92,344,128.26	-\$54,519,751.07	-\$14,812,345.96	\$26,870,757.41	\$70,626,388.28	\$116,555,695.92	\$164,764,315.88	\$215,362,541.44	\$268,465,500.42
Costo 2027	\$136,980,218.39	-\$235,466,692.73	-\$201,146,220.06	-\$165,116,203.19	-\$127,291,826.00	-\$87,584,420.89	-\$45,901,317.52	-\$2,145,686.65	\$43,783,620.99	\$91,992,240.95	\$142,590,466.51	\$195,693,425.49
Costo 2028	\$138,350,020.57	-\$325,084,410.59	-\$290,763,937.92	-\$254,733,921.05	-\$216,909,543.86	-\$177,202,138.75	-\$135,519,035.38	-\$91,763,404.52	-\$45,834,096.88	\$2,374,523.09	\$52,972,748.65	\$106,075,707.63
Costo 2029	\$139,733,520.78	-\$434,810,154.51	-\$400,489,681.84	-\$364,459,664.97	-\$326,635,287.78	-\$286,927,882.67	-\$245,244,779.30	-\$201,489,148.43	-\$155,559,840.79	-\$107,351,220.83	-\$56,752,995.27	-\$3,650,036.29

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados indican que el proyecto con el costo actual de \$127,763,922.83, logra ser rentable en los 10 años evaluados, sin embargo, a ese mismo costo recién empieza a mostrar un VAN mayor a los cien millones en un ahorro del 8%. Con estos resultados se estima que la meta de ahorro debería ser mayor o igual al 8%, y mantenimiento a un costo no mayor al \$130,331,977.68, es decir que el proyecto debe mantener crecimientos constantes para que no se ponga en riesgo, teniendo un margen incremental 7% para aun mantenerse beneficios para la empresa.

$$\% \text{ margen incremental del costo} = 1 - \frac{\$127,763,922.83}{\$130,331,977.68}$$

$$\% \text{ margen incremental del costo} = 0.02 = 2\%$$

Finalmente se elaboraron tres escenarios para identificar si es que el proyecto tendría algún riesgo por factores externos como la inflación, o por la reducción del ahorro hasta un máximo de 5%.

- Análisis de Escenarios del Proyecto

Se plantearon tres escenarios, el Optimista, Pesimista y Actual con los valores de inflación de 0%, 1% y 3% y un ahorro de 5%, 10% y 15% como se muestra a continuación:

Tabla 76. Escenarios para el análisis

	OPTIMISTA	PESIMISTA	ACTUAL
Inflación	0	3%	1%
Ahorro	15%	5%	10%

Fuente: Elaboración Propia

Apoyados con el procesamiento de escenarios de Microsoft Excel, se logró identificar los resultados de la VAN, TIR y B/C por cada escenario. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 77. Resultados por escenario

	Valores actuales:	OPTIMISTA	PESIMISTA
Celdas cambiantes:			
Inflación	1%	0%	3%
Ahorro	10%	15%	5%
Celdas de resultado:			
VAN	\$217,105,053.02	\$488,854,422.95	-\$37,342,543.89
TIR	39.60%	52.74%	-7.08%
B/C	1.36	1.81	0.98

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados por escenarios indican que en el escenario pesimista muestra una VAN, TIR negativo y B/C menor a la unidad, por tanto, el proyecto no es viable en este escenario que la inflación logre incrementar los costos en 3% como es lo proyectado según el BCRP (2019). Así mismo, si el ahorro caería hasta 5% por cada año el proyecto sería perjudicial para la empresa.

CONCLUSIONES

Primera. – Se logró proponer un método que permitirá optimizar el mantenimiento preventivo y predictivo del mineroducto de concentrado al norte del Perú aplicando la metodología AMEF. La optimización se encuentra definida por el asertividad del diagnóstico en función a la identificación de las fallas y la reducción de los costos de mantenimiento. Logrando un beneficio – costo de 1.36, el cual, por ser mayor a la unidad, se muestra como beneficioso para la empresa. Por tanto, se acepta la Hipótesis planteada, teniendo una disponibilidad proyectada de los componentes del 95%.

Segunda. – Al identificar la situación actual de la gestión de mantenimiento en la empresa analizada del sector minero, se evidenció la importancia del sistema de mineroducto para transportar el mineral en un promedio de 320 Tn/Hr desde el centro de extracción, hasta el centro de exportación. También se evidenció que la organización del área de mantenimiento cuenta con 09 mecánicos y 02 supervisores, los cuales operan a partir de planes de mantenimientos preventivos y correctivos, siendo el costo de mantenimiento del 2019 de 10,919,512.15 dólares americanos, siendo el doble de lo presupuesto en el 2018.

Tercera. – Al analizar los registros históricos de fallas, se identificaron que las fallas se presentaron en los meses de enero, abril, mayo, julio, agosto y setiembre. Identificando que las fallas más representativas en bombas son paradas intempestivas (16.95%), Sistema de lubricación (15.07%), Golpe de ariete (11.8%), Falla de alineamiento (9.42%), Ingreso de partículas extrañas (6.6%) y el desgaste de los componentes (promedio 4.96%). Así mismo se identificó que debido a estos incidentes, se paralizó y/o redujo la productividad del mineroducto. La disponibilidad actual promedio para las válvulas es de 48.99%, asientos 81.986%, pistones 92.296%, cilindros 97.088 %.

Cuarta. – Al aplicar el estudio de criticidad, se identificaron 04 etapas críticas dentro del mismo, listados y codificados como TS1, VS1, VS3 y las bombas de PS1 (416,417,418 y 419). Con un índice de criticidad promedio de 20.65, organizándolos desde el más crítico al menos crítico. Así mismo, en la simulación del mineroducto se identificaron puntos críticos debido a la variación de la presión que oscila entre 100,537 Pa y 2,586,648.66 Pa. Y la velocidad entre 0.187 m/s y 54.892 m/s, los cuales indican que debe establecerse una evaluación constante de los planes de mantenimiento.

Quinta. – Se propuso un nuevo plan de mantenimiento, el cual tiene el propósito de enfocarse en la criticidad de los elementos identificados, logrando con ello una reducción de 10%, con un VAN de \$217,105,053.02 y una TIR del 39.60% con respecto al costo de mantenimiento actual, así mismo asegurando la operatividad del mineroducto, y por tanto su productividad a futuro con una disponibilidad proyectada para válvulas de 58.84%, asientos de 84.78% y pistones de 95.256%.



RECOMENDACIONES

Primera. – Se recomienda la implementación del método propuesto que permitirá la optimización del mantenimiento preventivo y predictivo en base a AMEF. Así mismo, esto permitirá centrarse en las fallas y gestionar mejor el mantenimiento, apoyado con el dialogo continuo y exposición de perspectivas en las reuniones de planificación del mantenimiento.

Segunda. – Se recomienda, realizar estudios en detalle de la forma de mantenimiento y cumplimiento de los procedimientos de mantenimiento dentro de la organización, a manera de buscar no solo fallas de máquina, sino también, fallas humanas por negligencia o falta de capacitación.

Tercera. – Se recomienda para que facilitar el análisis de registros históricos, se logre integrar la información en el área de mantenimiento, tanto de los mantenimientos realizados por el personal de la empresa, como los realizados por terceros. La información debe concentrarse en un solo repositorio, asegurando su integridad y respaldo, así mismo, una revisión analítica de los mismos de manera rápida y confiable.

Cuarta. – Se recomienda que, para los estudios de criticidad, las decisiones sean apoyadas con el uso de softwares de simulación que permita un adecuado análisis de los modos de falla. En el presente trabajo se utilizó el programa SolidWorks en versión 2020 para analizar los resultados obtenidos.

Quinta. –En cuanto a la propuesta de un nuevo plan de mantenimiento, se recomienda ampliar el estudio de la aplicación de AMEF a través de nuevos estudios y temas de investigación como es el uso de herramientas de Mejora Continua. Se proponen los siguientes a manera de sugerencia: 5S y SMED al momento de la operación de mantenimiento, Kanban y Andon para la gestión de mantenimiento.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Applied Flow Technology. (10 de marzo de 2020). *Fathom 9*. Obtenido de Fathom 9: <https://www.aft.com/new-in-fathom-9>
- Ausenco. (03 de noviembre de 2019). *Ausenco*. Obtenido de <https://www.ausenco.com/es/tuberia-antamina>
- Autodesk. (06 de abril de 2020). *Inventor*. Obtenido de Inventor: <https://www.autodesk.com/education/free-software/inventor-professional>
- Barrientos Medina, G. (2017). *Mejora de la gestión de mantenimiento de maquinaria pesada con la metodología amef*. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola.
- Coronado Palomo, J. (2007). *Análisis de Modos y Efectos de Fallas a los equipos críticos de la sierra Wagner KM-44 de Colada en C.V.C Venalum, Tesis de maestría*. Colombia: Universidad Simón Bolívar, Decanato de Estudio de Posgrado.
- Damodaran, A. (s.f.). Obtenido de <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>
- Díaz Concepción, A., del Castillo Serpa, A., Cabrera Gómez, J., & Toledo García, M. (2016). Obtención de un modelo de criticidad para los equipos y sistemas tecnológicos de una termoeléctrica. *Energética vol.37 no.3 La Habana sep.-dic. 2016*, 217-227.
- Duffuaa, S. O., Raouf, A., & Campbell, J. D. (2006). *Sistemas de mantenimiento: planeación y control*. México: Limusa.
- Ellmann, Sueiro y Asociados. (04 de mayo de 2020). *reliabilityweb.com*. Obtenido de El Análisis de Criticidad, una Metodología para mejorar la Confiabilidad Operacional: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope>
- Fernández, R. (2010). *La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa*. Recuperado el 17 de Setiembre de 2017, de <https://www.editorial-club-universitario.es/pdf/3881>
- Galeano Hernández, E., & Pérez Carrillo, H. H. (2017). *Análisis de modo y efecto de falla en el proceso de extrusión – soplado en placa s.a*. Bogotá: Univesidad Distrital Francisco José de Caldas.
- García, A. (2011). *Productividad y reducción de costos. Para la pequeña y mediana industria*. México: Trillas.
- Grosso, J. (2004). *Programa de Mantenimiento basado en RCM para los hidrogenadores de la central La Guaca*. Colombia: Universidad Industrial de

Santander.

- Heizer, J., & Render, B. (2012). *Administración de Operaciones*. México: Pearson Educación.
- Hernandez Moreno, S., & Pabón Neira, V. (2012). *Diseño de un sistema de mantenimiento preventivo para la planta de mecanizado de industrias TANUZI S.A. basado en Analisis de criticidad y Analisis de modo y efecto de falla (FMEA)*. Tesis de pregrado. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Mecánica.
- Hernández Morfin, D. (2005). *Análisis de modo y efecto de las fallas potenciales aplicado a un caso de estudio*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Huerta Mendoza, R. (2000). El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional. *Ingeniería Mecánica Vol.3., Núm.4*, 12-16.
- Lean Solutions. (21 de abril de 2020). *AMEF Análisis de Modo y Efectos de Falla*. Obtenido de <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>
- Martinez Lugo, C. A. (2004). *Implementación de un análisis de modo y efecto de falla en una línea de manufactura para juguetes*. Ciudad Universitaria Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Monje Álvarez, C. (04 de abril de 2011). *Universidad Surcolombiana*. Obtenido de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Mora Gutierrez, L. A. (2009). *Mantenimiento, Planeación, Ejecución y control*. Valencia: Alfaomega.
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (Reliability - centred Maintenance)*. Gran Bretaña: Aladon.
- Ortega Ñahuin, D. G. (2017). *Determinación de fallas funcionales de los equipos críticos de transporte de mineral grueso en minera las bambas s.a.* Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Sharpe, W. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions. *Journal of Finance*, vol. 19 (3), 425-442.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo y especificación de Bomba

Mud Pumps TPK 2200



For offshore and deep drilling

Since 1904, MHWirth has built the most reliable and service-friendly mud pumps available in the market.

The 2200 hp mud pumps are designed for circulating drilling fluid under high pressure (up to 10 000 psi) down the drill string to support especially deep and offshore drilling operations.

Our precise equipment design and production processes reduce wear and tear, as well as, maintenance downtime and costs. Our precise machining makes shimming obsolete; the pump is ready to use after set-up and runs smoothly throughout the operation. Very low noise and vibrations levels increase the HSSE performance.

The light weight triplex pumps are extremely compact and require minimum space. Different skid, main motor and drive arrangements for rear- or top-mounted configurations meet all rig requirements.

The mud pumps are accredited in accordance with API Spec 7K.

Additional Options:

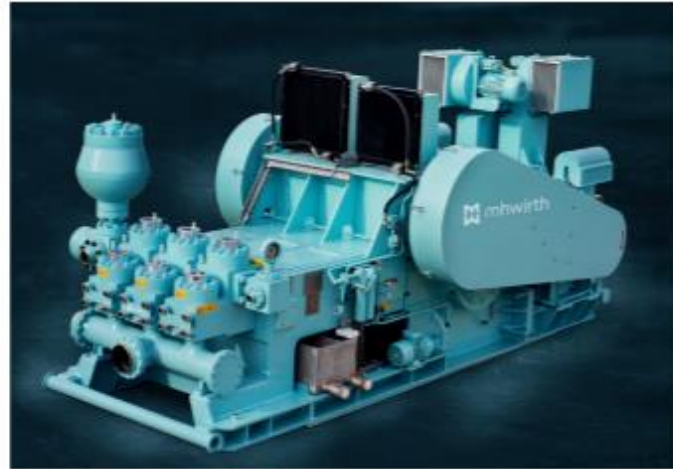
- Unique gear drives with a lifetime of up to 50 000 hours, replacing less durable and louder chain or belt driven configurations (15 000 hours lifetime)
- Interchangeable AC water jacket motors can be used both on mud pumps and on drawworks. This keeps your spare parts stock at a minimum and reduces downtime in case of a replacement. These motors reduce noise further to less than 85 dB(A)
- Early detection of critical failures maximizes uptime
- Hydraulic quick release system for fast tensioning and replacement of fluid end parts without heavy tools. Necessitating less physical strength compared to tensioning of the screws via torque, this method improves safety and reduces maintenance downtime
- Third party certifications such as ABS and DNV possible
- Mud pump control system with HMI using a red dot system indicating visually faulty devices and guiding the user. Control via DCMS software and/or operator chair provides high flexibility and a local panel at the pump allows for easy maintenance handling

Benefits

- Large variety of drives, motor and skid configurations to meet your needs
- 10-20 % less weight than pumps from other OEMs simplifying the required infrastructure on the rig and reducing the cost of rig configuration
- > 50 % lower sound level than motors from other OEMs
- Lowest Total Costs of Ownership with:
 - Hydraulic quick release system for fluid ends
 - Consumables and spare parts with MHWirth quality
 - More than 3 x higher uptimes with our unique gear drive



Mud Pumps TPK 2200 | For offshore and deep drilling



Technical Specifications

The table below is a selection of typical variants.

		TPK 2200-AC-TG-WJ	TPK 2200-AC-TG-WJ	TPK 2200-AC-RB-FV
Typical application		Offshore, mud circulation for ultra deepwater drillships and floaters, jackups, fixed platforms		Onshore, mud circulation for deep drilling
Discharge flow, max.		885 gpm (200.88 m ³ /h)		
Operating pressure, max.		10 000 psi (690 bar)	7 500 psi (517 bar)	
Standard main motor(s)		Single AC, water jacket		Double AC, forced ventilated
Standard drive configuration		Top mounted, gear drive		Rear mounted, belt drive, dual sided
Dry weight		104 716 lbs (47 500 kg)	102 515 lbs (46 500 kg)	106 924 lbs (48 500 kg)
Dimensions	Length	206 in (5 250 mm)	206 in (5 250 mm)	278 in (7 080 mm)
	Width	133 in (3 379 mm)	133 in (3 379 mm)	124 in (3 180 mm)
	Height	144 in (3 645 mm)	144 in (3 645 mm)	139 in (3 550 mm)

Data is subject to confirmation by the manufacturer.

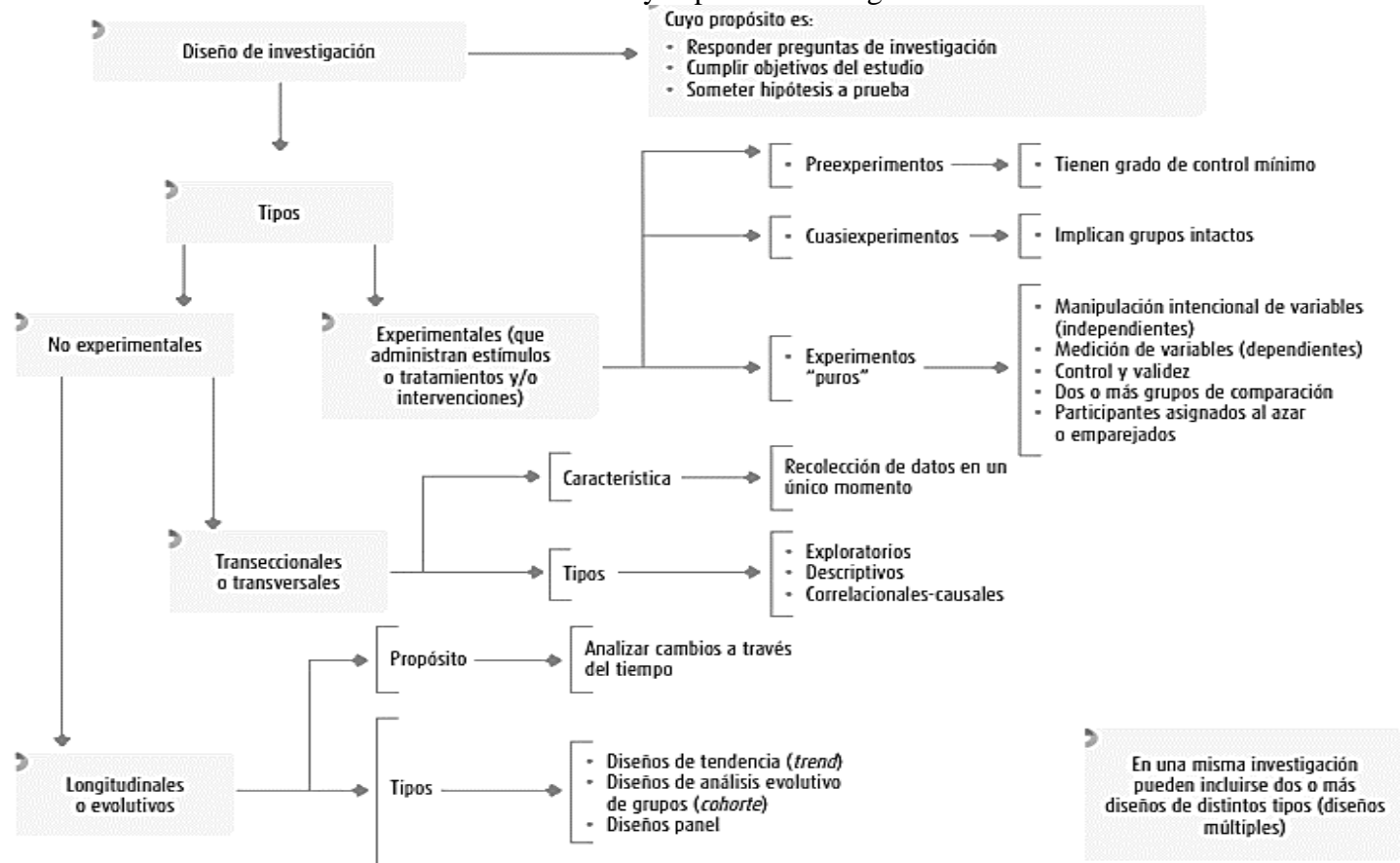


© MHWirth 2017 | 2017/03 Rev. 2

For more information, contact marketing@mhwirth.com | mhwirth.com

Fuente: Mh Wirth , 2017

Anexo 2. Diseños y Tipos de Investigación



Fuente: (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014) Nota: La relación lógica es una síntesis de los diseños y tipos de investigación existentes. Por tanto, se pueda escoger una opción adecuada a la realidad de la situación investigada, en el presente caso una investigación de diseño No Experimental – Transeccional o Transversal de tipo Correlacional – causal.

Anexo 3. Frecuencia de Mantenimiento Actual

TAG	Plan de Mantenimiento Actual	FRECUENCIA HRS	UNIDADES	HORASx DIA	DIAS
Bombas (416-417- 418-419)	INSPECCION DE VALVULAS	450	hrs	22	20
	CAMBIO DE PISTONES	2000	hrs	24	83
	CAMBIO DE CILINDROS	6000	hrs	24	250
	CAMBIO DE PISTON ROD -VASTAGO	13000	hrs	20	650
	CAMBIO DE ACEITE DEL CARTER	12	mes	20	360
	INSPECCION MECANICA INTERNA NTD (Inspeccion de acoplamientos Inspeccion de engranajes Limpieza del carter Inspeccion de bomba de agua Cambio de retenes barra de extension Medición de juegos rodamientos y correderas)	12	mes	20	360
CAMBIO DE CULATAS	36	mes	20	1080	

Fuente: Empresa Minera,2019.

Anexo 4. Cambios correctivos de equipos por Bombas

BOMBA	ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
PPP-416	55	42	24	48	35	25	37	14	35	31	28	23
Asientos	16	12	6	12	3	6	9	0	6	9	6	0
Biela	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cigüeñal	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cilindros	6	2	0	4	6	0	0	0	0	0	0	3
Cruceta	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Culata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Piñón	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pistones	13	2	0	9	7	0	0	0	0	0	0	6
Rodamientos	0	10	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Rueda dentada	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistema de lubricación	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
Válvulas	20	7	18	14	19	19	28	14	28	21	21	14
PPP-417	60	18	23	33	34	16	51	49	33	24	21	14
Asientos	14	6	7	9	6	6	9	6	6	6	3	0
Biela	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Cigüeñal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cilindros	0	0	0	2	0	0	9	2	3	0	0	0
Cruceta	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
Culata	15	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
Piñón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pistones	6	3	0	4	0	3	11	4	3	3	0	0
Rodamientos	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
Rueda dentada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistema de lubricación	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0

Válvulas	25	9	16	17	28	7	21	14	21	14	18	14
PPP-418	39	24	24	11	28	21	23	30	51	22	27	28
Asientos	6	6	8	1	7	6	6	6	0	6	6	6
Biela	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Cigüeñal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cilindros	0	0	0	1	2	0	0	0	16	1	0	0
Cruceta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Culata	17	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Piñón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pistones	3	0	2	3	2	0	3	0	15	1	0	0
Rodamientos	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Rueda dentada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistema de lubricación	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1
Válvulas	12	18	14	6	17	14	14	21	14	14	21	21
PPP-419	36	27	38	30	26	33	40	25	35	28	28	20
Asientos	8	7	14	8	5	12	12	6	0	6	6	6
Biela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cigüeñal	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cilindros	0	2	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0
Cruceta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Culata	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
Piñón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pistones	3	2	2	0	0	0	0	3	8	0	1	0
Rodamientos	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rueda dentada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistema de lubricación	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0
Válvulas	25	13	21	22	21	21	28	14	14	21	21	14

Fuente: Empresa Minera, 2019.

Anexo 5. Función Principal de spools en PS1

ESTACIÓN	SISTEMA	SUBSISTEMA	CODIGO	TAG	COMPONENTES	CODIGO	FUNCIÓN PRINCIPAL
PS1 (spools)	Transportar el concentrado	Codo 90° (950x950)	11	360P0611S3	Brida	11.13	Unir a los spools
		Recto T 999 (300,699)	12	360P0611S9	Poliuretano	12.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (950x1190)	13	360P0631S1	Poliuretano	13.11	Proteger Internamente a la tubería
					Brida	13.13	Unir a los spools
		Codo 90° (950x950)	14	360P0611S10	Poliuretano	14.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (950x1190)	15	360P0611S12	Poliuretano	15.11	Proteger Internamente a la tubería
					Brida	15.13	Unir a los spools
		Recto 1182 (178,826,178)	16	360P0611S4	Poliuretano	16.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (950x950)	17	360P0611S5	Poliuretano	17.11	Proteger Internamente a la tubería
					Brida	17.13	Unir a los spools
		Recto T 1360 (177,682,323,177)	18	360P0611S6	Poliuretano	18.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 6000 (178,5644,178)	19	360P0611S7	Poliuretano	19.11	Proteger Internamente a la tubería
					Brida	19.13	Unir a los spools
		Recto T 1048 (reductor)	20	360P0611S8	Poliuretano	20.11	Proteger Internamente a la tubería
					Brida	20.13	Unir a los spools

	Recto 2921 (260,2400,260)	21	360P0612S7	Poliuretano	21.11	Proteger Internamente a la tubería
	Recto 4230 (260,3709,260)	22	360P0612S9	Poliuretano	22.11	Proteger Internamente a la tubería
				Brida	22.13	Unir a los spools
	Recto Múltiple (2754)	23	360P0621S1	Poliuretano	23.11	Proteger Internamente a la tubería
	Codo 90° (950x950)	24	360P0631S3	Poliuretano	24.11	Proteger Internamente a la tubería
				Brida	24.13	Unir a los spools
	Codo 90° (950x1190)	25	360P0631S5	Poliuretano	25.11	Proteger Internamente a la tubería
				Brida	25.13	Unir a los spools
	Recto T 1564 (782,782)	26	360P0631S6	Brida	26.13	Unir a los spools
	Codo 90° (950x950)	27	360P0631S7	Poliuretano	27.11	Proteger Internamente a la tubería
				Brida	27.13	Unir a los spools

Anexo 6. Función Principal de spools en VS1

ESTACIÓN	SISTEMA	SUBSISTEMA	CODIGO	TAG	COMPONENTES	CODIGO	FUNCIÓN PRINCIPAL
VS1	Transportar Fluido	Recto 1000 (254, 349, 178, 219)	1	372P0011S1	Poliuretano	1.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tuberia de Acero	1.12	Transportar el fluido
					Brida	1.13	Unir a los spools
		Recto Múltiple (2780)	2	372P0011S2	Poliuretano	2.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1235x1235)	3	372P0021S1	Poliuretano	3.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tuberia de Acero	3.12	Transportar el fluido
		Recto 4464 (219,4026,219)	4	372P0021S2	Poliuretano	4.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto múltiple (2115)	5	372P0021S3	Poliuretano	5.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	6	372P0022S1	Poliuretano	6.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tuberia de Acero	6.12	Transportar el fluido
		Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	7	372P0022S2	Poliuretano	7.11	Proteger Internamente a la tubería

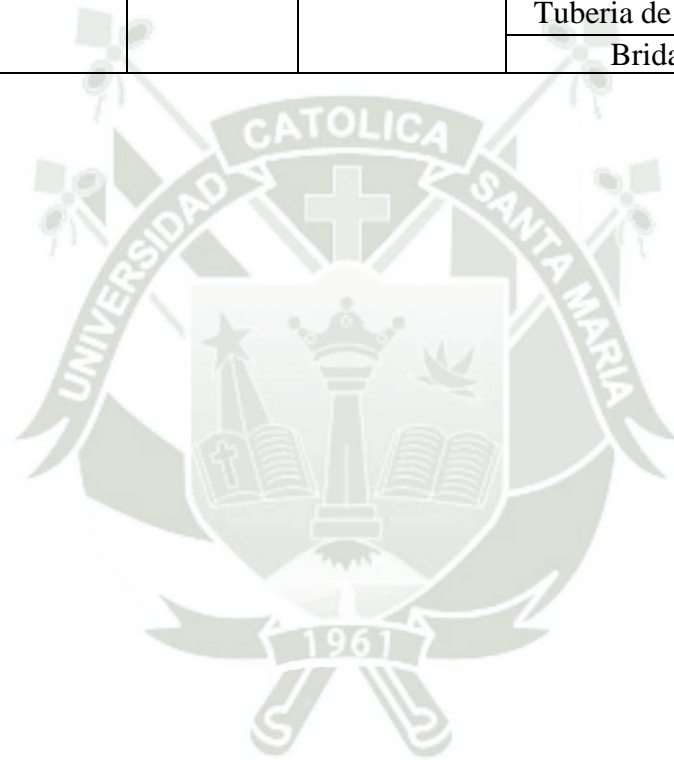
		Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	8	372P0022S3	Poliuretano	8.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto T 2082 c/drenaje	9	372P0022S4	Poliuretano	9.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tuberia de Acero	9.12	Transportar el fluido
		Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	10	372P0022S6	Poliuretano	10.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1500x1500)	11	372P0023S1	Poliuretano	11.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto Múltiple (2997)	12	372P0023S3	Poliuretano	12.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	13	372P0023S7	Poliuretano	13.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1500x1500)	14	372P0024S1	Poliuretano	14.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	15	372P0024S10	Poliuretano	15.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	16	372P0024S2	Poliuretano	16.11	Proteger Internamente a la tubería

		Recto 2000 (219,1562,219)	17	372P0024S3	Poliuretano	17.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1500x1500)	18	372P0025S1	Poliuretano	18.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	19	372P0025S2	Poliuretano	19.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto Múltiple (1672)	20	372P0025S4	Poliuretano	20.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1016x1500) 1 extremo sold	21	372P0031S1	Poliuretano	21.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	21.12	Transportar el fluido
		Recto 2000 (219,1562,219)	22	372P0041S2	Poliuretano	22.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1235x1500)	23	372P0041S3	Poliuretano	23.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	23.12	Transportar el fluido
		Codo 90° (1235x1500)	24	372P0041S4	Poliuretano	24.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	25	372P0051S2	Poliuretano	25.11	Proteger Internamente a la tubería

	Codo 90° (1235x1500)	26	372P0051S3	Poliuretano	26.11	Proteger Internamente a la tubería
				Tuberia de Acero	26.12	Transportar el fluido
	Codo 90° (1235x1500)	27	372P0051S4	Poliuretano	27.11	Proteger Internamente a la tubería
				Tuberia de Acero	27.12	
	Recto 2000 (219,1562,219)	28	372P0061S2	Poliuretano	28.11	Proteger Internamente a la tubería
				Tuberia de Acero	28.12	
	Codo 90° (1235x1500)	29	372P0061S3	Poliuretano	29.11	Proteger Internamente a la tubería
				Tuberia de Acero	29.12	Transportar el fluido
	Codo 90° (1235x1500)	30	372P0061S4	Poliuretano	30.11	Proteger Internamente a la tubería
				Tuberia de Acero	30.12	Transportar el fluido
	Recto 8x700 (219,262,219)	31	372P0061S5	Poliuretano	31.11	Proteger Internamente a la tubería
	Recto 2000 (219,1562,219)	32	372P0061S6	Poliuretano	32.11	Proteger Internamente a la tubería
	Recto Múltiple (1628)	33	372P0071S2	Poliuretano	33.11	Proteger Internamente a la tubería
				Tuberia de Acero	33.12	Transportar el fluido

		Recto 1788 (219,1349,219)	34	372P0071S9	Poliuretano	34.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto Múltiple (2572)	35	372P0081S1	Poliuretano	35.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 1000 (254,527,219)	36	372P0081S4	Poliuretano	36.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 4"x700 (130,439,130)	37	372P0091S1	Poliuretano	37.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 4"x90° (1758x1010) 1 extremo apto	38	372P0091S3	Poliuretano	38.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tuberia de Acero	38.12	Transportar el fluido
					Brida	38.13	Unir a los spools
		Recto 4"x1000 (130,739,130)	39	372P0091S4	Poliuretano	39.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tuberia de Acero	39.12	Transportar el fluido
					Brida	39.13	Unir a los spools
		Recto 4"x1000 (130,739,130)	40	372P0091S5	Poliuretano	40.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tuberia de Acero	40.12	Transportar el fluido
					Brida	40.13	Unir a los spools
		Recto 4"x1000 (130,739,130)	41	372P0091S6	Poliuretano	41.11	Proteger Internamente a la tubería

					Tuberia de Acero	41.12	Transportar el fluido
					Brida	41.13	Unir a los spools
		Codo 4"x90° (1000x1244x870)	42	372P0091S7	Poliuretano	42.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tuberia de Acero	42.12	Transportar el fluido
					Brida	42.13	Unir a los spools



Anexo 7. Función Principal de spools en VS2

ESTACIÓN	SISTEMA	SUBSISTEMA	CODIGO	TAG	COMPONENTES	CODIGO	FUNCIÓN PRINCIPAL
VS2	Transportar el concentrado	Codo de 90° (1500 x 1500)	1	373P0011S4	Poliuretano	1.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto Múltiple 1500 C/ 2 Salidas de 2"	2	373P0011S8	Poliuretano	2.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tuberia de Acero	2.12	Transportar el fluido
		Drenaje 4" baja presion	3	373P0021S7	Poliuretano	3.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo de 90° (1500 x 1500)	4	373P0011S5	Poliuretano	4.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 1000 (219, 562, 219)	5	373P0011S6	Poliuretano	5.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tuberia de Acero	5.12	Transportar el fluido
		Recto 1000 (219, 562, 219)	6	373P0011S7	Poliuretano	6.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 1000 (254, 527, 219)	7	373P0011S9	Poliuretano	7.11	Proteger Internamente a la tubería
Recto 4"x700 (130,439,130)	8	373P0021S1	Poliuretano	8.11	Proteger Internamente a la tubería		

Anexo 8. Función Principal de spools en VS3

ESTACIÓN	SISTEMA	SUBSISTEMA	CODIGO	TAG	COMPONENTES	CODIGO	FUNCIÓN PRINCIPAL
VS3	Transportar fluido	Recto Múltiple (2780)	1	374P0011S2	Poliuretano	1.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1235x1235)	2	374P0021S1	Poliuretano	2.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto Múltiple (1713)	3	374P0021S3	Poliuretano	3.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	4	374P0021S4	Poliuretano	4.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	5	374P0021S5	Poliuretano	5.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	6	374P0021S7	Poliuretano	6.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	6.12	Transportar el fluido
		Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	7	374P0021S9	Poliuretano	7.11	Proteger Internamente a la tubería
Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	8	374P0022S1	Poliuretano	8.11	Proteger Internamente a la tubería		

		Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	9	374P0022S2	Poliuretano	9.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	10	374P0022S3	Poliuretano	10.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	10.12	Transportar el fluido
		Recto T 794 (219,178,178,219)	11	374P0023S2	Poliuretano	11.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto Múltiple (4103)	12	374P0023S3	Poliuretano	12.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto Múltiple (1000)	13	374P0023S6	Poliuretano	13.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	13.12	Transportar el fluido
		Codo 90° (1500x1500)	14	374P0024S1	Poliuretano	14.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	15	374P0024S11	Poliuretano	15.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	16	374P0024S3	Poliuretano	16.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	17	374P0024S5	Poliuretano	17.11	Proteger Internamente a la tubería

		Recto 2000 (219,1562,219)	18	374P0024S6	Poliuretano	18.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	19	374P0024S8	Poliuretano	19.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	20	374P0024S9	Poliuretano	20.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1500x1500)	21	374P0025S1	Poliuretano	21.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	21.12	Transportar el fluido
		Recto Múltiple (1646)	22	374P0025S3	Poliuretano	22.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	22.12	Transportar el fluido
		Codo 90° (1235x1500)	23	374P0031S3	Poliuretano	23.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1235x1500)	24	374P0031S4	Poliuretano	24.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	24.12	Transportar el fluido
		Recto 2000 (219,1562,219)	25	374P0031S6	Poliuretano	25.11	Proteger Internamente a la tubería

		Recto 2000 (219,1562,219)	26	374P0041S2	Poliuretano	26.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	26.12	Transportar el fluido
		Codo 90° (1235x1500)	27	374P0041S3	Poliuretano	27.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	27.12	Transportar el fluido
		Codo 90° (1235x1500)	28	374P0041S4	Poliuretano	28.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	29	374P0041S6	Poliuretano	29.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 8x700 (219,262,219)	30	374P0051S1	Poliuretano	30.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	31	374P0051S2	Poliuretano	31.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1235x1500)	32	374P0051S3	Poliuretano	32.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1235x1500)	33	374P0051S4	Poliuretano	33.11	Proteger Internamente a la tubería
Recto 8x700 (219,262,219)	34	374P0061S1	Poliuretano	34.11	Proteger Internamente a la tubería		

		Recto 2000 (219,1562,219)	35	374P0061S2	Poliuretano	35.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	35.12	Transportar el fluido
		Recto 2000 (219,1562,219)	36	374P0061S6	Poliuretano	36.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1016x1500) 1 extremo sold	37	374P0071S1	Tubería de Acero	37.12	Transportar el fluido
		Recto 8x700 (219,262,219)	38	374P0081S1	Poliuretano	38.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto Múltiple (1628)	39	374P0081S2	Poliuretano	39.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	39.12	Transportar el fluido
		Recto 2000 (219,1562,219)	40	374P0081S4	Poliuretano	40.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 6000 (219,5562,219)	41	374P0081S9	Poliuretano	41.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto Múltiple (2643)	42	374P0091S1	Poliuretano	42.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	42.12	Transportar el fluido

		Recto 3000 (thredolet)	43	374P0091S3	Poliuretano	43.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 1000 (260,527,219)	44	374P0091S4	Poliuretano	44.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 1000 (260,527,219)	45	374P0091S5	Poliuretano	45.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	46	374P0101S2	Poliuretano	46.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1235x1500)	47	374P0101S3	Poliuretano	47.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	48	374P0101S6	Poliuretano	48.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 4"x700 (130,440,130)	49	374P0111S1	Poliuretano	49.11	Proteger Internamente a la tubería

Anexo 9. Función Principal de spools en VS4

ESTACIÓN	SISTEMA	SUBSISTEMA	CODIGO	TAG	COMPONENTES	CODIGO	FUNCIÓN PRINCIPAL
VS4	Transportar el concentrado	Recto Múltiple (1000)	1	375P0011S4	Poliuretano	1.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 1000 (219,562,219)	2	375P0011S5	Poliuretano	2.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto Múltiple (2412)	3	375P0011S6	Poliuretano	3.11	Proteger Internamente a la tubería
		Drenaje 4" alta presion	4	375P0021S2	Poliuretano	4.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 4"x90° (1750x1010)	5	375P0021S3	Poliuretano	5.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 4"x1000 (130,739,130)	6	375P0021S4	Poliuretano	6.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 4"x1000 (130,739,130)	7	375P0021S5	Poliuretano	7.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 4"x1000 (130,739,130)	8	375P0021S6	Poliuretano	8.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (510x510)	9	375P0021S7	Poliuretano	9.11	Proteger Internamente a la tubería

Anexo 10. Función Principal de spools en TS1

ESTACIÓN	SISTEMA	SUBSISTEMA	CODIGO	TAG	COMPONENTES	CODIGO	FUNCIÓN PRINCIPAL
TS1	Transportar fluido	Recto Múltiple (2200)	1	510P0011S2	Poliuretano	1.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto Múltiple (2397)	2	510P0021S1	Poliuretano	2.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	3	510P0021S3	Poliuretano	3.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	3.12	Transportar el fluido
		Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	4	510P0021S4	Poliuretano	4.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	5	510P0021S5	Poliuretano	5.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	6	510P0021S6	Poliuretano	6.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	6.12	Transportar el fluido
Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	7	510P0022S1	Poliuretano	7.11	Proteger Internamente a la tubería		

		Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	8	510P0022S2	Poliuretano	8.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto T 2082 (219,685,356,603,219)	9	510P0022S3	Poliuretano	9.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto T 2083 (219,603,356,686,219)	10	510P0022S5	Poliuretano	10.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	10.12	Transportar el fluido
		Recto Múltiple (2997)	11	510P0023S2	Poliuretano	11.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto Múltiple (2024)	12	510P0023S5	Poliuretano	12.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	12.12	Transportar el fluido
		Codo 90° (1500x1500)	13	510P0023S6	Poliuretano	13.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 1000 (219,562,219)	14	510P0024S1	Poliuretano	14.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	15	510P0024S3	Poliuretano	15.11	Proteger Internamente a la tubería

		Recto 2000 (219,1562,219)	16	510P0024S4	Poliuretano	16.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	17	510P0024S5	Poliuretano	17.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	18	510P0024S6	Poliuretano	18.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	19	510P0024S7	Poliuretano	19.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1500x1500)	20	510P0025S1	Poliuretano	20.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	21	510P0031S2	Poliuretano	21.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	21.12	Transportar el fluido
		Codo 90° (1235x1500)	22	510P0031S4	Poliuretano	22.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	22.12	Transportar el fluido
		Recto 8x700 (219,262,219)	23	510P0031S5	Poliuretano	23.11	Proteger Internamente a la tubería

		Recto 2000 (219,1562,219)	24	510P0031S6	Poliuretano	24.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	24.12	Transportar el fluido
		Recto 8x700 (219,262,219)	25	510P0041S1	Poliuretano	25.11	Proteger Internamente a la tubería
					Lado OUT	25.12	Transportar el fluido
		Recto 2000 (219,1562,219)	26	510P0041S2	Poliuretano	26.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	26.12	Transportar el fluido
		Codo 90° (1235x1500)	27	510P0041S3	Poliuretano	27.11	Adherencia de producto
		Codo 90° (1235x1500)	28	510P0041S4	Poliuretano	28.11	Proteger Internamente a la tubería
					Bridas	28.13	Unir a los spools
		Recto 8x700 (219,262,219)	29	510P0041S5	Poliuretano	29.11	Proteger Internamente a la tubería

		Recto 2000 (219,1562,219)	30	510P0041S6	Poliuretano	30.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	31	510P0051S2	Poliuretano	31.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1235x1500)	32	510P0051S3	Poliuretano	32.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1235x1500)	33	510P0051S4	Poliuretano	33.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	33.12	Transportar el fluido
		Recto 8x700 (219,262,219)	34	510P0051S5	Poliuretano	34.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	35	510P0051S6	Poliuretano	35.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1016x1500) 1 extremo sold	36	510P0061S1	Poliuretano	36.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 1103 (219,664,219)	37	510P0071S10	Poliuretano	37.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto Múltiple (1628)	38	510P0071S2	Poliuretano	38.11	Proteger Internamente a la tubería

				Bridas	38.13	Unir a los spools	
		Recto 2000 (219,1562,219)	39	510P0071S4	Poliuretano	39.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	40	510P0071S5	Poliuretano	40.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	41	510P0071S6	Poliuretano	41.11	Proteger Internamente a la tubería
				Bridas	41.13	Unir a los spools	
		Recto 2000 (219,1562,219)	42	510P0071S7	Poliuretano	42.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 6000 (219,5561,219)	43	510P0071S8	Poliuretano	43.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 6000 (219,5561,219)	44	510P0071S9	Poliuretano	44.11	Proteger Internamente a la tubería
				Bridas	44.13	Unir a los spools	
		Recto Múltiple 3897	45	510P0081S1	Poliuretano	45.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 4"x700 (130,440,130)	46	510P0091S1	Poliuretano	46.11	Proteger Internamente a la tubería

		Recto 2000 (219,1562,219)	47	510P0101S2	Poliuretano	47.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	48	510P0101S6	Poliuretano	48.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 8x700 (219,262,219)	49	510P0111S1	Poliuretano	49.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	50	510P0111S2	Poliuretano	50.11	Proteger Internamente a la tubería
		Codo 90° (1235x1500)	51	510P0111S3	Poliuretano	51.11	Proteger Internamente a la tubería
		Recto 2000 (219,1562,219)	52	510P0111S6	Poliuretano	52.11	Proteger Internamente a la tubería
					Tubería de Acero	52.12	Transportar el fluido

Anexo 11. Falla Funcional y Modos de Falla-PS1(spools)

FALLA FUNCIONAL (pérdida de función)	CODIGO	MODO DE FALLA (causa de la falla)	CODIGO
Descontinuar el recorrido del sistema	11.13A	Socavación	11.13A1
No brindar la protección adecuada a la tubería	12.11A	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	12.11A1
No brindar la protección adecuada a la tubería	13.11A	Desprendimiento de PU	13.11A1
Descontinuar el recorrido del sistema	13.13A	Socavación	13.13A1
No brindar la protección adecuada a la tubería	14.11A	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	14.11A1
		Aglobamiento	14.11A2
No brindar la protección adecuada a la tubería	15.11A	Desprendimiento de PU	15.11A1
Descontinuar el recorrido del sistema	15.13A	Socavación	15.13A1
No brindar la protección adecuada a la tubería	16.11A	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	16.11A1
No brindar la protección adecuada a la tubería	17.11A	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	17.11A1
		Bajo espesor	17.11A2
Descontinuar el recorrido del sistema	17.13A	Socavación	17.13A1
No brindar la protección adecuada a la tubería	18.11A	Desprendimiento de PU	18.11A1
No brindar la protección adecuada a la tubería	19.11A	Desprendimiento de PU	19.11A1
Descontinuar el recorrido del sistema	19.13A	Socavación	19.13A1
No brindar la protección adecuada a la tubería	20.11A	Desprendimiento de PU	20.11A1
Descontinuar el recorrido del sistema	20.13A	Socavación	20.13A1
No brindar la protección adecuada a la tubería	21.11A	Desprendimiento de PU	21.11A1
No brindar la protección adecuada a la tubería	22.11A	Desprendimiento de PU	22.11A1
Descontinuar el recorrido del sistema	22.13A	Socavación	22.13A1
No brindar la protección adecuada a la tubería	23.11A	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	23.11A1

No brindar la protección adecuada a la tubería	24.11A	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	24.11A1
		Bajo espesor	24.11A2
Descontinuar el recorrido del sistema	24.13A	Socavación	24.13A1
No brindar la protección adecuada a la tubería	25.11A	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	25.11A1
		Socavación	25.13A1
Descontinuar el recorrido del sistema	26.13A	Socavación	26.13A1
No brindar la protección adecuada a la tubería	27.11A	Aglobamiento	27.11A1
		Bajo espesor	27.11A2
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	27.11A3
Descontinuar el recorrido del sistema	27.13A	Socavación	27.13A1

Anexo 12. Falla Funcional y Modos de Falla-VS1

FALLA FUNCIONAL (pérdida de función)	CODIGO	MODO DE FALLA (causa de la falla)	CODIGO
No brindar la protección adecuada a la tubería	1.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	1.11B1
		Desprendimiento de PU	1.11B2
Fuga de Concentrado	1.12B	Socavación	1.12B1
Descontinuar el recorrido del sistema	1.13B	Socavación	1.13B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	2.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	2.11B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	3.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	3.11B1
Fuga de Concentrado	3.12B	Granulado	3.12B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	4.11B	Aglobamiento	4.11B1
		Desprendimiento de PU	4.11B2
No brindar la protección adecuada a la tubería	5.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	5.11B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	6.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	6.11B1
		Aglobamiento	6.11B2

		Bajo espesor	6.11B3
Fuga de Concentrado	6.12B	Granulado	6.12B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	7.11B	Aglobamiento	7.11B1
		Desprendimiento de PU	7.11B2
No brindar la protección adecuada a la tubería	8.11B	Aglobamiento	8.11B1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	8.11B2
		Desprendimiento de PU	8.11B3
		Bajo espesor	8.11B4
No brindar la protección adecuada a la tubería	9.11B	Bajo espesor	9.11B1
Fuga de Concentrado	9.12B	Desprendimiento de pintura	9.12B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	10.11B	Bajo espesor	10.11B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	11.11B	Bajo espesor	11.11B1
		Aglobamiento	11.11B2
No brindar la protección adecuada a la tubería	12.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	12.11B1
		Desprendimiento de PU	12.11B2
No brindar la protección adecuada a la tubería	13.11B	Desprendimiento de PU	13.11B1
		Aglobamiento	13.11B2
No brindar la protección adecuada a la tubería	14.11B	Desprendimiento de PU	14.11B1
		Aglobamiento	14.11B2
No brindar la protección adecuada a la tubería	15.11B	Desprendimiento de PU	15.11B1
		Aglobamiento	15.11B2
		Bajo espesor	15.11B3
No brindar la protección adecuada a la tubería	16.11B	Bajo espesor	16.11B1
		Desprendimiento de PU	16.11B2
		Aglobamiento	16.11B3
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	16.11B4
No brindar la protección adecuada a la tubería	17.11B	Bajo espesor	17.11B1
		Desprendimiento de PU	17.11B2
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	17.11B3
		Aglobamiento	17.11B4
	18.11B	Bajo espesor	18.11B1
		Desprendimiento de PU	18.11B2

No brindar la protección adecuada a la tubería		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	18.11B3
		Aglobamiento	18.11B4
No brindar la protección adecuada a la tubería	19.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	19.11B1
		Desprendimiento de PU	19.11B2
		Aglobamiento	19.11B3
No brindar la protección adecuada a la tubería	20.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	20.11B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	21.11B	Desprendimiento de PU	21.11B1
		Bajo espesor	21.11B2
Fuga de Concentrado	21.12B	Desprendimiento de pintura	21.12B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	22.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	22.11B1
		Aglobamiento	22.11B2
		Desprendimiento de PU	22.11B3
No brindar la protección adecuada a la tubería	23.11B	Bajo espesor	23.11B1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	23.11B2
Fuga de Concentrado	23.12B	Granulado	23.12B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	24.11B	Desprendimiento de PU	24.11B1
		Bajo espesor	24.11B2
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	24.11B3
No brindar la protección adecuada a la tubería	25.11B	Desprendimiento de PU	25.11B1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	25.11B2
		Aglobamiento	25.11B3
No brindar la protección adecuada a la tubería	26.11B	Bajo espesor	26.11B1
		Aglobamiento	26.11B2
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	26.11B3
		Desprendimiento de PU	26.11B4
Fuga de Concentrado	26.12B	Desprendimiento de pintura	26.12B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	27.11B	Bajo espesor	27.11B1
		Desprendimiento de PU	27.11B2
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	27.11B3
Fuga de Concentrado	27.12B	Socavación	27.12B1
		Desprendimiento de pintura	27.12B2

No brindar la protección adecuada a la tubería	28.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	28.11B1
Fuga de Concentrado	28.12B	Desprendimiento de pintura	28.12B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	29.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	29.11B1
		Aglobamiento	29.11B2
		Desprendimiento de PU	29.11B3
Fuga de Concentrado	29.12B	Desprendimiento de pintura	29.12B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	30.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	30.11B1
		Desprendimiento de PU	30.11B2
		Aglobamiento	30.11B3
Fuga de Concentrado	30.12B	Desprendimiento de pintura	30.12B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	31.11B	Desprendimiento de PU	31.11B1
		Aglobamiento	31.11B2
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	31.11B3
No brindar la protección adecuada a la tubería	32.11B	Desprendimiento de PU	32.11B1
		Aglobamiento	32.11B2
No brindar la protección adecuada a la tubería	33.11B	Desprendimiento de PU	33.11B1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	33.11B2
Fuga de Concentrado	33.12B	Desprendimiento de pintura	33.12B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	34.11B	Desprendimiento de PU	34.11B1
		Aglobamiento	34.11B2
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	34.11B3
No brindar la protección adecuada a la tubería	35.11B	Desprendimiento de PU	35.11B1
		Aglobamiento	35.11B2
No brindar la protección adecuada a la tubería	36.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	36.11B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	37.11B	Desprendimiento de PU	37.11B1
		Aglobamiento	37.11B2
No brindar la protección adecuada a la tubería	38.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	38.11B1
Fuga de Concentrado	38.12B	Socavación	38.12B1

Descontinuar el recorrido del sistema	38.13B	Socavación	38.13B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	39.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	39.11B1
Fuga de Concentrado	39.12B	Socavación	39.12B1
Descontinuar el recorrido del sistema	39.13B	Socavación	39.13B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	40.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	40.11B1
Fuga de Concentrado	40.12B	Socavación	40.12B1
Descontinuar el recorrido del sistema	40.13B	Socavación	40.13B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	41.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	41.11B1
Fuga de Concentrado	41.12B	Socavación	41.12B1
Descontinuar el recorrido del sistema	41.13B	Socavación	41.13B1
No brindar la protección adecuada a la tubería	42.11B	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	42.11B1
		Bajo espesor	42.11B2
Fuga de Concentrado	42.12B	Socavación	42.12B1
Descontinuar el recorrido del sistema	42.13B	Socavación	42.13B1

Anexo 13. Falla Funcional y Modos de Falla-VS2

FALLA FUNCIONAL (pérdida de función)	CODIGO	MODO DE FALLA (causa de la falla)	CODIGO
No brindar la protección adecuada a la tubería	1.11F	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	1.11F1
No brindar la protección adecuada a la tubería	2.11F	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	2.11F1
Fuga de Concentrado	2.12F	Socavación	2.12F1
No brindar la protección adecuada a la tubería	3.11F	Bajo espesor	3.11F1
No brindar la protección adecuada a la tubería	4.11F	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	4.11F1
No brindar la protección adecuada a la tubería	5.11F	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	5.11F1
Fuga de Concentrado	5.12F	Granulado	5.12F1
No brindar la protección adecuada a la tubería	6.11F	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	6.11F1
No brindar la protección adecuada a la tubería	7.11F	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	7.11F1
No brindar la protección adecuada a la tubería	8.11F	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	8.11F1

Anexo 14. Falla Funcional y Modos de Falla-VS3

FALLA FUNCIONAL (pérdida de función)	CODIGO	MODO DE FALLA (causa de la falla)	CODIGO
No brindar la protección adecuada a la tubería	1.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	1.11C1
		Aglobamiento	1.11C2
		Desprendimiento de PU	1.11C3
No brindar la protección adecuada a la tubería	2.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	2.11C1
		Desprendimiento de PU	2.11C2
		Bajo espesor	2.11C3
No brindar la protección adecuada a la tubería	3.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	3.11C1
		Desprendimiento de PU	3.11C2
No brindar la protección adecuada a la tubería	4.11C	Desprendimiento de PU	4.11C1
		Aglobamiento	4.11C2
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	4.11C3
No brindar la protección adecuada a la tubería	5.11C	Desprendimiento de PU	5.11C1
		Aglobamiento	5.11C2
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	5.11C3

No brindar la protección adecuada a la tubería	6.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	6.11C1
		Aglobamiento	6.11C2
		Desprendimiento de PU	6.11C3
Fuga de Concentrado	6.12C	Socavación	6.12C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	7.11C	Desprendimiento de PU	7.11C1
		Aglobamiento	7.11C2
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	7.11C3
No brindar la protección adecuada a la tubería	8.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	8.11C1
		Aglobamiento	8.11C2
No brindar la protección adecuada a la tubería	9.11C	Aglobamiento	9.11C1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	9.11C2
No brindar la protección adecuada a la tubería	10.11C	Bajo espesor	10.11C1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	10.11C2
		Desprendimiento de PU	10.11C3
Fuga de Concentrado	10.12C	Granulado	10.12C1
		Desprendimiento de pintura	10.12C2
No brindar la protección adecuada a la tubería	11.11C	Desprendimiento de PU	11.11C1
		Aglobamiento	11.11C2
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	11.11C3
No brindar la protección adecuada a la tubería	12.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	12.11C1
		Aglobamiento	12.11C2
		Desprendimiento de PU	12.11C3
No brindar la protección adecuada a la tubería	13.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	13.11C1
		Desprendimiento de PU	13.11C2
Fuga de Concentrado	13.12C	Socavación	13.12C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	14.11C	Desprendimiento de PU	14.11C1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	14.11C2
		Aglobamiento	14.11C3
No brindar la protección adecuada a la tubería	15.11C	Bajo espesor	15.11C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	16.11C	Bajo espesor	16.11C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	17.11C	Bajo espesor	17.11C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	18.11C	Bajo espesor	18.11C1

No brindar la protección adecuada a la tubería	19.11C	Bajo espesor	19.11C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	20.11C	Bajo espesor	20.11C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	21.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	21.11C1
		Aglobamiento	21.11C2
		Desprendimiento de PU	21.11C3
Fuga de Concentrado	21.12C	Desprendimiento de pintura	21.12C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	22.11C	Desprendimiento de PU	22.11C1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	22.11C2
Fuga de Concentrado	22.12C	Socavación	22.12C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	23.11C	Desprendimiento de PU	23.11C1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	23.11C2
		Aglobamiento	23.11C3
No brindar la protección adecuada a la tubería	24.11C	Desprendimiento de PU	24.11C1
Fuga de Concentrado	24.12C	Desprendimiento de pintura	24.12C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	25.11C	Desprendimiento de PU	25.11C1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	25.11C2
No brindar la protección adecuada a la tubería	26.11C	Desprendimiento de PU	26.11C1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	26.11C2
Fuga de Concentrado	26.12C	Socavación	26.12C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	27.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	27.11C1
Fuga de Concentrado	27.12C	Socavación	27.12C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	28.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	28.11C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	29.11C	Desprendimiento de PU	29.11C1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	29.11C2
No brindar la protección adecuada a la tubería	30.11C	Desprendimiento de PU	30.11C1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	30.11C2
No brindar la protección adecuada a la tubería	31.11C	Desprendimiento de PU	31.11C1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	31.11C2
		Aglobamiento	31.11C3
No brindar la protección adecuada a la tubería	32.11C	Desprendimiento de PU	32.11C1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	32.11C2

No brindar la protección adecuada a la tubería	33.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	33.11C1
		Aglobamiento	33.11C2
No brindar la protección adecuada a la tubería	34.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	34.11C1
		Desprendimiento de PU	34.11C2
No brindar la protección adecuada a la tubería	35.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	35.11C1
		Aglobamiento	35.11C2
Fuga de Concentrado	35.12C	Granulado	35.12C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	36.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	36.11C1
		Aglobamiento	36.11C2
		Desprendimiento de PU	36.11C3
Fuga de Concentrado	37.12C	Socavación	37.12C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	38.11C	Desprendimiento de PU	38.11C1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	38.11C2
No brindar la protección adecuada a la tubería	39.11C	Desprendimiento de PU	39.11C1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	39.11C2
Fuga de Concentrado	39.12C	Socavación	39.12C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	40.11C	Aglobamiento	40.11C1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	40.11C2
No brindar la protección adecuada a la tubería	41.11C	Desprendimiento de PU	41.11C1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	41.11C2
No brindar la protección adecuada a la tubería	42.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	42.11C1
		Desprendimiento de PU	42.11C2
Fuga de Concentrado	42.12C	Socavación	42.12C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	43.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	43.11C1
		Aglobamiento	43.11C2
No brindar la protección adecuada a la tubería	44.11C	Desprendimiento de PU	44.11C1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	44.11C2
No brindar la protección adecuada a la tubería	45.11C	Aglobamiento	45.11C1
No brindar la protección adecuada a la tubería	46.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	46.11C1
		Aglobamiento	46.11C2
		Desprendimiento de PU	46.11C3
No brindar la protección adecuada a la tubería	47.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	47.11C1
		Desprendimiento de PU	47.11C2

No brindar la protección adecuada a la tubería	48.11C	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	48.11C1
		Aglobamiento	48.11C2
		Desprendimiento de PU	48.11C3
No brindar la protección adecuada a la tubería	49.11C	Desprendimiento de PU	49.11C1
		Aglobamiento	49.11C2

Anexo 15. Falla Funcional y Modos de Falla-VS4

FALLA FUNCIONAL (pérdida de función)	CODIGO	MODO DE FALLA (causa de la falla)	CODIGO
No brindar la protección adecuada a la tubería	1.11G	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	1.11G1
		Desprendimiento de PU	1.11G2
No brindar la protección adecuada a la tubería	2.11G	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	2.11G1
		Desprendimiento de PU	2.11G2
		Aglobamiento	2.11G3
No brindar la protección adecuada a la tubería	3.11G	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	3.11G1
		Aglobamiento	3.11G2
No brindar la protección adecuada a la tubería	4.11G	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	4.11G1
No brindar la protección adecuada a la tubería	5.11G	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	5.11G1
No brindar la protección adecuada a la tubería	6.11G	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	6.11G1
No brindar la protección adecuada a la tubería	7.11G	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	7.11G1
No brindar la protección adecuada a la tubería	8.11G	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	8.11G1
No brindar la protección adecuada a la tubería	9.11G	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	9.11G1
		Desprendimiento de PU	9.11G2

Anexo 16. Falla Funcional y Modos de Falla-TS1

FALLA FUNCIONAL (pérdida de función)	CODIGO	MODO DE FALLA (causa de la falla)	CODIGO
No brindar la protección adecuada a la tubería	1.11D	Aglobamiento	1.11D1
		Desprendimiento de PU	1.11D2
No brindar la protección adecuada a la tubería	2.11D	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	2.11D1
		Desprendimiento de PU	2.11D2
No brindar la protección adecuada a la tubería	3.11D	Bajo Espesor	3.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	3.11D2
Fuga de Concentrado	3.12D	Granulado	3.12D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	4.11D	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	4.11D1
		Aglobamiento	4.11D2
No brindar la protección adecuada a la tubería	5.11D	Bajo Espesor	5.11D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	6.11D	Bajo Espesor	6.11D1
		Aglobamiento	6.11D2
		Desprendimiento de PU	6.11D3
Fuga de Concentrado	6.12D	Socavación	6.12D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	7.11D	Aglobamiento	7.11D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	8.11D	Aglobamiento	8.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	8.11D2
		Desprendimiento de PU	8.11D3
No brindar la protección adecuada a la tubería	9.11D	Aglobamiento	9.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	9.11D2
No brindar la protección adecuada a la tubería	10.11D	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	10.11D1
		Aglobamiento	10.11D2
Fuga de Concentrado	10.12D	Desprendimiento de pintura	10.12D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	11.11D	Aglobamiento	11.11D1
		Desprendimiento de PU	11.11D2
No brindar la protección adecuada a la tubería	12.11D	Desprendimiento de PU	12.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	12.11D2
Fuga de Concentrado	12.12D	Socavación	12.12D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	13.11D	Aglobamiento	13.11D1
		Desprendimiento de PU	13.11D2

		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	13.11D3
No brindar la protección adecuada a la tubería	14.11D	Desprendimiento de PU	14.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	14.11D2
		Aglobamiento	14.11D3
No brindar la protección adecuada a la tubería	15.11D	Desprendimiento de PU	15.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	15.11D2
		Aglobamiento	15.11D3
No brindar la protección adecuada a la tubería	16.11D	Desprendimiento de PU	16.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	16.11D2
		Aglobamiento	16.11D3
No brindar la protección adecuada a la tubería	17.11D	Desprendimiento de PU	17.11D1
		Aglobamiento	17.11D2
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	17.11D3
No brindar la protección adecuada a la tubería	18.11D	Desprendimiento de PU	18.11D1
		Aglobamiento	18.11D2
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	18.11D3
No brindar la protección adecuada a la tubería	19.11D	Desprendimiento de PU	19.11D1
		Aglobamiento	19.11D2
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	19.11D3
No brindar la protección adecuada a la tubería	20.11D	Aglobamiento	20.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	20.11D2
No brindar la protección adecuada a la tubería	21.11D	Aglobamiento	21.11D1
Fuga de Concentrado	21.12D	Socavación	21.12D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	22.11D	Desprendimiento de PU	22.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	22.11D2
Fuga de Concentrado	22.12D	Desprendimiento de pintura	22.12D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	23.11D	Aglobamiento	23.11D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	24.11D	Aglobamiento	24.11D1
Fuga de Concentrado	24.12D	Socavación	24.12D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	25.11D	Aglobamiento	25.11D1
Fuga de Concentrado	25.12D	Socavación	25.12D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	26.11D	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	26.11D1
		Desprendimiento de PU	26.11D2
Fuga de Concentrado	26.12D	Desprendimiento de pintura	26.12D1
		Socavación	26.12D2

No brindar la protección adecuada a la tubería	27.11D	Aglobamiento	27.11D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	28.11D	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	28.11D1
Descontinuar el recorrido del sistema	28.13D	Socavación	28.13D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	29.11D	Desprendimiento de PU	29.11D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	30.11D	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	30.11D1
		Desprendimiento de PU	30.11D2
No brindar la protección adecuada a la tubería	31.11D	Aglobamiento	31.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	31.11D2
No brindar la protección adecuada a la tubería	32.11D	Bajo Espesor	32.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	32.11D2
No brindar la protección adecuada a la tubería	33.11D	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	33.11D1
		Aglobamiento	33.11D2
Fuga de Concentrado	33.12D	Desprendimiento de pintura	33.12D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	34.11D	Desprendimiento de PU	34.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	34.11D2
		Aglobamiento	34.11D3
No brindar la protección adecuada a la tubería	35.11D	Aglobamiento	35.11D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	36.11D	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	36.11D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	37.11D	Desprendimiento de PU	37.11D1
		Bajo Espesor	37.11D2
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	37.11D3
No brindar la protección adecuada a la tubería	38.11D	Aglobamiento	38.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	38.11D2
Descontinuar el recorrido del sistema	38.13D	Socavación	38.13D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	39.11D	Aglobamiento	39.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	39.11D2
No brindar la protección adecuada a la tubería	40.11D	Aglobamiento	40.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	40.11D2
No brindar la protección adecuada a la tubería	41.11D	Aglobamiento	41.11D1
Descontinuar el recorrido del sistema	41.13D	Socavación	41.13D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	42.11D	Desprendimiento de PU	42.11D1
		Aglobamiento	42.11D2

		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	42.11D3
No brindar la protección adecuada a la tubería	43.11D	Aglobamiento	43.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	43.11D2
		Desprendimiento de PU	43.11D3
No brindar la protección adecuada a la tubería	44.11D	Aglobamiento	44.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	44.11D2
Descontinuar el recorrido del sistema	44.13D	Socavación	44.13D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	45.11D	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	45.11D1
		Aglobamiento	45.11D2
No brindar la protección adecuada a la tubería	46.11D	Desprendimiento de PU	46.11D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	47.11D	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	47.11D1
		Aglobamiento	47.11D2
No brindar la protección adecuada a la tubería	48.11D	Aglobamiento	48.11D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	49.11D	Aglobamiento	49.11D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	50.11D	Aglobamiento	50.11D1
		Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	50.11D2
No brindar la protección adecuada a la tubería	51.11D	Bajo Espesor	51.11D1
No brindar la protección adecuada a la tubería	52.11D	Porosidades superficiales, agrupadas y profundas	52.11D1
		Aglobamiento	52.11D2
Fuga de Concentrado	52.12D	Granulado	52.12D1
		Socavación	52.12D2

Anexo 17. Efectos de Modos de Falla-PS1(spools)

CODIGO	EFECTOS
11.13A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron cavidad y desgaste en el borde de la brida y falta de adherencia.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
12.11A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
13.11A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desprendimiento de PU representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
13.13A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron cavidad y desgaste en el borde de la brida y falta de adherencia.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

14.11A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
14.11A2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa en especial en el lado T.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
15.11A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desprendimiento de PU representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
15.13A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron cavidad y desgaste en el borde de la brida y falta de adherencia.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
16.11A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

17.11A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
17.11A2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Si no se cuenta con el porcentaje adecuado de sólidos de la pulpa esto ocasionará las hendiduras en el spool.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
17.13A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron cavidad y desgaste en el borde de la brida y falta de adherencia.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
18.11A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desprendimiento de PU representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
19.11A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desprendimiento de PU representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

<p>19.13A1</p>	<p>Es Evidente: SI Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron cavidad y desgaste en el borde de la brida y falta de adherencia. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
<p>20.11A1</p>	<p>Es Evidente: SI Descripción del evento: El desprendimiento de PU representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
<p>20.13A1</p>	<p>Es Evidente: SI Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron cavidad y desgaste en el borde de la brida y falta de adherencia. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
<p>21.11A1</p>	<p>Es Evidente: SI Descripción del evento: El desprendimiento de PU representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
<p>22.11A1</p>	<p>Es Evidente: SI Descripción del evento: El desprendimiento de PU representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

22.13A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron cavidad y desgaste en el borde de la brida y falta de adherencia.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
23.11A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
24.11A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
24.11A2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Si no se cuenta con el porcentaje adecuado de sólidos de la pulpa esto ocasionará las hendiduras en el spool.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
24.13A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron cavidad y desgaste en el borde de la brida y falta de adherencia.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

25.11A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
25.13A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron cavidad y desgaste en el borde de la brida y falta de adherencia.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
26.13A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron cavidad y desgaste en el borde de la brida y falta de adherencia.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
27.11A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La formación de pliegues se puede ocasionar por la velocidad en la que viaja el producto generando turbulencia.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
27.11A2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Si no se cuenta con el porcentaje adecuado de sólidos de la pulpa esto ocasionará las hendiduras en el spool.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

27.11A3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
27.13A1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron cavidad y desgaste en el borde de la brida y falta de adherencia.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

Anexo 18. Efectos de Modos de Falla-VS1

CODIGO	EFECTOS
1.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
1.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desprendimiento de PU representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

1.12B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido . Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
1.13B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido . Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
2.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
3.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
3.12B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se muestra granulaciones en el lado de entrada y salida puede ser producto del proceso de soldadura realizado en la fabricación. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

4.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de una falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
4.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
5.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
6.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
6.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Las cavidades formadas se dan por los vacíos encontrados al momento de transportar la pulpa en especial en el lado T. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

6.11B3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Si no se cuenta con el porcentaje adecuado de sólidos de la pulpa esto ocasionará las hendiduras en el spool. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
6.12B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
7.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
7.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
8.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

8.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
8.11B3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desprendimiento de PU representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
8.11B4	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa en especial en el lado T. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
9.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa en especial en el lado T. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
9.12B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Debido a que no se pudo mandar a reparar el spool y no se contaba con stock se coloco un parche provisional para que el spool continue trabajando. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

10.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa el sobre espesor de un spool con el otro generando problemas de empalme.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
11.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa el sobre espesor de un spool con el otro generando problemas de empalme.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
11.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Originado por la desigualdad capilar de las paredes del spool.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
12.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
12.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

13.11B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
13.11B2	Es Evidente: SI Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
14.11B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
14.11B2	Es Evidente: SI Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
15.11B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
15.11B2	Es Evidente: SI Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas

15.11B3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
16.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
16.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desprendimiento de PU representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
16.11B3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
16.11B4	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

17.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa que el espesor no es el establecido lo que puede iniciar la degradación más rápido de los componentes del spool. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
17.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
17.11B3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
17.11B4	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglomeramiento en el lado de salida del spool producto de una falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
18.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa que el espesor no es el establecido lo que puede iniciar la degradación más rápido de los componentes del spool. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

18.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
18.11B3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
18.11B4	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
19.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
19.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

19.11B3	Es Evidente: SI Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de una falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
20.11B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
21.11B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Al no contar con el porcentaje adecuado de sólidos en la pulpa éste es transportado con impurezas siendo el inicio de otros incidentes. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
21.11B2	Es Evidente: SI Descripción del evento: Existe desgaste en toda la tubería producto del empalme entre spools y la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
21.12B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se observó corrosión en el spool debido a las condiciones medioambientales a las que se encuentra expuesta. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas

22.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
22.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
22.11B3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
23.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa el sobre espesor de un spool con el otro generando problemas de empalme. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
23.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

23.12B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Originado por la desigualdad capilar de las paredes del spool . Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
24.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado de la calidad de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
24.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Originado por la desigualdad capilar de las paredes del spool . Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
24.11B3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
25.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

25.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
25.11B3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento en el lado de salida del spool producto de una falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
26.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa el sobre espesor de un spool con el otro generando problemas de empalme.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
26.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento en el lado de salida del spool producto de una falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
26.11B3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

26.11B4	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado de la calidad de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
26.12B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El spool contaba con un parche al ingreso pero las condición climatológicas ocasionaron que éste empiece a desprenderse representando un peligro. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
27.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa el sobre espesor de un spool con el otro generando problemas de empalme. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
27.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Originado por la desigualdad capilar de las paredes del spool. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
27.11B3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

27.12B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El spool contaba con un parche al ingreso pero las condición climatológicas ocasionaron que éste empiece a desprenderse representando un peligro. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
27.12B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desgaste del lado de salida del spool puede ser producto de la variación de la velocidad y presión. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
28.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
28.12B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desgaste del lado de salida del spool puede ser producto de la variación de la velocidad y presión. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
29.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

29.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
29.11B3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se observó la degradación del material interno del spool al ingreso del spool puede ser producto de la dimensión o calidad de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
29.12B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Debido a que no se pudo mandar a reparar el spool y no se contaba con stock se coloco un parche provisional para que el spool continúe trabajando. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
30.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
30.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se observó la degradación del material interno del spool al ingreso del spool puede ser producto de la dimensión o calidad de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

30.11B3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
30.12B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desgaste del lado de salida del spool puede ser producto de la variación de la velocidad y presión. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
31.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
31.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
31.11B3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

32.11B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
32.11B2	Es Evidente: SI Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
33.11B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
33.11B2	Es Evidente: SI Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
33.12B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Existe desgaste en el lado de ingreso de la tubería producto del empalme entre spools y la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
34.11B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas

34.11B2	Es Evidente: SI Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
34.11B3	Es Evidente: SI Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
35.11B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
35.11B2	Es Evidente: SI Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
36.11B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
37.11B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas

37.11B2	Es Evidente: SI Descripción del evento: La formación de pliegues se puede ocasionar por la velocidad en la que viaja el producto generando turbulencia. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
38.11B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se encontraron pits(pequeños agujeros) dentro del ingreso de la tubería que podría ser producto de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
38.12B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se observó corrosión en el spool debido a las condiciones medioambientales a las que se encuentra expuesta. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
38.13B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se observó corrosión en el spool debido a las condiciones medioambientales a las que se encuentra expuesta. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
39.11B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se encontraron pits(pequeños agujeros) dentro del ingreso de la tubería que podría ser producto de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
39.12B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se observó corrosión en el spool debido a las condiciones medioambientales a las que se encuentra expuesta. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas

39.13B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se observó corrosión en el spool debido a las condiciones medioambientales a las que se encuentra expuesta. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
40.11B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se encontraron pits(pequeños agujeros) dentro del ingreso de la tubería que podría ser producto de la pulpa Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
40.12B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se observó corrosión en el spool debido a las condiciones medioambientales a las que se encuentra expuesta. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
40.13B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se observó corrosión en el spool debido a las condiciones medioambientales a las que se encuentra expuesta. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
41.11B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se encontraron pits(pequeños agujeros) dentro del ingreso de la tubería que podría ser producto de la pulpa Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
41.12B1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se observó corrosión en el spool debido a las condiciones medioambientales a las que se encuentra expuesta. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas

41.13B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se observó corrosión en el spool debido a las condiciones medioambientales a las que se encuentra expuesta. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
42.11B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontraron pits(pequeños agujeros) dentro del ingreso de la tubería que podría ser producto de la pulpa Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
42.11B2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa que el espesor no es el establecido lo que puede iniciar la degradación más rápido de los componentes del spool. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
42.12B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se observó corrosión en el spool debido a las condiciones medioambientales a las que se encuentra expuesta. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
42.13B1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se observó corrosión en el spool debido a las condiciones medioambientales a las que se encuentra expuesta. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

Anexo 19. Efectos de Modos de Falla-VS2

CODIGO	EFECTOS
1.11F1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
2.11F1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
2.12F1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido .</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
3.11F1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Si no se cuenta con el porcentaje adecuado de sólidos de la pulpa esto ocasionará las hendiduras en el spool.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

4.11F1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
5.11F1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
5.12F1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se muestra granulaciones en el lado de entrada y salida puede ser producto del proceso de soldadura realizado en la fabricación.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
6.11F1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
7.11F1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

8.11F1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
--------	--

Anexo 20. Efectos de Modos de Falla-VS3

CODIGO	EFECTOS
1.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
1.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa en especial en el lado T. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
1.11C3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desprendimiento de PU representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

2.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
2.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
2.11C3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa el sobre espesor de un spool con el otro generando problemas de empalme. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
3.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
3.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

4.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
4.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
4.11C3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Existe desgaste en el lado de ingreso y salida de la tubería producto del empalme entre spools y la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
5.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Existe desgaste en el lado de ingreso de la tubería producto del empalme entre spools y la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
5.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

5.11C3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
6.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
6.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa en especial en el lado T. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
6.11C3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
6.12C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido . Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

7.11C1	Es Evidente: SI Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
7.11C2	Es Evidente: SI Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa en especial en el lado T. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
7.11C3	Es Evidente: SI Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
8.11C1	Es Evidente: SI Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa, produciendo hendiduras Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
8.11C2	Es Evidente: SI Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas
9.11C1	Es Evidente: SI Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.

	<p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
9.11C2	<p>Es Evidente: SI Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
10.11C1	<p>Es Evidente: SI Descripción del evento: Existe desgaste en el lado de ingreso de la tubería producto del empalme entre spools y la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
10.11C2	<p>Es Evidente: SI Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
10.11C3	<p>Es Evidente: SI Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado de la calidad de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
10.12C1	<p>Es Evidente: SI Descripción del evento: Se muestra granulaciones en el lado de entrada puede ser producto del proceso de soldadura realizado en la fabricación. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

10.12C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Debido a que no se pudo mandar a reparar el spool y no se contaba con stock se coloco un parche provisional para que el spool continúe trabajando.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
11.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
11.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de un falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
11.11C3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
12.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

12.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento en el lado de salida del spool producto de una falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
12.11C3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
13.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
13.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
13.12C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido . Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

14.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
14.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
14.11C3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
15.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa que el espesor no es el establecido lo que puede iniciar la degradación más rápido de los componentes del spool. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
16.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa que el espesor no es el establecido lo que puede iniciar la degradación más rápido de los componentes del spool. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

17.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa que el espesor no es el establecido lo que puede iniciar la degradación más rápido de los componentes del spool. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
18.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa que el espesor no es el establecido lo que puede iniciar la degradación más rápido de los componentes del spool. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
19.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa que el espesor no es el establecido lo que puede iniciar la degradación más rápido de los componentes del spool. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
20.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa que el espesor no es el establecido lo que puede iniciar la degradación más rápido de los componentes del spool. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
21.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

21.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglomeramiento en el lado de salida del spool producto de una falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
21.11C3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desgaste del lado de salida del spool puede ser producto de la variación de la velocidad y presión. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
21.12C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Debido a que no se pudo mandar a reparar el spool y no se contaba con stock se colocó un parche provisional para que el spool continúe trabajando. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
22.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Existe desgaste en el lado de ingreso de la tubería producto del empalme entre spools y la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
22.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

22.12C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido . Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
23.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
23.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
23.11C3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
24.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

24.12C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desprendimiento de PU representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
25.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Debido a la cantidad de pulpa que se transporta y falta de limpieza se encontró producto en el lado de ingreso del spool</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
25.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
26.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
26.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

26.12C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido . Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
27.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
27.12C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido . Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
28.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad, ocasionando hendiduras y degradación de material Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
29.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

29.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
30.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desgaste del lado de salida del spool puede ser producto de la variación de la velocidad y presión. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
30.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
31.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desprendimiento de PU representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
31.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

31.11C3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglomeración en el lado de salida del spool producto de una falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
32.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Existe desgaste en el lado de ingreso de la tubería producto del empalme entre spools y la pulpa, ocasionando cavidades. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
32.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
33.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
33.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

34.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
34.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado de la calidad de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
35.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
35.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento en el lado de salida del spool producto de una falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
35.12C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se muestra granulaciones en el lado de salida puede ser producto del proceso de soldadura realizado en la fabricación. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

36.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
36.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento en el lado de salida del spool producto de una falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
36.11C3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
37.12C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se observó corrosión en el spool debido a las condiciones medioambientales a las que se encuentra expuesta o una mala aplicación de la pintura. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
38.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

38.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
39.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
39.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
39.12C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido . Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
40.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

40.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
41.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
41.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
42.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
42.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

42.12C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido . Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
43.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
43.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
44.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado de la calidad de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
44.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

45.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
46.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
46.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento en el lado de salida del spool producto de una falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
46.11C3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
47.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

47.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Existe desgaste en el lado de ingreso de la tubería producto del empalme entre spools y la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
48.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
48.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento en el lado de salida del spool producto de una falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
48.11C3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
49.11C1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

49.11C2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La formación de pliegues se puede ocasionar por la velocidad en la que viaja el producto generando turbulencia. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
---------	--

Anexo 21. Efectos de Modos de Fallas-VS4

CODIGO	EFFECTOS
1.11G1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
1.11G2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desprendimiento de PU representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
2.11G1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

2.11G2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desprendimiento de PU representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
2.11G3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa en especial en el lado T.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
3.11G1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
3.11G2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La cavidades formadas se dan por los vacios encontrados al momento de transportar la pulpa en especial en el lado T.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
4.11G1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

5.11G1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
6.11G1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
7.11G1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
8.11G1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

9.11G1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
9.11G2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desprendimiento de PU representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

Anexo 22. Efectos de Modos de Fallas-TS1

CODIGO	EFECTOS
1.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
1.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

2.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
2.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
3.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa que el espesor no es el establecido lo que puede iniciar la degradación más rápido de los componentes del spool.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
3.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
3.12D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se muestra granulaciones en todo el spool puede ser producto del proceso de soldadura realizado en la fabricación.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

4.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
4.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglomeramiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
5.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa el sobre espesor de un spool con el otro generando problemas de empalme.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
6.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa que el espesor no es el establecido lo que puede iniciar la degradación más rápido de los componentes del spool.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
6.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglomeramiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

6.11D3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
6.12D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido . Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
7.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento a lo largo del del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
8.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
8.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

8.11D3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Producido por el cambio de temperaturas en el material del spool.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
9.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
9.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
10.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
10.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

10.12D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Existe desgaste en toda la tubería producto del empalme entre spools y la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
11.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
11.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
12.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
12.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

12.12D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido .</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
13.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
13.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
13.11D3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
14.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

14.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
14.11D3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
15.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
15.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
15.11D3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

16.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
16.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
16.11D3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglomeramiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
17.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
17.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglomeramiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

17.11D3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
18.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
18.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
18.11D3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
19.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

19.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglomeramiento dentro del spool producto de una falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
19.11D3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
20.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: La formación de pliegues se puede ocasionar por la velocidad en la que viaja el producto generando turbulencia. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
20.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
21.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglomeramiento dentro del spool producto de una falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

21.12D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido . Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
22.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
22.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
22.12D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desgaste del lado de salida del spool puede ser producto de la variación de la velocidad y presión. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
23.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

24.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglomeración dentro del spool producto de una falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
24.12D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido . Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
25.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglomeración dentro del spool producto de una falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
25.12D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido . Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
26.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

26.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
26.12D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: El desprendimiento de Parche representa un riesgo alto y se puede deber a que se cumplió con el ciclo de vida o que la pulpa está dañando el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
26.12D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
27.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Generadas por el porcentaje de sólidos en la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
28.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua. Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate. Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

28.13D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar inadecuadamente dos spools la salida con presión de la pulpa puede ocasionar el desnivel. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
29.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
30.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
30.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado de la calidad de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
31.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

31.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
32.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar inadecuadamente dos spools el ingreso con presión de la pulpa puede ocasionar el desnivel.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
32.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
33.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
33.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento en el lado de salida del spool producto de una falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

33.12D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Debido a que no se pudo mandar a reparar el spool y no se contaba con stock se colocó un parche provisional para que el spool continúe trabajando.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
34.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Producido por el cambio de temperaturas en el material del spool.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
34.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
34.11D3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglomeramiento dentro del spool producto de una falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
35.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglomeramiento dentro del spool producto de una falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

36.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se observó corrosión en el spool debido a las condiciones medioambientales a las que se encuentra expuesta. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
37.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
37.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar inadecuadamente dos spools el ingreso con presión de la pulpa puede ocasionar el desnivel. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
37.11D3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
38.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU. Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado. Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

38.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
38.13D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Ocasionado por el cambio de temperaturas en el material del spool.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
39.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
39.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
40.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

40.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
41.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglomeramiento dentro del spool producto de un falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
41.13D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Existe desgaste en el lado de salida de la brida de la tubería producto del empalme entre spools.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
42.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
42.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglomeramiento dentro del spool producto de un falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

42.11D3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
43.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
43.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
43.11D3	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
44.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

44.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
44.13D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Existe desgaste en el lado de salida de la brida de la tubería producto del empalme entre spools.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
45.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
45.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
46.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se encontró falta de adherencia debido al estado del estado de la pulpa.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

47.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porosidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
47.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
48.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
49.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
50.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento dentro del spool producto de uan falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

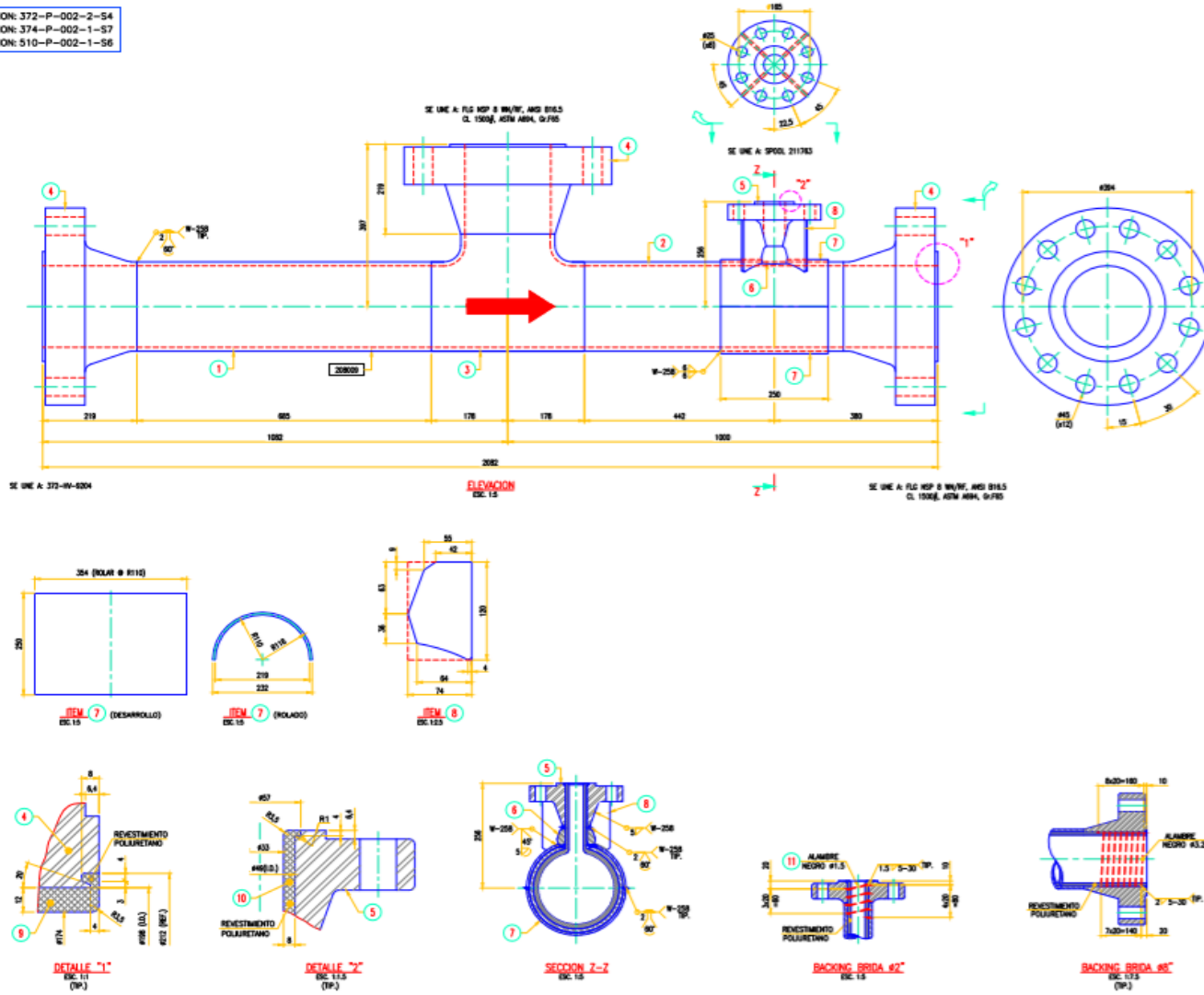
50.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
51.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al momento de empalmar las tuberías se observa el sobre espesor de un spool con el otro generando problemas de empalme.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
52.11D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron porisidades superficiales aisladas producto de la pulpa o una variación en la presión y velocidad.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
52.11D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: En las inspecciones realizadas se evidenciaron aglobamiento en el lado de salida del spool producto de una falla en el PU.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
52.12D1	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Se muestra granulaciones en el lado de salida puede ser producto del proceso de soldadura realizado en la fabricación.</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>

52.12D2	<p>Es Evidente: SI</p> <p>Descripción del evento: Al realizar la inspección visual se logró observar socavaciones en el lado de ingreso de la pulpa, las cuales pueden haberse producido por una pulpa con porcentaje de sólido no permitido .</p> <p>Afecta a la seguridad y afecta al medio ambiente si no se tiene cuidado.</p> <p>Si afecta a las Operaciones: Para poder realizar las inspecciones se requiere tener el mineroducto parado o con agua.</p> <p>Personal: 01 Mecánico+02 inspectorate.</p> <p>Tiempo de ejecución: 1.30Horas</p>
---------	---



Anexo 23. Ejemplo de Plano de Spool

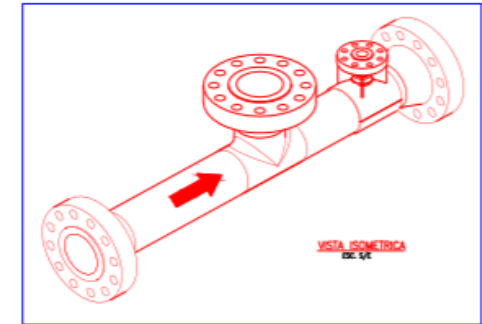
POSICION: 372-P-002-2-54
 POSICION: 374-P-002-1-57
 POSICION: 510-P-002-1-56



TOLERANCIAS GENERALES DE DIMENSIONES

DESVIACIONES ADMISIBLES RESPECTO AL VALOR NOMINAL (mm)

DESCRIPCION	±0.2	±0.3	±0.4	±0.5	±0.6	±0.7	±0.8	±1.0	±1.2	±1.5	±2.0	±2.5	±3.0	±4.0	±5.0	±6.0
MEDA	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2.0	±3.0	±5.0	±8.0	±12.0	±18.0	±25.0	±35.0	±50.0



NOTAS:

- 1.- APLICAR ESPECIFICACION 777-5-M-010 "PIPE MATERIAL"
- 2.- APLICAR ESPECIFICACION 7012.02-1000-ESP-ME-001 Rev. 0 "ESPECIFICACION TECNICA PARA FABRICACION E INSPECCION DE PIEZAS ESPECIALES HASTA #12"
- 3.- CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA Y CALIFICACION DEL SOLDADOR SEGUN NORMA: ASSE 8 "WELDING AND BRANING QUALIFICATION"
- 4.- REALIZAR INSPECCION END (ENAMORAS NO DESTRUCTIVAS) SEGUN CODIGO DE FABRICACION, ASME B31.4 y API 1104.
- 5.- REALIZAR CHEQUEO DE CALIDAD EN 100%
- 6.- LA FABRICACION DE LOS SPOOL, DEBERAN ESTAR ACCOMPANADOS CON LOS CERTIFICADOS DE CALIDAD DE LAS CARACTERISTICAS DEL POLIURETANO PARA EL RECUBRIMIENTO INTERNO
- 7.- PREPARACION DE SUPERFICIES SPOO-SPR / FACE #7.
- 8.- PINTURA BASE: ZINC PRIMER #10, 3 mils
- 9.- PINTURA ACABADO: ESMALTE EPÓXICO COLOR VERDE OSCURO, RAL 6005, 8 mils. (SEGUN ESPECIF. 0000-ESP-08 Rev.0).
- 10.- TOTAL ESPESOR PINTURA SECA 8 mils
- 11.- TOLERANCIA GENERAL: ±1 mm.
- 12.- ENTAR SOLDADO DE PLACA DE IDENTIFICACION INOX. SOBRE EL SPOOL, PARA QUE SE CORROSION GALVANICA.
- 13.- VER PLANO DE INSTALACION DE SPOOLS N° 199999.

PRESION DE DISEÑO	3750 PSIG	COND. FABRICACION	ANSI B31.4
MINIMA PRESION DE PRUEBA	4125 PSIG	T° DE DISEÑO	-28 A 38°C

RECUBRIMIENTO INTERNO DE POLIURETANO

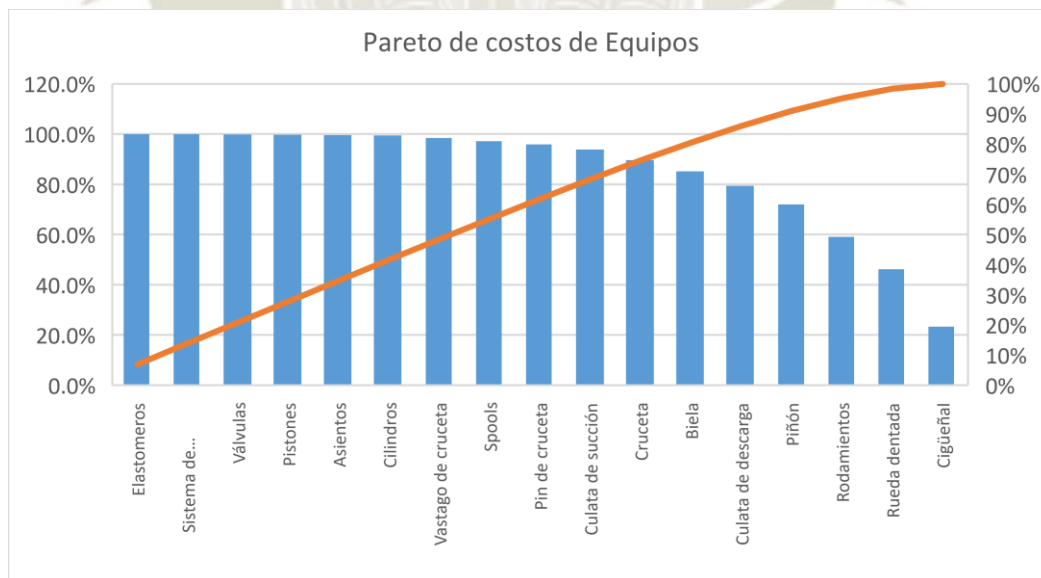
FUERZA DE TENSION (ASTM-D412)	24 MPa minimo
FUERZA DE ROTURA (ASTM-D412, Sp8)	400 MPa minimo
MODULO ELASTICO (ASTM-D412)	4 MPa minimo
ELONGACION (ASTM-D412)	400 %
DUREZA (ASTM-D2240)	80±5 Shore A
REBOTE, SHORE (ASTM-D2532)	40±2 minimo
ADHESION (ASTM-D429)	60 MPa minimo
RESISTENCIA A LA ABRASION WFT TAPER #1-15, 1000mg carga mg. perdidas por 1000 ciclos	30 mg minimo

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	PESO (Kg.)
12	ALAMBRE NEGRO #3.2 mm	03	10.0
11	ALAMBRE NEGRO #1.5 mm	01	0.1
10	POLIURETANO ESPESOR = 8 mm	01	0.2
9	POLIURETANO ESPESOR = 12 mm	01	18.0
8	PL. 1/4"x74x120, ASTM A516, Gr.70	04	1.4
7	PL. 1/4"x250x354, ASTM A516, Gr.70	02	8.4
6	WELDOLET #7/8", ASTM A84G/F85, SCH-XS	01	0.8
5	FLE NPS 2 WH/RF, ANSI B16.5, CL. 1500#, ASTM A84G/F85, SCH-XS	01	11.2
4	FLE NPS 8 WH/RF, ANSI B16.5, CL. 1500#, ASTM A84G/F85, SCH-80	03	249.8
3	TEE #7", SCH-80, WPHY 85 CONFORMING MSS-SP75, SE	01	22.0
2	PIPE #8", SMLS, API 5L, PSLL, Gr.X65, SE, SCH-80 (L=803)	01	29.6
1	PIPE #8", SMLS, API 5L, PSLL, Gr.X65, SE, SCH-80 (L=685)	01	33.7
	RECTO T (2082) CON DRENAJE	01	485.0
	DESCRIPCION	CANT.	PESO (Kg.)

Anexo 24. Muestra de costos de Mantenimiento

Equipos	Cantidad	\$/unid	%	% Acum
Cigüeñal	1	251,449.00	23.4%	23.4%
Rueda dentada	1	245,150.00	22.8%	46.3%
Rodamientos	1	138,525.00	12.9%	59.2%
Piñón	2	138,308.00	12.9%	72.0%
Culata de descarga	12	79,138.00	7.4%	79.4%
Biela	1	62,626.00	5.8%	85.3%
Cruceta	4	47,354.00	4.4%	89.7%
Culata de succión	12	46,172.00	4.3%	94.0%
Pin de cruceta	4	21,103.00	2.0%	95.9%
Spools	80	14,082.00	1.3%	97.2%
Vastago de cruceta	4	12,968.00	1.2%	98.5%
Cilindros	78	11,313.00	1.1%	99.5%
Asientos	156	1,677.00	0.2%	99.7%
Pistones	78	1,671.00	0.2%	99.8%
Válvulas	156	1,629.00	0.2%	100.0%
Sistema de lubricación	52	222.3	0.0%	100.0%
Elastomeros	78	90.45	0.0%	100.0%
		1073477.75		

Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

Con los equipos más relevantes identificados se hizo una constatación de información con la jefatura de mantenimiento, evidenciando que los costos indicados, son los registrados en la empresa.