

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ENERGÍA



GESTIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
BASADO EN LA ADMINISTRACIÓN DEL BACKLOG Y SU
INFLUENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS
ELÉCTRICOS EN LA EMPRESA MINERA NEXA S.A. UNIDAD
PASCO – 2022

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO
EN GERENCIA DEL MANTENIMIENTO

AUTORES

JONATHAN, OYOLA CASTRO
AZUL STEVE CASTILLO FIGUEROA

ASESOR

DR. CESAR AUGUSTO RODRÍGUEZ ABURTO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Callao, 2023
PERÚ

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD:

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y DE ENERGÍA

TÍTULO:

GESTIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO
EN LA ADMINISTRACIÓN DEL BACKLOG Y SU INFLUENCIA EN LA
DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS EN LA EMPRESA
MINERA NEXA SA. UNIDAD PASCO - 2022

AUTORES:

JONATHAN, OYOLA CASTRO
CÓDIGO ORCID: 0000-0001-8581-9653
DNI: 45833734

AZUL STEVE CASTILLO FIGUEROA
CÓDIGO ORCID: 0000-0002-7910-8254
DNI: 45727725

ASESOR:

DR. CESAR AUGUSTO RODRÍGUEZ ABURTO
CÓDIGO ORCID: 0000-0002-4480-0857
DNI: 25706278

LUGAR DE EJECUCIÓN:

PASCO

UNIDAD DE ANÁLISIS:

EQUIPOS ELÉCTRICOS EN LA EMPRESA MINERA NEXA SA.
UNIDAD PASCO-2022

TIPO:

APLICADA

ENFOQUE:

CUANTITATIVO

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

NO EXPERIMENTAL

TEMA OCDE:

INGENIERÍA MECÁNICA

Document Information

Analyzed document	1A-AZUL Y CASTRO -MGM-2023.docx (D171791261)
Submitted	2023-07-05 18:46:00
Submitted by	UNIDAD DE POSGRADO FIME 2023
Submitter email	fime.posgrado@unac.edu.pe
Similarity	2%
Analysis address	fime.posgrado.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Nacional del Callao / 5. TESIS - CACERES SANCHEZ CHRISTIAN KEVIN.pdf Document 5. TESIS - CACERES SANCHEZ CHRISTIAN KEVIN.pdf (D142844848) Submitted by: investigacion.fime@unac.pe Receiver: investigacion.fime.unac@analysis.arkund.com	5
SA	Universidad Nacional del Callao / Rabanal_Omar Quispe_Carlos_final.docx Document Rabanal_Omar Quispe_Carlos_final.docx (D171218598) Submitted by: investigacion.fime@unac.pe Receiver: investigacion.fime.unac@analysis.arkund.com	6
SA	TRABAJO SUFICIENCIA - QUIÑE ESPINOZA.docx Document TRABAJO SUFICIENCIA - QUIÑE ESPINOZA.docx (D124097772)	2
SA	Guía Teórica Finales.docx Document Guía Teórica Finales.docx (D100613742)	1
SA	TESIS PLAN DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ELECTRONICO - LUIS ALBERTO CUADRADO CAMPO.pdf Document TESIS PLAN DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ELECTRONICO - LUIS ALBERTO CUADRADO CAMPO.pdf (D136926972)	1
SA	Trabajo Suficiencia_Marco La Rosa Valles.docx Document Trabajo Suficiencia_Marco La Rosa Valles.docx (D140697098)	5

Entire Document

Planeamiento Jefe de Mantenimiento Supervisor Mantenedor Alta Dirección
BOMBAS B. Primarias = 5 Und. B. Secundarias = 4 Und. B. Auxiliares = 10 Und. COMPRESORES DE AIRE 10 Und. GENERADORES ELÉCTRICOS 5 Und. SUB ESTACIONES S.E. Potencia = 2 Und. S.E. Mina = 37 Und. TABLEROS ELECTRICOS T.E. Principal = 27 Und. T.E. Distribución = 36 Und. UNIDADES HIDRAULICAS 10 Und. VENTILADORES V. Principal = 11 Und V. Secundario = 40 Und. TOTAL = 197 EQUIPOS ELÉCTRICOS.

Zona A B C D Antigüedad (Días) Menor a 30 Entre 30 y 60 Entre 60 y 90 Mayor a 90 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ENERGÍA

GESTIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN LA ADMINISTRACIÓN DEL BACKLOG Y SU INFLUENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS EN LA EMPRESA MINERA NEXA SA. UNIDAD PASCO – 2022

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO

AUTORES JONATHAN, OYOLA CASTRO AZUL STEVE CASTILLO FIGUEROA

ASESOR CESAR AUGUSTO RODRIGUEZ ABURTO



HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

(ACTA DE SUSTENTACIÓN)

Dr. NELSON ALBERTO DÍAZ LEIVA	: PRESIDENTE
MG. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY	: SECRETARIO
DR. DENNIS ALBERTO ESPEJO PEÑA	: VOCAL
MG. JORGE LUIS ILQUIMICHE MELLY	: VOCAL

ASESOR: DR. CESAR AUGUSTO RODRÍGUEZ ABURTO

N° de libro: 01 Folio N° 64

N° de Acta de Sustentación: N° 001-2023–UPG-FIME

Fecha de Aprobación de Tesis: 03 de octubre de 2023.

DEDICATORIA

A mis queridos padres Joaquín y Paulina que construyen la fuerza y la razón que me impulsa a salir adelante para la realización de esta tesis.

Jonathan.

Este trabajo de investigación se lo dedico a mi señora madre que fue en vida y será siempre la luz de mi camino.

Azul.

Agradecimiento

A los Docentes de nuestra maestría y a los que ya no nos acompañan a causa de la pandemia covid-19, por todos los conocimientos y la formación impartida.

A la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía por brindarnos la oportunidad de contribuir con esta investigación al desarrollo de la gestión del mantenimiento en nuestro país.

Al Dr. Cesar Rodríguez Aburto, por su constante asesoramiento de campo y metodológico de nuestro trabajo de investigación.

ÍNDICE

ÍNDICE	1
ÍNDICE DE TABLAS.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
LISTA DE ABREVIATURAS	6
RESUMEN.....	7
RESUMO.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1. Descripción de la realidad problemática.	11
1.2. Formulación del problema.	14
1.2.1. Problema General	14
1.2.2. Problemas Específicos.....	14
1.3. Objetivos de la Investigación	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4. Justificación	15
1.5. Delimitantes de la investigación	16
II. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes del estudio.	18
2.2. Bases Teóricas.....	24
2.2.1. Gestión del mantenimiento.....	24
2.2.2. Organización de mantenimiento.....	25
2.2.3. Objetivos del mantenimiento	26
2.2.4. Indicadores de gestión de mantenimiento.	27
2.2.5. Plan de mantenimiento.....	27
2.2.6. Tipo de mantenimiento.....	28
2.3. Marco Conceptual.....	30
2.4. Definición de términos básicos.	34
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	39
3.1. Hipótesis general e hipótesis específicas.	39
3.1.1. Hipótesis general.....	39

3.1.2. Hipótesis específicas.....	39
3.2. Operacionalización de variable.....	39
3.2.1. Variable Independiente: Gestión del plan de mantenimiento preventivo.....	41
3.2.1.1. Definición conceptual de la variable independiente.	41
3.2.1.2. Definición Operacional de la variable independiente	41
3.2.2. Variable Dependiente: Disponibilidad de equipos eléctricos ...	42
3.2.2.1. Definición conceptual de la variable dependiente	42
3.2.2.2. Definición operacional de la variable dependiente.....	42
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO.....	44
4.1. Diseño metodológico.	44
4.1.1. Tipo de la investigación	44
4.1.2. Diseño de Investigación:	44
4.2. Método de investigación.	45
4.3. Población y Muestra.	45
4.4. Lugar de estudio.....	46
4.5. Técnicas e Instrumentos para la recolección de la información.	46
4.5.1. Generación de Backlog	47
4.5.2. Backlog como orden de trabajo.	48
4.5.3. Nivel óptimo para el backlog	48
4.5.4. Clasificación del backlog.	49
4.5.5. Backlog listo.....	50
4.5.6. Backlog total.	50
4.6. Análisis y procesamiento de datos.	51
4.6.1. Manejo del backlog por antigüedad	53
4.6.2. Manejo del backlog por prioridad	53
4.6.3. Semanas de acumulación.....	54
4.6.4. Factor de corrección propuesto.	54
4.7. Aspectos Éticos en Investigación.	58
V. RESULTADOS	59
5.1. Resultados descriptivos.....	59
5.2. Resultados inferenciales.....	66
5.3. Análisis comparativo	68
5.4. Prueba de normalidad	69

5.5. Prueba de Hipótesis	70
VI. Discusión de Resultados	72
6.1. Contratación de la hipótesis y demostración de la hipótesis con los resultados	72
6.2. Contratación de los resultados con otros estudios similares.	72
VII. CONCLUSIONES	75
VIII. RECOMENDACIONES.....	76
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS.....	79
MATRIZ DE CONSISTENCIA	80
ANEXO 2	82
PROCESOS EN EL ESCENARIO ACTUAL DIAGNÓSTICO.....	82
ANEXO 3	83
ESCENARIO INICIAL DE ESTUDIO DE EQUIPOS ELECTRICOS - NEXA 2021 NO EJECUTADOS (BACKLOG).....	83
ESCENARIO ACTUAL (ENERO) DE EQUIPOS ELÉCTRICOS - NEXA 2022, ADMINISTRACIÓN DEL BACKLOG	85
ESCENARIO ACTUAL (SEPTIEMBRE) DE EQUIPOS ELÉCTRICOS - NEXA 2022, ADMINISTRACIÓN DEL BACKLOG	88
ANEXO 4.....	91
PLAN DE MANTENIMIENTO	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. <i>FODA del programa de mantenimiento basado en el backlog</i>	13
Tabla 2.1. <i>Equipos eléctricos interior mina</i>	31
Tabla 2.2. <i>Prioridad de actividades acumuladas según prioridad</i>	37
Tabla 3.1. <i>Operacionalización de variables</i>	42
Tabla 4.1. <i>Codificación para clasificar los backlog</i>	49
Tabla 4.2. <i>Clasificación del backlog por zonas según antigüedad</i>	53
Tabla 4.3. <i>Clasificación del backlog por prioridad</i>	53
Tabla 5.1. <i>Cálculos mensuales de disponibilidades global en base a horas calendarías enero</i>	59
Tabla 5.2. <i>Cálculos mensuales de disponibilidades global en base a horas calendarías febrero</i>	60
Tabla 5.3. <i>Cálculos mensuales de disponibilidades global en base a horas calendarías marzo</i>	60
Tabla 5.4. <i>Cálculos mensuales de disponibilidades global en base a horas calendarías abril</i>	61
Tabla 5.5. <i>Cálculos mensuales de disponibilidades global en base a horas calendarías mayo</i>	62
Tabla 5.6. <i>Cálculos mensuales de disponibilidades global en base a horas calendarías junio</i>	62
Tabla 5.7. <i>Cálculos mensuales de disponibilidades global en base a horas calendarías julio</i>	63
Tabla 5.8. <i>Cálculos mensuales de disponibilidades global en base a horas calendarías agosto</i>	64
Tabla 5.9. <i>Cálculos mensuales de disponibilidades global en base a horas calendarías septiembre</i>	64
Tabla 5.10. <i>Disponibilidad actual agrupada</i>	65
Tabla 5.11. <i>Disponibilidad total en el escenario actual</i>	67
Tabla 5.12. <i>Disponibilidad en un escenario actual considerando la mejora (en base a un modelo matemático de ajuste)</i>	67
Tabla 5.13. <i>Disponibilidad Acumulada en el mes del escenario actual y el escenario actual considerando la mejora</i>	68
Tabla 6.1. <i>Pruebas de normalidad</i>	70
Tabla 6.2. <i>Estadística de muestras emparejadas</i>	71
Tabla 6.3 <i>Estadística de pruebas emparejadas</i>	71

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 2.1.</i> Jerarquía y ubicación de la gestión del capital humano de una organización de mantenimiento	26
<i>Figura 2.2.</i> Proceso de mantenimiento.	28
<i>Figura 2.3.</i> Organización de actividades por antigüedad.....	37
<i>Figura 4.1.</i> Equipos eléctricos en estudio	46
<i>Figura 5.1.</i> disponibilidad actual agrupada	66
<i>Figura 5.3.</i> Gráfico de la disponibilidad total acumulada en el mes del escenario actual y del total acumulado en el mes considerando la mejora. .	69

LISTA DE ABREVIATURAS

AMEF:	<i>Análisis Modal de fallos y efectos.</i>	28
BL:	<i>Backlog, trabajo pendiente a ejecutar.</i>	36
CAT:	<i>Ciclo de administración del trabajo.</i>	100
CBM:	<i>Mantenimiento basado en condición.</i>	100
CM:	<i>Monitoreo por condición.</i>	50
CMMS:	<i>Sistema Computadorizado de gestión de mantenimiento</i>	109
HSEQ:	<i>Salud, seguridad, ambiente y calidad.</i>	56
IMC:	<i>Ingeniería de mantenimiento y confiabilidad.</i>	110
KPI:	<i>Indicadores claves de desempeño.</i>	24
MTBF:	<i>Tiempo medio entre fallas.</i>	14
MTTF:	<i>Tiempo medio a la falla.</i>	107
MTTR:	<i>Tiempo medio para reparar.</i>	14
O&M:	<i>Operación y mantenimiento.</i>	110
OT:	<i>Orden de trabajo.</i>	33
P&P:	<i>Planeación & programación.</i>	106
PdM:	<i>Mantenimiento predictivo.</i>	36
PHVA:	<i>Planear, hacer, verificar y actuar (Circulo de mejora continua de Deming).</i>	98
PM:	<i>Mantenimiento preventivo.</i>	36
TBI:	<i>Inspección basada en tiempo.</i>	102
RCA:	<i>Análisis de causa raíz.</i>	100
RCM:	<i>Mantenimiento centrado en la confiabilidad.</i>	99
SAP:	<i>Desarrollo de programas de sistemas de análisis.</i>	24

RESUMEN

La investigación titulada “gestión del plan de mantenimiento preventivo basado en la administración del backlog y su influencia en la disponibilidad de los equipos eléctricos en la empresa minera NEXA S.A. unidad Pasco – 2022”. Tuvo como objetivo demostrar que el plan de mantenimiento preventivo propuesto, enfocado en la administración del backlog influye significativamente en la disponibilidad de los equipos eléctricos en la empresa minería NEXA S.A., unidad Pasco; la población constituida por el total de equipos eléctricos de la mina así mismo se ha realizado un análisis de datos de cada uno de los equipos de manera mensual desde enero a setiembre del presente año, siendo la variable independiente la gestión del plan de mantenimiento preventivo basado en la administración del backlog y la variable dependiente la disponibilidad de los equipos eléctricos. El estudio de la investigación se desarrolló desde un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental; la técnica fue el fichaje y los instrumentos las fichas y registros diversos correspondientes al proceso de mantenimiento, cuyos resultados se presentan en tablas y figuras. Entre las principales conclusiones se tiene que: La gestión del plan de mantenimiento preventivo enfocada en la administración del backlog influyeron significativamente en la disponibilidad de los equipos eléctricos, ellos se reflejaron descriptivamente en que la media de la tasa de disponibilidad en escenario estudiado, considerando la aplicación simulada del programa de mantenimiento fue del 97.96%, lo que es superior al 95.46% como diagnóstico en las condiciones anteriores.

Palabra clave: mantenimiento preventivo, backlog, disponibilidad

RESUMO

A pesquisa intitulada “gestão do plano de manutenção preventiva com base na administração do backlog e sua influência na disponibilidade de equipamentos elétricos na mineradora NEXA S.A. Unidade Pasco – 2022”. Seu objetivo foi demonstrar que o plano de manutenção preventiva proposto, focado na gestão do backlog, influencia significativamente a disponibilidade dos equipamentos elétricos na mineradora NEXA S.A., unidade Pasco; a população constituída pelo total de equipamentos elétricos da mina. Da mesma forma, foi realizada mensalmente de janeiro a setembro deste ano uma análise dos dados de cada um dos equipamentos, sendo a variável independente a gestão do plano de manutenção preventiva com base na administração do backlog e na variável dependente a disponibilidade de equipamentos elétricos. A pesquisa foi desenvolvida a partir de abordagem quantitativa, com delineamento não experimental; A técnica foi o registro e os instrumentos foram as diversas fichas e registros correspondentes ao processo de manutenção, cujos resultados são apresentados em tabelas e figuras. Entre as principais conclusões estão que: A gestão do plano de manutenção preventiva com foco na administração do backlog influenciou significativamente a disponibilidade dos equipamentos elétricos, refletiram-se descritivamente em que a taxa média de disponibilidade no cenário estudado, considerando a aplicação simulada do programa de manutenção foi de 97,96%, superior aos 95,46% como diagnóstico nas condições anteriores.

Palavra chave: manutenção preventiva, backlog, disponibilidade.

INTRODUCCIÓN

Como sabemos el rápido avance que tiene la exploración minera en los últimos siglos llevó a un aumento en el número de túneles subterráneos construidos a nivel mundial, no siendo ajeno en la actualidad en el territorio peruano. Aunque no existen estadísticas fiables en el tema, pero podría tomarse como referencia la extracción de minerales bajo el aumento en el número de túneles construidos, marcando un ritmo acelerado en la minería. Este aumento motivado básicamente por las actividades de ampliación de infraestructuras eléctricas subterráneas trajo consigo deficiencias percibidas en las ordenes de trabajo para realizar el mantenimiento integral de los equipos eléctricos en interior mina, consecuentemente sus procesos productivos conllevan al área de mantenimiento a formar parte principal en las líneas de procesamiento, debiendo garantizar la operatividad, calidad y productividad de los procesos realizados en las máquinas y equipos de producción, de tal manera que nos permita mejorar la disponibilidad de los recursos actuales, para ello el manejo del backlog (tareas pendientes a ejecutar), tendrá como fin optimizar el indicador clave de desempeño, en reducir los costos de mantenimiento; obtener una mayor disponibilidad; aumento de la responsabilidad de personal técnico y fortalecimiento de la unidad de mando en los equipos eléctricos en interior mina. En este ámbito la gestión de backlog logra integrar como herramienta fundamental el mantenimiento integral de los equipos eléctricos, permitiendo una metodología de análisis sistemática, objetiva y documentada, propósito fundamental en la función que realizan los equipos, donde el objetivo principal es hacer que los esfuerzos de mantenimiento sean dirigidos a mantener dicha

función, más que los equipos mismos.

Para ello se realizará un análisis situacional de cómo pueden fallar funcionalmente los sistemas, estructuras, dispositivos, equipos y recursos; el impacto que genera en los diferentes aspectos como seguridad, operación y costo, haciendo un historial de experiencias, de registros, de periodos de fallas y de manuales, que servirá para tomar decisiones a realizar y poder plantear la gestión de mantenimiento que permita optimizar el desempeño del área de mantenimiento de la empresa en estudio en las actividades diarias mejorando la confiabilidad de los equipos.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática.

La industria minera en el Perú viene experimentando un crecimiento acelerado, muchas veces este crecimiento no viene acompañado por el área de Mantenimiento. Es aquí donde debe ponerse la mayor atención, pues los costos de mantenimiento en minería representan un gran porcentaje de los costos asociados al producto esperado, y por lo tanto debe ser manejado de manera estratégica con un plan que evite paradas no programadas, accidentes, impactos ambientales, entre otros.

La planificación describe una situación en la que diferentes disciplinas, como mantenimiento y operaciones, en la minería realizan una planificación independiente para un mismo activo físico. Para ser frente a la creciente demanda en la explotación minera, se propicia una novedosa gestión en la planificación del backlog para influir en la disponibilidad de equipos eléctricos, donde la minería necesita como indicador de disponibilidad, sean de naturaleza más avanzada. En esta investigación abogamos por que el backlog posea dicho comportamiento en la gestión de mantenimiento.

El área de Operaciones mina, a quien llamaremos cliente interno, depende de la atención del área de mantenimiento. Esta área de operaciones tiene la necesidad principal de contar con equipos disponibles para la extracción, acarreo del mineral.

Para una buena gestión en mantenimiento en equipos eléctricos, se necesita tener consistencia en las estrategias a aplicar, por ende, los recursos a utilizar deberán ser planificados de acuerdo a las tareas que se ejecutarán, el diagnóstico correcto determinará el buen uso de estos. Una debilidad dentro de este tipo de procesos, es precisamente la falta

de ejecución de tareas de mantenimiento con un gran número de reparaciones de componentes, ya que estas no son detectadas o bien planificadas, generando incremento al valor de inventario.

La falta de un plan estructurado para la gestión de mantenimiento hace que la revisión de los equipos no se realice adecuadamente, y el principal indicador es el alto porcentaje de mantenimiento correctivo que supera al preventivo, que a su vez trae como consecuencia un bajo cumplimiento del programa en sí.

En el ámbito internacional y nacional, el propósito en las mineras es hacer operativo el backlog en prever mejor las condiciones técnicas de producción y controlarla con nuevos métodos de programación de mantenimiento aplicados en la planificación, pues esto conducirá a una mejor capacidad para satisfacer la demanda de producción con una capacidad de empresa confiable y un nivel de seguridad en sus instalaciones. Cuando se controla el backlog, se puede permitir que las actividades de mantenimiento se pospongan con un aumento aceptable en el nivel de riesgo y permitiendo una mayor producción. La compañía minera NEXA S.A., no es ajena al trabajo pendiente de mantenimiento, considera que las órdenes de trabajo no se realizan dentro de la fecha de vencimiento.

La presente investigación tiene como propuesta de solución, contribuir con la teoría del backlog de activos físicos y ubicarlos en un marco para la planificación preventiva. Para lograr dicha gestión pasaremos a planificar, aclarando su terminología, las propiedades y el marco en establecer y demostrar los fundamentos del backlog y mapear la relevancia de la acumulación de mantenimiento dentro del marco del plan de mantenimiento preventivo. Para luego construir modelos cuantitativos donde el modelado de disponibilidad y restricciones

cuantifican el backlog y proponen enfoques para reducir el backlog. El análisis de la situación de la empresa la encontramos a continuación:

Tabla 1.1. FODA del programa de mantenimiento basado en el backlog.

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> - Se cumple semanalmente con elaborar un programa de mantenimiento preventivo. - Se generan ordenes de trabajo. - Se utiliza cartillas de mantenimiento para validar la actividad realizada. - Se confía en el stock actual de materiales en almacén. - El personal de campo recibe la orden para la ejecución de tareas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se elabora programación de mantenimiento preventivo sin tener en cuenta la criticidad de tareas. - Se genera ordenes de trabajo con información incompleta. - Se utiliza cartillas de mantenimiento sin estrategias adecuadas. - Se realizan tareas correctivas sin aplicar la causa raíz de la falla, baja reportabilidad (reporte no detallado). - Se programan tareas sin identificar los recursos necesarios (repuestos, portabilidad de herramientas, hora hombre)
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> - Fortalecer el proceso de elaboración de la programación de mantenimiento preventivo, a través de la implementación de un plan de gestión de mantenimiento. - Almacenar información al sistema, con datos reales, con diagnósticos adecuados, recolectando una buena inspección, con objetivo de atacar falla causa raíz. - Actualizar cartillas de 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor presencia de fallas en equipos eléctricos debido a múltiples factores (reporte inoportuno, mantenimiento defectuoso, etc) - Alta demanda de tareas pendientes de ejecución (backlog). - Recursos almacenados pendientes de uso (se eleva el costo muerto de repuestos no

- | | |
|--|--|
| <p>mantenimiento para toda intervención, con información suficiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generar ordenes de trabajo con recursos futuros, necesarios para la ejecución. - Atención a las inspecciones de manera presencial sobre la remota, para disminuir feedback. - Capacitar al personal involucrado en el proceso, la importancia de la información y cambio de actitud hacia los objetivos trazados. | <p>utilizados.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fallas de stock en repuestos solicitados. - Tiempos altos y/o demoras en atención al cliente. - Abandono de trabajo por parte del personal bajo línea (colaboradores) por diversos motivos (nuevas oportunidades laborales, falta de coordinación con su jefatura inmediata, trabajo bajo presión, etc.) |
|--|--|

1.2. Formulación del problema.

A continuación, se procede a formular el problema

1.2.1. Problema General

¿En qué medida la gestión del plan de mantenimiento preventivo mediante la implementación de la administración de Backlog influye en la disponibilidad de equipos eléctricos en la empresa minería NEXA S.A. Unidad Pasco?

1.2.2. Problemas Específicos

- A.** ¿Cuál es el análisis del número de backlog y reportes de feedback por día para la atención oportuna en un buen servicio del sistema eléctrico en interior mina?
- B.** ¿Cuáles son los indicadores críticos de los equipos eléctricos en interior mina afectan al logro del objetivo del indicador de mantenibilidad (MTTR)?
- C.** ¿Cuál es número de intervenciones, costos de mantenimiento en la disponibilidad de equipos asociado al tiempo medio entre fallas (MTBF)?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo general

Demostrar que la gestión del plan de mantenimiento preventivo enfocada en la administración del backlog influirá significativamente en la disponibilidad de los equipos eléctricos en la empresa minería NEXA S.A., unidad Pasco.

1.3.2. Objetivos específicos

- A.** Elaborar un análisis del número del backlog y reportes de feedback por día para la atención oportuna en un buen servicio del sistema eléctrico en interior mina.
- B.** Identificar los indicadores críticos de los equipos eléctricos en interior mina en la gestión del mantenimiento que afectan al logro del objetivo del indicador de mantenibilidad (MTTR).
- C.** Determinar el número de intervenciones y la disponibilidad de equipos asociado al tiempo medio entre fallas (MTBF).

1.4. Justificación

El desarrollo de un plan de gestión de mantenimiento preventivo enfocada en el manejo de backlog, permitirá optimizar la disponibilidad de los equipos eléctricos en la empresa minera NEXA S.A. Unidad Pasco.

1.4.1. Justificación teórica

La investigación realizada en el contexto teórico permitirá reducir el tiempo medio entre fallas para los equipos eléctricos que participan en interior mina; mejorando la efectividad de las tareas preventivas correctamente programadas, así como las tareas que evitaban fallas mediante la administración de backlog identificados oportunamente.

El proceso de mejora continua obliga a la organización a mejorar y

cambiar procesos ya establecidos, basado en identificar las debilidades y mediante un benchmarking interno y/o externo ejecutar las acciones respectivas para mejora del proceso.

1.4.2. Justificación práctica

En ese sentido, la investigación tendrá carácter práctico, ya que el estudio se justifica en el aspecto que los resultados permitirán establecer las magnitudes de los reportes diarios, tanto su análisis como herramienta fundamental que posibilitara realizar el mejoramiento de fallas repetitivas, mejorando el desempeño de los equipos eléctricos, y su cuidado como activo importante de la empresa. Este beneficio permitirá reducir la tasa de salidas por problemas en los equipos eléctricos, expresados en daños frecuentes y visibles.

1.5. Delimitantes de la investigación

La principal limitación de la investigación es la existencia del bajo nivel de conocimiento en el uso de algún sistema, que refleja la trazabilidad de los planes de mantenimiento; lanzamiento de programas, con diagnóstico y seguimiento de tareas críticas a ser ejecutadas.

Por último, debido a que las reparaciones se manejan como solicitudes de servicio con texto escrito, una vez reparados no cuentan con el feedback correspondiente, no contando con un registro adecuado de los componentes defectuosos y/o la ubicación de dichos componentes, por lo que se tendrá que mejorar la gestión de repuestos y componentes no catalogados e identificarlos con el soporte de los supervisores electricistas.

1.5.1. Delimitante teórica

Como limitaciones teóricas es importante mencionar que no se cuenta con fuentes informativas suficientes que tratan las ordenes de trabajos diarios, apuntes en el cuaderno de reportes de guardias y reuniones, ya que el personal fue transmitiendo verbalmente el proceso de

trabajo, siendo necesario implementar sistemas informáticos computarizados para continuar con el desarrollo de la investigación donde se circunscribe la implementación del plan de mantenimiento basado en la administración de los trabajos pendientes a ejecutar para influenciar la disponibilidad de los equipos eléctricos en interior mina.

1.5.2. Delimitante temporal

En cuanto a la limitación temporal que se presentan durante el desarrollo de la investigación de esta tesis, es administrar las tareas pendientes a ejecutar, optando en minimizar las semanas de acumulación, con el total de personal requerido para influenciar en la disponibilidad de equipos eléctricos en interior mina, entre el año 2022.

1.5.3. Delimitante espacial

Con lo que respecta a la limitación espacial, es necesario señalar que la investigación se realiza en la empresa minera NEXA S.A., compañía minera dedicada a la exploración, producción y comercialización de zinc, cobre, plomo y plata, dicha unidad está ubicado en el departamento de Cerro de Pasco.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio.

En lo que respecta a la temática de la investigación, se ha ubicado los siguientes trabajos de investigación publicados, los mismos que paso a describir a manera de resumen de sus características y aportes resaltantes:

Antecedentes Internacionales

- a. Innacio Lopez, J., (2018) en su tesis titulada “*metodología de gestión de mantenimiento en la operación, mantenimiento y monitoreo de equipos eléctricos*” sustentado en la Universidad Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, para optar el grado de magister en ingeniería eléctrica. Este estudio tiene como objetivo presentar una propuesta de metodología innovadora que utiliza técnicas de evaluación de riesgos para el monitoreo y control de equipos eléctricos. La filosofía básica de la metodología propuesta es definir y obtener una “matriz de criticidad de equipos eléctricos”, considerando aspectos como la expectativa de frecuencia de fallas y el impacto relacionado con las consecuencias financieras (tiempo y costo), para su aplicación de esta metodología se presentaron los resultados de un grupo de veinte equipos eléctricos reales donde se detallan acciones propuestas para mejorar su operación y mantenimiento en otras palabras se espera una reducción de los riesgos y tasas de falla de los equipos en estudio así como una gestión técnica y financiera con una mejor priorización de las inversiones en mantenimiento, reparación y monitoreo.

- b. Sandoval Serva, B., (2019) en su tesis, titulado “*propuestas de mejora del sistema de mantenimiento de la empresa AESA infraestructura y minería*” sustentado en la facultad de ingeniería mecánica de la Universidad Politécnica de Valencia, España, para optar el grado de

magister en ingeniería del mantenimiento. Este estudio tuvo como objetivo mostrar un modelo de mejora para las unidades mineras en las que se encuentra presente la empresa, bajo implementación de técnicas predictivas en los equipos propios de la empresa, la situación actual de la gestión fue buscar la implementación de mejoras que ofrezcan el mejor resultado reduciendo tiempo y costo con el fin de contribuir con la atención al programa de avance y extracción, maximizando la confiabilidad y la disponibilidad de los equipos e instalaciones de los órganos operacionales, optimizando los recursos disponibles con calidad y seguridad y preservando el medio ambiente, ayudando a dar continuidad al desarrollo de la organización. Por último, se incorpora un conjunto de técnicas instrumentadas de medida como análisis de ruido, vibraciones y análisis de variables para caracterizar en términos de fallos potenciales la condición operativa de los equipos productivos cumpliendo como misión principal el optimizar la fiabilidad y disponibilidad de equipos.

- c. Da Silva, L., (2020) en su tesis, titulado *“La importancia e implementación de índices e indicadores de equipos eléctricos en gestión de mantenimiento”* sustentado en la facultad de ingeniería eléctrica del instituto federal de educación, ciencia y tecnología de Goiás, Brasil. El estudio aporta una metodología de índices de identificación claves que ayudarán a la gerencia en la toma de diversas decisiones, pretende implementar y analizar índices e indicadores de mantenimiento enfocados en equipos eléctricos, dicha metodología consistió en seleccionar índices e indicadores basados en factores específicos de gestión de mantenimiento, recopilando datos a través del seguimiento en campo y toma de datos de mantenimiento a través de órdenes de servicio, entre los índices e indicadores calculados, el Backlog Mensual y el Cumplimiento de Cronograma muestran valores promedio de 1.51 semanas y 98%, respectivamente. Para disponibilidad en conjuntos de equipos eléctricos se construyó un valor promedio de

99.35%, el costo relativo de mantenimiento presentó valores medios de 2,26% y 0,47% con relación al costo total de mantenimiento y facturación, respectivamente. Por último, el valor de disponibilidad se pudo aumentar al reducir el trabajo y reducir el mantenimiento correctivo no planificado, la eficiencia energética de las unidades evaluadas mostraron un excelente valor, lo que significó un buen uso de la energía para el valor de la producción.

d. Castro Mardones., J., (2021) en su tesis titulado *“Propuesta de mejoramiento del plan matriz de mantenimiento de los equipos eléctricos del área seca en la minera norte”* sustentado en la universidad Federico Santa María, Chile., para optar el grado de magister en ingeniería industrial. La investigación se orienta a proponer mejoras al plan matriz de mantenimiento de los equipos eléctricos mediante la realización de un análisis causa-raíz para la selección de propuestas de optimización en las tareas de mantenimiento a través de la recopilación de los antecedentes generales de los equipos eléctricos del área seca para la selección de componentes críticos, mediante la utilización del diagrama Jack Knif, a fin de determinar las prioridades dentro de las tareas de mantenimiento, la explicación a través de un diagrama SIPOC, los límites, el punto de inicio y final del proceso de mantenimiento a mejorar mediante el análisis causa raíz visualizando los impactos que provocan en el funcionamiento de los equipos eléctricos y el desarrollo de una propuesta de mejoras al plan matriz de mantenimiento eléctrico del área seca en la minera norte.

e. Rivera Albello, G., (2020) en su tesis, titulado *“Análisis de la disponibilidad del circuito de los equipos eléctricos de ventilación mediante simulación con ventsim de una mina subterránea de carbón artesanal en la provincia de Arauco, región de Biobo”* realizado en la universidad de Concepción, Chile, para optar el grado de magister en ingeniería de minas. El estudio recopiló antecedentes y datos mediante

un trabajo en terreno, que permite hacer una correcta implementación de la mina en el software donde se define correctamente la disponibilidad del circuito de equipos eléctricos de ventilación existentes así mismo se realiza un análisis de los datos obtenidos en años anteriores y que servirán para mejorar la disponibilidad de los equipos en mina.

Antecedentes Nacionales

- a. Terbullino Carbajal, M.V., (2018), en su tesis, *“Propuesta de mejora en la gestión de inventarios de mantenimiento de equipos mina”* realizado en la Pontificia Universidad Católica del Perú para optar el grado de magister en ingeniería industrial. El estudio aporta una metodología apropiada para lineamientos de una gestión de mantenimiento en una empresa minera, en hallazgos obtenidos del análisis en los procesos de mantenimiento y logística, de los principales indicadores con la prioridad en sus efectos en la disponibilidad de los equipos. Además, la metodología tiene las siguientes características: Los equipos de Operaciones Mina deben estar disponibles de acuerdo a la meta pre establecida de disponibilidades, en determinar la capacidad de horas hombres disponibles teniendo en cuenta los feriados, vacaciones, entrenamiento y reuniones para contrarrestar la acumulación de trabajo denotado backlog. Se analizó la disponibilidad de las flotas entre los años 2016 a 2017 para fijar metas por equipos por encima del 85%, el motivo principal de las bajas disponibilidades es la espera de repuestos que representa aproximadamente el 35% del total de paradas de los equipos mina, en un escenario crítico la no disponibilidad tuvo como efecto una reducción en la producción por más del 5%.

- b. Pacho Huarachi, R, (2022) en su tesis, *“Causas de los eventos de falla del sistema eléctrico y las pérdidas de producción en la gran minería de cobre del sur del Perú durante los años 2015 y 2019”* realizado en la

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa para optar el grado académico de maestro en gestión de la energía con mención en electricidad. En esta investigación se revisó la problemática generada por las interrupciones de suministro eléctrico ocasionados por fallas en el sistema eléctrico interconectado nacional a las operaciones de la gran minería de cobre. El objetivo fue determinar la relación de dependencia entre la severidad de las pérdidas de producción y las causas que ocasionaron los eventos de falla del sistema eléctrico para la gran minería de cobre. Por tal motivo el universo del estudio considerado fue el total de los eventos reportados como transgresiones a la norma técnica de calidad de servicio en el sistema eléctrico ocurridos entre los años 2015 al 2019 y para el impacto en las operaciones se consideró a las cuatro principales mineras de cobre del sur del Perú.

c. Rashuamán Flores, R, (2019), en su tesis, *“modelo de gestión de mantenimiento para el incremento de disponibilidad de las máquinas en una planta de fabricación de bombas centrífugas”* realizado en la Universidad Nacional del Callao para optar el grado de magister en ingeniería mecánica y de energía. Propuso un modelo de gestión de mantenimiento que permita lograr el incremento de la disponibilidad de las máquinas en una planta de fabricación de bombas centrífugas. Para establecer analizo 42 equipos de las cuales 14 fueron seleccionadas como modelo de alta criticidad superando el 96% de criticidad en la planta de fabricación de bombas, para luego influenciar en un plan de capacitación y entrenamiento del personal involucrado a incrementar la disponibilidad, para así finalmente obtener un incremento de la disponibilidad de planta en un 2.5%, influenciando también en incrementar la producción en niveles del 2.5 veces respecto a la producción del año anterior en relación al estudio.

d. Cuzco Trigoso, M (2021), en su tesis titulada, *“Diseño de un plan de mantenimiento preventivo de motores eléctricos para mejorar la*

disponibilidad de máquinas en la sección de chancado en una unidad minera en el sur del Perú” realizada en la Universidad Señor de Sipán para optar el grado académico de magister en ingeniería industrial. Este estudio tuvo como objetivo diseñar un plan de mantenimiento preventivo de motores eléctricos en las máquinas de la sección chancado que garantice un mínimo de 90% de disponibilidad operativa con ello poder lograr operar a 2900 toneladas métricas diarias requerida por la unidad métrica en estudio. Para la elaboración de esta investigación se usaron reportes de disponibilidad de equipos que operan en la sección de chancado de la unidad minera los cuales se realizan durante veinte días de seguimiento, donde la evaluación del problema, toma de datos antes de la mejora se analizó en el año 2018 y la mejora se realizó en el año 2019 es decir seis meses después de la mejora se tomaron los datos para evaluar los resultados.

- e. Bedoya Acosta, W., Flores Juchani, L. & Oviedo Lira, J., (2017) en su tesis, titulado *“Diagnóstico operativo empresarial de la Compañía Minera Ares Unidad Operativa Selene”* sustentado en la dirección de operaciones productivas de la Universidad Católica Del Perú para optar el grado de magister en dirección de operaciones productivas. El estudio aportó una metodología apropiada en identificar y proponer mejoras significativas a sus actuales procesos productivos, así como a sus procesos de soporte, que ayudaron a incrementar la competitividad, sostenibilidad y rentabilidad de la empresa. Los indicadores de mantenimiento como utilización y disponibilidad de la planta concentrado Selene, estaba con un valor promedio de 79.59%, el valor se ve impactando por el mes de enero 2017 que, por motivos de conflictos sociales en la zona, a pesar de esto se tuvo elevados valores, mostrando la eficiencia en la estrategia y gestión de mantenimiento. Las tareas de mantenimiento preventivo representaron un valor promedio de 74.43%, siendo el valor restante de 25.57% destinado a las tareas de mantenimiento correctivo, con la implementación de nuevas tecnologías

se pudo mejorar la tasa de mantenimiento preventivos y los KPI como utilización y disponibilidad. La implementación del módulo de mantenimiento SAP permitió maximizar el uso de los recursos, asegurando la eficiencia del trabajo y la capacidad de análisis, así como evaluar y ajustar las capacidades de disponibilidad de equipos. Es debido a esto que normalmente se pudo controlar en hacer del *backlog moderado* con pendientes reservados en la compañía minera.

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. Gestión del mantenimiento

A medida que la tecnología avanza involucrando tanto a humanos como a la aplicación de un conjunto de equipos, maquinarias, hoy en día, de manera progresiva la gestión de mantenimiento a tomando más importancia, generándose inclusive gerencias de mantenimiento en muchas empresas, describiendo situaciones en diferentes disciplinas del mantenimiento y producción.

Según Waeyenbergh (2005), la concepción de mantenimiento se manifiesta como un conjunto de acciones necesarias para desarrollar las políticas específicas de mantenimiento en una organización de producción, lo que hace ser de manifiesto tener un objetivo. Es la personalización de la forma como la organización piensa sobre el papel (función a cumplir) del mantenimiento, vista como una función operativa. Así, la concepción de mantenimiento se traduce en un conjunto de varias formas de intervenciones de mantenimiento (correctiva, preventiva, sintomática, etc.) y de la estructura general, en las cuales esas intervenciones serán realizadas. (p.41).

2.2.2. Organización de mantenimiento

Dentro de la gestión de capital humano:

Alta dirección: la alta dirección es el encargado de realizar las normativas políticas tal como la política corporativa, la misión, visión y objetivos, bajo el cual los demás trabajaran encaminado en ello.

Jefe de mantenimiento: Es el encargado de gestionar los mantenimientos, requerimientos de repuestos, empleados requeridos y la coordinación con los distintos supervisores del área.

Supervisor: Es el encargado de liderar un grupo de personas, como a tecnicos electricistas que en coordinación con el jefe de mantenimiento se encarga que se realice los trabajos programados durante esa guardia y tomando decisiones en caso de fallas imprevistas.

Mantenedor: Es el empleado que se encarga de realizar los trabajos programados para la guardia asignada, cada mantenedor es especialista al trabajo asignado tal como un mecánico, electricista, soldador, etc.

Planeamiento: Es el encargado de trabajar con el jefe de mantenimiento, supervisor y mantenedor, quien lleva un registro de los trabajos que se fueron realizados por los mantenedores mediante un reporte que es entregado por el supervisor y este derivando al jefe de mantenimiento para tomar las decisiones ante una falla o mal funcionamiento de la máquina, para posteriormente realizar el requerimiento de los repuestos para realizar el mantenimiento ya sea preventivo o correctivo.

La jerarquía y ubicación de una organización de capital humano de

una empresa de mantenimiento cada uno de ellos según el siguiente detalle:

Figura 2.1. Jerarquía y ubicación de la gestión del capital humano de una organización de mantenimiento.



Todas las organizaciones de mantenimiento buscan ser eficiente, no solo eficaz.

Eficaz: Es la empresa que logra sus metas asignadas y alcanza los resultados planificados como puede ser la disponibilidad mecánica, la confiabilidad.

Eficiente: Es la empresa que no solo busca lograr sus metas y alcanzar sus resultados si no busca la optimización de los recursos asignados, disminuyendo el costo de mantenimiento, mejora la productividad organizacional.

2.2.3. Objetivos del mantenimiento

Incrementar la Producción: Asegurar la óptima disponibilidad y fiabilidad de los sistemas, equipos, instalaciones y máquinas, reparando las averías en el menor tiempo posible.

Disminuir los Costos directos, para este objetivo, se debe: reducir las fallas, aumentar la vida útil de las máquinas e instalaciones, tener un

manejo óptimo de stock de repuesto y manejarse dentro de costos anuales regulares.

Protección del medio ambiente: mantener protegidos aquellos equipos o instalaciones que puedan producir fugas contaminantes, evitar las averías en equipos e instalaciones correctoras de poluciones.

2.2.4. Indicadores de gestión de mantenimiento.

Para verificar la importancia del mantenimiento verificaremos los factores a tomar en cuenta en el mantenimiento.

La fiabilidad define la probabilidad de que un sistema se mantenga operativo durante un tiempo, por lo que Kenya Aguirre (2015, p.10) explica que la "Fiabilidad, es la probabilidad de que un equipo no falle dentro de los límites de desempeño establecidos".

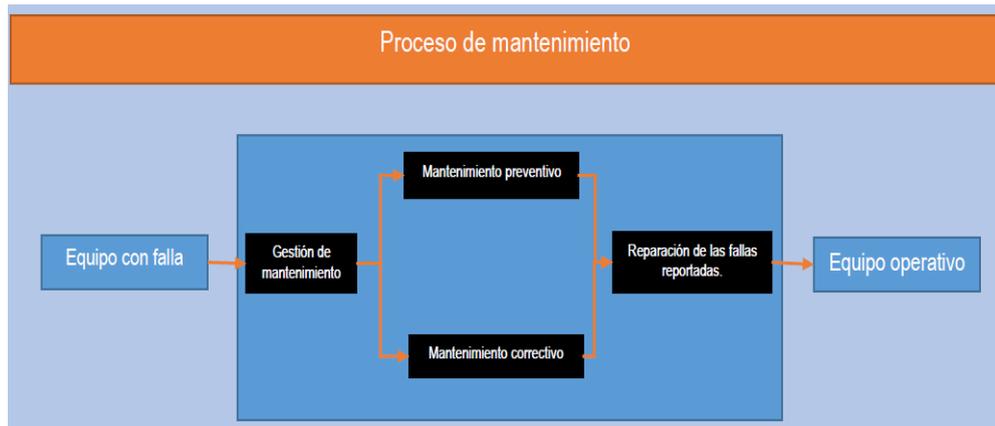
La disponibilidad, del equipo no solo es la duración del turno en el que se opera. Se basa en el tiempo de operación real. Como un porcentaje del tiempo de producción posible, simplemente una manera de cuantificar cuánto tiempo está su equipo funcionando como debe.

"Mantenibilidad, es la rapidez con el cual las fallas o defectos en los equipos son diagnosticados y corregidos o cuando el mantenimiento programado es ejecutado con éxito" (KENYA A., 2015, p.1).

2.2.5. Plan de mantenimiento.

Según Alpizar (2018), un plan de mantenimiento consiste en la combinación de varias estrategias que deben ser escogidas para mantener un activo. La autoridad responsable de las funciones de mantenimiento es la encargada de establecer o modificar, según requiera, el plan de mantenimiento (p. 202).

Figura 2.2. Proceso de mantenimiento.



Tomada de "gestión del mantenimiento.", por Alpizar Villegas. 2018, p. 202.

2.2.6. Tipo de mantenimiento.

El tipo de mantenimiento a realizar en este estudio es el mantenimiento preventivo y también se tomará de referencia el AMEF (*Análisis Modal de fallos y efectos.*) para la programación de mantenimientos donde se inspeccionará el estado de estos repuestos para poder evitar fallas posteriores.

A. Mantenimiento Correctivo

Es el mantenimiento ejecutado con la finalidad de reparar los fallos que se presentan en las máquinas. Se clasifica en:

No planificado: Es la tarea de emergencia que no fue detectado el fallo. Debe realizarse con urgencia

Planificado: Se conoce anticipadamente lo que se va a realizar, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación se tenga los recursos necesarios para su intervención tales como horas hombre, repuestos y documentación técnica necesaria para realizarla correctamente.

B. Mantenimiento preventivo

En la actualidad las empresas tienden a tener pérdidas ya que la funcionalidad no se da según lo requerido y esto se refleja en un sector importante por no tener planes de mantenimiento que garanticen el funcionamiento óptimo de los equipos y reduciendo así las pérdidas que generan los paros imprevistos.

Acerca de este entorno, Alpizar (2018) explican lo siguiente:

Es el conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia, evitando que se produzcan paradas forzadas o imprevistas. Este sistema requiere un alto grado de conocimiento y una organización muy eficiente. Implica la elaboración de un plan de inspecciones para los distintos equipos de la planta, a través de una buena planificación, programación, control y ejecución de actividades a fin de descubrir y corregir deficiencias que posteriormente puedan ser causa de daños más graves (p. 195).

C. Mantenimiento Programado

Toma como basamento las instrucciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores diseñadores, usuarios, y experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión y/o sustituciones para los elementos más importantes de un equipo a objeto de determinar su trabajo que es necesario programar. Su frecuencia de ejecución cubre desde quince días hasta generalmente períodos de una año. Es ejecutado por las labores incorporadas en un calendario anual.

D. AMEF

Según Salazar (2019), un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y

clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención (p.186).

2.3. Marco Conceptual

La disponibilidad mecánica está definida como la relación entre las horas trabajadas y las horas usadas en reparación, por las expresiones matemáticas que nos permiten calcular la confiabilidad y la disponibilidad veremos que hay una relación directa entre el MTBF y el MTTR, tomando en cuenta las paradas por fallas de mantenimiento podemos usar la siguiente expresión:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\% \quad (2.1)$$

Donde:

MTBF = Tiempo medio entre fallas

MTTR = Tiempo medio para reparar

“El indicador MTBF por definición es Tiempo Medio Entre Fallas (Mean Time Between Failures), por lo tanto es el tiempo medio o promedio que la máquina trabaja sin presentar alguna falla.” (Zegarra, 2016, p. 32).

Este indicador se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$MTBF = \frac{Ho(\text{horas trabajadas})}{N^\circ \text{ de fallas presentadas}} \quad (2.2)$$

Donde:

Ho = Cantidad de horas de operación

N° de fallas presentadas = Cantidad de paradas por mantenimiento

correctivo, eléctrico.

El MTTR es el tiempo en el se realiza la reparación de las fallas, sino tambien:

Este indicador muestra el tiempo promedio que demoran las reparaciones o intervenciones a la máquina por motivos mecánicos. Es el tiempo que la máquina se encuentra bajo el estado de reparación (inoperativa para el trabajo). Proporciona información sobre la adecuada gestión del planeamiento y del taller, incluyendo al área logística y otras áreas de la empresa involucradas con la atención de los recursos necesarios para la ejecución de los servicios (Zegarra, 2016, p. 31)

$$MTTR = \frac{Hr}{N^{\circ} fallas\ totales} \quad (2.3)$$

Donde:

Hr = horas en reparación.

N° de paradas = Numero de fallas ya sean diésel, eléctrico o percusión

Los equipos electricos en interior mina de la empresas mineras son adquiridos por empresas especializadas del servicio, con el objetivo de que estos equipos tengan la garantia por el fabricante, muchos de estos estan inmerso dentro del proceso de exploración y extracción de minerales, se describe los equipos electricos en interior mina, vea tabla 2.

Tabla 2.1. *Equipos eléctricos interior mina.*

Estudio	Equipos y/o maquinas	Detalle
1	Ventiladores	Principal, secundario: Variedad, Caudal flujo por Minuto.
2	Bombas	Primario, secundario, auxiliar:

		Sumergibles, estacionarias
3	Compresoras	Aire.
4	Subestaciones	Alimentación mina, mina y potencia: 150, 300, 600 kva
5	Grupo Electrógeno	cut out, potencia, BT.
6	Tableros electricos	Principal, distribución: Fuerza, Alimentacion.
7	Unidad Hidraulica	Compacta, potencia.

2.3.1. Etapas de mantenimiento preventivo a realizar en la unidad Pasco

Las etapas que se realiza en la unidad de Pasco, depende de la disposición del equipo asignadas por las cuatro áreas que son encargadas para este mantenimiento (operación, planeamiento, logística, ejecución).

Solicitud del equipo para realizar el mantenimiento preventivo. - El área de planeamiento solicita al área de operaciones el equipo que necesita hacer su mantenimiento preventivo de acuerdo a los horómetros o necesidad, esta solicitud se hace con días de anticipación.

Protocolo de entrega de equipo: El área de operaciones realiza la entrega del equipo mencionando las deficiencias que presenta para poder realizar el mantenimiento preventivo y hacer un correctivo parcial.

Presupuesto de mantenimiento: El área de logística con apoyo del área de planificación realizan el listado de los repuestos e insumos a ser usados, realizando un presupuesto.

Documento de recepción: El área de ejecución son los encargados de la recepción del equipo, dando a conocer los trabajos a realizar por parte del

mantenimiento preventivo y realizar un mantenimiento correctivo parcial.

Orden de trabajo y procedimiento: El área de preventivo y el mantenimiento correctivo parcial.

Vales de consumo y repuestos: Detallado los trabajos a realizar se realiza el ingreso de los consumibles y repuestos a ser usado.

Control de actividades y ejecución de pautas de mantenimiento: El área de ejecución una vez que dispone los consumibles, repuestos, orden de trabajo y el procedimiento inician con los trabajos encargados en el orden de trabajo.

Historial del equipo, análisis de indicadores: El área de mantenimiento realiza el historial del equipo de los trabajos que se están realizando y la recopilación para indicadores que tiene el equipo.

Reporte de mantenimiento, protocolo de entrega de equipo y backlog: El área de ejecución realiza un reporte de los trabajos realizados del equipo una vez concluido y las tareas pendientes que están dejando. planeamiento realiza el orden de trabajo a realizar en el equipo a futuro

Documento de conformidad de equipo. - El área de operaciones realiza un documento de desconformidad, si dicho equipo tuvo ineficiencias proximas, la cual genera backlog.

2.3.2. Repuestos

El repuesto es una pieza de un mecanismo o aparato que necesariamente tiene que ser igual a la que va sustituir.

2.3.3. Clasificación de Repuestos

a. Repuestos Consumibles

Son repuestos que tienen una duración inferior a un año, en caso de no ser atendido estos pueden provocar graves averías esto son:

- Cables eléctricos.
- Aislantes.
- Vulcanizantes.
- Luminarias.
- Bombillas.
- Empaquetaduras.
- Trapos
- Materiales en soldadura, etc.

b. Repuesto Sometido a Desgaste

Los repuestos sometidos a desgaste son las que unes piezas fijas y móviles, también partes en contacto con fluidos que son sometidas a desgaste y abrasión, entre ellos tenemos:

- Cojinetes.
- Rodamientos
- Selladores.
- Retenes.
- Bobinas.
- Interruptores, etc.

2.4. Definición de términos básicos.

Mantenimiento Eléctrico.

No cabe duda de que el mantenimiento eléctrico evita daños complejos y muy costosos, la mayoría de los planes de mantenimiento industrial hacen más hincapié en el mantenimiento preventivo de los daños mecánicos y

reaccionan ante los daños eléctricos con mantenimiento correctivo. Acerca de este entorno, Vidal (2021) explican lo siguiente:

El mantenimiento eléctrico consiste en realizar inspecciones en el equipamiento eléctrico de cara a facilitar la detección de estos posibles problemas en su rendimiento, bien mediante acciones correctivas (respuesta a incidencias puntuales), bien preventivas, comprobaciones rutinarias con cierta periodicidad (p.3).

Mejora continua

Siempre se puede mejorar, sobre todo si es la primera vez que preparas un plan de mantenimiento eléctrico. Se evalúa el porcentaje de cumplimiento, los resultados del plan, la reducción de las averías y los tiempos de parada o interrupción en comparación con el año anterior, y vuelve a empezar, siendo así una herramienta necesaria para ajustar las actividades que desarrolla la empresa minera a fin de proporcionar una mayor eficiencia y/o eficacia de sus procesos, como métodos de resolución de problemas.

Intervenciones

La participación en las operaciones nos permite generar órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo, incluyendo planes de trabajo en espacios libres de operaciones de mantenimiento incluyendo:

- La solución de problemas,
- La reparación de componentes eléctricos,
- La revisión, inspección de equipos con ayuda de planillas,
- El control de backlog,
- La verificación

Costo de operación de equipos eléctricos.

Los costos de operación incluyen todos los costos en que se incurre para que el equipo trabaje, dichos costos incluyen: combustible, lubricantes, repuestos, materiales, mano de obra y el costo de reserva de reparaciones, esta considera reparaciones futuras que se haran en los equipos.

Backlog

Se entiende que el backlog es la carga de trabajo neta, medida en horas laborables, solicitada pero aun no completadas, en otro terminos Orrego (2019, p. 2) define que “es la acumulación de trabajos o son todos los trabajos, que han sido identificados, pero que no han sido completados, hace referencia al trabajo incompleto o hecho a medias (mientras tanto, mientras hay una parada, mientras aguante) , su unidad de medida son semanas”.

El trabajo de mantenimiento se crea continuamente a lo largo del tiempo a medida que:

- El equipo se utiliza y la confiabilidad disminuye.
- Las instalaciones estan expuestas a la interperie y al uso.
- Las inspecciones de PM / PdM y otras rutinas vencen el plazo para ser realizadas.
- Los procesos operativos se alteran o reemplazan.
- Los operadores y tecnicos reporten las fallas.

Backlog listo

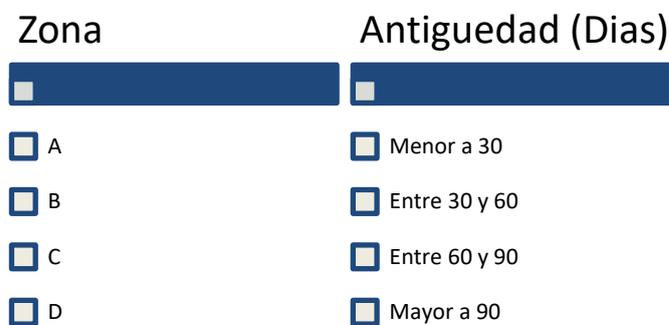
Es parte del backlog total pero esta aislado, trabajos que estan listos para ser programados, teniendo a todas las herramientas, piezas, materiales, autorizaciones estan definidas y disponibles.

El backlog total incluye al backlog listo, mas todas las demas ordenes de trabajo abiertas que aun se encuentran en uno o mas estados pendientes.

Backlog por zonas

La cuantificación del backlog, derivada de los programa de trabajo debe regularmente compararse con los recursos laborales disponibles, por tal motivo las organizaciones deben de zonificar las actividades acumuladas según antigüedad.

Figura 2.3. Organización de actividades por antigüedad.



Tomada de "Manejo del backlog.", por Orrego Barrera. 2019, p. 13.

Backlog por prioridad

La planificación para la excelencia en confiabilidad y mantenimiento comienza con planificación macro, que es el equilibrio permanente de los recursos de mantenimiento con carga de trabajo. Si no se conserva el equilibrio entre estas dos variables, la operación no puede lograr confiabilidad, es así que el backlog podrá manejarse con prioridades de actividades acumuladas según prioridad inicial.

Tabla 2.2. Prioridad de actividades acumuladas según prioridad.

Prioridad	Normal	Acumulación	Clasificación
Emergencia	Inmediata	Menor a 7 días	0

Urgencia	menor a 1 día	Menor a 30 días	1
Necesario	menor a 7 días	15 a 60 días	2
Deseable	menor a 30 días	30 a 90 días	3
Prorrogable	Puede dejarse	Especial	4

Nota: Prioridad cero: Emergencia. Prioridad 1: Urgencia. Prioridad 2: Necesario. Prioridad 3: Deseable. Prioridad 4: Prorrogable. Tomado de Orrego, 2019, p. 14.

Ordenes de Trabajo

Las ordenes de trabajo es el documento electrónico o físico que define el alcance de la ejecución de un trabajo de mantenimiento o administración, para documentar:

- Historial del equipo, como acciones de mantenimiento, fallas, causas e información para el análisis de fallas.
- Costos, como centro de costos, equipo, detalle, labor, partes, etc.
- Planeación, como estándares de trabajo, estimados, duración y recursos.
- Clasificación de trabajo.
- Tipos de mantenimiento.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis general e hipótesis específicas.

3.1.1. Hipótesis general

La gestión del plan de mantenimiento preventivo enfocada en la administración del backlog influye significativamente en la disponibilidad de los equipos eléctricos en la empresa minera NEXA S.A., unidad Pasco.

3.1.2. Hipótesis específicas

La gestión del plan de mantenimiento preventivo basado en la gestión del backlog influye significativamente en el feedback por día para la atención oportuna en un buen servicio del sistema eléctrico en el interior de la mina.

La gestión de los indicadores críticos de los equipos eléctricos en el interior de la mina influye significativamente en la gestión del mantenimiento que afectan al logro del objetivo del indicador de mantenibilidad (MTTR).

La gestión del número de intervenciones influye significativamente en la disponibilidad de equipos asociado al tiempo medio entre fallas (MTBF).

3.2. Operacionalización de variable

La Operacionalización de variable está definida por la relación entre las variables, por tal motivo se realizará a continuación se muestra la siguiente función:

$$Y = f(X)$$

Donde:

X: Variable Independiente

Y: Variable Dependiente

X: Gestión del plan de mantenimiento preventivo.

Dimensión

x1.- Backlog por zonificación.

x2.- Backlog por prioridad.

x3.- Backlog por personal requerido.

Indicadores

X1:

- Actividades acumuladas por antigüedad.

- Zonas diferencias por días.

X2:

- Tiempo estimado para la atención normal.

- Tiempo estimado para la atención acumulación.

X3:

- Total de horas acumuladas.

- Jornada semanal por técnico.

Y: Disponibilidad de equipos eléctricos.

Dimensión

y.- Disponibilidad

Indicadores

Y1: $\frac{MTBF}{MTBF+MTTR}$

Tiempo disponible producción

Y2: $MTBF$

Confiabilidad

Y3: *MTTR*

Mantenibilidad

3.2.1. Variable Independiente: Gestión del plan de mantenimiento preventivo

3.2.1.1. Definición conceptual de la variable independiente.

Según Santiago R., (2012) La gestión del plan de preventivo anual busca

determinar los equipos, maquinarias e instalaciones críticas, sobre la base del análisis de los parámetros establecidos, los cuales generalmente están relacionados directamente con los procesos productivos en otras palabras es la determinación, tabulación de las recomendaciones, recurrencias y necesidades de mantenimiento establecidas por el fabricante y de las mejores prácticas en el mercado de servicios de mantenimiento. La planificación de las tareas de mantenimiento a realizar en función de unidades de tiempo y recurrencias establecidas, las cuales deben ser previamente analizadas y tabuladas así mismo determinar los recursos necesarios y asignación de responsabilidades y tareas al personal que participará directa e indirectamente en las labores de mantenimiento para la definición de los controles a cumplir y el monitoreo recurrente que se debe realizar al cumplimiento del programa (p. 125).

3.2.1.2. Definición Operacional de la variable independiente

La definición operacional de la variable independiente está relacionada con los indicadores numéricos hallados por el número de Backlog por zonificación, Backlog por prioridad y el Backlog por personal requerido donde se analizan las tareas pendientes de ejecución de los 197 equipos eléctricos de la empresa minera.

3.2.2. Variable Dependiente: Disponibilidad de equipos eléctricos

3.2.2.1. Definición conceptual de la variable dependiente

Según Vidal., F (2021) La disponibilidad es la probabilidad de que un equipo realice la función prevista cuando sea requerido, se expresa en porcentaje en función del tiempo de servicio y tiene en cuenta tanto la confiabilidad como la mantenibilidad del mismo (p.34).

3.2.2.2. Definición operacional de la variable dependiente

La definición operacional de la disponibilidad de equipos eléctricos en mina está relacionada con los indicadores tales como la Disponibilidad de equipos, la Mantenibilidad (MTTR) y la Confiabilidad (MTBF), es decir se realizarán los cálculos numéricos en la hoja de cálculo del anexo 3 del presente trabajo de investigación.

Tabla 3.1. Operacionalización de variables.

X: INDEPENDIENTE	ÍTEM	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO	TÉCNICA
Gestión del Plan de mantenimiento preventivo	X ₁	Backlog por Zonificación.	-. Actividades acumuladas por antigüedad. - Zonas diferencias por días. Tiempo estimado para la atención normal.	Inductivo	Ordenes de trabajo fuera de fecha.
	X ₂	Backlog por prioridad.	- Tiempo estimado para la atención acumulación		Ordenes de trabajo pendientes.

	X ₃	Backlog por personal requerido.	Total, de horas acumuladas. - Jornada semanal por técnico.		Cantidad de colaboradores total.
Y: DEPENDIENTE		DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO	TÉCNICA
			Disponibilidad de equipos.		Valor porcentual de operación
Disponibilidad de equipos eléctricos	Y	Disponibilidad	Mantenibilidad MTTR	Inductivo	N° Reparación
			Confiabilidad MTBF		N° Fallas

Fuente de Elaboración Propia

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico.

4.1.1. Tipo de la investigación

En base al problema identificado y a la disponibilidad de las herramientas de investigación, el tipo de investigación usado es el tipo **Aplicada** ya que se describe en todos sus componentes principales, una realidad que se pueda poner en práctica en el sector productivo.

La investigación **tecnológica**, con la que se busca responder la pregunta, ¿En qué medida el plan de gestión de mantenimiento preventivo mediante la implementación de la administración de Backlog (tarea pendiente de ejecución) contribuye a optimizar el KPI (Indicador clave de desempeño) en la disponibilidad de equipos eléctricos en la empresa minera NEXA S.A., unidad Pasco? La investigación tecnológica tiene como propósito aplicar el conocimiento científico para solucionar los diferentes problemas que benefician a la sociedad (Espinoza, 2014)

4.1.2. Diseño de Investigación:

En el presente estudio el diseño de investigación es no experimental, ya que realizan recolección de datos en la gestión del backlog para calcular la disponibilidad de los equipos eléctricos mensualmente durante el periodo de un año.

Igualmente se busca en esta investigación, en relación al problema identificado y a la disponibilidad de las herramientas de investigación, se pretende evaluar la propuesta de gestión del mantenimiento en el escenario o condiciones actuales, no considerando una proyección y bajo un modelo matemático de estimación.

4.2. Método de investigación.

El método inductivo es una estrategia de razonamiento que se basa en la inducción, para ello, procede a partir de premisas particulares para generar conclusiones generales. En este sentido, el método inductivo opera realizando generalizaciones amplias apoyándose en observaciones específicas; como es caso del presente estudio.

Para el desarrollo de la investigación se ha utilizado información cuantitativa basándonos en la recolección, así como análisis de información de los datos de la empresa, para el manejo del backlog organizadas en antigüedad, prioridad e indicadores de acumulación ejecutadas diariamente, para las diferentes equipos eléctricos se registraron las horas paradas por equipo resumiendo mensualmente para obtener la disponibilidad de equipo del mes, de la misma forma esta información cuantitativa se utilizó para el cálculo de la disponibilidad mensual, y a la vez para la administración del backlog se realiza tiempos, recursos de equipos y personal colaborador en los equipos, con el objetivo de incrementar la disponibilidad total de las máquinas en equipos de interior mina.

Asimismo, para la aplicación del plan de mantenimiento preventivo en empresas mineras. A fin de mejorar la productividad, el análisis de datos será de tipo cuantitativa para lo cual se ha elaborado una base de datos en una hoja de cálculo y el programa estadístico SPSS V.22, los datos recolectados serán procesados a través de instrumentos prácticos como gráficos, diagramas y tablas que podremos interpretar con mayor facilidad.

4.3. Población y Muestra.

Para la presente investigación se ha tomado como población a los 197 equipos eléctricos en las instalaciones subterráneas de la compañía

minera NEXA SA., por tanto, no se considera muestra puesto que se trabaja con toda la población. Como empresa en estudio, tenemos:

Figura 4.1. Equipos eléctricos en estudio, compañía minera NEXA. El grafico muestra los valores por cada equipo representativo en la población y muestra.



4.4. Lugar de estudio.

El presente estudios se realizó en la unidad minera Pasco, unidad donde se relaciona principalmente el proceso de integración operacional del complejo minero, concentrando metales como Zn, Pb y Cu como metales producidas en la compañía minera subterránea NEXA S.A., Cerro de Pasco.

4.5. Técnicas e Instrumentos para la recolección de la información.

Para la recolección de datos de la Variable Independiente, se utilizó la Técnica Documental, que permitirá la recopilación de evidencias para demostrar la hipótesis de investigación, que estuvo formado por documentos de diferentes tipos como: memorias, información descriptiva,

base de datos, etc. Los instrumentos utilizados fueron formatos de trabajo elaborados en reporte de actividades plasmadas en libros y Excel.

Para la recolección de datos de la Variable Dependiente, se utilizó la Técnica Empírica, mediante la observación, utilizando Excel.

Se utilizaron los siguientes instrumentos, materiales, herramientas y métodos:

- Historial de mantenimiento, formatos en Excel que se reportan diariamente después del término de una guardia.
- Fichas de Registro, también conocidas como check list. En estas fichas se plasmarán los datos obtenidos a través de los mantenimientos de los equipos eléctricos.
- Formatos de observación, donde se anotan reportes, apuntes y desarrollo de las actividades diarias; funcionamiento del equipo.
- Datos del Fabricante. formatos de hoja de vida de las máquinas para poder saber su historial.
- Cámaras fotográficas, para registrar imágenes y filmaciones las cuales ayudaran en el desarrollo de la investigación.
- Indicadores de acumulación en la gestión de backlog y desempeño de las maquinas eléctricos.

Para medir el grado de confiabilidad en el proyecto de investigación se determinará por medio de la aplicación de los indicadores donde estos nos generan números exactos que no permite resultados distintos, debido a que la aplicación de las fórmulas se realizó con datos recopilados en la misma empresa por lo que se asume la confiabilidad, ante lo mencionado la confiabilidad del proyecto de investigación es precisa y exacta.

4.5.1. Generación de Backlog

La planificación para la excelencia en confiabilidad y mantenimiento comienza con una planificación macro, que es el equilibrio

permanente de los recursos de mantenimiento con carga de trabajo, sino se conserva el equilibrio entre estas dos variables, la operación minera no puede lograr confiabilidad. Es así que el backlog es fundamental para una gestión exitosa.

Los trabajos de mantenimiento eléctrico se crean continuamente a lo largo del tiempo a medida que:

- El equipo se utiliza y la confiabilidad disminuya.
- Las instalaciones están expuestas a la intemperie y al uso.
- Las instalaciones de PM / PdM y otras rutinas vencen el plazo para ser realizadas.
- Los procesos operativos se alteran o reemplazan.
- Los técnicos electricistas reportan fallas.

4.5.2. Backlog como orden de trabajo.

Las órdenes de trabajo es el documento electrónico o físico que define el alcance de la ejecución de un trabajo de mantenimiento o administración para documentar, considerando dentro de ellas:

- historias del equipo (Acciones de mantenimiento, fallas, causas e información para análisis de fallas).
- Costos (por centro de costo, equipo, detalle, taller, labor, combustible, partes, etc)
- Planeación (estándares de trabajo, estimados, duración, recursos).
- Recursos (labor, partes y equipos de soporte)
- Clasificación del trabajo.
- Tipos de mantenimiento.

4.5.3. Nivel óptimo para el backlog

El nivel óptimo del backlog depende de cada empresa, mundialmente es aceptado entre 2 y 4 semanas.

Demasiado Backlog: Considerando en un nivel inferior, el área de

mantenimiento tiene más trabajo del que puede manejar bajo las condiciones actuales pudiendo presentar indicios o situaciones donde hay poco personal, falta de control, presupuesto bajo, baja capacitación, falta de programación, poca o nula herramienta, desmotivación del personal, escasa cantidad de repuestos.

Poco Backlog: Considerando un nivel superior a lo aceptable, mencionaremos que no hay suficiente trabajo disponible para elaborar una buena programación ya que puede estar comprometida a la falta de control, baja capacitación, demasiado personal, falta de programación, exceso de trabajo controlado.

4.5.4. Clasificación del backlog.

La presente investigación nos permitió gestionar y mantener los límites de control Establecidos bajo una codificación controlada; descripciones que clasifican a los dos tipos de Backlog.

Tabla 4.1. Codificación para clasificar los backlog

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	BACKLOG (BL)
P	Esperando ser planeado	Total
E	En ingeniería	Total
A	Esperando aprobación	Total
PF	Pendiente de presupuesto	Total
DF	Pospuesto	Total
PO	Esperando que una orden de compra sea emitida	Total
M	Esperando materiales	Total
FP	Planeación adicional requerida	Total
DP	Código.	Independiente.
PW	Requiere tiempo de parada - fin de semana.	Listo
DS	Requiere tiempo de parada - activo no incluido.	Listo
DO	Requiere tiempo de parada - ventana de oportunidad.	Listo
R	Listo para ser programado.	Listo
FI	Listo para asignar.	Listo

S	En la programación corriente	No parte del BL
CO	Todo trabajo de mantenimiento completado.	No parte del BL
CM	Orden de trabajo pendiente de cierre.	No parte del BL
C	Cerrada - incluida en historial del equipo.	No parte del BL
CP	Revisión impresa no recibida.	No parte del BL

4.5.5. Backlog listo.

La cantidad de trabajo que ha sido completamente preparado para su ejecución, pero aún no ha sido realizado, siendo parte del backlog total, pero está aislado, estos trabajos que están listos para ser programados cuentan con todas las herramientas, piezas, materiales, dibujos y autorizaciones definidas y disponibles.

Durante la reunión de coordinación semanal, las partes acuerdan un determinado día y hora para programar cada trabajo. Tendiendo este a calcularse.

$$\text{Backlog Listo} = \frac{OT'PM \times N^{\circ} \text{trabajadores} \times \text{Hejecución}}{HHdisponible} \quad (4.1)$$

Donde:

$$HHdisponible = N^{\circ} \text{tecnicos} \times \text{Turno} \times H \text{trabajo} \quad (4.2)$$

4.5.6. Backlog total.

El backlog total es todo el trabajo, incluyendo el backlog listo más todas las demás órdenes de trabajo abiertas que aún se encuentran en uno o más estados pendientes. Tendiendo está a estimarse.

Estos últimos trabajos pueden tener partes faltantes como autorización, permisos, presupuestos, recursos o algún otro elemento.

$$Backlog\ Total = \frac{OT'PM \times N^{\circ}trabj \times Hejec. + OT'MC \times N^{\circ}trabj \times Hejec.}{HHdisponible} \quad (4.3)$$

4.6. Análisis y procesamiento de datos.

Se ha considerado realizar la secuencia siguiente para elaborar la estrategia de la investigación.

- Primero, se presenta los elementos principales y las tendencias dentro del plan de mantenimiento, aclarando las terminologías, revisión de bases teóricas, analizar antecedentes con referencia a la hipótesis del problema y las propiedades importantes del backlog al influenciar en la disponibilidad.
- Segundo, describir el diagrama de flujo del proceso y la taxonomía para el backlog en la compañía minera NEXA SA.
- Tercero, establecer y demostrar un modelado de confiabilidad, relacionado a la disponibilidad con el propósito de medir el backlog.
- Cuarto, presentar opciones de reprogramación para el backlog en función de la agrupación de mantenimiento y las medidas operativas en la producción minera.
- Quinto, presentar el marco de la gestión de un plan de mantenimiento y como se relaciona con el backlog en influenciar la disponibilidad de los equipos eléctricos en estudio.
- Sexto, discutir sistemáticamente los resultados del backlog basado en el trabajo en términos de horas hombre que debería ser posible de un punto de vista técnico para medir de manera objetiva y precisa en un sistema de gestión de mantenimiento computarizado.

Los resultados se obtendrán de la evaluación de los datos siguientes:

- 1.- Muestra de Ordenes de trabajo de Mantenimiento de los equipos eléctricos del proceso definido en el presente año. Recopilado mes a mes,

separado por los modelos de mantenimiento de cada máquina o equipo.

2.- Revisar las órdenes de trabajo, interpretarlas y ejecutarlas de acuerdo al manejo del backlog organizados por priorizar, zonificar como indicador de acumulación a los equipos eléctricos en el mantenimiento.

3.- Analizar el número total de personal colaborador para controlar y minimizar los trabajos pendientes, indicadas por semanas de acuerdo a formulaciones teóricas. Se tendrá las relaciones de órdenes de trabajo, equipos definido por semanas de acumulación.

4.- Revisión de la interpretación del costo de horas extras para atender la sobrecarga de trabajo, costo de personal adicional y medir un nuevo desempeño como indicador.

5.- Determinación de los Modelos de mantenimiento aplicado según la opción de reprogramación para la acumulación de mantenimiento en un tiempo adaptado y los programados con un nuevo modelado de confiabilidad del backlog, prevaleciendo el incremento de disponibilidad de los equipos, haciendo filtros de costo beneficio de las horas paradas de máquinas y el costo de reparación promedio.

6.- Se determina los modelos de umbral de disponibilidad de los equipos eléctricos, después de la implementación de las mejoras en la disminución del backlog.

Finalmente se tendrá un impacto esperado aumento en el control de la capacidad de la compañía minera y el nivel de seguridad operacional. Esto aumentara la capacidad de satisfacer la demanda de producción, donde el planificador de mantenimiento estará respaldado por una teoría de mantenimiento nuevo y sólida en backlog que debería resultar en una toma de decisiones más racional en la gestión del mantenimiento.

4.6.1. Manejo del backlog por antigüedad

En el propósito de hacer operativo la organización de órdenes de trabajo pendientes y condiciones técnicas del backlog enfocado en integrar el compromiso de desarrollar, se propuso al área de mantenimiento organizar las actividades acumuladas por antigüedad, en la identificación de zonas por días de antigüedad:

Tabla 4.2. Clasificación del backlog por zonas según antigüedad.

Zona	Antigüedad (DIAS)
A	Menor a 30
B	Entre 30 y 60
C	Entre 60 y 90
D	Mayor a 90

En el escenario mensual, la zona D venía registrando la mayor cantidad de backlog total, este manejo contribuye a enfatizar e alcanzar la zona A, mejor en clase obteniendo la recompensa para la organización es ser considerada en la organización de poner en práctica los principios de planificación.

4.6.2. Manejo del backlog por prioridad

La planificación no necesita comenzar desde cero, debe equilibrarse con prioridades, como los objetivos de operación, se vio por conveniente seguir enfatizando el tratamiento de datos dentro de las zonas ya planteadas, optando por priorizar las actividades acumuladas según prioridad inicial:

Tabla 4.3. Clasificación del backlog por prioridad.

Prioridad	Tiempo normal, para atenc.	Acumulación	Calificación
Emergencia	Inmediata	< a 7 días	0
Urgencia	Menor a 1 día	< a 30	1
Necesario	Menor a 7 días	15 a 60 días	2
Deseable	Menor a 30 días	30 a 90 días	3
Prorrogable	Puede dejarse	Especial	4

Prioridades controladas con el tratamiento de las ordenes de trabajo pendientes. El backlog seguirá teniendo situaciones funcionales y una descripción clara de las actividades que se realizan dentro de su manejo. Sin embargo, el comportamiento de calificar es tener una integración controlada entre los trabajos a ejecutar programadas en la planificación integral.

4.6.3. Semanas de acumulación.

El total de horas acumuladas nos permite identificar, cuanto de lo programado representada en horas estimadas, de poder ejecutar los trabajos acumulados en función a las horas de trabajo propuestas en minera NEXA, considerando la fórmula 4.4.:

$$\text{Semanas de acumulación} = \frac{\text{Total de horas acumuladas}}{\text{Total de horas a la semana}} \quad (4.4)$$

4.6.4. Factor de corrección propuesto.

Una de las metodologías en el desarrollo de servicios eléctricos con respecto a la mejora continua es el Estudio de Tiempos (Productividad), consideramos como el factor de corrección y herramientas más importantes para maximizar el rendimiento y minimizar el tiempo de inactividad en los trabajos de mantenimiento.

Un proceso en cualquier parte de la organización recibe mejoras en los procesos y los transforma en productos o servicios. Este es el caso de los trabajos de mantenimiento, que luego de los procesos de planificación y programación, requieren desarrollar un trabajo de manera eficiente, para lo cual hay herramientas, procedimientos e instrucciones de trabajo disponibles, dicho trabajo debe llevarse a cabo para maximizar la productividad.

Como resultado, es posible identificar el tiempo no productivo, y al

actuar sobre estos, es posible maximizar el uso eficiente del tiempo en la prestación de los servicios de mantenimiento.

De esta manera, se pueden tomar medidas sobre la distribución del uso del tiempo y la influencia positiva en la planificación del trabajo.

Backlog Propuesto

$$= \frac{OT'PM \times N^{\circ}trabaj \times Hejec. + OT'MC \times N^{\circ}trabaj \times Hejec.}{N^{\circ}tecnicos \times Turno \times (Htrabajo + fc)} \quad (4.5)$$

A continuación, basados en nuestra metodología y la experiencia describimos brevemente puntos claves que están inmersos en este factor de corrección que nos permitirá mejorar la administración del backlog total para disminuir significativamente en la atención oportuna de las ordenes acumuladas en la operación minera.

a. **Tiempos de trabajo complementarios:** Tiempos necesarios, pero no directos de trabajo, los tiempos adicionales para nuestro caso se clasifican en:

✓ **Reuniones diarias de programación**

Las reuniones diarias de programación para coordinación de trabajos serán realizadas a las 7:30 am. Estas deberán ser puntuales, basándose en trabajos críticos. Su tiempo máximo de duración será de 30 minutos.

b. **Tiempos Improductivos:** Estos son los momentos en que el trabajador realiza acciones que no están relacionadas con el mantenimiento y que generalmente son tiempo perdido. Para nuestro caso particular, hemos identificado los siguientes:

✓ **Tiempos de espera HSEQ**

Personal de HSEQ se encontrará en el punto de trabajo para evitar esperas en el momento de la liberación de espacios confinados, trabajos en altura o en caliente. Para ello el personal HSEQ deberá tener pleno conocimiento de las actividades programadas diariamente y los trabajos críticos que los involucren directamente. Participaran de las reuniones internas de programación.

✓ **Programación deficiente**

Se gestionará de manera tal que se evite la espera por falta de repuestos, sobre trabajos que no fueron debidamente analizados. Es por ello que en las reuniones internas de programación cada supervisor será consultado sobre los repuestos, herramientas, consumibles, materiales y equipos (camión grúa o grúas) para la efectiva y eficiente realización de sus trabajos programados en la semana.

✓ **Cambios inesperados (ruptura) en la programación**

Se implementa su herramienta llamada Formato de Inmediatez, cuyo objetivo es poder llevar un control y trazabilidad de sobre la atención de actividades de la reprogramación de las actividades que no fueron ejecutadas. Este será debidamente llenado por el supervisor a cargo.

✓ **Espera en actividades de bloqueo**

Se habilitará a personal de cada turno, supervisores y conductores, como: supervisor de entrada a EC, entrante y vigías de EC, riggers, supervisor de trabajo en altura y supervisor en montaje de andamios. Con el fin de optimizar tiempos y paros prolongados de trabajos por ausencia de personal habilitado.

✓ **Tiempos inevitables**

Dentro de estos tiempos se identifica el tiempo de traslado (ida y vuelta) del comedor, así como, el tiempo efectivo en dicho establecimiento. Para ello el supervisor dispondrá de las medidas de control adecuadas para que dicho tiempo en total no exceda de los 50 minutos, siendo que sus colaboradores a cargo se dividan en grupos de acuerdo a la criticidad del trabajo que esté realizando cada grupo.

✓ **Actividades de fin de jornada**

Las actividades de mantenimiento finalizaran 15 minutos antes de la hora de salida del personal de mantenimiento, esto para dar pie a realizar el orden y limpieza correspondiente al área donde han realizado sus labores. El supervisor deberá de velar por el estricto cumplimiento de esta actividad. De la misma manera, existen puntos de mejora en los cuales NEXA, tiene injerencia directa y con su compromiso de mejora ayudará de manera significativa en la consecución de los objetivos de mejora en el rendimiento del servicio, estos puntos de mejora son:

✓ **Disponibilidad del almacén**

Se hace necesaria la disponibilidad continua del almacén tanto en los turnos A y B, con el fin de contar con repuestos y componentes para atender reemplazos por condición de componentes y emergencias que se presenten durante dichos turnos, asegurando un stock suficiente para no tener que acudir a soluciones sub estándar.

✓ **Disposición de repuestos**

Tener identificados los repuestos de mayor criticidad y rotación de los equipos y tenerlos en cuenta en el almacén, para evitar que

en los trabajos de emergencia se produzcan tiempos improductivos por la búsqueda de repuestos en almacén o ausencia de los mismos.

Donde se brindará el soporte respectivo en la identificación de estos repuestos.

4.7. Aspectos Éticos en Investigación.

La presente investigación, respecto a los aspectos éticos, salvaguarda en primer lugar, la propiedad intelectual de los autores, respecto a las teorías y conocimientos diversos; citándolos apropiadamente y precisando las fuentes bibliográficas en donde se encuentra lo referenciado; respecto a lo indicado, Diaz (2018), refiere que: “La propiedad intelectual comprende los derechos de autor y propiedad industrial; en este contexto la propiedad intelectual escrita propiamente, está referida a los derechos de autor; sin embargo, es solo una parte; puesto que abarca el derecho de propiedad de la obra por el autor; la cual tiene su génesis cuando se materializa. En esta realidad deben existir mecanismos implementados por el Estado peruano que resguarden al autor” (p. 89). En segundo lugar, respecto a la reserva de información, por tratarse de un trabajo de investigación académica en el cual se busca en base a la información inicial que se obtuvo de la organización en estudio tal como se muestra en el anexo xx, proponer un modelo diferente y nuevos datos que serán analizados en base al método científico, se consideró como única finalidad la investigación científica y desarrollo académico, salvaguardando de esta manera la reproducción y derechos de autor de la investigación correspondiente. En tercer lugar, los procedimientos y metodologías propuestas, desarrolladas e implementadas en la presente investigación, constituyen “de por sí”, "de hecho"; propiedad intelectual, en cuanto a su contextualización y aplicación en la realidad organizacional exhibida por los autores del presente estudio.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

Tabla 5.1. Cálculos mensuales de disponibilidades global en base a horas
calendarias enero.

Equipos Eléctricos Mina	Fuerz. T.	HR Par.	OT''s	BL listo	BL total	.MTBF	.MTTR	DISP.
COMPRESOR DE AIRE	4469	465.4	58	21	237.4	202.7	12.5	93.5%
GRUPO ELECTROGENO	156	281.5	39	21	149	8.9	6.9	92.2%
SUBESTACION MINA	23161.3	1867.6	216	67	954.6	283.5	11.0	93.3%
TABLERO DISTRIBUCIÓN	24288.5	1556.5	218	91	660.8	292.9	10.6	94.0%
TABLERO PRINCIPAL	18079.3	1383.8	160	83	695.3	334.6	14.2	92.9%
UNIDAD HIDRAULICA	6513.6	424.1	51	27	135.5	327.1	15.4	94.1%
VENTILADOR PRINCIPAL	7421.5	320.6	55	26	164.4	414.7	8.0	96.0%
VENTILADOR SECUNDARIO	19856.08	1261.8	175	76	671.4	349.6	8.6	95.6%
BOMBEO PRIMARIO	2377.56	179.5	23	7	76.5	259.2	10.8	95.0%
BOMBEO AUXILIAR	5702.76	526.1	61	21	235.5	309.8	14.3	92.7%
BOMBEO SECUNDARIO	1954.7	237.4	23	9	113.4	209.5	12.5	91.8%
Total general	113980.3	8504.3	1079	449	4093.8	301.3	11.1	94.0%

Nota: Esta tabla muestra los backlog, reflejando en los KPI de acuerdo a cada equipo eléctrico en mina, sin aplicar algún factor de corrección.

Interpretación

En la tabla 5.1 muestra el 94% promedio de la disponibilidad de equipos eléctricos, estando por debajo de la meta de la compañía (97%), dicho valor tiene como principio el retraso de los mantenimientos, la tasa real de fallas es cuantioso y están comprendidas a un elevado backlog total de 4093.8 trabajos pendientes acumulados hasta la fecha. Este escenario mensual muestra resultados sin aplicar un factor de corrección en la administración del backlog.

Tabla 5.2. Cálculos mensuales de disponibilidades global en base a horas
calendarias febrero.

Equipos Eléctricos Mina	Fuerz. Trj.	HR Par.	OT's	BL listo	BL Total	BT (fc)	_MTBF	_MTTR	DISP.
COMPRESOR DE AIRE	5941.8	477.2	86	29	142	195.0	203.3	5.0	93.4%
GRUPO ELECTROGENO	2624.5	281.4	31	14	114.9	141.6	174.1	7.3	92.2%
SUBESTACION MINA	21064.5	1799.3	278	100	763.7	186.9	171.8	5.5	93.6%
TABLERO DISTRBUCCIÓN	18402.0	1900.0	264	91	820	1298.1	169.8	7.3	92.7%
TABLERO PRINCIPAL	15123.8	1292.5	207	90	502	136.3	176.2	5.7	93.4%
UNIDAD HIDRAULICA	5460.3	515.0	75	39	216.5	64.2	190.7	6.9	92.8%
VENTILADOR PRINCIPAL	6202.5	447.3	80	34	188.1	86.1	208.3	5.3	94.4%
VENTILADOR SECUNDARIO	21203.9	2107.1	291	128	868.1	884.4	163.4	6.4	92.7%
BOMBEO PRIMARIO	3141.6	129.3	32	9	31.8	20.5	314.2	3.2	96.4%
BOMBEO AUXILIAR	5117.0	515.8	78	34	213.3	53.7	152.7	6.2	92.8%
BOMBEO SECUNDARIO	2233.0	254.0	30	11	92	56.5	133.5	5.5	91.2%
Total general	106515.0	9718.9	1452	579	3952.4	3123.3	176.9	6.1	93.1%

Nota: Esta tabla muestra los backlog, reflejando en los KPI de acuerdo a cada equipo eléctrico en mina, al aplicar el factor de corrección – registro febrero.

Interpretación

En la tabla 5.2 muestra una limitación de la disponibilidad de 93.1% promedio de los equipos eléctricos mina, al empezar a controlar las ordenes de trabajos pendientes, con un factor de corrección de 0.15 por tal motivo nos permitió poder mejorar el backlog en comparación al mes de enero, obteniendo un valor de 3123.3 trabajos acumulados hasta la fecha.

Tabla 5.3. Cálculos mensuales de disponibilidades global en base a horas
calendarias marzo.

Equipos Eléctricos Mina	Fuerz. Trj.	HR Par.	OT's	BL Listo	BL Total	BL T. (fc)	_MTBF	_MTTR	DISP.
COMPRESOR DE AIRE	5143.8	488.5	63	24	187.5	45.7	215.9	7.9	93.2%
GRUPO ELECTROGENO	2870.4	235.0	40	8	56.5	11.3	238.5	4.7	93.5%
SUBESTACION MINA	22318.5	1572.4	253	114	654	257.6	268.5	7.5	94.4%
TABLERO DISTRBUCCIÓN	21012.7	1688.5	247	85	749	52.5	279.3	9.4	93.5%
TABLERO PRINCIPAL	15234.8	1266.3	167	55	544.6	1193.5	291.0	9.7	93.5%
UNIDAD HIDRAULICA	5308.6	513.5	74	27	235.5	70.8	199.7	8.6	92.9%
VENTILADOR PRINCIPAL	6806.4	432.2	76	40	220.2	387.3	188.0	6.2	94.5%
VENTILADOR SECUNDARIO	22105.2	1956.0	271	99	824	265.4	246.3	9.4	93.2%
BOMBEO PRIMARIO	3012.7	247.0	39	12	114.5	80.7	230.6	9.9	93.1%
BOMBEO AUXILIAR	5484.6	436.0	58	16	172.5	191.7	263.5	7.3	93.9%
BOMBEO SECUNDARIO	2121.0	212.5	23	6	89.5	14.0	274.5	9.8	92.6%
Total general	111418.8	9047.9	1311	486	3847.8	2570.6	256.4	8.6	93.6%

Nota: Esta tabla muestra los backlog, reflejando en los KPI de acuerdo a cada equipo eléctrico en mina, al aplicar el factor de corrección - registro marzo.

Interpretación

En la tabla 5.3. muestra una mejora en la disponibilidad de 93.6%, en los equipos eléctricos mina, buscando acercarnos a la meta de la compañía (97%), al empezar a controlar las ordenes de trabajos pendientes, con el mismo factor de corrección de la presente investigación (0.15), por tal motivo nos permitió poder mejorar el backlog en comparación al mes de febrero, obteniendo un valor de 2570.6 trabajos acumulados hasta la fecha.

Tabla 5.4. Cálculos mensuales de disponibilidades global en base a horas calendarías abril.

Equipos Eléctricos Mina	Fuerz. Trj.	HR Par.	OT's	BL listo	BL Total	BL T. (fc)	_MTBF	_MTTR	DISP.
COMPRESOR DE AIRE	5840.6	384.0	66	20	130	196.9	233.3	4.4	94.7%
GRUPO ELECTROGENO	2804.5	205.5	34	14	63.5	28.1	280.0	5.8	94.3%
SUBESTACION MINA	21846.1	1576.7	236	103	555	331.3	232.9	5.4	94.4%
TABLERO DISTRBUCCIÓN	20922.3	1348.5	246	95	577.5	302.0	239.3	6.6	94.8%
TABLERO PRINCIPAL	15583.4	1061.6	172	70	380.5	404.5	272.5	6.3	94.5%
UNIDAD HIDRAULICA	6077.8	430.0	74	22	152.5	131.7	168.4	4.5	94.0%
VENTILADOR PRINCIPAL	6211.9	522.3	82	25	198	124.7	220.3	6.8	93.4%
VENTILADOR SECUNDARIO	22842.1	1708.1	263	88	710.6	520.1	258.0	8.5	94.1%
BOMBEO PRIMARIO	3016.1	127.1	30	19	58	149.8	397.4	7.3	96.5%
BOMBEO AUXILIAR	5751.1	400.5	67	27	181.5	53.7	196.1	6.4	94.4%
BOMBEO SECUNDARIO	2310.6	174.5	33	8	49.5	21.9	232.6	4.8	93.9%
Total general	113206.6	7938.8	1303	491	3056.6	2264.8	244.2	6.4	94.4%

Nota: Esta tabla muestra los backlog, reflejando en los KPI de acuerdo a cada equipo eléctrico en mina, al aplicar el factor de corrección - registro abril.

Interpretación

En la tabla 5.4. muestra una mejora en la disponibilidad de 94.4%, en los equipos eléctricos mina, buscando acercarnos a la meta de la compañía (97%), al empezar a controlar las ordenes de trabajos pendientes, con el mismo factor de corrección de la presente investigación (0.15), por tal motivo nos permitió poder mejorar el backlog en comparación al mes de marzo, obteniendo un valor de 2264.8 trabajos acumulados hasta la fecha.

Tabla 5.5. Cálculos mensuales de disponibilidades global en base a horas
calendarias mayo.

Equipos Eléctricos Mina	Fuerz. Trj.	HR Par.	OT''s	BL listo	BL Total	BL T. (fc)	_MTBF	_MTTR	DISP.
COMPRESOR DE AIRE	5832.5	322.5	51	22	118.8	44.0	285.4	4.7	95.5%
GRUPO ELECTROGENO	2886.9	198.0	30	18	63	-0.8	321.9	7.8	94.5%
SUBESTACION MINA	23879.1	1250.7	217	83	441.3	373.2	314.1	5.3	95.5%
TABLERO DISTRBUCCIÓN	20051.3	1179.7	196	76	457.5	150.8	327.2	7.2	95.4%
TABLERO PRINCIPAL	16336.8	821.3	163	71	342.5	229.9	270.6	5.7	95.8%
UNIDAD HIDRAULICA	6203.9	271.8	57	18	106.6	332.6	335.1	5.2	96.2%
VENTILADOR PRINCIPAL	6485.6	377.5	61	21	142	38.4	313.8	7.0	95.2%
VENTILADOR SECUNDARIO	24329.9	1211.6	242	78	464.7	540.5	321.1	6.0	95.8%
BOMBEO PRIMARIO	2657.3	184.0	33	15	77	16.4	167.5	4.9	94.9%
BOMBEO AUXILIAR	5607.9	380.0	54	24	126.3	63.7	305.2	7.4	94.7%
BOMBEO SECUNDARIO	2217.0	161.5	19	10	54.5	9.9	437.3	10.8	94.4%
Total general	116488.1	6358.6	1123	436	2394.2	1798.8	310.0	6.2	95.5%

Nota: Esta tabla muestra los backlog, reflejando en los KPI de acuerdo a cada equipo eléctrico en mina, al aplicar el factor de corrección - registro mayo.

Interpretación

En la tabla 5.5. muestra una mejora en la disponibilidad de 95.5%, en los equipos eléctricos mina, buscando acercarnos a la meta de la compañía (97%), al empezar a controlar las ordenes de trabajos pendientes, con el mismo factor de corrección de la presente investigación (0.15), por tal motivo nos permitió poder mejorar el backlog en comparación al mes de abril, obteniendo un valor de 1798.8 trabajos acumulados hasta la fecha.

Tabla 5.6. Cálculos mensuales de disponibilidades global en base a horas
calendarias junio.

Equipos Eléctricos Mina	Fuerz. Trj.	HR Par.	OT''s	BL Listo	BL Total	BL T. (fc)	_MTBF	_MTTR	DISP.
COMPRESOR DE AIRE	5879.2	303.2	52	21	98.6	113.8	263.4	4.1	95.8%
GRUPO ELECTROGENO	2921.3	129.9	23	6	45.6	31.2	264.1	3.8	96.4%
SUBESTACION MINA	24056.7	914.6	203	98	327	107.9	312.6	4.8	96.7%
TABLERO DISTRBUCCIÓN	21191.7	1009.0	195	85	357	278.9	298.0	4.9	96.1%
TABLERO PRINCIPAL	16255.1	812.5	159	55	265.5	416.2	290.2	4.9	95.8%
UNIDAD HIDRAULICA	5874.6	242.5	60	16	82.5	72.8	242.3	3.5	96.6%
VENTILADOR PRINCIPAL	6337.9	303.0	70	28	104	42.1	237.8	4.0	96.2%
VENTILADOR SECUNDARIO	23956.9	1130.6	220	73	404.8	338.3	317.1	5.6	96.1%
BOMBEO PRIMARIO	3101.3	152.5	30	9	58	23.9	271.3	4.9	95.8%
BOMBEO AUXILIAR	6021.9	267.5	49	22	94	72.4	277.9	4.3	96.3%
BOMBEO SECUNDARIO	2527.8	105.9	17	10	38.1	35.6	339.3	5.2	96.3%
Total general	118124.5	5371.2	1078	423	1875.1	1533.3	293.7	4.8	96.2%

Nota: Esta tabla muestra los backlog, reflejando en los KPI de acuerdo a cada equipo eléctrico en mina, al aplicar el factor de corrección - registro junio.

Interpretación

En la tabla 5.6. muestra una mejora en la disponibilidad de 96.2%, en los equipos eléctricos mina, buscando acercarnos a la meta de la compañía (97%), al empezar a controlar las ordenes de trabajos pendientes, con el mismo factor de corrección de la presente investigación (15%), por tal motivo nos permitió poder mejorar el backlog en comparación al mes de mayo, obteniendo un valor de 1533.3 trabajos acumulados hasta la fecha.

Tabla 5.7. Cálculos mensuales de disponibilidades global en base a horas calendarías julio.

Equipos Eléctricos Mina	Fuerz. Tj.	HR Par	OT's	BL listo	BL Total	BL T. (fc)	_MTBF	_MTR	DISP.
COMPRESOR DE AIRE	5860.6	228.0	51	12	63.5	31.8	341.7	3.7	96.8%
GRUPO ELECTROGENO	3000.0	112.0	20	4	31.5	8.8	458.9	4.9	96.9%
SUBESTACION MINA	24118.7	783.4	181	75	211.47	264.4	428.3	3.7	97.2%
TABlero DISTRBUCIÓN	21748.7	762.0	169	62	206	220.5	396.6	3.7	97.1%
TABlero PRINCIPAL	16629.7	568.0	141	47	154	227.9	354.0	3.3	97.1%
UNIDAD HIDRAULICA	6151.0	208.5	59	13	58	5.7	328.8	3.1	97.1%
VENTILADOR PRINCIPAL	6713.6	230.0	51	18	67.5	22.6	322.1	3.1	97.1%
VENTILADOR SECUNDARIO	24451.6	855.5	206	73	227	341.5	321.1	3.0	97.0%
BOMBEO PRIMARIO	2893.0	104.0	26	6	30	18.2	374.9	4.0	97.1%
BOMBEO AUXILIAR	6231.8	196.0	50	20	59.5	155.3	394.5	3.9	97.3%
BOMBEO SECUNDARIO	2523.4	82.0	27	7	25	13.5	263.5	2.6	97.2%
Total general	120322.0	4129.4	981	337	1133.47	879.2	368.9	3.5	97.1%

Nota: Esta tabla muestra los backlog, reflejando en los KPI de acuerdo a cada equipo eléctrico en mina, al aplicar el factor de corrección - registro julio.

Interpretación

En la tabla 5.7. muestra una mejora en la disponibilidad de 97.1%, en los equipos eléctricos mina, alcanzando la meta de la compañía (97%), al empezar a controlar las ordenes de trabajos pendientes, con el mismo factor de corrección de la presente investigación (15%), por tal motivo nos permitió poder mejorar el backlog en comparación al mes de junio, obteniendo un valor de 879.2 trabajos acumulados hasta la fecha.

Tabla 5.8. Cálculos mensuales de disponibilidades global en base a horas
calendárias agosto.

Equipos Eléctricos Mina	Fuerz. Trj.	HR Par.	OT's	BL listo	BL Total	BL T. (fc)	_MTBF	_MTTR	DISP.
COMPRESOR DE AIRE	6088.0	150.0	46	16	54	29.3	368.7	3.2	97.9%
GRUPO ELECTROGENO	3089.0	84.0	19	11	24	16.2	471.4	3.6	97.7%
SUBESTACION MINA	24123.7	526.4	159	41	143.6	160.6	406.0	2.4	98.1%
TABLERO DISTRBUCCIÓN	22602.0	510.0	158	56	163	211.9	410.0	2.8	98.0%
TABLERO PRINCIPAL	16266.0	429.5	122	33	119.5	71.9	346.0	2.5	97.8%
UNIDAD HIDRAULICA	6096.0	148.0	43	22	48.5	14.2	336.5	2.8	97.9%
VENTILADOR PRINCIPAL	6859.0	167.0	52	15	44.5	26.6	332.0	2.2	97.9%
VENTILADOR SECUNDARIO	25028.0	513.0	189	44	171.5	268.7	340.2	2.3	98.2%
BOMBEO PRIMARIO	3227.0	72.0	21	9	18	21.3	403.9	2.7	98.0%
BOMBEO AUXILIAR	6641.0	126.7	48	23	34.7	48.0	419.2	2.3	98.2%
BOMBEO SECUNDARIO	2459.0	69.0	15	6	18.5	10.5	253.2	1.9	97.6%
Total general	122478.7	2795.6	872	276	839.8	582.4	374.8	2.5	98.0%

Nota: Esta tabla muestra los backlog, reflejando en los KPI de acuerdo a cada equipo eléctrico en mina, al aplicar el factor de corrección - registro agosto.

Interpretación

En la tabla 5.8. muestra una mejora en la disponibilidad de 98.0%, en los equipos eléctricos mina, mejorando la meta de la compañía (97%), al empezar a controlar las ordenes de trabajos pendientes, con el mismo factor de corrección de la presente investigación (15%), por tal motivo nos permitió poder mejorar el backlog en comparación al mes de julio, obteniendo un valor de 582.4 trabajos acumulados hasta la fecha.

Tabla 5.9. Cálculos mensuales de disponibilidades globales en base a horas
laborables septiembre.

Equipos Eléctricos Mina	Fuerz. Trj.	HR Par.	OT's	BL Listo	BL Total	BL T. (fc)	_MTBF	_MTTR	DISP.
COMPRESOR DE AIRE	5999.0	84.0	37	9.0	30	8.5	367.0	1.7	98.8%
GRUPO ELECTROGENO	3166.0	47.5	17	4.8	17	-3.2	486.5	2.9	98.7%
SUBESTACION MINA	24863.0	355.5	145	43.5	120.7	47.3	398.3	2.1	98.7%
TABLERO DISTRBUCCIÓN	22014.0	298.0	138	30.0	114	34.8	396.4	2.0	98.9%
TABLERO PRINCIPAL	16993.0	271.5	106	26.1	108	37.1	364.0	2.2	98.6%
UNIDAD HIDRAULICA	6291.0	80.0	42	9.4	29	16.8	344.2	1.6	98.9%
VENTILADOR PRINCIPAL	6637.0	100.0	42	9.6	29	7.5	318.1	1.3	98.7%
VENTILADOR SECUNDARIO	24285.0	369.0	165	39.5	130	42.1	322.8	1.7	98.7%
BOMBEO PRIMARIO	3217.0	53.0	21	6.3	20.5	10.7	407.8	2.9	98.5%
BOMBEO AUXILIAR	6079.0	88.0	39	9.9	26	10.5	381.8	1.5	98.8%
BOMBEO SECUNDARIO	2368.0	33.5	20	5.0	10	2.2	242.9	1.1	98.8%
Total general	121912.0	1780.0	772	193.1	634.2	214.2	367.6	1.9	98.7%

Nota: Esta tabla muestra los backlog, reflejando en los KPI de acuerdo a cada equipo eléctrico en mina, al aplicar el factor de corrección - registro septiembre.

Interpretación

En la tabla 5.9. muestra una mejora en la disponibilidad de 98.7%, en los equipos eléctricos mina, mejorando la meta de la compañía (97%), al empezar a controlar las ordenes de trabajos pendientes, con el mismo factor de corrección de la presente investigación (18.18%), por tal motivo nos permitió poder mejorar el backlog en comparación al mes de julio, obteniendo un valor de 214.2 trabajos acumulados hasta la fecha.

Tabla 5.10. Disponibilidad actual agrupada

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set
Backlog Listo (Hh)	449	579	486	491	436	423	337	276	193
Backlog Total (Hh)	4094	3952	3848	3057	2394	1875	1133	840	634
Backlog Total \ Factor de corrección		3123	2571	2265	1799	1533	1310	879	214
Pre Disponibilidad MES %	94.00	93.15	93.62	94.40	95.52	96.21	97.09	98.03	98.75
Fuerza de trabajo (h)	102928	106515	111419	113207	116488	118124	120322	122479	121912

Nota: disponibilidad enero a setiembre 2022.

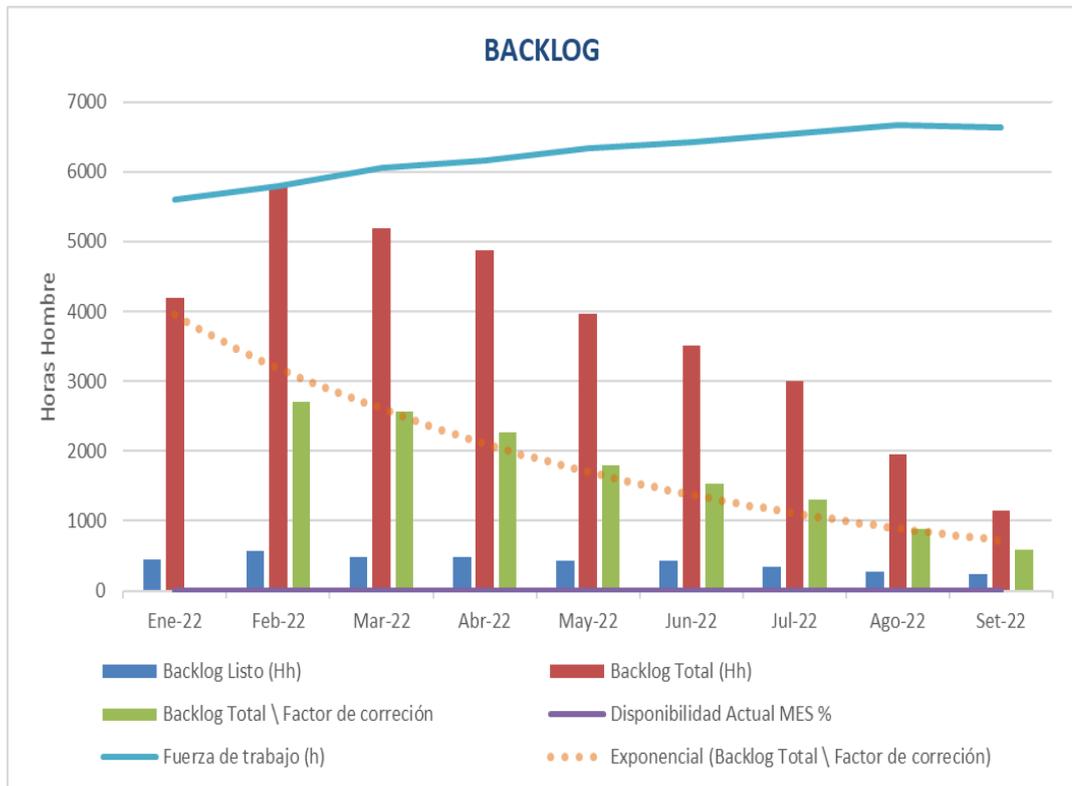
Interpretación

Como se observa en la tabla que corresponde a los cálculos de la disponibilidad actual agrupada por los meses de enero a setiembre del presente año los equipos eléctricos en el mes de setiembre tienen una disponibilidad acumulada de 98.75% y un backlog total de 214 en un escenario actual con el factor de corrección aplicado. Por lo tanto, podemos concluir que, en el presente trabajo de investigación, nuestro modelo matemático es viable y se ajusta a la mejora en el backlog, así como en la disponibilidad.

Se evidencia gráficamente los valores indicados como resultado final del

presente trabajo de investigación los valores finales de backlog, y la disponibilidad de los equipos eléctricos.

Figura 5.1. disponibilidad actual agrupada



Interpretación

Se observa en la figura 5.1. la mejora del backlog total con respecto al backlog que propone el trabajo de investigación denominado backlog total con el factor de corrección desde el mes de febrero a septiembre, en conclusión, dejamos la evidencia grafica para validar el modelo matemático.

5.2. Resultados inferenciales

Tabla 5.11. Disponibilidad total en el escenario actual

Mes	Meta Disponibilidad (97%)	Backlog Listo	Backlog Total	Con factor de corrección	Total Acumulado MES %	Fuerza de trabajo
Ene-22	97.0%	449	4094		94.00	127425
Feb-22	97.0%	579	6093	829.1	92.43	106515
Mar-22	97.0%	486	5561	1277.2	93.21	111419
Abr-22	97.0%	491	4993	791.8	94.23	113207
May-22	97.0%	436	4090	595.4	95.40	116488
Jun-22	97.0%	423	3536	341.8	96.19	118124
Jul-22	97.0%	337	3081	254.3	97.02	120322
Ago-22	97.0%	276	2032	257.4	97.97	122479
Set-22	97.0%	231	1150	420	98.76	122216

Interpretación

Como se observa en la tabla que corresponde a los cálculos de la disponibilidad en el escenario actual de los equipos eléctricos en los meses de enero a setiembre se observa que la mayor cantidad de disponibilidad acumulada es la del mes de setiembre y que cada mes la disponibilidad acumulada mejora en valor porcentual al mes anterior.

Tabla 5.12. Disponibilidad en un escenario actual considerando la mejora (en base a un modelo matemático de ajuste)

Disponibilidad Propuesta	Meta Disponibilidad (fc) (98 %)	Total Acumulado MES
Ene-20	98.0%	96.88%
Feb-20	98.0%	96.73%
Mar-20	98.0%	97.29%
Abr-20	98.0%	97.85%
May-20	98.0%	98.31%
Jun-20	98.0%	98.67%
Jul-20	98.0%	99.19%
Ago-20	98.0%	99.41%
Set-20	98.0%	99.57%

Interpretación

Como se observa en la tabla que corresponde a los cálculos de la disponibilidad en el escenario actual con la diferencia que al hacer uso del modelo matemático propuesto en el presente trabajo de investigación mejora el porcentaje de la disponibilidad de los activos en cada uno de los meses y en el mes de setiembre obtenemos el mayor valor acumulado con un porcentaje de 99.57% demostrando así y validando nuestra propuesta de mejora a la disponibilidad de los activos antes mencionados.

5.3. Análisis comparativo

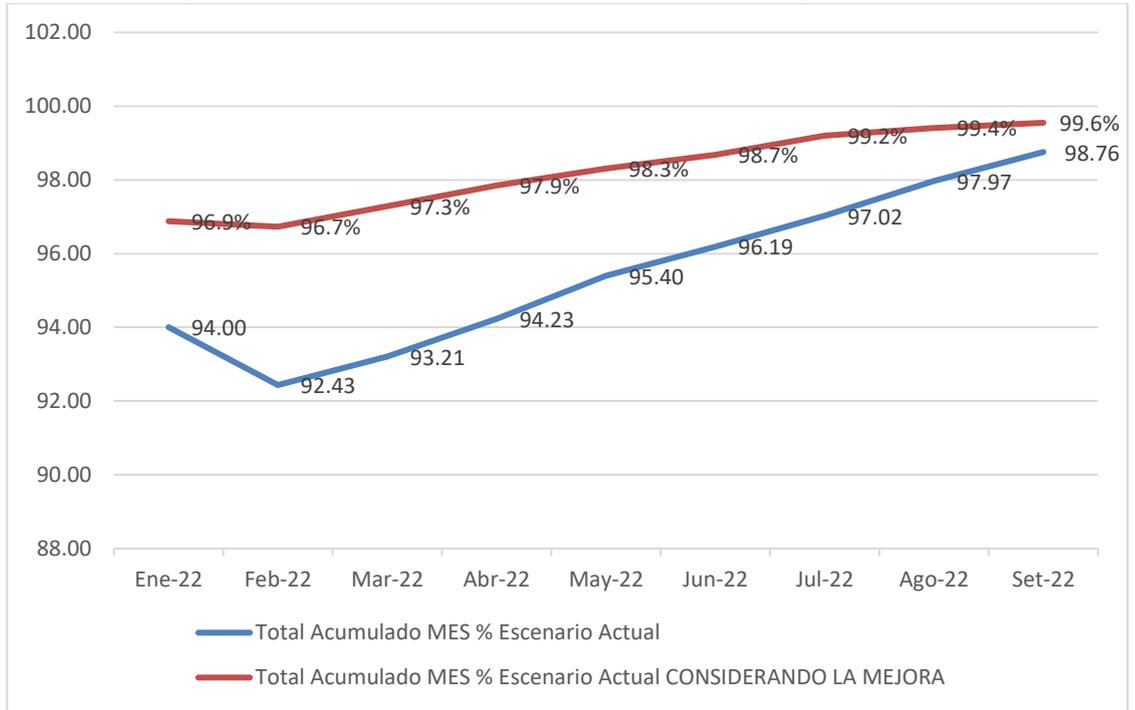
Tabla 5.13. *Disponibilidad Acumulada en el mes del escenario actual y el escenario actual considerando la mejora*

Mes	Total Acumulado MES % Escenario Actual	Total Acumulado MES % Escenario Actual Considerando la Mejora
Ene-22	94.00	96.88
Feb-22	92.43	96.73
Mar-22	93.21	97.29
Abr-22	94.23	97.85
May-22	95.40	98.31
Jun-22	96.19	98.68
Jul-22	97.02	99.20
Ago-22	97.97	99.55
Set-22	98.76	99.57

Interpretación

Como se observa en la tabla que corresponde a la disponibilidad acumulada comparando el escenario actual y el escenario actual considerando la mejora, podemos afirmar que el porcentaje de disponibilidad aumenta en todos los meses y el mayor valor porcentual se alcanza en el mes de setiembre.

Figura 5.3. Gráfico de la disponibilidad total acumulada en el mes del escenario actual y del total acumulado en el mes considerando la mejora.



Interpretación

Como se observa en la figura que corresponde a la disponibilidad acumulada comparando el escenario actual y el escenario actual considerando la mejora,

Se evidencia gráficamente como la disponibilidad mejora en valores porcentuales mes a mes y alcanza el mayor valor de 99.57 % en el último mes de análisis que se realiza este cálculo matemático propuesto.

5.4. Prueba de normalidad

Hipótesis de normalidad

Ho: La distribución de la variable de estudio no difiere de la distribución normal.

Ha: La distribución de la variable de estudio difiere de la distribución

normal.

Regla de decisión;

Si Valor $p > 0.05$, se acepta la Hipótesis Nula (H_0)

Si Valor $p < 0.05$, se rechaza la Hipótesis Nula (H_0). Y, se acepta H_a

Tabla 6.1. Pruebas de normalidad.

	Kolmogorov-Smirnov ^a		Shapiro-Wilk	
	Estadístico	gl Sig.	Estadístico	gl Sig.
Total Acumulado MES % Escenario Actual	,159	9 ,200*	,964	9 ,834
Total Acumulado MES % Escenario Actual CONSIDERANDO LA MEJORA	,200	9 ,200*	,868	9 ,118

Nota: *. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Decisión

El p_valor obtenido (Shapiro-Wilk $n < 50$) Tasa de disponibilidad del escenario actual ($p_valor = 0.834 > 0.05$, distribución normal) y tasa de disponibilidad del escenario actual considerando el ajuste de mejora ($p_valor = 0.118 > 0.05$, distribución normal); no se rechaza la H_0 . Por tanto: La distribución de la variable de estudio no difiere de la distribución normal; se aplicará estadística paramétrica.

5.5. Prueba de Hipótesis

Hipótesis General (HG): La gestión del plan de mantenimiento preventivo enfocada en la administración del backlog influirá significativamente en la disponibilidad de los equipos eléctricos en la empresa minería NEXA SA., unidad Pasco.

Hipótesis Nula (H₀): La gestión del plan de mantenimiento preventivo enfocada en la administración del backlog no influirá significativamente

en la disponibilidad de los equipos eléctricos en la empresa minería NEXA SA., unidad Pasco.

Tabla 6.2. *Estadística de muestras emparejadas*

<i>Estadísticas de muestras emparejadas</i>				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Total Acumulado MES % Escenario Actual	95.46	9	2.18	.72694
Total Acumulado MES % Escenario Actual CONSIDERANDO LA MEJORA	97.96	9	1.19	.39716

Interpretación

Como se observa en la tabla la media de la tasa de disponibilidad en escenario actual considerando la aplicación simulada del programa de mantenimiento sería de 97.96%, lo que es superior al 95.46% como diagnóstico en las condiciones actuales.

Tabla 6.3 *Estadística de pruebas emparejadas*

	<i>Prueba de muestras emparejadas</i>							
	Diferencias emparejadas							
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Inferior	Superior						
Total Acumulado MES % Escenario Actual - Total Acumulado MES % Escenario Actual CONSIDERANDO LA MEJORA	-	1.35898	.45299	-3.53238	-1.44318	-	8	.001
	2.48778					5,492		

Interpretación

Siendo el nivel de significancia de la prueba T Student de muestras emparejadas $p=0.001 < 0.05$ se rechaza la H_0 y se acepta la H_G . Por Tanto: La gestión del plan de mantenimiento preventivo enfocada en la administración del backlog influirá significativamente en la disponibilidad de los equipos eléctricos en la empresa minería NEXA SA., unidad Pasco.

VI. Discusión de Resultados

6.1. Contrastación de la hipótesis y demostración de la hipótesis con los resultados

La presente investigación respecto al objetivo general demuestra que siendo el nivel de significancia de la prueba T Student de muestras emparejadas $p=0.001<0.05$ se rechaza la H_0 y se acepta la H_G . Por Tanto: La gestión del plan de mantenimiento preventivo enfocada en la administración del backlog influirá significativamente en la disponibilidad de los equipos eléctricos en la empresa minería NEXA SA., unidad Pasco; ello descriptivamente implica que la media de la tasa de disponibilidad en escenario actual considerando la aplicación simulada del programa de mantenimiento sería de 97.96%, lo que es superior al 95.46% como diagnóstico en las condiciones actuales.

En tal sentido al seguir el plan de mantenimiento propuesto en el presente trabajo de investigación lo que se busca es tener una correcta programación de las ordenes de trabajo en el menor tiempo posible y mejorar la cantidad de horas destinado a los trabajos de inspección, monitoreo, diagnóstico y los mantenimientos programados en la planta que son acciones correctivas dentro de un plan de mantenimiento preventivo que se detalla en el anexo 4.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares.

De los hallazgos Internacionales encontrados y del análisis de los resultados:

La presente investigación corrobora lo planteado por Da Silva, L., (2020) en su tesis, titulado *“La importancia e implementación de índices e indicadores de equipos eléctricos en gestión de mantenimiento”* sustentado en la facultad de ingeniería eléctrica del instituto federal de educación, ciencia y tecnología de Goiás, Brasil. Por lo antes mencionado esta investigación coincide en resaltar la importancia que tiene la implementación de un plan de mantenimiento e indicadores de

mantenimiento de los equipos eléctricos haciendo uso de las ordenes de trabajo y el backlog que tiene una relación directa con la disponibilidad de los activos y el valor de ajuste que en el presente trabajo de investigación le hemos denominado factor de producción (fp).

Así mismo es preciso también mencionar que de los resultados obtenidos de la presente investigación afirma lo planteado por Rivera Alberto, G., (2020) en su tesis, titulado “Análisis de la disponibilidad del circuito de los equipos eléctricos de ventilación mediante la simulación con versim de una mina subterránea de carbón artesanal en la provincia de Arauco, región de Biobío” realizado en la universidad de Concepción, Chile. Por tal motivo afirma que la correcta disponibilidad de equipos eléctricos se llevara a cabo con el análisis de datos obtenidos en años anteriores, es por ello que en esta investigación para poder analizar la disponibilidad tomamos como referencia los datos del año 2022 que se obtiene en relación al personal contratado en el área de mantenimiento y a la situación real que se encontraba la mina, proponiendo así una mejora de la situación planteada con un factor corrección propuesto.

De los hallazgos Nacionales encontrados y del análisis de los resultados, la presente investigación corrobora lo planteado por Rashuamán Flores, R, (2019), en su tesis, *“modelo de gestión de mantenimiento para el incremento de disponibilidad de las máquinas en una planta de fabricación de bombas centrífugas”* realizado en la Universidad Nacional del Callao para optar el grado de magister en ingeniería mecánica y de energía. En esta investigación el autor propuso un modelo de gestión con la finalidad de incrementar la disponibilidad de los activos así mismo busco tener una mayor producción con respecto al año anterior al estudio, en tal sentido nuestra investigación propone un plan de mantenimiento que nos proporciona nuevos procedimientos de gestión que nos van a permitir administrar mejor el backlog de los equipos eléctricos en la mina mejorando así la disponibilidad y proponiendo además un modelo

matemático con un factor de ajuste para mejorar la producción en la planta.

La investigación presentada también relaciona y afirma la propuesta de Cuzco Trigos, M (2021), en su tesis titulada, "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo de motores eléctricos para mejorar la disponibilidad de máquinas en la sección de chancado en la unidad minera en el sur del Perú" realizada en la Universidad Señor de Sipán donde propone la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo donde garantice un mínimo de 90 % de disponibilidad operativa y logre operar a 2900 toneladas métricas diarias, así mismo se usaron reportes de operación de los equipos de la minera en un tiempo de 20 días. Por tal motivo en nuestra presente investigación se estableció una mejora porcentual de 97.96% comparado con la situación anterior que era de 95.46%, tomando como referencia los reportes del año en estudio para luego proyectar una mejora de la disponibilidad en mina simulada.

VII. CONCLUSIONES

Primera: La presente investigación respecto a la hipótesis general demostró que la gestión del plan de mantenimiento preventivo enfocada en la administración del backlog influyó significativamente en la disponibilidad de los equipos eléctricos en la empresa minera NEXA SA., unidad Pasco; por tal motivo se refleja descriptivamente en que la media de la tasa de disponibilidad en escenario estudiado considerando la aplicación simulada del factor de corrección en el plan de mantenimiento es de 97.96%, lo que es superior al 95.46% como diagnóstico en las condiciones anteriores.

Segunda: En la investigación respecto al análisis del número del backlog y reportes de feedback por día para la atención oportuna en un buen servicio del sistema eléctrico en interior mina; estableció que al mejorar estos indicadores de disponibilidad los equipos eléctricos de la minera tendrán mayor confiabilidad y la producción mejora con respecto a la situación anterior de la mina.

Tercera: En la investigación al identificar los indicadores críticos de los equipos eléctricos en mina, la gestión de mantenimiento impacto al logro del objetivo del indicador de mantenibilidad (MTTR), estableció que al tener un plan de mantenimiento que busca mejorar la organización de los trabajos de mantenimiento se obtuvo como resultado un indicador de mantenibilidad mayor al escenario anterior.

Cuarta: En la investigación al determinar el número de intervenciones en la confiabilidad de equipos asociado al tiempo medio entre fallas (MTBF); estableció la necesidad de mejorar los procesos de gestión de las ordenes de trabajo de cada uno de los equipos con la finalidad de tener mayor disponibilidad y un menor backlog en mina.

VIII. RECOMENDACIONES

Primera: Recomendamos replicar este trabajo de investigación en otras empresas mineras similares con la finalidad de comparar el modelo matemático propuesto y su aplicación para la mejora de la disponibilidad en mina.

Segunda: Se recomienda identificar correctamente el manejo del backlog propuesto en las dimensiones de zonificación, prioridad y personal requerido con la finalidad de brindar la mayor disponibilidad de los equipos eléctricos de la mina y producción favorable.

Tercera: Se recomienda al área de planificación y producción en mina efectuar el seguimiento de la propuesta de los indicadores de esta gestión de mantenimiento con la finalidad de mantener y mejorar la mantenibilidad de los equipos y así poder optimizar el escenario propuesto.

Cuarta: Se recomienda al área de mantenimiento en mina continuar con la mejora en los procesos de gestión de las ordenes de trabajo con la finalidad que la disponibilidad sea mayor y disminuya el backlog.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALPIZAR VILLEGAS, Phino. 2018. *Gestión del mantenimiento*. Quevedo, Ecuador, Vol. 01, pp 119-202. ISBN 928-2-32-874910-1

BEDOYA ACOSTA, Wilder. 2017. *Diagnostico operativo empresarial de la Compañía Minera Ares*. Tesis [Magister en Dirección de Operaciones Productivas]. Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú, 297 pp.

CASTRO MARDONES, Juan. 2021. Propuesta de mejoramiento del plan matriz de mantenimiento de los equipos eléctricos del área seca en la minera norte. Tesis [Magister en ingeniería industrial] Chile: Universidad Federico Santa María, 64 pp.

CUZCO TRIGOSO, Manuel. 2021. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo de motores eléctricos para mejorar la disponibilidad de máquinas en la sección de chancado en una unidad minera en el sur del Perú. Tesis [Magister en ingeniería industrial] Chiclayo: Universidad Señor de Sipán, 195 pp.

DA SILVA, Lira. 2020. *La importancia e implementación de los índices e indicadores de equipos eléctricos en la gestión del mantenimiento*. Tesis [Magister en Ingeniería Eléctrica]. Goiás: Ciencia y tecnología de Goiás, 129 pp.

ESPINOZA MONTES, Ciro. 2014. *Metodología de Investigación Tecnológica, Pensando en Ingenierías*. 2.^a ed. Huancayo, Perú, 206 pp. ISBN: 978-612-00-1667-1

INNACIO LOPEZ, Jorge. 2018. Metodología de gestión de mantenimiento en la operación, mantenimiento y monitoreo de equipos eléctricos. Tesis [Magister en ingeniería eléctrica] Brasil: Universidad Federal de minas Gerais, Belo Horizonte, 71 pp.

KENYA, A. *Mantenibilidad y fiabilidad de los equipos* [en línea]. Huancavelica: Universidad de Huancavelica [fecha de consulta: 19 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://prezi.com/user/u1fkhoqzpuv/-/pdf>.

ORREGO, J. *El backlog o acumulación de trabajo*. Revista *Mantonline*, [en línea] Julio, 2019, 10(22), 5-21 [fecha de consulta: 10 de agosto de 2021]. ISSN 1700-2560. Disponible en: <http://localhost/conversion/tmp/scratch/servicio/mantonline>.

PACHO HUARACHI, Raúl. 2022. Causas de los eventos de falla del sistema eléctrico y las pérdidas de producción en la gran minería de cobre del sur del Perú durante los años 2015 y 2019. Tesis [Magister en gestión de la energía con mención en electricidad. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 103 pp.

RIVERA ALBELLO, Gonzalo. 2020. Análisis de la disponibilidad del circuito de los equipos eléctricos de ventilación mediante la simulación con ventsim de una mina subterránea de carbón artesanal en la provincia de Arauco, región de Biobo. Tesis [Magister en ingeniería de minas] Chile: Universidad de Concepción, 99 pp.

RASHUAMÁN FLORES, Ricardo. 2019. *Modelo de gestión de mantenimiento para el incremento de disponibilidad de las maquinas en una planta de fabricación de bombas centrifugas*. Tesis [Magister en Gerencia de Mantenimiento]. Lima: Universidad Nacional del Callao, 149 pp.

SANDOVAL SERVA, Bladimir. 2019. *Propuesta de mejora del sistema de mantenimiento de la empresa AESA Infraestructura y Minería*. Tesis [Magister en Ingeniería del Mantenimiento]. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 99 pp.

TERBULLINO CARBAJA, Manuel Vladimir. 2018. *Propuesta de mejora en la gestión de inventarios de mantenimiento de equipos mina*. Tesis [Magister en Gestión de Operaciones]. Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú, 78 pp.

VIDAL, F. 2021. Mantenimiento eléctrico. Revista *Educación en ingeniería* [en línea]. Agosto, 2021, [fecha de consulta: 12 de agosto de 2022]. ISSN: 1220-5621. Disponible en: <https://www.stelorder.com/autor/francisco-vidal/.pdf>.

WAEYENBERGH, G. 2001. Un marco para el desarrollo del concepto de mantenimiento. *Apuntes de ciencia*. Abril, 2(1), 6-56. ISSN: 0925-5273.

ZEGARRA VENTURA, Manuel. *Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados* [en línea]. Lima: Universidad Alas Peruanas. [fecha de consulta: 15 de abril de 2016]. Disponible en: <http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/index.pdf>.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO

GESTIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN LA ADMINISTRACIÓN DEL BACKLOG Y SU INFLUENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS. EMPRESA MINERÍA NEXA SA. UNIDAD PASCO- 2022.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN/ MUESTRA	TÉCNICAS/INSTRUMENTOS
¿En qué medida la gestión del plan de mantenimiento preventivo mediante la implementación de la administración de Backlog influye en la disponibilidad de equipos eléctricos en la empresa minería NEXA S.A., unidad Pasco?	Demostrar que la gestión del plan de mantenimiento preventivo enfocada en la administración del backlog influirá significativamente en la disponibilidad de los equipos eléctricos en la empresa minería NEXA SA., unidad Pasco..	La gestión del plan de mantenimiento preventivo enfocada en la administración del backlog influye significativamente en la disponibilidad de los equipos eléctricos en la empresa minería NEXA SA., unidad Pasco.	Variable Independiente: Gestión del plan de mantenimiento preventivo basado en la administración del Backlog. Variable Dependiente: Disponibilidad de equipos eléctricos.	Indicadores x1.- Backlog por Zonificación. x2.- Backlog por prioridad. x3.- Backlog por personal requerido. Indicadores y1.-Tiempo disponible para la producción. y2.- MTBF. y3.- MTTR.	X1. - actividades acumuladas por antigüedad. - Zonas diferencias por días. X2.- Tiempo estimado para la atención normal. - Tiempo estimado para la atención acumulación. X3.- Total de horas acumuladas. - Jornada semanal por técnico. Y.- Disponibilidad	TIPO: Aplicativa Tecnológico DISEÑO: No Experimental. MÉTODO: Inductivo	Equipos y/o máquinas, con los datos recolectados por los indicadores de la gestión de backlog.	Técnica Fichaje Instrumentos: - Historial de mantenimiento, formatos en Excel que se reportan diariamente después Del término de una guardia. - Fichas de Registro, también conocidas como checklist. En estas fichas se plasmarán los datos obtenidos a través de los mantenimientos de los equipos eléctricos. - Formatos de observación, donde se anotan reportes, apuntes y desarrollo de las actividades diarias; funcionamiento Del equipo.
ESPECÍFICOS ¿Cuál es el análisis del número de backlog y reportes de feedback por día para la atención oportuna en un buen servicio del sistema eléctrico en interior mina?	ESPECÍFICOS Elaborar un análisis del número del backlog y reportes de feedback por día para la atención oportuna en un buen servicio del sistema eléctrico en interior mina.	ESPECÍFICOS La gestión del plan de mantenimiento preventivo basado en la gestión del backlog influye significativamente en el feedback por día para la atención oportuna en un buen servicio del sistema eléctrico en el interior de la mina.						

¿Cuáles son los indicadores críticos de los equipos eléctricos en interior mina afectan al logro del objetivo del indicador de mantenibilidad (MTTR)?

Identificar los indicadores críticos de los equipos eléctricos en interior mina en la gestión del mantenimiento que afectan al logro del objetivo del indicador de mantenibilidad (MTTR).

La gestión de los indicadores críticos de los equipos eléctricos en el interior de la mina influye significativamente en la gestión del mantenimiento que afectan al logro del objetivo del indicador de mantenibilidad (MTTR).

¿Cuál es número de intervenciones y la disponibilidad de equipos asociado al tiempo medio entre fallas (MTBF).

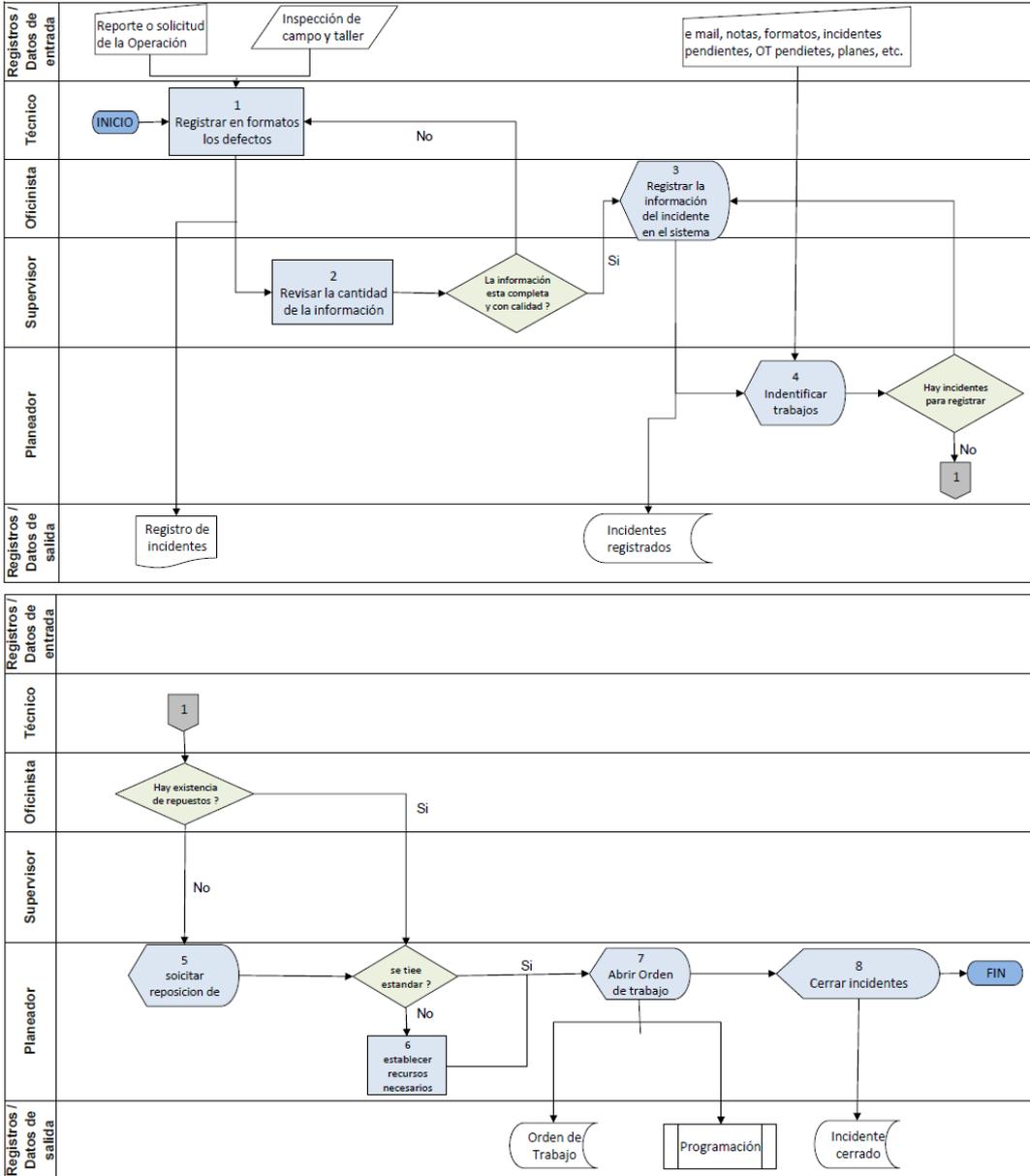
Determinar el número de intervenciones y la disponibilidad de equipos asociado al tiempo medio entre fallas (MTBF).

La gestión del número de intervenciones influye significativamente en la disponibilidad de equipos asociado al tiempo medio entre fallas (MTBF).

ANEXO 2 PROCESOS EN EL ESCENARIO ACTUAL DIAGNÓSTICO

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

Proceso: BACKLOG



ESCENARIO ACTUAL (ENERO) DE EQUIPOS ELÉCTRICOS - NEXA 2022, ADMINISTRACIÓN DEL BACKLOG

Item	Descripción del equipo	Tag	Ubicación	HOR. ACTUALES	Hrs. Calendario	Hrs. de Operación	N° de Mttos. Correctivos	Hrs. totales de Mttos. Correctivo	N° de Mttos. Preventivos	Backlog Total	Hrs. Totales de Mtto. (RM, PM, PA, PJ, MC) Equipo parado	Órdenes de Trabajo	Backlog Listo	Horas Disponibles no requeridas	Tiempo medio entre fallas	Tiempo medio de reparación	Indices de Gestión	
																	Disponibilidad	Disponibilidad Inherente
																	DISP	DISP INH
EQUIPO	TAG	UBICACIÓN	HOR. ACT	HCAL	HROP	NTMC	HTMC	NTMP	BI T.	HTMN	OT's	BI L.	HDNR+	MTBF	MTTR	DISP	DISP INH	
1	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-43	NV +100	3504.8	720	685.0	1	6.0	5	20.4	26.4	6	3	8.60	685.00	6.0	96.33%	99.17
2	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-44	Nv 450	12069.2	720	658.3	3	8.6	1	7.5	16.1	4	1	45.60	219.43	2.9	97.76	98.81
3	VENTILADOR PRINCIPAL	AT-VE-74	NV +100	93738.6	720	655.0	3	12.0	5	12.4	24.4	8	6	40.60	218.33	4.0	96.61	98.33
4	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-82	Nv -680	70548.8	720	700.5	2	5.6	4	6.2	11.8	6	2	7.70	350.25	2.8	98.36	99.22
5	VENTILADOR PRINCIPAL	AT-VE-88	NV 20 Don Ernesto	30815.2	720	650.2	4	24.5	1	4.0	28.5	5	1	41.30	162.55	6.1	96.04	96.60
6	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-95	NV. 3630 (Ex -440)	16660.7	720	654.1	1	4.5	4	21.5	26.0	5	3	39.90	654.10	4.5	96.39	99.38
7	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-100	NV 660 Bodega	24242.5	720	661.5	3	3.5	4	20.9	24.4	7	5	34.10	220.50	1.2	96.61	99.51
8	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-106	NV +140	22980.9	720	701.5	2	38.5	1	16.5	55.0	3	1	-36.50	350.75	19.3	92.36	94.65
9	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-107	NV 4150 (+80)	95072.3	720	658.2	1	15.0	3	20.6	35.6	4	3	26.20	685.20	15.0	95.06	97.92
10	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-110	NV 4150 (+80)	25966.0	720	687.2	1	15.0	2	14.0	29.0	3	0	3.90	687.20	15.0	95.97	97.92
11	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-116	NV. 4170 (+100)	88833.7	720	710.0	2	23.0	2	20.4	43.4	4	1	-33.40	355.00	11.5	93.97	96.81
12	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-07	Nv. -100 Veta AM	68956.0	720	601.8	1	4.5	4	15.2	19.7	5	4	98.50	601.80	4.5	97.26	99.38
13	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-16	NV. 4120 cámara	128144.9	720	677.4	3	10.5	1	9.1	19.6	4	2	23.04	225.79	3.5	97.28	98.54
14	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-48	Nv. 3630 (-440) SUR	25772.8	720	682.6	3	10.5	2	5.6	16.1	5	4	21.30	227.53	3.5	97.76	98.54
15	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-49	Nv (-)280 Norte	27253.0	720	667.3	1	31.5	1	17.2	48.7	2	0	4.00	667.30	31.5	93.24	95.63
16	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-50	NV. 4150 (Ex +80)	7654.1	720	692.5	1	8.3	2	5.6	13.9	3	0	13.60	692.50	8.3	98.07	98.85
17	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-51	NV. 3290 (Ex - 780)	95792.7	720	701.6	1	9.6	1	5.0	14.6	2	1	3.80	701.60	9.6	97.97	98.67
18	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-54	NV. 3970 SSEE P2	98779.1	720	0.0	0	0.0	3	14.6	14.6	3	2	705.40	-	0.0	97.97	100.00
19	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-55	NV. 3120 (Ex - 950) N	100990.7	720	586.7	1	18.0	2	8.5	26.5	3	3	106.80	586.70	18.0	96.32	97.50
20	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-57	Nv. 3970	114036.6	720	541.3	1	10.6	4	13.0	23.6	5	2	155.06	541.34	10.6	96.72	98.53
21	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-58	NV. 3100 P9 (Ex -970)	120585.8	720	681.3	0	0.0	5	10.5	10.5	5	2	28.18	-	0.0	98.54	100.00
22	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-59	NV 940 OP5	74999.8	720	675.2	0	0.0	4	17.5	17.5	4	2	27.30	-	0.0	97.57	100.00
23	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-60	Nv. 280 ex ssee	13196.8	720	652.3	4	12.0	5	16.0	28.0	9	5	39.70	163.08	3.0	96.11	98.33
24	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-63	Nv. 440 sur	14540.47	720	623.5	2	21.0	1	6.5	27.5	3	2	69.00	311.75	10.5	96.18	97.08
25	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-64	NV. 3120 (Ex - 950) N	14140.4	720	579.6	2	20.5	3	35.4	55.9	5	3	84.50	289.80	10.3	92.24	97.15
26	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-65	NV.3750 (-320)	122409.1	720	642.8	4	29.5	1	6.0	35.5	5	3	41.70	160.70	7.4	95.07	95.90
27	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-66	NV +50	31012.0	720	659.6	2	20.0	5	11.5	31.5	7	3	28.86	329.82	10.0	95.63	97.22
28	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-67	NIVEL +170	118525.9	720	672.9	2	7.0	1	35.5	42.5	3	2	4.58	336.46	3.5	94.10	99.03
29	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-68	NV +100	34393.1	720	576.3	1	44.5	1	9.0	53.5	2	1	90.20	576.30	44.5	92.57	93.82
30	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-76	NIVEL +170	69414.9	720	0.0	0	0.0	1	22.5	22.5	1	0	697.50	-	0.0	96.88	100.00
31	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-77	Nv (-)100 Porvenir 2	99618.7	720	642.8	2	42.5	3	6.0	48.5	5	4	28.70	321.40	21.3	93.26	94.10
32	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-81	Nv (-)600 Norte	61661.8	720	0.0	0	0.0	5	5.0	5.0	5	3	715.00	-	0.0	99.31	100.00
33	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-83	Nv (-)620	76258.0	720	701.0	3	35.5	2	5.0	40.5	5	0	-21.50	233.67	11.8	94.38	95.07
34	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-92	NV 320	31435.7	720	702.5	3	8.5	2	6.0	14.5	5	3	3.00	234.17	2.8	97.99	98.82
35	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-93	Nv.3035 P9	6859.6	720	706.8	2	7.0	4	6.0	13.0	6	4	0.20	353.40	3.5	98.19	99.03
36	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-94	Nv 460 norte	7448.9	720	659.3	2	38.5	2	6.0	44.5	4	4	16.20	329.65	19.3	93.82	94.65
37	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-103	NV - 770	12124.8	720	680.2	4	19.5	3	6.0	25.5	7	0	14.30	170.05	4.9	96.46	97.29
38	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-99	NV. 3630 N OP2 (Ex + 440)	105056.8	720	684.6	3	5.5	3	12.5	18.0	6	1	17.40	228.20	1.8	97.50	99.24
39	VENTILADOR SECUNDARIO	AT-VE-100	NV 440 SUR	87755.0	720	675.3	2	21.4	3	10.5	31.9	5	0	12.80	337.65	10.7	95.57	97.03
40	VENTILADOR SECUNDARIO	AT-VE-113	NV 420 T.J 1204	83251.0	720	685.3	3	15.0	3	33.5	48.5	6	0	-13.80	228.43	5.0	93.26	97.92
41	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-102	Nv. 3100 P09 RB6	40241.6	720	703.6	2	13.5	4	28.5	42.0	6	3	-25.60	351.80	6.8	94.17	98.13
42	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-104	Nv 660 bodega de ventilacion	10680.5	720	694.2	3	8.5	2	30.6	39.1	5	2	-13.30	231.40	2.8	94.57	98.82
43	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-105	NV. 1205 espiral 35	9648.7	720	702.1	2	31.0	4	36.5	67.5	6	4	-49.60	351.05	15.5	90.63	95.69
44	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-108	Nv. 340 CHIMENEA	6498.3	720	0.0	0	0.0	1	9.0	9.0	1	0	711.00	-	0.0	98.75	100.00
45	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-109	NV -340	12264.2	720	0.0	0	0.0	1	30.5	30.5	1	0	689.50	-	0.0	95.76	100.00
46	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-111	Nv. 3100 P09	6425.6	720	0.0	0	0.0	4	28.0	28.0	4	3	692.00	-	0.0	96.11	100.00
47	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-112	Nv (-)660 Exito	8426.5	720	0.0	4	14.0	2	12.5	26.5	6	2	693.50	0.00	3.5	96.32	98.06
48	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-113	NV -940	94861.0	720	0.0	0	0.0	2	26.0	26.0	2	0	694.00	-	0.0	96.39	100.00
49	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-114	Nv. 4030	59463.3	720	0.0	0	0.0	2	30.1	30.1	2	0	689.90	-	0.0	95.82	100.00
50	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-119	NV. 4150 (Ex +80)	4834.0	720	0.0	3	25.0	3	12.0	37.0	6	1	683.00	0.00	8.3	94.86	96.53
51	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-132	Nv. 3030 (Ex +80)	709.3	720	709.6	1	47.0	5	67.0	114.0	6	1	376.00	709.60	47.0	84.17	93.47
52	BOMBEO PRIMARIO	BPSUMERG_07	NV 150 / RP-697	1874.8	720	328.2	2	41.0	3	24.0	65.0	5	3	326.83	164.09	20.5	90.97	94.31
53	BOMBEO PRIMARIO	BPSUMERG_08	NV 200 RP-960	3497.5	720	555.8	3	21.5	2	15.0	36.5	5	0	127.71	185.26	7.2	94.93	97.01
54	BOMBEO PRIMARIO	BPSUMERG_09	NV 250	2864.2	720	648.3	1	17.5	4	15.0	32.5	5	1	39.20	648.30	17.5	95.49	97.57
55	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG_04	NV 200 / RP-960	3558.7	720	562.3	2	27.5	5	16.0	43.5	7	1	114.17	281.17	13.8	93.96	96.18
56	BOMBEO PRIMARIO	BPESTAC_05	NV 200 RP-960	3168.2	720	496.7	4	10.5	1	6.0	16.5	5	2	206.80	124.18	2.6	97.71	98.54
57	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG_03	NV 200 RP-960	1976.4	720	476.5	1	16.5	4	23.5	40.0	5	3	203.50	476.50	16.5	94.44	97.71
58	BOMBEO PRIMARIO	BPESTAC_06	NV 200 / RP-960	2684.5	720	348.6	2	12.5	1	16.5	29.0	3	1	342.40	174.30	6.3	95.97	98.26
59	BOMBEO SECUNDARIO	BSSUMERG_12	NV.150	2635.9	720	468.9	3	33.5	5	45.0	78.5	8	3	172.60	156.30	11.2	89.10	95.35
60	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG_05	NV.940	3468.5	720	384.5	2	46.0	4	14.5	60.5	6	5	275.00	192.25	23.0	91.60	93.61

61	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG 06	NV 480	5382.6	720	684.2	2	5.1	5	21.1	26.2	7	2	9.60	342.10	2.6	96.36	99.29
62	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG 07	NV 300	7312.6	720	583.1	2	14.0	1	36.5	50.5	3	1	86.40	291.55	7.0	92.99	98.06
63	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG 08	NV 200	4368.2	720	516.8	2	29.0	5	21.0	50.0	7	2	153.20	258.40	14.5	93.06	95.97
64	BOMBEO SECUNDARIO	BSSUMERG 13	NV 120	1562.8	720	367.5	3	39.5	5	12.5	52.0	8	3	300.50	122.50	13.2	92.78	94.51
65	BOMBEO SECUNDARIO	BSSUMERG 14	NV 120S	2946.3	720	427.8	2	6.5	2	27.5	34.0	4	2	258.20	213.90	3.3	95.28	99.10
66	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG 09	NV 770	3498.2	720	554.7	4	36.0	5	7.0	43.0	9	3	122.27	138.68	9.0	94.03	95.00
67	BOMBEO AUXILIAR	BAESTA 03	NV 590 HIDRO	5346.8	720	648.5	1	25.0	3	26.0	51.0	4	0	20.50	648.50	25.0	92.92	96.53
68	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG 10	NV 630 T/E SUPERF.	8524.6	720	589.3	5	47.5	1	8.9	56.4	6	0	74.30	117.86	9.5	92.17	93.40
69	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG 11	NV 630 TUNEL	3576.2	720	702.8	2	44.0	5	61.0	105.0	7	4	-87.80	351.40	22.0	85.42	93.89
70	BOMBEO SECUNDARIO	BSESTA 04	NV 630	6984.5	720	690.5	2	44.5	1	28.4	72.9	3	1	-43.40	345.25	22.3	89.88	93.82
71	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #01	TALLR NV4-100	1642.5	720	556.0	5	7.0	4	54.5	61.5	9	2	102.50	111.20	1.4	91.46	99.03
72	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #02	TALLR NV450	1834.6	720	514.0	2	31.0	4	16.0	47.0	6	2	159.00	257.00	15.5	93.47	95.69
73	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #03	TALLR NV120	1576.5	720	616.0	2	19.0	5	6.4	25.4	7	3	78.60	308.00	9.5	96.47	97.36
74	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #04	TALLR NV300	1648.3	720	0.0	1	20.5	4	67.0	87.5	5	4	632.50	0.00	20.5	87.85	97.15
75	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #05	TALLR NV490	2168.3	720	577.0	6	42.5	1	8.4	48.9	7	4	94.10	96.17	7.1	93.21	94.10
76	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #06	TALLR NV660	1475.6	720	559.0	2	23.5	2	13.1	36.6	4	2	124.40	279.50	11.8	94.92	96.74
77	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #07	TALLR NV490	2386.5	720	0.0	1	22.0	4	20.5	42.5	5	2	677.50	0.00	22.0	94.10	96.94
78	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #08	TALLR NV770	2164.4	720	533.0	4	26.5	2	16.5	43.0	6	1	144.00	133.25	6.6	94.03	96.32
79	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #09	TALLR NV4-1245	1942.8	720	570.0	1	24.5	4	15.5	40.0	5	0	110.00	570.00	24.5	94.44	96.60
80	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #10	TALLR NVPROFLUND	1053.7	720	544.0	2	11.5	2	21.5	33.0	4	1	143.00	272.00	5.8	95.42	98.40
81	SUBESTACION MINA	SEP - NORTE - POT.	CASA FUERZA	31863	720	0	0	0.0	5	51.0	51.0	5	0	669.00	-	0.0	92.92	100.00
82	SUBESTACION MINA	SE N° 01 PRINCIPAL	S.E. N° 01	48017	720	0.0	0	0.0	4	17.0	17.0	4	1	703.00	-	0.0	97.64	100.00
83	SUBESTACION MINA	SEP-ESTE - POT.	SHUCSHAPAJ	51779	720	0	0	1.2	4	26.8	28.0	5	1	692.00	0.00	1.2	96.11	99.83
84	SUBESTACION MINA	SEM - 5901	NV 590	25741	720	0	0	0.0	1	12.0	12.0	1	2	708.00	0.00	0.0	99.33	100.00
85	SUBESTACION MINA	SEM - 4901	NV 490 CR 496 S.E. ELEVADOR	40916	720	0	3	21.0	2	7.5	18.6	5	1	701.40	0.00	7.0	97.42	97.08
86	SUBESTACION MINA	SEM - 4902	NV 490 CR 496	56247	720	701	2	2.0	3	12.1	14.1	5	4	4.70	350.60	1.0	98.04	98.72
87	SUBESTACION MINA	SEM - 4401	NV 440 CR 496 T.J 346	53778	720	703	1	38.0	1	7.5	45.5	2	1	-28.10	702.60	38.0	93.68	94.72
88	SUBESTACION MINA	SEM - 4402	NV 440 CR 645	28157	720	705	5	5.0	3	6.4	11.0	8	1	4.00	141.00	1.0	98.47	99.31
89	SUBESTACION MINA	SEM - 3802	NV 380 CR 943-1	50505	720	704	2	5.2	3	6.4	11.6	5	1	4.40	352.00	2.6	98.39	99.28
90	SUBESTACION MINA	SEM - 3803	NV 380 CR 943-2	66146	720	701	3	31.0	2	30.2	61.2	5	4	-42.20	233.67	10.3	91.50	95.69
91	SUBESTACION MINA	SEM - 3805	NV 380 CR 838	37448	720	700	4	46.5	3	45.0	91.5	7	0	-71.70	175.05	11.6	87.29	93.54
92	SUBESTACION MINA	SEM - 3806	NV 380 RP(+) 663	63597	720	702	2	41.5	4	22.0	63.5	6	2	-45.50	351.00	20.8	91.18	94.24
93	SUBESTACION MINA	SEM - 3807	NV 380 RP(+) 709	42401	720	700	2	13.5	5	67.5	81.0	7	5	-61.20	350.10	6.8	88.75	98.13
94	SUBESTACION MINA	SEM - 3401	NV 340 TALLER AESA	62273	720	706	1	1.0	5	9.5	10.5	6	0	3.50	706.00	1.0	98.54	99.86
95	SUBESTACION MINA	SEM - 3001	NV 300 RP(-) 612	51768	720	704	4	24.0	2	28.0	52.0	6	0	-36.00	176.00	6.0	92.78	96.67
96	SUBESTACION MINA	SEM - 3002	NV 300 CR 830	29995	720	704	5	35.0	5	67.5	102.5	10	3	-86.50	140.80	7.0	85.76	95.14
97	SUBESTACION MINA	SEM - 3003	NV 300 CR 488	28283	720	700	2	18.5	1	29.0	47.5	3	0	-27.00	349.75	9.3	93.40	97.43
98	SUBESTACION MINA	SEM - 3004	NV 300 CR 580	36247	720	704	3	12.5	3	47.0	59.5	6	1	-43.50	234.67	4.2	91.74	98.26
99	SUBESTACION MINA	SEM - 3005	NV 300	35003	720	702	2	46.5	2	46.0	92.5	4	3	-74.50	351.00	23.3	87.15	93.54
100	SUBESTACION MINA	SEM - 3007	NV 300 NORTE	27292	720	700	2	36.0	1	38.0	74.0	3	2	-54.00	350.00	18.0	89.72	95.00
101	SUBESTACION MINA	SEM - 2501	NV 250 RP 035 TALLER EPIROCC	57051	720	702	1	47.0	1	6.5	53.5	2	2	-35.50	702.00	47.0	92.57	93.47
102	SUBESTACION MINA	SEM - 2001	NV 200 RP (-)960	48617	720	698	2	2.0	4	4.0	6.0	6	2	15.80	349.10	1.0	99.17	99.72
103	SUBESTACION MINA	SEM - 2002	NV 200 CR 560	27421	720	0	1	37.0	5	40.0	77.0	6	3	643.00	0.00	37.0	89.31	94.86
104	SUBESTACION MINA	SEM - 2003	NV 200 T.J 820	40356	720	703	2	28.5	3	12.5	41.0	5	0	-24.00	351.50	14.3	94.31	96.04
105	SUBESTACION MINA	SEM - 2004	NV 200 CR 660	38166	720	701	2	35.5	1	19.5	55.0	3	1	-36.20	350.60	17.8	92.36	95.07
106	SUBESTACION MINA	SEM - 2005	NV 200 CR 701	48975	720	704	3	8.5	3	6.2	14.7	6	1	1.30	234.67	2.8	97.96	98.82
107	SUBESTACION MINA	SEM - 2006	NV 200 RP (+) 662	54857	720	694	6	22.0	4	50.0	72.0	10	2	-46.00	115.67	3.7	90.00	96.94
108	SUBESTACION MINA	SEM - 2007	NV 200 CR 701	38482	720	702	4	25.0	4	65.5	90.5	8	3	-72.50	175.50	6.3	87.43	96.53
109	SUBESTACION MINA	SEM - 2008	NV 200 CR 900	42136	720	704	5	34.0	5	35.5	69.5	10	1	-53.50	140.80	6.8	90.35	95.28
110	SUBESTACION MINA	SEM - 2009	NV 200 RP (+) 660	61200	720	701	5	21.5	2	4.0	25.5	7	0	-6.50	140.20	4.3	96.46	97.01
111	SUBESTACION MINA	SEM - 2011	NV 200 RP 035	40879	720	700	3	36.5	2	29.5	66.0	5	0	-46.20	233.40	12.2	90.83	94.93
112	SUBESTACION MINA	SEM - 1501	NV 150 RP (-) 660	26173	720	701	3	48.0	2	11.0	59.0	5	1	-40.20	233.73	16.0	91.81	93.33
113	SUBESTACION MINA	SEM - 1502	NV 150 RP (-) 661	55281	720	700	4	35.5	4	34.0	69.5	8	2	-49.50	175.00	8.9	90.35	95.07
114	SUBESTACION MINA	SEM - 1503	NV 150 BP 665	49905	720	704	5	41.0	2	3.0	44.0	7	5	-28.00	140.80	8.2	93.89	94.31
115	SUBESTACION MINA	SEM - 1504	NV 150 RP (-) 697	54831	720	701	2	27.0	3	5.0	32.0	5	4	-13.00	350.50	13.5	95.56	96.25
116	SUBESTACION MINA	SEM - 1505	NV 150 RP (-) 683	65407	720	700	2	6.5	3	12.4	18.9	5	4	1.10	350.00	3.3	97.38	99.10
117	SUBESTACION MINA	SEM - 1001	NV 100 BP 661	49834	720	700	5	34.0	1	293.0	57.0	6	0	-37.20	140.04	6.8	92.08	95.28
118	SUBESTACION MINA	SEM - 1002	NV 100 CR 796	53504	720	706	1	44.0	5	12.0	56.0	6	4	-42.00	706.00	44.0	92.22	93.89
119	SUBESTACION MINA	SEM - 1003	NV 100 BP 651	26912	720	704	2	11.0	1	5.0	16.0	3	0	0.40	351.80	5.5	97.78	98.47
120	GRUPO ELECTROGENO	GEMR # 05	S.E. PRINCIPAL/ NEXA	862.5	720	36.0	4	30.5	3	46.0	76.5	7	6	607.50	9.00	7.6	89.38	95.76
121	GRUPO ELECTROGENO	GEMR # 02	SS.EE N°1 / NORTE	1002.5	720	42.0	6	31.5	5	201.0	52.5	11	6	625.50	7.00	5.3	92.71	95.63
122	GRUPO ELECTROGENO	GEMR # 06	NV+100 ETAPA I	642.8	720	35.0	2	20.0	3	23.5	43.5	5	0	641.50	17.50	10.0	93.96	97.22
123	GRUPO ELECTROGENO	GEMR # 04	NV480ETAPA II	2641.5	720	19.0	3	11.5	5	15.0	26.5	8	3	674.50	6.33	3.8	96.32	98.40
124	GRUPO ELECTROGENO	GEMR # 03	NV770	1839.7	720	24.0	5	39.0	3	43.5	82.5	6	6	613.50	4.80	7.8	88.54	94.58
125	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/01	NV 1250	14371	720	0	1	44.5	5	35.0	79.5	6	5	640.50	0.00	44.5	88.96	93.82

126	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/02	NV 500	16298	720	682	1	42.5	4	23.5	66.0	5	3	-28.00	682.00	42.5	90.83	94.10
127	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/03	NV 300	9852	720	696	2	8.5	4	13.5	22.0	6	1	2.00	348.00	4.3	96.94	98.82
128	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/04	NV +100N	12876	720	678	1	19.5	4	9.0	28.5	5	2	13.50	678.00	19.5	96.04	97.29
129	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/05	NV 100	17630	720	690	4	19.0	5	24.5	43.5	9	2	-13.50	172.50	4.8	93.96	97.36
130	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/06	NV 60	12985	720	674	6	12.0	1	9.0	21.0	7	4	25.00	112.33	2.0	97.08	98.33
131	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/07	NV 20	14096	720	684	4	21.0	4	46.5	67.5	8	6	-31.50	171.00	5.3	90.63	97.08
132	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/08	NV 700	14963	720	698	2	22.0	1	7.0	29.0	3	1	-7.00	349.00	11.0	95.97	96.94
133	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/09	NV 590	11997	720	688	2	35.5	2	34.0	69.5	4	3	-37.50	344.00	17.8	90.35	95.07
134	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/10	NV 60+	14558	720	702	5	19.0	2	31.0	50.0	7	4	-32.00	140.40	3.8	93.06	97.36
135	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/11	NV 50 +	9727	720	702	4	35.0	3	33.0	68.0	7	3	-50.30	175.58	8.8	90.56	95.14
136	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/12	NV 50 +	13182	720	684	3	9.0	5	24.0	33.0	8	5	3.00	228.00	3.0	95.42	98.75
137	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/13	NV 90+	9903	720	701	4	16.0	2	8.0	24.0	6	3	-5.00	175.25	4.0	96.67	97.78
138	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/14	NV 90+	13619	720	698	4	27.5	2	22.5	50.0	6	4	-28.00	174.50	6.9	93.06	96.18
139	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/15	NV 1280	14643	720	705	2	21.5	3	21.5	43.0	5	1	-28.00	352.50	10.8	94.03	97.01
140	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/16	NV 40	10842	720	703	5	37.5	1	6.0	43.5	6	3	-26.10	140.52	7.5	93.96	94.79
141	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/17	NV 100	12594	720	707	1	46.0	4	8.0	54.0	5	3	-40.50	706.50	46.0	92.50	93.61
142	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/18	NV 100	17655	720	698	1	29.0	1	3.0	32.0	2	0	-10.00	698.00	29.0	95.56	95.97
143	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/19	NV 970/660	12855	720	705	1	20.0	3	66.5	86.5	4	1	-71.50	705.00	20.0	87.99	97.22
144	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/20	NV 20	16285	720	703	1	18.0	3	59.0	77.0	4	4	-59.60	702.60	18.0	89.31	97.50
145	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/21	NV 480	11675	720	702	2	30.5	2	18.5	49.0	4	4	-31.00	351.00	15.3	93.19	95.76
146	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/22	NVPROFUND	15917	720	696	6	24.0	4	17.0	41.0	10	3	-17.00	116.00	4.0	94.31	96.67
147	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/23	NV 80+	15382	720	702	1	25.5	5	42.0	67.5	6	6	-49.50	702.00	25.5	90.63	96.46
148	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/24	NV 100	13118	720	692	3	5.0	2	12.3	17.3	5	3	10.70	230.67	1.7	97.60	99.31
149	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/25	NV 100	13099	720	702	4	48.0	4	56.0	104.0	8	3	-86.00	175.50	12.0	85.56	93.33
150	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/26	NV 560	18105	720	686	3	20.5	4	12.5	33.0	7	0	1.00	228.67	6.8	95.42	97.15
151	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/27	NV 440	16259	720	702	4	32.0	3	52.5	84.5	7	6	-66.80	175.58	8.0	88.26	95.56
152	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA001	NV 80	14648	720	700	5	15.0	4	46.5	61.5	9	1	-41.70	140.04	3.0	91.46	97.92
153	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA002	NV 440	17958	720	702	3	27.0	3	13.5	40.5	6	6	-22.50	234.00	9.0	94.38	96.25
154	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA003	NV 440	13926	720	684	5	12.2	4	12.8	25.0	9	3	11.00	136.80	2.4	96.53	98.31
155	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA004	NV 560	16616	720	705	1	10.0	3	2.0	12.0	4	2	3.40	704.60	10.0	98.33	98.61
156	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA005	NV 770	11846	720	699	2	28.5	2	8.6	37.1	4	0	-16.10	349.50	14.3	94.95	96.04
157	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA006	NV 1210	15608	720	695	5	47.0	3	6.0	53.0	8	2	-28.20	139.04	9.4	92.64	93.47
158	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA007	NV 440	12471	720	692	4	45.5	3	16.5	62.0	7	2	-34.00	173.00	11.4	91.39	93.68
159	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA008	NV 450	16199	720	705	5	20.5	2	22.0	42.5	7	3	-27.50	141.00	4.1	94.10	97.15
160	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA009	NV 600	16934	720	701	3	8.5	2	8.0	16.5	5	5	2.20	233.77	2.8	97.71	98.82
161	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA010	NV 520	17409	720	693	2	14.0	3	6.5	20.5	5	4	6.50	346.50	7.0	97.15	98.06
162	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA011	NV 600	18352	720	689	2	36.0	5	13.5	49.5	7	6	-18.50	344.50	18.0	93.13	95.00
163	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA012	NV 600	16509	720	700	3	7.0	4	12.3	19.3	7	3	1.10	233.20	2.3	97.32	99.03
164	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA013	NV 250	12411	720	699	4	14.5	1	8.0	22.5	5	4	-1.50	174.75	3.6	96.88	97.99
165	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA014	NV 520	11019	720	677	2	28.0	2	7.5	35.5	4	2	7.50	338.50	14.0	95.07	96.11
166	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA015	NV 560	11373	720	679	4	47.5	5	28.0	75.5	9	5	-34.50	169.75	11.9	89.51	93.40
167	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA016	NV 600	15705	720	701	6	37.0	2	6.8	43.8	8	0	-24.80	116.83	6.2	93.92	94.86
168	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA017	NV 580	12951	720	0	0	0.0	4	8.5	8.5	4	2	711.50	-	0.0	98.82	100.00
169	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA018	NV 970	16580	720	702	3	24.0	2	5.0	29.0	5	1	-11.00	234.00	8.0	95.97	96.67
170	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA019	NV 1040	16553	720	678	6	12.4	1	5.0	17.4	7	5	24.60	113.00	2.1	97.58	98.28
171	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA020	NV 560	15297	720	695	6	46.5	4	67.5	114.0	10	4	-79.40	114.23	7.8	84.17	93.54
172	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA021	NV 460	11077	720	691	1	43.0	4	61.0	104.0	5	0	-75.20	691.20	43.0	85.56	94.03
173	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA022	NV 40	14030	720	692	6	48.5	3	26.0	74.5	9	1	-46.50	115.33	8.1	89.65	93.26
174	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA023	NV 660	11353	720	692	3	16.0	5	8.5	24.5	8	0	3.50	230.67	5.3	96.60	97.78
175	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA024	NV 520	17463	720	702	1	19.0	1	6.0	25.0	2	0	-7.00	702.00	19.0	96.53	97.36
176	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA025	NV 1075	18055	720	683	4	13.6	5	17.3	30.9	9	2	6.10	170.75	3.4	95.71	98.11
177	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA026	NV 500	14587	720	694	1	36.5	3	5.0	41.5	4	2	-15.50	694.00	36.5	94.24	94.93
178	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA027	NV 1140	15027	720	700	1	37.5	5	25.5	63.0	6	3	-43.00	700.00	37.5	91.25	94.79
179	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA028	NV1040	17157	720	695	2	40.0	5	32.0	72.0	7	5	-47.00	347.50	20.0	90.00	94.44
180	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA029	NV 120	16106	720	698	0	0.0	2	34.0	34.0	2	1	-12.00	-	0.0	95.28	100.00
181	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA030	NV 480	14794	720	695	5	33.5	4	16.0	49.5	9	3	-24.50	139.00	6.7	93.13	95.35
182	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA031	NV 700	17357	720	687	2	44.0	1	18.0	62.0	3	3	-29.00	343.50	22.0	91.39	93.89
183	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA032	NV 700	17773	720	694	2	35.5	3	21.0	56.5	5	2	-30.50	347.00	17.8	92.15	95.07
184	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA033	NV 680	17703	720	702	4	17.5	2	16.0	33.5	6	4	-15.50	175.50	4.4	95.35	97.57
185	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA034	NV 580	16260	720	707	0	0.0	4	19.5	19.5	4	2	-6.50	-	0.0	97.29	100.00
186	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA035	NV 60	11681	720	674	3	21.5	2	15.0	36.5	5	2	9.50	224.67	7.2	94.93	97.01
187	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA036	NV 120	11868	720	696	2	8.5	2	35.5	44.0	4	1	-20.00	348.90	4.3	93.89	98.82
188	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-11	VETA 5 A. I I	645.3	720	690	3	23.0	4	8.0	31.0	9	0	109.00	193.33	7.7	95.69	96.81
189	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-12	ACC 5 ESTUVO	586.7	720	611	5	48.5	4	9.5	58.0	9	0	51.00	122.20	9.7	91.94	93.26
190	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-13	RP 086	764.3	720	693	1	46.5	3	22.5	69.0	4	2	-42.00	693.00	46.5	90.42	93.54
191	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-14	NV 770 NORTE	248.6	720	642	1	36.5	1	21.0	57.5	2	2	20.50	642.00	36.5	92.01	94.93
192	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-15	VETA 5	482.6	720	607	4	16.0	2	18.0	34.0	6	5	79.00	151.75	4.0	95.28	97.78
193	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-16	PORVENIR 9	358.1	720	690	2	12.6	1	10.5	23.1	3	4	6.90	345.00	6.3	96.79	98.25
194	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-17	SUR V-5	841.2	720	624	3	34.0	1	12.0	46.0	4	4	50.00	208.00	11.3	93.61	95.28
195	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-18	ENTRADA AL ACC. W.	432.5	720	708	3	23.0	5	16.2	39.2	8	4	-27.20	236.00	7.7	94.56	96.81
196	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-19	NV480ETAPA II	351.4	720	657	2	40.0	3	12.5	52.5	5	2	10.50	328.50	20.0	92.71	94.44
197	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-20	ESPIRAL 53	984.6	720	702	2	8.5	1	5.3	13.8	3	3	4.60	350.80	4.3		

ESCENARIO ACTUAL (SEPTIEMBRE) DE EQUIPOS ELÉCTRICOS - NEXA 2022, ADMINISTRACIÓN DEL BACKLOG

Item	Descripción del equipo	Tag	Ubicación	HOROM ACTUALES	Hrs. Calendario	Hrs. de Operación	N° de Mttos. Correctivos	Hrs. totales de Mtto. Correctivo	N° de Mttos. Preventivos	Backlog Total	Hrs. Totales de Mto. (RM, PM, PA, PJ, MC) Equipo parado		Ordenes de Trabajo	Backlog Listo	Tiempo medio entre fallas	Tiempo medio de reparación	Indices de Gestión		
											BI T.	HTMN					OT's	BI L.	MTBF
	EQUIPO	TAG	UBICACIÓN	HOR. ACT	HCAL	HROP	NTMC	HTMC	NTMP	BI T.	HTMN	OT's	BI L.	MTBF	MTTR	DISP	DISP fc	FC = 15%	
1	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-43	NV +100	8698.6	720	595.0	1	3.0	1	9.0	12.0	2	1	595.00	3.0	98.33	99.58	2.00	
2	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-44	Nv 450	16754.3	720	647.0	3	3.0	2	4.0	7.0	5	1	215.67	1.0	99.03	99.58	0.50	
3	VENTILADOR PRINCIPAL	AT-VE-74	NV +100	98753.7	720	581.0	3	3.5	1	5.0	8.5	4	0	193.67	1.2	98.82	99.51	2.00	
4	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-82	Nv -680	75645.5	720	672.0	3	2.5	2	6.5	9.0	5	1	224.00	0.8	98.75	99.65	1.00	
5	VENTILADOR PRINCIPAL	AT-VE-88	NV 20 Don Ernesto	35818.0	720	584.0	1	1.5	1	8.5	10.0	2	1	584.00	1.5	98.61	99.79	1.00	
6	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-95	NV. 3630 (Ex -440)	21385.2	720	556.0	3	2.5	2	7.5	10.0	5	1	185.33	0.8	98.61	99.65	0.50	
7	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-100	NV 660 Bodega	28930.5	720	624.0	2	1.5	1	3.5	5.0	3	0	312.00	0.8	99.31	99.79	0.00	
8	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-106	NV +140	27978.0	720	533.0	2	4.0	1	9.0	13.0	3	1	266.50	2.0	98.19	99.44	2.00	
9	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-107	NV 4150 (+80)	99888.0	720	629.0	2	3.5	2	5.0	8.5	4	1	314.50	1.8	98.82	99.51	0.50	
10	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-110	NV 4150 (+80)	30784.8	720	662.0	2	1.5	3	8.0	9.5	5	2	331.00	0.8	98.68	99.79	0.50	
11	VENTILADOR PRINCIPAL	EP-VE-116	NV. 4170 (+100)	93795.6	720	554.0	2	2.5	2	5.0	7.5	4	1	277.00	1.3	98.96	99.65	1.00	
12	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-07	Nv. -100 Veta AM	74137.0	720	568.0	3	1.5	1	6.5	8.0	4	1	189.33	0.5	98.89	99.79	1.50	
13	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-16	NV. 4120 cámara	132979.5	720	685.0	3	3.5	1	5.5	9.0	4	0	228.33	1.2	98.75	99.51	2.00	
14	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-48	Nv. 3630 (-440) SUR	30583.9	720	657.0	3	4.5	1	9.0	13.5	4	1	219.00	1.5	98.13	99.38	1.50	
15	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-49	Nv (-)280 Norte	32010.8	720	680.0	2	3.5	1	6.5	10.0	3	1	340.00	1.8	98.61	99.51	0.00	
16	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-50	NV. 4150 (Ex +80)	12303.3	720	563.0	1	1.5	3	3.0	4.5	4	1	563.00	1.5	99.38	99.79	1.50	
17	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-51	NV. 3290 (Ex - 780)	100774.7	720	666.0	2	5.0	3	5.5	10.5	5	1	333.00	2.5	98.54	99.31	0.50	
18	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-54	NV. 3970 SSEE P2	103550.1	720	528.0	2	4.5	2	8.5	13.0	4	1	264.00	2.3	98.19	99.38	2.00	
19	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-55	NV.3120 (Ex - 950) N	105749.5	720	675.0	1	3.5	3	9.5	13.0	4	2	675.00	3.5	98.19	99.51	1.00	
20	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-57	Nv. 3970	118680.4	720	531.0	3	4.0	2	4.0	8.0	5	1	177.00	1.3	98.89	99.44	0.00	
21	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-58	NV. 3100 P9 (Ex -970)	125376.7	720	584.0	2	3.0	3	8.0	11.0	5	2	292.00	1.5	98.47	99.58	0.50	
22	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-59	NV 940 OP5	80093.9	720	658.0	2	4.0	1	6.5	10.5	3	1	329.00	2.0	98.54	99.44	1.50	
23	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-60	Nv. 280 ex ssee	17872.8	720	545.0	2	2.5	3	7.5	10.0	5	2	272.50	1.3	98.61	99.65	0.00	
24	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-63	Nv. 440 sur	19702.2	720	585.0	2	4.0	3	2.5	6.5	5	1	292.50	2.0	99.10	99.44	2.00	
25	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-64	NV. 3120 (Ex - 950) N	18833.4	720	580.0	1	2.5	1	9.0	11.5	2	1	580.00	2.5	98.40	99.65	0.50	
26	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-65	NV.3750 (-320)	127122.6	720	607.0	2	4.5	3	7.5	12.0	5	2	303.50	2.3	98.33	99.38	2.00	
27	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-66	NV +50	35945.1	720	580.0	2	5.0	1	5.5	10.5	3	0	290.00	2.5	98.54	99.31	0.50	
28	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-67	NIVEL +170	123105.9	720	556.0	2	2.5	2	4.0	6.5	4	1	278.00	1.3	99.10	99.65	2.00	
29	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-68	NV +100	39054.2	720	637.0	3	4.0	1	4.5	8.5	4	0	212.33	1.3	98.82	99.44	0.50	
30	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-76	NIVEL +170	74110.7	720	651.0	2	3.5	2	7.5	11.0	4	1	325.50	1.8	98.47	99.51	1.00	
31	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-77	Nv (-)100 Porvenir 2	104757.1	720	612.0	1	2.0	2	9.5	11.5	3	2	612.00	2.0	98.40	99.72	1.50	
32	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-81	Nv (-)600 Norte	66473.0	720	547.0	3	3.0	1	5.5	8.5	4	0	182.33	1.0	98.82	99.58	2.00	
33	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-83	Nv.(-)620	81049.9	720	655.0	2	2.0	2	9.0	11.0	4	2	327.50	1.0	98.47	99.72	0.50	
34	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-92	NV 320	36659.4	720	529.0	2	2.5	2	10.0	12.5	4	2	264.50	1.3	98.26	99.65	1.00	
35	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-93	Nv.3035 P9	11981.7	720	688.0	3	4.5	2	4.5	9.0	5	1	229.33	1.5	98.75	99.38	0.00	
36	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-94	Nv 460 norte	12208.6	720	640.0	2	4.0	3	2.5	6.5	5	1	320.00	2.0	99.10	99.44	1.50	
37	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-103	NV - 770	16887.1	720	633.0	1	2.0	3	4.5	6.5	4	1	633.00	2.0	99.10	99.72	2.00	
38	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-99	NV. 3630 N OP2 (Ex -	109940.2	720	669.0	2	5.0	2	6.5	11.5	4	1	334.50	2.5	98.40	99.31	2.00	
39	VENTILADOR SECUNDARIO	AT-VE-100	NIV 440 SUR	92579.1	720	599.0	3	1.5	2	9.0	10.5	5	2	199.67	0.5	98.54	99.79	1.00	
40	VENTILADOR SECUNDARIO	AT-VE-113	NV 420 TJ 1204	68201.7	720	576.0	1	2.0	3	7.5	9.5	4	2	576.00	2.0	98.68	99.72	2.00	
41	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-102	Nv. 3100 P09 RB6	45127.5	720	669.0	2	3.0	1	10.0	12.0	3	1	334.50	1.0	98.33	99.72	0.50	
42	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-104	v 660 bodega de ventilacid	15436.9	720	702.0	1	2.5	1	4.5	8.0	2	0	702.00	3.5	98.89	99.51	2.00	
43	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-105	NV. 1205 espiral 35	14465.6	720	576.0	3	1.5	1	2.0	3.5	4	0	192.00	0.5	99.51	99.79	2.00	
44	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-108	Nv. 340 CHIMIENEA	11312.4	720	550.0	3	3.0	2	2.0	5.0	5	0	183.33	1.0	99.31	99.58	1.50	
45	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-109	NV -340	17149.8	720	561.0	3	4.0	1	3.0	7.0	4	0	187.00	1.3	99.03	99.44	0.00	
46	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-111	Nv. 3100 P09	11228.0	720	560.0	3	4.5	1	3.0	7.5	4	0	183.33	1.5	98.96	99.38	2.00	
47	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-112	Nv (-)660 Exito	13360.3	720	650.0	3	1.5	1	2.5	4.0	4	0	216.67	0.5	99.44	99.79	1.50	
48	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-113	NV -940	99674.9	720	510.0	2	4.5	3	4.5	9.0	5	1	255.00	2.3	98.75	99.38	0.00	
49	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-114	Nv. 4030	64506.3	720	686.0	2	2.5	3	9.0	11.5	5	2	343.00	1.3	98.40	99.65	2.00	
50	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-119	NV. 4150(Ex +80)	9723.6	720	612.0	3	4.0	3	7.5	11.5	6	2	204.00	1.3	98.40	99.44	0.50	
51	VENTILADOR SECUNDARIO	EP-VE-132	Nv. 3090 (Ex 980)	9726.8	720	535.0	2	3.5	2	2.0	5.5	4	0	267.50	1.8	99.24	99.51	1.00	
52	BOMBEO PRIMARIO	BPSUMERG_07	NV.150 / RP-697	6425.9	720	701.0	3	2.0	1	6.5	8.5	4	1	233.67	0.7	98.82	99.72	2.00	
53	BOMBEO PRIMARIO	BPSUMERG_08	NV 200 RP-960	8270.4	720	652.0	2	4.5	3	8.5	13.0	5	2	326.00	2.3	98.19	99.38	1.00	
54	BOMBEO PRIMARIO	BPSUMERG_09	NV. 250	7895.4	720	685.0	1	5.0	2	4.5	9.5	3	1	685.00	5.0	98.68	99.31	1.50	
55	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG_04	NV 200 / RP-960	8206.3	720	553.0	3	1.5	1	8.0	9.5	4	1	184.33	0.5	98.68	99.79	1.50	
56	BOMBEO PRIMARIO	BPESTAC_05	NV 200 RP-960	7990.6	720	602.0	1	5.0	2	4.0	9.0	3	1	602.00	5.0	98.75	99.31	1.50	
57	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG_03	NV 200 RP-960	6820.5	720	651.0	3	2.0	2	2.5	4.5	5	0	217.00	0.7	99.38	99.72	1.50	
58	BOMBEO PRIMARIO	BPESTAC_06	NV 200 / RP-960	7306.3	720	577.0	3	4.0	3	9.0	13.0	6	2	192.33	1.3	98.19	99.44	0.50	
59	BOMBEO SECUNDARIO	BSSUMERG_12	NV.150	7240.0	720	553.0	2	2.0	3	8.0	10.0	5	2	276.50	1.0	98.61	99.72	1.50	
60	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG_05	NV.940	7661.2	720	600.0	1	2.0	3	5.0	7.0	4	1	600.00	2.0	99.03	99.72	0.50	

61	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG 06	NV 480	10517.7	720	527.0	1	2.0	1	9.5	11.5	2	1	527.00	2.0	98.40	99.72	1.50
62	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG 07	NV 300	11961.1	720	685.0	1	1.5	1	8.5	10.0	2	1	685.00	1.5	98.61	99.79	0.00
63	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG 08	NV 200	9472.0	720	552.0	2	4.5	2	2.5	7.0	4	0	276.00	2.3	99.03	99.38	2.00
64	BOMBEO SECUNDARIO	BSSUMERG 13	NV 120	6236.3	720	540.0	2	4.0	2	3.5	7.5	4	1	270.00	2.0	98.96	99.44	1.50
65	BOMBEO SECUNDARIO	BSSUMERG 14	NV 1205	7383.7	720	619.0	3	2.5	2	6.5	9.0	5	1	206.33	0.8	98.75	99.65	0.50
66	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG 09	NV 770	8077.7	720	680.0	3	3.5	2	4.5	8.0	5	1	226.67	1.2	98.89	99.51	0.50
67	BOMBEO AUXILIAR	BAESTA_03	NV 590 HIDRO	10058.5	720	568.0	1	1.5	1	3.0	4.5	2	0	568.00	1.5	99.38	99.79	1.50
68	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG 10	NV 630 T/E SUPERF.	13143.7	720	678.0	2	5.0	3	9.0	14.0	5	2	339.00	2.5	98.06	99.31	1.50
69	BOMBEO AUXILIAR	BASUMERG 11	NV 630 TUNEL	8211.2	720	585.0	3	2.5	3	9.5	12.0	6	2	195.00	0.8	98.33	99.65	0.50
70	BOMBEO SECUNDARIO	BSESTA_04	NV 630	12037.0	720	656.0	3	1.5	3	5.5	7.0	6	1	218.67	0.5	99.03	99.79	1.00
71	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #01	TALLR NV+100	6416.7	720	649.0	3	3.5	1	5.5	9.0	4	0	216.33	1.2	98.75	99.51	0.50
72	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #02	TALLR NV+50	6938.4	720	567.0	3	4.5	3	10.0	14.5	6	3	189.00	1.5	97.99	99.38	2.00
73	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #03	TALLR NV120	6651.0	720	535.0	2	3.5	2	3.5	7.0	4	1	267.50	1.8	99.03	99.51	1.50
74	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #04	TALLR NV300	6158.7	720	647.0	2	3.0	2	10.0	13.0	4	2	323.50	1.5	98.19	99.58	0.00
75	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #05	TALLR NV480	7020.5	720	661.0	1	3.0	3	8.0	11.0	4	2	661.00	3.0	98.47	99.58	2.00
76	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #06	TALLR NV560	5942.8	720	536.0	2	3.5	1	3.0	6.5	3	0	268.00	1.8	99.10	99.51	2.00
77	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #07	TALLR NV480	7034.1	720	705.0	1	2.0	1	2.0	4.0	2	0	705.00	2.0	99.44	99.72	1.50
78	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #08	TALLR NV770	6576.0	720	560.0	1	1.5	1	2.5	4.0	2	0	560.00	1.5	99.44	99.79	1.00
79	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #09	TALLR NV+1245	6602.6	720	598.0	2	3.0	2	4.5	7.5	4	1	299.00	1.5	98.96	99.58	1.00
80	COMPRESOR DE AIRE	SPLMRCAT #10	TALLR NV/PROFUND	5708.8	720	541.0	3	2.5	1	5.0	7.5	4	0	180.33	0.8	98.96	99.65	1.50
81	SUBESTACION MINA	EP - NORTE - POT	CASA FUERZA	36737.0	720	720.0	0	0.1	0	0.0	0.1	0	0	0.00	0.1	99.99	99.99	0.50
82	SUBESTACION MINA	E N° 01 PRINCIPAL	S.E. N° 01	52819.4	720	720.0	0	0.1	0	0.0	0.1	0	0	0.00	0.1	99.99	99.99	1.00
83	SUBESTACION MINA	SEP-ESTE - POT.	SHUJCSHAPAJ	56689.1	720	720.0	0	0.0	1	0.8	0.8	1	0	0.00	0.0	99.89	100.00	1.50
84	SUBESTACION MINA	SEM - 5901	NV 590	30712.4	720	582.0	3	1.5	3	10.0	11.5	6	3	194.00	0.5	98.40	99.79	1.50
85	SUBESTACION MINA	SEM - 4901	490 CR 496 S.E. ELEVADO	45708.6	720	637.0	2	2.5	1	8.0	10.5	3	1	318.50	1.3	98.54	99.65	1.50
86	SUBESTACION MINA	SEM - 4902	NV 490 CR 496	60986.7	720	576.0	1	5.0	3	2.0	7.0	4	1	576.00	5.0	99.03	99.31	0.00
87	SUBESTACION MINA	SEM - 4401	NV 440 CR 496 TJ 346	58677.9	720	595.0	2	3.0	2	4.5	7.5	4	1	297.50	1.5	98.96	99.58	0.00
88	SUBESTACION MINA	SEM - 4402	NV 440 CR 645	32783.7	720	648.0	2	2.0	3	6.5	8.5	5	2	324.00	1.0	98.82	99.72	1.50
89	SUBESTACION MINA	SEM - 3802	NV 380 CR 943-1	55616.1	720	546.0	2	4.0	1	6.0	10.0	3	1	273.00	2.0	98.61	99.44	1.50
90	SUBESTACION MINA	SEM - 3803	NV 380 CR 943-2	71171.4	720	696.0	1	4.5	2	8.5	13.0	3	1	696.00	4.5	98.19	99.38	1.00
91	SUBESTACION MINA	SEM - 3805	NV 380 CR 838	42219.8	720	568.0	1	3.0	2	4.5	7.5	3	1	568.00	3.0	98.96	99.58	0.00
92	SUBESTACION MINA	SEM - 3806	NV 380 RP(+) 663	68132.2	720	622.0	2	4.0	2	5.5	9.5	4	1	311.00	2.0	98.68	99.44	0.50
93	SUBESTACION MINA	SEM - 3807	NV 380 RP(-) 709	47457.5	720	578.0	2	4.0	1	6.0	10.0	3	1	289.00	2.0	98.61	99.44	1.00
94	SUBESTACION MINA	SEM - 3401	NV 340 TALLER AESA	67169.5	720	611.0	1	3.5	2	2.0	5.5	3	0	611.00	3.5	99.24	99.51	2.00
95	SUBESTACION MINA	SEM - 3001	NV 300 RP(-) 612	58678.8	720	675.0	3	3.0	3	3.0	6.0	6	1	225.00	1.0	99.17	99.58	0.00
96	SUBESTACION MINA	SEM - 3002	NV 300 CR 830	35023.1	720	670.0	3	2.0	1	9.5	11.5	4	1	223.33	0.7	98.40	99.72	0.50
97	SUBESTACION MINA	SEM - 3003	NV 300 CR 488	33204.3	720	667.0	1	5.0	3	7.0	12.0	4	2	667.00	5.0	98.33	99.31	0.50
98	SUBESTACION MINA	SEM - 3004	NV 300 CR 580	40887.5	720	584.0	2	4.5	3	5.5	10.0	5	1	292.00	2.3	98.61	99.38	1.50
99	SUBESTACION MINA	SEM - 3005	NV 300	39924.2	720	631.0	2	4.5	3	7.0	11.5	5	2	315.50	2.3	98.40	99.38	1.50
100	SUBESTACION MINA	SEM - 3007	NV 300 NORTE	32503.0	720	646.0	1	2.5	2	9.5	12.0	3	2	646.00	2.5	98.33	99.65	0.50
101	SUBESTACION MINA	SEM - 2501	250 RP 035 TALLER EPIRC	61828.2	720	702.0	2	3.0	3	10.0	13.0	5	3	351.00	1.5	98.19	99.58	1.00
102	SUBESTACION MINA	SEM - 2001	NV 200 RP (-)960	53637.1	720	546.0	1	4.5	2	6.5	11.0	3	1	546.00	4.5	98.47	99.38	0.50
103	SUBESTACION MINA	SEM - 2002	NV 200 CR 560	32463.4	720	679.0	1	3.0	2	6.0	9.0	3	1	679.00	3.0	98.75	99.58	1.50
104	SUBESTACION MINA	SEM - 2003	NV 200 TJ 820	45553.0	720	598.0	3	3.5	2	7.5	11.0	5	1	199.33	1.2	98.47	99.51	1.00
105	SUBESTACION MINA	SEM - 2004	NV 200 CR 660	42831.3	720	681.0	1	2.0	1	3.5	5.5	2	0	681.00	2.0	99.24	99.72	0.50
106	SUBESTACION MINA	SEM - 2005	NV 200 CR 701	53631.1	720	607.0	1	2.0	3	8.5	10.5	4	2	607.00	2.0	98.54	99.72	0.50
107	SUBESTACION MINA	SEM - 2006	NV 200 RP (+) 662	59498.2	720	682.0	3	3.0	2	9.0	12.0	5	2	227.33	1.0	98.33	99.58	1.50
108	SUBESTACION MINA	SEM - 2007	NV 200 CR 701	43252.8	720	533.0	3	3.0	1	10.0	13.0	4	1	177.67	1.0	98.19	99.58	0.00
109	SUBESTACION MINA	SEM - 2008	NV 200 CR 900	47033.3	720	612.0	1	2.0	2	3.0	5.0	3	1	612.00	2.0	99.31	99.72	2.00
110	SUBESTACION MINA	SEM - 2009	NV 200 RP (+) 660	65939.6	720	697.0	3	2.5	2	5.0	7.5	5	1	232.33	0.8	98.96	99.65	0.50
111	SUBESTACION MINA	SEM - 2011	NV 200 RP 035	46026.8	720	614.0	2	5.0	3	5.0	10.0	5	1	307.00	2.5	98.61	99.31	1.00
112	SUBESTACION MINA	SEM - 1501	NV 150 RP (-) 660	31010.6	720	669.0	2	3.5	2	7.5	11.0	4	1	334.50	1.8	98.47	99.51	1.50
113	SUBESTACION MINA	SEM - 1502	NV 150 RP (-) 661	59888.8	720	610.0	1	4.0	2	6.5	10.5	3	1	610.00	4.0	98.54	99.44	0.00
114	SUBESTACION MINA	SEM - 1503	NV 150 BP 665	54746.6	720	696.0	3	4.0	3	8.0	12.0	6	2	232.00	1.3	98.33	99.44	2.00
115	SUBESTACION MINA	SEM - 1504	NV 150 RP (-) 697	59391.0	720	635.0	1	2.0	2	4.5	6.5	3	1	635.00	2.0	99.10	99.72	0.50
116	SUBESTACION MINA	SEM - 1505	NV 150 RP (-) 683	70458.4	720	634.0	1	2.0	3	9.0	11.0	4	2	634.00	2.0	98.47	99.72	0.50
117	SUBESTACION MINA	SEM - 1001	NV 100 BP 661	54769.1	720	670.0	2	5.0	3	5.0	10.0	5	1	335.00	2.5	98.61	99.31	0.50
118	SUBESTACION MINA	SEM - 1002	NV 100 CR 796	58088.7	720	632.0	1	3.0	2	5.0	8.0	3	1	632.00	3.0	98.89	99.58	2.00
119	SUBESTACION MINA	SEM - 1003	NV 100 BP 651	32354.1	720	674.0	1	5.0	3	9.5	14.5	4	2	674.00	5.0	97.99	99.31	1.50
120	GRUPO ELECTROGENO	GEMR # 05	S.E PRINCIPAL/ NEXA	5206.1	720	647.0	1	4.5	3	5.0	9.5	4	1	647.00	4.5	98.68	99.38	0.50
121	GRUPO ELECTROGENO	GEMR # 02	SS.EE N°1 / NORTE	5200.7	720	660.0	1	3.5	1	6.0	9.5	2	1	660.00	3.5	98.68	99.51	1.00
122	GRUPO ELECTROGENO	GEMR # 06	NV+100 ETAPA I	4918.5	720	579.0	1	4.5	3	8.5	13.0	4	2	579.00	4.5	98.19	99.38	0.50
123	GRUPO ELECTROGENO	GEMR # 04	NV480ETAPA II	6414.7	720	720.0	2	2.0	1	2.5	4.5	3	0	360.00	1.0	99.38	99.72	0.50
124	GRUPO ELECTROGENO	GEMR # 03	NV770	6112.5	720	560.0	3	2.5	1	8.5	11.0	4	1	186.67	0.8	98.47	99.65	1.50
125	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/01	NV 1250	19725.6	720	671.0	2	24.0	1	7.0	31.0	3	1	335.50	12.0	95.69	96.67	0.50

126	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/02	NV 500	21276.9	720	595.0	2	4.0	1	9.5	13.5	3	1	297.50	2.0	98.13	99.44	0.00
127	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/03	NV 300	14981.4	720	659.0	1	4.0	1	10.0	14.0	2	1	659.00	4.0	98.06	99.44	0.00
128	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/04	NV +100N	17486.2	720	600.0	2	2.0	2	8.5	10.5	4	1	300.00	1.0	98.54	99.72	1.50
129	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/05	NV 100	22532.7	720	642.0	1	3.5	2	9.0	12.5	3	2	642.00	3.5	98.26	99.51	1.50
130	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/06	NV 60	18110.5	720	657.0	1	4.5	3	2.5	7.0	4	1	657.00	4.5	99.03	99.38	2.00
131	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/07	NV 20	19028.9	720	632.0	2	3.5	3	4.5	8.0	5	1	316.00	1.8	98.89	99.51	2.00
132	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/08	NV 700	19760.7	720	530.0	2	1.5	2	9.0	10.5	4	2	265.00	0.8	98.54	99.79	2.00
133	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/09	NV 590	16616.7	720	714.0	1	1.5	3	2.0	3.5	4	1	714.00	1.5	99.51	99.79	0.00
134	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/10	NV 60+	18996.9	720	669.0	2	3.5	3	6.5	10.0	5	2	334.50	1.8	98.61	99.51	0.00
135	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/11	NV 50 +	14374.6	720	668.0	2	3.0	3	2.0	5.0	5	1	334.00	1.5	99.31	99.58	0.00
136	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/12	NV 50 +	18167.8	720	632.0	2	2.0	3	2.0	4.0	5	1	316.00	1.0	99.44	99.72	1.00
137	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/13	NV 90+	14772.7	720	689.0	2	4.0	1	7.5	11.5	3	1	344.50	2.0	98.40	99.44	0.50
138	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/14	NV 90+	18936.0	720	720.0	2	4.5	1	5.5	10.0	3	0	360.00	2.3	98.61	99.38	0.00
139	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/15	NV 1280	19401.1	720	685.0	2	3.0	1	4.5	7.5	3	0	342.50	1.5	98.96	99.58	1.50
140	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/16	NV 40	15734.4	720	644.0	3	2.0	2	8.5	10.5	5	1	214.67	0.7	98.54	99.72	2.00
141	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/17	NV 100	17706.1	720	641.0	2	2.0	3	7.0	9.0	5	2	320.50	1.0	98.75	99.72	2.00
142	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/18	NV 100	22275.6	720	621.0	2	3.5	1	10.0	13.5	3	1	310.50	1.8	98.13	99.51	0.50
143	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/19	NV 970/660	17762.1	720	588.0	2	4.0	2	7.5	11.5	4	1	294.00	2.0	98.40	99.44	2.00
144	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/20	NV 20	21480.3	720	666.0	3	5.0	2	3.5	8.5	5	1	222.00	1.7	98.82	99.31	2.00
145	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/21	NV 480	17030.7	720	551.0	3	3.0	3	5.0	8.0	6	1	183.67	1.0	98.89	99.58	1.00
146	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/22	NVPROFUND	20757.6	720	592.0	2	5.0	1	2.0	7.0	3	0	296.00	2.5	99.03	99.31	0.50
147	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/23	NV 80+	20762.3	720	583.0	2	3.5	3	9.5	13.0	5	2	291.50	1.8	98.19	99.51	1.50
148	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/24	NV 100	17793.8	720	557.0	2	1.5	3	9.0	10.5	5	2	278.50	0.8	98.54	99.79	0.50
149	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/25	NV 100	17985.6	720	589.0	2	3.0	2	4.0	7.0	4	1	294.50	1.5	99.03	99.58	0.50
150	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/26	NV 560	23236.0	720	585.0	2	4.0	1	4.5	8.5	3	0	292.50	2.0	98.82	99.44	1.00
151	TABLERO PRINCIPAL	TP-CIA/27	NV 440	21177.7	720	613.0	1	3.0	1	3.0	6.0	2	0	613.00	3.0	99.17	99.58	1.50
152	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA001	NV 80	19524.5	720	561.0	1	5.0	1	3.5	8.5	2	0	561.00	5.0	98.82	99.31	1.50
153	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA002	NV 440	22836.7	720	568.0	1	1.5	1	8.0	9.5	2	1	568.00	1.5	98.68	99.79	0.50
154	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA003	NV 440	18464.5	720	675.0	2	1.5	3	2.0	3.5	5	1	337.50	0.8	99.51	99.79	0.00
155	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA004	NV 560	21507.1	720	545.0	1	1.5	2	4.5	6.0	3	1	545.00	1.5	99.17	99.79	2.00
156	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA005	NV 770	16587.2	720	651.0	2	4.5	1	7.5	12.0	3	1	325.50	2.3	98.33	99.38	0.00
157	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA006	NV 1210	20450.2	720	550.0	2	2.0	1	5.5	7.5	3	0	275.00	1.0	98.96	99.72	1.00
158	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA007	NV 440	17521.9	720	685.0	2	2.0	3	5.5	7.5	5	1	342.50	1.0	98.96	99.72	0.50
159	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA008	NV 450	21209.0	720	654.0	1	4.0	2	9.0	13.0	3	2	654.00	4.0	98.19	99.44	1.00
160	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA009	NV 600	21484.8	720	537.0	3	4.5	2	6.5	11.0	5	1	179.00	1.5	98.47	99.38	0.50
161	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA010	NV 520	22166.3	720	678.0	2	3.0	3	4.0	7.0	5	1	339.00	1.5	99.03	99.58	2.00
162	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA011	NV 600	23466.0	720	674.0	1	1.5	3	5.0	6.5	4	1	674.00	1.5	99.10	99.79	2.00
163	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA012	NV 600	21499.6	720	641.0	2	3.5	1	6.5	10.0	3	1	320.50	1.8	98.61	99.51	1.00
164	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA013	NV 250	17258.2	720	553.0	2	4.5	1	2.5	7.0	3	0	276.50	2.3	99.03	99.38	1.00
165	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA014	NV 520	16062.8	720	543.0	3	4.0	2	2.0	6.0	5	0	181.00	1.3	99.17	99.44	2.00
166	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA015	NV 560	16276.3	720	525.0	1	5.0	3	7.0	12.0	4	2	525.00	5.0	98.33	99.31	2.00
167	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA016	NV 600	20407.1	720	602.0	3	1.5	2	3.5	5.0	5	1	200.67	0.5	99.31	99.79	1.50
168	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA017	NV 580	17892.3	720	632.0	1	4.5	3	5.0	9.5	4	1	632.00	4.5	98.68	99.38	1.50
169	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA018	NV 970	21334.9	720	621.0	1	1.5	1	3.0	4.5	2	0	621.00	1.5	99.38	99.79	0.50
170	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA019	N 1040	21284.7	720	638.0	3	4.5	2	4.5	9.0	5	1	212.67	1.5	98.75	99.38	1.00
171	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA020	NV 560	19837.1	720	547.0	3	4.5	3	3.0	7.5	6	1	182.33	1.5	98.96	99.38	1.00
172	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA021	NV 460	16039.9	720	583.0	1	3.0	2	4.0	7.0	3	1	583.00	3.0	99.03	99.58	0.00
173	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA022	NV 40	19146.5	720	652.0	1	1.5	3	8.0	9.5	4	2	652.00	1.5	98.68	99.79	1.00
174	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA023	NV 660	16103.2	720	644.0	2	2.5	2	7.0	9.5	4	1	322.00	1.3	98.68	99.65	1.50
175	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA024	NV 520	22103.0	720	699.0	3	2.5	3	6.0	8.5	6	2	233.00	0.8	98.82	99.65	2.00
176	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA025	NV 1075	22691.5	720	646.0	3	4.5	1	5.5	10.0	4	0	215.33	1.5	98.61	99.38	1.00
177	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA026	NV 500	19439.0	720	585.0	2	5.0	1	2.5	7.5	3	0	292.50	2.5	98.96	99.31	0.00
178	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA027	NV 1140	19702.6	720	627.0	1	4.5	3	4.0	8.5	4	1	627.00	4.5	98.82	99.38	2.00
179	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA028	NV1040	22442.6	720	529.0	1	2.0	3	5.5	7.5	4	1	529.00	2.0	98.96	99.72	2.00
180	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA029	NV 120	20686.3	720	705.0	2	3.5	1	4.0	7.5	3	0	352.50	1.8	98.96	99.51	1.00
181	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA030	NV 480	19954.3	720	636.0	1	4.0	1	3.0	7.0	2	0	636.00	4.0	99.03	99.44	0.50
182	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA031	NV 700	22105.5	720	536.0	2	2.0	2	5.0	7.0	4	1	268.00	1.0	99.03	99.72	1.00
183	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA032	NV 700	22762.8	720	564.0	1	3.0	1	9.0	12.0	2	1	564.00	3.0	98.33	99.58	1.50
184	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA033	NV 680	22253.9	720	607.0	2	3.0	3	5.0	8.0	5	1	303.50	1.5	98.89	99.58	0.00
185	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA034	NV 580	21384.8	720	592.0	2	4.0	1	6.5	10.5	3	1	296.00	2.0	98.54	99.44	2.00
186	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA035	NV 60	16525.9	720	664.0	3	1.5	1	7.0	7.5	4	1	221.33	0.5	98.96	99.79	0.00
187	TABLERO DISTRIBUCIÓN	TD-CIA036	NV 120	16473.4	720	665.0	3	3.0	3	2.0	8.0	6	1	221.67	1.0	98.89	99.58	0.00
188	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-11	VEA 5 A. I I	5641.7	720	596.0	3	5.0	2	5.5	6.5	5	0	198.67	1.3	99.10	99.44	2.00
189	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-12	ACC 5 ESTUVO	5612.2	720	683.0	1	5.0	1	5.0	10.0	2	0	683.00	5.0	98.61	99.31	2.00
190	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-13	RP 086	5358.9	720	616.0	3	2.0	3	10.0	12.0	6	3	205.33	0.7	98.33	99.72	0.50
191	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-14	NV 770 NORTE	5149.1	720	665.0	1	1.5	1	3.0	4.5	2	0	665.00	1.5	99.38	99.79	1.50
192	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-15	VEA 5	5038.2	720	552.0	2	1.5	2	3.0	4.5	4	1	276.00	0.8	99.38	99.79	0.00
193	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-16	PORVENIR 9	5187.7	720	706.0	3	5.0	1	3.0	8.0	4	0	235.33	1.7	98.89	99.31	0.50
194	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-17	SUR V-5	5911.8	720	631.0	1	3.0	1	4.0	7.0	2	0	531.00	3.0	99.03	99.58	0.50
195	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-18	ENTRADA AL ACC. W.	5591.2	720	632.0	3	4.0	2	3.0	9.0	5	1	210.67	1.3	98.75	99.44	1.50
196	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-19	NV480ETAPA II	4883.7	720	638.0	3	1.5	3	8.5	10.0	6	2	212.67	0.5	98.61	99.79	1.00
197	UNIDAD HIDRAULICA	UNDH-20	ESPIRAL 53	6110.6	720	672.0	3	1.5	3									

ANEXO 4
PLAN DE MANTENIMIENTO

dentro de los ciclos de mejora continua, balance riesgo, costo y desempeño, buscando alinearse completamente a los objetivos, metas y políticas de Gestión de Activos que establece los estándares ISO 55001 y PAS 55, véase figura 2.

Este modelo (MGS) ha sido constituido tomando como base las siguientes referencias:

Referente	Referencia
PAS55	<ul style="list-style-type: none"> • Marco general a partir del cual los demás elementos son organizados.
ISO9000	<ul style="list-style-type: none"> • Contexto de Gestión de Calidad
ISO 14224	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuración de la Información, nomenclatura y regulación de prácticas de registro de datos.
API580	<ul style="list-style-type: none"> • Conceptos de evaluación de los riesgos y frecuencia de ocurrencia. • Evaluación de criticidad de equipos, evaluación de repuestos críticos, matriz de evaluación del riesgo para los procesos de FMEA y RCM, análisis de historiales identificando los eventos críticos (tanto los repetitivos, como los emergentes) y finalmente en el proceso de planificación para determinar la prioridad de las intervenciones. Sintetiza la evaluación de riesgo en una única matriz aplicada a los procesos de la gestión de activos, promoviendo la unificación de criterios, asegurando su aplicación por su estructura simple de fácil comprensión.
SAE 1011, 1012, 1739,	<ul style="list-style-type: none"> • Directrices para el desarrollo de análisis de confiabilidad (RCM, FMEA). Propone una estructura de información que parte de los sistemas y subsistemas, hasta llegar a los componentes, elemento principal de trabajo para confiabilidad. • Valoración de impacto, falla total o parcial, en las funciones de los sistemas. Utiliza la nomenclatura y taxonomía de la norma ISO 14224, mostrando así su interrelación. Estas normas son utilizadas adicionalmente para la evaluación de repuestos, niveles de reaprovisionamiento y sección de métodos de reposición
API 770	<ul style="list-style-type: none"> • Lineamientos principales, para gestionar la eliminación y mitigación del error humano. • La interpretación de esta norma lleva como resultado una serie de acciones, que abarcan puntos desarrollados, específicamente en esta propuesta, como lo son los procedimientos operativos, entrenamiento, planes de capacitación.

Figura 2 Normativas de Mantenimiento.

La utilización de la Norma PAS 55 nos ha permitido integrar los requerimientos de **Confiabilidad de Equipos, Confiabilidad Humana y Confiabilidad de Procesos** en un Modelo Integral de Gestión, que establece, además, los mecanismos de relación con las áreas de Operación e Ingeniería, para

constituir una adecuada Gestión Integral de Activos basada en las Políticas de Operación y Mantenimiento.

Diseñamos una propuesta identificando los procesos críticos de gestión y los especificamos con el objetivo de que los equipos alcancen y superen los requerimientos de disponibilidad, confiabilidad y eficiencia operativa propuesta y nuestras labores logren una adecuada productividad en mina. Para ello implementaremos las siguientes técnicas de ingeniería de mantenimiento:

- ✓ Especificación detalla del Ciclo de Administración del Trabajo (CAT) con su correspondiente matriz de responsabilidades.
- ✓ Mejora del Planeamiento y Programación
- ✓ Análisis de Causa Raíz (RCA)
- ✓ Mantenimiento Basado en Condición (CBM)
- ✓ Optimización de Planes de Mantenimiento
- ✓ Medición y mejora del backlog

Dándole un mayor énfasis a las actividades preventivas y de diagnóstico tales como:

- ✓ Cuidado Básico de Equipos
- ✓ Entrega de Turnos
- ✓ Inspecciones
- ✓ Monitoreo de Condiciones
- ✓ Pruebas
- ✓ Ajustes
- ✓ Limpieza, Pintura y Aseo.

Finalmente, nuestra estrategia propuesta busca los mejores resultados de gestión de mantenimiento orientando los esfuerzos a implementar estándares que nos permitan:

- Integridad de la planta, equipos y personas.
- Máxima disponibilidad y confiabilidad de los sistemas.
- Evitar fallas mayores y las pérdidas de tiempo asociadas.
- Minimizar los tiempos de paradas planeadas.
- Optimizar los tiempos de parada.

- Reducción de costos operacionales.
- Cumplimiento de las normas ambientales.
- Extensión de la vida útil del equipo.
- Cumplimiento de las normas de seguridad industrial (cero accidentes)
- Reducción de costos de mantenimiento.

2. GESTIÓN DEL SERVICIO

Nuestra estrategia de ejecución se basa en los requerimientos del pliego del presente proceso, el cual define un servicio de mantenimiento con tres frentes de acción, que merecen tratamiento específico de acuerdo a los alcances identificados: Gestión y Ejecución de mantenimiento de equipos eléctricos de mina, como se grafica en el esquema de la Figura 3.



Figura 3 - Esquema General del Servicio eléctrico.

Ahora bien, NEXA establece como objetivo base el “evitar la **indisponibilidad** de la planta para garantizar la **producción comprometida** y su impacto en el **negocio**, logrando gestionar y superar la **complejidad** y **críticidad** de la operación”.

Alineados con este objetivo, definimos un **Modelo de Gestión Integral**, promoviendo una iteración sistematizada de los diferentes tipos de activos comprendidos en la presente investigación, de acuerdo a las recomendaciones de las normas PAS 55 e ISO 55001 y gestionando, en base a nuestra

experiencia en el servicio y las recomendaciones de NEXA.

En la figura 4, se muestra el esquema base de este modelo según PAS55. Si bien, coloca a los activos físicos o equipos de mina como centro del modelo, muestra los puntos de atención en la iteración con cada tipo de activo, y recomienda su tratamiento, dado su impacto en el negocio integral.



Figura 4 - Estrategia y Contexto de Gestión de Activos

En base a la norma, nuestro **Modelo de Gestión Integral** enfoca todos los esfuerzos en impulsar con NEXA un esquema de **Confiabilidad Operacional**, como herramienta de cambio cultural (ver figura 5), para garantizar la **disponibilidad requerida**, poniendo especial énfasis en la aplicación de mejores prácticas de **Mantenimiento e Integridad Operativa**



Figura 5 – Modelo de Gerenciamiento de Activos y Confiabilidad operacional

3. SOCIALIZACIÓN DEL PLAN PROPUESTO (Gerenciamiento, Liderazgo, Compromiso)

El principal Objetivo de este proceso es lograr el liderazgo y entendimiento claro del modelo propuesto para este servicio. Se busca el compromiso de la Gerencia y el acuerdo de responsabilidades para la implementación del plan de trabajo.

Posterior al proceso de Definición de la Línea Base, se realizará una reunión con la Gerencia y la Supervisión, a fin de mostrar los resultados del mismo, validar el nivel de madurez objetivo y las metas de los KPI definidos, véase la figura 6.

Posterior a ello establecemos un proceso de socialización del modelo mediante reuniones y charlas con todos los niveles de la operación, mediante la implementación de:

- ✓ Reuniones con personal de mantenimiento y operaciones (30 min. Max.)
- ✓ Charlas operacionales (10 min. Max.) (Divulgación de conceptos)
- ✓ Conformación de grupos de trabajo
- ✓ Documentación de propuestas

Los objetivos específicos que se persiguen en este proceso son:

- ✓ Los gerentes y supervisores demuestran su compromiso y responsabilidad personal con el modelo propuesto, promueven un ambiente abierto y confiable, y entienden cómo su comportamiento afecta el compromiso con el plan. El compromiso se demuestra mediante una participación activa y visible.
- ✓ Las habilidades y conocimientos de la gerencia y supervisores, incluyendo las habilidades y comportamientos de liderazgo, se desarrollan para aplicar eficazmente las herramientas propuestas en este plan.
- ✓ Se conocen y practican los roles, obligaciones, autoridades y responsabilidades dentro del modelo.
- ✓ Se establecen hitos, metas y objetivos claros para la implementación del Modelo.
- ✓ El personal operador y técnico se acopla activamente al proceso de implementación y las lecciones significativas son compartidas en toda la

Organización.

- ✓ Se evalúan el desempeño y el grado con el cual se alcanzan las expectativas. Los resultados son supervisados por la gerencia corporativa.

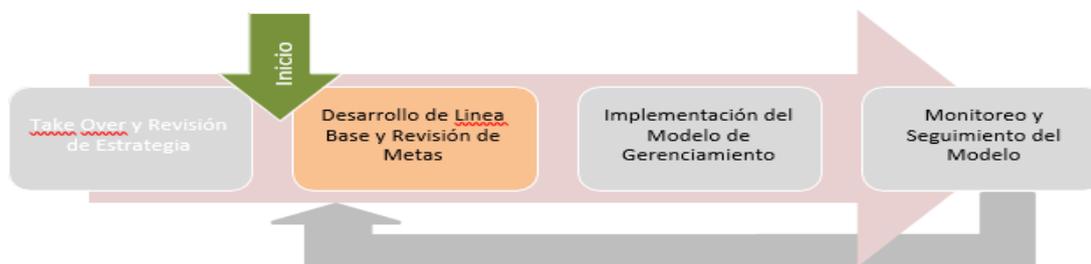


Figura 6. Desarrollo de Línea Base y Revisión de Metas

4. Revisión del Estado y Condición de Equipos

Nuestra propuesta incluye una revisión inicial de estado y condición de equipos que busca trazar una línea base y un **plan de mejoramiento de la confiabilidad de los activos** de mina en función a su condición básica o esperada, identificando las condiciones sub-estándares principalmente asociadas a condiciones de instalación, condiciones operativas, fugas, falta o inhibición inapropiada de protecciones, estado de calibración de elementos de seguridad, facilidades para mantenimiento, entre otros.

Este plan de mejoramiento/validación de la confiabilidad de los activos forma parte de la base para la implementación de un **Modelo de Integridad Operativa**, ya que busca corregir el estado de las variables básicas de control de los equipos y su condición de afectación a la seguridad del personal y el cuidado del medio ambiente, que en resumen en:

- ✓ Revisión visual de todos los equipos a mantener (fotografía).
- ✓ Revisión verbal con los operadores y especialistas del estado de los equipos y fallas características.
- ✓ Revisión de historial de mantenimiento
- ✓ **Mantenimientos pendientes.**
- ✓ Revisión de componentes/materiales fuera de especificación.
- ✓ Acta inicial de instalaciones y equipos.

A continuación, en la figura 7 se muestra un modelo de las planillas de inspección a realizar en esta etapa, que serán ejecutados por personal Inspector de la



Figura 7 - Planillas Ejemplo Revisión inicia

5. Línea base de equipos con CBM (Mantenimiento Basado en Condición)

Como complemento de la inspección anterior y considerando que el criterio es tener la mayor información de estado y condición desde el inicio, un Plan de Inspección de Equipos aplicando técnicas de CBM (Mantenimiento Basado en Condición) y Predictivo, realizado históricamente para complementarlo con inspecciones periódicas.

Este plan incluye un diagnóstico de los equipos basado en análisis vibraciones, desempeño dinámico, termografía y otras técnicas predictivas a los equipos rotativos y eléctricos críticos incluidos en el alcance del servicio, ejecutado con personal Certificado.

6. Revisión de Metas: Identificación del Nivel de Madurez de la Gestión en base a la Matriz de la Excelencia

Implementaremos una revisión integral de los procesos de mantenimiento con la metodología de Matriz de Excelencia, la cual establece los requerimientos de gestión de mantenimiento en 10 ejes de acción:

- a. Estrategia de Operación y mantenimiento
- b. Administración y Organización

- c. Tácticas de Mantenimiento
- d. Planeación y Programación
- e. Gestión de Repuestos
- f. Medidas de Desempeño
- g. Sistemas y/o Tecnología de información y su uso
- h. Involucramiento de empleados (Competencia y Entrenamiento)
- i. Análisis de Confiabilidad
- j. Análisis de Procesos

Matriz de Excelencia										
CLASE	ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	ADMINISTRACIÓN Y ORGANIZACIÓN	TÁCTICAS DE MANTENIMIENTO	PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN	GESTIÓN DE REPUESTOS	MEDIDAS DE DESEMPEÑO	SISTEMAS DE INFORMACIÓN	INVOLUCRAMIENTO DEL PERSONAL	CONFIABILIDAD	RE-INGENIERÍA DE PROCESOS
CLASE MUNDIAL	Estrategia Corporativa de Mantenimiento	Personal independiente con Multi-habilidades	Todas las tácticas basadas en análisis	Planificación Mayor de proyectos e ingeniería a largo plazo	Inventario Automatizado en sistema integrado orientado a modelos económicos.	Efectividad de Equipos, benchmarking y base de datos de costos completa	Bases de datos totalmente integradas	Equipos de trabajo autónomos	Programa total de valoración del riesgo	Revisión regular de los costos, tiempo y calidad de los procesos.
COMPETENTE (MEJOR EN SU CLASE)	Plan de mejora a largo plazo	Personal con algunas multi-habilidades	Algunos CBM. Algunos PM. Pocas sorpresas.	Buena planeación del trabajo, programación y soporte de ingeniería	Inventario informático integrado con el Sistema de Mantenimiento.	MTBF/MTTR, Disponibilidad, Confiabilidad, Costos de mantenimiento por separado	Totalmente funcional. Vinculada a finanzas/materiales	Equipos de mejoramiento continuo	Algún FMECA implementado	Alguna revisión de los procedimientos de administración, ingeniería y trabajo
CONSCIENTE	Plan de mejora a un año	Grupos descentralizados de especialidades mixtas	Inspecciones basadas en tiempo y uso. Algunos NDT	Grupos de planeación establecidos; ingeniería de mantenimiento a medida	Inventario informático. Nivel de stock definido sin Mantenimiento. Uso de Lead Time y Nivel de Seguridad.	Tiempo de paradas con causa y costo de mantenimiento disponible	Totalmente funcional. No vinculado con otros sistemas	Comités de mejoramiento del lugar de trabajo	Buena base de datos de falla, bien utilizada	Alguna revisión de los procedimientos de trabajo
INSATISFACTORIO	Plan de mejoramiento de mantenimientos preventivos	Parcialmente centralizada para algunas especialidades	Inspección basada en tiempo	Soporte en la detección de fallas. Inspección en la programación.	Niveles de Stock mal definidos. Apoyo incipiente de Almacén Mantenimiento.	Algunos registros de tiempos de paradas y costos de mantenimiento no segregado	Mantenimiento básico programado. Algunos registros	Algunas reuniones de mejoramiento en seguridad	Registro de fallas poco usado	Revisión única de procesos de mantenimiento
INOCENTE	Principalmente reactivo a falla	Altamente centralizada	Inspección únicamente en Paradas anuales	No hay planeación. Poca programación y no existe ingeniería.	Ahorro mínimo. Repuestos obsoletos en desuso. Mantenimiento busca sus repuestos.	No hay un enfoque sistemático. Los costos de mantenimiento no están disponibles.	Manual o Sistemas artesanales	Reuniones sólo para temas sindicales y de rrhh	No existe registro de fallas	Nunca han revisado
CALIFICACIÓN	0,58	0,51	0,66	0,82	0,60	0,31	0,33	1,07	0,48	0,20

Figura 8 - Identificación de nivel de madurez en la Matriz de la Excelencia

Para la presente propuesta hemos realizado una primera línea base de los ejes temáticos que corresponden como parte del alcance en función a nuestra experiencia en la ejecución del servicio. Sin embargo, esta revisión nos permitirá mejorar en cada eje, como base para alinear la implementación de la estrategia de mantenimiento definida en esta propuesta como se describe en la figura 8 donde se muestra la referencia de la matriz de excelencia

7. Administración y Organización

Para nuestra propuesta definimos una organización clave que nos permitirá llevar adelante la estrategia descrita, estará liderada por un Gerente de Área y el soporte adicionalde un área de planificación y programación liderada por un Ingeniero de Programación y Planificación Senior.

HORARIOS Y TURNOS

Los horarios establecidos a consideran:

Turno A: Lunes a Domingo - 11 hs (7:00 - :19:00)

Turno B: Lunes a Domingo - 11 hs (7:00 - :19:00)

Turno C: Días libres

Etapa 1

X. Revisión del Ciclo de Administración del Trabajo (CAT)

La especificación del CAT, consiste en la definición de los procesos del ciclo de la orden de trabajo, incluyendo la correspondiente matriz de responsabilidades. Los Procesos que se incluyen en esta tarea son: Identificación, Planificación, Programación, Asignación, Ejecución y Análisis con Indicadores de Gestión, como se muestra en la figura 12.

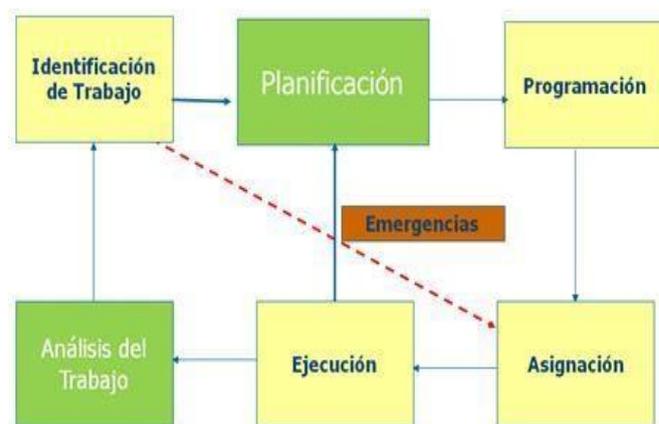


Figura 9 – Ciclo de Administración del Trabajo (CAT)

Este proceso nos permite formalizar la iteración entre los recursos establecidos para nuestra propuesta. Además de revisar y definir los niveles específicos de responsabilidad de cada uno de los actores requeridos en cada tarea, llevándonos a identificar oportunidades de mejora asociadas a la duplicidad de controles, permisos de trabajo, aprobaciones, entre otros.

En este proceso se prestará especial atención a la validación del Backlog de Mantenimiento al inicio, lo que nos permitirá establecer los lineamientos para su reducción a valores estándares (2 a 4 semanas), teniendo en cuenta que actualmente se alcanzan niveles de backlog muy por encima de dicho estándar. El resultado será la definición de un plan de trabajo con acciones a corto y mediano plazo para reducir sostenidamente el backlog, identificando la carga que pueda ser asumida con el servicio de acuerdo al alcance o planificadas para ejecutarse en forma adicional o externa.

En resumen, con el proceso de Revisión del Ciclo de Administración de trabajo – CAT se busca una transición inicial adecuada entre las formas de trabajo, la definición de roles y responsabilidades en el ciclo de la orden de trabajo y la definición consensuada de una línea base de los objetivos (KPI) establecidos en el alcance técnico.

9. Seguimiento y Mejora de Productividad (Rendimiento)

Así mismo es preciso mencionar que dentro de nuestro plan definimos realizar un estudio de tiempos de manera anual, con el fin de llevar un control de nuestra gestión de desempeño de nuestros colaboradores de mantenimiento y su compromiso con los objetivos trazados para esta nueva etapa.

Adicionalmente, pondremos particular énfasis en las comunicaciones

internas y en las actividades de coordinación entre la organización propia asignada a este Servicio y el gestor de contrato de Nexa y las áreas de Operación, Mantenimiento e Ingeniería de Nexa.

Como parte de nuestra metodología de trabajo estamos planteando las reuniones listadas a continuación, las cuales se alinean a los requerimientos considerados como Alcance Técnico.

- Reunión Diaria de coordinación para ver temas como el control de Riesgo e Impactos Ambientales, Procedimientos de trabajo, reasignación de recursos y facilidades adicionales de tal manera de reducir los tiempos improductivos de los trabajos.
- Reunión Semanal de coordinación, elaboración del programa de trabajo semanal y análisis del Backlog.
- Reunión de Evaluación Mensual.
- Reunión de Evaluación Anual.

La adaptación de nuestro proceso de administración de trabajo al contexto operacional para el desarrollo y éxito de las actividades anteriormente descritas proponemos el diagrama de responsabilidades descrito en el esquema de la figura 13 que mostramos a continuación:

Figura 10 – Diagrama de Responsabilidades para gestión de OS

NEXA	Equipo de Planificación / Programación	Supervisor de Mantenimiento	Técnico de Mantenimiento	Actividades
START				1. REQUERIMIENTO DE TRABAJO 1.1. IDENTIFICAR PROBLEMA 1.2. DETERMINAR PRIORIDAD DEL TRABAJO 1.3. INFORMAR USUARIO SAP-PM 1.4. CREAR AVISO
	Requerimiento de Trabajo		Validación de Aviso	2. VALIDACION DE AVISO 2.1. RECOPIRAR INFORMACIÓN RELEVANTE 2.2. REVISAR PRIORIDAD DE TRABAJO DEL SOLICITANTE 2.3. VERIFICAR NECESIDAD DE EJECUCIÓN DEL AVISO
	Validación de Trabajo			3. VALIDACION DE TRABAJO 3.1. REVISAR POR POSIBLES DUPLICADOS 3.2. VALIDAR AVISO EN SAP-PM 3.3. ACTUALIZAR PRIORIDAD DE TRABAJO 3.4. NOTIFICAR AL SUPERVISOR DEL SOLICITANTE
	Planificación del Trabajo			4. PLANIFICACION DEL TRABAJO 4.1. DETERMINAR RECURSOS PARA EJECUTAR EL TRABAJO 4.2. CREAR PLAN DE TRABAJO 4.3. APROBAR PLAN DE TRABAJO
	Programación del Trabajo			5. PROGRAMACION DEL TRABAJO 5.1. REVISAR PLANES DE TRABAJO 5.2. VERIFICAR DISPONIBILIDAD DE REPUESTOS Y MATERIALES 5.3. VERIFICAR DISPONIBILIDAD DE RECURSOS 5.4. PROGRAMAR AVISOS DE TRABAJO Y OTRAS ACTIVIDADES PLANIFICADA 5.5. LANZAR PROGRAMA SEMANAL PRELIMINAR DE TRABAJOS
Autorización de Programación				6. AUTORIZACION DE PROGRAMA SEMANAL DE TRABAJOS 6.1. REALIZAR REUNION SEMANAL DE PROGRAMACION 6.2. RECHAZAR ACTIVIDADES DEL PROGRAMA SEMANAL DE TRABAJOS 6.3. AUTORIZAR PROGRAMA SEMANAL DE TRABAJOS 6.4. GENERAR ORDENES DE SERVICIO EN SAP-PM
	Distribución de Programación			7. DISTRIBUCION DE PROGRAMACION DEL TRABAJO 7.1. DOCUMENTAR MOTIVOS DE RECHAZO DE ORDENES DE TRABAJO 7.2. REGISTRAR AVISOS O ACTIVIDADES RECHAZADAS COMO BACKLOG 7.3. GENERAR ORDENES DE SERVICIO EN FORMATO DE ANEXO 26 7.4. IMPRIMIR ORDENES DE SERVICIO (FORMATO ANEXO 26) 7.5. ENTREGAR PROGRAMA Y ORDENES DE SERVICIO AL SUPERVISOR
		Asignación de Trabajos		8. ASIGNACION DE TRABAJOS 8.1. ASIGNAR TRABAJO A TECNICOS DE MANTENIMIENTO 8.2. REVISAR DISPONIBILIDAD DE RECURSOS PROPIOS Y EXTERNOS 8.3. VALIDAR PROCEDIMIENTOS Y DOCUMENTACION REQUERIDA
			Ejecución de Trabajos	9. EJECUCION DE TRABAJOS 7.1. OBTENER HERRAMIENTAS Y EQUIPAMIENTO 7.2. OBTENER REPUESTOS Y MATERIALES 7.3. REALIZAR ANALISIS DE RIESGOS 7.4. OBTENER PERMISOS DE TRABAJOS 7.5. VERIFICAR BLOQUEO Y SEÑALIZACION (REALIZADO POR CLIENTE) 7.6. EJECUTAR TRABAJOS 7.7. ESPERAR RETIRO DE BLOQUEO Y SEÑALIZACION (REALIZADO POR CLIE) 7.8. CIERRE DE PERMISOS DE TRABAJO 7.9. INFORMAR EXISTENCIA DE TRABAJOS SUBSECUENTES 7.10. RETORNAR HERRAMIENTAS Y EQUIPAMIENTO 7.11. RETORNAR EXCESO DE REPUESTOS Y MATERIALES 7.12. ACTUALIZAR DATOS EN ORDENES DE SERVICIO 7.13. GESTIONAR APROBACION DE NEXA DEL TRABAJO REALIZADO 7.14. ENTREGAR ORDENES IMPRESAS LLENAS A EQUIPO P&P-CONTROL
	Cierre Técnico de Orden de trabajo.			10. CIERRE TECNICO DE ORDEN DE SERVICIO 10.1. CREAR AVISOS SUBSECUENTES 10.2. VERIFICAR Y ACEPTAR SERVICIOS EXTERNOS 10.3. REALIZAR CARGA DE INFORMACION A LA ORDEN DE SERVICIO EN SAP-PM 10.4. REVISAR HISTORIAL DE ORDEN DE SERVICIO EN SAP-PM 10.5. ACTUALIZAR ESTADO DE ORDEN DE SERVICIO A CIERRE TECNICO 10.6. PREPARAR INFORMES Y REGISTRO DE INDICADORES DE GESTION
Cierre de Orden de Servicio.				11. CIERRE COMERCIAL DE ORDEN DE SERVICIO 11.1. REVISAR INFORMACION DE LA ORDEN DE SERVICIO 11.2. ACTUALIZAR ESTADO DE ORDEN DE SERVICIO A CIERRE COMERCIAL

10. Medidas de Desempeño

Como parte de la etapa de **Desarrollo de Línea Base y Revisión de Metas** se realizará una revisión del comportamiento histórico de indicadores de Mantenimiento (IGSM).

a. Un Informe Mensual de Mantenimiento de la gestión realizada, que incluye:

- Implementación de KPI.
- Trabajos relevantes del mes, señalando los equipos y/o instalaciones intervenidas, duración de las labores, los recursos consumidos, etc.
- Indicadores de mantenimiento, tales como cumplimiento de la programación, evaluación de backlog, seguimiento de accidentes e incidentes, entre otros.
- Indicadores de Confiabilidad: Disponibilidad, Confiabilidad, MTTF, MTBF, MTTR.

b. Se implementarán tableros de control, donde se ve la figura 11, en donde en forma resumida y detallada se mostrará el progreso de los indicadores de mantenimiento y operaciones.

TABLERO MENSUAL DE CONTROL DE MANTENIMIENTO

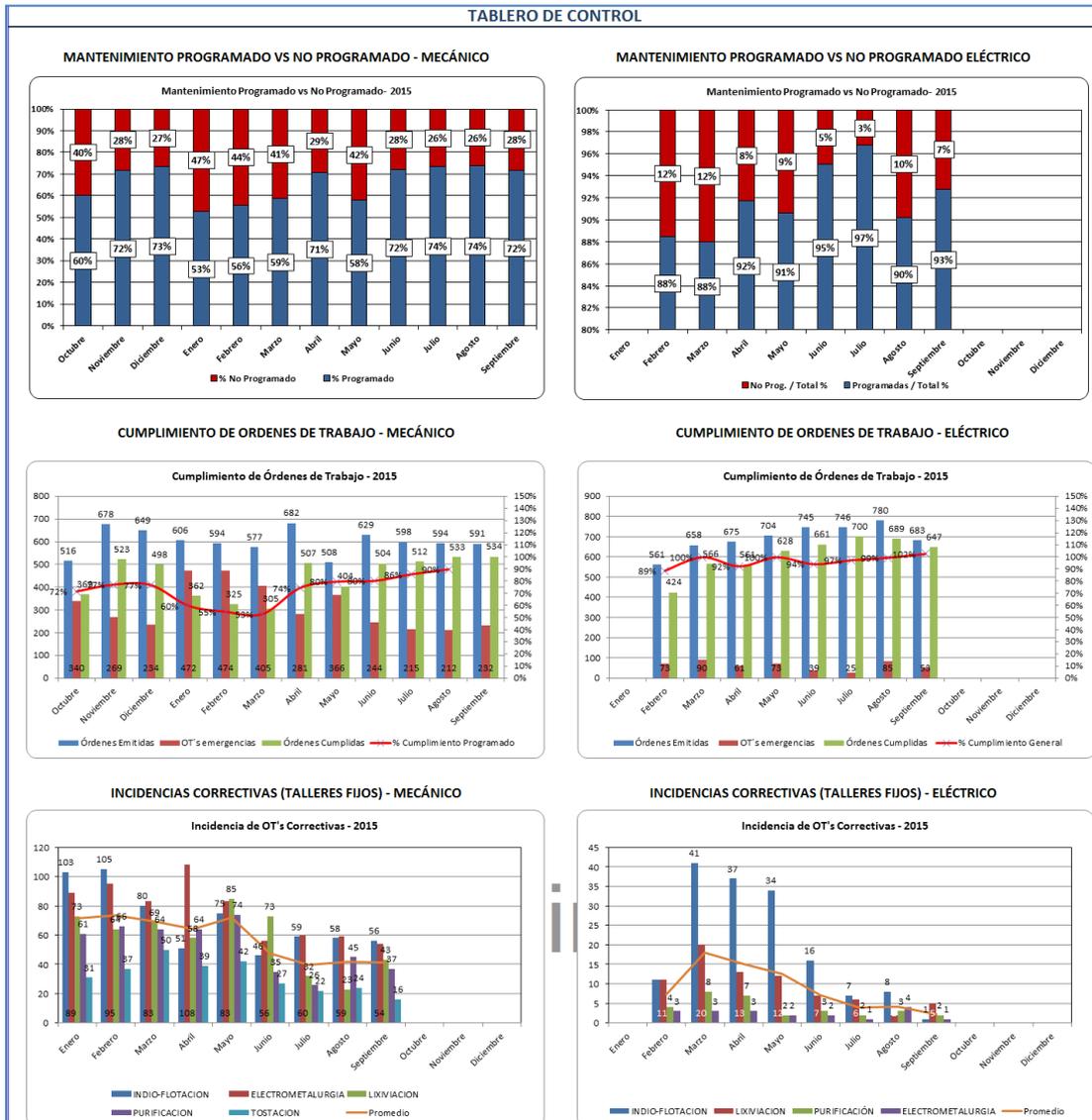


Figura 11 - Modelo Tablero de Control de Mantenimiento

11. Base Datos de Análisis Fallas: Implementación RCA estructurado.

El Análisis Causa Raíz (ACR) es una metodología de confiabilidad que emplea un conjunto de técnicos procesos, para identificar factores causales de falla. La investigación incluye para la presente actividad un proceso de implementación de una herramienta corporativa, estructurada para administrar y contar con una base de datos de fallas y análisis de fallas de

los equipos.

Esta herramienta permite, tener un registro completo de los eventos de parada de los equipos, y la administración de la información de taxonomía de fallas.

La herramienta permite primero un registro de información, desde los datos del Team de Análisis, el registro de una línea de tiempo pre y post evento, historial relevante y el registro de evidencia fotográfica.

A partir de allí, la herramienta nos guía en forma estructurada para el proceso de análisis:

- Registro de modos de fallas
- Proposición de hipótesis
- Validación de hipótesis
- Generación de árbol lógico

12. Análisis de Confiabilidad

Fase I:

Se implementará la base de datos de “Control de Paradas” la cual se cargará con los códigos de falla definidos según el ISO14224. Se configurarán los reportes que permitirán medir el “Down Time” (tiempo de parada de máquina), el “MTBF” (tiempo medio entre Fallas), el “MTTR” (Tiempo Promedio para Reparar), “R” (Confiabilidad) y “A” (Disponibilidad). se implementa un proceso de mejoramiento de la confiabilidad de los equipos en función a la gestión de Información del CMMS e implementación de RCA.

13. Análisis de Proceso

Fase I:

Es parte importante de la estrategia definida, la definición e implementación

de procesos de mantenimiento que serán debidamente diseñados, documentados y revisados de manera periódica. Los cambios introducidos en los procesos son manejados a través de un estándar de Manejo del Cambio y almacenados en el Sistema de Control de Documentos del SIGI (Sistema Integrado de Gestión Interactivo) que es la herramienta oficial para toda la compañía.

En la primera etapa se adaptarán todos los procesos y procedimientos técnicos y administrativos necesarios de acuerdo al nuevo alcance, controlándolos a través del SIGI. Los procesos necesarios son:

- Flujo de la Orden de Trabajo: Incluye la creación de la Orden de trabajo, la programación, la ejecución y el control de los trabajos.
- Proceso de IMC (Ingeniería en Mantenimiento y Confiabilidad): Incluye toda la parte de implementación y administración del CMMS, así como los procesos de soporte técnico y el análisis de falla en la fase I.
- Operaciones y Mantenimiento “Día a Día”: Incluye los procedimientos propios de la operación de la cual somos responsables, y las interacciones entre el mantenimiento y la producción del campo.
- Procesos de Desempeño (“Performance”): Incluye todos los procesos administrativos necesarios para gerenciar el negocio de O&M y asegurar el éxito del contrato.
- Procesos de HSEQ.
- Procesos de Talento Humano, de Compras y Logística y demás de tipo Administrativo.

Fase II:

En la esta etapa, se someterán a revisiones periódicas los procedimientos técnicos para reflejar el nuevo esquema del contrato.

Se revisarán al final de cada año, la efectividad de los procesos de planificación y programación, gestión de repuestos y productividad del personal, buscando oportunidades de mejora en forma permanente.

14. Etapa de Desarrollo e Implementación del Modelo

a. Reunión Mensual

Se propone la implementación de la Reunión Mensual de Gestión, en esta se revisa el Informe Mensual del Servicio y se reporta a Nexa el comportamiento de los KPI del servicio.

- Implementación de KPI Contractuales
- Trabajos relevantes del mes, señalando los equipos y/o instalaciones intervenidas, duración de las labores, los recursos consumidos, etc.
- Indicadores de mantenimiento, tales como cumplimiento de la programación, evaluación de backlog, seguimiento de accidentes e incidentes, entre otros.
- Avances del Plan de Implementación.

b. Reunión de HSEQ

Se implementa una reunión específica para seguimiento del Plan de Implementación de HSEQ, se incluye al inicio de cada reunión el reporte de comportamiento de los KPI, reporte de eventos y lecciones aprendidas, entre otros.

c. Reunión Anual de Gestión

Se implementa la Reunión de Anual de Gestión, a fin de hacer un balance a la Gestión del Servicio en forma Integral.

d. Diagnóstico de Gestión

Como parte del seguimiento se programará iniciar en el mes 12 una actualización del diagnóstico realizado al inicio del servicio basado en la Matriz de la Excelencia que se muestra en la figura 16, esto buscará medir la evolución de la gestión en el servicio.