

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

ESCUELA DE POSGRADO

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



**“INCIDENCIA DE LA METODOLOGÍA PMO EN EL
CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LIMPIEZA
INDUSTRIAL DEL ÁREA DE ELECTROMETALURGIA DE UNA
REFINERÍA DE ZINC EN CAJAMARQUILLA”**

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

SHIRLEY INÉS CONCHA FLORES

CALLAO, 2019

PERÚ

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
UNIDAD DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GERENCIA DEL MANTENIMIENTO
RESOLUCIÓN COMITÉ DIRECTIVO N° 019-2019-D-UPG-FIME-
UNAC**

JURADO EXAMINADOR:

MG.	ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY	PRESIDENTE
MG.	VLADIMIERO CONTRERAS TITO	SECRETARIO
MG.	JUAN FRANCISCO AOCHOA ARRASCO	VOCAL
MG.	JUAN CARLOS HUAMÁN ALFARO	VOCAL

ASESORES

DR. MARCO ANTONIO GUERRERO CABALLERO

DR. PABLO MAMANI CALLA

N° DE LIBRO DE ACTA DE SUSTENTACIÓN: 01 SPG-FIME-UNAC-2008

N° DE ACTA DE SUSTENTACIÓN 30

FECHA DE APROBACIÓN DE LA TESIS: 07.09.2019

Dedicatoria

A mis padres, con amor.

Agradecimiento

A Dios, por permitirme sentir su presencia cada vez que lo necesite.

A mis padres, que siempre con su constante animo hizo que nunca decline en perseguir mis objetivos.

A Alex por su apoyo incondicional y paciencia.

A todas aquellas personas que contribuyeron de una u otra forma durante mi formación profesional, gracias por la experiencia brindada.

A cada uno de mis docentes que con cada palabra hicieron posible la conclusión de este trabajo.

INDICE

TABLA DE CONTENIDO	6
TABLA DE FIGURAS.....	7
TABLA DE GRÁFICAS	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCION	10
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	11
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	11
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	11
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	11
1.3. OBJETIVOS.....	12
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	12
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.4. LIMITANTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
II. MARCO TEÓRICO	14
2.1. ANTECEDENTES.....	14
2.1.1. INTERNACIONAL.....	14
2.1.2. NACIONAL	15
2.2. BASES TEÓRICAS.....	17
2.2.1. MANTENIMIENTO.....	17
2.2.2. EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	17
2.2.3. TIPOS DE MANTENIMIENTO	20

2.2.4.	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO.....	21
2.2.5.	ORIGEN DE LOS PROBLEMAS DE MANTENIMIENTO.....	25
2.2.6.	ETAPAS DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	28
2.2.4.	OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PLANEADO (PMO)	32
2.2.5.	PASOS DEL PMO	34
2.3.	CONCEPTUAL	41
2.3.1.	BENCHMARKING	41
2.3.2.	BRAINSTORMING	42
2.3.3.	GESTIÓN DEL CAMBIO.....	42
2.3.4.	MEJORA CONTINUA.....	43
2.3.5.	ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE)	44
2.4.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	46
2.5.	PROCESO DE REFINACIÓN DEL ZINC.....	48
2.6.	IMPLEMENTACIÓN DE LOS PASOS DEL PMO	50
2.6.1.	PASO 1 - RECOPIACIÓN DE TAREAS.....	50
2.6.2.	PASO 2 - ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA (FMA)	50
2.6.3.	PASO 3 - RACIONALIZACIÓN Y REVISIÓN DEL FMA	50
2.6.4.	PASO 4 - ANÁLISIS FUNCIONAL (OPCIONAL)	50
2.6.5.	PASO 5 - EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS.....	50
2.6.6.	PASO 6 - DEFINICIÓN DE LA POLÍTICA DE MANTENIMIENTO	50
2.6.7.	PASO 7 - AGRUPACIÓN Y REVISIÓN.....	51
2.6.8.	PASO 8 - APROBACIÓN E IMPLEMENTACIÓN.....	51
2.6.9.	PASO 9 - PROGRAMA DINÁMICO	51
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	52

3.1.	HIPÓTESIS.....	52
3.6.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	52
3.6.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	52
3.2.	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE VARIABLES	52
3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	53
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	54
4.1.	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	54
4.2.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	54
4.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA	54
4.4.	LUGAR DE ESTUDIO Y PERIODO DESARROLLADO.....	55
4.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	55
4.6.	ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS.....	56
4.6.1.	CRITERIOS PARA EL ANÁLISIS DE LA CRITICIDAD.....	56
4.6.2.	ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA.....	59
V.	RESULTADOS.....	60
5.1.	RESULTADOS DESCRIPTIVOS	60
5.1.1.	INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DE ÓRDENES PROGRAMADAS DEL PLAN.....	60
5.1.2.	INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – ICPMP.....	61
5.1.3.	INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE ÓRDENES DEL SISTEMA – ICPOS.....	62
5.1.4.	BACKLOG.....	63

5.2.	RESULTADOS INFERENCIALES	64
5.2.1.	T STUDENT.....	64
5.3.	OTROS RESULTADOS	66
5.3.1.	INDICADOR CAPACITACIÓN	66
5.3.2.	ÍNDICE ACONTECIMIENTOS ELECTROMETALURGIA.....	67
VI.	DISCUSION DE RESULTADOS.....	68
6.1.	CONTRASTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS CON LOS RESULTADOS	68
6.1.1.	INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DE ÓRDENES PROGRAMADAS DEL PLAN.....	68
6.1.2.	INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	69
6.1.3.	INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DE ÓRDENES DEL SISTEMA	70
6.1.4.	BACKLOG.....	71
6.1.5.	ANÁLISIS POR T STUDENT	72
6.2.	CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS CON OTROS ESTUDIOS SIMILARES	78
6.3.	RESPONSABILIDAD ÉTICA DE ACUERDO A LOS REGLAMENTOS VIGENTES	79
6.3.5.	CÓDIGO DE ÉTICA DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ	79
VII.	CONCLUSIONES	80
VIII.	RECOMENDACIONES	81
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
X.	ANEXOS	85
	MATRIZ DE CONSISTENCIA	85

INSTRUMENTOS VALIDADOS	86
OTROS.....	92

TABLA DE CONTENIDO

TABLA 2. 1 PASO 2.....	36
TABLA 2. 2 PASO 3.....	37
TABLA 2. 3 PASO 4.....	37
TABLA 2. 4 PASO 5.....	38
TABLA 2. 5 PASO 6.....	39
TABLA 4. 1 SEVERIDAD	56
TABLA 4. 2 OCURRENCIA.....	57
TABLA 4. 3 DETECTABILIDAD	58
TABLA 4. 4 DESCRIPCIÓN DE LA HOJAS DE TRABAJO DEL FMEA	59
TABLA 5. 1 % CUMPLIMIENTO DE ÓRDENES PROGRAMADAS - 201760	
TABLA 5. 2 % ICPMP - 2017	61
TABLA 5. 3 % ICPOS - 2017	62
TABLA 5. 4 BACKLOG - 2017	63
TABLA 5. 5 INDICADORES DE CUMPLIMIENTO - 2017	64
TABLA 5. 6 %CAPACITACIÓN - 2017.....	66
TABLA 5. 7 ÍNDICE MENSUAL DE ACONTECIMIENTOS.....	67
TABLA 6. 1 % CUMPLIMIENTO DE ÓRDENES PROGRAMADAS - 201868	
TABLA 6. 2 % ICPMP – 2018	69
TABLA 6. 3 % ICPOS - 2018	70
TABLA 6. 4 BACKLOG - 2018	71
TABLA 6. 5 CONTRASTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN ESTADÍSTICA DEL INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DE ÓRDENES PROGRAMADAS DEL PLAN	72
TABLA 6. 6 CONTRASTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN ESTADÍSTICA DEL ICPMP.....	74
TABLA 6. 7 CONTRASTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN ESTADÍSTICA DEL ICPOS	75
TABLA 6. 8 CONTRASTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN ESTADÍSTICA DEL BACKLOG	77

TABLA DE FIGURAS

FIGURA 2. 1 CICLO VICIOSO DE MANTENIMIENTO REACTIVO.....	33
FIGURA 2. 2 FUENTES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	35
FIGURA 2. 3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL CIRCUITO DEL ZIN	48
FIGURA 2. 4 PROCESO DE REFINACIÓN DEL ZINC	49

TABLA DE GRÁFICAS

GRÁFICA 5. 1 % CUMPLIMIENTO DE ÓRDENES PROGRAMADAS - 2017.	60
GRÁFICA 5. 2 % ICPMP - 2017.....	61
GRÁFICA 5. 3 % ICPOS - 2017.....	62
GRÁFICA 5. 4 BACKLOG - 2017.....	63
GRÁFICA 5. 5 %CAPACITACIÓN - 2017	66
GRÁFICA 5. 6 ÍNDICE MENSUAL DE ACONTECIMIENTOS	67
GRÁFICA 6. 1 % CUMPLIMIENTO DE ÓRDENES PROGRAMADAS – 2018.....	68
GRÁFICA 6. 2 % ICPMP – 2018.....	69
GRÁFICA 6. 3 % ICPOS - 2018.....	70
GRÁFICA 6. 4 BACKLOG - 2018.....	71

RESUMEN

En la presente investigación, se expuso la metodología de Optimización del Manteniendo Planeado (PMO) como la alternativa más adecuada para la mejora del cumplimiento del plan de mantenimiento de limpieza industrial en el área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla - Perú.

Se debe tener en cuenta que al realizar el refinado del zinc se controlan diferentes variables durante el proceso, en este caso en el área de Electrometalurgia se consideran cuatro variables para la obtención del zinc, de las cuales dos son controladas a través del servicio de limpieza industrial, el flujo y la temperatura. De ahí la importancia de la ejecución del plan anual al 100%.

En años anteriores, el bajo cumplimiento del plan se evidenciaba en los indicadores del servicio, teniendo un 53% de órdenes programadas con un 37% de ejecución, al realizar la investigación se obtuvo un 100% de ordenes programadas con 95% de ordenes ejecutadas, logrando así el mínimo de cumplimiento que se nos exigía contractualmente.

Se debe considerar que esta metodología es la más sencilla de aplicar en una empresa que ya viene realizando actividades, con o sin un plan establecido, ya que su tiempo de ejecución es corto, permitiendo así obtener los resultados de una manera rápida y efectiva, claro siempre queda abierto a mejoras.

El presente trabajo busco implementar la estrategia más adecuada para establecer un plan de limpieza industrial que esté acorde a las necesidades del cliente y que sea posible de ejecutar.

Palabras claves: Mantenimiento, PMO, Estrategia.

ABSTRACT

In the present investigation, the methodology of Optimization of the Planned Maintenance (PMO) was presented as the most appropriate alternative for the improvement of the compliance of the industrial cleaning maintenance plan in the electrometallurgy area of a zinc refinery in Cajamarquilla - Peru.

It should be taken into account that when performing zinc refining, different variables are controlled during the process, in this case in the area of Electrometallurgy, four variables for obtaining zinc are considered, of which two are controlled through the cleaning service Industrial, flow and temperature. Hence the importance of the execution of the annual plan at 100%.

In previous years, the low compliance with the plan was evidenced in the service indicators, with 53% of orders scheduled with 37% execution, when conducting the investigation, 100% of orders programmed with 95% of orders executed were obtained, thus achieving the minimum compliance that we were contractually required.

It should be considered that this methodology is the easiest to apply in a company that is already carrying out activities, with or without an established plan, since its execution time is short, thus allowing to obtain the results in a fast and effective way, of course It is always open to improvements.

This paper seeks to implement the most appropriate strategy to establish an industrial cleaning plan that is consistent with the needs of the client and that is possible to execute.

Keywords: Maintenance, PMO, Strategy.

INTRODUCCION

El mantenimiento ha ido evolucionando a través del tiempo, teniendo como punto de inflexión la revolución industrial, de donde pasamos de un mantenimiento correctivo a equipos sobredimensionados, a considerar y analizar los costos que nos lleva el no tener una estrategia preventiva del mantenimiento.

En la actualidad se tiene diferentes tácticas de mantenimiento que le dan soporte a las estrategias asumidas en el sector industrial. Cada mantenedor debe cumplir con los protocolos establecidos, tanto por la parte técnica, seguridad y también por la organización a la que pertenece. Se evidencia que durante el desarrollo de las tareas de mantenimiento no se llega a cumplir con el Plan establecido, ya sea por diferentes factores, como; frecuencias mal establecidas, duplicidad de tareas, falta de capacitación del personal, etc. Lo cual nos lleva a paradas inesperadas y/o una baja disponibilidad de los equipos.

La presente investigación plantea la mejora del cumplimiento del plan de mantenimiento de limpieza industrial por medio de la implementación de la metodología PMO, obteniendo resultados positivos que permitieron cumplir con las exigencias contractuales y romper con el círculo vicioso del mantenimiento correctivo, para así generar un mejoramiento continuo alimentado por el aprendizaje de nuevas herramientas.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Durante el periodo 2014 – a la actualidad el Servicio de Limpieza Industrial del área Electrometalurgia, brindado en la Refinería Cajamarquilla, con respecto al cumplimiento de actividades programadas del periodo en mención, se refleja que persisten las emergencias propias de operaciones, lo que implica cambios en las actividades programadas impidiéndonos llegar a la meta de cumplimiento establecida (95%).

Con respecto al plan anual de Limpieza Industrial Electrometalurgia se han encontrado desvíos que se reflejan en su bajo cumplimiento, para la mejora del cumplimiento se propone implementar la metodología PMO, esto con la finalidad de sincerar el plan anual y alcanzar nuestra meta al 100%.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo incide la metodología PMO en el cumplimiento del plan de mantenimiento de limpieza industrial en el área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo identificar los modos de falla del plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla?
- ¿Cómo identificar la duplicidad de tareas en el plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla?

- ¿Cómo establecer frecuencias solidas de intervención de los equipos en el plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Analizar la Incidencia de la metodología PMO en el cumplimiento del plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar los modos de falla del plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla.
- Identificar la duplicidad de tareas en el plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla.
- Establecer frecuencias solidas de intervención de los equipos en el plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla.

1.4. Limitantes de la investigación

Teórica

El presente Proyecto de Tesis busca analizar la incidencia de la metodología PMO, en el plan de mantenimiento del servicio de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc.

Temporal

La investigación recopila información desde el año 2014 hasta el desarrollo del estudio que fue implementado durante el año 2018.

Espacial

La investigación se desarrolla en el área de electrometalurgia de una refinería de zinc ubicada en Cajamarquilla – Lima – Perú.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Durante el proceso de investigación de este proyecto, se consultaron diferentes trabajos ya realizados, así se mencionan las siguientes Tesis internacionales y nacionales como antecedentes:

2.1.1. Internacional

1. Viscaíno Cuzco, Mayra Alexandra. **“Desarrollo de un plan modelo de mantenimiento para el funcionamiento adecuado de los equipos eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas en la ciudad de Cuenca”**. Tesis (Magister en Gestión de Mantenimiento Industrial).

En esta investigación se desarrolla un plan de mantenimiento en base a un modelo que se propone, asimismo menciona que dentro de los objetivos del mantenimiento se debe evitar, reducir y/o reparar los bienes así como reducir la gravedad de los fallos que no se pudieron evitar.

2. García Esparza, Cesar David. **“Modelo de gestión de mantenimiento para incrementar la calidad en el servicio en el departamento de alta tensión de STC metro de la ciudad de México”**. Tesis (Magister en Ingeniería Industrial).

México D.F.: Instituto Politécnico Nacional. 2015.

El presente trabajo nos habla sobre las diferentes filosofías y herramientas de calidad que se pueden aplicar al mantenimiento lo

cual lo lleva a determinar los elementos claves que coinciden en la gestión del mantenimiento.

3. Lindén, Oscar. **“Industrial Maintenance Performance Analysis Routine – IMPART”**. Tesis Magister.

Lund: Lund University, Suecia. 2015.

El autor nos habla sobre una de las fallas más frecuentes, que es el error humano, planteando la metodología IMPART como una alternativa la solución de estos, mejorando la comunicación, dando capacitaciones y/o entrenamiento de tareas básicas al operador del proceso.

4. Villacís Bonilla, Milton Eliecer. **“Optimización Del Mantenimiento Planificado (Pmo) De La Central De Generación Eléctrica Cuyabeno Bloque 58”**. Tesis (Magister en Gestion del Mantenimiento Industrial).

Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2017.

2.1.2. Nacional

1. Michael Chamorro, Oscar Navas, Sergio Huerta, Wilberb Torres. **“Diagnostico operativo empresarial de la empresa San Martin contratistas generales”**.

Tesis (Magister en Administración Estratégica de Empresa).

Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2017.

Los autores exponen la necesidad de implementación de mejoras productivas que generen valor en las operaciones, el cual supondrá un impacto productivo en el negocio. Realiza un análisis de la

documentación y a través de entrevistas se concluye que se requieren mejoras tecnológicas para continuar siendo una empresa competitiva en el mercado.

2. Palomares, Elvis. **“Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) al sistema de izaje mineral, de la compañía minera Milpo, unidad el Porvenir”**. Tesis (Magister en Gerencia e Ingeniería de Mantenimiento).

Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. 2015.

El autor se pregunta ¿Qué técnica y/o metodología se debe aplicar para mejorar el plan de mantenimiento del Sistema de Izaje Mineral de Cía. Milpo, unidad “El Porvenir”?, el cual con el apoyo de los técnicos y asesoría de consultoras se pudo definir el RCM como la metodología más adecuada para realizar la mejora del plan de mantenimiento.

3. Ronald Víctor Galarza Hermitaño, Yosip Gamarra Villegas, Christiam Yacob Huallpa Córdova y Soledad Edith Quispe Delgado. **“Diagnóstico Operativo de la Empresa Cerámica San Lorenzo - Planta 3”**. Tesis (Magister en Dirección de Operaciones Productivas)

Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2017.

Se analizan todos los aspectos que involucran una mejora en la rentabilidad de la empresa con un objetivo final que es la satisfacción del cliente.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Mantenimiento

Desde el punto de vista de Ingeniería hay dos elementos que hacen al manejo de cualquier activo físico. Debe ser mantenido y de tanto en tanto quizás también necesite ser modificado. La respuesta a estas preguntas está dada por el hecho de que todo activo físico es puesto en funcionamiento porque alguien quiere que haga algo, en otras palabras, se espera que cumpla una función o ciertas funciones específicas. Por ende al mantener un activo, el estado que debemos preservar es aquel en el que continúe haciendo aquello que los usuarios quieren que haga. (Moubray, 2004, p.7)

2.2.2. Evolución del mantenimiento

Desde el inicio de la vida humana las herramientas fabricadas por el hombre se han perfeccionado día con día, debido a que éstas le permiten conseguir sus satisfactorios físicos y psíquicos. Durante la Primera Revolución Industrial, se consideró que para fabricar un producto cualquiera, era necesario emplear 90% de mano de obra y el resto lo proporcionaban las máquinas. Conforme el tiempo pasó y a través de los esfuerzos por mejorar su función haciendo las máquinas más rápidas y precisas, en la actualidad se consigue obtener un producto o servicio con máquinas que se encargan de elaborar más de 90% de éste, lo cual ha sido posible por la dedicación que la humanidad le ha puesto al desarrollo de las labores de cuidado a sus recursos físicos, materia a la que desde sus inicios se llamó mantenimiento.

Muchas personas dedicadas al mantenimiento, aún consideran que para obtener un buen producto, es suficiente que las máquinas trabajen adecuadamente y se mantengan en perfectas condiciones. Esta idea es el motivo por el que nuestra industria continúa a la zaga. En nuestras escuelas técnicas y universidades aún se sigue enseñando y admitiendo que el mantenimiento sólo tiene que ver con la mecánica, armar, desarmar y componer máquinas. (Enrique Rivera Rubio, 2011, p. 10)

Desde 1950 (Tercera Revolución Industrial) la máquina sólo constituye el medio para obtener un fin, que es el satisfactorio (producto más servicio), el cual es su razón de ser, por lo cual debemos considerar que una instalación industrial está constituida por el sistema equipo/satisfactorio. (Enrique Rivera Rubio, 2011, p. 11)

Así pues, nuestro gran problema es que no hemos captado el cambio que la historia nos marca y seguimos llamando equivocadamente mantenimiento a una labor que tiene dos facetas: la de preservar la maquinaria y la de mantener la calidad del producto que ésta proporciona. Analicemos en ese sentido nuestra historia enfocada al mantenimiento. (Enrique Rivera Rubio, 2011, p. 11)

Simplificación de la línea del tiempo

1780 Mantenimiento Correctivo (CM)

1798 Uso de partes intercambiables en las máquinas

1903 Producción Industrial Masiva

1910 Formación de cuadrillas de Mantenimiento Correctivo

1914 Mantenimiento Preventivo (MP)

1916 Inicio del Proceso Administrativo

1927 Uso de la estadística en producción

1931 Control Económico de la Calidad del producto Manufacturado

1937 Conocimiento del Principio de W. Pareto

1939 Se controlan los trabajos de Mantenimiento Preventivo con estadística.

1946 Se mejora el Control Estadístico de Calidad (SQC)

1950 En Japón se establece el Control Estadístico de Calidad

1950 En Estados Unidos de América se desarrolla el Mantenimiento Productivo (PM)

1951 Se da a conocer el "Análisis de Weibull"

1960 Se desarrolla el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

1961 Se inicia el Poka-Yoke

1962 Se desarrollan los Círculos de Calidad (QC)

1965 Se desarrolla el análisis- Causa- Raíz (RCA)

1968 Se presenta la Guía MSG-1 conocida como el RCM mejorado.

1970 Difusión del uso de la computadora para la administración de Activos (CMMS)

1971 Se desarrolla el Mantenimiento Productivo Total (TPM)

1978 Se presenta la Guía MSG-3 para mejorar el mantenimiento en naves aéreas.

1980 Se desarrolla la Optimización del Mantenimiento Planificado (PMO)

1980 Se aplica el RCM-2 en toda clase de industrias

1995 Se desarrolla el proceso de los 5 Pilars of the Visual Workplace (5S's)

2005 Se estudia la filosofía de la Conservación Industrial (IC)

(Enrique Rivera Rubio, 2011, p. 11-12)

Es claro, que a través del tiempo, se han dado muchos otros descubrimientos al respecto que también son muy importantes, pero sólo seleccionamos aquellos que brindan un sentido de integración al actual concepto de mantenimiento, que nos permite lograr la comprensión de la conservación, según nuestros actuales conocimientos, y adquirir muchos otros en una forma más racional. (Enrique Rivera Rubio, 2011, p. 11)

2.2.3. Tipos de mantenimiento

Es importante diferenciar entre tipo de mantenimiento y estrategia de mantenimiento. Definimos como “tipo de mantenimiento” a las operaciones o tareas involucradas en el mantenimiento de un equipo, y que, como norma general, se refiere al momento de su ejecución con respecto a la falla. De esta forma, las tareas preventivas se desarrollan antes de que la falla ocurra con el objetivo de evitarla. En cambio, las tareas de mantenimiento correctivo se ejecutan después de que ocurra el fallo, para devolver al equipo a sus condiciones de servicio. (Rosman. 2015. p. 1)

Tradicionalmente, el mantenimiento se ha clasificado en:

- **Preventivo:** Aquellas tareas que se realizan con el objeto de mantener el equipo en perfecto estado de conservación, de forma

que preste un determinado nivel de servicio todo el tiempo que sea posible. (Rosman. 2015. p. 1)

- **Correctivo:** Aquellas tareas destinadas a devolver el equipo a sus condiciones de servicio antes de la falla. (Rosman. 2015. p. 1)
- **Predictivo:** Tareas destinadas a “medir el estado de conservación” de un equipo. Se trata de predecir cuándo es posible se produzca el fallo para adelantarse a él. (Rosman. 2015. p. 1)
- **Revisión a cero (overhaul):** Aquellas tareas que “llevan a nuevo” al equipo. Es decir, se sustituyen todos aquellos componentes que sufren un mayor desgaste de uso, por lo que se puede considerar efectos de desgaste y funcionamiento cero horas de uso. Estas tareas suelen estar programadas. (Rosman. 2015. p. 1)

2.2.4. Estrategias de mantenimiento

La “estrategia de mantenimiento” representa la combinación de los diferentes tipos de tareas involucradas para conseguir un objetivo de mantenimiento (fiabilidad, disponibilidad etc.) Las mejores estrategias de mantenimiento son aquellas que combinan los cuatro tipos de tareas vistas anteriormente. (Rosman. 2015. p. 1)

De esta forma, las estrategias de mantenimiento que se pueden seguir habitualmente son:

- **Estrategia reactiva pura:** Se trata de una estrategia en la que no se realiza ningún esfuerzo de conservación de los equipos, que son usados hasta que rompen por desgaste. La mayor ventaja de esta estrategia radica en el costo, ya que no se invierte en personal de

mantenimiento ni en repuestos. Sin embargo, el coste a medio y largo plazo se incrementa por varias razones:

1. En primer lugar, las paradas de la planta se producen de manera no programada y abrupta, por la ruptura de algún equipo. El hecho de no tener programada la parada, impacta de forma directa en el tiempo de su resolución ya que, generalmente en este tipo de mantenimiento, no se dispone de los repuestos, o no hay disponibilidad de técnicos cualificados para la resolución de la avería.
2. Por otro lado, la parada brusca de los equipos puede afectar a otros equipos, convirtiéndose en una avería múltiple con un costo de resolución elevado.
3. Además, el mayor tiempo de resolución de avería aumenta las pérdidas por la falta productiva.

(Rosman. 2015. p. 1- 2)

- **Estrategia sistemática pura:** Es aquella que se realiza de manera programada con el fin de mantener los equipos en buen estado de conservación. El objetivo es conseguir un determinado nivel de servicio del equipo durante su ciclo de vida, así como incrementar su vida útil. Este tipo de estrategias presenta indudables ventajas respecto del mantenimiento correctivo puro:

1. En primer lugar se incrementa la vida útil de los equipos, rentabilizando mejor el capital de inversión.

2. En segundo lugar, se reducen los tiempos de respuestas, reduciendo el coste de “no producir”. Las paradas programadas permiten una mejor organización, disponiendo de los repuestos y el personal especializado en el momento de abordar los trabajos.
3. Se reduce la probabilidad de fallo de los equipos. Los estudios apuntan a una reducción entre el 12- 18 % en los fallos. Sin embargo, esta estrategia no elimina completamente la probabilidad de fallo catastrófico de los equipos, requiriendo una mayor inversión en mantenimiento.

(Rosman. 2015. p. 2)

- **Estrategia condicional pura:** Es aquella que analiza el estado actual de los equipos, interviniendo solo si se requiere. Como ventajas obtenidas en esta operativa, se tiene:
 1. Aumento del ciclo de vida de los equipos
 2. Permite una organización más efectiva de los trabajos. Además, estos solo se realizan cuando realmente son necesarios, por lo que se reduce el costo del mantenimiento respecto de otras estrategias como por ejemplo las sistemáticas.
 3. Mejora la seguridad de la instalación, al revisar y medir el estado de los equipos.
 4. Se reducen los tiempos de parada (solo se interviene cuando es necesario) Para conseguir esto es necesario una alta inversión en equipos de diagnóstico y formación de profesionales o bien de subcontratación de especialistas. Además, el rigor en el

seguimiento de los equipos debe ser elevado, para mantener los niveles de fiabilidad.

(Rosman. 2015. p. 2)

- **RCM (Reliability Centered Maintenance):** El mantenimiento basado en fiabilidad es una estrategia fundamentada en un procedimiento de análisis de la planta, donde se extraen conclusiones que abarcan desde la formación, mejora de tareas, mejora de señalización etc. Es decir, RCM es una metodología orientada al fallo.

Se estudia en profundidad como se producen los fallos en la instalación, determinando cómo se ha producido dicho caso.

El resultado del análisis se traduce el diseño de tareas de mantenimiento destinadas a evitar fallos concretos, así como desarrollo de procedimientos, implantación de sistemas antifallo (poka – joke), cursos de formación etc.

En cualquier caso, la implantación de una estrategia basada en un análisis RCM, requiere de técnicos experimentados, debiendo partir de un profundo conocimiento de la instalación. Las plantas con mejores resultados suelen desarrollar combinaciones de las diferentes estrategias.

Así por ejemplo, existirán equipos cuyo mantenimiento estará supeditado a un overhaul, otros en los que se realizarán tareas de mantenimiento sistemático y por supuesto, se realizarán periódicamente mediciones con técnicas predictivas para actuar sobre aquellos equipos que lo requieran.

(Rosman. 2015. p. 2 - 3)

2.2.5. Origen de los problemas de mantenimiento

(OMC. 2009)

a. Fase de diseño y Comisionamiento

Por lo general los ingenieros de mantenimiento tienen que encargarse de los diseños de alguien más, ya sean buenos o malos. Cuando el diseño ha finalizado, se inicia la construcción y se completa, aquí la planta inicia su comisionamiento. El ingeniero de mantenimiento se involucra (si tiene suerte) durante el desarrollo de alguna de las fases. Muy pronto se encuentra con que el presupuesto de mantenimiento debe ser usado para finalizar la construcción y cubrir gastos extras, se debe encargar del arribo desordenado de repuestos y básicamente tiene poca o ninguna información sobre los modos y efectos de falla de la planta. Muy pocas veces se entrega al departamento de mantenimiento la documentación sobre los requerimientos de mantenimiento y mucho menos, un plan de mantenimiento de una planta nueva.

Las organizaciones que aplican las mejores prácticas desarrollan un plan de mantenimiento basado en RCM durante la fase de diseño. Desafortunadamente para la mayoría de las organizaciones, cualquier tipo de ingeniería de confiabilidad o análisis de fallas se realiza de manera muy informal y no se involucra al departamento de mantenimiento para que diseñe políticas y estrategias de gestión de activos.

b. Post Comisionamiento

Después del Comisionamiento (o a veces antes) el equipo de diseño se separa y sus integrantes inician nuevos proyectos. El ingeniero de confiabilidad es abandonado y debe descubrir por sí mismo las intenciones de diseño de la planta, los modos de falla y sus consecuencias, mientras, el personal de operaciones está aprendiendo como operar la planta, experimenta con ella, llevándola a límites operacionales, ocasionalmente límites para los que la planta no fue diseñada. Se suma a lo anterior, el tiempo y el presupuesto limitado para hacer cambios obvios en el diseño o en problemas de mantenibilidad de la nueva planta.

La tarea de definir la política de mantenimiento de la planta es una prioridad, pero por lo general es una tarea desalentadora. La política se define de forma rápida y por lo general por personas no idóneas para ello. Los problemas que se presentan desde el principio son:

- No hay coherencia entre la filosofía de análisis y las políticas que se implementan.
- El personal de mantenimiento, por su resistencia al cambio, define por lo general políticas de mantenimiento basadas en mantenimiento intrusivo, overhauls y/o exceso de mantenimiento con el objetivo de prevenir fallas, creando más perjuicio que bien a la confiabilidad de la planta.
- No hay pautas para auditar el programa o plan, sólo quienes

establecieron las políticas conocen su fundamento (si lo hubiere).
Resulta prácticamente imposible controlar el plan y medir sus resultados de forma objetiva.

c. Planta en Operación

Una vez la planta está en operación y falla, se crean más tareas de mantenimiento, se incrementan las frecuencias de las existentes y se inicia la duplicación de tareas, adicionalmente el personal de mantenimiento para demostrar que hace algo, crea y ejecuta tareas que supuestamente van a prevenir fallas, pero que en realidad no tienen ningún propósito.

Los requerimientos del Mantenimiento Preventivo (PM) exceden los recursos disponibles, se disminuyen las tareas preventivas, aparecen fallas prevenibles y el mantenimiento no planeado consume más horas hombre de las necesarias. El número de reparaciones temporales se sale de control, se generan costos extra relacionados con la conversión de estas reparaciones temporales a definitivas y/o se desperdician más recursos como consecuencia del olvido de los trabajos temporales que se han desarrollado.

El círculo vicioso de fallas, reparaciones temporales y disminución de PM gana protagonismo y se consolida.

Aparecen consultores de Gestión que proponen un enfoque de reducción de costos y recomiendan recortes de personal y presupuesto, lo cual sólo sirve para fortalecer el círculo vicioso e

incrementar las rpm del mantenimiento. El resultado final es un problema moral para mantenimiento y un bajo desempeño de la planta.

Muchas organizaciones recurren a RCM para desarrollar un programa de mantenimiento con el objetivo de recuperar el control. En el panorama del círculo vicioso al que se ha llegado utilizar RCM como herramienta de análisis es altamente ineficiente, ya que consume cantidades excesivas de recursos valiosos y escasos para mantenimiento y operaciones.

Una característica clave que hace a RCM ineficiente es que no reconoce la experiencia y el valor del programa actual de mantenimiento. RCM inicia los análisis desde cero, desarrollando un programad de mantenimiento desde las funciones hacia abajo.

El gran fracaso de aplicar RCM en organizaciones maduras no es sorprendente cuando se entiende que RCM es un proceso desarrollado por Nowlan and Heap (1978) para aplicar en la fase del diseño del ciclo de vida de los activos (Moubray 1997). RCM no fue creado para aplicar como herramienta de análisis en organizaciones maduras.

2.2.6. Etapas de la Gestión del mantenimiento

(UNEFA, 2011)

a. Planificación

Este proceso se refiere a la existencia de una estructura organizada de planes de mantenimiento preventivos o correctivos que estén

alineados con las reales necesidades de los equipos, en casos en los que la cantidad de equipos sea importante, es necesario efectuar un análisis de criticidad. La planificación es una forma organizada de administrar el trabajo de mejora.

Para que la planificación sea efectiva se debe considerar algunos aspectos como:

- Apoyo institucional. El gerente general del organismo debe proporcionar los apoyos necesarios para desarrollar el programa de mantenimiento deseado. Este apoyo se debe ir más allá de proporcionar los fondos, herramientas, materiales y personal adecuados para el mantenimiento; se requiere la participación activa del equipo directivo. El apoyo institucional debe llegar de todos los niveles gerenciales, incluyendo al gerente general del organismo.
- Sistema de mantenimiento. Para asegurar un mantenimiento efectivo de los equipos, instalaciones y estructuras, las responsabilidades deben quedar claramente definidas y el personal de mantenimiento debe tener las herramientas y destreza necesarias para ejecutar su trabajo correctamente.
- Materiales, herramientas y refacciones. Debe establecerse un sistema de control de inventarios para que las partes de repuesto y refacciones estén disponibles para el mantenimiento. Dado que usualmente otro departamento es el responsable de esta función, es importante que haya una estrecha coordinación entre los

departamentos de compras, mantenimiento y control de inventarios.

- Logística. Debe procurarse proporcionar vehículos, materiales, herramientas y personal para realizar el mantenimiento. Hay que identificar bien a las áreas de trabajo que tienen equipo que necesita mantenimiento preventivo (MP) y mantenimiento correctivo (MC) para que sean asignadas, sin problemas de localización.
- Finanzas. Los fondos económicos necesarios para desarrollar el programa de mantenimiento, especialmente el relativo al MP, lamentable pero frecuentemente, son los primeros en recortarse cuando se trata de reducir costos dentro del organismo. Por tal razón el gerente de mantenimiento debe estar siempre atento a sus costos.
- Registros en archivos. Deben llevarse registros actualizados, confiables y precisos de todas las acciones de mantenimiento de la empresa. El tipo y número de registros y reportes debe ser acorde al tipo de sistema de información y control que quiera adoptarse.
- Recursos humanos y capacitación. Debe instituirse un programa continuo de capacitación técnica y gerencial para el personal de mantenimiento. Sin ello no habrá un mantenimiento efectivo. El recurso más importante del departamento es el personal encargado del mantenimiento de los bienes de la empresa (y de

la comunidad). Si el personal de mantenimiento carece de habilidades para planear y ejecutar sus obligaciones, seguramente los demás recursos disponibles, serán mal empleados. O peor aún, el uso incorrecto de estos recursos puede ocasionar graves interrupciones en los servicios de abastecimiento de agua o drenaje.

- Ubicación apropiada de los recursos. Es igualmente importante organizar y ubicar al personal del departamento de mantenimiento conforme a sus habilidades y funciones.

b. Programación

Se refiere a la organización para la ejecución de las actividades de mantenimiento definidas, es decir la planificación nos dice qué es lo que tenemos que hacer y la programación es más específica diciéndonos cuándo, con quién y con qué hacer la actividad. Es recomendable definir un horizonte de planificación que puede ser semanal, mensual, etc. en el que es importante considerar la inclusión de los materiales necesarios.

c. Ejecución

La ejecución es la parte más desarrollada en la gestión de mantenimiento de las empresas, sin embargo es importante tratar de sistematizarla a fin de hacerla lo menos dependiente de las personas; muchas veces sólo confiamos los trabajos en ciertos especialistas, lo que puede estar sucediendo es que no documentamos o no capacitamos adecuadamente, esto nos hace

vulnerables y dependientes de las personas y de la tecnología. Documentar adecuada y oportunamente permite minimizar la posibilidad de error y garantizar el éxito en la ejecución; el manejo de manuales y el cumplimiento de especificaciones de seguridad, entre otros, constituyen también parte importante de este proceso.

d. Supervisión y control

Dentro de la aplicación, ejecución, y control de un sistema de mantenimiento existen diferentes etapas, que las mismas pueden ser medidas a través de la citación de diferentes índices (Intervención, defectos, fuerzas de trabajo) que en su determinación van a permitir analizar el desenvolvimiento del sistema aplicado. Apoyándose en la información que brindan estos índices como medios de control, se puede determinar la calidad del mantenimiento efectuado y así poder corregir las deficiencias en el sistema.

2.2.4. Optimización del Mantenimiento Planeado (PMO)

(OMC 2009)

Estadísticas comparadas de encuesta sobre eficacia del mantenimiento en procesos industriales, han demostrado que existen Problemas con la mayoría de los programas de Mantenimiento Preventivo a pesar de que los responsables de su administración cumplen estrictamente los calendarios y sus ejecuciones, tanto en plantas, procesos y flotas de equipos.

El problema más común con los programas de mantenimiento de las plantas maduras que no fueron diseñados sólidamente desde un

principio, es que entre el 40% y 60% de las tareas de Mantenimiento Preventivo hacen muy poco por el desempeño de la planta (Moubray 1997). Las conclusiones de varios estudios de PMO son:

1. Existen tareas duplicadas.
2. Algunas tareas se hacen muy frecuentemente y otras muy distantes.
3. Algunas tareas no generan beneficios más bien acumulan gastos.
4. Algunas tareas son intrusivas o basadas en overhauls, cuando deberían ser basadas en condición.
5. Se presentan muchas fallas que son costosas y fácilmente han podido ser prevenibles.

FIGURA 2. 1 CICLO VICIOSO DE MANTENIMIENTO REACTIVO



Fuente: OMC International

Gracias a lo anterior, las organizaciones entran en el Ciclo Vicioso de Mantenimiento Reactivo (ver Fig 1), esto genera un dilema para el mejoramiento de la productividad, ya que por más que la planeación y la programación sean perfectas, no ayudaran a mejorar un programa de

mantenimiento que por sí mismo es ineficiente. ¿Cómo trabajar con un programa 50% útil y 50% inútil con la esperanza de alcanzar el 100% de cumplimiento?

Los estudios indican que se debe implementar un proceso que:

1. Pueda definir la mezcla apropiada entre mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.
2. Pueda generar un programa de mantenimiento en donde las tareas y sus frecuencias sean sólidas y aporten valor agregado.
3. Ofrezca diferentes opciones para la minimización o eliminación de fallas.

La recomendación, para implementar todas las estrategias es asegurar que las decisiones se toman basadas en un análisis de RCM, realizado en la fase de diseño de una planta nueva y para la planta en funcionamiento, PMO es el medio para racionalizar todo el Mantenimiento Preventivo (PM) y así asegurar que existe valor agregado y es costo efectivo para la organización.

2.2.5. Pasos del PMO

(OMC 2009)

El proceso de implementación del PMO consta de nueve pasos. Los cuales se listan a continuación y se discuten en las siguientes páginas;

- | | |
|--------|------------------------------------|
| Paso 1 | Recopilación de Tareas |
| Paso 2 | Análisis de Modos de Falla (FMA) |
| Paso 3 | Racionalización y Revisión del FMA |
| Paso 4 | Análisis Funcional (Opcional) |

- Paso 5 Evaluación de Consecuencias
- Paso 6 Definición de la Política de Mantenimiento
- Paso 7 Agrupación y Revisión
- Paso 8 Aprobación e Implementación
- Paso 9 Programa Dinámico

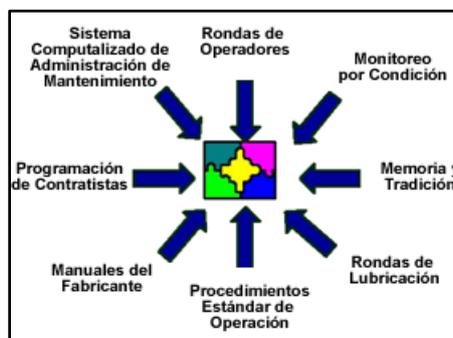
(OMC Latin America, p. 12-14)

PASO 1 – Recopilación de Tareas

PMOptimisation inicia recopilando o documentando el programa de mantenimiento existente (formal o informal) y subiéndolo a una base de datos. Es importante entender que el mantenimiento lo realiza un grupo amplio de personas, incluyendo los operadores. También es muy importante entender que en la mayoría de organizaciones el PM se hace por iniciativa propia de los técnicos o de los operadores y no existe documentación formal; cuando esta situación se presenta simplemente se debe documentar lo que el personal ya ha estado haciendo.

Es muy común que las organizaciones de mantenimiento tengan algún tipo de PM, ya sea formal o informal; es raro encontrar organizaciones que no tengan ningún tipo de PM. La Figura 2, ilustra las fuentes de PM.

FIGURA 2. 2 FUENTES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO



Fuente: OMC International

PASO 2 – Análisis de Modos de Falla (FMA)

En el Paso 2 se debe involucrar a todo el personal de la planta, se trabajará en equipos multidisciplinarios quienes se encargaran de identificar para qué modos de falla están enfocadas las tareas de mantenimiento. La Tabla 1 ilustra un ejemplo del resultado del Paso 2.

TABLA 2. 1 PASO 2

Tarea	Frecuencia	Responsable	Falla
Tarea 1	Diario	Operador	Falla A
Tarea 2	Diario	Operador	Falla B
Tarea 3	6 meses	Instalador	Falla C
Tarea 4	6 meses	Instalador	Falla A
Tarea 5	Anual	Electricista	Falla B
Tarea 6	Semanal	Operador	Falla C

Fuente: OMC International

PASO 3 – Racionalización y revisión del FMA

Ordenando la información por Modos de Falla hace más fácil la identificación de duplicación de tareas. La duplicación de tareas se presenta cuando al mismo Modo de Falla se le aplican varias rutinas de PM por parte de las diferentes especialidades, por parte de los operadores y por parte de los especialistas de monitoreo.

En este paso el equipo de trabajo revisa los modos de falla resultado del FMA y agrega aquellos modos de falla faltantes. La lista de los modos se elabora con base en el historial de fallas, documentación técnica (usualmente diagramas de tubería e instrumentación (P&IDs)) o simplemente con la experiencia del equipo de trabajo. La Tabla 2 ilustra el resultado del Paso 3. Nótese la adición de la Falla "D", la cual fue identificada durante el desarrollo de este Paso. La adición

de la Falla D puede haber sido resultado de la revisión del historial de fallas y/o de la documentación técnica.

TABLA 2. 2 PASO 3

Tarea	Responsable	Falla
Tarea 1	Operador	Falla A
Tarea 4	Instalador	Falla A
Tarea 7	Mecánico	Falla A
Tarea 2	Operador	Falla B
Tarea 5	Electricista	Falla B
Tarea 3	Instalador	Falla C
Tarea 6	Operador	Falla C
		Falla D

Fuente: OMC International

PASO 4 – Análisis Funcional

La función que se pierde con cada falla se puede determinar en este Paso. Este Paso es opcional y se justifica en caso de que se deban realizar análisis a equipos bastante críticos o muy complejos, en donde es esencial el entendimiento detallado de todas las funciones del equipo para el aseguramiento de un programa de mantenimiento sólido. Para aquellos equipos poco críticos o sistemas simples, la identificación de las funciones agrega tiempo y costo, más no beneficios tangibles. La Tabla 3 ilustra el Paso 4.

TABLA 2. 3 PASO 4

Tarea	Responsable	Falla	Función
Tarea 1	Operador	Falla A	Función 1
Tarea 4	Instalador	Falla A	
Tarea 7	Mecánico	Falla A	
Tarea 2	Operador	Falla B	Función 1
Tarea 5	Electricista	Falla B	
Tarea 3	Instalador	Falla C	Función 2
Tarea 6	Operador	Falla C	
		Falla D	Función 1

Fuente: OMC International

PASO 5 – Evaluación de Consecuencias

En este Paso cada modo de falla es analizado para determinar si las fallas son ocultas o evidentes. Para aquellas fallas evidentes se realiza un análisis de riesgos y consecuencias operacionales. La Tabla 4 ilustra el Paso 5.

TABLA 2. 4 PASO 5

Tarea	Responsable	Falla	Función	Consecuencia
Tarea 1	Operador	Falla A	Función 1	Operacional
Tarea 4	Instalador	Falla A		
Tarea 7	Mecánico	Falla A		
Tarea 2	Operador	Falla B	Función 1	Operacional
Tarea 5	Electricista	Falla B		
Tarea 3	Instalador	Falla C	Función 2	Oculto
Tarea 6	Operador	Falla C		
		Falla D	Función 1	Operacional

Fuente: OMC International

PASO 6 – Definición de la Política de Mantenimiento

La filosofía moderna de mantenimiento se basa en la premisa que los programas de mantenimiento exitosos se enfocan más en las consecuencias de las fallas que en los activos en sí.

En este Paso, cada modo de falla es analizado bajo los principios del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) y se establecen las políticas nuevas o revisadas de mantenimiento haciendo evidente lo siguiente:

- Los elementos del programa actual de mantenimiento que son costo efectivos y los que no lo son, estos últimos deben eliminarse,
- Que tareas serían más efectivas y menos costosas si fueran basadas en condición, en lugar de llevarlas a falla y viceversa,
- Que tareas no aportan beneficios y deben ser eliminadas del programa,
- Que tareas serían más efectivas si se realizaran bajo diferentes rutinas,

- Que fallas se manejarían mejor por medio del uso de tecnología avanzada o simple,
- Qué tipo de información se debe recolectar para predecir mejor el comportamiento del equipo durante su ciclo de vida, y
- Que fallas se deben eliminar con la ayuda de un Análisis de Causa Raíz (RCA).

TABLA 2. 5 PASO 6

Falla	Función	Consecuencia	Política	Rutina
Falla A	Función 1	Operacional	Inspección	Diaria
Falla A				
Falla A				
Falla B	Función 1	Operacional	No PM	
Falla B				
Falla C	Función 2	Ocultas	Pruebas	Anual
Falla C				
Falla D	Función 1	Operacional	Inspección	Semanal

Fuente: OMC International

PASO 7 – Agrupación y Revisión

Una vez el análisis de las tareas haya finalizado, el equipo de trabajo establece el método más eficiente y efectivo para administrar el mantenimiento de los activos teniendo en cuenta limitantes de producción y otros. En este paso es posible que haya transferencia de responsabilidades en la ejecución de las tareas de PM entre los especialistas de mantenimiento y los operadores para lograr eficiencia y ganancias en producción.

PASO 8 – Aprobación e Implementación

En este Paso, el resultado del análisis se presenta a la alta dirección para su revisión y comentarios. El equipo de trabajo realiza la presentación usando el reporte automático generado por el software de PMO, dicho software muestra de forma detallada los cambios a implementar y su justificación.

Una vez se ha aprobado el programa, inicia la etapa más importante de PMO, su implementación. La implementación es la etapa que consume más tiempo y en que se pueden presentar más dificultades. Es importante ejercer liderazgo y estar atento a los detalles para hacer de la implementación un éxito.

Las dificultades en la implementación se incrementan considerablemente en organizaciones que cuentan con muchos turnos y en aquellas organizaciones conservadoras.

PASO 9 – Programa Dinámico

Durante el desarrollo de los Pasos 1 al 9, el proceso de PMOptimisation ha establecido una estructura racional y costo efectivo de PM. En el “Programa Dinámico”, el plan de PM se consolida y se toma control de la planta, cuando se reemplaza el mantenimiento reactivo por uno planeado. De este punto en adelante el mejoramiento puede acelerarse fácilmente y los recursos que se liberan pueden enfocarse a corregir defectos de diseño o limitaciones inherentes a la operación.

Durante este paso, varios de los procesos vitales de la Gestión de los Activos pueden afinarse mientras la rata de mejoramiento se acelera. Estos procesos son:

- Estrategia de Producción y Mantenimiento
- Medición de Desempeño
- Reportes y Eliminación de Fallas
- Planeación y Programación
- Gestión de Inventarios
- Workshops y Prácticas de Mantenimiento

La intención final de PMO es la de crear una organización que busca continuamente su mejoramiento, para ello hay que crear conciencia que es importante evaluar las todas las tareas que se ejecutan y todas las fallas que se presenten.

Para lograr las metas es importante contar con personal capacitado en técnicas de análisis e igualmente contar con la motivación al personal por parte de la dirección para crear en el trabajador un sentido de pertenecía, de compromiso y de creatividad para mejorar su trabajo y optimizar costos de producción.

2.3. Conceptual

Durante el desarrollo de esta investigación se tomaron en consideración diferentes estrategias del mercado, las cuales se conceptualizan a continuación:

2.3.1. Benchmarking

Los inicios del benchmarking se remontan a 1979, como parte de la respuesta que la compañía Xerox quiso dar a su competencia internacional en el mercado de las fotocopiadoras y que surgió de cambiar radicalmente la ingeniería de producto en relación con sus competidores. Su alcance se extendió después para dar cabida a los servicios y procesos empresariales. Ahora son casi 240 “buenas prácticas” con las que Xerox cuenta como puntos de referencia, aunque cuando empezó el benchmarking hace ya algunos años, éstos eran bastantes menos.

El proceso del benchmarking implica la comparación de la ejecución de ciertas prácticas de una compañía, tomando como base parámetros

medibles de importancia estratégica con otras compañías que se sabe han obtenido el mejor rendimiento en esos parámetros. El desarrollo del benchmarking es un proceso iterativo y continuo, que puede y suele implicar la puesta en común de información con otras organizaciones que trabajen en conjunción, con el fin de conseguir una medición de resultados comparables adecuada. (Yiannis L. Bakouros, Vana M. Demetriadou, University of Thessaly)

2.3.2. Brainstorming

Es una herramienta usada para dar a relucir las ideas de cada individuo y presentarlas en una manera ordenada al resto del equipo. El ingrediente clave para proporcionar un entorno libre de críticas para explotar sin restricciones opciones o soluciones. (AIR UNIVERTSITY)

2.3.3. Gestión del cambio

De manera sencilla, la gestión del cambio consiste en aprovechar las novedades en el entorno empresarial para beneficiar a la empresa. No se trata necesariamente de implementar los últimos modelos de gestión empresarial, sino de ser capaz de anticipar los cambios y crear una estructura empresarial lo bastante flexible como para responder a ellos.

Dos definiciones posibles del concepto de “cambio organizacional” son:

- La capacidad de adaptación de las organizaciones a las transformaciones que sufre el medio ambiente interno o externo, mediante el aprendizaje.

- El conjunto de variaciones de orden estructural que sufren las organizaciones y que se traducen en un nuevo comportamiento organizacional.

Estos cambios se originan por la interacción de diferentes fuerzas internas (procedentes de dentro de la organización) y externas (procedentes de fuera). (Cepymenews, 2016)

2.3.4. Mejora continua

El objetivo de la Mejora Continua es mejorar la competitividad de las empresas (en cualquiera de sus áreas) a través de la productividad de una manera permanente y sostenible en el tiempo. (Progressalean)

La Mejora Continua se centra en eliminar los desperdicios (actividades innecesarias) y las operaciones que no le añaden valor al producto o a los procesos. (Progressalean)

Para nosotros todas las operaciones que generan valor añadido son aquellas por las que el cliente está dispuesto a pagar. Por ejemplo, en procesos industriales serán aquellas operaciones de transformación que se realizan directamente sobre el producto. Y ¿quién añade valor al producto?, pues en procesos fabriles serían los equipos de producción, en un laboratorio serían los técnicos de laboratorio, en un departamento comercial serían los equipos de ventas. Resumiendo, los que añaden valor se identifican como los usuarios/ejecutores de los procesos objeto de mejora. (Progressalean)

Entonces, si los que añaden valor al producto/proceso cada vez tienen menos problemas, cada vez seremos más competitivos. Por tanto,

necesitamos conocer cuáles son esos problemas. Un Sistema de Mejora Continua canaliza dichos problemas para que sean resueltos por la Organización de manera sostenible en el tiempo. De ahí que entendamos la Mejora Continua como un modelo de gestión que de forma permanente y sostenible en el tiempo, permitirá a la organización eliminar las operaciones que no agregan valor a sus procesos.

Se trata de una Metodología de trabajo que se basa en las personas y el uso de Indicadores: Se trabaja en equipo para alcanzar los objetivos establecidos. Y son los propios equipos los que resuelven los “problemas” a través de Herramientas y Talleres Lean, desarrollando estándares y persiguiendo la Mejora Continua. (Progressalean)

2.3.5. Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)

Un modo de falla podría ser definido como cualquier evento que pueda causar la falla de un activo físico (o sistema o proceso). Sin embargo, es vago y simplista aplicar el término “falla” a un activo físico de manera general. Es mucho más preciso distinguir entre “una falla funcional” (un estado de falla) y un “modo de falla” (un evento que puede causar un estado de falla). Esta distinción lleva a una definición más precisa de un modo de falla, como ser: un modo de falla es cualquier evento que causa una falla funcional. (Moubray, 2004. p. 54)

El cuarto paso en el proceso de revisión RCM¹ consiste en hacer una lista de lo que de hecho sucede al producirse cada modo de falla. Esto se denomina efectos de falla. Los efectos de la falla describen que pasa cuando ocurre un modo de falla (Notemos que efecto de falla no es lo mismo que consecuencia de fallas. Un efecto de falla responde a la pregunta ¿Qué ocurre?, mientras que una consecuencia de falla responde la pregunta ¿Qué importancia tiene?). La descripción de estos efectos debe incluir toda la información necesaria para ayudar en la evaluación de las consecuencias de las fallas. Concretamente, al describir los efectos de una falla. (Moubray, 2004. p. 10)

Al considerar donde obtener la información necesaria para armar en AMFE (Análisis de Modos y Efectos de las Fallas) completo, debemos recordar ser proactivos. Esto significa que debe darse tanto énfasis a los que podría ocurrir como a lo que ha ocurrido. Las fuentes de información más frecuentes se describen en los párrafos siguientes, junto con un pequeño resumen de las ventajas y desventajas. (Moubray, 2004)

¹ RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) es un proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual. (Moubray 2004)

2.4. Definición de términos básicos

(NORMA SAE JA1012, 2002-1)

Consecuencias de Falla— Los efectos que puede provocar un modo de falla o una falla múltiple (evidencia de falla, impacto en la seguridad, en el ambiente, en la capacidad operacional, en los costos de reparación directos o indirectos).

Efecto de Falla— Lo que pasa cuando ocurre un modo de falla.

Falla Evidente— Un modo de falla cuyos efectos se tornan evidentes para el personal de operaciones bajo circunstancias normales, si el modo de falla ocurre aislado.

Falla Funcional— Un estado en el que un activo físico o sistema no se encuentra disponible para ejercer una función específica a un nivel de desempeño deseado.

Falla Oculta— Un modo de falla cuyo efecto no es evidente para el personal de operaciones bajo circunstancias normales, si el modo de falla ocurre aislado.

Falla Potencial— Una condición identificable que indica que una falla funcional está a punto de ocurrir o está en proceso de ocurrir.

Función— Lo que el dueño o usuario desea que realice un activo físico o sistema.

Función Evidente— Una función cuya falla aislada se vuelve evidente al personal de operaciones bajo circunstancias normales.

Función Oculta— Una función cuya falla aislada no se vuelve evidente al personal de operaciones bajo circunstancias normales.

Intervalo P-F— El intervalo entre el punto en que una falla potencial se hace detectable y el punto en que esta se degrada hasta una falla funcional (también conocida como “período para el desarrollo de falla” o “tiempo esperado para la falla”).

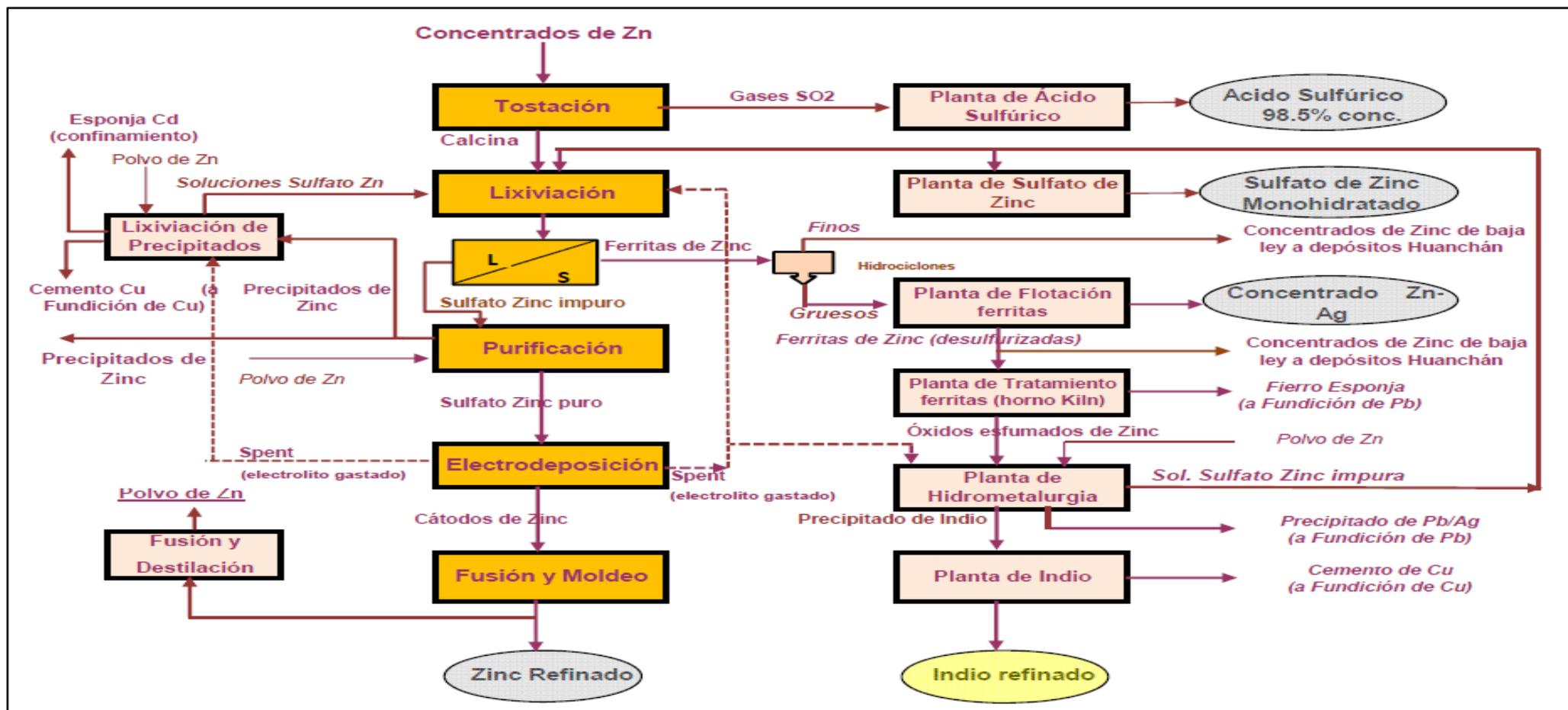
Modo de Falla— Un evento único, que causa una falla funcional.

Tarea para Detectar Fallas— Una tarea programada utilizada para determinar si ha ocurrido una falla oculta específica.

Usuario— Una persona u organización que opera un activo o sistema y podría sufrir o acarrear la responsabilidad por las consecuencias de un modo de falla de ese sistema.

2.5. Proceso de refinación del Zinc

FIGURA 2. 3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL CIRCUITO DEL ZIN



Fuente: Doe Run Peru

CIRCUITO ZINC

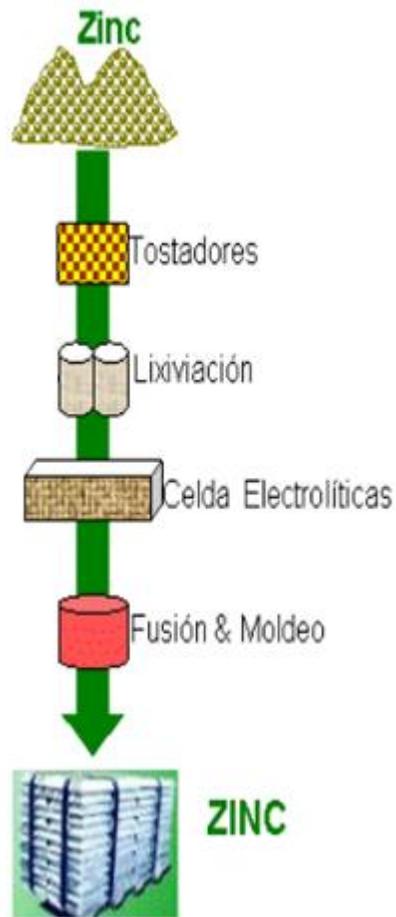
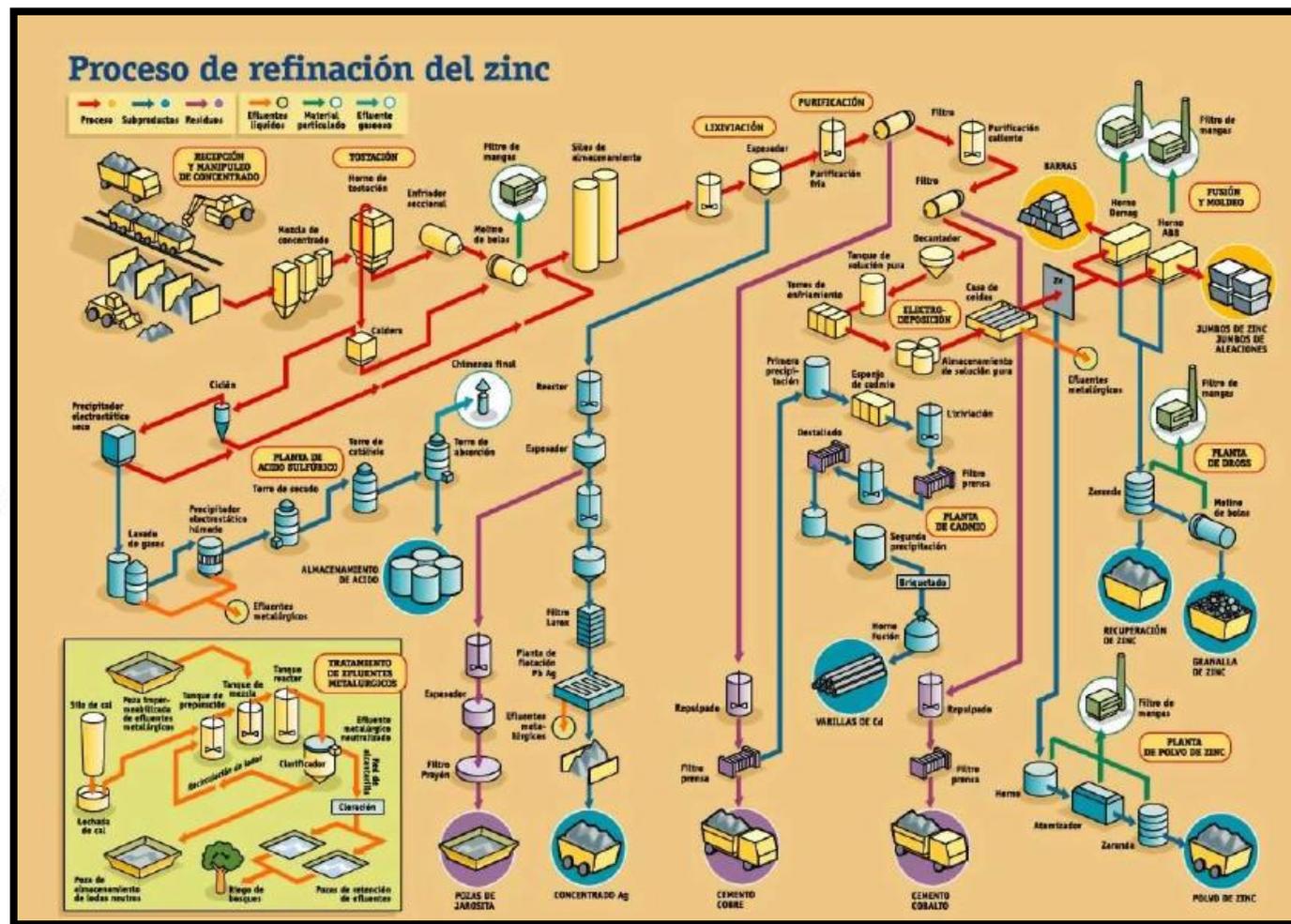


FIGURA 2. 4 PROCESO DE REFINACIÓN DEL ZINC



FUENTE: Votorantim Metais /Doe Run Perú

2.6. Implementación de los pasos del PMO

2.6.1. Paso 1 - Recopilación de Tareas

En este paso se trabajó con los supervisores tanto operativos como de seguridad y planner, para recopilar toda la información que se tenía, desde la data en el SAP hasta los Excel y planes de años pasados. (ANEXO A).

2.6.2. Paso 2 - Análisis de Modos de Falla (FMA)

Se realizó el análisis de cada una de las actividades, las planillas (Formulario de Planificación), de actividades y procedimientos para identificar los modos de falla de las diferentes tareas. (ANEXO B).

2.6.3. Paso 3 - Racionalización y Revisión del FMA

Una vez identificados los modos de falla se procedió a realizar el FMA, con el formato establecido. (ANEXO C).

2.6.4. Paso 4 - Análisis Funcional (Opcional)

No se llegó a determinar las fallas funcionales ya que las actividades a realizarse son netamente de limpieza industrial, lo que no representa un paro en las funciones de los equipos.

2.6.5. Paso 5 - Evaluación de Consecuencias

Al brindar el servicio de limpieza industrial, las fallas que se atienden son de modo evidente, por lo que se realiza un análisis de riesgos y consecuencias operacionales. (ANEXO D).

2.6.6. Paso 6 - Definición de la Política de Mantenimiento

Se desarrolla un árbol de fallas, para analizar los equipos críticos a intervenir. (ANEXO E).

2.6.7. Paso 7 - Agrupación y Revisión

Se establecen las tareas y responsables en función a la información analizada, se trabaja con los dueños de áreas quienes son los responsables de cobrar el cumplimiento de plan. Las actividades fueron debidamente monitoreadas por el cliente, quienes validaron el nuevo Plan o Estrategia de Limpieza Industrial. (ANEXO F)

2.6.8. Paso 8 - Aprobación e Implementación

Una vez validado el plan por el cliente, se procede a la implementación, informando y copiando a todo los involucrados sobre las nuevas disposiciones, así también frente a cualquier desvío informar en el momento para su corrección. (ANEXO G)

2.6.9. Paso 9 - Programa Dinámico

Una vez implementado el plan, se deja correr y se va realizando el seguimiento ya sea en el SAP o con otra herramienta que me permita verificar los indicadores de cumplimiento, así como revisar las ocurrencias diarias.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.6.1. Hipótesis General

La incidencia de la metodología PMO mejora el cumplimiento del plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla.

3.6.2. Hipótesis Específicas

- Identificando los modos de falla, mejora el plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla.
- Identificando la duplicidad de tareas, mejora el plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla.
- Estableciendo las frecuencias solidas de intervención de los equipos, mejora el plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla.

3.2. Definición conceptual de variables

Variable independiente	Metodología PMO.
Variable dependiente	Plan de mantenimiento de limpieza industrial.

3.3. Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICES	METODO	TECNICA
INDEPENDIENTE	Metodología PMO.	Modos de falla	%	AMEF	Recopilación de información.
DEPENDIENTE	Plan de mantenimiento de limpieza industrial.	<ul style="list-style-type: none"> - ICPMP - ICPOS - Backlog. 	%	Mantenimiento preventivo.	Prueba error.

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo y diseño de la investigación

La presente investigación es de Tipo Cuantitativa, No experimental, Longitudinal de Panel; en el cual al ser analizada se tendrá la certeza de la Hipótesis formulada en este contexto particular.

Narváez (2015), define la Investigación Longitudinal de la siguiente manera: “son estudios que recaban datos en diferentes puntos del tiempo, para realizar inferencias acerca de la evolución, sus causas y efectos.”

Diseño de Panel: el grupo a estudiar son medidos u observados en todos los tiempos o momentos. Por ejemplo en este caso, sería la implementación de un nuevo programa el cual observara anualmente los cambios en base a los diferentes indicadores de cumplimiento, de un Plan de Mantenimiento. Cada año se evaluara el cumplimiento del mismo PM. Entonces se tiene que; los individuos, y no solo la muestra, población y subpoblación, son los mismos.

4.2. Método de investigación

El Método de investigación es Cuantitativo, de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2010) manifiestan que usan la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

4.3. Población y muestra

Población

La población está conformada por el Servicio de limpieza industrial del área de electrometalurgia de la Refinería de zinc.

Muestra

La muestra está conformada por el Plan de Mantenimiento del servicio de limpieza industrial del área de electrometalurgia de la Refinería de zinc.

4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado

La investigación se desarrolló en la Refinería de zinc ubicada en Cajamarquilla, durante el periodo del 2014 al 2018.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de información

Técnicas

- Observación
- Análisis de los datos

Instrumento

- Excel
- SAP
- Históricos del servicio.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

4.6.1. Criterios para el Análisis de la criticidad

TABLA 4. 1 SEVERIDAD

Efecto	Efecto de Severidad	Valor
Peligroso sin alerta	Valor de severidad muy alto cuando un modo de Problema potencial afecta la operación del sistema sin alerta	10
Peligroso con alerta	Valor de severidad muy alto cuando un modo de Problema potencial afecta la operación del sistema con alerta	9
Muy alto	Identificar modos de Problema potenciales y su impacto en la confiabilidad del proceso o actividad	8
Alto	Sistema inoperable con equipo dañado	7
Moderado	Sistema inoperable con daños menores	6
Bajo	Sistema inoperable sin daños	5
Muy bajo	Sistema operable con una significativa degradación de rendimiento	4
Menor	Sistema operable con una degradación de rendimiento	3
Muy menor	Sistema operable con mínima interferencia	2
Ninguno	No hay efectos	1

Fuente: COLDI LIMITADA

TABLA 4. 2 OCURRENCIA

PROBABILIDAD de fallo	Prob. Fallo	VALOR
Muy alta : Problemas casi inevitables	>1 in 2	10
	1 in 3	9
Alta: Fallos repetitivos	Identificar modos de Problema potenciales y su impacto en la confiabilidad del proceso o actividad	8
	1 in 20	7
Moderadas: Problemas ocasionales	1 in 80	6
	1 in 400	5
	1 in 2,000	4
Baja: Pocas Problemas relativamente	1 in 15,000	3
	1 in 150,000	2
Remota: Problema inverosímil	<1 in 1,500,000	1

Fuente: COLDI LIMITADA

TABLA 4. 3 DETECTABILIDAD

Detección	Probabilidad de la DETECCIÓN	Valor
Absoluta incertidumbre	El control del diseño no puede detectar una causa potencial/mecanismo y modo de fallo subsecuente	10
Muy remota	Muy remota la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	9
Remota	Identificar modos de Problema potenciales y su impacto en la confiabilidad del proceso o actividad	8
Muy baja	Muy baja la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	7
Baja	Baja la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	6
Moderada	Moderada la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	5
Muy moderada	Muy moderada la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	4
Alta	Alta la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	3
Muy alta	Muy alta la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	2
Casi seguro	Control de diseño detectará causas potenciales/ mecanismos y modos de fallos subsecuentes	1

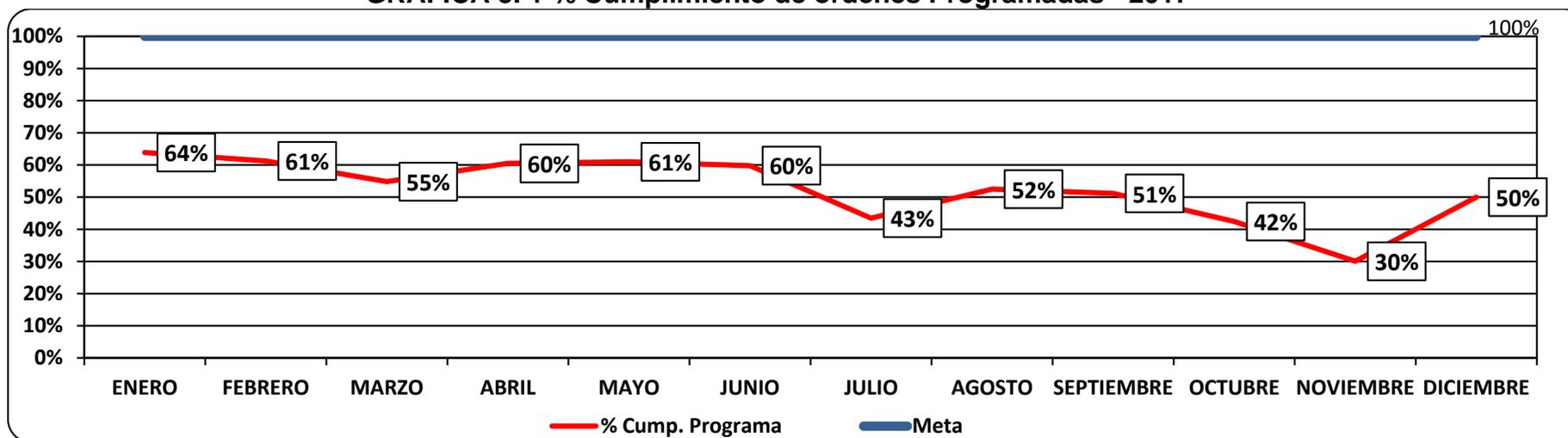
Fuente: COLDI LIMITADA

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

5.1.1. INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DE ÓRDENES PROGRAMADAS DEL PLAN

GRÁFICA 5. 1 % Cumplimiento de órdenes Programadas - 2017



Fuente: CONFIPETROL

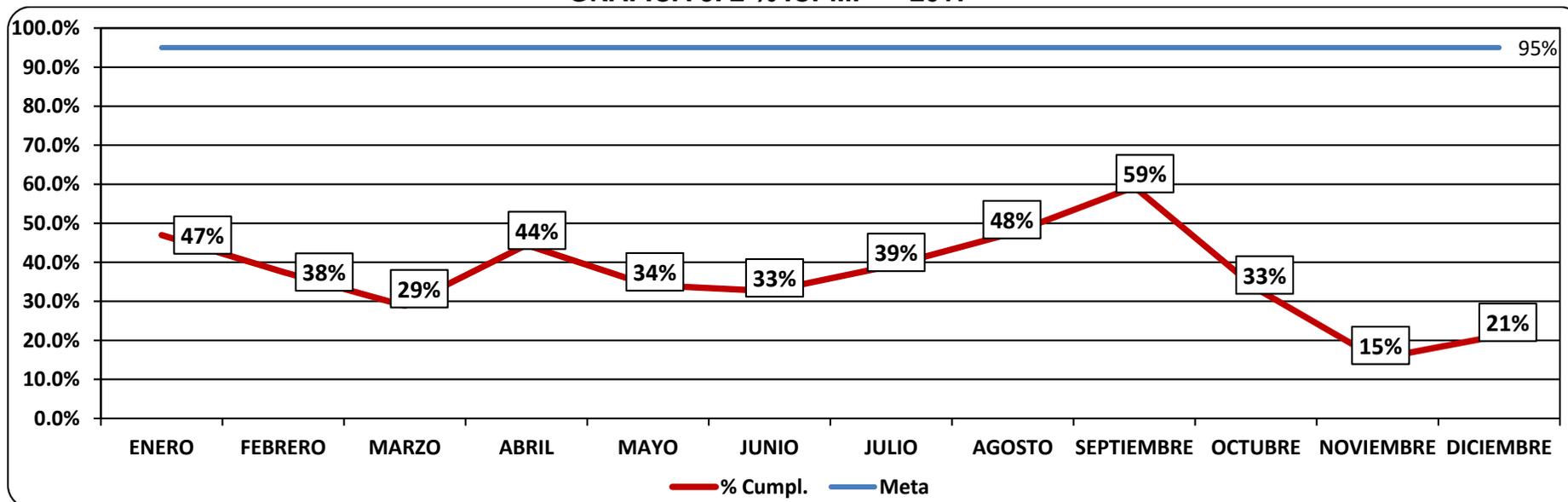
TABLA 5. 1 % Cumplimiento de órdenes Programadas - 2017

Tipo de Trabajos	% CUMPLIMIENTO PROGRAMADO 2017											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Órdenes Plan Anual	83	80	104	81	82	92	69	101	86	33	183	66
Órdenes Programadas	53	49	57	49	50	55	30	53	44	14	55	33
% Cump. Programa	64%	61%	55%	60%	61%	60%	43%	52%	51%	42%	30%	50%

Fuente: CONFIPETROL

5.1.2. INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – ICPMP

GRÁFICA 5. 2 % ICPMP - 2017



Fuente: CONFIPETROL

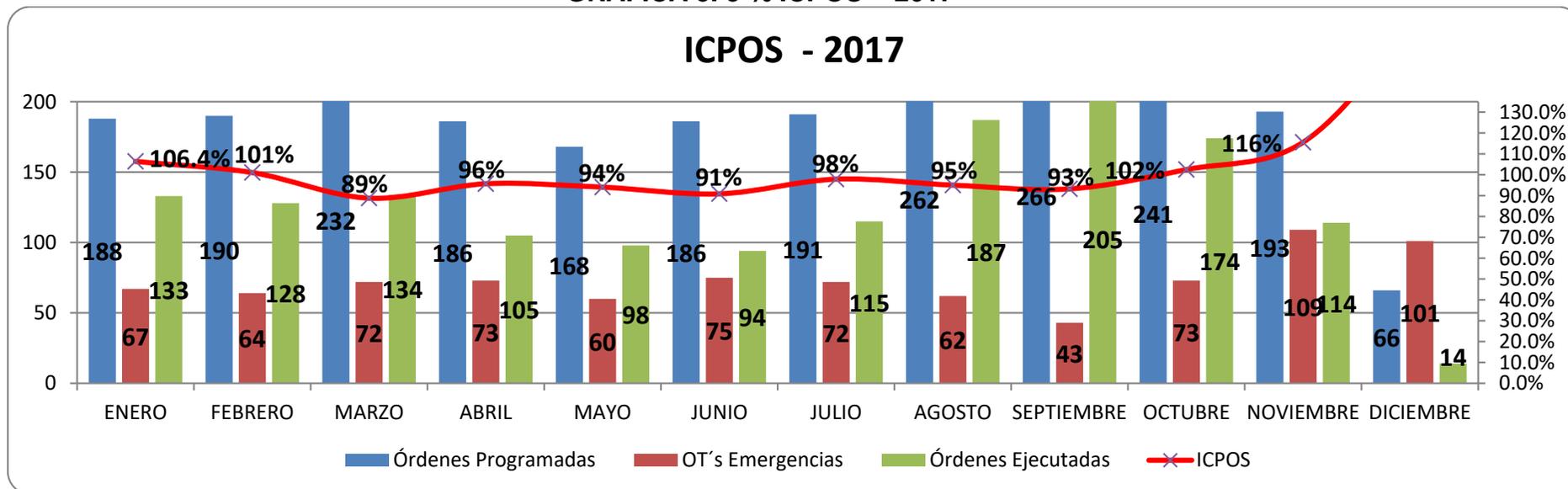
TABLA 5. 2 % ICPMP - 2017

Tipo de Trabajos	% CUMPLIMIENTO ICPMP 2017												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Órdenes Plan Anual	83	80	104	81	82	92	69	101	86	33	183	66	1060
Ordenes Ejecutadas Plan Anual	39	30	30	36	28	30	27	48	51	11	28	14	372
% Cump. ICPMP	47.0%	37.5%	28.8%	44.4%	34.1%	32.6%	39.1%	47.5%	59.3%	33.3%	15.3%	21.2%	35.1%

Fuente: CONFIPETROL

5.1.3. INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE ÓRDENES DEL SISTEMA – ICPOS

GRÁFICA 5. 3 % ICPOS - 2017



Fuente: CONFIPETROL

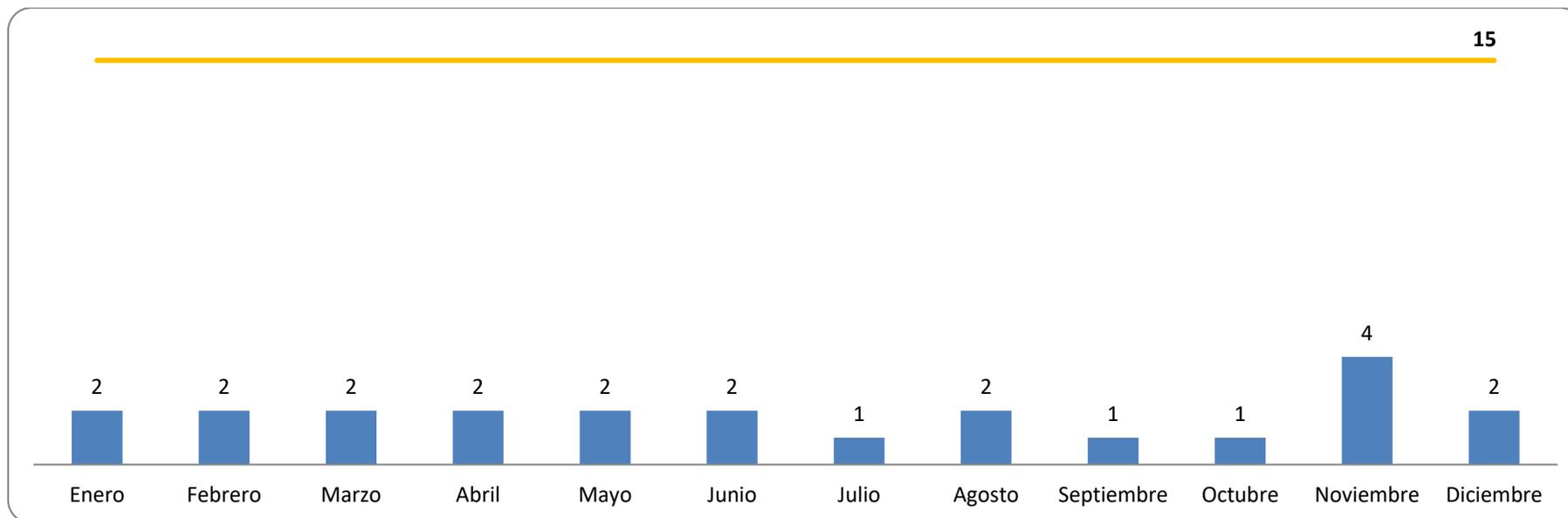
TABLA 5. 3 % ICPOS - 2017

Descripción	% CUMPLIMIENTO ICPOS 2017											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Órdenes Programadas	188	190	232	186	168	186	191	262	266	241	193	66
OT's Emergencias	67	64	72	73	60	75	72	62	43	73	109	101
Órdenes Ejecutadas	133	128	134	105	98	94	115	187	205	174	114	14
ICPOS	106.4%	101%	89%	96%	94%	91%	98%	95%	93%	102%	116%	174%

Fuente: CONFIPETROL

5.1.4. BACKLOG

GRÁFICA 5. 4 BACKLOG - 2017



Fuente: CONFIPETROL

TABLA 5. 4 BACKLOG - 2017

		Backlog (días) 2017											
Talleres		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días		2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	4	2

Fuente: CONFIPETROL

5.2. Resultados inferenciales

Nuestro problema general es identificar la incidencia de la Metodología PMO en el cumplimiento del plan, por lo que se analiza los datos del indicador ICPMP, y se verifica que existe una diferencia significativa entre lo ejecutado y lo programado.

5.2.1. T STUDENT

T student

Determinando la Homocedasticidad:

Dos muestra con varianzas homogéneas.
Dos muestras con varianzas heterogéneas.

Valor P <=	Nivel significancia, se rechaza hipótesis nula
----------------------	---

Valor P >	Nivel significancia, se acepta hipótesis nula
---------------------	--

TABLA 5. 5 INDICADORES DE CUMPLIMIENTO - 2017

% CUMPLIMIENTO PROGRAMADO DEL PLAN 2017				% ICPMP - 2017			
	Órdenes Plan Anual	Órdenes Programadas	% Cump. Programa		Órdenes Plan Anual	Ordenes Ejecutadas Plan Anual	% Cump. ICPMP
ENERO	83	53	64%	ENERO	83	39	47%
FEBRERO	80	49	61%	FEBRERO	80	30	38%
MARZO	104	57	55%	MARZO	104	30	29%
ABRIL	81	49	60%	ABRIL	81	36	44%
MAYO	82	50	61%	MAYO	82	28	34%
JUNIO	92	55	60%	JUNIO	92	30	33%
JULIO	69	30	43%	JULIO	69	27	39%
AGOSTO	101	53	52%	AGOSTO	101	48	48%
SEPTIEMBRE	86	44	51%	SEPTIEMBRE	86	51	59%
OCTUBRE	33	14	42%	OCTUBRE	33	11	33%
NOVIEMBRE	183	55	30%	NOVIEMBRE	183	28	15%
DICIEMBRE	66	33	50%	DICIEMBRE	66	14	21%
PROMEDIO	88.3	45.2	53%	PROMEDIO	88.3	31.0	37%
Grados de Libertad	n-1 =	11		Grados de Libertad	n-1 =	11	

Fuente: Propia

Nivel de confianza = 95%	5% significancia
--------------------------	------------------

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de órdenes ejecutadas con respecto a lo programado del plan?

Hipótesis nula = H_0 = No existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de órdenes ejecutadas con respecto al programado del plan, con un 95% de confianza.

Hipótesis alterna = H_a = Sí existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de órdenes ejecutadas con respecto al programado del plan, con un 95% de confianza.

PRUEBA F	0.731000835	> Nivel significancia, se acepta la hipótesis nula
-----------------	-------------	--



H_0 = LAS VARIANZAS SON IGUALES

H_A = LAS VARIANZAS SON DIFERENTES

VALOR PRUEBA T	VALOR P
-2.806390911	0.010285164

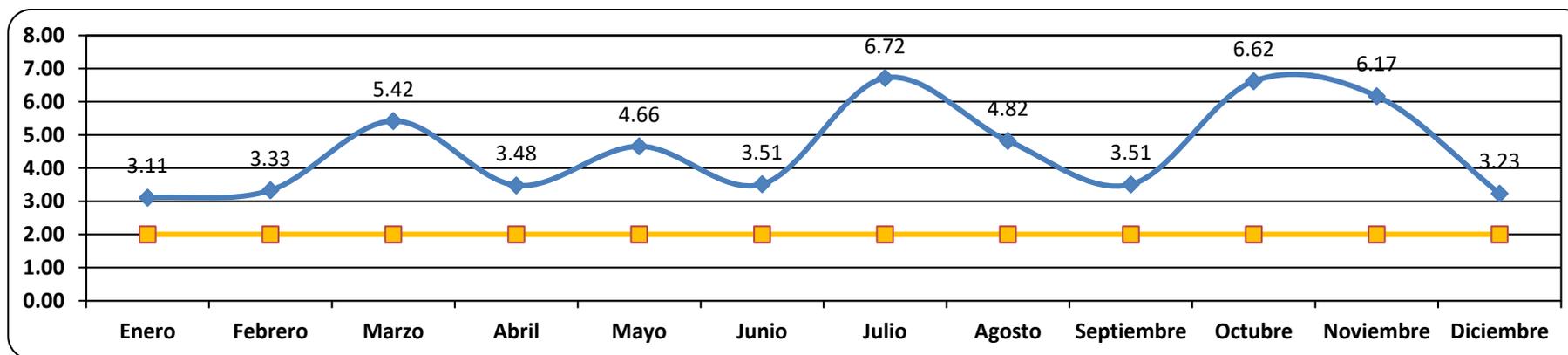
PRUEBA T	-2.70234609	< Nivel significancia, se rechaza hipótesis nula
VALOR P	0.010285164	

→ Sí existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de órdenes ejecutadas con respecto programado del plan, con un 95% de confianza.

5.3. Otros resultados

5.3.1. INDICADOR CAPACITACIÓN

GRÁFICA 5. 5 %CAPACITACIÓN - 2017



Fuente: Propia

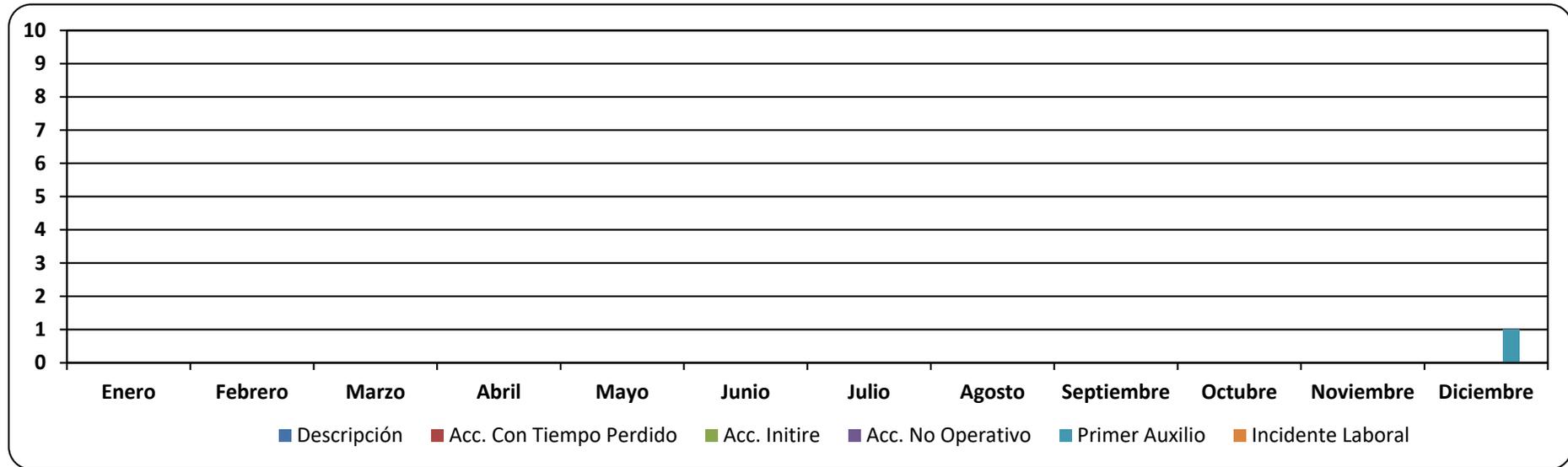
TABLA 5. 6 %CAPACITACIÓN - 2017

Descripción	%CAPACITACIÓN - 2017											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
SISO	125.0	184.0	251.0	148.0	185.0	205.0	538.0	371.0	273.0	470.0	613.0	270.0
Medio Ambiente	36.0	29.0	6.5	29.0	54.0	14.0	26.0	92.0	19.0	0.0	0.0	33.0
Calidad	0.0	12.0	76.0	34.0	54.0	17.0	33.0	28.0	63.0	204.0	15.0	0.0
Técnicas	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inducción CSMA	54.0	2.0	6.0	0.0	6.0	6.0	45.0	0.0	2.0	0.0	0.0	26.0
TOTAL	215.0	227.0	339.5	219.0	299.0	242.0	642.0	491.0	357.0	674.0	628.0	329.0
Índice Mensual	3.11	3.33	5.42	3.48	4.66	3.51	6.72	4.82	3.51	6.62	6.17	3.23
Meta	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

Fuente: Propia

5.3.2. ÍNDICE ACONTECIMIENTOS ELECTROMETALURGIA

GRÁFICA 5. 6 Índice mensual de acontecimientos



Fuente: Propia

TABLA 5. 7 Índice mensual de acontecimientos

ÍNDICE MENSUAL DE ACONTECIMIENTOS - 2017												
Descripción	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Acc. Con Tiempo Perdido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acc. Initive	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acc. No Operativo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primer Auxilio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Incidente Laboral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

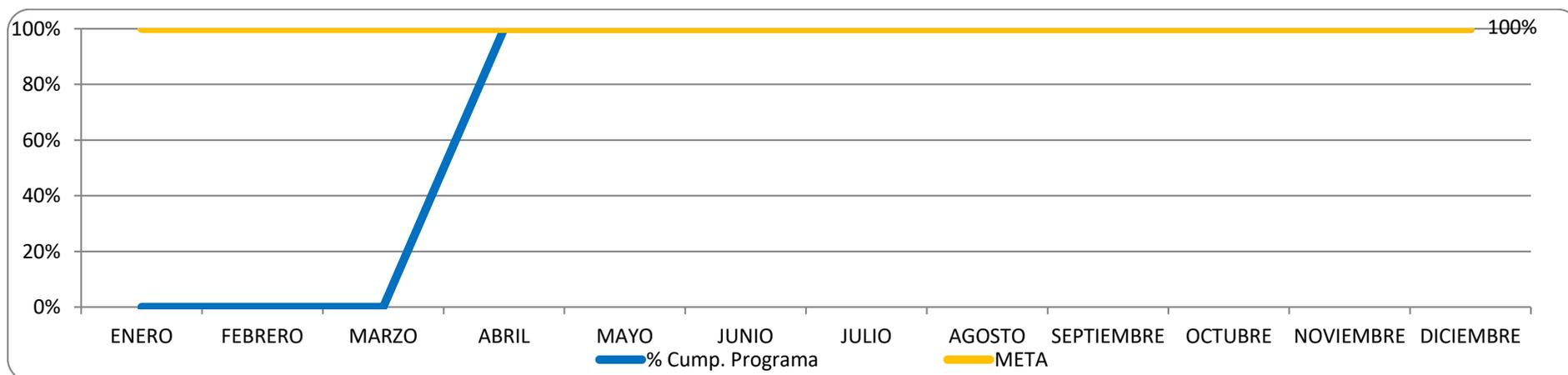
Fuente: Propia

VI. DISCUSION DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

6.1.1. INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DE ÓRDENES PROGRAMADAS DEL PLAN

GRÁFICA 6. 1 % Cumplimiento de órdenes Programadas - 2018



Fuente: Propia

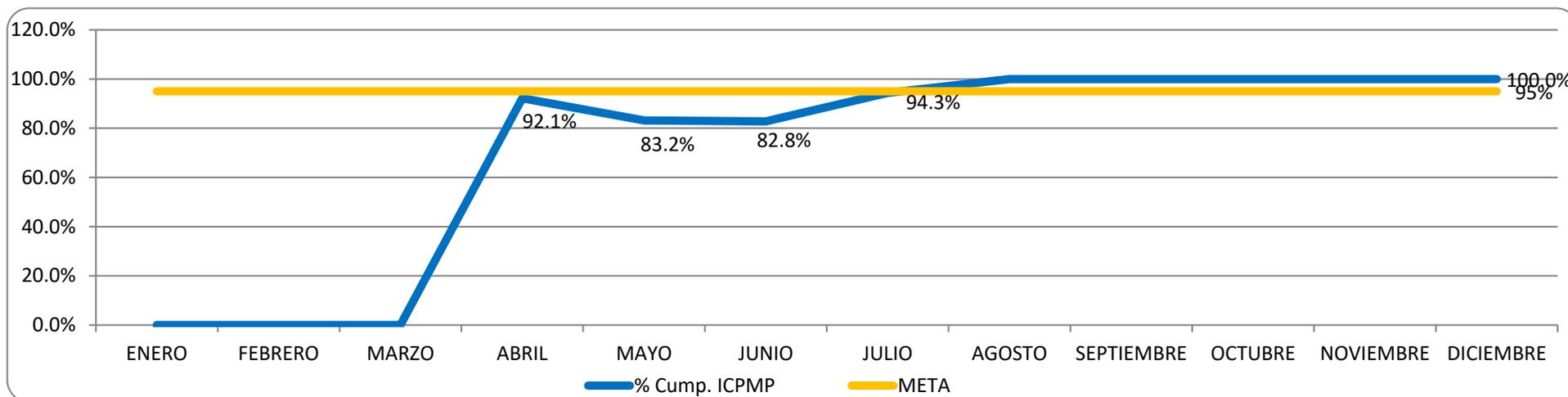
TABLA 6. 1 % Cumplimiento de órdenes Programadas - 2018

% CUMPLIMIENTO PROGRAMADO 2018												
Tipo de Trabajos	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Órdenes Plan Anual	0	0	0	242	315	332	336	327	337	329	325	336
Órdenes Programadas	0	0	0	242	315	332	336	327	337	329	325	336
% Cump. Programa	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Propia

6.1.2. INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

GRÁFICA 6. 2 % ICPMP – 2018



Fuente: Propia

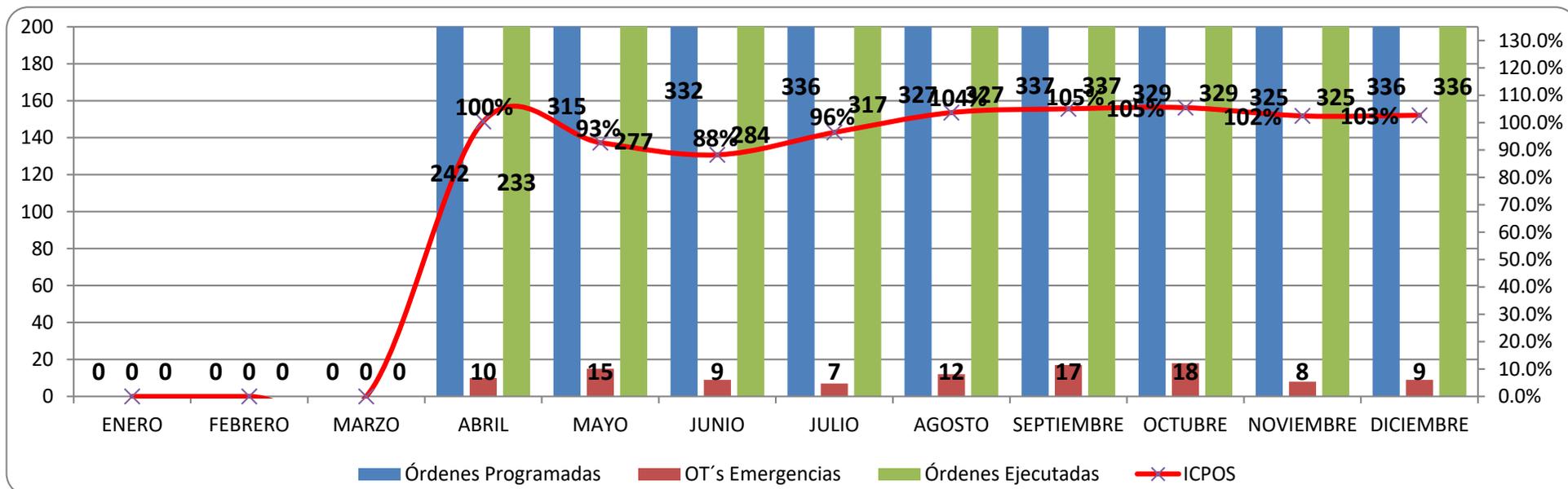
TABLA 6. 2 % ICPMP – 2018

Tipo de Trabajos	% CUMPLIMIENTO ICPMP 2018												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Órdenes Plan Anual	0	0	0	242	315	332	336	327	337	329	325	336	2879
Ordenes Ejecutadas Plan Anual	0	0	0	223	262	275	317	327	337	329	325	336	2731
% Cump. ICPMP	0.0%	0.0%	0.0%	92.1%	83.2%	82.8%	94.3%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	94.9%

Fuente: Propia

6.1.3. INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DE ÓRDENES DEL SISTEMA

GRÁFICA 6. 3 % ICPOS - 2018



Fuente: Propia

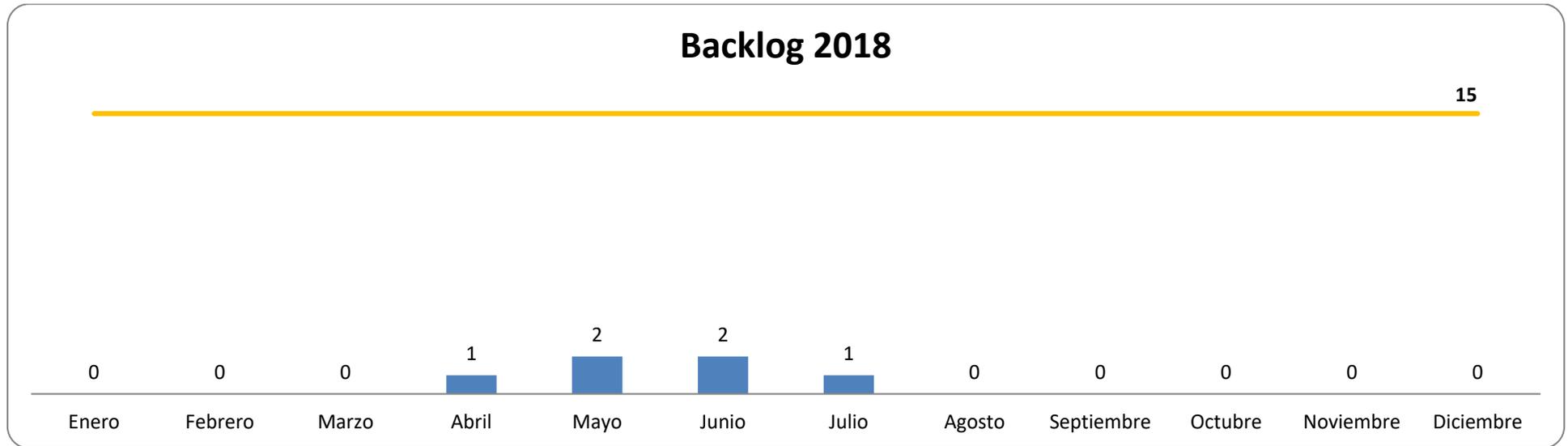
TABLA 6. 3 % ICPOS - 2018

Descripción	% CUMPLIMIENTO ICPOS 2018											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Órdenes Programadas	0	0	0	242	315	332	336	327	337	329	325	336
OT's Emergencias	0	0	0	10	15	9	7	12	17	18	8	9
Órdenes Ejecutadas	0	0	0	233	277	284	317	327	337	329	325	336
ICPOS	0.0%	0%	0%	100%	93%	88%	96%	104%	105%	105%	102%	103%

Fuente: Propia

6.1.4. BACKLOG

GRÁFICA 6. 4 BACKLOG - 2018



Fuente: Propia

TABLA 6. 4 BACKLOG - 2018

Backlog (días) 2018												
Talleres	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días	0	0	0	1	2	2	1	0	0	0	0	0

Fuente: Propia

6.1.5. Análisis por T student

T student

Para datos numéricos y muestras relacionadas:

Muestra relacionada	Antes y después de una intervención.
---------------------	--------------------------------------

Valor P <=	Nivel significancia, se rechaza hipótesis nula
------------	--

Valor P >	Nivel significancia, se acepta hipótesis nula
-----------	---

TABLA 6. 5 CONTRASTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN ESTADÍSTICA DEL INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DE ÓRDENES PROGRAMADAS DEL PLAN

ANTES				DESPUES			
% CUMPLIMIENTO PROGRAMADO DEL PLAN				% CUMPLIMIENTO PROGRAMADO DEL PLAN			
	Órdenes Plan Anual	Órdenes Programadas	% Cump. Programa		Órdenes Plan Anual	Órdenes Programadas	% Cump. Programa
ENERO	83	53	64%	ENERO	-	-	-
FEBRERO	80	49	61%	FEBRERO	-	-	-
MARZO	104	57	55%	MARZO	-	-	-
ABRIL	81	49	60%	ABRIL	242	242	100%
MAYO	82	50	61%	MAYO	315	315	100%
JUNIO	92	55	60%	JUNIO	332	332	100%
JULIO	69	30	43%	JULIO	336	336	100%
AGOSTO	101	53	52%	AGOSTO	327	327	100%
SEPTIEMBRE	86	44	51%	SEPTIEMBRE	337	337	100%
OCTUBRE	33	14	42%	OCTUBRE	329	329	100%
NOVIEMBRE	183	55	30%	NOVIEMBRE	325	325	100%
DICIEMBRE	66	33	50%	DICIEMBRE	336	336	100%
PROMEDIO	88.3	45.2	53%	PROMEDIO	319.9	319.9	100%
Grados de Libertad	n-1 =	8		Grados de Libertad	n-1 =	8	

Fuente: Propia

Nivel de confianza = 95%	5% significancia
--------------------------	------------------

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de órdenes programadas del plan después de la implementación del PMO?

Hipótesis nula = H_0 = No existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de órdenes programadas del plan después de la implementación del PMO, con un 95% de confianza.

Hipótesis alterna = H_a = Sí existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de órdenes programadas del plan después de la implementación del PMO, con un 95% de confianza.

VALOR PRUEBA T	VALOR P
-14.68608961	4.53951E-07

PRUEBA T	-13.4247488	< Nivel significancia, se rechaza hipótesis nula
VALOR P	4.53951E-07	



Sí existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de órdenes programadas del plan después de la implementación del PMO, con un 95% de confianza.

TABLA 6. 6 CONTRASTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN ESTADÍSTICA DEL ICPMP

ANTES				DESPUES			
	% ICPMP				% ICPMP		
	Órdenes Plan Anual	Ordenes Ejecutadas Plan Anual	% Cump. ICPMP		Órdenes Plan Anual	Ordenes Ejecutadas Plan Anual	% Cump. ICPMP
ENERO	83	39	47%	ENERO	-	-	-
FEBRERO	80	30	38%	FEBRERO	-	-	-
MARZO	104	30	29%	MARZO	-	-	-
ABRIL	81	36	44%	ABRIL	242	223	92%
MAYO	82	28	34%	MAYO	315	262	83%
JUNIO	92	30	33%	JUNIO	332	275	83%
JULIO	69	27	39%	JULIO	336	317	94%
AGOSTO	101	48	48%	AGOSTO	327	327	100%
SEPTIEMBRE	86	51	59%	SEPTIEMBRE	337	337	100%
OCTUBRE	33	11	33%	OCTUBRE	329	329	100%
NOVIEMBRE	183	28	15%	NOVIEMBRE	325	325	100%
DICIEMBRE	66	14	21%	DICIEMBRE	336	336	100%
PROMEDIO	88.3	31.0	37%	PROMEDIO	319.9	303.4	95%
Grados de Libertad	n-1 =	8		Grados de Libertad	n-1 =	8	

Fuente: Propia

Nivel de confianza = 95% 5% significancia

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de órdenes ejecutadas del plan después de la implementación del PMO?

Hipótesis nula = H_0 = No existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de órdenes ejecutadas del plan después de la implementación del PMO, con un 95% de confianza.

Hipótesis alterna = H_a = Sí existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de órdenes ejecutadas del plan después de la implementación del PMO, con un 95% de confianza.

VALOR PRUEBA T	VALOR P
-11.66675938	2.65632E-06

PRUEBA T -10.645079
VALOR P 2.65632E-06

< Nivel significancia, se rechaza hipótesis nula

→

Sí existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de órdenes ejecutadas del plan después de la implementación del PMO, con un 95% de confianza.

TABLA 6. 7 CONTRASTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN ESTADÍSTICA DEL ICPOS

ANTES

% CUMPLIMIENTO PROGRAMADO DEL PLAN				
	Órdenes Programadas	OT's Emergencias	Órdenes Ejecutadas	ICPOS
ENERO	188	67	133	106%
FEBRERO	190	64	128	101%
MARZO	232	72	134	89%
ABRIL	186	73	105	96%
MAYO	168	60	98	94%
JUNIO	186	75	94	91%
JULIO	191	72	115	98%
AGOSTO	262	62	187	95%
SEPTIEMBRE	266	43	205	93%
OCTUBRE	241	73	174	102%
NOVIEMBRE	193	109	114	116%
DICIEMBRE	66	101	14	174%
PROMEDIO	197.4	72.6	125.1	105%
Grados de Libertad	n-1 =	8		

DESPUES

% CUMPLIMIENTO PROGRAMADO DEL PLAN				
	Órdenes Programadas	OT's Emergencias	Órdenes Ejecutadas	ICPOS
ENERO	-	-	-	-
FEBRERO	-	-	-	-
MARZO	-	-	-	-
ABRIL	242	10	233	100%
MAYO	315	15	277	93%
JUNIO	332	9	284	88%
JULIO	336	7	317	96%
AGOSTO	327	12	327	104%
SEPTIEMBRE	337	17	337	105%
OCTUBRE	329	18	329	105%
NOVIEMBRE	325	8	325	102%
DICIEMBRE	336	9	336	103%
PROMEDIO	319.9	11.7	307.2	100%
Grados de Libertad	n-1 =	8		

Fuente: Propia

Nivel de confianza = 95%	5% significancia
--------------------------	------------------

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de órdenes programadas del preventivo y emergencias después de la implementación del PMO?

Hipótesis nula = H_0 = No existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de órdenes programadas del preventivo y emergencias después de la implementación del PMO, con un 95% de confianza.

Hipótesis alterna = H_a = Sí existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de órdenes programadas del preventivo y emergencias después de la implementación del PMO, con un 95% de confianza.

VALOR PRUEBA T	VALOR P
0.815974226	0.438133483

PRUEBA T	-0.16076111
VALOR P	0.438133483

> Nivel significancia, se acepta hipótesis nula



No existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de órdenes programadas del preventivo y emergencias después de la implementación del PMO, con un 95% de confianza.

**TABLA 6. 8 CONTRASTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN ESTADÍSTICA DEL
BACKLOG**

ANTES		DESPUES	
BACKLOG		BACKLOG	
	Días		Días
ENERO	2	ENERO	-
FEBRERO	2	FEBRERO	-
MARZO	2	MARZO	-
ABRIL	2	ABRIL	1
MAYO	2	MAYO	2
JUNIO	2	JUNIO	2
JULIO	1	JULIO	1
AGOSTO	2	AGOSTO	0
SEPTIEMBRE	1	SEPTIEMBRE	0
OCTUBRE	1	OCTUBRE	0
NOVIEMBRE	4	NOVIEMBRE	0
DICIEMBRE	2	DICIEMBRE	0
PROMEDIO	1.9	PROMEDIO	0.7
Grados de Libertad	n-1 = 8	Grados de Libertad	n-1 = 8

Fuente: Propia

Nivel de confianza = 95%	5% significancia
--------------------------	------------------

¿Existe diferencia estadísticamente significativa del Backlog después de la implementación del PMO?

Hipótesis nula = H_0 = No existe diferencia estadísticamente significativa del Backlog después de la implementación del PMO, con un 95% de confianza.

Hipótesis alterna = H_a = Sí existe diferencia estadísticamente significativa del Backlog después de la implementación del PMO, con un 95% de confianza.

VALOR PRUEBA T	VALOR P
2.816811359	0.022604619

PRUEBA T -2.37052667
VALOR P 0.022604619

<	Nivel significancia, se rechaza hipótesis nula
---	---

→	Sí existe diferencia estadísticamente significativa del Backlog después de la implementación del PMO, con un 95% de confianza.
---	--

6.2. Contratación de los resultados con otros estudios similares

Central de generación eléctrica Cuyabeno Bloque 58

Se realizó la optimización de las tareas de mantenimiento planificado de la Central de Generación Eléctrica Cuyabeno, conformada por siete grupos electrógenos a diésel, con la finalidad de tener una mayor disponibilidad de los mismos, disminuyendo el número de paradas imprevistas ante fallas en los equipos. Para ello, se realizó un diagnóstico de la situación actual, analizando las tareas existentes y los modos, efectos de falla y sus consecuencias, se utilizó como guía los nueve pasos de la metodología Optimización del Mantenimiento Planificado (PMO), se utilizaron datos tanto físicos, como digitales, así como también se tomaron sugerencias del personal de operaciones y mantenimiento. La ejecución de este trabajo ha generado los siguientes resultados: 36% menos en el costo de mantenimiento por cada barril de petróleo producido, una mejora en la disponibilidad operativa del 3.71% y una reducción de las pérdidas de producción inicial del 14% del año 2014 al 2015 y del 36% del año 2015 al 2016, esto se ha logrado con la implementación de nuevas tareas y la optimización de las existentes, mejorando los índices de mantenimiento, reduciendo el número de fallas funcionales, optimizando recursos, generando la participación del personal de operaciones en actividades de mantenimiento autónomo. Todas las tareas han sido ingresadas al sistema de gestión de mantenimiento para su ejecución. Se concluye que la aplicación de la metodología PMO es efectiva en equipos con alto índice de fallas. Se recomienda la revisión continua de los planes y programas de mantenimiento en la central de generación Cuyabeno. (Villacís Bonilla, Milton Eliecer. 2017)

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

6.3.5. CÓDIGO DE ÉTICA DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

TITULO II

DE LOS DEBERES GENERALES

Artículo 18.- el Ingeniero respetará las leyes, ordenanzas y disposiciones vigentes relacionadas con su profesión y actuará dentro de los más estrictos principios de honradez y moralidad en todo su proceder.

Artículo 19.- El Ingeniero ejecutará todos los actos inherentes a la profesión de acuerdo a las reglas técnicas y métodos científicos procediendo con diligencia; autorizará planos, documentos o trabajos sólo cuando tenga la convicción de su idoneidad y seguridad, de acuerdo a las normas correspondientes. **(CIP. 2018)**

VII. CONCLUSIONES

Primero.- al contrastar nuestros resultados, una vez implementado el PMO, se incide en el plan obteniendo una mejora significativa en el porcentaje de cumplimiento del programa, con un cumplimiento del 100% de ordenes programadas, 95% ICPMP, 100% ICPOS y una reducción del 63% del Backlog.

Segundo.- la implementación del AMEF, evidencia de manera clara y precisa los modos de fallas de las diferentes actividades que realizamos.

Tercero.- al implementar una metodología y llevar un registro sistemático de las actividades y control diario, permite verificar con mayor facilidad y accesibilidad las actividades ejecutadas lo cual nos lleva a no caer en la duplicidad de estas.

Cuarto.- la mejora en el cumplimiento del programa, evidencia frecuencias reales y factibles de cumplir.

VIII. RECOMENDACIONES

Primero.- tener un manejo eficiente y responsable de la información, manejar una ERP accesible a todo los involucrados, donde se pueda cargar toda la data que debe ser revisada y analizada por las partes interesadas para tomar acciones.

Segundo.- capacitar constantemente al personal, tanto operativo como de mantenimiento, con respecto al manejo de las nuevas herramientas a usar como la matriz AMEF, la cual debe ser revisado al menos una vez al mes, con la intención de realizar mejoras.

Cuarto.- al detectarse un desvío durante el cumplimiento del programa, debe realizarse una adecuada Gestión de Consecuencias, y el análisis debe ser expuesto a todos los involucrados directa o indirectamente para plantear mejoras y así no caer en la duplicidad de tareas..

Quinto.- las Gerencias deben respaldar e involucrarse liderando la implementación y mejoras en el plan de mantenimiento del servicio de limpieza industrial, se debe liderar el cumplimiento de la ejecución del plan según las frecuencias establecidas para así no perjudicar el cumplimiento.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mayra Alexandra Viscaíno Cuzco; “Desarrollo de un plan modelo de mantenimiento para el funcionamiento adecuado de los equipos eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas en la ciudad de Cuenca”. 2016.
2. Cesar David García Esparza; “Modelo de gestión de mantenimiento para incrementar la calidad en el servicio en el departamento de alta tensión de STC metro de la ciudad de México”. 2015.
3. Oscar Lindén, “Industrial Maintenance Performance Analysis Routine – IMPART”.2015
4. Michael Chamorro, Oscar Navas, Sergio Huerta, Wilberb Torres; “Diagnostico operativo empresarial de la empresa San Martin contratistas generales”.2017.
5. Elvis Palomares; “Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) al sistema de izaje mineral, de la compañía minera Milpo, unidad el Porvenir”.2015.
6. Ronald Víctor Galarza Hermitaño, Yosip Gamarra Villegas, Christiam Yacob Huallpa Córdova y Soledad Edith Quispe Delgado, “Diagnóstico Operativo de la Empresa Cerámica San Lorenzo - Planta 3”. 2017.
7. Villacís Bonilla, Milton Eliecer. “Optimización Del Mantenimiento Planificado (Pmo) De La Central De Generación Eléctrica Cuyabeno Bloque 58”. 2017.
8. MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. 2004. p.6-7,57, 77,81. ISBN: 09539603-2-3

9. Enrique Rivera Rubio, "Sistema de gestión del mantenimiento industrial", 2011, p10-13.
10. Rosman, "Tipos de mantenimiento", 2015, p.2-4.
11. OMC Latin América, "PMO – Optimización del Plan de Mantenimiento. El análisis del futuro". Disponible en: <https://www.ipeman.com/cursos/2007/septiembre/10/pmo.pdf>
12. UNEFA, "Cátedra Mantenimiento General", 2011. p13 -15.
13. NORMA SAE JA1012, 2002-1, p. 5-7.
14. Yiannis L. Bakouros, Vana M. Demetriadou, University of thessaly; "Herramientas de gestión de la innovación", p.-14. Disponible en: https://www.google.com/search?q=herramientas+de+gestion+de+la+innovacion&rlz=1C1OKWM_esPE794PE794&oq=herramientas+de+gestion+de+la+innovacion&aqs=chrome..69i57j0l5.7624j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8
15. AIR UNIVERTSITY, "Basic tools for process improvement - Module 2 Brainstorming", p. 2. Disponible en: http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/navy/bpi_manual/mod2-brainstm.pdf
16. Cepymenews, "¿Qué es la gestión del cambio organizacional", 2016. Disponible en: <https://cepymenews.es/que-es-la-gestion-del-cambio-organizacional/>
17. Progressalean, "¿Qué es la mejora continua?", 2015. Disponible en: <http://www.progressalean.com/que-es-la-mejora-continua/>
18. Colegio de Ingenieros del Perú, "Código de Ética".2018. p4.

19. Coidi Limitada, "FMEA HOJA DE CALCULO", 2002.

20. Narvaéz Burbano, Guillermo. "Diseño de la Investigación Cuantitativa".

2015. Disponible en: <https://es.slideshare.net/gambitguille/05-disinvestigacion>

X. ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACION	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES, INDICADORES, INDICE Y TECNICA	DISEÑO METODOLOGICO
<p>Problema General ¿Cómo incide la metodología PMO en el cumplimiento del plan de mantenimiento de limpieza industrial en el área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla?</p> <p>Problemas específicos ¿Cómo identificar los modos de falla del plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla?</p> <p>¿Cómo identificar la duplicidad de tareas en el plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla?</p> <p>¿Cómo establecer frecuencias solidas de intervención de los equipos en el plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla?</p>	<p>Objetivo General Analizar la Incidencia de la metodología PMO en el cumplimiento del plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla.</p> <p>Objetivos Específicos Identificar los modos de falla del plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla.</p> <p>Identificar la duplicidad de tareas en el plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla.</p> <p>Establecer frecuencias solidas de intervención de los equipos en el plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla.</p>	<p>En lo metodológico, el presente proyecto presenta un aporte en el estudio e implementación de la metodología PMO en el Perú, ya que en el sector industrial prefiere optar por otras metodologías, como el RCM (Reliability Centered Maintenance), que en la teoría lo ideal es aplicarla a la etapa de diseño de la planta, sin embargo con el PMO se puede trabajar de una manera más eficiente y practica cuando se tiene una empresa operando.</p>	<p>Hipótesis General La incidencia de la metodología PMO mejora el cumplimiento del plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla.</p> <p>Hipótesis Específicas Identificando los modos de falla, mejora el plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla.</p> <p>Identificando la duplicidad de tareas, mejora el plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla.</p> <p>Estableciendo las frecuencias solidas de intervención de los equipos, mejora el plan de mantenimiento de limpieza industrial del área de electrometalurgia de una refinería de zinc en Cajamarquilla.</p>	<p>Variable independiente Metodología PMO.</p> <p>Variable dependiente Plan de mantenimiento de limpieza industrial.</p>	<p>Dimensiones: Metodología PMO.</p> <p>Indicadores: Modos de falla.</p> <p>Índices: %</p> <p>Método: AMEF</p> <p>Técnica: Recopilación de información.</p>	<p>Tipo y diseño de la investigación: Cuantitativa, No experimental, Longitudinal de Panel.</p> <p>Método de investigación: Cuantitativo.</p> <p>Población y muestra: Servicio de limpieza industrial.</p> <p>Lugar del estudio: Refinería de zinc Cajamarquilla.</p> <p>Técnicas e instrumentos para la recolección de la información:</p> <p>Técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Observación - Análisis de los datos <p>Instrumento</p> <ul style="list-style-type: none"> - Excel - SAP - Históricos del servicio.

INSTRUMENTOS VALIDADOS



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO ESCUELA DE
POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
MECANICA Y ENERGIA**

Lima, de del 2019.

Señora:.....

Presente.-

ASUNTO: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO

Tengo el alto honor de dirigirme a Ud. para saludarle muy cordialmente y hacer de su conocimiento que soy alumna (o) del.... Ciclo de la Escuela de Post Grado y estoy desarrollando la tesis:

.....

Por tal motivo, recorro a Ud. para solicitar su opinión profesional a fin de validar los instrumentos de mi investigación.

Para lo cual acompaño:

1. Matriz de consistencia
2. Matriz del Instrumento de Recolección de datos
3. Ficha de opinión de expertos
4. Instrumento de investigación

Agradezco por anticipado su aceptación a la presente, quedando de Ud. muy reconocido.

Atentamente

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres del
 Experto:.....
 1.2 Cargo e Institución donde
 labora:.....
 1.3 Nombre del instrumento motivo de
 Evaluación:.....
 1.4 Autor del Instrumento:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0 –20 %	Regular 21– 40 %	Bueno 41–60 %	Muy bueno 61–80 %	Excelente 81–100 %
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje apropiado					
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					
3. ACTUALIDAD	Adecuado el alcance de ciencia y tecnología					
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivas					
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos Teóricos – científicos de la Tecnología Educativa					
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

.....

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima,.... de..... del 2016



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO ESCUELA DE
POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
MECANICA Y ENERGIA**

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

ITEMS	PREGUNTA	APRECIACIÓN		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	¿El instrumento responde al planteamiento del problema?			
2	¿El instrumento responde a los objetivos del problema?			
3	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			
4	¿El instrumento responde a la Operacionalización de las variables?			
5	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			
6	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?			
7	¿El número de ítems es el adecuado?			
8	¿Los ítems del instrumento son válidos?			
9	¿Se debe incrementar el número de ítems?			
10	¿Se debe eliminar algunos ítems?			

Aportes y/o sugerencias:

.....

 Nombre y Firma

Fecha:...../...../.....



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO ESCUELA DE
POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
MECANICA Y ENERGIA**

VALIDACIÓN DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

Nombre:

.....

Especialidad:

.....

Fecha:

.....

II. OBSERVACIONES EN CUENTA A:

1. FORMA:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. CONTENIDO:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ESTRUCTURA:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

III. APORTES Y/O SUGERENCIAS:

.....
.....
.....
.....
.....

Luego, de revisado el documento procede a su aprobación.

SI

NO

Nombre y Firma

OTROS ANEXOS

ANEXO A
BASE DE DATOS

PROGRAMA LIMPIEZA OPERACIONAL ELECTROMETALURGIA - 2014/2015

Proceso	Equipo	Ubicación Técnica	Descripción	Condición	Recursos			Personal			Duración H-H			Programación		
					BA P	Cuerpos de Andamios	Cantidad de torres	Mec.	Elect.	Oper.	Mec.	Elect.	Oper.	Mec.	Elect.	Oper.
Enfriamiento Sol. 75	Torre	G2170	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	G2191	5	1	-	-	6	-	-	24	6	L-M-X	A
Enfriamiento Sol. 75	Torre	G2171	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	G2191	5	1	-	-	6	-	-	24	6	J-V-S	A
Enfriamiento Sol. 75	Torre	G2172	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	G2191	5	1	-	-	6	-	-	24	6	L-M-X	A
Enfriamiento Sol. 75	Torre	G2173	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	G2191	5	1	-	-	6	-	-	24	6	J-V-S	A
Enfriamiento Sol. 75	Torre	G2174	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	G2191	5	1	-	-	6	-	-	24	6	L-M-X	A
Enfriamiento Sol. 75	Torre	G2175	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	G2191	5	1	-	-	6	-	-	24	6	J-V-S	A
Enfriamiento Sol. 55	Torre	G1000	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	RZ B005	-	-	-	-	6	-	-	16	6	J-V	A
Enfriamiento Sol. 55	Torre	G1001	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	RZ B005	-	-	-	-	6	-	-	16	6	L-M	A
Enfriamiento Sol. 55	Torre	G2000	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	RZ B005	-	-	-	-	6	-	-	16	6	J-V	A
Enfriamiento Sol. 55	Torre	G2001	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	RZ B005	-	-	-	-	6	-	-	16	6	L-M	A
Enfriamiento Sol. 70	Torre	G001	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	RZ B002	-	-	-	-	6	-	-	16	4	V-S	A
Enfriamiento Sol. 70	Torre	G003	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	RZ B002	-	-	-	-	6	-	-	16	4	X-J	A
Enfriamiento Sol. 70	Torre	G027	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	RZ B002	-	-	-	-	6	-	-	16	4	L-M	A
Enfriamiento Sol. 70	Torre	G026	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	RZ B002	-	-	-	-	6	-	-	16	4	X-J	A
Enfriamiento Sol. 70	Torre	G025	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	RZ B002	-	-	-	-	6	-	-	16	4	V-S	A
Enfriamiento Sol. 70	Torre	G028	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	RZ B002	-	-	-	-	6	-	-	16	4	L-M	A
Enfriamiento Sol. 70	Torre	G024	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	RZ B002	-	-	-	-	6	-	-	16	4	X-J	A
Enfriamiento Sol. 70	Torre	G023	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	RZ B002	-	-	-	-	6	-	-	16	4	V-S	A

Enfriam . Sol. 70	Torre	G022	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	RZ B0 02	-	-	-	-	6	-	-	16	4	L-M	A
Enfriam . Sol. 70	Torre	G021	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	RZ B0 02	-	-	-	-	6	-	-	16	4	X-J	A
Enfriam . Sol. 70	Torre	G020	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	RZ B0 02	-	-	-	-	6	-	-	16	4	V-S	A
Enfriam . Sol. 70	Torre	G019	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	RZ B0 02	-	-	-	-	6	-	-	16	4	L-M	A
Almac. Sol. Pura	Tanque	G004	Interior del tanque	Parada Mensual Hidro	RZ B0 02	-	-	-	-	4	-	-	8	16	J	A
Almac. Sol. Pura	Tanque	G005	Interior del tanque	Parada Mensual Hidro	RZ B0 02	-	-	-	-	4	-	-	8	16	J	A
Almac. Sol. Pura	Tanque	G006	Interior del tanque	Parada Mensual Hidro	RZ B0 02	-	-	-	-	4	-	-	8	16	J	A
Almac. Sol. Pura	Tanque	G074	Interior del tanque	Parada Mensual Hidro	RZ B0 02	-	-	-	-	4	-	-	8	16	J	A
Almac. Spent	Tanque	G073	Interior del tanque	Nivel de sumidero bajo		-	-	-	-	10	-	-	8	30	J	A
Almac. Spent	Tanque	G2005	Interior del tanque	Nivel de sumidero bajo		-	-	-	-	10	-	-	8	30	J	A
Rebose	Línea	Circuito 1	Limpieza línea de rebose F1-F5	Bloqueo de F1-F5	RZ B0 02	-	-	-	-	4	-	-	20	12	L->V	B
Rebose	Línea	Circuito 2	Limpieza línea de rebose F6-F10	Bloqueo de F6-F10	RZ B0 02	-	-	1	-	4	3	-	20	12	L->V	B
Alimentación	Línea	Circuito 1	Limpieza línea de aliment. F1-F5	Bloqueo de F1-F5	RZ B0 02	-	-	1	-	6	3	-	20	3	L->V	B
Alimentación	Línea	Circuito 2	Limpieza línea de aliment. F6-F10	Bloqueo de F6-F10	RZ B0 02	-	-	1	-	6	3	-	20	3	L->V	B
Circulación 70	Tanque	G048	Interior del tanque	Habilitar tub. By/pass	RZ B0 02	-	-	1	-	6	3	-	3	6	L	A
Circulación 70	Tanque	G049	Interior del tanque	Habilitar tub. By/pass	RZ B0 02	-	-	1	-	6	3	-	3	6	X	A
Circulación 70	Tanque	G050	Interior del tanque	Habilitar tub. By/pass	RZ B0 02	-	-	1	-	6	3	-	3	6	V	A
Circulación 70	Tanque	G051	Interior del tanque	Habilitar tub. By/pass	RZ B0 02	-	-	1	-	6	3	-	3	6	L	A
Circulación 70	Tanque	G052	Interior del tanque	Habilitar tub. By/pass	RZ B0 02	-	-	1	-	6	3	-	3	6	X	A
Circulación 70	Tanque	G053	Interior del tanque	Habilitar tub. By/pass	RZ B0 02	-	-	1	-	6	3	-	3	6	V	A
Circulación 70	Tanque	G064	Interior del tanque	Habilitar tub. By/pass	RZ B0 02	-	-	1	-	6	3	-	3	6	L	A
Circulación 70	Tanque	G065	Interior del tanque	Habilitar tub. By/pass	RZ B0 02	-	-	1	-	6	3	-	3	6	X	A
Envío de spent	Línea	LSPA-LA2	Línea A (LA2) a sala compresoras	Parada mensual Hidro	RZ B0 02	3	2	4	-	5	7	-	35	20	J	A
Envío de	Línea	LSPB-LA2	Línea B (LA2) a sala	Parada mensual	RZ B0	3	2	4	-	5	7	-	35	20	J	A

spent			compresoras	Hidro	02												
Envío de spent	Línea	LSP-N	Línea Neutra a sala compresoras	Parada mensual Hidro	RZ B0 02	4	1	4	-	5	7	-	35	20	J	A	
Envío de spent	Línea	LSP-IN	Línea Indio a sala compresoras	Parada mensual Hidro	RZ B0 02	4	3	4	-	5	7	-	35	20	J	A	
Envío de spent	Manifold	G2005	Manifold G2007, G2008, G099	Parada mensual Hidro	RZ B0 02	-	-	4	-	5	7	-	35	20	J	A	
Electrólisis 70	Canalón	G032/G035	Canalón G032 - G035		RZ B0 02	-	-	-	-	20	5	-	100	6	M	B	
Electrólisis 70	Canalón	G002	Canalón G002		RZ B0 02	-	-	-	-	8	5	-	40	6	J	B	
Electrólisis 75	Canalón	G2177	Canalón G2177		RZ B0 02	-	-	-	-	15	5	-	75	24	M	B	
Electrólisis 73	Canalón	G1004	Canalón/caja F9		RZ B0 02	-	-	-	-	10	5	-	50	6	J	B	
Electrólisis 73	Canalón	G1005	Canalón/caja F10		RZ B0 02	-	-	-	-	10	5	-	50	24	J	B	
Electrólisis 75	Canalón	G2250	Canalón/Recepción F11		RZ B0 02	-	-	-	-	15	5	-	75	24	M	B	
Electrólisis 75	Canalón	G2250	Canalón Alimentación F11		RZ B0 02	-	-	-	-	15	5	-	75	24	M	B	
Electrólisis 75	Canalón	G2251	Canalón Alimentación F12		RZ B0 02	-	-	-	-	15	5	-	75	24	M	B	
Electrólisis 75	Canalón	G2251	Canalón Recepción F12		RZ B0 02	-	-	-	-	15	5	-	75	24	M	B	
Electrólisis 75	Canalón	G2290	Canalón G2290		RZ B0 02	-	-	-	-	15	5	-	75	13	M	B	
Electrólisis 75	Línea	7501	Línea de succión 75		RZ B0 02	2	3	1	-	4	8	-	32	4	M, X, J	B	
Enfriamiento Sol. 55	Canalón	55	Canalón		RZ B0 02	-	-	-	-	3	2	-	6	1	J	A	
Electrólisis 75	Rejilla FRP	G2112	Rejilla FRP Canalón G2112		RZ B0 02	-	-	-	-	5	3	-	15	4	V	B	
Circulación 70	Línea	G069	Línea G069	Sale con torre G027	RZ B0 02	-	-	1	-	4	3	-	8	12	M-V	B	
Circulación 70	Línea	G070	Línea G070	Sale con torre G027	RZ B0 02	-	-	1	-	4	3	-	8	12	L-X	B	
Enfriamiento Sol. 70	Línea	G007	Línea G007	Sale con torre G1000	RZ B0 02	-	-	1	-	6	6	-	36	6	L-M	B	
Enfriamiento Sol. 70	Línea	G008	Línea G008	Sale con torre G1001	RZ B0 02	-	-	1	-	6	6	-	36	6	X-J	B	
Enfriamiento Sol. 70	Línea	G2002	Línea G2002	Sale con torre G2000	RZ B0 02	4	3	2	-	6	5	-	30	6	L-X-V	B	
Enfriamiento Sol. 70	Línea	G2003	Línea G2003	Sale con torre G2001	RZ B0 02	4	3	2	-	6	5	-	30	6	L-X-V	B	
Electrólisis 75	Línea	G2112	Línea desde G2119 al G2112		RZ B0 02	2	1	1	-	4	3	-	12	6	L-M-X	B	

Envío de spent	Línea	G2008	Línea G2008		RZ B0 02	-	-	1	-	6	3	-	18	30	J-V	B
Envío de spent	Línea	G2007	Línea G2007		RZ B0 02	-	-	2	-	6	3	-	18	30	J-V	B
Circulación 73	Línea	G1003	Línea G1003		RZ B0 02	3	1	2	-	6	5	-	30	PPH	J	A
Circulación 75	Línea	G2181	Línea G2181		RZ B0 02	4	3	2	-	4	3	-	12	30	X-J-V	B
Circulación 75	Línea	G2182	Línea G2182		RZ B0 02	4	3	2	-	4	3	-	12	30	X-J-V	B
Electrólisis 73	Bus bar	G1049	Bus bar y exterior de celdas		RZ B0 02	-	-	-	-	3	2		6	8	J	B
Electrólisis 75	Bus bar	G2107	Bus bar y exterior de celdas		RZ B0 02	-	-	-	-	3	3		9	8	J	B
Electrólisis 70	Bus bar	G070-1	Bus bar y exterior de celdas		RZ B0 02	-	-	-	-	3	4		12	8	J	B
Sumidero 75	Sumidero	G2114 - G2115	Poza de sumidero sec.75		RZ B0 02	-	-	-	-	5	5		25	16	M-X-J-V	B
Sumidero 70	Sumidero	G153-G154	Poza de sumidero sec.70		RZ B0 02	-	-	-	-	5	5		25	16	M-X-J-V	B
Electrólisis 70	Flexibles	G070-1	Flexibles circuito 1		RZ B0 05	-	-	-	-	2	2	0	4	12	X	A
Electrólisis 70	Flexibles	G070-2	Flexibles circuito 2		RZ B0 05	-	-	-	-	2	2	0	4	12	X	A
Electrólisis 70	Flexibles	G1049	Flexibles filas 9/10		RZ B0 05	-	-	-	-	2	2	0	4	12	X	A
Electrólisis 70	Flexibles	G2107	Flexibles filas 11/12		RZ B0 05	-	-	-	-	2	2	0	4	12	X	A
Fusión	Línea	81	Limpieza líneas de producción		-	-	-	-	-	2	-	-	-	4	M	B

PROGRAMA LIMPIEZA OPERACIONAL ELECTROMETALURGIA - 2016/2017

						Recursos			Per so nal	Turn os			Dura ción		Programación			
S e c c	Etapa	Equ ipo	Ubi cación Tecn ica	Descr ipción	Condición	B A P	Cue rpos de An da mios	Mon taca rga	Op er.	A	B	C	H R S	H - H	Fre c. (Sem)	Fre c. (D ias)	Dí a	Ca nti dad de Turn os
7 5	Enfria m. Sol. 75	Torr e	G217 0	Torre, tuberías, cajones, manifold, evacuación de lodos.	Torre fuera de servicio	Si	5	Si	6	x	x		7	1 2 6	4 2	-		3
7 5	Enfria m. Sol. 75	Torr e	G217 1	Torre, tuberías, cajones, manifold, evacuación de lodos.	Torre fuera de servicio	Si	5	Si	6	x	x		7	1 2 6	4 2	-		3
7 5	Enfria m. Sol. 75	Torr e	G217 2	Torre, tuberías, cajones, manifold, evacuación de lodos.	Torre fuera de servicio	Si	5	Si	6	x	x		7	1 2 6	4 2	-		3
7 5	Enfria m. Sol. 75	Torr e	G217 3	Torre, tuberías, cajones, manifold, evacuación de lodos.	Torre fuera de servicio	Si	5	Si	6	x	x		7	1 2 6	4 2	-		3
7 5	Enfria m. Sol. 75	Torr e	G217 4	Torre, tuberías, cajones, manifold, evacuación	Torre fuera de servicio	Si	5	Si	6	x	x		7	1 2 6	4 2	-		3

				de lodos.															
75	Enfriamiento Sol. 75	Torre	G2175	Torre, tuberías, cajones, manifold, evacuación de lodos.	Torre fuera de servicio	Si	5	Si	6	x	x	7	126	42	-	3			
75	Enfriamiento Sol. 75	Demister	G2170	Limpieza de paneles, apoyo en desmontaje, evacuación de lodos.	Demister de stand by en soporte y grúa 250 TN	Si	-	Si	4	x		4	16	84	-	1			
75	Enfriamiento Sol. 75	Demister	G2171	Limpieza de paneles, apoyo en desmontaje, evacuación de lodos.	Demister de stand by en soporte y grúa 250 TN	Si	-	Si	4	x		4	16	84	-	1			
75	Enfriamiento Sol. 75	Demister	G2172	Limpieza de paneles, apoyo en desmontaje, evacuación de lodos.	Demister de stand by en soporte y grúa 250 TN	Si	-	Si	4	x		4	16	84	-	1			
75	Enfriamiento Sol. 75	Demister	G2173	Limpieza de paneles, apoyo en desmontaje, evacuación de lodos.	Demister de stand by en soporte y grúa 250 TN	Si	-	Si	4	x		4	16	84	-	1			
75	Enfriamiento Sol. 75	Demister	G2174	Limpieza de	Demister de stand by en soporte y grúa 250 TN	Si	-	Si	4	x		4	16	84	-	1			

				panel es, apoyo en desmontaje , evacuacion de lodos.														
75	Enfriam. Sol. 75	Demister	G2175	Limpieza de panel es, apoyo en desmontaje , evacuacion de lodos.	Demister de stand bye en soporte y grua 250 TN	Si	-	Si	4	x		4	16		84	-	1	
55	Enfriam. Sol. 55	Torre	G1000	Evacuar lodos de torre, limpieza de quenas, toberas, tuberías, estructuras y panel es.	Torre y bomba E1011 bloqueadas.	Si	2	Si	6	x		7	42	-	15	J	1	
55	Enfriam. Sol. 55	Torre	G1001	Evacuar lodos de torre, limpieza de quenas, toberas, tuberías, estructuras y panel es.	Torre y bomba E1010 bloqueadas.	Si	-	Si	6	x		7	42	-	15	L	1	
55	Enfriam. Sol. 55	Torre	G2000	Evacuar lodos de torre, limpieza de quenas, toberas,	Torre y bomba E2040 bloqueadas.	Si	2	Si	6	x		7	42	-	15	J	1	

				tuberías, estructuras y paneles.																		
55	Enfría m. Sol. 55	Torre	G2001	Evacuar lodos de torre, limpieza de quenas, toberas, tuberías, estructuras y paneles.	Torre y bomba E2041 bloqueadas.	Si	-	Si	6	x				7	4	2	-	1	5	L	1	
70	Enfría m. Sol. 70	Torre	G027	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	Si	-	Si	6	x	x				1	6	8	-	2	0	L-S	2
70	Enfría m. Sol. 70	Torre	G026	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	Si	-	Si	6	x	x				1	6	8	-	2	0	L-S	2
70	Enfría m. Sol. 70	Torre	G025	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	Si	-	Si	6	x	x				1	6	8	-	2	0	L-S	2
70	Enfría m. Sol. 70	Torre	G028	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	Si	-	Si	6	x	x				1	6	8	-	2	0	L-S	2
70	Enfría m. Sol. 70	Torre	G024	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	Si	-	Si	6	x	x				1	6	8	-	2	0	L-S	2
70	Enfría m. Sol. 70	Torre	G023	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	Si	-	Si	6	x	x				1	6	8	-	2	0	L-S	2
70	Enfría m. Sol. 70	Torre	G022	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	Si	-	Si	6	x	x				1	6	8	-	2	0	L-S	2
70	Enfría m. Sol. 70	Torre	G021	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	Si	-	Si	6	x	x				1	6	8	-	2	0	L-S	2
70	Enfría m. Sol. 70	Torre	G020	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	Si	-	Si	6	x	x				1	6	8	-	2	0	L-S	2
70	Enfría m. Sol. 70	Torre	G019	Torre, tuberías, paneles	Torre fuera de servicio	Si	-	Si	6	x	x				1	1	6	-	2	0	L-S	2

				nt. F6															
70	Alimentación	Línea	Circuito 2	Limpieza línea de aliment. F7	Bloqueo de F7	S	i	-	-	6	x	3	1	8	-	1	5	L-S	1
70	Alimentación	Línea	Circuito 2	Limpieza línea de aliment. F8	Bloqueo de F8	S	i	-	-	6	x	3	1	8	-	1	5	L-S	1
73	Alimentación	Línea	Circuito 2	Limpieza línea de aliment. F9	Bloqueo de F9	S	i	-	-	5	x	3	3	0	-	1	5	L-S	2
73	Alimentación	Línea	Circuito 2	Limpieza línea de aliment. F10	Bloqueo de F10	S	i	-	-	5	x	3	3	0	-	1	5	L-S	2
70	Rebosa	Línea	Circuito 1	Limpieza línea de rebosa F1	Bloqueo de F1	S	i	-	-	4	x	3	1	2	-	9	0	L-S	1
70	Rebosa	Línea	Circuito 1	Limpieza línea de rebosa F2	Bloqueo de F2	S	i	-	-	4	x	3	1	2	-	9	0	L-S	1
70	Rebosa	Línea	Circuito 1	Limpieza línea de rebosa F3	Bloqueo de F3	S	i	-	-	4	x	3	1	2	-	9	0	L-S	1
70	Rebosa	Línea	Circuito 1	Limpieza línea de rebosa F4	Bloqueo de F4	S	i	-	-	4	x	3	1	2	-	9	0	L-S	1
70	Rebosa	Línea	Circuito 2	Limpieza línea de rebosa F5	Bloqueo de F5	S	i	-	-	4	x	3	1	2	-	9	0	L-S	1
70	Rebosa	Línea	Circuito 2	Limpieza línea de rebosa F6	Bloqueo de F6	S	i	-	-	4	x	3	1	2	-	9	0	L-S	1
70	Rebosa	Línea	Circuito 2	Limpieza línea de rebosa F7	Bloqueo de F7	S	i	-	-	4	x	3	1	2	-	9	0	L-S	1
70	Rebosa	Línea	Circuito 2	Limpieza línea	Bloqueo de F8	S	i	-	-	4	x	3	1	2	-	9	0	L-S	1

				de rebos e F8															
73	Rebore	Línea	Circuito 2	Limpieza línea de rebos e F9	Bloqueo de F9	S	-	-	4	X	3	24	-	90	L-S	2			
73	Rebore	Línea	Circuito 2	Limpieza línea de rebos e F10	Bloqueo de F10	S	-	-	4	X	3	24	-	90	L-S	2			
70	Circulación 70	Tanque	G048	Interior del tanque	Habilitar tub. By/pass	N	-	No	8	X	8	64	-	60	L-S	1			
70	Circulación 70	Tanque	G049	Interior del tanque	Habilitar tub. By/pass	N	-	No	8	X	8	64	-	60	L-S	1			
70	Circulación 70	Tanque	G050	Interior del tanque	Habilitar tub. By/pass	N	-	No	8	X	8	64	-	60	L-S	1			
70	Circulación 70	Tanque	G051	Interior del tanque	Habilitar tub. By/pass	N	-	No	8	X	8	64	-	60	L-S	1			
70	Circulación 70	Tanque	G052	Interior del tanque	Habilitar tub. By/pass	N	-	No	8	X	8	64	-	60	L-S	1			
70	Circulación 70	Tanque	G053	Interior del tanque	Habilitar tub. By/pass	N	-	No	8	X	8	64	-	60	L-S	1			
70	Circulación 70	Tanque	G064	Interior del tanque	Habilitar tub. By/pass	N	-	No	8	X	8	64	-	60	L-S	1			
70	Circulación 70	Tanque	G065	Interior del tanque	Habilitar tub. By/pass	N	-	No	8	X	8	64	-	60	L-S	1			
55	Envío de spent	Línea	LSP A-LA2	Línea A (LA2) a sala compresoras	Bloqueo de línea	S	6	-	5	X	3	20			L-S	A			
55	Envío de spent	Línea	LSP B-LA2	Línea B (LA2) a sala compresoras	Bloqueo de línea	S	6	-	5	X	3	20			L-S	A			
55	Envío de spent	Línea	LSP-N	Línea Neutra a sala compresoras	Bloqueo de línea	S	4		5			20			J	A			
55	Envío de spent	Línea	LSP-IN	Línea Indio a sala compr	Bloqueo de línea	S	4		5			20			J	A			

				esoras														
55	Envío de spent	Línea	Línea 320 k	Línea de envío a la secc. 50	Bloqueo de línea	Si	6	-	5	X		3	15	20			L-S	1
55	Envío de spent	Línea	Línea 160 k	Línea de envío a la secc. 50	Bloqueo de línea	Si	6	-	5	X		3	15	20			L-S	1
55	Envío de spent	Manifold	G2005/G073	Manifold G2007, G2008, G099/ Tubería de interconexión	Parada Mensual Hidro	Si	-	-	16	X		6	96	20			M-J	1
70	Electrolisis 70	Canalón	G032/G035	Canalón G032 - G035	Corte de circulación	Si	-	-	22	X		3	66	-	60		L-S	1
70	Electrolisis 70	Canalón	G032/G035	Ductos de canalón G032 - G035	Corte de circulación	Si	-	-	6	X		1	6	-	15		L-S	1
70	Electrolisis 70	Canalón	G002	Canalón G002	Parada semanal de Hidro	No	-	-	5	X		3	15	-	7		M-J	1
75	Electrolisis 75	Canalón	G2177	Canalón G2177 y canalón 2do nivel fila 12	Corte de circulación	No	-	-	33	X		3	99	-	30		L-S	1
75	Electrolisis 75	Canalón	G2250	Canalón 2do nivel fila 11 y canalón de distribución fila 12.	Corte de circulación	No	-	-	33	X		3	99	-	30		L-S	1
75	Electrolisis 75	Canalón	G2250	Canalón de distribución fila 12 y cajones de 2do nivel	Corte de circulación	No	-	-	15	X		3	45	-	30		L-S	1

75	Electrólisis 75	Canalón	G2251	4 cajones de distribución a celdas	Corte de circulación	No	-	15	X	3	45	-	30	L-S	1	
75	Electrólisis 75	Canalón	G2251	12 ductos de descarga a canales	Corte de circulación	No	-	15	X	3	45	-	30	L-S	1	
75	Electrólisis 75	Línea	7901	Línea de succión 75 fila 11.	Bloqueo de bomba G2205.	Si	2	-	4	x	3	12	-	60	L-S	1
75	Electrólisis 75	Línea	7901	Línea de succión 75 fila 12.	Bloqueo de bomba G2205.	Si	2	-	4	x	3	12	-	60	L-S	1
75	Electrólisis 75	Línea	7901	Línea de succión 75 intermedia longitudinal.	Bloqueo de bomba G2205.	Si	-	-	4	x	3	12	-	60	L-S	1
75	Electrólisis 75	Línea	7901	Línea de succión 75 intermedia transversal.	Bloqueo de bomba G2205.	Si	2	-	4	x	3	12	-	60	L-S	1
75	Electrólisis 75	Rejilla FRP	G2112	Rejilla FRP Canalón G2112	Corte de circulación	Si	-	3	x	1	3	-	7	L-S	1	
55	Circulación 70	Línea	G069	Línea G069	Sale con torre G027	Si	-	4	X	3	12	1	2	L-S	1	
55	Circulación 70	Línea	G070	Línea G070	Sale con torre G027	Si	-	4	X	3	12	1	2	L-S	1	
55	Enfría m. Sol. 70	Línea	G007	Línea G007	Sale con torre G1000	Si	-	4	X	X	4	64	-	30	L-S	4
55	Enfría m. Sol. 70	Línea	G008	Línea G008	Sale con torre G1001	Si	-	4	X	X	4	64	-	30	L-S	4
55	Enfría m. Sol. 70	Línea	G2002	Línea G2002	Sale con torre G2000	Si	4	4	X	X	4	64	-	30	L-S	4
55	Enfría m. Sol. 70	Línea	G2003	Línea G2003	Sale con torre G2001	Si	4	4	X	X	4	64	-	30	L-S	4
75	Electrólisis 75	tanque	G2112	tanque de recirculación	Corte de circulación	No	-	20	X	5	300	-	183	L-S	3	

75	Electrólisis 75	Línea	G2112	Línea 1 de rebos e del G2119 al G2112	Corte de circulación	S	2	-	5	X	3	15	-	90	L-S	1
75	Electrólisis 75	Línea	G2112	Línea 2 de rebos e del G2119 al G2112	Corte de circulación	S	2	-	5	X	3	15	-	90	L-S	1
75	Electrólisis 75	Línea	G2112	Línea 3 de rebos e del G2119 al G2112	Corte de circulación	S	2	-	5	X	3	15	-	90	L-S	1
75	Electrólisis 75	Línea	G2112	Línea 4 de rebos e del G2119 al G2112	Corte de circulación	S	2	-	5	X	3	15	-	90	L-S	1
75	Electrólisis 75	Línea	G2112	Línea 5 de rebos e del G2119 al G2112	Corte de circulación	S	2	-	5	X	3	15	-	90	L-S	1
75	Electrólisis 75	Línea	G2112	Línea 6 de rebos e del G2119 al G2112	Corte de circulación	S	2	-	5	X	3	15	-	90	L-S	1
55	Alimentación	Línea	G1043	Tubería alimentación Efluentes a secc 31	Corte de succión, planchado y agua de lavado de filtros secc. 50	S	6	-	4	X	4	16	-	365	L-S	1
55	Alimentación	Tanque	G1043	Tanque de efluentes	Corte de succión, planchado y agua de lavado de filtros secc. 50	N	6	-	8	X	4	32	-	183	L-S	1
70	Alimentación	Línea	G090	Tubería alimentación bioxid o secc 40	Bloqueo de bomba G091.	S	6	-	5	X	X	60	-	90	L-S	2

75	Alimentación	Línea	G2203	Tubería alimentación bioxido secc 40	Bloqueo de bomba G2203.	Si	6	-	5	X	X	6	0	-	9	L-S	2
70	Alimentación	Tanque	G090	Tanque de spent.	Bloqueo de bomba G091.	No	-	-	5	X	X	3	15	-	365	L-S	1
75	Circulación 75	Línea	G2181- G2182	Línea G2181- G2182 tramo I	Bloqueo de bomba G2181-G2182	Si	2	3	4	X		3	12	-	183	L-S	1
75	Circulación 75	Línea	G2181- G2182	Línea G2181- G2182 tramo II	Bloqueo de bomba G2181-G2182	Si	4	3	4	X		3	12	-	183	L-S	1
75	Circulación 75	Línea	G2181- G2182	Línea G2181- G2182 tramo III	Bloqueo de bomba G2181-G2182	Si	4	3	4	X		3	12	-	183	L-S	1
75	Sumidero 75	Sumidero	G2114- G2115	Poza de sumidero sec.75	Bloqueo de bomba G2114-G2115	Si	-	-	5	X		5	25	-	120	L-S	1
70	Sumidero 70	Sumidero	G153	Poza de sumidero sec.70.	Bloqueo de bomba G153	No	-	-	5	X	X	5	25	-	120	L-S	1
70	Sumidero 70	Sumidero	G153	Línea de envío de spent hacia tanque G2005	Bloqueo de bomba G153	Si	2	-	5	X		5	25	-	90	L-S	1
70	Sumidero 70	Sumidero	G154	Poza de sumidero sec.70.	Bloqueo de bomba G154	No	-	-	5	X	X	5	25	-	120	L-S	1
70	Sumidero 70	Sumidero	G154	Línea de envío de spent hacia tanque G2005	Bloqueo de bomba G154	Si	2	-	5	X		5	25	-	90	L-S	1

70	Sumidero 70	Sumidero	G261	Linea de envío de agua de plancado a tanque G1043	Bloqueo de bomba G261	S	2	-	4	X	X	3	12	-	183	L-S	1
70	Sumidero 70	Sumidero	G261	Poza de agua de plancado a tanque G1043	Bloqueo de bomba G261	S	2	-	4	X	X	3	12	-	15	L-S	1
70	Alimentacion	Celdas	F1	Alimentacion de celdas (t y codos)	Que no halla deslaminado en la fila	N	-	-	1	X	X	7	7	-	4	L-S	1
70	Alimentacion	Celdas	F2	Alimentacion de celdas (t y codos)	Que no halla deslaminado en la fila	N	-	-	1	X	X	7	7	-	4	L-S	1
70	Alimentacion	Celdas	F3	Alimentacion de celdas (t y codos)	Que no halla deslaminado en la fila	N	-	-	1	X	X	7	7	-	4	L-S	1
70	Alimentacion	Celdas	F4	Alimentacion de celdas (t y codos)	Que no halla deslaminado en la fila	N	-	-	1	X	X	7	7	-	4	L-S	1
70	Alimentacion	Celdas	F5	Alimentacion de celdas (t y codos)	Que no halla deslaminado en la fila	N	-	-	1	X	X	7	7	-	4	L-S	1
70	Alimentacion	Celdas	F6	Alimentacion de celdas (t y codos)	Que no halla deslaminado en la fila	N	-	-	1	X	X	7	7	-	4	L-S	1
70	Alimentacion	Celdas	F7	Alimentacion de celdas (t y codos)	Que no halla deslaminado en la fila	N	-	-	1	X	X	7	7	-	4	L-S	1

70	Alimentacion	Celdas	F8	Alimentacion de celdas (y codos)	Que no halla deslaminado en la fila	No	-	-	1	X			7	7	-	4	L-S	1
73	Alimentacion	Celdas	F9	Alimentacion de celdas (canal etas)	Ninguna	No	-	-	1	X			7	7	-	4	L-S	1
73	Alimentacion	Celdas	F10	Alimentacion de celdas (canal etas)	Ninguna	No	-	-	1	X			7	7	-	4	L-S	1
75	Alimentacion	Celdas	F11	Alimentacion de celdas (canal etas)	Ninguna	No	-	-	1	X			7	7	-	2	L-S	1
75	Alimentacion	Celdas	F12	Alimentacion de celdas (canal etas)	Ninguna	No	-	-	1	X			7	7	-	2	L-S	1
70	Limpieza de planta			Traslado, limpieza y pesado de bolsas big bag de MnO2 hacia camio n plataforma	Ninguna	No	-	-	2	X			4	8	-	7	L-S	1
70	Limpieza de planta			Limpieza y seleccion de granulos de zinc	Ninguna	No	-	-	4	X	X		7	112	-	7	L-J	4
70	Limpieza de planta	Elevador	G300	Limpieza de caracol y elevador de laminas	Ninguna	No	-	-	5	X			7	35	-	15	L-S	1

				sumid ero.																
7 3	Sumid ero 73	Su mid ero	G101 9	Limpi eza de sumid ero.																
7 5	Sumid ero 75	Su mid ero	G211 4- G211 5	Limpi eza de sumid ero.																
8 1	Limpie za de planta	Línea	81	Limpi eza de pazad isos	Ninguna	No	-	-	2	X		4	8	-	7	L- S	1			

Top Ten CJM

24.06.2016

Electrometalurgia

Traforectificador		
G161-G162-G163-G164		
		
Status		
Análisis		
REPUESTOS		
Tipo	Items	Stock 0
VB	44	13
ND	60	32

Traforectificador		
G565 - G566		
		
Status		
Análisis		
REPUESTOS		
Tipo	Items	Stock 0
VB	11	0
ND	48	18

Traforectificador		
G1048		
		
Status		
Análisis		
REPUESTOS		
Tipo	Items	Stock 0
VB	55	1
ND	10	6

Traforectificador		
G2264 - G2265		
		
Status		
Análisis		
REPUESTOS		
Tipo	Items	Stock 0
VB	44	3
ND	88	79

Horno Demag		
H001 + línea Sheppard		
		
Status		
Análisis		
REPUESTOS		
Tipo	Items	Stock 0
VB	204	9
ND	173	69

Status	
	Sin averias (ultimos 15 dias)
	de 1 a 2 averias (ultimos 15 dias)
	mas de 2 averias (ultimos 15 dias)

Análisis	
	Se realizo analisis de Falla
	Analisis de falla en curso
	No se realizo analisis de Falla
	No amerito la apertura de AF

Horno ABB		
H505 + línea Jumbos		
		
Status		
Análisis		
REPUESTOS		
Tipo	Items	Stock 0
VB	342	29
ND	361	178

Horno ABP		
H2116 + Línea Outotec		
		
Status		
Análisis		
REPUESTOS		
Tipo	Items	Stock 0
VB	196	12
ND	401	178

Sec 75		
G2142 - G2143 - G2133 - G2134		
		
Status		
Análisis		
REPUESTOS		
Tipo	Items	Stock 0
VB	123	9
ND	164	86

Sec 70		
G110-G111-G112-G113- G114-G115-G116-G117-G118		
		
Status		
Análisis		
REPUESTOS		
Tipo	Items	Stock 0
VB	336	18
ND	208	107

Filtros mangas		
H019-H505-H2173-H061- H2110-H136		
		
Status		
Análisis		
REPUESTOS		
Tipo	Items	Stock 0
VB	49	6
ND	59	49

ANEXO B
MODOS DE FALLA
PLANILLAS

	FORMULARIO DE PLANIFICACIÓN	Doc. N°	VOT-LIM-HI-0001
		Rev:	0
		Fecha:	SET-2015

DESCRIPCIÓN TRABAJO	DEL	Limpieza de Paneles y Estructura de Demister Stand - By Secc. 75
----------------------------	------------	---

IDENTIFICACIÓN

¿Qué originó el pedido?		PLAN DE MANTENIMIENTO	Criticidad del equipo		ALTA
Evaluación "a priori" del motivo		MEJORAR EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD	Cliente		VOT ORA NTIM
Número de equipo		xxxx	Planificador		
Descripción del Equipo		DEMISTER STAND BY TORRES ENFRIAMIENTO	N° Revisión		RV0
Ubicación del equipo		SECCION 75	Fecha de revision		SET-2015
Planta en que se encuentra		CAJAMARQUILLA			

SEGURIDAD

Tiene procedimiento asociado?		Si
Riesgos potenciales		Si, ver perfil de seguridad asociado
Bloqueos		Sacar fuera de servicio el equipo
Comunicaciones de seguridad		Avisar al responsable de planta y al operador antes de iniciar la labor
Equipos de protección personal		Casco, guantes, lentes protectores, careta Facial, botas de seguridad, tapones auditivos, arnés, etc, según sea necesario

MEDIO AMBIENTE

Posibles residuos a generar	Lodos
Posibles emisiones	Ninguna

PERMISOS HABILITACIONES	/	OBSERVACIONES
Trabajos en caliente	NO	
Trabajos en frío	SI	
Excavación de zanja	NO	
Espacio confinado	NO	
Trabajo eléctrico	NO	
Trabajo en altura	NO	

	FORMULARIO DE PLANIFICACIÓN	Doc. N°	VOT-LIM-HI-0001
		Rev:	0
		Fecha:	SET-2015

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	Limpieza de Manifold, Antorchas y Línea Principal de Torre Secc. 75
--------------------------------	--

IDENTIFICACIÓN

¿Qué originó el pedido?	PLAN DE MANTENIMIENTO	Criticidad del equipo	ALTA
Evaluación "a priori" del motivo	MEJORAR EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD	Cliente	VOTORANTIM
Número de equipo	xxxx	Planificador	
Descripción del Equipo	TORRE DE ENFRIAMIENTO	N° Revisión	RV0
Ubicación del equipo	SECCION 75	Fecha de revision	SET-2015
Planta en que se encuentra	CAJAMARQUILLA		

SEGURIDAD

Tiene procedimiento asociado?	Si
Riesgos potenciales	Si, ver perfil de seguridad asociado
Bloqueos	Sacar fuera de servicio el equipo
Comunicaciones de seguridad	Avisar al responsable de planta y al operador antes de iniciar la labor
Equipos de protección personal	Casco, guantes, lentes protectores, careta facial, botas de seguridad, tapones auditivos, arnés, etc, según sea necesario

MEDIO AMBIENTE

Posibles residuos a generar	Lodos
Posibles emisiones	Ninguna

PERMISOS / HABILITACIONES		OBSERVACIONES
Trabajos en caliente	NO	
Trabajos en frío	SI	
Excavación de zanja	NO	
Espacio confinado	NO	
Trabajo eléctrico	NO	
Trabajo en altura	SI	Montaje de Andamios de ser necesario

	FORMULARIO DE PLANIFICACIÓN	Doc. N°	VOT-LIM-HI-0001
		Rev:	0
		Fecha:	SET-2015

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	Limpieza Interior de Torre Secc. 75
--------------------------------	--

IDENTIFICACIÓN

¿Qué originó el pedido?	PLAN DE MANTENIMIENTO	Criticidad del equipo	ALTA
Evaluación "a priori" del motivo	MEJORAR EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD	Cliente	VOT ORA NTIM
Número de equipo	Xxxx	Planificador	
Descripción del Equipo	TORRE DE ENFRIAMIENTO	N° Revisión	RV0
Ubicación del equipo	SECCION 75	Fecha de revision	SET-2015
Planta en que se encuentra	CAJAMARQUILLA		

SEGURIDAD

Tiene procedimiento asociado?	Si
Riesgos potenciales	Si, ver perfil de seguridad asociado
Bloqueos	Sacar fuera de servicio el equipo
Comunicaciones de seguridad	Avisar al responsable de planta y al operador antes de iniciar la labor
Equipos de protección personal	Casco, guantes, lentes protectores, respirador, careta facial botas de seguridad, tapones auditivos, arnés, etc, según sea necesario

MEDIO AMBIENTE

Posibles residuos a generar	Lodos
Posibles emisiones	Ninguna

PERMISOS / HABILITACIONES		OBSERVACIONES
Trabajos en caliente	NO	
Trabajos en frío	SI	
Excavación de zanja	NO	
Espacio confinado	SI	
Trabajo eléctrico	NO	
Trabajo en altura	SI	De ser necesario montaje de Andamios

RELACIÓN MATERIALES, EQUIPOS, FACILIDADES Y HERRAMIENTAS

ITEM	ACTIVIDAD	PERSONAL			EQUIPOS / FACILIDADES		HERRAMIENTAS	
		Cant	Hora	DESCRIPCIÓN	CANT.	DESCRIPCIÓN	CANT.	DESCRIPCIÓN
1.0	APERTURA DE MANHOLE(In g Pers.)	2	1.5	Mecanico y Operario			4	Llaves mixtas 24
	APERTURA DE MANHOLE(Evac Lodo)						4	Llaves Mixtas 28 / 30
2.0	LIBERACION EE CC	1	1.5	Personal CSMA y/o Supervisor	1	Muestreador de Oxigeno y Multigases		
	VERIFICACION CANTIDAD DE OXIGENO Y EXISTENCIA DE GASES			Autorizado				
3.0	EVACUACION DE LODOS EN PISO	6	5	Operarios; entre ellos un Vigia	2	Luminarias	4	Palanas carboneras y/o planas
	Y CHUTES DE TORRE						4	Jaladores y/o Rastrillos
	ARMADO DE ANDAMIOS LIMPIEZA						1	soga, martillo, nivel
	DE PAREDES	6	5	Operarios; entre ellos un Vigia	2	Arneses	4	Lanzas planas
4.0	LIMPIEZA DE CAMPANA Y	2	3	Operarios			1	Escalera portatil de 1.5 mts
	VENTILADOR DE TORRE						2	Lanzas planas
	DESMONTAJE DE ANDAMIOS	6	3	Operarios, entre ellos un vigia	2	Arneses	1	Soga, martillo
	LAVADO DE PISO	1		Operario			1	Manguera, agua
5.0	CIERRE DE MANHOLES	2	1	Mecanico y Operario			4	Llaves Mixtas 24; 28; 30
	LIMPIEZA DE LODOS EN PASADIZO	6	8	Operarios,incluye vigia contenedor	10	Bolsas Big Bag	3	Carretillas.
					3	Contenedores	3	Palas carboneras o planas
					1	Montacargas a tiempo completo		

	FORMULARIO DE PLANIFICACIÓN	Doc. N°	VOT-LIM-HI-0001
		Rev:	0
		Fecha:	SET-2015

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	Limpieza Interior de Lineas de Alimentacion Secc. 73
--------------------------------	---

IDENTIFICACIÓN

¿Qué originó el pedido?	PLAN DE MANTENIMIENTO	Criticidad del equipo	ALTA
Evaluación "a priori" del motivo	MEJORAR EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD	Cliente	VOTORAN TIM
Número de equipo	xxxx	Planificador	
Descripción del Equipo	Linea de alimentacion	N° Revisión	RV0
Ubicación del equipo	SECCION 73	Fecha de revision	SET-2015
Planta en que se encuentra	CAJAMARQUILLA		

SEGURIDAD

Tiene procedimiento asociado?	Si
Riesgos potenciales	Si, ver perfil de seguridad asociado
Bloqueos	Sacar fuera de servicio el equipo
Comunicaciones de seguridad	Avisar al responsable de planta y al operador antes de iniciar la labor
Equipos de protección personal	Casco, guantes, lentes protectores, careta Facial, botas de seguridad, tapones auditivos, arnés, etc, según sea necesario

MEDIO AMBIENTE

Posibles residuos a generar	Lodos
Posibles emisiones	Ninguna

PERMISOS / HABILITACIONES		OBSERVACIONES
Trabajos en caliente	NO	
Trabajos en frío	SI	La limpieza de la Linea de Alimentacion de la Fila # 9 se realiza en 2 Etapas (1 x día)
Excavación de zanja	NO	La limpieza de la Linea de Alimentacion de la Fila # 10 se realiza en 1 Etapa
Espacio confinado	NO	
Trabajo eléctrico	NO	
Trabajo en altura	NO	

	FORMULARIO DE PLANIFICACIÓN	Doc. N°	VOT-LIM-HI-0001
		Rev:	0
		Fec ha:	SET-2015

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	Limpieza Interior de Lineas de Alimentacion Secc. 70
--------------------------------	---

IDENTIFICACIÓN

¿Qué originó el pedido?	PLAN DE MANTENIMIENTO	Criticidad del equipo	ALTA
Evaluación "a priori" del motivo	MEJORAR EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD	Cliente	VOTORANTIM
Número de equipo	xxxx	Planificador	
Descripción del Equipo	Linea de alimentacion	N° Revisión	RV0
Ubicación del equipo	SECCION 70	Fecha de revision	SET-2015
Planta en que se encuentra	CAJAMARQUILLA		

SEGURIDAD

Tiene procedimiento asociado?	Si
Riesgos potenciales	Si, ver perfil de seguridad asociado
Bloqueos	Sacar fuera de servicio el equipo
Comunicaciones de seguridad	Avisar al responsable de planta y al operador antes de iniciar la labor
Equipos de protección personal	Casco, guantes, lentes protectores, careta Facial, botas de seguridad, tapones auditivos, arnés, etc, según sea necesario

MEDIO AMBIENTE

Posibles residuos a generar	Lodos
Posibles emisiones	Ninguna

PERMISOS / HABILITACIONES	OBSERVACIONES
Trabajos en caliente	NO
Trabajos en frío	SI
Excavación de zanja	NO
Espacio confinado	NO
Trabajo eléctrico	NO
Trabajo en altura	NO

	FORMULARIO DE PLANIFICACIÓN	Doc. N°	VOT-LIM-HI-0001
		Rev:	0
		Fecha:	SET-2015

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	Limpieza Interior de Lineas de Rebose Secc. 70 y 73
--------------------------------	--

IDENTIFICACIÓN

¿Qué originó el pedido?	PLAN DE MANTENIMIENTO	Criticidad del equipo	ALTA
Evaluación "a priori" del motivo	MEJORAR EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD	Cliente	VOTORANTIM
Número de equipo	xxxx	Planificado r	
Descripción del Equipo	Linea de rebose	N° Revisión	RV0
Ubicación del equipo	SECCION 70 / 73	Fecha de revisión	SET-2015
Planta en que se encuentra	CAJAMARQUILLA		

SEGURIDAD

Tiene procedimiento asociado?	Si
Riesgos potenciales	Si, ver perfil de seguridad asociado
Bloqueos	Sacar fuera de servicio el equipo
Comunicaciones de seguridad	Avisar al responsable de planta y al operador antes de iniciar la labor
Equipos de protección personal	Casco, guantes, lentes protectores, careta Facial, botas de seguridad, tapones auditivos, arnés, etc, según sea necesario

MEDIO AMBIENTE

Posibles residuos a generar	Lodos
Posibles emisiones	Ninguna

PERMISOS / HABILITACIONES		OBSERVACIONES
Trabajos en caliente	NO	
Trabajos en frío	SI	
Excavación de zanja	NO	
Espacio confinado	NO	
Trabajo eléctrico	NO	
Trabajo en altura	NO	

MODOS DE FALLO DEL SERVICIO			
PROCESO/SISTEMA		SERVICIO DE LIMPIEZA INDUSTRIAL	
OPERACIÓN / FUNCIONALIDAD		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA / OPORTUNIDAD
1	Ejecución del plan de mantenimiento del servicio.	A	Incapaz de cumplir el plan de mantenimiento 1 Falta de planificación 2 Falta de recursos 3 Priorizar emergencias 4 Falta de programación
		B	Generación de sobretiempos 1 Falta en frecuencias de intervención 2 Operaciones no para 3 Falta en dimensionamiento de actividad
		C	Disminución de la productividad 1 Traslados innecesarios 2 Cambio de herramientas 3 Bloqueos innecesarios 4 Cambio de procedimientos 5 Orden y limpieza
		D	Aumento del índice de accidentabilidad 1 Cambio de actividad 2 Cambio de área de trabajo 3 Trabajo bajo presión
2	Satisfacción del cliente	A	Insatisfacción del cliente 1 No cumplimiento del plan 2 Falta de atención de actividades no programadas 3 Demora en la atención de emergencias
		B	No renovación del contrato 1 Alto índice de accidentabilidad 2 Falta de levantamiento de No Conformidades 3 Alto índice de retrabajos.

EVALUACIÓN DE CRITICIDAD DE EQUIPOS

LISTA DE ACTIVIDADES		
ITEM	ACTIVIDAD	CRITICIDAD
SECCIÓN 70	Lineas de Spent.70	B
	T's y Codos.70	B
	Lineas de alimentación y rebose de Spent.70	A
	Lineas de solución de pura.70	C
	Lineas de succión.70	C
	Lineas de torres de enfriamiento.70	C
	Torres de enfriamiento.70	A
	Tanques de circulación.70	C
	Tanques de Spent.70	C
	Limpieza de canalones y cajones de distribución.70	B
	Limpieza de canalones de recepción y alimentación.70	B
	Mantenimiento Heliflat.70	B
Tanques de reactivos.70	C	
SECCIÓN 73	Lineas de succión.73	C
	Lineas de torres de enfriamiento.73	C
	Torres de enfriamiento.73	
	Tanques de circulación.73	
	Limpieza de canalones y cajones de distribución.73	C
Limpieza de canalones de recepción y alimentación.73		
SECCIÓN 75	Lineas de succión.75	C
	Lineas de torres de enfriamiento.75	C
	Torres de enfriamiento.75	A
	Tanque de circulación G2112.75	C
	Tanque de circulación G2119.75	C
	Limpieza de canalones y cajones de distribución.75	C
SECCIÓN 55	Lineas de torres de enfriamiento.55	B
	Torres de enfriamiento.55	A
	Tanques de solución pura.55	C
OTROS	Sumideros	B
	Fusión y moldeo	C

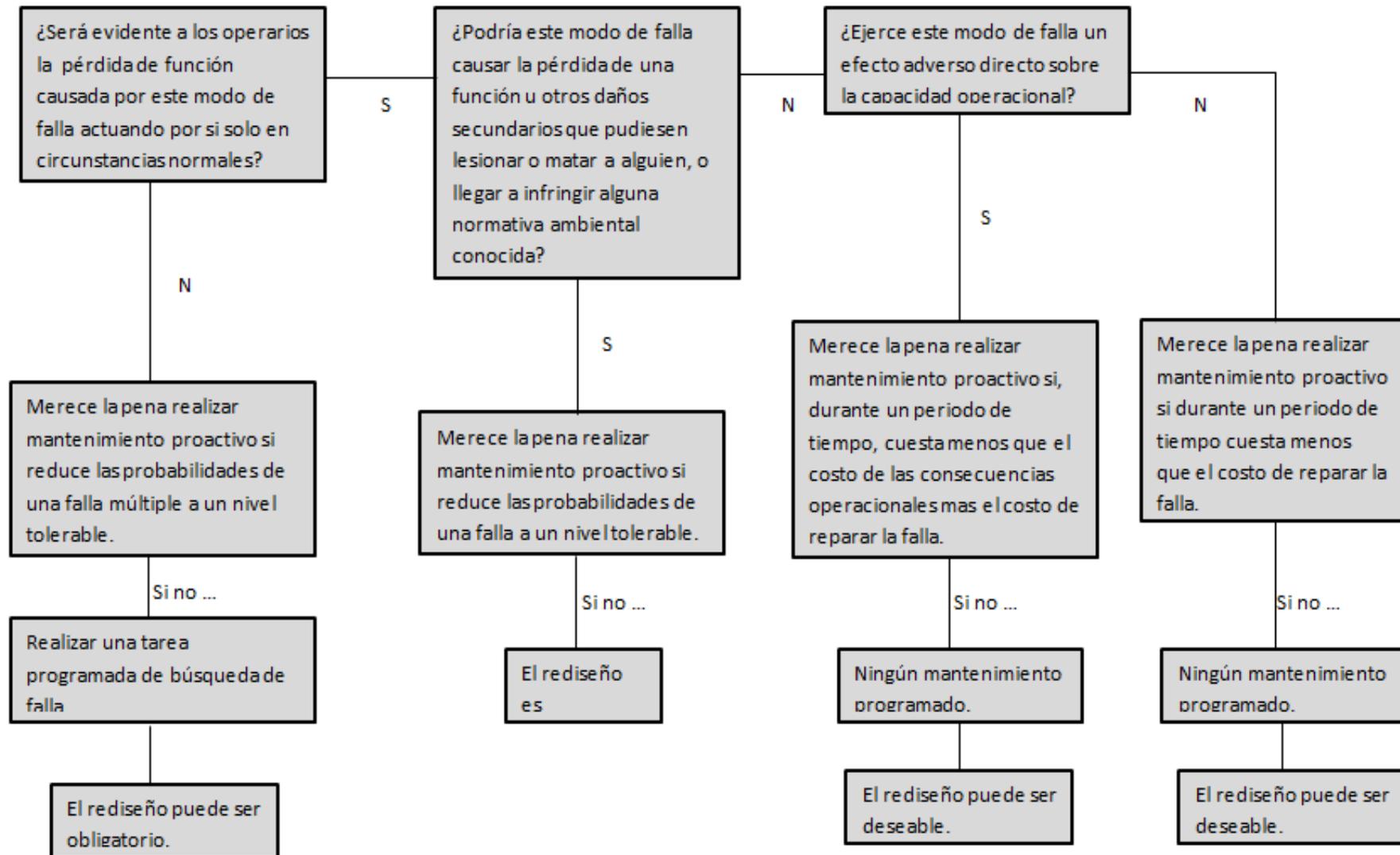


ANEXO C
FMA

MODOS DE FALLO DEL SERVICIO		
PROCESO/SISTEMA	SERVICIO DE LIMPIEZA INDUSTRIAL	
OPERACIÓN / FUNCIONALIDAD	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA / OPORTUNIDAD
1 Ejecucion del plan de mantenimiento del servicio.	A Incapaz de cumplir el plan de mantenimiento	1 Falta de planificacion 2 Falta de recursos 3 Priorizar emergencias 4 Falta de programacion
	B Generacion de sobretiempos	1 Falla en frecuencias de intervencion 2 Operaciones no para 3 Falla en dimensionamiento de actividad
	C Disminucion de la productividad	1 Traslados innecesarios 2 Cambio de herramientas 3 Bloqueos innecesarios 4 Cambio de procedimientos 5 Orden y limpieza
	D Aumento del indice de accidentabilidad	1 Cambio de actividad 2 Cambio de area de trabajo 3 Trabajo bajo presion
3 Calidad del servicio	A Retrabajos	1 Personal sin experiencia. 2 Equipos y/o herramientas no adecuadas.
	B Comunicación	1 Demora en la respuesta. 2 Reportes no son entregados a tiempo. 3 Personal sin conocimiento de la operación.
	B Seguridad	1 Exceso de confianza. 2 Falla en el reporte de incidentes. 3 No cumplimiento de los procedimientos.
2 Satisfaccion del cliente	A Insatisfaccion del cliente	1 No cumplimiento del plan 2 Falta de atencion de actividades no programadas 3 Demora en la atencion de emergencias
	B Penalidad	1 Incumplimiento de contrato 2 No conformidades
	C No renovacion del contrato	1 Indice de accidentabilidad alto 2 Accidente fatal 3 Sobrecostos del servicio

ANEXO D
ANÁLISIS DE RIESGOS Y
CONSECUENCIAS OPERACIONALES

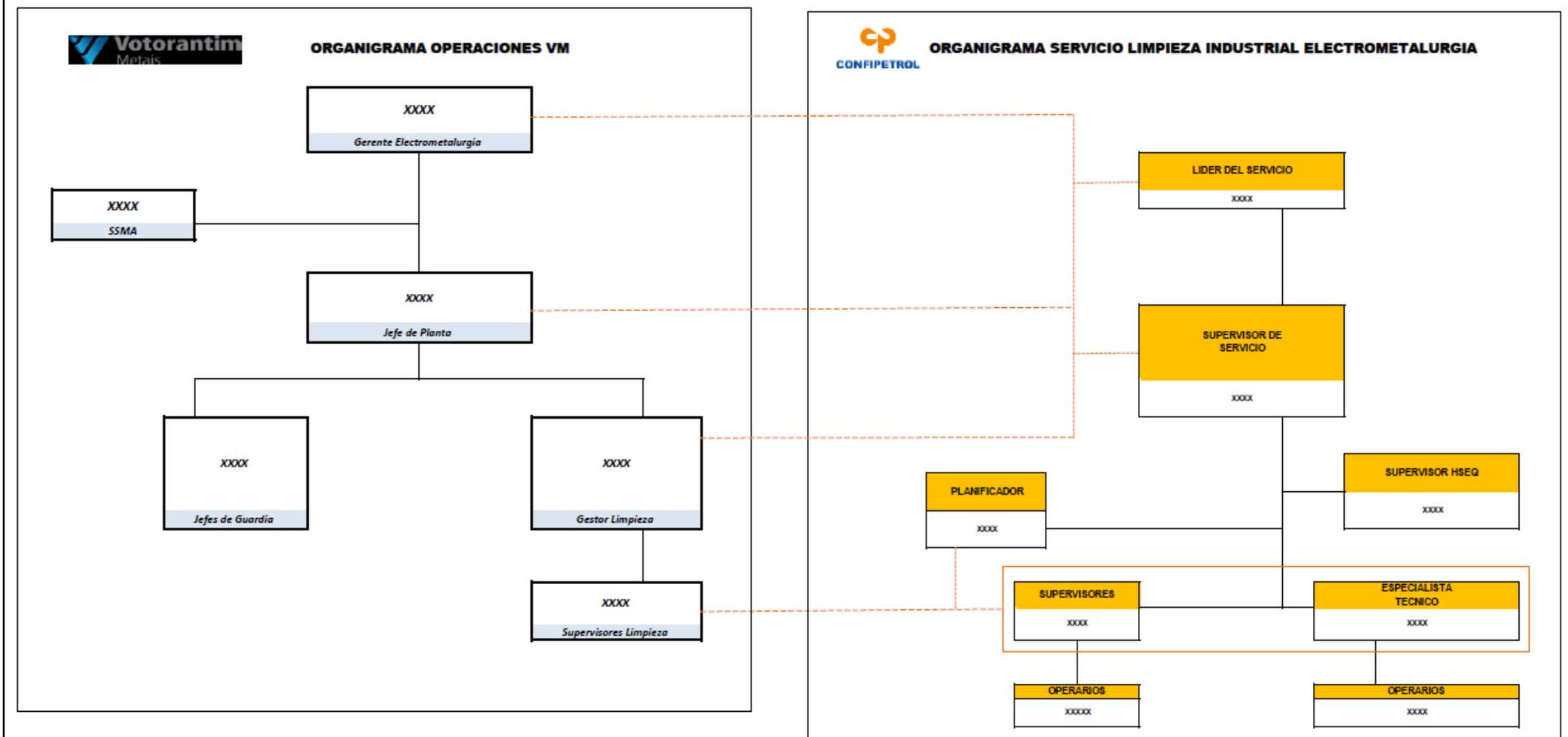
EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS DE FALLA



ANEXO E
ESTRATEGIA NUEVA

ANEXO F
OGANIGRAMA GERARQUICO

ORGANIGRAMA JERARQUICO COMPARATIVO



ANEXO G
NUEVO FORMATO DE REPORTES DE
LA SUPERVISION

