



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA PARA LA EXCELENCIA ORGANIZACIONAL EN LA  
GESTIÓN DE ACTIVOS**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN Y DIRECCIÓN DE  
EMPRESAS**

**GONZALO ISMAEL HERRERA ESCOBEDO**

**PROFESOR GUÍA:  
LUIS ZAVIEZO SCHWARTZMAN**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
LORETO BURGOS RODRIGUEZ  
ENRIQUE JOFRÉ ROJAS**

**SANTIAGO DE CHILE  
2023**

**RESUMEN DE TESIS PARA OPTAR AL  
GRADO DE MAGISTER EN GESTIÓN Y  
DIRECCIÓN DE EMPRESAS  
POR: GONZALO HERRERA ESCOBEDO  
FECHA: 2023  
PROF. GUÍA: LUIS ZAVIEZO  
SCHWARTZMAN**

## **DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA PARA LA EXCELENCIA ORGANIZACIONAL EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS**

El siguiente trabajo consiste en tomar como caso de estudio el estado actual de la Compañía Minera Lumina Copper, considerando que no cuenta con una estrategia orientada al cumplimiento de objetivos, lo cual podría permitir potenciar no solo el nivel productivo de la organización, si no también, elevar el estándar profesional.

Dentro de la industria, las empresas mineras con mejores resultados productivos cuentan con la implementación de estrategias las cuales consideran sistemas operativos integrados que les ha permitido mejorar sus procesos, elevar la calidad, optimizar sus costos y maximizar sus utilidades.

En este caso particular, se realiza una propuesta de estrategia utilizando el modelo del diamante de la excelencia organizacional únicamente para la gerencia de gestión de activos y mantenimiento, proponiendo un estándar base que oriente a mejorar los procesos, los resultados de los indicadores con una metodología 3M, además que estos estén complementados con la visión de la Compañía, la misión, los objetivos estratégicos propios de la gerencia y los valores propios de Minera Caserones y la Gerencia donde se hace el estudio. Lo anterior también es analizado con una propuesta de plan de mejoramiento que permita entregar alineamientos a la estructura del mantenimiento, generando una cultura para la ejecución de los trabajos y una agilidad organizacional.

Esta tesis, como propuesta a la gestión administrativa de la gerencia de mantenimiento y gestión de activos permitirá dar una estructura al trabajo y responsabilidades que deben ser cumplidas por los distintos equipos de trabajo las cuales contarán con procesos de trabajo definidos y orientación al cumplimiento de los objetivos basados en establecer indicadores que medirán los resultados del área teniendo así parámetros que permitirán determinar brechas que pueden ser mejorables llevando así al área de mantenimiento de Minera Caserones a tener un mejor estándar de su gestión optimizando procesos y recursos.

## **AGRADECIMIENTOS**

En estas líneas quiero mostrar mi agradecimiento a las personas que de una u otra forma me han ayudado a crecer como persona, ciudadano y profesional, también quiero mostrar mi gratitud a quienes han contribuido a hacer posible este proyecto de investigación.

A mis padres, por su apoyo incondicional, estar siempre cerca y orgullosos de mis logros, por enseñarme lo que significa la responsabilidad, el respeto por las personas, el trabajo duro, constante y bien hecho para lograr las metas, por entregarme valores fundamentales para ser una persona de bien, honrado, humilde y esforzado. Además, quiero decirles que los amo y gracias por darme la vida y educación.

Quiero agradecer a mi hija Antonia, quien desde que nació se transformó en mi motor de vida, quien me muestra cada día con su alegría y su forma distinta de ver la vida lo hermosa que esta es y quiero decirte: “Antonia, eres muy pequeña ahora para entender este estudio o mi ocupación del tiempo en aprender, pero quiero que sepas que todo esto también lo hago por ti, algún día te darás cuenta de que no solo es por obtener un título o grado académico, esto es parte de mi vida en la cual quiero también ser protagonista en contribuir con mi trabajo y conocimientos, es por esto que principalmente quiero agradecerte y dedicar este trabajo a ti hija, te amo con el alma”.

Agradezco a la Universidad de Chile, al cuerpo docente y directivo de este programa de magister por entregarme la calidad y el alto nivel de enseñanza en cada uno de los cursos, además por mostrarme una visión distinta de la industria minera que me ayudara a seguir creciendo profesionalmente. Muchísimas gracias a las personas que formarán parte del comité evaluador que revisarán y juzgarán esta tesis de postgrado, por dedicar parte de su valioso tiempo a leer este trabajo.

Quiero también agradecer mis amigos, colegas, y profesionales que me apoyaron de alguna manera o contribuyeron con datos e información para que pueda elaborar este trabajo, sin ellos esta tesis habría sido mucho más compleja.

Con este trabajo, espero poder aportar al crecimiento de la Compañía Minera Caserones y a mejorar el estándar en los procesos de trabajo de la gerencia de gestión de activos y mantenimiento en donde existe un alto nivel de profesionales, esforzados y orgullosos de formar parte del legado de los “Espartanos de Mantenimiento Caserones”.

## TABLA DE CONTENIDO

1	CAPÍTULO I .....	1
1.1	INTRODUCCIÓN .....	1
1.2	OBJETIVOS .....	2
1.3	MARCO CONCEPTUAL .....	3
1.4	METODOLOGÍA .....	4
2	CAPÍTULO II: ESTUDIO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS (FASE I) .....	7
2.1	ANÁLISIS DE RESTRICCIONES HISTÓRICAS .....	7
2.1.1	RESTRICCIONES ÁREA CHANCADO PRIMARIO .....	7
2.1.2	RESTRICCIONES ÁREA DE MOLIENDA .....	10
2.2	ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE LA CONFIABILIDAD Y MANTENIBILIDAD 13	
2.2.1	CONFIABILIDAD Y MANTENIBILIDAD ÁREA DE CHANCADO PRIMARIO 13	
2.2.2	CONFIABILIDAD Y MANTENIBILIDAD ÁREA DE MOLIENDA .....	14
2.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	16
2.3.1	ANÁLISIS DE INDICADORES DE RESULTADOS .....	16
2.3.2	ANÁLISIS DE COSTOS DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS .....	19
3	CAPÍTULO II: CAUSAS DE FALLA (FASE II) .....	21
4	CAPÍTULO IV: ESTRATEGIA DE EXCELENCIA ORGANIZACIONAL PARA LA GESTIÓN DE ACTIVOS (FASE III) .....	24
4.1	RUTA HACIA LA ESTANDARIZACIÓN .....	25
4.2	INTRODUCCIÓN AL MODELO ESTRATÉGICO .....	27
4.3	LA VISIÓN DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS .....	29
4.4	LA MISIÓN DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS .....	29
4.5	LOS VALORES DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS .....	30
4.6	DEFINICIÓN DE LOS PILARES Y FOCOS ESTRATÉGICOS “1RA ETAPA DEL MODELO” .....	31
4.6.1	PROCESOS CICLO DE MANTENIMIENTO .....	34
4.6.2	PROCESO DE SHUT DOWN Y PARADAS MAYORES .....	40
4.6.3	PROCESOS DE CONFIABILIDAD .....	47
4.6.4	PROCESO ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO .....	48
4.6.5	PROCESO MONITOREO DE CONDICIONES .....	50
4.6.6	PROCESO ANÁLISIS DE FALLA Y RCA .....	54
4.6.7	PROCESO GESTIÓN DEL CAMBIO .....	59

4.7	OPERACIONALIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA CON EL DISEÑO 3M “2DA ETAPA DEL MODELO” .....	61
4.8	ALINEAMIENTO DE LA ESTRATEGIA “3RA ETAPA DEL MODELO” .....	63
4.8.1	DESCRIPTORES DE LOS CARGOS DE LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO .....	65
4.8.2	DEFINICIÓN DE LA MATRIZ DE CONTRIBUCIÓN .....	66
4.9	CULTURA EN LA EJECUCIÓN.....	68
4.10	AGILIDAD EN LA ORGANIZACIÓN .....	70
4.11	REFINAMIENTO INTERNO.....	71
5	CAPÍTULO V: ANÁLISIS COMO PROPUESTA DE INVERSIÓN A UNA ESTRATEGIA (FASE IV) .....	72
6	CONCLUSION .....	75
7	BIBLIOGRAFÍA .....	76
8	ANEXOS .....	77

# 1 CAPÍTULO I

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El procesamiento de minerales a nivel mundial es una de las industrias más exigentes considerando que muchas de las faenas mineras se encuentran ubicadas en lugares aislados lejos de las ciudades, lo cual en Chile es una realidad, teniendo la mayor cantidad de faenas concentradas en la zona norte del país con un clima desértico, muy árido y altamente salino, para llegar a ellas es necesario recorrer varios kilómetros de distancia. Por otra parte, existen las faenas mineras que están ubicadas en sectores cordilleranos con condiciones de altura que no solo afectan a la condición de salud de las personas, esto también afecta en el rendimiento de algunos equipos. Estas condiciones de alguna manera impactan en los activos, pero el factor más importante es el tipo de mineral a ser procesado el cual lleva a que los equipos sean sobre exigidos al máximo para obtener el mejor rendimiento de ellos, es por esto por lo que requieren una correcta estrategia de mantenimiento.

Las compañías mineras tienen que obligadamente incurrir en costos de mantenimiento para los activos fijos, los cuales son utilizados en la cadena de valor del tratamiento de sus minerales, además de tener que disponer del tiempo para poder realizar los trabajos requeridos y así tener operativos los equipos. Las áreas de mantenimiento deben presentar su plan de trabajo para los activos de las compañías, con lo que se hace el balance de estimación del Budget para la cantidad de mineral procesado en el año fiscal y cuáles son las proyecciones largo plazo en base a la vida útil de la mina. Mucho se comenta respecto que en Chile el mantenimiento no es riguroso, que no se cuenta con la suficiente experticia, disciplina, y responsabilidad. Lo que lleva a realizar malos mantenimientos, realizar dos o más veces el mismo trabajo, a realizar trabajos esporádicos que se sabe no tendrán una correcta duración, siendo lo anterior algunos factores que llevarán a detener nuevamente los activos para realizar mantenimientos correctivos.

En este trabajo, el foco principal está en proponer una estrategia a la gestión del mantenimiento considerando la disponibilidad de estudiar la Compañía minera SCM Lumina Copper Chile en su faena Caserones de propiedad de la filial japonesa JX Mining, porque en términos globales la Compañía no ha logrado obtener buenos resultados operacionales desde su puesta en servicio el 2014, y desde los últimos 4 años que se podría indicar que la empresa ya debiese tener una madurez en todos sus procesos productivos con una agilidad organizacional, además que se observa una decadencia debido a la falta de una estrategia, lo que impacta también en los resultados organizacionales.

Dando una mirada particular, la Gerencia de Gestión de Activos y Mantenimiento de la compañía, tampoco ha logrado cumplir los planes anuales propuestos para sus indicadores de gestión. Es causa que no cuenta con una estrategia que permita dar un horizonte de trabajo con una visión o misión que los dirija a cumplir con sus indicadores de resultados, y mejorar cada día, trayendo consigo un éxito no solo en la gestión del mantenimiento, si no también aumentar los resultados esperados globales de la compañía

## **1.2 OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Proponer para la Compañía Minera Lumina Copper Chile en una estrategia para la gestión de la Gerencia de Gestión de Activos y Mantenimiento, la cual les permita orientar y estandarizar los esfuerzos para mejorar los resultados sobre los activos de la Compañía y aumentar así la producción, obteniendo mayores utilidades.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Dentro de los objetivos específicos del presente trabajo está el poder identificar las condiciones actuales de la gestión global del mantenimiento considerando el incumplimiento de los indicadores básicos sobre los activos y con esto levantar las brechas.
- Por otra parte, proponer una estrategia auditable basada en un modelo que permita orientar los esfuerzos de la gerencia en la cual se estandaricen los procesos, alineen y agilicen la gestión del trabajo.
- Proponer los cuales indicadores que permitan disponer a su vez con un plan de control con indicadores los que establezcan los parámetros y responsabilidades de los distintos equipos de trabajo de la gerencia de mantención. fomentando a tener una cultura de pertenecía del trabajo que realizan.
- Realizar, además, es importante destacar que es parte de este estudio un análisis de riesgos y costos que el cual permitan identificar y presentar los principales focos que puedan generar una variación considerable en las condiciones globales de la Compañía y las propias de la gerencia de gestión de activos y mantenimiento. Para lo cual es importante realizar un análisis de costos propios de implementar esta propuesta.

### 1.3 MARCO CONCEPTUAL

El mantenimiento es fundamental para maximizar el ciclo de vida de los activos y que estos puedan entregar el mayor aporte productivo para las compañías. En gran parte de la historia del mantenimiento el plan general significaba ser reactivos y reparar los equipos cuando estos fallen, ya que detener un equipo podría significar una detención general de la producción, traducido esto para los inversionistas es una pérdida en las utilidades de la empresa.

Al avanzar en el tiempo, debido a estudios realizados por los expertos, se ha demostrado que tener un plan de mantenimiento permite extender la vida útil de los activos, lo que ha reducido los costos en el cambio de activos entregando una mirada de largo plazo para las compañías y visualizando un aumento en las utilidades globales de la Compañía en todo el periodo de la vida productiva. El ir mejorando este plan de mantenimiento, integrando indicadores de desempeño, además de distintos modelos ha permitido robustecer el objetivo de las empresas respecto a sus activos y maximizar los beneficios generales de la compañía.

Por otra parte, las compañías también buscan mejorar las estrategias lo cual también les permita mejorar sus procesos productivos, la calidad de sus operaciones minimizando los errores, y hacer transformaciones drásticas para tener una organización más dinámica permitiendo optimizar todos los recursos disponibles para obtener mayores beneficios ahora pensando no solo en la Compañía y sus inversionistas, si no también integrando a sus colaboradores directos, indirectos, las comunidades y el medio ambiente.

Es por lo anterior, que en este estudio se dispone a entregar una propuesta para el área encargada del mantenimiento utilizando un modelo de estrategia denominado el diamante de la excelencia organizacional. Este modelo consiste en una estructura diseñada bajo analogía de un diamante que corresponde a una piedra preciosa indestructible que se logra obtener luego de pulir muchas veces una piedra de carbón.

Este modelo construye un puente entre la planificación estratégica y la gestión de operaciones con una mirada hacia la excelencia en el desempeño de las organizaciones. El modelo del diamante de la excelencia organizacional en una primera parte orienta al poder definir cuál es el foco principal de la estrategia, basada en la propuesta de valor de la organización y el modelo de gestión, para poder posteriormente operativizar la estrategia mediante la definición de los indicadores que dirigirán a la organización a través del cumplimiento de los objetivos, para esto se propone el modelo de las 3M (Medidas, Metas y Medios) los cuales deben permitir vincular el portafolio de proyectos con la construcción del alineamiento organizacional y dar la sincronización de la

estrategia con un compromiso de la organización. Luego el modelo muestra el camino que debe lograr la estrategia con la implementación de la estructura para los procesos y prácticas que permitirán entender a los empleados y colaboradores cual es el verdadero valor de instaurar una cultura organizacional comprometida para mantener una base de alto desempeño y excelencia laboral. El modelo también define como lograr una agilidad organizacional integrando la gestión de los procesos de la organización, la estructura organizacional y la tecnología de información las cuales en modo conjunto apalancaran la estrategia siendo el acelerador para lograr las metas de los objetivos estratégicos y el cumplimiento de esta propuesta de valor de alto desempeño.

## **1.4 METODOLOGÍA**

El plan propuesto en este estudio consiste principalmente en cuatro etapas (ver figura 1), de manera de poder ordenar y dar un hilo conductor al estudio.

- Fase 1: Diagnóstico, para comprender los resultados de la compañía, con datos históricos.
- Fase 2: Definir y priorizar brechas que más afectan la producción y costos de la gestión de activos físicos.
- Fase 3: Construir la estrategia usando el modelo del diamante de excelencia.
- Fase 4: Viabilidad técnica, económica y de gestión.

Fase 1: Para el desarrollo y entendimiento del análisis lo primero es realizar una recolección de datos e información definido como “Fase 1” en un periodo consolidado, lo que ayudara a entender el comportamiento pasado de los resultados que ha obtenido.

Fase 2: Luego, para identificar la calidad del mantenimiento es necesario revisar previamente los resultados de años anteriores e identificar las distintas brechas que hacen la diferencia comparativa entre las buenas prácticas y los errores que impactan de manera negativa los procesos productivos de las compañías, en este estudio es necesario revisar la realidad actual y la historia del mantenimiento en Lumina Copper, cuáles han sido sus principales resultados de disponibilidad, utilización, eficiencia de los activos, producción, y cuál ha sido su eficiencia operativa de los equipos utilizando métodos de análisis cuantitativos probabilísticos y estadísticos, además de apoyarse para el análisis cualitativo de modelos gráficos. Hasta esta parte del estudio “Fase 2”, el propósito es poder analizar los datos e información relevante y de qué manera impacta en la producción y en los costos la gestión del mantenimiento de los activos físicos.

Fase 3: Posteriormente la “Fase 3” consiste en proponer una estrategia orientada en el modelo del diamante de la excelencia organizacional a la gestión del mantenimiento de los activos que permita realizar una mejora al actual plan de mantenimiento no solamente orientado a cumplir con los indicadores del desempeño, si no también, como se ha mencionado anteriormente fortalecer la gestión de la gerencia de gestión de activos y mantenimiento con una visión de alto desempeño el cual permita generar los elementos necesarios que requiera para llegar a un estándar basado en la norma “ISO 55001 de Gestión de Activos” lo que también permitirá a futuro poder estudiar la factibilidad de certificar a Lumina Copper en este estándar internacional.

Fase 4: La definición para determinar si la presente propuesta de una estrategia basada en el modelo del diamante de la excelencia organizacional para la Compañía minera Lumina Copper Chile es viable económicamente, en esta última etapa definida como “Fase 4”, consistirá primero en realizar un análisis de flujo integrando los costos asociados a la implementación, cuál sería la potencial contribución a mejorar los resultados operativos, el rendimiento, mejorar sus resultados y el efecto que podría generar en las utilidades de la empresa.

A continuación, se presenta el plan de trabajo del caso estudio para determinar una propuesta para la estrategia a la gestión del mantenimiento como se definió anteriormente el cual constará de cuatro fases.

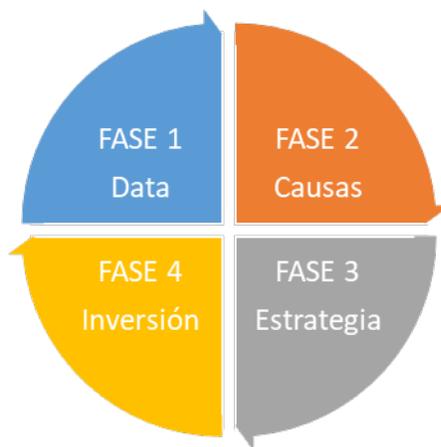


Figura 1: Ciclo de trabajo para el estudio de la propuesta de una estrategia en la gestión del mantenimiento de los activos para SCM Lumina Copper Chile.

Para profundizar en el ciclo de trabajo, se detallan en cada fase los tópicos a ser analizados, los que serán explicados

### Fase 1: Recolección de datos e información.

- Datos cualitativos: Eventos de fallas, restricción por eventos operacionales, restricciones por eventos externos al proceso.
- Datos cuantitativos: Tiempos de falla (horas), periodos (fechas), numero de fallas, tiempos inhábiles, resultados de cumplimiento de plan matriz, resultados de costos.

### Fase 2: Análisis de la información y causas raíz por pérdida de productividad.

- Análisis de restricciones histórica (eventos de fallas, restricción por eventos operacionales, restricciones por eventos externos al proceso).
- Análisis estadístico y probabilístico de los datos identificando indicadores del mantenimiento: MTBF (Mean Time Between Failures), MTTR (Mean Time To Repair), Confiabilidad, Mantenibilidad.
- Análisis cuantitativo de los datos identificando indicadores de resultado: Disponibilidad, Utilización, Eficiencia de Activos, Producción, Rendimiento, Eficiencia Operativa de los Activos.
- Análisis de costos del mantenimiento: Costos por repuestos, costos por contratos de servicios de mantenimiento, tipos de contratos, costos por mantenimiento no planificado, costos por dotación base.

### Fase 3: Propuesta de un modelo estratégico para la gestión de activos.

- Modelo estratégico base.
- Visión de la compañía.
- Misión de la compañía.
- Misión del mantenimiento.
- Foco estratégico del mantenimiento.
- Pilares estratégicos.
- Definición de indicadores.
- Alineamiento estratégico.
- Cultura organizacional.
- Agilidad organizacional.
- Plan de refinamiento de la estrategia.
- Implementación de la norma ISO 55001.
- Certificación de la norma ISO 55001.

### Fase 4: Evaluación y análisis técnico económico en la implementación de una estrategia en gestión de activos.

## **2 CAPÍTULO II: ESTUDIO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS (FASE I)**

Para poder respaldar las conclusiones posteriores en este ensayo se sustentan con una previa recopilación de información fidedigna que permita analizar los comportamientos erráticos de los procesos productivos, como los eventos de falla, restricciones por factores externos (corte de suministro eléctrico, condiciones climáticas, prohibiciones gubernamentales, problemas sindicales, entre otros) y también los eventos operacionales, teniendo en este último algunas restricciones propias de la operación como lo es también en el mantenimiento donde se consideran tiempos asociados al mantenimiento programado y correctivo.

El análisis de estas restricciones anteriormente mencionadas contempla un periodo de tiempo desde el año 2019 a la fecha, considerando que hay una alta probabilidad que algunas restricciones asociadas al mantenimiento ya hayan sido resueltas por la organización, como también, está la posibilidad que existan algunos eventos de falla que no hayan sido resueltos y se transformen en una condición que es de importancia considerar principalmente si estos afectan directamente la línea crítica productiva de la compañía.

### **2.1 ANÁLISIS DE RESTRICCIONES HISTÓRICAS**

Para la compañía, en este estudio se analizan principalmente dos áreas críticas del proceso productivo, en donde se centra la mayor cantidad de restricciones, siendo estas el sector de chancado primario y molienda. Para lo anterior se revisan los datos para el periodo comprendido entre enero de 2019 a septiembre del 2021 y los resultados se muestran en un diagrama de Pareto donde se identifican las mayores restricciones que han impactado a la Compañía para cada uno de los años mencionados.

#### **2.1.1 RESTRICCIONES ÁREA CHANCADO PRIMARIO**

De las gráficas a continuación se observa que las principales restricciones del área para el año 2019 (ver figura 2.1) no se ven afectadas por condiciones asociadas al mantenimiento, más bien existe un fuerte impacto por restricciones operacionales, siendo los cambios de turnos los que generan la mayor limitación dado que este ítem implica diariamente una detención de la producción por 1,5 horas promedio para que el personal realice el proceso mencionado. El segundo ítem restrictivo corresponde a la espera de abastecimiento de mineral por camiones mineros los cuales han presentado una baja en disponibilidad, para complementar este factor de mantenimiento de equipos móviles también se ve reflejado en el ítem de disponibilidad de equipos mina, donde se representa una baja en los equipos de carguío (palas) lo que también genera un impacto en el abastecimiento de mineral al chancado. Otro factor por mencionar corresponde al alto nivel de stock pile que obliga a detener el procesamiento del área dado que se presenta

un cuello de botella en la operación aguas abajo principalmente cuando se presentan restricciones en la molienda primaria (Molino SAG), los eventos asociados a esta área en particular serán revisado más adelante.

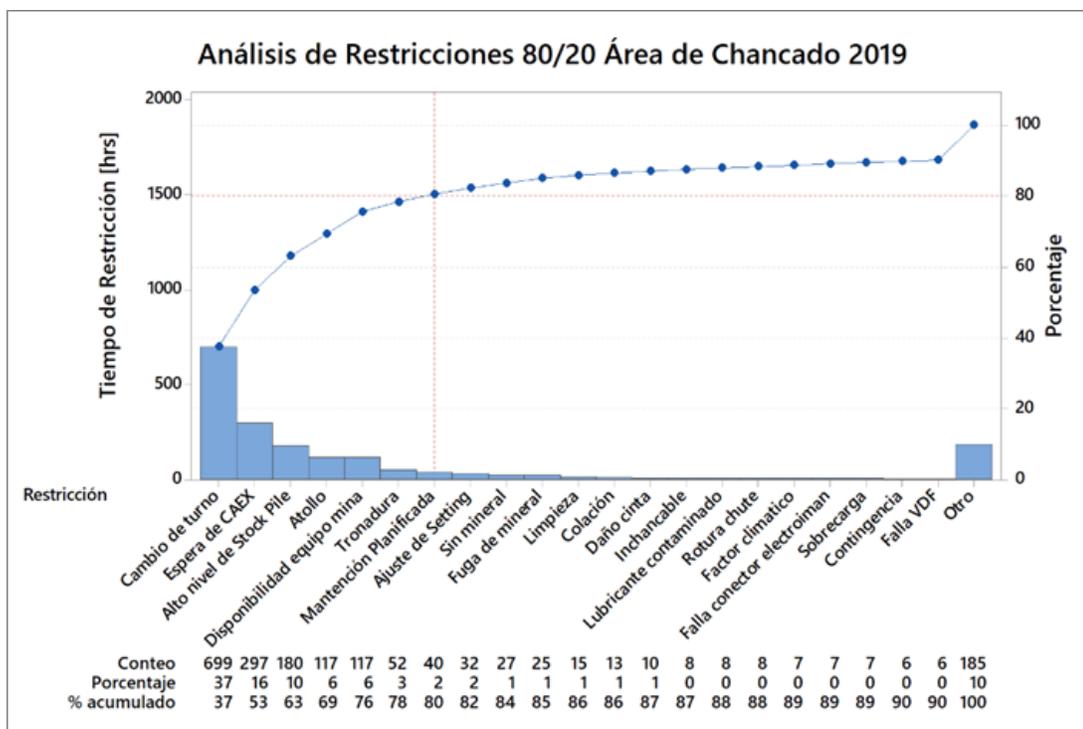


Figura 2.1. Diagrama de restricciones del área de chancado primario año 2019.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

Para el año 2020 (ver figura 2.2) las principales restricciones no cambian rotundamente, solo se aprecia una variación leve en el orden, teniendo el cambio de turno nuevamente en primer lugar con un aumento en el tiempo promedio diario de un 26,7 % más respecto del año anterior. Los demás ítem identificados presentan una leve mejoría en los tiempos propios de restricción del área, pero siempre estando dentro del 80% de las restricciones más críticas.

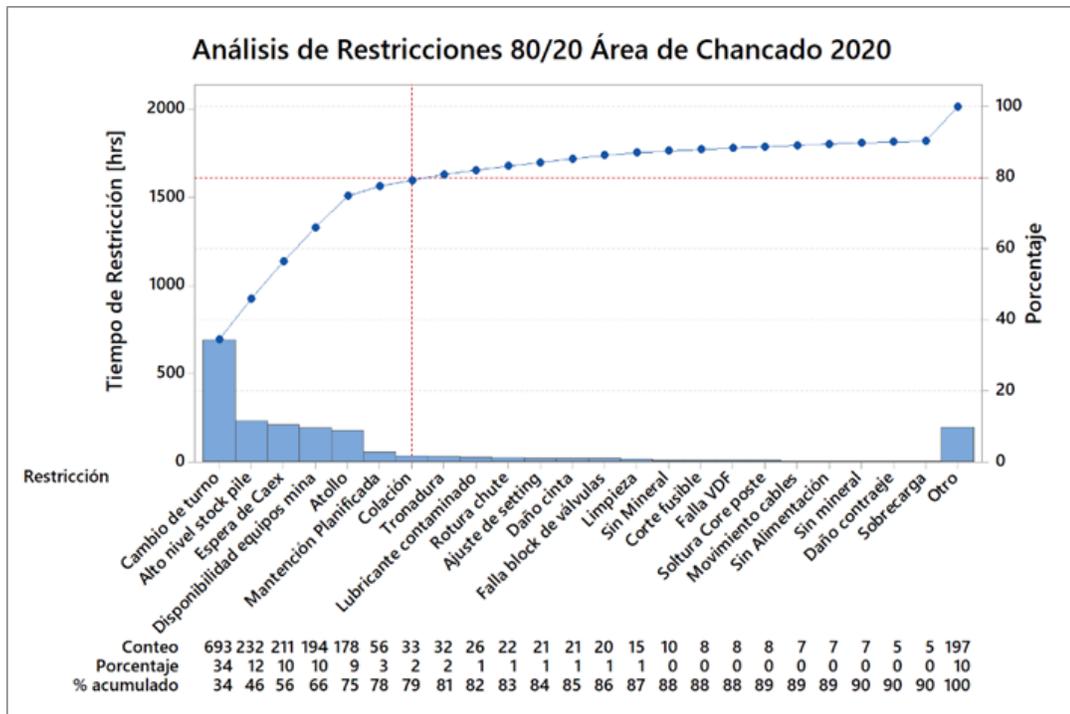


Figura 2.2. Diagrama de restricciones del área de chancado primario año 2020. Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

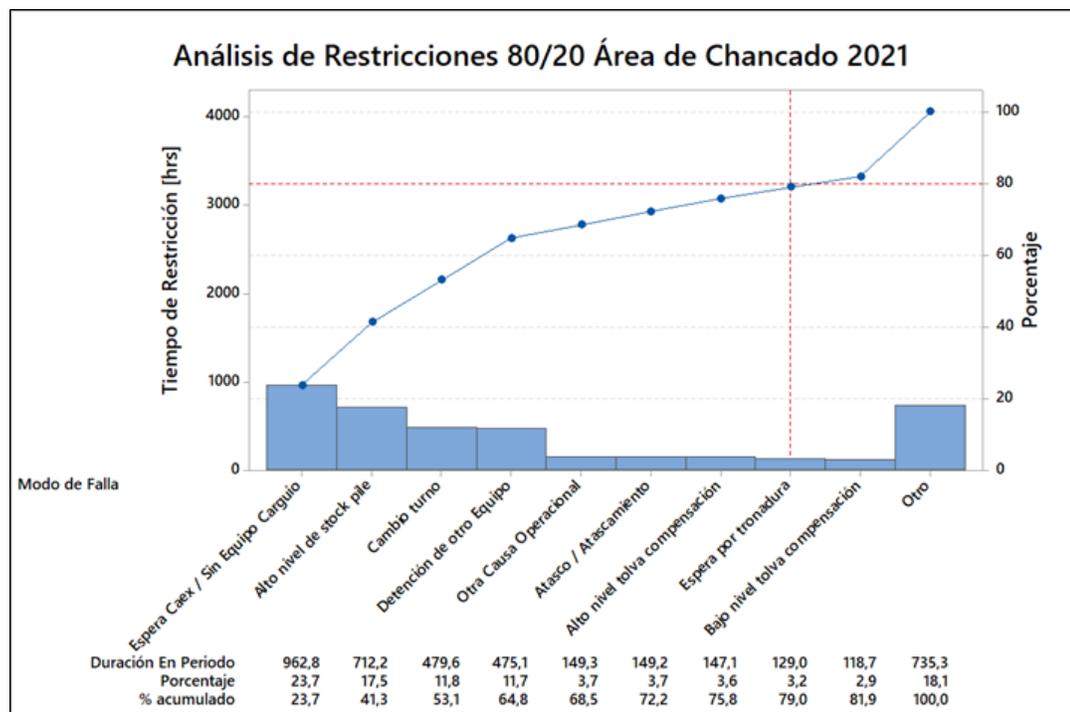


Figura 2.3. Diagrama de restricciones del área de chancado primario año 2021. Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

Las restricciones para el año 2021 el 80% de estas corresponden a condiciones operacionales similar a los años anteriores, por lo cual es necesario realizar un trabajo intenso en bajar estas restricciones y poder optimizar el funcionamiento operacional y la eficiencia de los activos.

Estas restricciones que forman parte del 80% de eventos más relevantes en la productividad del área de chancado primario se deben reflejar en una baja en la utilización cuyo comportamiento será revisado el punto 2.3 más adelante correspondiente a análisis de los indicadores de resultados cuantitativos de la compañía. Pero antes de pasar al siguiente punto, se analizarán las restricciones del área de molienda. Como primer periodo revisar de acuerdo con el diagrama 80/20 de la figura 2.4 se presentan los resultados del año 2019.

### **2.1.2 RESTRICCIONES ÁREA DE MOLIENDA**

De acuerdo a lo representado en figura 2.4, los tipos de restricciones son más diversos, y no enfocan la condición en una sola especialización como es la operación, aquí las restricciones son predominantes por eventos de mantenimiento correctivo principalmente por condiciones asociadas a la instrumentación, seguido por eventos de carácter operacional externo como es el corte del suministro eléctrico y restricciones aguas arriba o aguas abajo, para luego presentarse las restricciones operacionales intrínsecas como: Alto porcentaje de sólidos; atollos; inspecciones sobrecarga de molino; o embanques.

Para el año 2020 en la molienda (ver figura 2.5) el primer ítem de restricción se destacan los mantenimientos planificados con un tiempo de 53 horas, si bien estos forman parte de los aspectos considerados dentro de la planificación anual, esta condición en particular se debe a los retrasos en mantenciones mayores cuyo fenómeno no se refleja en el año 2019 ya que se asumieron dentro de los tiempos, pero se destacan en el 2020 ya que se toma la decisión de generar este ítem para evaluar el impacto que generaron en la producción de la Compañía lo que se estiman en una perdida cercana a los 4,4 millones de dólares. Posterior a esto se observa una restricción puntual por falla en el sistema hidráulico ocasionada por el daño en la línea hidráulica del sistema de frenado del molino SAG generado por la soltura y corte de un perno proveniente de la tapa de descarga del equipo el cual soportaba una de las parrillas en la etapa previa al termino de campaña de los revestimientos interiores donde el desgaste natural del revestimiento genera la perdida de tensión del perno. En tercer lugar, bajo la definición de polín dañado se destaca la condición de desgaste acelerado en los mantos de los polines en la correa de alimentación al molino SAG por presencia y acumulación de material particulado fino.

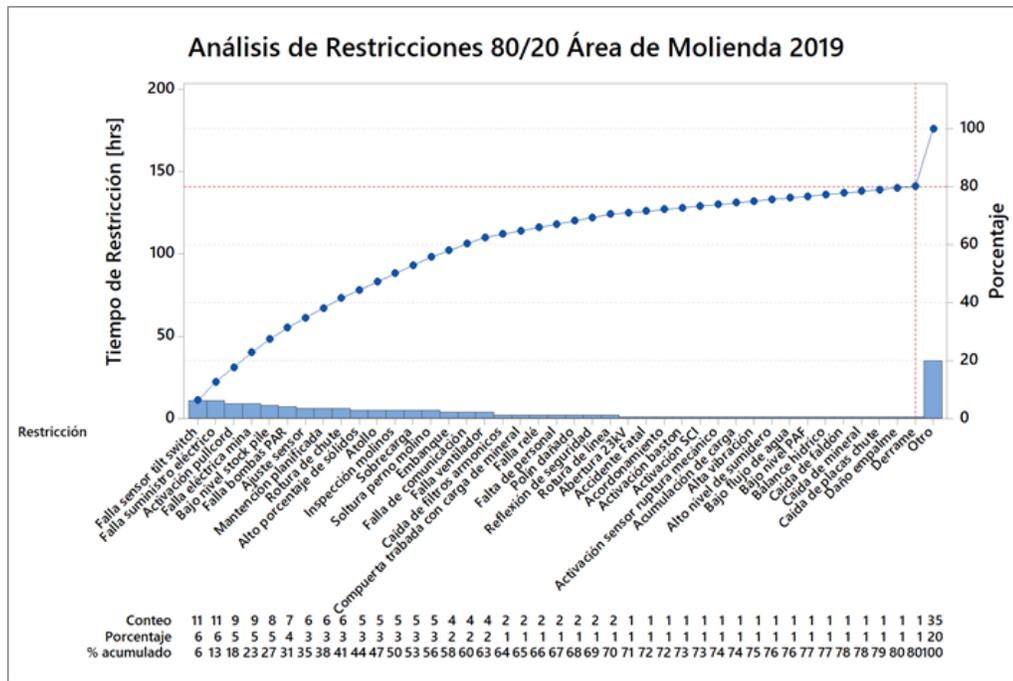


Figura 2.4. Diagrama de restricciones del área de molienda año 2019.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

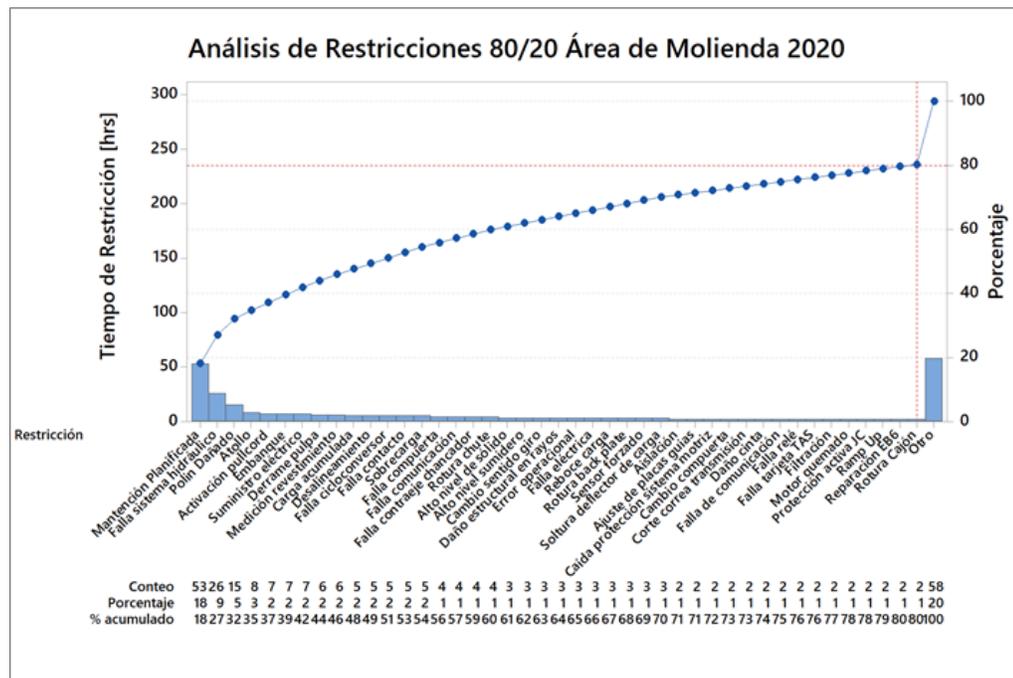


Figura 2.5. Diagrama de restricciones del área de molienda año 2020.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

Para el año 2021 se observa que los equipos más críticos son los harneros, primero con las fallas en el sistema estructural de amortiguación (resortes), daño en los spring bracket que corresponden a los soportes de los resortes y las fallas en los excitadores por condición de soldaduras de las protecciones. Comparando con años anteriores este periodo cuenta con un número menor de modos de fallas además que no se registran los principales eventos anteriores como la extensión en el mantenimiento planificado, el corte de pernos de revestimientos en los molinos, o los eventos de falla por condición de polines. Estos antecedentes muestran un cambio significativo en el mantenimiento de los activos con una mirada positiva.

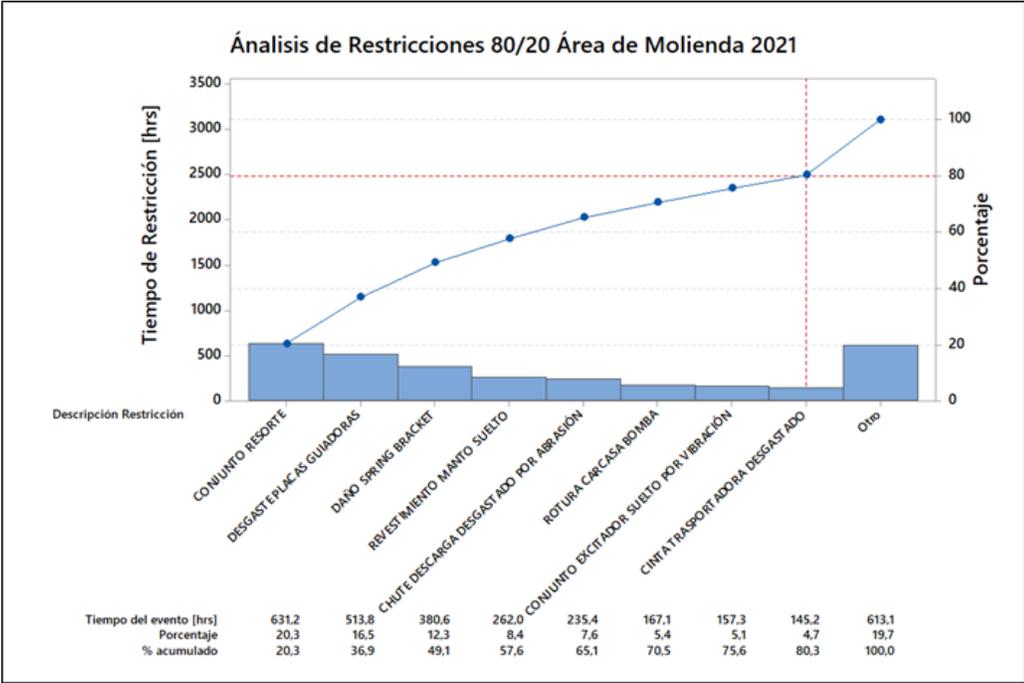


Figura 2.6. Diagrama de restricciones del área de molienda año 2021.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

Teniendo ya una mirada general de los principales eventos restrictivos que impactan la productividad de la compañía, a continuación, se analizará el efecto en causado en la Confiabilidad y Mantenibilidad de los activos físicos.

## 2.2 ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE LA CONFIABILIDAD Y MANTENIBILIDAD

### 2.2.1 CONFIABILIDAD Y MANTENIBILIDAD ÁREA DE CHANCADO PRIMARIO

Como se puede observar en las gráficas de confiabilidad y mantenibilidad (ver figuras 2.7 y 2.8) para el área de chancado primario, este ha sufrido un empeoramiento lo que se ve reflejado por un aumento en los eventos de falla de 139 a 199 eventos por mantenimiento correctivo, considerando que el MTBF o tiempo medio entre fallas disminuyó de 59,8 horas en el 2019 a 41,3 horas con una probabilidad en la confiabilidad para el 2020 de 66,8%, esto también se presenta que una pérdida en la mantenibilidad con una probabilidad para el año 2020 de un 69,3% aumentando los tiempo de reparación promedio o MTTR que para el año 2019 tenía un valor de 1,66 horas lo cual empeoró para el año 2020 subiendo el valor promedio a 2,66 horas. Si bien el rango observado para la intervención correctiva es bastante amplio para ambos periodos para el año 2020 se observan eventos de falla que cuyas intervenciones bordean las 100 horas de reparación. Por último, se observa que para el año 2021 hay una mejora en lo que corresponde a estos indicadores dado que el tiempo medio entre fallas aumento a las 68,3 horas y el tiempo promedio para reparar bajo a las 1,59 horas, lo anterior se observa en una baja considerable en la cantidad de eventos (número de fallas 136) respecto al año 2020.

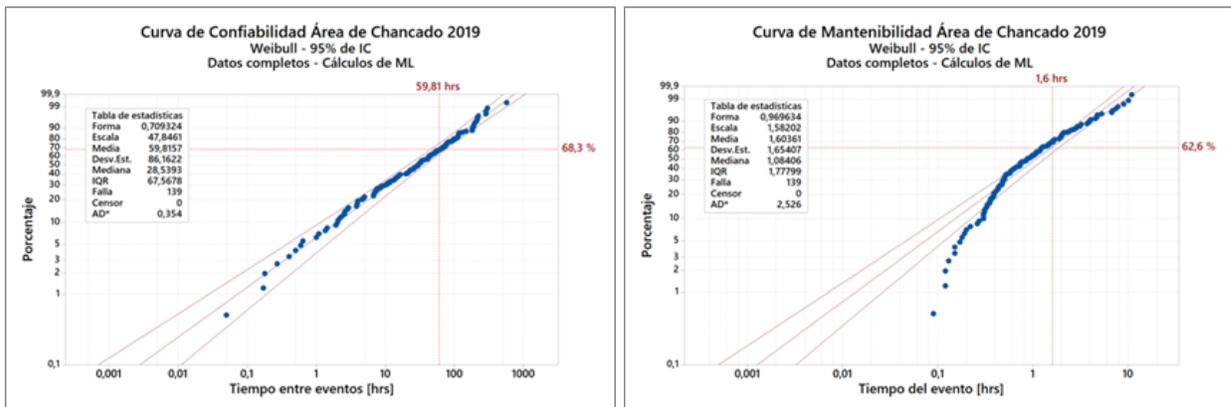


Figura 2.7. Curvas de Confiabilidad y Mantenibilidad área de chancado año 2019.

Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

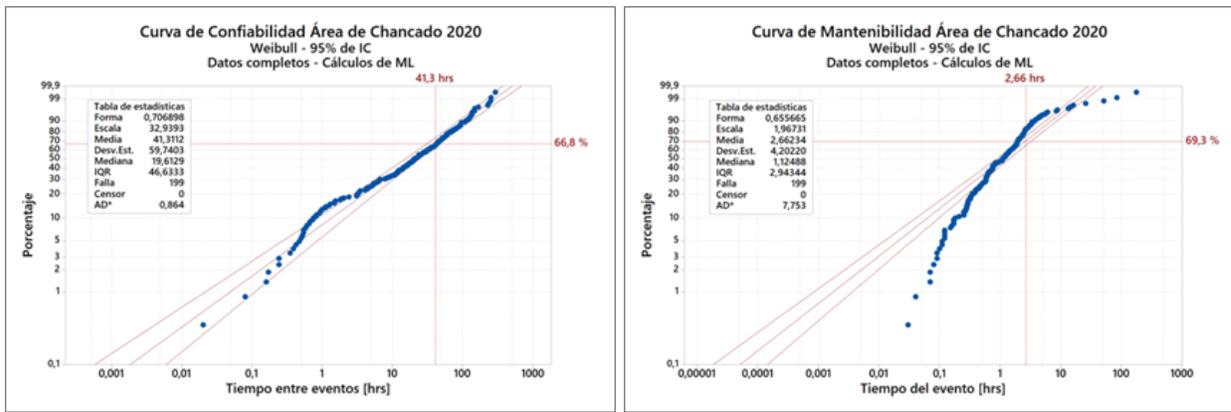


Figura 2.8. Curvas de Confiabilidad y Mantenibilidad área de chancado año 2020.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

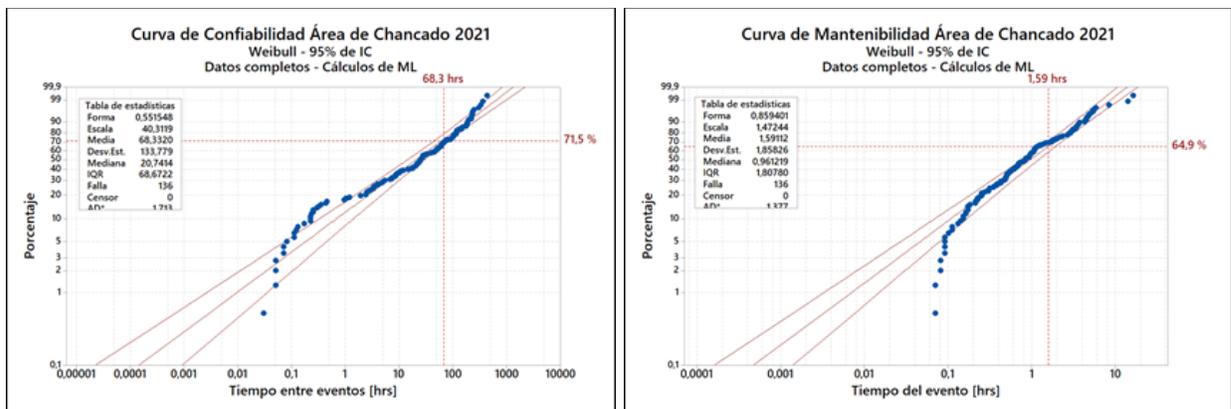


Figura 2.9. Curvas de Confiabilidad y Mantenibilidad área de chancado año 2021.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

## 2.2.2 CONFIABILIDAD Y MANTENIBILIDAD ÁREA DE MOLIENDA

Para el área de molienda (ver figuras 2.10 y 2.11) el impacto en términos de la confiabilidad se observa que la tendencia es más dispersa respecto del área de chancado, dado que los tiempos entre fallas se extienden superando las 100 horas con un MTBF de 157,2 horas para el año 2019 y que se ve afectado con una disminución para el año 2020 hasta las 103,8 horas promedio con una perdida en la confiabilidad llegando a los 68,3% para el 2020. Para el concepto de mantenibilidad también se ve afectado entre estos dos periodos con una probabilidad de un 67,6% indicando una perdida en el resultado en 2,4 puntos porcentuales respecto del año anterior aumentado también el tiempo medio para reparar (MTTR).

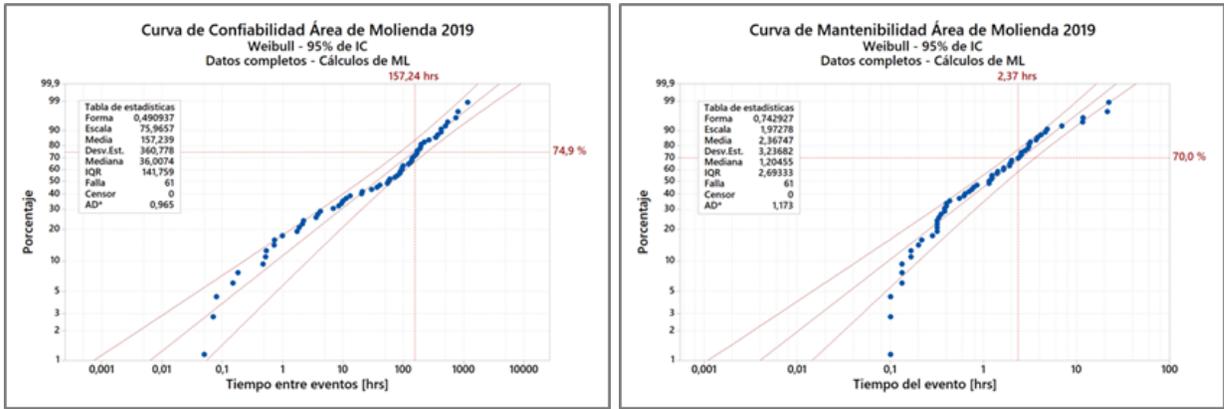


Figura 2.10. Curvas de Confiabilidad y Mantenibilidad área de molienda año 2019.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

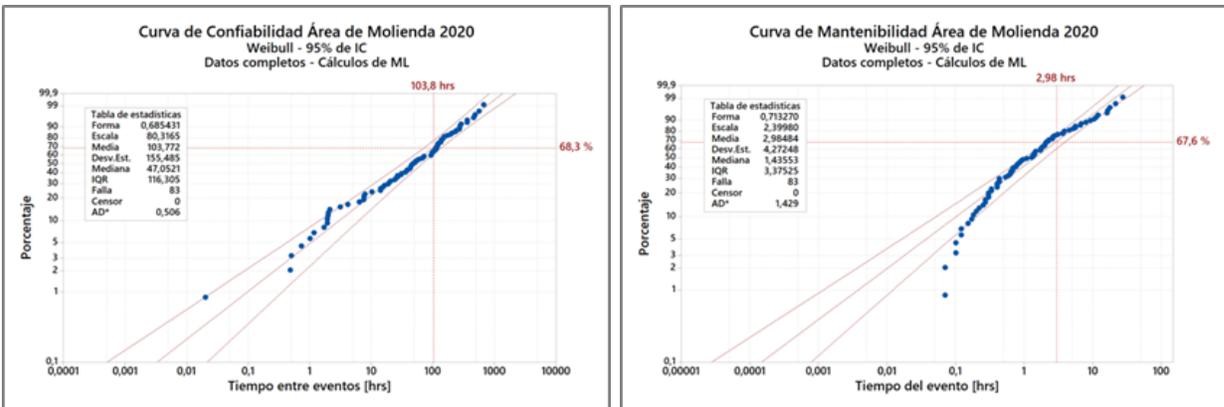


Figura 2.11. Curvas de Confiabilidad y Mantenibilidad área de molienda año 2020.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

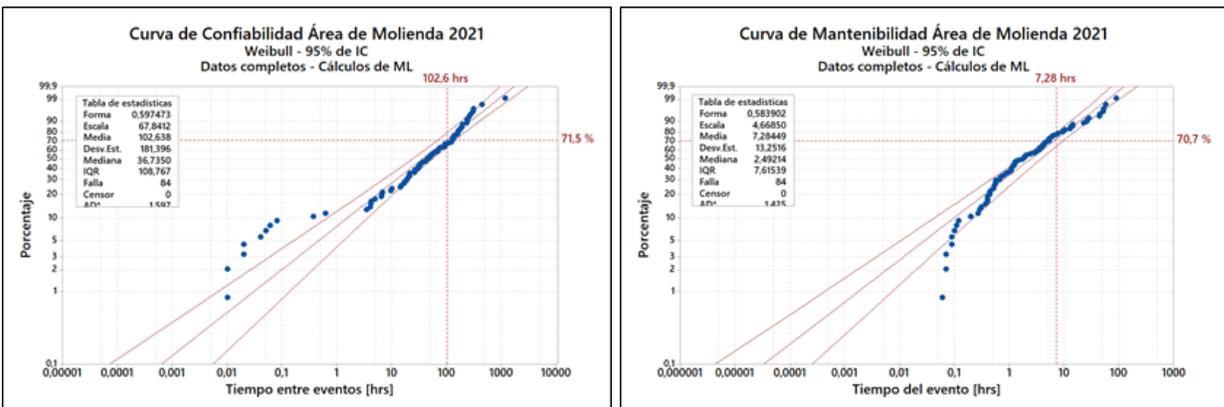


Figura 2.12. Curvas de Confiabilidad y Mantenibilidad área de molienda año 2021.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

## **2.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Los resultados de la Compañía deben reflejar el comportamiento anteriormente revisado, para este caso los indicadores habitualmente usados en la gestión de activos son la disponibilidad física, la utilización y la eficiencia de los activos, para complementar más la situación en la que se encuentra la Compañía y cuáles han sido los factores influyentes en la pérdida de productividad se incluirán resultados de producción para analizar finalmente la eficiencia operativa de los activos de la compañía.

### **2.3.1 ANÁLISIS DE INDICADORES DE RESULTADOS**

En términos generales se realiza un análisis estadístico de los resultados finales en comparación con la planificación de corto y largo plazo. Tanto para el área de chancado primario como la molienda se observa un no cumplimiento de las metas de resultados propuestos, presentando una brecha importante en la eficiencia de los activos, si bien en términos de la disponibilidad el área más afectada viene a ser el chancado primario con una baja en 3,5 puntos porcentuales respecto al plan anual de corto plazo que está perdida se refleja en una indisponibilidad general estimada del área por 845 horas durante el periodo analizado, dado que la configuración de los activos en el sistema están en serie y cualquier detención afecta directamente a los resultados del área, por otra parte, la configuración de la molienda contempla equipos operando en paralelo lo que robustece la confiabilidad general del área y no se ve afectada en sus indicadores de resultado, esto se aprecia dado que el factor de disponibilidad si bien tampoco cumple con la proyección estimada, la baja porcentual de 1,06% genera una restricción estimada de 255,1 horas en el rango analizado de tiempo, pero llevando este valor en términos monetarios esta pérdida de disponibilidad significan una pérdida para la Compañía alrededor de kUS\$ 21.165,0 en ventas de cobre fino. El impacto económico por indisponibilidad del área de chancado no afecta en la misma medida que la molienda ya que el diseño de la planta cuenta con un stock pile que permite mitigar este efecto.

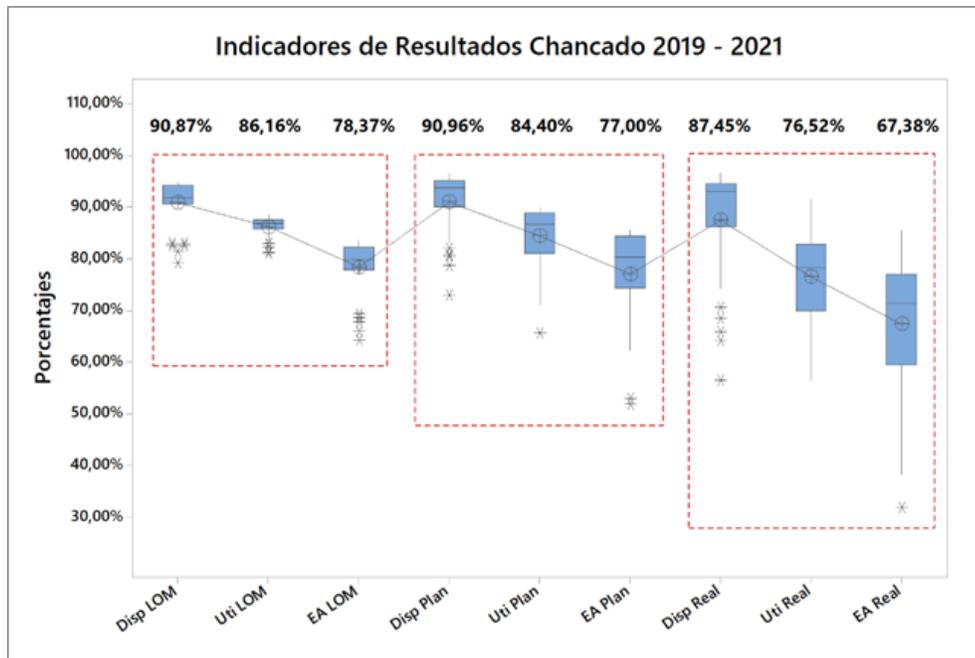


Figura 2.13. Indicadores de resultados área de chancado primario desde 2019 al 2021.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

Para la Utilización se observa que el no cumplimiento de las metas cuenta con una brecha aun mayor que para el área de chancado que bordea los 8 puntos porcentuales por debajo del presupuesto anual y de cerca de 10% menos respecto al estimado de la vida útil de la mina. Menor efecto se aprecia para el área de molienda dado que las brechas están entre los 6 y 7 puntos porcentuales. Ahora enfocando las restricciones en la eficiencia de activo se ve una significativa distancia para el área de chancado con un promedio estimado de 67,38% y para el área de molienda un 83,85% de ineficiencia de los activos lo que se traduce en que la planta concentradora estuvo con los equipos operativos 20.184 horas de un total estimado de 21.960 horas, lo que refleja que la Compañía solo por el hecho de no tener operativos los activos tuvo una perdida estimada de MUS\$ 147,4 para el periodo entre enero del 2019 y septiembre del 2021 (aproximadamente MUS\$ 4,5 mensualmente).

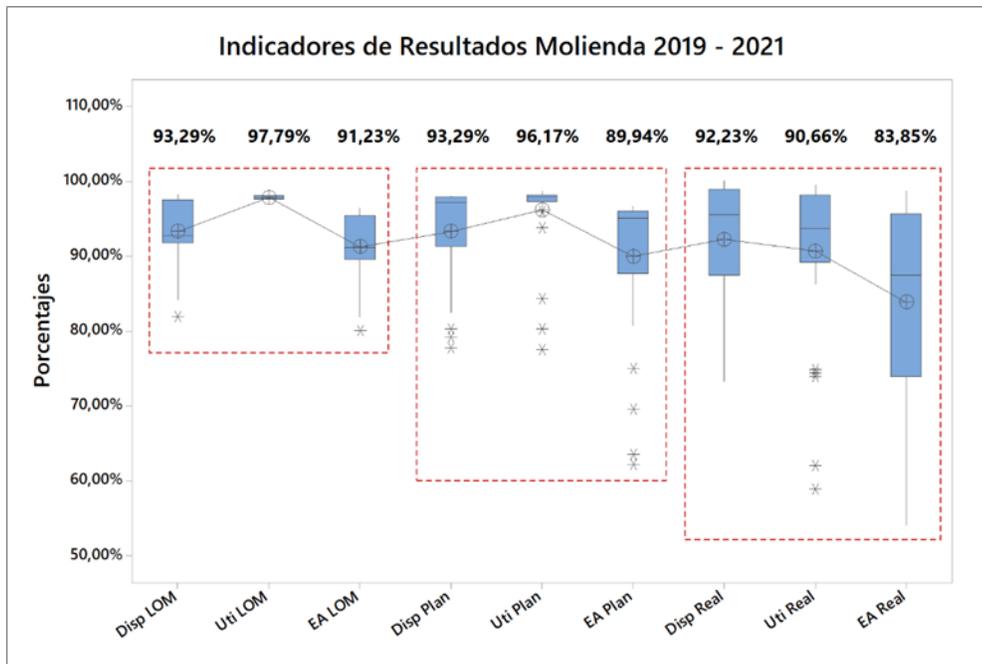


Figura 2.14. Indicadores de resultados área de molienda desde 2019 al 2021.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

Si se considera para tema de estudio el procesamiento de mineral (ver figura 2.15) se observa una pérdida considerable lo que bordea el 14,3% menos de lo proyectado entre los planes de corto y largo plazo, generando una pérdida operativa en la eficiencia de los activo (OEE) con un resultado de 48,24% considerando que el valor proyectado en el plan anual es de 64,33%, quedando por debajo 16,09%, este indicador refleja el concepto de calidad que para términos de la industria es la perdida de procesamiento en relación a la capacidad instalada de producción. Este resultado tiene mucha relación con lo que está pasando en áreas productivas aguas arriba, como se pudo observar hay una alta indisponibilidad de equipos mina y tiempos para la espera de camiones de extracción que descargan en el chancador primario, pero otro cuello de botella que se presenta es el alto nivel en el stock pile, lo que indica que la capacidad de procesamiento del chancado es mayor que en el área de molienda. Por otra parte, las restricciones en la molienda se generan en una gran cantidad más asociados a eventos operacionales como se puede observar en figura 2.14.

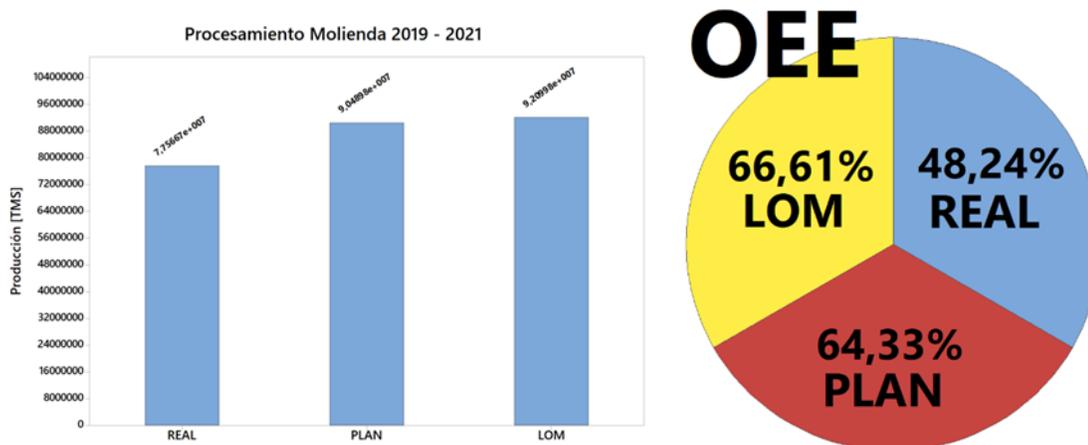


Figura 2.15. Indicadores de resultados área de molienda desde 2019 al 2021.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

### 2.3.2 ANÁLISIS DE COSTOS DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS

En cuanto a los costos asociados a la gestión del mantenimiento, se observa una diferencia (Ver figura 2.16) el cual disminuye el presupuesto en un 22% aproximadamente para los años 2019 y 2020 respecto al año 2018, aumentando este monto asignado para el año 2021 en un 18,2% respecto al año 2020, lo anterior puede atribuirse a una gestión de la Compañía con el objetivo de optimizar los recursos. Comparando esta modificación con los resultados en la gestión del mantenimiento, para el año 2019, donde existe un número considerable de eventos de falla enfocados principalmente en el área de chancado primario, pero también siendo impactado el área de molienda, para el año 2020 este resultado negativo incrementa para ambas áreas de la operación. El ajuste presupuestario puede ser un factor contribuyente en el aumento de restricciones por falla de equipos, esta hipótesis debe ser analizada en profundidad para determinar que ítem genera una incidencia en las condiciones de falla al tener menores recursos económicos, falta de repuesto, falta de dotación para mantenimiento, términos de contratos asociados al mantenimiento, cambios de calidad en partes y piezas, etc.

En la estimación de los valores requeridos para las labores del mantenimiento, dentro de la investigación no se logró determinar la causa de la disminución del presupuesto dado que no existe un documento oficial que indique los motivos. Por otra parte, los ajustes y distribución del presupuesto anual en los sub-ítem "concepto" no muestran una clara tendencia, lo que se puede destacar, es que lo asignado se distribuye principalmente a repuestos mecánicos y servicios asociados a contratos con externos para la ejecución de los trabajos de mantención, estos ítem abarcan en promedio el 81,1% del total presupuestado anualmente (Servicios 41,4%; Rep. Mecánicos 39,6%). Por otra parte, un muy bajo monto es asociado repuestos eléctricos y repuestos de lubricación, pero como se verá a continuación en la Fase II, existe un factor que incide en las fallas asociadas a estas disciplinas.

Finalmente, es necesario tener en consideración el estudio realizado a Minera Caserones por una empresa externa (ver ítem 4.11) en donde el nivel de madurez de la gestión de la Compañía reconoce que las practicas actuales no son adecuadas, lo que se puede interpretar en que existe una intención de mejorar, pero cualquier medida que se realice sin una correcta estrategia o falta de conocimiento de cómo crear una y aplicarla, los reajustes presupuestarios pueden generar errores en la gestión y ejecución de trabajos provocando fallas y pérdidas económicas.

Gerencia	Sub Area	Concepto	YTD ENERO A DICIEMBRE 2018			YTD ENERO A DICIEMBRE 2019			YTD ENERO A DICIEMBRE 2020			YTD ENERO A DICIEMBRE 2021		
			US \$ YTD	US\$ Budget YTD	% Dif	US \$ YTD	US\$ Budget YTD	% Dif	US \$ YTD	US\$ Budget YTD	% Dif	US \$ YTD	US\$ Budget YTD	% Dif
<b>Mantenimiento</b>			<b>82.121.475</b>	<b>91.359.479</b>	<b>-10,1%</b>	<b>71.361.000</b>	<b>71.262.432</b>	<b>0,1%</b>	<b>75.476.776</b>	<b>70.852.799</b>	<b>6,5%</b>	<b>78.761.003</b>	<b>83.744.768</b>	<b>-6,0%</b>
Total	Mantenimiento	Remuneraciones	10.103.959	11.963.831	15,5%	8.990.943	9.316.737	3,5%	8.120.146	7.736.447	5,0%	8.555.071	8.306.596	3,0%
Total	Mantenimiento	Seguridad	572.196	164.000	248,9%	314.563	295.308	6,5%	295.091	147.526	100,0%	517.167	431.232	19,5%
Total	Mantenimiento	Servicios	34.936.136	40.443.023	13,6%	30.700.933	29.786.436	3,1%	26.895.323	26.895.851	0,0%	33.378.254	34.960.999	-4,5%
Total	Mantenimiento	Rep. Mecánicos	29.308.427	32.418.542	-9,6%	25.012.997	26.243.876	4,7%	35.839.280	31.938.519	12,2%	32.401.238	34.388.384	-5,8%
Total	Mantenimiento	Rep. Eldr./Instr	1.881.909	1.681.462	11,9%	1.390.229	1.414.404	1,7%	2.348.328	2.244.445	4,6%	1.147.824	2.271.517	-49,8%
Total	Mantenimiento	Rep. Lubricación	1.647.213	165.200	897,1%	661.243	1.122.844	41,1%	468.050	542.114	13,7%	363.410	881.838	-58,8%
Total	Mantenimiento	Insumos	2.309.510	3.168.888	-27,1%	1.977.878	1.292.852	53,0%	289.356	221.688	30,5%	621.678	97.709	536,3%
Total	Mantenimiento	Gastos Generales	1.362.124	1.727.266	-21,1%	2.312.214	1.789.974	29,2%	1.221.202	1.126.209	8,4%	1.776.362	2.406.494	-26,2%
<b>Adm. Mtto.</b>			<b>11.763.565</b>	<b>15.172.892</b>	<b>-22,5%</b>	<b>11.731.224</b>	<b>12.351.982</b>	<b>-5,0%</b>	<b>10.910.779</b>	<b>10.013.383</b>	<b>9,0%</b>	<b>11.783.092</b>	<b>11.627.621</b>	<b>1,3%</b>
Total	Adm. Mtto.	Remuneraciones	10.103.959	11.963.831	15,5%	8.990.943	9.316.737	3,5%	8.120.146	7.736.447	5,0%	8.555.071	8.306.596	3,0%
Total	Adm. Mtto.	Seguridad	226.098	-	0,0%	232.551	-	0,0%	213.889	68.476	212,4%	239.028	169.973	40,6%
Total	Adm. Mtto.	Servicios	802.639	2.223.220	63,9%	718.575	1.471.702	51,2%	989.363	871.482	13,5%	966.079	695.956	38,8%
Total	Adm. Mtto.	Rep. Mecánicos	26.064	-	0,0%	106.289	-	0,0%	134.583	44.815	200,3%	74.423	-	0,0%
Total	Adm. Mtto.	Rep. Eldr./Instr	508	-	0,0%	631	-	0,0%	2.970	1.135	161,7%	8.471	-	0,0%
Total	Adm. Mtto.	Rep. Lubricación	-	-	0,0%	23.188	-	0,0%	0	0	0,0%	17.642	-	0,0%
Total	Adm. Mtto.	Insumos	380.151	187.958	102,3%	398.895	312.000	27,9%	230.088	166.104	38,5%	182.249	48.602	275,0%
Total	Adm. Mtto.	Gastos Generales	224.146	915.616	-75,5%	1.260.152	1.251.542	0,7%	1.219.740	1.124.923	8,4%	1.775.413	2.406.494	-26,2%
<b>Mtto. Planta</b>			<b>70.357.911</b>	<b>76.186.587</b>	<b>-7,7%</b>	<b>59.629.776</b>	<b>58.910.450</b>	<b>1,2%</b>	<b>64.565.997</b>	<b>60.839.417</b>	<b>6,1%</b>	<b>66.977.912</b>	<b>72.117.147</b>	<b>-7,1%</b>
Total	Mtto. Planta	Seguridad	346.098	164.000	111,0%	82.012	295.308	72,2%	81.202	79.050	2,7%	278.140	261.259	6,5%
Total	Mtto. Planta	Servicios	34.133.498	38.219.803	10,7%	29.982.358	28.314.734	5,9%	25.905.961	26.024.369	0,5%	32.412.175	34.265.042	-5,4%
Total	Mtto. Planta	Rep. Mecánicos	29.282.363	32.418.542	-9,7%	24.906.708	26.243.876	5,1%	35.704.697	31.893.704	11,9%	32.326.814	34.388.384	-6,0%
Total	Mtto. Planta	Rep. Eldr./Instr	1.881.402	1.681.462	11,9%	1.389.598	1.414.404	1,8%	2.345.357	2.243.310	4,5%	1.139.353	2.271.517	-49,8%
Total	Mtto. Planta	Rep. Lubricación	1.647.213	165.200	897,1%	638.055	1.122.844	43,2%	468.050	542.114	13,7%	381.052	881.838	-56,8%
Total	Mtto. Planta	Insumos	1.929.359	2.980.930	-35,3%	1.578.983	980.832	61,0%	59.268	55.584	6,6%	439.428	49.106	794,8%
Total	Mtto. Planta	Gastos Generales	1.137.978	811.650	40,2%	1.052.062	538.432	95,4%	1.462	1.286	13,7%	949	-	0,0%

Figura 2.16. Resumen de resultados área de mantenimiento desde 2018 al 2021.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

### 3 CAPÍTULO II: CAUSAS DE FALLA (FASE II)

En la fase anterior, el objetivo contemplaba revisar un periodo en la historia de la empresa, donde se realizó un barrido por los principales indicadores de resultados, y como fue impactada la producción y la pérdida de utilidades en base a eventos de restricción propios o causas foráneas ya sean parte integral de la línea productiva o factores totalmente ajenos a las áreas analizadas. Considerando lo anterior, en esta sección serán directamente abordados estas restricciones, para lo cual se propone una serie de medidas generales con el objetivo de generar un plan de mejoramiento en el corto plazo y las métricas de evaluación en donde se refleje el cumplimiento de los planes y la efectividad de estos. Antes de iniciar la propuesta de planes de mejoramiento, se debe indicar el modelo para el proceso de identificación de la planificación (Plan), ejecución (Do), comprobación (Check) y ajustes (Adjust) de este proceso de planes de acción y mejoramiento continuo. Para esto se considera el modelo cíclico de Deming PDCA el cual contiene los elementos básicos para el proceso, donde en cada una de las etapas se debe identificar los focos que se deben lograr.

- a) Planificar: Para formar el plan de mejora. Se deben establecer los objetivos, los indicadores de medida con los que se evaluarán los resultados, también se deben identificar los problemas
- b) Hacer: Se debe aplicar o ejecutar lo establecido en el plan de manera exhaustiva y sistemática con el objetivo de poder cumplir también con los plazos establecidos.
- c) Comprobar: Realizadas las tareas de mejora propuestas, se debe verificar con evidencias objetivas la mejora en los resultados.
- d) Ajustar: Considerando que los procesos de mejora no son perfectos. En ocasiones, los cambios pueden presentar nuevos fallos o inconvenientes que no estaban previstos. En esta etapa se deben proponer nuevas soluciones para resolver estos nuevos fallos y dejar testimonio de la experiencia.

Para poder llevar el control y seguimiento de los planes se propone implementar un sistema que contenga los siguientes conceptos:



Figura 3.1. Estructura para el desarrollo del plan de mejoramiento.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

Volviendo a los diagramas 80/20 del capítulo anterior, se menciona que el gran porcentaje de las restricciones en el área de chancado corresponden a restricciones del tipo operativas las cuales se irán integrando en el listado del plan, mismo efecto se presenta en el área de molienda dado que los factores operacionales predominan en el impacto productivo, pero para mejorar el análisis se agruparan en los tipos de restricciones las cuales están definidas como:



Figura 3.2. Diagrama de identificación de eventos de restricción área chancado.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

Si bien la lista es amplia, la segregación permite enfocar los esfuerzos por áreas además de dar un contexto objetivo en algunas restricciones que forman parte de las condiciones propias de la operación como por ejemplo el proceso de tronaduras en el rajo que tiene un contexto de seguridad a las personas y por daños de material. Este tipo de restricciones es necesario dejarlo fuera de los planes dado que deben estar integrados en la planificación.

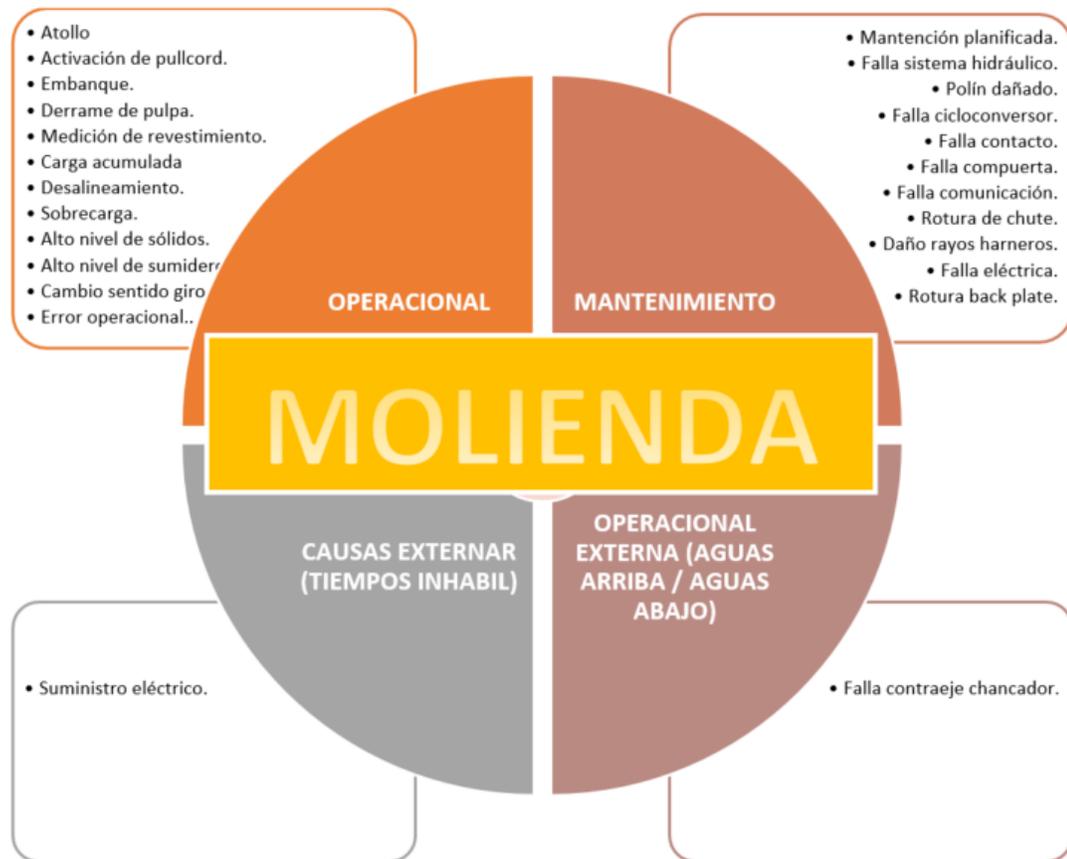


Figura 3.3. Diagrama de identificación de eventos de restricción área molienda.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

El plan de mejoras permitirá no solo presentar acciones que mitiguen están condiciones, también abre la opción de analizar la gestión de los activos, y permite proponer una estrategia diferente que contemple estas medidas con una mirada de largo plazo, reuniendo todas estas acciones que se utilizan en maximizar la eficiencia de los activos y enfocarlas en objetivos transversales a nivel de Compañía asentando las bases de una estrategia que permita profesionalizar los procesos desde el punto de vista de la excelencia operacional, es por lo anterior que en la etapa del alineamiento estratégico se planteara la matriz de contribución critica en donde los planes de acción tendrán una propuesta estratégica como se mencionó anteriormente involucrando a las otras áreas de la organización asociadas al modelo 3M de indicadores que forman parte del modelo del diamante de la excelencia organizacional.

De acuerdo con la tercera fase identifica en el esquema de trabajo corresponde plantear cual es la estrategia por seguir para la implementación de una gestión de activos.

#### 4 CAPÍTULO IV: ESTRATEGIA DE EXCELENCIA ORGANIZACIONAL PARA LA GESTIÓN DE ACTIVOS (FASE III)

Antes de interiorizar un modelo estratégico para la implementación de un sistema de gestión de activos, es necesario observar el camino que ha recorrido la compañía, para esto se muestra en figura 4.1 las distintas etapas en la línea de tiempo que ha estado sujeta la gestión en mantenimiento y cuáles son los plazos propuestos para llegar a una gestión de activos.

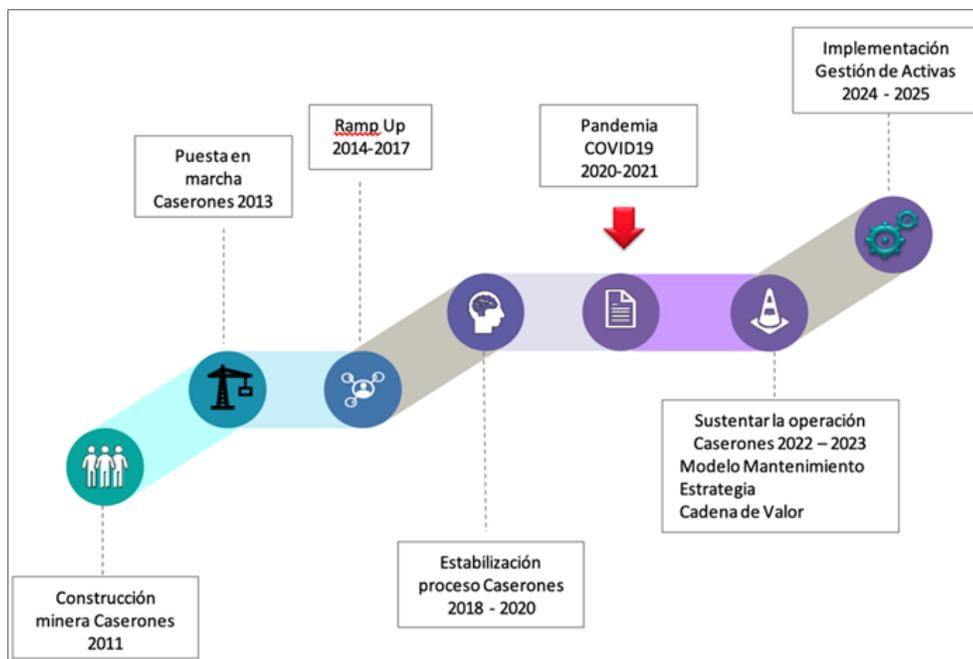


Figura 4.1. Diagrama de identificación de eventos de restricción área molienda.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

De acuerdo con el plan de desarrollo se observa que, tras 10 años, la Compañía ha tenido un lento avance hacia una organización robusta, cuyo esfuerzo fue frenado por la pandemia COVID-19, es por esto por lo que actualmente se está trabajando en desarrollar un nuevo plan que permita orientar los trabajos en función de lograr tener un sistema de gestión de activos. Es importante establecer cuál es la posición dentro de la organización el área de mantenimiento y cuál es su importante rol para poder implementar una correcta estrategia orientada a satisfacer los requerimientos de la Compañía con una gestión de activos con una mirada de la excelencia operacional, como es posible observar en figura 4.2 que corresponde a la cadena de valor de Minera Caserones el rol que cumple el área de mantenimiento el cual se quiere explotar a una mirada global dentro de la organización.

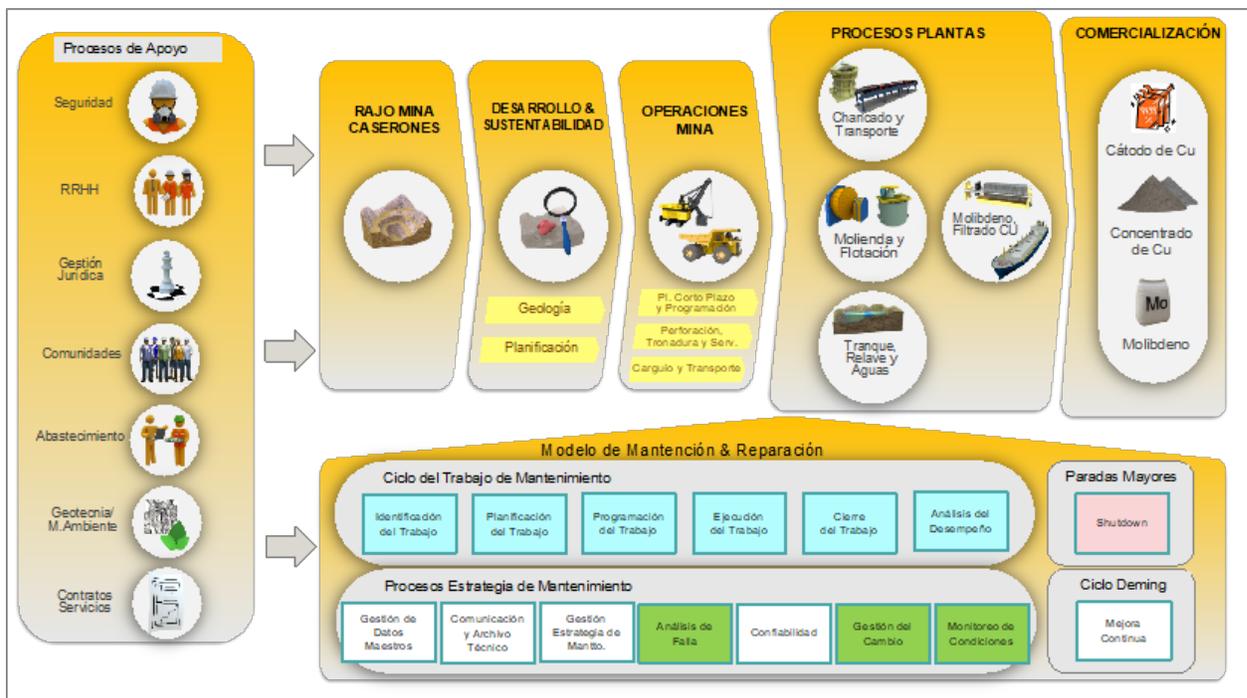


Figura 4.2. Cadena de valor de Minera Caserones.  
Fuente: Análisis de datos SCM Lumina Copper Chile.

#### 4.1 RUTA HACIA LA ESTANDARIZACIÓN

El resultado global de la evaluación de 1.69 (ver figura 4.3), el cual ubica la madurez de la gestión de Minera Caserones en el rango medio alto del nivel de “Conciencia”: esto significa que la organización reconoce que las prácticas actuales no son adecuadas, ha empezado a realizar cambios para mejorar, y existe evidencia de esfuerzos implementados en la toma de decisiones, la reducción en la variabilidad de los procesos y el seguimiento al desempeño. Durante la ejecución del diagnóstico se pudo demostrar que Minera Caserones está progresando con iniciativas con recursos asignados. Lo anterior surge del objetivo de buscar las mejores prácticas hacia una gestión de activos basado en los estándares que se indican en la norma ISO 550001.

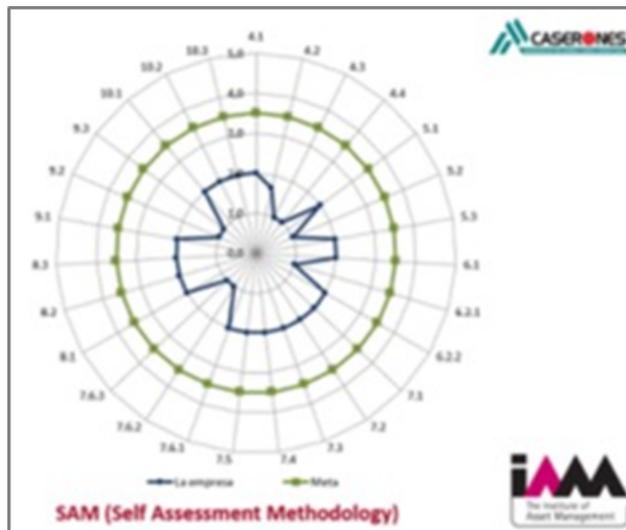


Figura 4.3. Diagrama de evaluación en gestión de activos de Minera Caserones.  
Fuente: Informe del diagnóstico realizado por AUSENCO.

Para poder identificar cual es el camino, la empresa asesora AUSENCO en su informe entregado a Minera Caserones indica una guía (Ver figura 4.4) para poder implementar la ISO 55001, lo que correspondería a realizar un “Plan Estratégico para la Gestión de Activos que debe estar alineado con la estrategia de excelencia organizacional propuesta para la gestión de activos.

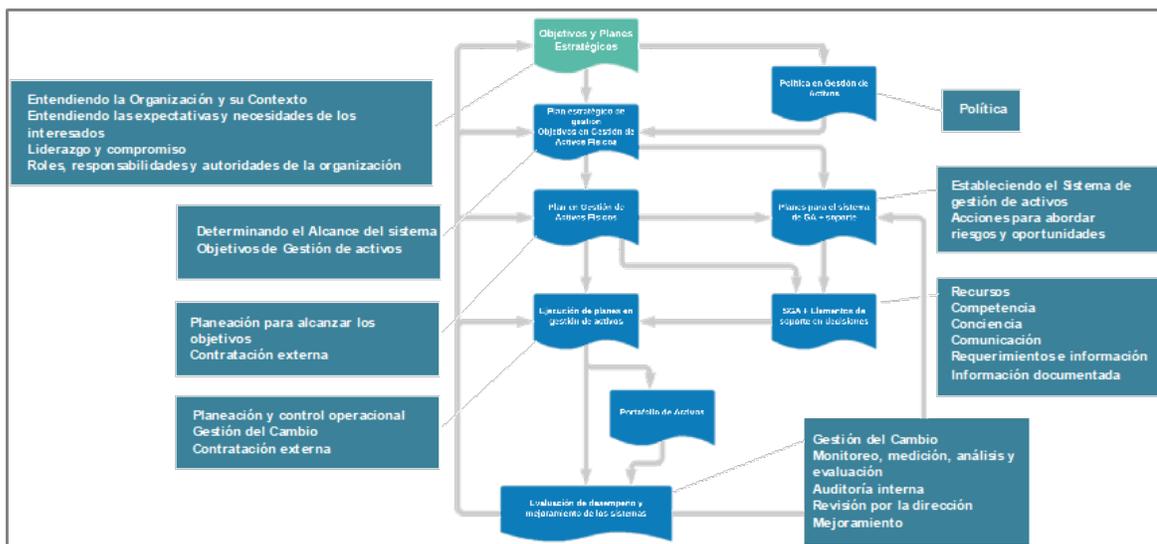


Figura 4.4. Diagrama de evaluación en gestión de activos de Minera Caserones.  
Fuente: Informe del diagnóstico realizado por AUSENCO.

Es por lo anterior, que la iniciativa de proponer un modelo estratégico para la gestión del mantenimiento de minera Caserones, es que, se plantea un desarrollo a una estrategia para la excelencia organizacional (ver figura 4.5) en base a los puntos identificados por la auditoría externa de AUSENCO y el modelo del diamante de la excelencia organizacional del libro de Antonio Kovacevic (ver figura 4.6).

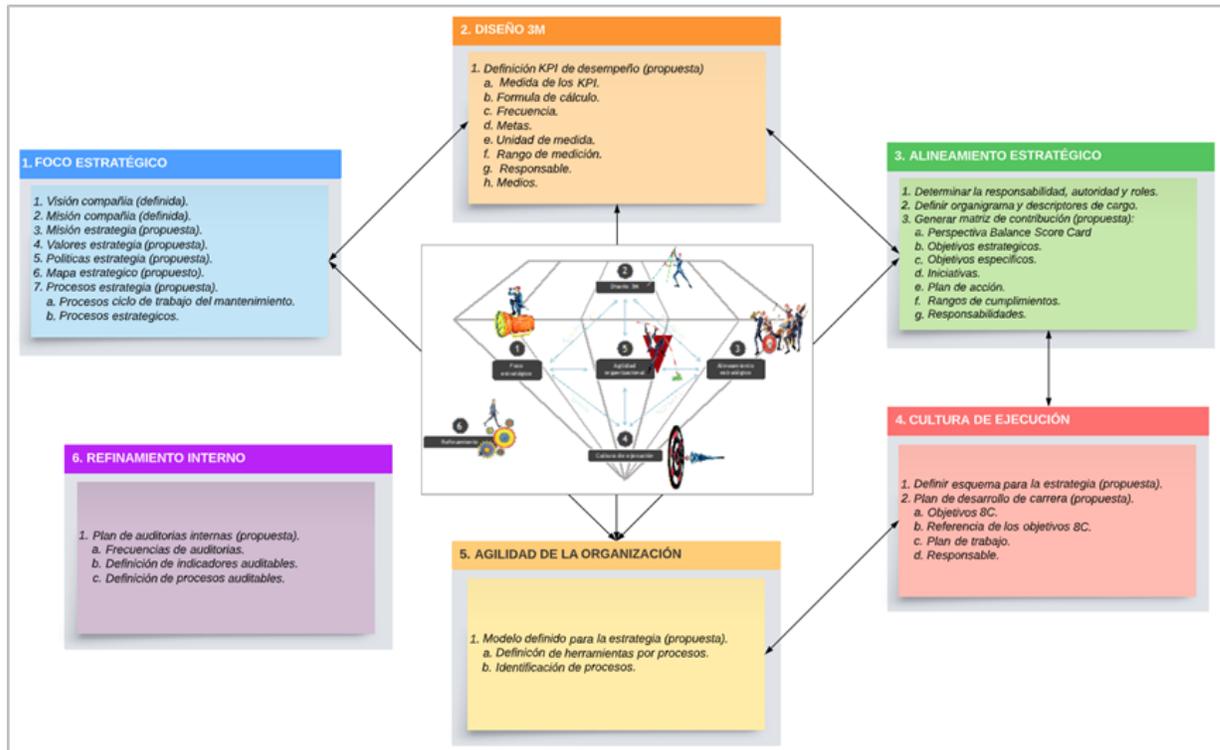


Figura 4.5. Esquema de integración del diamante de la excelencia operacional a la gestión del mantenimiento de Minera Caserones.

## 4.2 INTRODUCCIÓN AL MODELO ESTRATÉGICO

Hoy el mantenimiento tiene un rol de soporte directamente a los activos, pero el objetivo es poder ampliar el modelo considerando el factor relevante que tiene presentar cada uno de los módulos con una perspectiva amplia y con indicadores objetivos medibles que permita ir evaluando periódicamente el cumplimiento internamente en la organización como también poder comparar con la industria los potenciales avances y desarrollos de esta área. Para poder cumplir este objetivo mediante el modelo del diamante de la excelencia operacional el cual se presenta en la figura 4.6 se propone disponer de pilares estratégicos que den la primera sustentación a la estrategia y poder indicar a la organización cual es el objetivo principal de la gestión de activos. Una vez definidos estos focos se requiere implementar las métricas con las cuales se debe identificar el cumplimiento de los objetivos del área, siendo metas claras con medios medibles que

permitan desarrollar un plan de mejoramiento continuo para ir mitigando las brechas que van surgiendo a lo largo de la vida útil de la Compañía y que también permitan aumentar las metas haciéndolas cada vez más ambiciosas.

Una vez definidos estos dos puntos anteriores es necesario desarrollar una versión entendible en base a procesos que den las directrices a cada uno de sujetos que forman parte de la estrategia que estos apunten a cumplir los objetivos de la gestión de activo desde su posición. Lo anterior una vez implementado cada uno de los integrantes deberá enfocar sus esfuerzos en lograr sus objetivos particulares manteniendo los estándares dispuestos para que cada uno de los focos estratégicos planteados inicialmente cumplan con lo propuesto. Con el modelo ya implementado es importante mantener un liderazgo visible que este permanentemente fortaleciendo los puntos débiles de la estrategia y que en el corto plazo el modelo no solo tengo un ritmo, sino que también muestre una disminución en los tiempos de respuesta con una mirada proactiva en la ejecución de las funciones. Pero una estrategia con una mirada en la excelencia operacional no descansa, es por esto por lo que es importante realizar una revisión periódica e implementar nuevos planes de mejora continua que permita ajustar las brechas además de dar la mirada de los resultados y el cumplimiento o no de los mismos.

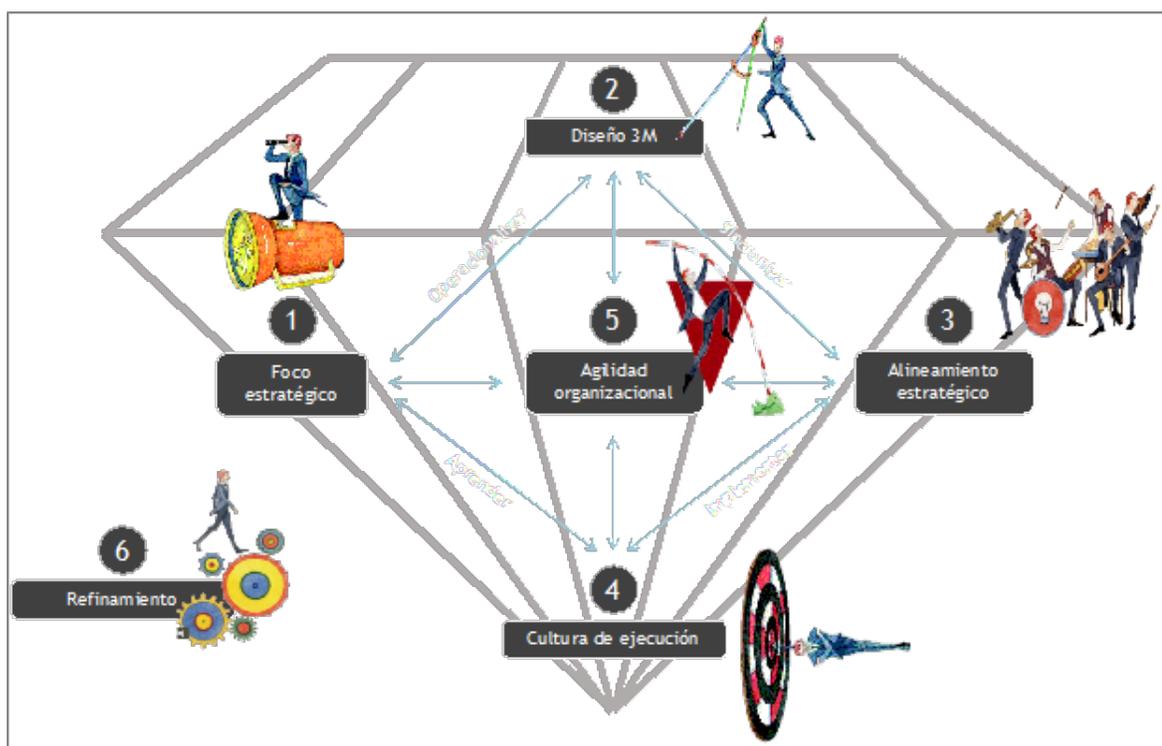


Figura 4.6. Modelo estratégico del diamante de la excelencia operacional.  
Fuente: Libro “El diamante de la excelencia operacional, Antonio Kovacevic.

Para disponer de unos focos estratégicos que soporten el modelo y sean sustentables es importante definir a nivel general de la Compañía cual es la visión y la misión del negocio y cómo impacta generar una política interna en la gestión de activos con una misión propia, la definición de valores acordes a la gestión de los activos, la definición de focos estratégicos considerando sus objetivos y metas medibles.

Por lo anterior, es que a continuación se dispone a armar los documentos y definir los conceptos que den forma a esta estrategia orientada a la excelencia operacional de la gestión de los activos físicos de Minera Caserones. Considerando el esquema de integración (ver figura 4.5) se presentan en los siguientes puntos lo desarrollado para la propuesta de la estrategia.

### **4.3 LA VISIÓN DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS**

La visión de la compañía, ya definida será la guía que oriente todos los esfuerzos de las distintas áreas en vías de maximizar los beneficios, la cual se define como:

*“Contribuir al desarrollo de la economía y sociedad, en forma sustentable, innovando en las áreas de los metales base”*

Esta visión invita a ser parte del desarrollo económico del país y la región de una manera sustentable que permita dar estabilidad al negocio dentro del rubro en el cual está inmerso de una manera innovadora. Este último aspecto es importante para la gestión de activos donde el objetivo es poder generar un modelo de mejoramiento continuo que no solo se enfoque en mitigar los errores, sino también permite innovar con el objetivo de implementar nuevas y mejores prácticas que permitan a su vez sustentar el negocio.

### **4.4 LA MISIÓN DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS**

De igual forma como se revisó la visión de la compañía, se mostrará y analizará la misión y como orienta a la organización.

*“Optimizar nuestros procesos productivos y de negocio, introduciendo prácticas de mejora continua”*

La misión está muy acorde con el propósito de implementar una estrategia para la gestión de activos, invitando a introducir prácticas de mejora continua que permitan mejorar los procesos, en este caso particular, el identificar cuáles son las principales brechas que tiene la organización en obtener los mejores rendimientos de sus activos es un factor importante que no solo aumentará la capacidad de producción, esta también aumentará las ganancias económicas de la Compañía permitiéndole continuar operando.

Lo anterior sirve de base para poder proponer una Misión con identidad propia para la gestión de activos, la que fue desarrollada por un comité de profesionales dirigida por el proponente de esta estrategia de la misma área, en donde se definió la siguiente misión para la gerencia de mantenimiento y gestión de activos la dice y propone lo siguiente:

*“Nuestra misión es gestionar el ciclo de vida de los activos mediante una estrategia de mantenimiento que cumple con los objetivos de seguridad, costos y desempeño; con un equipo humano cohesionado y analítico con enfoque en seguridad, calidad y excelencia operacional, y que promueve la generación de valor y el cumplimiento de las metas productivas de la Compañía”*

#### **4.5 LOS VALORES DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS**

Considerando que el área de mantenimiento ya ha estado trabajando fuertemente en fortalecer sus procesos, es que en el marco de establecer los valores para el equipo de trabajo se realizó un coach preparado especialmente y apoyados por el estudiante del presente trabajo en donde se definió bajo el concepto de la “Agogé” espartana, el entrenamiento extremo que daba por resultado los soldados más letales de Grecia, de este trabajo se desarrollaron los valores que fueron definidos como el “DALE” que representa la Disciplina, la Actitud, la Libertad, y la Excelencia.

- **Disciplina:** Capacidad para poner en práctica principios relativos al orden y la constancia. Relacionada con otros valores como responsabilidad, compromiso, proactividad, orden y probidad.
- **Actitud:** La clave es transformar a un grupo de personas en un equipo de alto rendimiento, respeto, lealtad, tolerancia y energía motivadora.
- **Liderazgo:** Líder influye en el comportamiento del equipo con su capacidad de liderazgo, asumiendo control y hace que su grupo se esfuerce para alcanzar distintas metas propuestas, llevando a su equipo a alcanzar objetivos concretos y de mejora del desempeño.
- **Excelencia:** Relacionada con toda actividad fundada en la expectativa que se tiene de cada colaborador, sobre todo la excelencia operacional que no es más que

hacer bien el trabajo, a la primera vez lo relacionaremos además con seguridad, calidad, efectividad, flexibilidad e impacto.

#### **4.6 DEFINICIÓN DE LOS PILARES Y FOCOS ESTRATÉGICOS “1RA ETAPA DEL MODELO”**

La definición de los focos estratégicos, debe disponer un marco que proponga las aspiraciones que orienten a cumplir los objetivos, por lo cual esta estructura propuesta contempla desde la seguridad, el aprendizaje, la estandarización de los procesos internos, la definición de los clientes internos, y el desarrollo del impacto financiero, este planteamiento se puede observar en el “mapa estratégico” propuesto para este trabajo de tesis en el cual no solo integra el rol del mantenimiento, si no también integra las áreas operativas de la Compañía y los servicios de apoyo que son parte fundamental del plan de negocio.

El diseño de esta estrategia también integra la definición de las políticas del mantenimiento con el propósito de asegurar la confiabilidad de los activos, maximizar los rendimientos y dar sustentabilidad a los planes de producción hacia un mantenimiento proactivo mediante la implementación de estándares y el desarrollo de planes de mejora en los ámbitos de procesos, sistemas, personas y cultura, a través de:

- Cumplir las políticas corporativas vigentes, procedimientos, normas, estándares y reglamentación en materia de seguridad, medio ambiente y personas dentro de un marco ético, íntegro, de confianza y de respeto al resto de la organización y sus terceros.
- Actualizar continuamente estrategias y planes de mantenimiento con foco en mejoras de productividad.
- Promover la mejora continua a través de la implementación de proyectos KAIZEN, definiendo y actualizando estándares operacionales, detectando oportunamente las brechas, promoviendo la estandarización y las mejores prácticas de la industria.
- Programar planes de mantenimiento coherentes con los planes de producción, y ejecutarlos con adherencia, asegurando efectividad en el cumplimiento y eficiencia en el uso de recursos.
- Tener la estructura organizacional y competencias para asegurar los roles, funciones y responsabilidades. Utilizar el sistema SAP como herramienta oficial para la administración de la gestión del mantenimiento.
- Mantener una estructura organizacional cohesionada con las otras áreas de negocio de la compañía, la cual permita realizar un trabajo dinámico en vías de dar cumplimiento al plan de Minera Lumina Copper Chile.

El mapa estratégico propuesto incluye llevar a cabo una serie de estrategias y actividades alineadas con los objetivos y políticas de la Compañía con el fin de lograr la competitividad operacional. El modelo de gestión de mantenimiento involucra a todos los niveles de la Gerencia de Mantenimiento, además incluye a otras Gerencias (Operaciones, Metalurgia, Producción, Abastecimiento) con motivo de generar una sinergia de los procesos para mejorar la producción de la planta concentradora y la eficiencia en la gestión de los activos. Es por esto por lo que el modelo propuesto para la gestión de los activos contempla como sus pilares estratégicos:

- La seguridad, el cuidado de las personas y el medio ambiente.
- El mejoramiento del desempeño de sus colaboradores potenciando el conocimiento y el aprendizaje.
- Los procesos internos que impactan directamente en la gestión de activo y los procesos estandarizados.
- La interacción con los distintos clientes internos en la compañía.
- Los aspectos financieros que se deben sostener para maximizar la vida útil del activo y los beneficios económicos de los accionistas.

El modelo propuesto utiliza como plataforma estratégica la incorporación de los procedimientos más relevantes para la gestión de mantenimiento, para llegar a la excelencia en mantenimiento con relación a la incorporación de las mejores prácticas para gestionar el mantenimiento es que estas son reales, específicas y alcanzables permitiendo optimizar los costos de mantenimiento, mejorar la confiabilidad de los activos y motivar al personal de mantenimiento a realizar las labores de mantención de manera segura y confiable.



Figura 4.7. Mapa Estratégico para la Gestión del Mantenimiento.

El modelo propuesto como mapa estratégico describe cómo gestionar y optimizar de manera eficiente y continua el proceso de ciclo mantenimiento (identificación, planificación, programación, ejecución, cierre y análisis), además tiene inmerso el concepto de la mejora continua (Ingeniería de Mantenimiento, Gestión del Cambio), todo ello contemplado en contexto de un proceso disciplinado. Es de importancia tener en consideración que la Compañía debe disponer de la información suficiente de sus activos, para analizar y desarrollar cada uno de los procedimientos que posee el modelo. En caso contrario, se debe agregar otras actividades complementarias al manual.

Del mapa estratégico, para el caso de la Gestión de activos y mantenimiento se diseñan los procesos asociados a esta gerencia de soporte de la compañía, para una primera instancia se presentan las definiciones de los procesos, mientras que en “anexo A” estarán disponibles los procesos en detalle que serán propuestos para la implementación de la estrategia:

- Procesos del ciclo de trabajo del mantenimiento:
  - Proceso de identificación del trabajo
  - Proceso de Planificación del trabajo
  - Proceso de programación del trabajo
  - Proceso de ejecución del trabajo
  - Proceso de evaluación del desempeño
  
- Procesos estratégicos:
  - Proceso de confiabilidad
  - Proceso de monitoreo de condiciones
  - Proceso de análisis de fallas
  - Proceso de gestión de cambios
  - Proceso de gestión de datos maestros

#### **4.6.1 PROCESOS CICLO DE MANTENIMIENTO**

##### **4.6.1.1 OBJETIVOS DEL CICLO DE MANTENIMIENTO**

La administración del trabajo busca maximizar y hacer un uso eficiente de todos los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades de mantenimiento que demanden los activos de la compañía, con el fin de mantener la confiabilidad y disponibilidad de dichos activos, cumpliendo así con los objetivos del negocio de la Compañía.

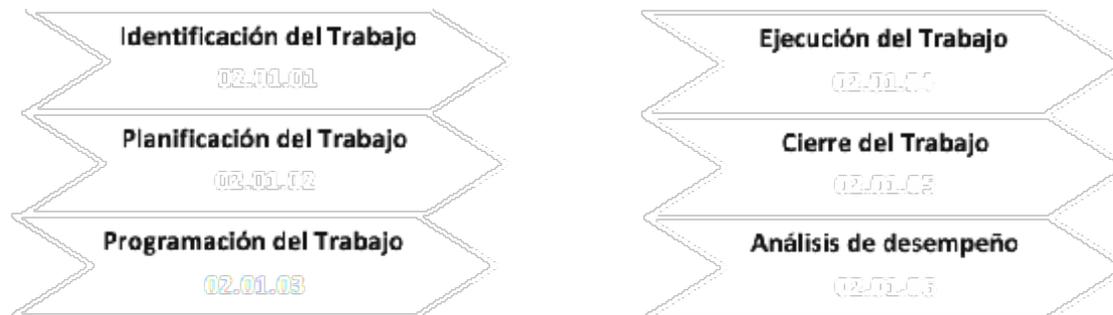
##### **4.6.1.2. DEFINICIÓN CICLO DE MANTENIMIENTO**

Este proceso define los subprocesos que deben aplicarse y desarrollarse para administrar de manera eficiente las actividades de mantenimiento, la estrategia definida con adherencia y optimización de los recursos, fomentando la interacción eficaz y coordinada entre las partes interesadas, y buscando la mejora continua de todo el sistema Registrar de forma estandarizada las mejoras continuas a aplicar, de tal manera que se busca disminuir la ocurrencia de imprevistos y fallas que pueden tener impacto sobre la seguridad, medio ambiente o producción. Con ello se pretende desarrollar una mejora continua para el área de mantenimiento de MLCC (Faena Caserones) destinada a alcanzar prácticas óptimas en mantenimiento.

Además, este proceso busca una estricta disciplina operacional en la cual se debe instruir al personal involucrado respecto a seguir un esquema estructurado de trabajo y comprometido en cumplir los acuerdos de entrega de equipos y trabajos. Todo esto enmarcado en la Confiabilidad en los Procesos y la Confiabilidad Humana, los cuales se encuentran insertos en la Confiabilidad Operacional.

Involucra identificar el plan de mantenimiento más eficiente para mantener el equipo en condición de diseño durante todo su ciclo de vida sin paradas inesperadas. Esta estrategia partirá con el proceso de administración del trabajo, proceso de ingeniería de mantenimiento y finalizando con el proceso de la gestión de confiabilidad.

Sub-Procesos del ciclo del mantenimiento:



### 4.6.1.3. SUBPROCESOS DEL CICLO DE MANTENIMIENTO

#### 4.6.1.3.1. IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Tiene como objetivo identificar anomalías provenientes de distintas fuentes, se registran los requerimientos de mantenimiento cuando un evento ha sido identificado y requiere ser reportado. La forma de reportar estos requerimientos es a través de avisos de mantenimiento a través del sistema SAP. El aviso debe registrar todos los detalles de lo que se pretende transformar en actividad o trabajo a ejecutar en algún activo.

Este proceso (ver Anexo A.1) detalla la creación del aviso por parte del rol de usuario general (que puede ser operadores, mantenedores, supervisores, jefes de mantenimiento o jefe de operaciones, incluido contratistas) y su posterior tratamiento por el rol del jefe de Mantenimiento, quien analizará el aviso para aprobarlo o rechazarlo, evaluando la anomalía y priorizar el aviso, y luego derivando el proceso ya sea al subproceso de Ejecución o de Planificación según sea su prioridad.

El propósito principal de este proceso es Identificar oportunamente todo nuevo requerimiento de trabajo de mantenimiento con el fin mitigar o prevenir potenciales consecuencias en la operación.

Fuentes de detección de avisos:

- Detección de requerimiento Operativo (Falla equipo) Operaciones
- Detección de requerimiento Operativo (Falla equipo) Mantenimiento
- Detección de requerimiento Predictivo Monitoreo de condiciones
- Detección de necesidad De mejoras OPEX Confiabilidad & Gestión de activos
- Detección de necesidad De mejoras CAPEX Ingeniería & MTTO

Los requerimientos detectados por el rol del usuario principal pueden convertirse en:

- Trabajo Correctivo Planificado (avisos que tienen prioridad “media” o “baja”) y que serán derivados al proceso de planificación.
- Trabajo Correctivo inmediato que se convierte en imprevisto (Avisos que tienen prioridad “Alta” Muy elevada”) los cuales serán evaluados por el jefe de mantenimiento para crear una orden de trabajo CA02 para luego derivarla al proceso de ejecución.

#### **4.6.1.3.2. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO**

Tiene como objetivo asegurar la disponibilidad de los recursos, ya sea de materiales, insumos, servicios, y personal necesario para la ejecución oportuna y optima de los requerimientos. Para lograr el objetivo de este proceso (ver Anexo A.2) se debe organizar la lista de avisos aprobados con prioridades "Baja" o "Media" para generar órdenes de trabajo y/o tomar una lista de órdenes de trabajo generadas por el sistema a partir de una estrategia (Planes de Mantenimiento).

El propósito es proyectar, estimar y distribuir la carga de horas disponibles y gestionar la disponibilidad efectiva de los recursos

Principales funciones:

- Preparar los planes de mantenimiento
- Gestionar el flujo de trabajo de actividades de mantenimiento provenientes de actividades

- Emergentes y de la plataforma SAP
- Secuenciar el plan de forma óptima para viabilizar su ejecución (programa) y en concordancia con seguridad, salud, calidad y medio ambiente
- Gestionar los recursos para la ejecución del
- Plan (repuestos, contratos, HP, administración de garantías, recursos terceros, etc.)
- Coordinar con otros actores

#### **4.6.1.3.3. PROGRAMACIÓN DEL TRABAJO**

Este proceso (ver Anexo A.3) tiene como objetivo traducir el plan de mantenimiento en un programa secuenciado de forma de optimizar la ejecución de lo planificado, asegurar los recursos en terreno necesarios para la ejecución manejar el ciclo de reprogramación, establecer el programa de trabajo para mantenimiento en base sólo a órdenes de Trabajo Planificadas. Lo que se hace necesario en este proceso es reconfirmar los compromisos obtenidos y la disponibilidad de los recursos y servicios pactados.

El propósito principal de este proceso es asegurar todos los recursos necesarios para la ejecución de trabajos de mantenimiento.

Principales funciones:

- La interacción con las áreas de la organización que soportan el abastecimiento de partes, materiales, servicios, contratos y metas de producción, es la base fundamental de apoyo, para asegurar la ejecución de las tareas trazadas en el plan.
- También se debe reunir a los interesados para confirmar, y aceptar las tareas y coordinaciones de este programa, siendo finalmente un compromiso organizacional.
- Se debe publicar y comunicar, los documentos necesarios a los ejecutores.

#### **4.6.1.3.4. EJECUCIÓN DEL TRABAJO**

Tiene como objetivo ejecutar el programa de mantenimiento establecido según el plan, respetando procedimientos y calidad, gestionar las emergencias y hallazgos encontrados en el día a día, mantener como premisa que los trabajos planificados son más exitosos en términos de seguridad. Asignación de recursos y resultados, revisar y cerrar las órdenes de trabajo ejecutadas durante el ciclo. En este proceso (ver Anexo A.4) se debe recopilar y registrar toda la información que permite traducir los resultados en indicadores de comportamiento y éxito del mantenimiento.

El propósito principal de este proceso Ejecutar el Programa semanal de trabajo con la mayor Adherencia posible.

Cada tarea ejecutada debe ser evaluada en términos de los recursos utilizados, devolución de piezas o materiales, administración de reparables, registro de las tareas en los avisos para guardar el histórico de cada mantenimiento, notificar las HH ocupadas en la tarea y finalmente el cierre de las órdenes de trabajo gestionadas. Así cierra el ciclo de este proceso que permite finalmente medir los resultados en base al programa ejecutado.

Principales funciones:

- Ejecutar las OT's según procedimiento con calidad y seguridad.
- Coordinar y administrar la supervisión de las partes relevantes durante las detenciones.
- Participar activamente del ciclo de planificación.
- Retroalimentar continuamente la estrategia.
- Crear avisos sobre hallazgos y administrarlos junto a confiabilidad.
- Realizar y cumplir las ART - procedimientos de seguridad.
- Notificar y cerrar técnicamente las OT's ejecutadas en el horizonte de tiempo establecido.

#### **4.6.1.3.5. CIERRE DEL TRABAJO**

Tiene como objetivo el término del trabajo (ver Anexo A.5), no sólo en el aspecto técnico o físico de la obra, sino también del punto de vista administrativo. Se debe entregar a operaciones el equipo para volver a su operación y/o funcionamiento normal, además de devolver repuestos, componentes y embalajes y tratamiento de residuos, envió componentes a reparación, cumpliendo con los estándares de devolución y envió a reparación necesarios.

El propósito principal de este proceso es asegurar la correcta finalización de los trabajos de mantenimiento y cumplimiento con todos los procedimientos.

Principales funciones:

- Cierre técnico de las órdenes de mantenimiento.
- Identificación de trabajos adicionales.
- Control del cumplimiento de los servicios contratados.
- Housekeeping del área de trabajo.
- Completitud de información técnica asociada a la ejecución.

#### **4.6.1.3.6. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO**

Tiene como objetivo describir las herramientas y procesos que permiten generar análisis de desempeño de equipos (ver Anexo A.6), de tal forma de dar apoyo y sustento al sistema operativo de mantenimiento, establecer el análisis del plan semanal del mantenimiento evaluando oportunidades de mejora detectadas y tomar acciones sobre ellas. Analizar las oportunidades, brechas y fortalezas del ciclo de mantenimiento con el fin de incentivar la mejora continua y estandarizar mejores prácticas.

Busca, además entender las desviaciones de aquellos activos que presentan fallas crónicas y agudas en un marco definido de tiempo, evaluando de manera estructurada las causas directas de falla la inclusión de esta fase vela por la identificación de soluciones y oportunidades de mejora mediante el uso de diversas herramientas de confiabilidad.

El propósito principal de este proceso es que se generen reportes con las oportunidades detectadas para derivar en toma de acciones para que se complete el ciclo de mejora continua.

Principales funciones reportes de desempeño de los equipos (KPIs de resultados MTBF, MTTR) todo en búsqueda de:

- Corregir faltas de disciplina en la aplicación del proceso,
- Revisar la Calidad de datos en el sistema
- Detectar mejoras en las estrategias de Mantenimiento.
- Detectar oportunidades de mejora en la ejecución del trabajo
- Detectar falencias de seguridad
- Detectar oportunidades de mejora en calidad de servicios y repuestos
- Detectar posibles mejoras de ingeniería.
- Encontrar los impactos en Disponibilidad y Confiabilidad (MTBF y MTTR) y otros relacionados con los análisis de fallas.

## 4.6.2 PROCESO DE SHUT DOWN Y PARADAS MAYORES

El proceso de Shut Down / Paradas mayores permite dar un orden lógico secuencial a la planeación, planificación, ejecución y cierre de las Paradas Mayores u Shut Down que son realizados en minera Caserones. De esta manera se busca que las actividades relacionadas con las Paradas Mayores y Shut Down sean eficientes y alineadas y se puedan establecer controles auditables transversales.

Los Subprocesos del proceso de Paradas Mayores / Shut Down a alto nivel pueden ser resumidos en el siguiente diagrama de flujos en el cual se muestra su integración con el Proceso de Planificación Semanal, así como también su interacción con los procesos estratégicos y de apoyo.

Objetivos principales SD:

- Alta calidad en la ejecución de actividades
  - Protocolos de revisión, recepción y entrega de equipos.
  - Calidad de servicios.
  - Procedimientos de trabajo actualizados.
  - Mejorar la coordinación y programación de recursos.
  - Cartas Gantt emitidas para revisión y chequeo.
  
- Mejoramiento continuo
  - Definición estratégica de mantenimiento “Línea Crítica”.
  - Retroalimentar planes matrices con información histórica.
  - Optimizar la gestión de repuestos según criticidad.
  - Preparativos y repuestos en puntos de trabajo.
  - Generación y control de matrices FODA post-shut down.

Sub-Proceso de ShutDown:



#### **4.6.2.1. PREPARACIÓN DE BUDGET**

Tiene como objetivo la evaluación y aprobación del Budget (ver Anexo A.7), para la parada mayor tomando como referencia las paradas anteriores, evaluando su desempeño y el alcance que se establecerá para la siguiente parada. En este proceso el planificador liderará la reunión de expectativas para el mantenimiento mayor y evaluar el alcance para posteriormente establecer una proyección de los requerimientos de mantenimiento y establecer el Budget correspondiente, que será aprobado por el Gerente de gestión de activos y actualizado y controlado por el bussines Partner de finanzas.

Se realizarán reuniones para establecer los alcances de las paradas considerando las revisiones anteriores y tomar las lecciones aprendidas como, por ejemplo; Metas y objetivos, plan de disponibilidad LOM revisión de los problemas relacionados con la seguridad y medio ambiente.

Luego de validar los alcances de las reuniones se deben definir los objetivos

- Trabajo sin accidentes
- Trabajos sin daño al Medio Ambiente
- Ejecutar todas las actividades programadas
- Entregar a tiempo la detención
- Calidad de los trabajos a ejecutar
- Confiabilidad hasta la siguiente detención

La información de entrada para enmarcar el alcance primario de la detención mayor debe ser:

- Plan quinquenal de los grandes hitos del activo.
- Plan de 52 semanas y sus actividades de puestas en servicio o cierre de instalaciones que requieren detención para conectar (Poner en marcha) o desconectar.
- Planificación Anual, Trimestral y Mensual.
- Estrategia que genera planes de largo plazo para equipos y repuestos críticos para la operación o producción.
- Tareas correctivas relacionadas con los activos involucrados.
- En general actividades que demandan detención y tiempos que pueden ser alineados para minimizar los efectos de múltiples detenciones menores.

El Planificador largo plazo realiza la proyección del presupuesto en base a los objetivos y alcances ya validados. Los presupuestos de paradas mayores se incluyen en el presupuesto de mantenimiento de cada área. Finanzas se encarga del presupuesto realizado por el planificador para actualizar Budget vs.Forecast, el cual es evaluado por el gerente de gestión de activos y mantenimiento.

#### **4.6.2.2. APROBACIÓN ALCANCE**

Tiene como objetivo desarrollar el alcance detallado de trabajo de la parada u Overhaul y optimizar el costo (ver Anexo A.8), la duración y los recursos necesarios para ejecutar la parada que después serán aprobados por el gerente de Mantenimiento y Gestión de Activos. Se debe elaborar un calendario con todos los recursos y con la línea base serán validados antes de la entrega para su ejecución.

En este paso el Planificador largo plazo debe revisar y comparar el alcance de las siguientes actividades a considerar: preparativos, logística, empresas, contratos, entre otros, y estos se deben comparar con el Budget originalmente aprobado. El planificador de largo plazo deberá comunicar a las partes interesadas acerca del alcance que tendrá la parada u Overhaul y las fechas que serán comprometidas.

Es importante recalcar en el alcance:

- Equipos o área que serán intervenidas.
- Áreas aguas arriba y abajo afectadas con la parada.
- Fechas y duración comprometida en la parada u Overhaul.

Se deben definir los responsables por tareas principales o por las áreas de responsabilidad que lideran. El jefe de Mantenimiento debe enviar los requerimientos especiales de mantenimiento para la parada mayor, debe generar un aviso de mantenimiento el cual se codificará en SAP de acuerdo con la, descripción de la actividad, fecha inicio, fecha termino, hora inicio, HH estimada, instrucciones de trabajos, N° de Ot señalar detención planta. El planificador de largo plazo recepciona y revisa todos los requerimientos de trabajo que se proponen realizar en la Parada Mayor /Overhaul y asigna los recursos necesarios, mencionados en el paso a paso. El Planificador de Largo Plazo debe diseñar el plan de trabajo dando el orden de ejecución de las actividades haciendo uso de la herramienta Microsoft Project como software soporte para elaborar la Gantt y debe identificar la ruta crítica.

### **4.6.2.3. PREPARACIÓN Y OPTIMIZACIÓN**

Tiene como objetivo tomar el alcance detallado de trabajo y optimizar el costo, la duración y los recursos necesarios para ejecutar la parada, así como establecer los preparativos para la parada asegurando los recursos ya sean horas hombre internas, externas y Spot, así como también asegurar los repuestos, servicios compartidos (ver Anexo A.9). Finalmente, este proceso establecerá la carta Gantt optimizada, acordada y validada.

Asegurar disponibilidad de materiales, recursos compartidos y servicios el objetivo de este paso es confirmar y asegurar en terreno con los responsables de las áreas de apoyo, el éxito de las gestiones de abastecimiento, contratos, responsables de logística respecto de los componentes y servicios a comprometer en la parada/Overhaul.

Para los materiales y repuestos se debe tener en cuenta:

- Stock disponible en bodega asegurando que sea igual al informado en SAP.
- Descripción del repuesto este acorde con las descripciones y requerimientos.
- Estado de los repuestos asegurando que sea útil al momento del uso.
- Los repuestos deben quedar etiquetados y paletizados, listos para su uso.

Por otro lado, se debe tener en cuenta para los servicios:

- El uso de los servicios Compartidos debe ser programado, nivelado y asegurado (Grúas, Andamios, Alza Hombres, etc).
- Los servicios pedidos ya estén confirmados y con su logística asegurada.
- La especificación de los servicios pedidos este acorde con los requerimientos.

### **4.6.2.4. MOVILIZACIÓN**

El proceso de movilización (ver Anexo A.10) prepara a la organización para la parada mayor u Overhaul, y consta de reuniones previas al arranque, controles de evaluación de riesgos, controles de seguridad, preparación de la logística de la movilización de los recursos, así como también el aseguramiento de servicios como materiales, consumibles y servicios compartidos.

El Check List del plan de requerimientos con el cronograma de desarrollo del alcance debe ser desarrollado en este proceso teniendo en cuenta la optimización, los requisitos de seguridad y salud, la disposición interna de la organización, materiales, contratistas,

pre-trabajo, la preparación del sitio, Las variaciones de costo planeado en contra de las modificaciones al presupuesto y planes de negocio.

El monitoreo por parte de planificación levantará alarmas para que los responsables de la actividad como el Coordinador de parada o superintendentes respectivos activen los apoyos para alcanzar el objetivo.

#### **4.6.2.5. MODIFICACIÓN Y ALCANCES**

Tiene como objetivo, que antes de la aprobación de cualquier modificación al alcance ya acordado y validado en el proceso de "Aprobación de Alcance" debe hacerse una evaluación de:

- Impacto al negocio (Costos Vs Beneficios)
- Alternativas existentes
- Alteración de la duración de la parada en ruta Crítica
- Disponibilidad de recursos

Por otro lado, este proceso (ver Anexo 11) implica que se debe seguir una secuencia de aprobación a la modificación del alcance, impidiendo de este modo que se genere una modificación sin una evaluación y una aprobación de superintendencia para que después se actualice el plan de parada/Overhaul (Carta Gantt).

Además, desafiar la inclusión de nuevos trabajos y cambios de trabajo en la Parada Mayor/Overhaul y sus alcances, por esa razón el análisis debe ser desafiante.

Las preguntas para responder pueden ser:

- ¿La actividad puede ser ejecutada en otra oportunidad?
- ¿La oportunidad de estos equipos detenidos es única? O ¿existirá otra en un plazo adecuado?
- ¿Qué nivel de riesgo tiene dejar de hacer esta tarea?
- ¿Qué nivel de impacto tiene en las tareas actuales consideradas?
- ¿Qué apoyos o logística requiere en comparación con otras tareas de esta parada?

La información recolectada deberá ser documentada en el documento de modificación de alcances. La inclusión debe considerar el impacto en la Ruta Crítica. El planificador de largo plazo deberá hacer la simulación en la carta Gantt y estimar los efectos en la ruta Crítica, entregando valores del cambio en duración total de la parada. Esta información deberá ser ingresada al documento de modificación de alcance para su aprobación.

#### **4.6.2.6. EJECUCIÓN Y CONTROL**

Tiene como objetivo la ejecución y control de todas las actividades de la parada mayor/Overhaul teniendo como base, la seguridad del personal involucrado, el seguimiento del plan desarrollado y la coordinación con las distintas áreas internas y empresas colaboradoras (ver Anexo 12).

La ejecución comienza con la coordinación de visitas a terreno, verificación en terreno de las actividades a desarrollar y el Layout, para luego continuar con la coordinación interna y externa junto con comunicar todos los requerimientos de la parada para que después se comience con la ejecución de todas las actividades que deberán ser controladas con la carta Gantt y el control de gastos por el planificador de largo plazo.

Aquí se deben considerar todos los nuevos requerimientos que surgen ya empezada la ejecución en cuyo caso deberán ingresar al proceso de modificación de alcances para su aprobación. La carta Gantt es la información básica que contiene todas las actividades y puestos de trabajo asignados con las secuencias respectivas.

La coordinación de actividades toma como referencia la carta Gantt, y las actividades se asignan de acuerdo con ella, las decisiones de ajustes o cambios fuera de esta pasan solo por el Planificador de largo plazo, quién lidera y justificará los cambios asumidos y entregará las instrucciones según el organigrama de parada.

Todos los protocolos y autorizaciones se siguen de manera formal y se deja registro de ello como respaldo de la entrega de equipos, entrega de áreas y/o accesos a sitios restringidos. El coordinador de parada de Mantenimiento MLCC será el responsable de la realización del análisis de riesgo del trabajo, antes de iniciarlos, de la preparación, del aseguramiento de los repuestos en sitio y de la inducción del personal que ejecutará las diferentes actividades de la Detención.

La detención de los equipos se ejecuta según el protocolo de Rampa Down vigente para entrega de equipos dentro del alcance de la parada. El proceso de Ramp Down es liderado por el área de Operaciones que tiene su Coordinador responsable de Operaciones. El proceso se lleva a cabo para dejar sin energías los equipos y sistemas y proceder a la ejecución del trabajo.

#### **4.6.2.7. CIERRE Y ANÁLISIS**

Este proceso (ver Anexo A.13) está relacionado con el término del trabajo, no sólo en el aspecto técnico o físico de la obra, sino también del punto de vista administrativo. Algunas actividades fundamentales de este proceso son:

- Cierre técnico de las órdenes de mantenimiento.
- Completitud de información técnica asociada a la ejecución.
- Control del cumplimiento de los servicios contratados y gestión de pagos.
- Recopilación de la información de los costos totales.
- Análisis del desempeño de la parada/Overhaul y generación del reporte final.

Todo es rescatable como dato histórico del mantenimiento para las ubicaciones técnicas y equipos asociados a la orden de trabajo. Los responsables de las empresas y administradores deben evaluar a las empresas colaboradoras entregar la documentación de aceptación de los servicios por la línea ejecutora, esto será solicitado por el Coordinador responsable de Mantenimiento de la Parada, para cierre de éstos y para la generación de los estados de pago correspondientes a través de la planificación.

Puede ser que de la ejecución de la parada/Overhaul, se generen sobrantes de repuestos y materiales que pueden ser inventariados nuevamente o envío a reparación y deben ser controlados por bodega, por lo que se hace necesaria su devolución.

Se debe realizar el cierre técnico de las ordenes de trabajo, este paso es muy importante dado que indica la finalización total del trabajo y posteriormente pueda ser auditado. Una vez finalizada la parada mayor las empresas que ejecutaron trabajos deberán elaborar y enviar un informe con el detalle de las actividades realizadas, el plazo para enviar el informe se regirá por lo estipulado en las bases técnicas del servicio.

El propósito del informe es generar un registro preciso de la detención para su referencia en el futuro. Este considera una planilla de mejoramiento continuo para registrar las desviaciones registradas en las detenciones. Este archivo se compone de: Cálculo de KPI y principales desviaciones de la detención, con la respectiva medida de mejoramiento y el responsable. El objetivo de hacer seguimiento y control es evitar la repetición de errores y eliminar defectos, registrando los problemas, con sus respectivos responsables, para así lograr un mejoramiento continuo del ciclo de una detención planificada y del mantenimiento en todo su contexto, posteriormente se generan planes de acción por área/empresa para que se haga gestión sobre las desviaciones registradas.

### **4.6.3 PROCESOS DE CONFIABILIDAD**

#### **4.6.3.1. CONFIABILIDAD**

La confiabilidad es un proceso que incluye actividades, procedimientos, criterios y reglas que se asocia al mejoramiento de la confiabilidad de los equipos/sistemas. La finalidad del proceso de la gestión de confiabilidad (ver Anexo A.14) es la de maximizar lo más que se pueda la confiabilidad y disponibilidad de los activos físicos previniendo la ocurrencia de imprevistos, lo que implica una eficiente utilización de los equipos/sistemas y además reducir las actividades de mantenibilidad.

De acuerdo con lo que apunta el diagrama de Confiabilidad Operacional con los factores de Confiabilidad de Equipos y Mantenibilidad de Equipos, en la Gerencia de Mantenimiento se pretende realizar acciones con motivo de extender lo más que se pueda el MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas), para así proporcionar al equipo/sistema una efectiva operatividad hasta que se produzca la falla. Y también realizar acciones con motivo de disminuir el MTTR (Tiempo Medio Para Reparar), con el propósito de que las reparaciones a los equipos/sistemas sea lo más eficiente posible, para que en el momento que ocurra una falla, el equipo de mantenimiento sea capaz de resolver tal problema en corto tiempo.

Todo esto enmarcado en la Mantenibilidad de Equipos y la Confiabilidad de Equipos, los cuales se encuentran insertos en la Confiabilidad Operacional.

#### 4.6.4 PROCESO ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

Una estrategia de mantenimiento es el conjunto de actividades que se deben realizar a un activo físico con el fin de preservar su condición productiva a capacidad de diseño, para el período de tiempo que fue concebido y a los costos presupuestados, (Ejemplo: Camión de 300 Ton, con una disponibilidad física promedio de 84%, durante 20 años de operación).

Por tanto, el proceso intenta cubrir todas las actividades que se deben realizar desde la creación, implementación, análisis y mejoramiento de estrategias de mantenimiento, incluyendo cambios que se produzcan por requerimientos de ingeniería, cambios estructurales a equipos y procesos, y por contexto operacional.

Todo apunta a la eliminación de pérdidas mediante una rigurosa administración de activos físicos y a la prevención de la ocurrencia de detenciones imprevistas. Entendiendo que las bases del mejoramiento son establecidas mediante el seguimiento disciplinado de los procesos y una rigurosa captura de la historia en nuestro sistema SAP. Para alcanzar sustentabilidad, los entregables de este proceso, normalmente resultarán en requerimientos de creación, modificación o borrado de Datos Maestros (DM) y acciones específicas a ser monitoreadas en SAP, lo que permitirá tener planes de mantenimiento y hojas de ruta optimizadas para planificar y programar las actividades más relevantes y así entregar los resultados esperados por el negocio, tanto en costos, confiabilidad y disponibilidad.

Sub-Procesos de la Estrategia de Mantenimiento:

**Desarrollo de Estrategia**

02.09.06.A

**Despliegue de Estrategia**

02.09.06.B

##### 4.6.4.1. DESARROLLO DE ESTRATEGIA

Es el conjunto de actividades que se deben realizar a un activo físico con el fin de preservar su condición productiva a capacidad de diseño, para el período de tiempo que fue concebido y a los costos presupuestados, intentando cubrir todas las actividades que se deben realizar desde la creación, implementación, análisis y mejoramiento de estrategias de mantenimiento (ver Anexo A.15). El desarrollo de las estrategias de mantenimiento toma en cuenta los beneficios esperados por el negocio, basado en el resultado deseado al ejecutar con calidad los planes de mantenimiento, según el contexto operacional.

Este subproceso define la estrategia y su alcance de equipos, las tareas y las frecuencias de estas últimas para un plan de mantenimiento. Es gatillado principalmente por la revisión y análisis al desempeño proveniente de la ejecución del mantenimiento y de otros procesos como; proyectos de capital, análisis de materiales/repuestos/proveedores, análisis de falla, variables operacionales e imperativas de seguridad.

- Habitualmente un análisis de estrategia se lleva a cabo cuando:
- Hay Incremento en tasas de falla de un equipo o proceso
- Hay Incremento en los costos de Mantenimiento
- Fallas catastróficas que generan pérdidas significativas de producción
- Fallas no catastróficas pero que acumuladas pueden representar pérdidas
- Eliminación de equipos de la línea productiva o baja de ellos
- Plan de preservación de activos en estado de almacenamiento
- Accidentes que involucran a HSE
- Cuando se integra una nueva línea de equipos o procesos
- Por cambios tecnológicos o actualización de componentes
- Análisis periódico de estrategias existentes
- Cambio en las condiciones operacionales (tipo de mineral, trazado de rutas, flujos o densidades).

#### **4.6.4.2. DESPLIEGUE DE ESTRATEGIA**

Este proceso (ver Anexo A.16) toma la estrategia de mantenimiento nueva o modificada en el proceso de Generación y la traduce en tareas y frecuencias definidas, en requerimientos de creación, modificación o borrado de datos maestros y documentos controlados en SAP. La premisa básica es asegurar que las tareas son viables de ejecutar en la práctica.

Un plan de mantenimiento agrupará hojas de ruta que son asignadas a ítems (posiciones) de mantenimiento y programará estas actividades automáticamente creando órdenes de trabajo, las cuales serán asignadas al activo respectivo.

Se deben agrupar las tareas según las estrategias definidas esta debe contener los datos necesarios que permiten identificar, la Ubicación Técnica y el equipo, descripción de la actividad, frecuencia, especialidad, repuestos, tiempo de detención, etc. datos que permiten obtener una demanda balanceada de recursos (HH) con el menor tiempo de equipo detenido (Balance de carga). Las agrupaciones lógicas se refieren a combinar frecuencias y/o especialidades similares, rutas de inspección o lubricación con características compatibles, rutas de utilización de recursos escasos como puentes grúa.

La intención es traducir una estrategia nueva o existente, en un plan de mantenimiento en SAP, con el objetivo de programar hojas de ruta basadas en periodos predefinidos de tiempo o parámetros de uso.

Este proceso toma la estrategia de mantenimiento nueva o modificada en el proceso de Generación y la traduce en tareas y frecuencias definidas, en requerimientos de creación, modificación o borrado de datos maestros y documentos controlados en SAP. La premisa básica es asegurar que las tareas son viables de ejecutar en la práctica.

#### **4.6.5 PROCESO MONITOREO DE CONDICIONES**

El propósito de la gestión de monitoreo de condiciones a los equipos es de contribuir con KPI's de confiabilidad exigida por la organización, para esto se debe definir las estrategias, técnicas, tecnologías, métodos a ser utilizados en el mantenimiento predictivo, la que será gestionada por el Área de Monitoreo de Condiciones.

Un correcto periodo de inspección y un seguimiento continuo y eficiente de los equipos nos permitirá reducir los costos y, además:

- Monitorear el equipo y componentes para cumplir el ciclo de vida útil.
- Adelantarse a la falla para una programación y planificación de componentes.
- Aumentar de la vida útil de equipos y componentes.
- Reducir la frecuencia de fallas y detenciones no programadas.
- Disminución de los costos de mantención.

El trabajo que debe hacer el Área de Monitoreo de Condiciones es determinar la condición de los equipos críticos de la planta concentradora, y luego recomendar planes de acciones correctivas para asegurar la confiabilidad e integridad de los equipos.

La implementación de estos cambios nos permite una mejora continua en los procesos y que además sean implementados de manera que no generen riesgos a la salud y la seguridad de los trabajadores de Lumina, visitantes o contratistas. Dichos cambios en su etapa de implementación deben ser documentados y almacenados en nuestra base de datos share point.

## Estrategia del mantenimiento predictivo de monitoreo de condiciones

La estrategia de mantenimiento predictivo a utilizar en el Área de Monitoreo de Condiciones dependerá de los siguientes factores:

- Criticidad del equipo/sistema
- Disponibilidad de tecnologías con este fin disponibles en el mercado.
- Costos asociados al monitoreo de los equipos/sistemas.
- Consecuencias de no realizar la labor del monitoreo a los equipos/sistemas.

## Tecnología para realizar el monitoreo de condiciones

Monitoreo de condiciones con señales de CIO (Centro Integral de Operaciones):

- Control de buenas prácticas operacionales, evitando estrés y subutilización de los equipos.
- Control de cambio de condiciones tendenciales óptimas de variables operativas, de los equipos monitoreados.
- Estudio de equipos sub y sobredimensionados.
- Disminución de riesgos a las personas en contacto con los equipos monitoreados.

Monitoreo de condiciones On-Line (En Línea):

- Monitoreo de condiciones constante de los equipos críticos y semi-críticos.
- Detección temprana de fallas iniciales.
- Administración de fallas iniciales con correcciones menores (lubricación, menor carga, Stand-By, etc.)

Monitoreo de condiciones en base a adquisición de datos:

- Instrumentación trazable y confiable.
- Proyección de vida útil determinado por el personal certificado.
- Minimización de fallas humanas en análisis y uso de instrumentos.

#### **4.6.5.1. ESTRATEGIA MONCON**

En este proceso (ver Anexo A.17) el Ingeniero de Confiabilidad en conjunto con el Ingeniero Senior CIO, se encargan de recopilar, verificar y actualizar información de los equipos, ya sea su criticidad, rutinas, parámetros y plan matriz. Dicha información es procedente de la operación planta, análisis de falla, análisis Moncon, gestión del cambio. A partir de la actualización se determina el balance de carga, elaboración de programas de ruta de inspección, actualización de fechas de inicialización de planes, entre otros. Finalizando con la comunicación al staff de las actualizaciones realizadas.

Se debe actualizar información y criticidad de los equipos establecer seguimiento de monitoreo de condiciones, rangos aceptables, periodicidad de chequeo de equipos y componentes. Actualizar plan matriz SAP de los datos obtenidos del análisis y actualización de información de los equipos, determinar un balance de carga para realizar el trabajo, además de establecer un programa de inspección para obtener un máximo de rendimiento de los técnicos.

Ingeniero en Confiabilidad debe reunirse con el staff de monitoreo de condiciones para realizar revisión.

#### **4.6.5.2. VALIDACIÓN DE AVISOS MONCON**

Cualquier usuario general puede crear un aviso, el cual puede ser derivado al área Moncon o pasar por el proceso de identificación y así determinar su correcta recepción. El Ingeniero Senior Moncon CIO evalúa la validez del aviso y determina la prioridad si es alta o muy alta (ver Anexo A.18).

Si el aviso es prioridad muy alta se recepciona como trabajo no programado y pasaría a la ejecución del trabajo. De no ser prioridad muy alta el ingeniero encargado de la planificación Moncon, debe recepcionar estos avisos para cumplir con el proceso de planificación y pasar al proceso de programación para finalmente enviar el programa a ejecución.

#### **4.6.5.3. EJECUCIÓN MONCON**

La Ejecución Moncon está destinado a realizar el trabajo de monitoreo de condiciones desde el mantenimiento predictivo, recolectar datos de terreno, procesar y analizar (ver Anexo A.19). Debe establecer los pasos necesarios para desarrollar el programa de

mantenimiento y a la vez controlar las tareas no planificadas surgidas de la operación y necesidades de ella, mantener como premisa que los trabajos planificados son más exitosos en términos de seguridad, asignación de recursos y resultados. La segunda intención es, recopilar y registrar toda la información que permite traducir los resultados en indicadores de comportamiento y éxito del mantenimiento.

En este paso del proceso el supervisor debe cumplir el objetivo de ejecutar el programa semanal y resolver las tareas imprevistas con objetividad y manejo de las prioridades de la demanda. Toda la información proveniente del programa autorizado, procedimientos del trabajo, capacidades, servicios e imprevistos, entregan al supervisor las herramientas necesarias para tomar la decisión de resolver cada tarea ya sea para ejecutar o reprogramar.

Registro de las tareas en los avisos para guardar el histórico de cada mantenimiento, notificar las HH ocupadas en la tarea y finalmente el cierre de las órdenes de trabajo gestionadas. Así cierra el ciclo de este proceso que permite finalmente medir los resultados en base al programa ejecutado.

#### **4.6.5.4. ANÁLISIS MONCON**

El proceso de Análisis Moncon (ver Anexo A.20) contribuye al estudio de los trabajos realizados por los técnicos de monitoreo de condiciones y los análisis establecidos por el ingeniero Senior CIO en el área de monitoreo a distancia (equipo con sensores). Dichos estudios establecerán informes, seguimientos de equipos y generación de avisos si se estima conveniente. Todos los datos generados quedaran guardados en la base de datos sharepoint para futuras revisiones.

Los analistas Moncon analizarán los datos obtenidos por los técnicos Moncon, esto basado en su experiencia y conocimiento, además de utilización de softwares obtendrán los resultados del estado real del equipo.

Mediante los datos y conclusiones obtenidas durante el análisis de los datos, los analistas tendrán el objetivo de actualizar la planilla de seguimiento de equipos y guardado cada cambio generado en la base de datos de sharepoint.

El analista Moncon al detectar en el informe anomalías en el equipo, debe generar un aviso destinado al área que corresponda.

Los técnicos analistas deben generar un informe de trabajo a los equipos con nivel de criticidad medio y alto, mediante los datos obtenidos en el análisis, se genera un informe particular para cada equipo analizado detallando los síntomas, curvas de tendencias y posibles acciones para recuperación de equipo ha estado normal.

El analista Moncon al detectar en el informe anomalías en el equipo, debe generar un aviso destinado al área ejecución.

#### **4.6.5.5. ANÁLISIS MONCON CIO**

El ingeniero Senior CIO, a través del panel de monitoreo remoto debe generar una revisión periódica de parámetros de equipos monitoriables y establecer tendencias de datos, quien además tiene la responsabilidad de generar un informe diario de equipos vulnerables con datos, líneas de tendencia y conclusiones (ver Anexo A.21). Dicho informe debe ser enviado al staff de mantenimiento para su seguimiento periódico y debe ser subido diariamente a la base de datos de sharepoint.

Con la información obtenida de la planilla de seguimientos se deben comparar los estados de los equipos bajo las dos perspectivas (monitoreable vs.análisis). El ingeniero Senior CIO debe visualizar alertas que se puedan generar de estados de equipos monitoriables, bajo la información analizada y/o avisada por alertas, el ingeniero senior CIO debe actualizar la planilla de seguimiento. Si se establece que el equipo se encuentra fuera de un rango aceptable se debe generar un aviso para realizar una contramuestra (si se estima necesario para validar información) o un aviso con destino al área mecánica para estabilizar la funcionabilidad normal del equipo.

#### **4.6.6 PROCESO ANÁLISIS DE FALLA Y RCA**

Es la secuencia en la cual se recopila, analiza y se documenta toda la información requerida para determinar la causa raíz de una falla y sus efectos en flotas, equipos y componentes, con el afán de aprender de ellas.

## Objetivos del Proceso

- Definir una metodología que permita identificar las causas de cualquier tipo de falla o incidente que ocurra una o varias veces, la cual permitirá implementar las acciones correctivas que reduzcan los costos del ciclo de vida útil de los activos.
- Recopilar, analizar y documentar toda la información requerida para determinar la causa raíz de una falla y sus efectos en equipos, componentes y sistemas.
- Mejorar la Confiabilidad, la Seguridad y la Protección Ambiental
- Identificar las oportunidades reales para introducir mejoras en las operaciones y que den un mayor rendimiento al resolver sus problemas cotidianos a través de un enfoque sistemático.
- Proporcionar información adicional para ayudar en la eficiencia de los planes de mantenimiento.
- Incrementar el conocimiento del personal con respecto a los equipos y procesos.
- Fomentar el trabajo en equipo y la consecución de metas comunes.

Metodología de análisis de falla: La intención de ejecutar este proceso es establecer un sistema de mejora continua derivado de eventos que tiene un alto impacto, debido a fallas reales con paradas imprevistas de equipos, fallas en la estrategia o fallos en los procesos de mantenimiento.

Los ámbitos de las fallas pueden provenir desde:

- Fallas de alto impacto
- Fallas a todo equipo crítico y/o control crítico.
- Fallas repetitivas que interrumpan la operación normal provocando discontinuidad.
- La generación o existencia de un informe – Análisis de falla que documente situaciones de pérdida en un turno.
- Extensión más allá del plan de parada mayor (Imprevisto) sobre plazo y adherencia al programa.

Recopilar y analizar información: El objetivo de este paso es recopilar, organizar y analizar toda la información relevante recolectada desde SAP (backlogs y ordenes), los sistemas de operación del activo o informes de fallas preliminares que sean pertinentes para el análisis. Los datos provienen:

- Informes de fallas de turno
- Información técnica OEM
- Reporte de desempeño de equipos

- Reportes de KPI's de gestión del trabajo.
- Reporte de costos
- Pautas de mantenimiento ejecutadas
- Rutinas periódicas de análisis de datos en busca de fallas repetitivas (Pareto, Jacknife, etc.)

Definir metodología de análisis: El análisis de falla, debe buscar un resultado que permita evitar una repetición de ella. Las acciones y recomendaciones provienen de aplicar metodologías formales como "Árbol de Fallas". Las acciones de mejoras aprobadas son asignadas a personas responsables de implementarlas, (se debe asegurar que ellos reciben y comprenden sus responsabilidades) y deberán ser creadas como órdenes de trabajo (WO) y a su vez toda la información final debe ser adjuntada como documento de la WO original del análisis de mejora para generar trazabilidad.

Establecer acciones de mejoramiento: Este paso tiene como objetivo ejecutar una evaluación de las acciones de manera de asegurar la viabilidad y cumplimiento de su propósito y de los estándares relacionados con la seguridad, cálculos de ingeniería, capacidades de producción u otros) para implementar modificaciones de instalación de procesos o administrativas. Las tareas de mejoras se asignan a responsables dentro de la organización que deben ser comunicados para asumir la implementación de las soluciones y deben ser sometidas a seguimiento para controlar su cumplimiento.

Cierre análisis de mejoras: Este paso es necesario para cumplir con el cierre del proceso de análisis de falla y mejoramiento. Toda la acción de mejoramiento que deba ser ejecutada por el área de confiabilidad y/o Planificación debe tener una orden de trabajo de respaldo.

La información mínima adjuntada en el aviso debe contener:

- Resumen causa raíz y conclusiones
- Línea de tiempo
- Acciones por realizar
- Proceso o activos impactados
- Proceso siguiente para ejecutar

Criterios para aplicar informe de falla y/o Análisis de falla

Dentro de la recopilación de antecedentes y análisis de fallas, existen criterios para determinar la metodología de trabajo.

Si requiere solo informe de falla se detallan los criterios:

- Hora de detención mayor a 6 horas
- Hora de detención acumulada mayor a 12 horas por mes
- Impacto de producción mayor a un 25% del plan diaria
- \*Restricción de Producción

Si requiere un análisis de falla se detallan los criterios:

- Hora de Detención Mayor a 12 horas
- Hora de detención acumulada mayor a 24 horas por mes
- Impacto de Producción Mayor a un 50% de la Plan Diaria
- \*Restricción de Producción
- Fallas Repetitivas (Mayor a 5 veces al mes)

Principales pasos del proceso de análisis de falla:

- Solicitud de reparación de equipo
- Falla requiere reunión extraordinaria Comité de Falla, Informe Falla, o es tratada como falla menor
- Gestión de Informes de Fallas
- Reunión Trimestral Comité de Falla
- Recopilación información y antecedentes de la Falla
- Análisis de Falla
- Pruebas y ensayos adicionales
- Planes de Acción de Mejoras
- Control y Monitoreo del Desempeño
- Cierre de Mejoras

#### **4.6.6.1. INFORME DE FALLA**

En este proceso (ver Anexo A.22) el jefe turno de la operación planta detecta un activo en falla, va a ingresar a la plataforma JIGSAW/SEP V4 (sistema de detenciones) para revisar su ingreso de detención y en paralelo revisar ingreso en SAP. El jefe turno mantención verifica el estatus código falla del activo chequea el aviso de reparación, debe realizar una tabla de valoración de gravedad e información de la valoración al área de confiabilidad.

Confiabilidad recibe la información y la analiza la información para determinar los criterios si requiere informe de falla o análisis de falla, en caso de requerir informe de falla se debe solicitar al jefe turno mantención el llenado del formulario informe de falla por parte operacional y por parte de mantenimiento.

Si el criterio determina que la falla requiere de un análisis se debe consolidar la información del formulario análisis de falla, reunirse con el staff y revisar antecedentes, para validar causa raíz y planes de acción responsables y fechas y posteriormente seguimiento de acciones.

#### **4.6.6.2. ANÁLISIS DE FALLA**

El propósito del análisis de falla (ver Anexo A.23) en los equipos es la realización del análisis de causa raíz de la falla (RCA), en el cual la función es identificar las fallas en los equipos críticos que mayormente impactan a un área específica, donde se hallan las causas raíz de la falla, para posteriormente realizar los planes de acción. En el análisis de falla se solicitan la mayor cantidad de antecedentes que aporten a la investigación de la falla, estos antecedentes vienen del área Moncon datos de análisis, vibraciones etc. Además, el planificador debe analizar las OT relacionadas con el trabajo. Entregar un reporte operacional/mantenimiento de la falla, se programa una reunión en la cual se analizan los antecedentes, se solicitan pruebas de ensayos si requiere. Determinando la causa raíz del problema y futuros planes de acción.

El Ingeniero Senior de mantención debe recopilar los antecedentes que aporten al análisis como los siguientes: Descripción de la falla, Acciones tomadas, Recomendaciones, imágenes de falla.

#### Metodología de un RCA:

- Notificación de ocurrencia de una falla (Aviso de trabajo / Reporte Falla).
- Niveles de investigación/clasificación del evento (falla) para realizar RCA, según criterio de la Matriz de Valoración de Riesgos (RAM).
- Realizar el procedimiento RCA (Metodología de los 5 Porqués, Metodología de los Malos Actores (Diagrama de Pareto), Metodología de Árbol de Causas).
- Definir Planes de Acción (solución causa raíz).
- Seguimiento y control de Planes de Acción (Soportar técnicamente las actividades de optimización).
- Cierre del RCA.

#### **4.6.7 PROCESO GESTIÓN DEL CAMBIO**

La Gestión del Cambio es un enfoque estructurado para gestionar los aspectos de cambios, modificaciones, alteraciones o sustituciones relacionados con los procesos, personas, organización, tecnología, activos, proveedores e incluso requisitos legales y comerciales, ya sean temporales, permanentes o para fines de emergencia.

Se busca establecer la metodología para asegurar que todos los cambios realizados en MLCC cuenten con un análisis previo de riesgo e impacto de los factores internos o externos asociados a su implementación, asegurando que no afecte la seguridad y salud ocupacional de las personas y que sea difundido en la organización.

El proceso se inicia a partir de una necesidad manifiesta o identificada en el desarrollo de las actividades de los procesos y/o subprocesos de MLCC, por necesidades de los clientes, colaboradores o por afectaciones de la seguridad y salud ocupacional de las personas.

- La gestión del cambio se convirtió en un proceso que debe incorporarse en el día a día de la empresa.
- Con esto podemos diagnosticar la situación actual de caso y el diseño e implementación de la situación deseada
- La gestión del cambio es la forma de dar respuesta, es el proceso de una mejora.

Es un enfoque estructurado para gestionar los aspectos de cambios, modificaciones, alteraciones o sustituciones relacionados con los procesos, personas, organización, tecnología, activos, proveedores e incluso requisitos legales y comerciales, ya sean temporales, permanentes o para fines de emergencia.

#### **4.6.7.1. SOLICITUD DEL CAMBIO**

Este proceso (ver Anexo A.24) corresponde a una mejora de un activo o proceso para optimizarla eficiencia del sistema. El proceso de solicitud tiene un rol de usuarios general que lo conforman personal MLCC y un grupo de personal de planta que lo componen Ingeniero Senior de confiabilidad, Ingeniero de Confiabilidad del Área e Ingeniero Senior Ejecución del Área, llamado "Comité análisis de mejora" el cual su trabajo corresponde a la evaluación de la solicitud del cambio.

Todo el personal que trabaja en MLCC ya sean del área operativa o mantenimiento y empresas colaboradoras pueden identificar una mejora a través de algún cambio que impacte en la organización y que les permita una implementación sin consecuencias negativas para la seguridad de las instalaciones, medio ambiente y salud del personal.

El originador de la gestión del cambio debe completar el formulario llamado Solicitud de Gestión del Cambio.

El Ingeniero de Confiabilidad recepciona formulario se encarga de revisar detalladamente lo solicitado, se encarga de buscar en la base de datos share point que no exista duplicidad de archivos, al no existir duplicidad se aprueba solicitud y organiza reunión con el comité de análisis.

#### **4.6.7.2. ANÁLISIS DEL CAMBIO**

En este proceso (ver Anexo A.25) el ingeniero de confiabilidad es el encargado de recopilar información sobre el caso a estudiar para poder completar documentos con la data necesaria y establecer un caso de negocios y un análisis del riesgo para para cada solicitud del cambio. Junto a un comité de Análisis del Riesgo establecen la viabilidad del caso y si corresponde las tareas a realizar para la implementación del proyecto. Se establece el financiamiento de los trabajos (CAPEX/OPEX) y se adjudican si corresponde.

Se debe recopilar la información necesaria con relación al caso a estudiar, ya sea: área, personal, estado. Posteriormente se debe generar un caso negocio “Formulario caso negocio” para establecer cómo se va a llevar a cabo la resolución del proyecto. De la mano se debe generar un análisis de riesgo para identificar los riesgos del cambio y beneficios del cambio, el cual es llenado por el Ingeniero en Confiabilidad.

Se debe organizar una reunión con el comité para realizar revisión de los documentos e información del análisis del cambio, en dicha reunión se define si el proyecto se aprueba o se rechaza. De ser aprobado el proyecto se archiva en la base de datos share point para luego proceder con la implementación del cambio.

#### **4.6.7.3. IMPLEMENTACIÓN DEL CAMBIO**

En la última etapa de gestión del cambio (ver Anexo A.26) se implementa la ejecución de las tareas creadas por el comité "análisis del riesgo". Estas deben ser recepcionadas y planificadas por los ingenieros correspondientes (planificador semanal / shutdown). Para luego seguir un proceso habitual de una OT realizada (planificación – programación – ejecución). Al finalizar el proyecto se debe llevar un seguimiento óptimo del trabajo realizado.

El Ingeniero en Confiabilidad tiene la tarea de coordinar junto a los ingenieros en planificación, ya sea plan semanal/Shutdown los trabajos ya establecidos en el análisis del cambio.

#### **4.7 OPERACIONALIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA CON EL DISEÑO 3M “2DA ETAPA DEL MODELO”**

El poder hacer viable esta estrategia para la gestión de los activos y en mantenimiento en la organización, requiere de una sostenible identificación de los indicadores de control de la estrategia a través de este modelo 3M en el que considera tener que cada KPI (key Performance Indicators) pueda establecer una “Meta” hacia donde quiero llegar; los “Medios” que conducirán la estrategia a un cumplimiento; y las “Medidas” que se serán las alertas claves que permitirán orientar hacia los buenos resultados de la estrategia.

La definición de los KPI es esencial que sean medibles y alcanzables, marcando tendencias e involucrando responsabilidades al personal para su logro de manera desafiante y exigente. Para definir correctamente cada uno de los indicadores del

desempeño de la estrategia, deben cumplir con una serie de requisitos los cuales contemplan:

- Tener conexión con los objetivos estratégicos.
- Contar con un responsable.
- Disponer de una fórmula, alcance, dimensión o unidad de medida.
- Determinar la frecuencia de revisión (medición – actuar).
- Disponer de las fuentes de captura de medición.
- Determinar los niveles base.
- Definir metas cuantificables.
- Determinar límites de actuación.

La selección de los KPI's tiene como hipótesis que lo que no se puede medir no se puede controlar y por lo tanto mejorar. Para definir los KPI's indicados para la organización, se deberá apuntar a qué es lo que realmente se interesa controlar. Los factores para considerar serán los siguientes:

KPI Ciclo del Mantenimiento (Procesos).

- Avisos y OT atrasados
- Cumplimiento y adherencias de planes
- Capacidad, trabajo planificado y Horizonte de liberación
- Backlog de HH y retrabajo

KPI de gestión de mantenimiento (Resultados).

- Disponibilidad
- MTBF
- MTTR

KPI de costos de mantenimiento (Resultados)

- Gastos vs vs.Presupuesto

En base a lo anterior, es que a continuación se presenta cuadro resumen con la identificación de los indicadores propuestos, y en Anexo B se presentan formalmente las fichas establecidas para cada uno de los KPI propuestos para esta estrategia.

FICHA TECNICA DE MEDICION Y SEGUIMIENTO DE INDICADORES							
MEDIDA KPI	FORMULA	FRECUENCIA	META	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE MEDICIÓN	RESPONSABLE	MEDIO
Avisos atrasados Seguridad y Medio Ambiente	$Avisos\ atrasados\ S/MA = \frac{\sum Avisos\ sin\ tratamiento\ S/MA\ (1,76)\ dias\ de\ su\ creación}{\sum total\ de\ avisos\ abiertos\ S/MA} \times 100\%$	Semanal	15%	Porcentaje	0-100%	Jefe de Mantenimiento / Planificador de Mantenimiento	Generar plan de inspección de condiciones sub-estandar en terreno. Plan de revisión semestral de matriz de seguridad y procedimientos de trabajo. Administración y control de los contratos de empresas colaboradoras, e integrar gestión de seguridad de ECCC.
Avisos atrasados	$Avisos\ atrasados = \frac{\sum Avisos\ sin\ tratamiento\ (1,76)\ dias\ de\ su\ creación}{\sum total\ de\ avisos\ abiertos} \times 100\%$	Semanal	15%	Porcentaje	0-100%	Jefe de Mantenimiento / Planificador de mantenimiento	Revisar en reunión semanal de cumplimiento cuales son los avisos y ordenes de trabajo atrasadas, identificar causas por que no han sido abordados y dar prioridades para integrar en plan semanal.
Órdenes atrasadas	$Órdenes\ atrasadas = \frac{\sum OT\ a\ sobre\ reas\ (1,76)\ dias\ desde\ fecha\ de\ inicio\ o\ creación}{\sum total\ de\ ordenes\ abiertas} \times 100\%$	Semanal	0,15	Porcentaje	0-100%	Jefe de Mantenimiento	Disponer de recursos necesarios para bordar avisos y ordenes de trabajo criticos.
Cumplimiento programa semanal (Horas-Hombre)	$Cum.\ Prog = \frac{HH\ programadas\ ejecutadas}{HH\ totales\ programadas\ en\ la\ semana} \times 100\%$	Semanal	0,9	Porcentaje	0% - 100%	Jefe de Mantenimiento	Revisar las brechas semanal por el incumplimiento y generar plan de acción asociado a cada condición, abordar tema y programar mantenimientos.
Cumplimiento plan matriz (PM/PGM)	$Cump.\ plan\ matriz = \frac{OT\ CAS\ ejecutadas\ en\ el\ periodo}{OT\ CAS\ tomadas\ en\ el\ periodo} \times 100\%$	Semanal	0,9	Porcentaje	0% - 100%	Planificador de Mantenimiento	Plan de acción que mitigue OT emergentes y se potencie el plan matriz.
Adherencia al programa	$Adherencia\ programa = \frac{\sum HH\ en\ Prog.}{\sum HH\ en\ ejecutadas} \times 100\%$	Semanal	0,9	Porcentaje	0% - 100%	Jefe de Mantenimiento	Revisar las brechas semanal por el incumplimiento y generar plan de acción asociado a cada condición, abordar tema y programar mantenimientos.
Capacidad Programada	$Capacidad\ programada = \frac{\sum HH\ programadas}{HH\ capacidad\ disponible} \times 100\%$	Semanal	0,9	Porcentaje	0-100%	Programador de Mantenimiento	Revisar el balance de carga de plan matriz.
Trabajo planificado	$Trabajo\ planificado = \frac{\sum HH\ ejecutadas\ planif.}{\sum HH\ ejecutadas\ periodo} \times 100\%$	Semanal	0,9	Porcentaje	0% - 100%	Jefe de Mantenimiento	Validar la dotación a los requerimientos de los activos para su mantenimiento.
Horizonte de liberación	$Horizonte\ Lib\ por\ semana = \sum Ordenes\ Lib.\ programa$	Semanal	≥ 4 sem	Ordenes de trabajo	N/A	Planificador de Mantenimiento	Validar cumplimiento de la planificación y analizar las brechas que impiden cumplir con indicador. Reforzar la estragla de planificación para acelerar procesos de planificación.
Backlog	$Backlog = \frac{HH\ Trabajo\ planificado + HH\ Trabajo\ listo}{\left(\frac{HH}{Sem}\right) Capacidad\ Dotación}$	Semanal	4-6	Semanas	N/A	Programador de mantenimiento	Revisar en reunión semanal de cumplimiento cuales son los avisos y ordenes de trabajo atrasadas, identificar causas por que no han sido abordados y dar prioridades para integrar en plan semanal. Disponer de recursos necesarios para bordar avisos y ordenes de trabajo criticos.
Re-trabajo	$Re - trabajo = \frac{HH\ re-trabajo\ correctivo}{HH\ re-trabajo\ preventivo} \times 100\%$	Semanal	0,03	Porcentaje	0% - 100%	Jefe de mantenimiento	Generar plan de acción por causas que generan re-trabajo, integrar los recursos que permitan mitigar condición de retrabajos. Realizar plan con área de ingeniería para mejorar condiciones de terreno que faciliten la ejecución de los trabajos.
Disponibilidad Mecánica	$A_M = \frac{TDP}{TTO} = \frac{TTO - T_{manop} - T_{manop}}{TTO} \times 100(\%)$	Semanal	0,03	Porcentaje	0% - 100%	Jefe de mantenimiento	
Disponibilidad Física	$A_F = \frac{TE}{TTO} = \frac{TTO - (T_{op,ex} + T_{op,inc}) - (T_{manop} + T_{manop})}{TTO} \times 100(\%)$	Semanal	0,03	Porcentaje	0% - 100%	Jefe de mantenimiento	Realizar periodicamente análisis de confiabilidad de los activos y buscar mejoras que permitan maximizar la confiabilidad operativa de los activos.
MTBF	$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^n (Tiempo\ Falla_{i+1}) - (Tiempo\ Falla_i)}{NF}$ [horas]	Semanal	0,03	Porcentaje	0% - 100%	Confiabilidad	Generar proyectos de up-grade, mejoramiento estructural, para mitigar condición de fallas.
MTR	$MTR = \frac{\sum Mantenimiento\ por\ Falla}{NF} = \frac{T_{manop}}{NF}$ [horas]	Semanal	0,03	Porcentaje	0% - 100%	Ejecución de mantenimiento	
Cumplimiento Presupuesto MTTO/Índice de Gasto	$Presupuesto\ Mito = \frac{\sum Gasto\ Real}{Presupuesto\ Budget} = * (100)\%$	Semanal	0,03	Porcentaje	0% - 100%	Jefe de mantenimiento	Llevar el control de gastos asociados a los activos. Revisar la estrategia de compra de componentes y buscar alternativas en el mercado.

Figura 4.5: Resumen de indicadores para el desempeño de la estrategia propuesta para la Gerencia de Mantenimiento y Gestión de Activos.

#### 4.8 ALINEAMIENTO DE LA ESTRATEGIA “3RA ETAPA DEL MODELO”

Esta etapa define políticas, criterios y reglas que permiten identificar las competencias duras (técnicas) y blandas (proactividad, comunicación, disciplina, innovación, entre otras) mínimas y suficientes requeridas para desempeñar los cargos del personal de mantenimiento y llevar a cabo las actividades que permitirán cumplir con los objetivos de la estrategia. Para lo cual se definió la estructura jerárquica que comprende el organigrama, la descripción de cada cargo de los gestores del área de mantenimiento, el plan de desarrollo de carrera para motivar al personal en la realización de sus actividades y la distribución en los procesos productivos de la planta concentradora.

Proporcionar la información necesaria para la jerarquía del personal del área de mantenimiento, con ello se visualiza la reportabilidad de cada cargo. La definición del organigrama apunta a la reportabilidad de las actividades de cada gestor del área de mantenimiento, liderando el área se encuentra el Gerente de Mantenimiento y Gestión de Activos, siguiendo con los Superintendentes distribuidos en mantenimiento mecánico y mantenimiento eléctrico e instrumentación, finalmente con la Ingeniería y Planificación de Mantenimiento. Tal jerarquía se estipuló para que la gestión de los activos se delegara en cada área del proceso productivo de la planta concentradora, y con ello cumplir con los siguientes objetivos:

- Determinar la responsabilidad, autoridad y el rol del personal involucrado en cada área de mantenimiento.
- Establecer las relaciones verticales y horizontales entre todo el personal.
- Asegurar que el objetivo de mantenimiento ha sido interpretado y entendido por todo el personal.
- Establecer sistemas efectivos de coordinación y comunicación entre todo el personal.

En la figura 4.6 se puede apreciar la distribución por jerarquía de la estructura organizacional de la Gerencia de Mantenimiento y Gestión de Activos, de manera de cumplir con los objetivos establecidos de la estrategia:

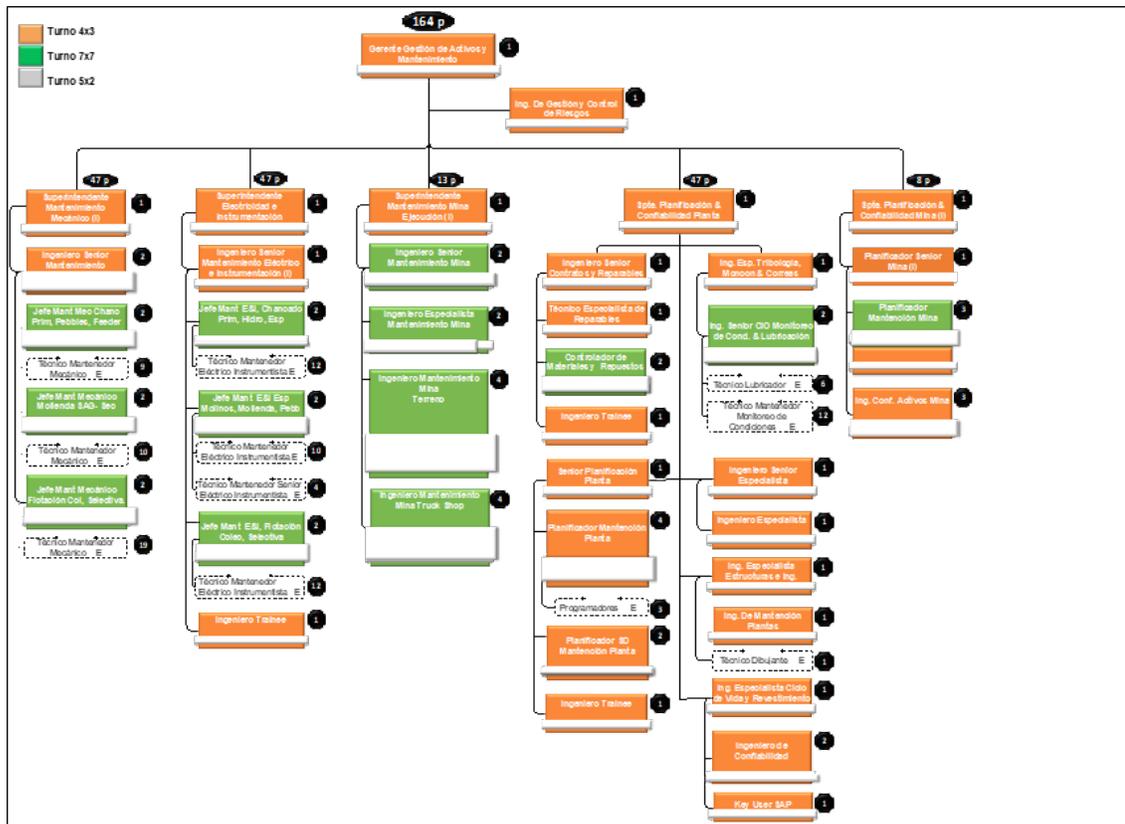


Figura 4.6: Organigrama de la Gerencia de Mantenimiento y Gestión de Activos.

#### 4.8.1 DESCRIPTORES DE LOS CARGOS DE LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO

El objetivo de los descriptores de cargo es proporcionar al personal de la Gerencia de mantenimiento la información necesaria para tener el conocimiento del alcance de su cargo en la organización. Para la Gerencia de mantenimiento es importante tener en conocimiento el rol del cargo de cada personal del área, es por ello que se define: identificación del cargo, propósito del cargo, objetivos/responsabilidades, requisitos de ingreso al cargo, competencias del cargo y las relaciones del cargo. En el Anexo A se darán a conocer los descriptores de cargo de la Gerencia de Gestión de Activos y Mantenimiento.

- Identificación del cargo: En la identificación se conocerá el nombre del cargo, a quien le reporta, quienes le reportan, la responsabilidad de su función, el tipo de jornada de trabajo (7x7 o 4x3) y la ubicación jerárquica en la Gerencia de Mantenimiento (organigrama).
- Propósito del cargo: El propósito del cargo es definir la función principal del personal de la Gerencia de Mantenimiento, entre las cualidades que tendrá el

personal serán, por ejemplo: gestionar, controlar, cumplimiento, responsabilidad, liderar, entre otros.

- **Objetivos y responsabilidades:** El objetivo principal de los gestores del mantenimiento es cumplir con los factores de: seguridad/medio ambiente, personas, mantenimiento y equipos, costos/Budget y la gestión. El Gerente y los Superintendentes aparte de esos factores deben realizar el liderazgo hacia el personal de mantenimiento.
- **Requisitos de ingreso al cargo:** Los requisitos que debe tener el personal de la Gerencia de Mantenimiento son: formación/profesión (estudios de formación profesional y posgrados si se requiere), experiencia (años mínimos en cargos similares), salud (compatibilidad con la altura geográfica) y otros (habilidades técnicas requeridas por la organización).
- **Competencias del cargo:** Las competencias que debe poseer el personal de la Gerencia de Mantenimiento con relación a las habilidades técnicas tales como: capacidad de detección y resolución de problemas, liderazgo, visión estratégica, habilidades de comunicación, etc.
- **Relaciones del cargo:** En las relaciones del cargo se especifica a los interlocutores internos y externos, explicando la razón del porqué se necesita tener esas relaciones.

#### **4.8.2 DEFINICIÓN DE LA MATRIZ DE CONTRIBUCIÓN**

Con las definiciones anteriores, basándose en los pilares y focos estratégicos, considerando algunas iniciativas de mejoramiento con los correspondientes planes de acción asociados a las responsabilidades del equipo, se propone una estructura a la matriz de contribución crítica, con el cual se entregan los alineamientos específicos los que están sincronizados con los KPI y metas de las distintas áreas y procesos. Como se puede observar se genera un alineamiento vertical basado en la estructura de los pilares y focos estratégicos que van en la misma dirección de la jerarquía organizacional, lo anterior cruzado con un alineamiento horizontal el que involucra las distintas áreas operativas de la compañía Compañía y como la Gerencia de Gestión de Activos y Mantenimiento interactúa con las unidades de negocio para llevar a cabo y dar cumplimiento a la propuesta estratégica presentada. A continuación, se presenta en resumen la matriz de contribución crítica propuesta (Ver figura 4.7) para el modelo estratégico.

Evaluación de Objetivos Estratégicos, por Dimensiones del Mapa Estratégico						Resumen de los																			
Programa de Gestión	Nº	Objetivo Estratégico	Objetivo de Gestión	Indicadores	Plan de Acción	90%	100%	105%	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12					
Ejecución	1.1	Mejorar la calidad del servicio al cliente	Garantizar niveles de calidad	Satisfacción del Cliente	*Garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad de servicio al cliente (SAT) de acuerdo a los estándares de la industria y de la normativa aplicable.	95%	95%	105%																	
						95%	95%	105%																	
						95%	95%	105%																	
						95%	95%	105%																	
						95%	95%	105%																	
	1.2	Optimizar la eficiencia operativa	Lograr la máxima eficiencia operativa, asegurando la calidad del servicio	Reducción de costos de operación	Eficiencia Operativa	*Garantizar el cumplimiento de los estándares de eficiencia operativa de acuerdo a los estándares de la industria y de la normativa aplicable.	95%	95%	105%																
							95%	95%	105%																
							95%	95%	105%																
							95%	95%	105%																
							95%	95%	105%																
Ejecución	2.1	Garantizar la calidad del servicio al cliente	Mejorar la calidad del servicio al cliente	Satisfacción del Cliente	*Garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad de servicio al cliente de acuerdo a los estándares de la industria y de la normativa aplicable.	95%	95%	105%																	
						95%	95%	105%																	
						95%	95%	105%																	
						95%	95%	105%																	
						95%	95%	105%																	
	2.2	Optimizar la eficiencia operativa	Lograr la máxima eficiencia operativa, asegurando la calidad del servicio	Reducción de costos de operación	Eficiencia Operativa	*Garantizar el cumplimiento de los estándares de eficiencia operativa de acuerdo a los estándares de la industria y de la normativa aplicable.	95%	95%	105%																
							95%	95%	105%																
							95%	95%	105%																
							95%	95%	105%																
							95%	95%	105%																
Ejecución	3.1	Garantizar la calidad del servicio al cliente	Mejorar la calidad del servicio al cliente	Satisfacción del Cliente	*Garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad de servicio al cliente de acuerdo a los estándares de la industria y de la normativa aplicable.	95%	95%	105%																	
						95%	95%	105%																	
						95%	95%	105%																	
						95%	95%	105%																	
						95%	95%	105%																	
	3.2	Optimizar la eficiencia operativa	Lograr la máxima eficiencia operativa, asegurando la calidad del servicio	Reducción de costos de operación	Eficiencia Operativa	*Garantizar el cumplimiento de los estándares de eficiencia operativa de acuerdo a los estándares de la industria y de la normativa aplicable.	95%	95%	105%																
							95%	95%	105%																
							95%	95%	105%																
							95%	95%	105%																
							95%	95%	105%																

Figura 4.7: Matriz de contribución crítica asociada al modelo estratégico propuesto para la Gerencia de Mantenimiento y Gestión de Activos.

## 4.9 CULTURA EN LA EJECUCIÓN

El cambio continuo es un concepto que impacta tanto a nivel mundial como a niveles más operativos en una organización generando condiciones competitivas para que una empresa piense en cómo mejorar y ser sostenible económicamente en la industria, es por lo anterior es que las empresas invierten recursos para formular estrategias que le permitan un crecimiento. Pero lamentablemente son muy pocas las empresas que logran la implementación y practica de sus estrategias debido a que lo urgente en sus operaciones las absorben. Debido a que las estrategias comprometen a toda la organización, ejecutarlas contempla transformarlas en acciones y estas en la obtención de resultados que permitirán analizar el contexto de la organización para tomar decisiones rápidas con el propósito de lograr el éxito. Por lo tanto, la toma de decisiones está en función del conocimiento experto tanto operativo como estratégico.

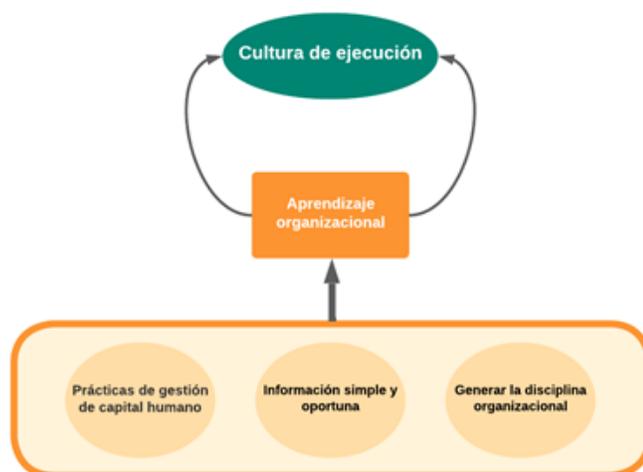


Figura 4.8: Esquema para la cultura de ejecución de la estrategia.

La cultura de ejecución es básicamente “como lograr que las personas de toda la organización tomen las decisiones correctas y con rapidez”, para esto es necesario ocuparse de integrar en la estrategia propuesta los elementos claves para generar una organización con cultura en la ejecución, el diamante de la excelencia organizaciones presenta como estructura el esquema propuesto en figura 4.8 donde identifica tres puntos que se deben considerar:

- Incorporar las prácticas para la gestión del capital humano, que permitan el desarrollo acelerado de habilidades.

- Tener la información simple y oportuna al alcance de los expertos para la toma de decisiones y al alcance de toda la organización para incentivar con los logros obtenidos.
- Incorporar disciplinas organizacionales que permitan un proceso de revisión consistente y sistemática de los resultados y decisiones.

Para poder tener un equipo de trabajo cohesionado y experimentado es necesario potenciar las habilidades de los profesionales y especialistas, por lo cual se propone un plan de desarrollo de carrera (Ver figura 4.9) orientado a dar cumplimiento a los a los alineamientos de los objetivos estratégicos de la gerencia de gestión de activos y mantenimiento.

Objetivo IC	Referencia del objetivo IC	Plan de trabajo	Gerente de mantenimiento/planta	Administración	Operaciones/ Mantenimiento Planta	Ingeniería/ Mantenimiento Planta	Logística/ Mantenimiento	Seguridad/ Gestión de Activos	Medio Ambiente/ Sector 4	Planificación	Financiero/ Mantenimiento Planta	Proyectos/ Mantenimiento Planta	Tecnología/ Operación y Mantenimiento	Investigación/ Mantenimiento de Activos	Regulación/ Operación y Mantenimiento	Control/ Operación y Mantenimiento	Seguridad/ Operación y Mantenimiento	Normas/ Operación y Mantenimiento
Conducta	La conducta del equipo de la gerencia de gestión de activos y mantenimiento debe basarse en los valores patrazaos la estrategia "DAE".	Participar de las charlas de los valores DAE realizadas trimestralmente. Realizar una charla comunal de los valores DAE en equipos de trabajo (personal técnico, empresas colaboradoras, otras unidades de negocio de la compañía)																
Conocimiento	Generar el plan de capacitaciones para el personal que a lo menos debe contar con: - 4 temas técnicos de actividades propias del trabajo. - 2 temas transversales de gestión de la gerencia. - 4 temas en seguridad, higiene y medio ambiente. - 2 temas transversales de gestión de la compañía.	Participar de los cursos de capacitación dispuestos.																
Cultura y Clima	La cultura es la base en el entrenamiento y preparación continua para contar con el personal de mayor alto nivel y que estos den los mejores resultados a la compañía. El clima laboral es el resultado de la gestión de la gerencia, fomentando el trabajo en equipo y colaborativo entre todos, las áreas del mantenimiento y los diversos stakeholders.	Participar de las actividades extralaborales para generar un fortalecimiento del equipo de trabajo, la lealtad y la confianza. Presentar un plan de trabajo anual que genere un mejoramiento en el clima laboral el cual puede ser aplicado de interés en el equipo de trabajo, con otras áreas de negocio, empresas colaboradoras.																
Cargas Efectivas	Revisar anualmente la estrategia de la compañía y de la gerencia de gestión de activos para definir los cargos esenciales para cumplir con los objetivos estratégicos además de cumplir con el presupuesto dispuesto.																	
Coaching	La compañía debe contar con la asistencia frecuente de un coach que maneje la metodología y pueda detectar los puntos débiles, a fortalecer y así conseguir desarrollar las habilidades del equipo de trabajo para lograr la excelencia y los objetivos de la compañía. El coach debe lograr: - Optimizar la ejecución de las funciones. - Mejorar el alcance de los objetivos dentro de la industria. - Potenciar los recursos. - Mejorar el rendimiento laboral. - Perfeccionar la comunicación interna.	Participar de los sistemas de coaching los cuales serán evaluados por el coach a aquella quien dese una opinión objetiva de los avances de la persona.																
Compensación	Revisar los beneficios económicos percibidos por el equipo de trabajo y validar los conceptos, las compensaciones deben ser validadas a través de la evaluación de desempeño y deben contar con el cumplimiento de los indicadores establecidos en la estrategia IC, cumplimiento de los indicadores trimestrales de la gerencia y de la compañía. Las compensaciones deben ser consideradas como un ítem explícito en las remuneraciones.	Analizar el poder integrar una compensación adicional por cumplimiento de los objetivos asociados a la estrategia presentada.																
Carrera	El plan de carrera presentado por la compañía debe fortalecer el interés del personal donde puedan identificar con un crecimiento profesional y técnico interno.	Participar de las sesiones orientadas a la generación de un plan de carrera interno en donde se identifiquen el potencial del equipo de trabajo.																
Comunicación	Mejorar la estrategia comunicacional de la gerencia y de la compañía, donde el personal sea parte y la información sea transmitida oportunamente y que llegue a todos las personas. El plan comunicacional debe contar con: - Información digital - Reuniones para mostrar de resultados. - Charlas de seguridad. - Charlas de integración de la compañía con la comunidad. - Folletos o carteles informativos. - Eventos o conferencias.	Participar activamente de las sesiones orientadas a la estrategia comunicacional de la gerencia y de la compañía donde muestren resultados de indicadores, campañas, eventos, entre otros.																

Figura 4.9: Plan de desarrollo de carrera.

## 4.10 AGILIDAD EN LA ORGANIZACIÓN

La agilidad organizacional es considerada como la capacidad de una organización para adaptarse a cambios rápidos requeridos por las exigencias de los mercados, las políticas públicas, los factores tecnológicos y hoy con más fuerza se integra el cambio climático, para tener éxito en este sistema disruptivo, la agilidad organizacional es un requisito prioritario para responder ágilmente.

La falta de visión y burocracias internas generan desventajas en las organizaciones para anticiparse a las necesidades de sus clientes y responder rápidamente. Agilidad organizacional, depende de un gran liderazgo y un alto compromiso de los empleados. Considerando que la Minera Caserones es una Compañía relativamente joven, con una estructura organizacional definida, pero con debilidades integradoras, que no cuenta con procesos definidos, pero si considera herramientas tecnológicas que le permiten mejorar sus labores y dejar registros. Por lo anterior, que en esta propuesta se considera definir los procesos relevantes, definir la estructura organizacional, e integrar los sistemas tecnológicos disponibles para cada proceso. El modelo propuesto (Ver figura 4.10) para la agilidad organizacional alinea a la supervisión con la tarea de administrar los procesos y que estos tengan un sistema estructurado y así agilizar la ejecución de las labores, lo cual está también alineado con el plan de desarrollo profesional y el cumplimiento de los objetivos estratégicos.

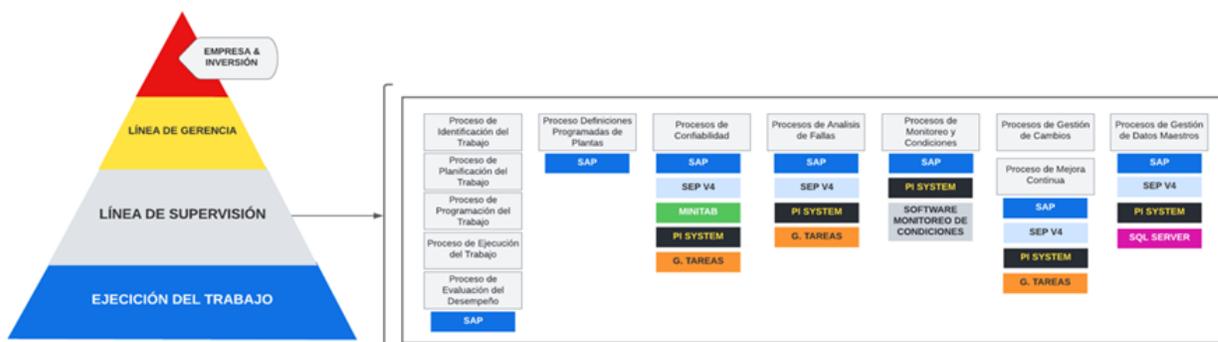


Figura 4.10: Modelo de agilidad organizacional propuesta para la estrategia.

## 4.11 REFINAMIENTO INTERNO

En esta última etapa de la propuesta estratégica, para dar continuidad a un plan que integre un verdadero cumplimiento y fortalecimiento organizacional es necesario contar con un plan de refinamiento basado en auditorías frecuentes y constantes. Las auditorías internas son herramientas eficaces para garantizar que el sistema de gestión de activos se ajuste a sus propios requisitos, estas deben considerar intervalos planificados, señalar desviaciones de manera temprana e identificar oportunidades de mejora. Las auditorías internas deben ser identificadas en la organización como un proceso de autoevaluación que alienta a los participantes a buscar oportunidades de mejora. La participación, la comprensión y el apoyo de los miembros de la organización son importantes para que la alta dirección haga un análisis crítico de todo el sistema de gestión de activos.

Para este estudio, se plantea un plan de auditoría interna (ver figura 4.11) el cual debe ser dirigido por una unidad de negocios distinta a la de la gerencia de gestión de activos y mantenimiento, lo cual, también queda estipulado en el mapa estratégico propuesto en ítem 4.5. definición de los pilares y focos estratégicos (Ver figura 4.4). Pero, por otra parte, la misma área auditada debe realizar sus inspecciones y análisis de resultados para fortalecer la estrategia que el equipo pueda mejorar y reorientar el plan para poder dar cumplimiento a los objetivos.

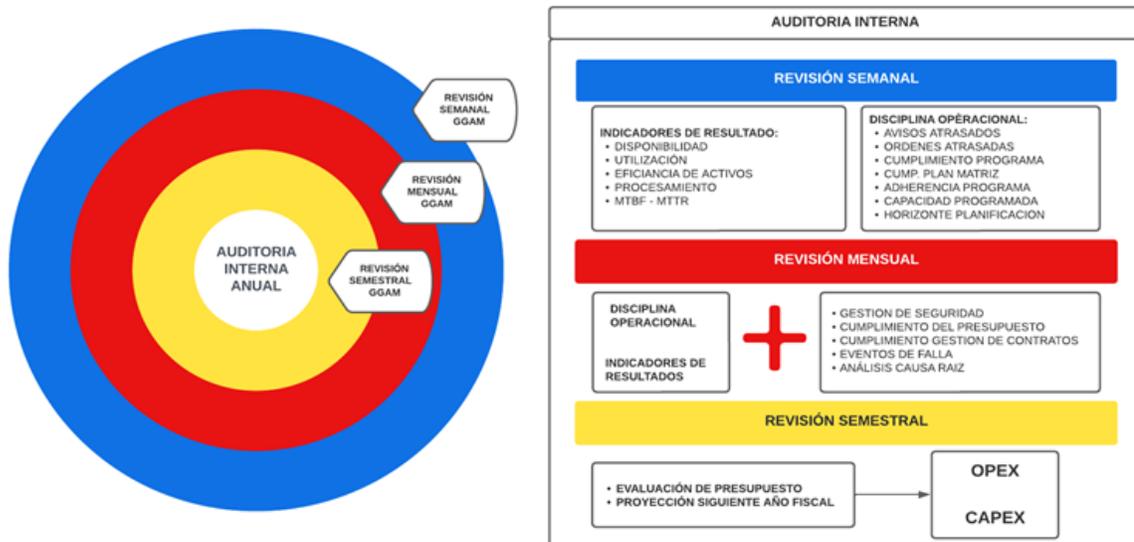


Figura 4.11: Plan de auditoría interna propuesta para la estrategia.

## 5 CAPÍTULO V: ANÁLISIS COMO PROPUESTA DE INVERSIÓN A UNA ESTRATEGIA (FASE IV)

El desarrollo de la presente propuesta fue ejecutado en su parte inicial en colaboración por el estudio realizado por la empresa asesora AUSENCO para la identificación de las brechas en la gestión del mantenimiento de Minera Caserones. El posterior desarrollo de la propuesta a la estrategia operacional en base a los puntos del capítulo III fue elaborado con recursos propios de la gerencia de mantenimiento y no contratando servicios externos los que signifiquen costos extras al presupuesto de la gerencia. Es por lo anterior que el estudio económico está orientado a potenciales mejoras en base a los resultados de los activos en la producción de la planta concentradora de Minera Caserones.

Realizando una revisión a los resultados financieros de la Compañía en base a lo expuesto en la “Memoria Anual 2020” Minera caserones al cierre del año fiscal 2020 presento pérdidas para el periodo por la suma de kUS\$ 768.064 (ver figura 5.1).

		 	
<b>STATEMENTS OF PROFIT OR LOSS AND OTHER COMPREHENSIVE INCOME</b> For the years ended December 31, 2020 and 2019			
	Notes	2020 ThUS\$	2019 ThUS\$
Revenue	7	827,411	921,793
Cost of sales	8	(664,465)	(733,289)
<b>Gross Margin</b>		<b>162,946</b>	<b>188,504</b>
Administrative expenses	8	(88,972)	(77,228)
Selling and distribution expenses	8	(19,415)	(23,073)
Other expenses	9	(7,459)	(8,781)
Other income	10	1,305	2,123
Foreign exchange gains (losses), net		(12,229)	7,592
Impairment charges	26	(658,243)	-
<b>Operating profit (loss)</b>		<b>(622,067)</b>	<b>89,137</b>
Finance expenses	11	(145,737)	(195,581)
<b>Loss before income tax</b>		<b>(767,804)</b>	<b>(106,444)</b>
Income tax expense	12	(260)	(337)
<b>Loss for the period</b>		<b>(768,064)</b>	<b>(106,781)</b>
<b>Other comprehensive income (loss)</b>			
Remeasurement gain (loss) on defined benefit plans, net of taxes	21	(14)	117
<b>Total of other comprehensive income (loss)</b>		<b>(14)</b>	<b>117</b>
<b>Total comprehensive loss</b>		<b>(768,078)</b>	<b>(106,664)</b>

Figura 5.1: Cuentas de ganancias o pérdidas y otros resultados.

Considerando los resultados de la Compañía y realizando un estudio de oportunidad a los flujos financieros para los próximos 5 años (ver figura 5.2) en el cual se estima un aumento en la disponibilidad de los activos de un 0,6% lo que refleja una mejora en la gestión de los resultados al performance de los equipos y se traduce en un aumento del en la eficiencia de los activos a través de generar un aumento en el procesamiento global de la planta concentradora con una producción acumulada estimada de 28.821.452 toneladas de cobre fino.

Año		2020	2021	2022	2023	2024	2025
Precio	US/lb		3,83	3,83	3,83	3,83	3,83
Costo Mantenimiento	US\$/ton		617,54	599,26	586,69	575,04	563,76
Costos O.p. - Costos Mtto	US\$/ton		7.250,00	7.250,00	7.250,00	7.250,00	7.250,00
Costo Operacionales	US\$/ton		7.867,54	7.849,26	7.836,69	7.825,04	7.813,76
<b>Datos de Operación</b>							
Disponibilidad	%		93,00%	93,20%	93,40%	93,50%	93,60%
Utilización	%		90,70%	91,00%	91,30%	91,60%	91,90%
Eficiencia de Activos	%		84,35%	84,81%	85,27%	85,65%	86,02%
Tiempo efectivo de producción	hrs		7.389	7.430	7.470	7.503	7.535
Razón de producción	ton/hrs		4.750	4.900	5.000	5.100	5.200
Producción Mineral	ton		35.098.451	36.404.703	37.350.100	38.263.207	39.183.102
Ley	%		0,37%	0,37%	0,37%	0,37%	0,37%
Recuperación	%		80,50%	80,50%	80,50%	80,50%	80,50%
Producción Cátodos de cobre	ton		23.000	23.000	23.000	23.000	23.000
Producción de fino	ton		104.541	108.431	111.247	113.967	116.707
Producción Fino	lb		281.176.308	289.753.681	295.961.535	301.957.364	307.997.761
<b>Evaluación Proyecto</b>							
+ Ingresos	US\$		1.077.023.353	1.109.878.295	1.133.656.983	1.156.623.527	1.179.760.785
- Costos por venta	US\$		-650.261.671	-650.682.122	-650.971.221	-651.239.161	-651.498.544
<b>= Margen Operacional</b>	<b>US\$</b>		<b>426.761.682</b>	<b>459.196.172</b>	<b>482.685.762</b>	<b>505.384.366</b>	<b>528.262.241</b>
- Gasto Operacional	US\$		-358.251.318	-325.816.828	-302.327.238	-279.628.634	-256.750.759
- Gastos Financieros	US\$		-145.373.000	-145.373.000	-145.373.000	-145.373.000	-145.373.000
- Pérdidas ejercicios anteriores	US\$		-768.064.000	-768.064.000	-768.064.000	-768.064.000	-768.064.000
<b>= Utilidad AI</b>	<b>US\$</b>		<b>-503.624.318</b>	<b>-471.189.828</b>	<b>-447.700.238</b>	<b>-425.001.634</b>	<b>-402.123.759</b>
- Ingreso por gastos de impuesto	US\$		-260.000	-260.000	-260.000	-260.000	-260.000
<b>= Utilidad DI</b>	<b>US\$</b>		<b>-768.064.000</b>	<b>-503.884.318</b>	<b>-471.449.828</b>	<b>-425.261.634</b>	<b>-402.383.759</b>
+ Pérdidas ejercicios anteriores	US\$		-503.624.318	-471.189.828	-447.700.238	-425.001.634	-402.123.759
+ Valor Residual	US\$		0	0	0	0	0
<b>= Flujo de Caja</b>	<b>US\$</b>		<b>-768.064.000</b>	<b>-503.884.318</b>	<b>-471.449.828</b>	<b>-425.261.634</b>	<b>-402.383.759</b>
Recuperación económica anual	US\$		264.179.682	32.434.490	23.489.590	22.698.604	22.877.875
Variación ingresos	US\$			32.854.942	23.778.688	22.966.544	23.137.257
<b>VAN</b>	<b>US\$</b>		<b>-2.535.848.471</b>				
Tasa de interés	%		9%				

Figura 5.2: Análisis de flujo de caja para la proyección en largo plazo al aumento de disponibilidad.

Si bien, los resultados estimados globales de la Compañía no son alentadores, considerando que para este caso estudio, solo se analiza un porcentaje mínimo de los factores que impactan en mejorar los beneficios financieros de la compañía. Es posible observar que estimando una mejora de los resultados de disponibilidad en función tener una estrategia que permita orientar el proceso de la gestión del mantenimiento, es posible finalmente aumentar los ingresos económicos de la compañía.

Para el flujo financiero presentado se puede observar que para la propuesta estimada de la implementación de una estrategia la cual permita mejorar paulatinamente los resultados globales de la eficiencia de los activos en función de la disponibilidad de los mismos de un 0,6% en el acumulado de los 5 años base, es posible obtener un beneficio económico acumulado estimado para el mismo periodo de US\$ 102.737.431.

## 6 CONCLUSION

Observando y analizando la información base de los resultados de la Compañía Minera Caserones, se puede inferir que cuentan con una Compañía que no logra obtener resultados beneficiosos para los accionistas de la compañía, siendo uno de los factores determinantes inherentes la baja disponibilidad de los activos de la planta concentradora, la que cuenta con un número importante de eventos de falla que impactan en la pérdida de producción.

Lo anterior, viene de la mano con la carencia de un sistema de gestión que cuente con una estructura que incorpore conceptos de gestión de activos y permita obtener los resultados deseados como base fundamental del negocio, siendo esto esencial para alcanzar el éxito de forma de tener una organización madura.

El presentar una propuesta orientada a una estrategia en la excelencia organizacional para la gestión del mantenimiento, puede ayudar a la Gerencia que administra el correcto funcionamiento de los activos a mejorar el estándar de los procesos bajo una orientación enfocada a que el esfuerzo de los equipos de trabajo esté centralizado en cumplir los objetivos establecidos, los que deben estar alineados con los objetivos de la Compañía.

Los resultados financieros para la Compañía no han sido beneficiosos, pero haciendo un caso estudio se puede observar que es posible obtener resultados positivos para la minera, bajo la hipótesis de una correcta implementación de una estrategia enfocada en la excelencia organizacional, la cual permita mejorar la gestión sobre el mantenimiento y el funcionamiento de los activos.

Una gestión de bajo costo bien implementada, puede generar cambios importantes en una organización, la que puede rentabilizar la Compañía.

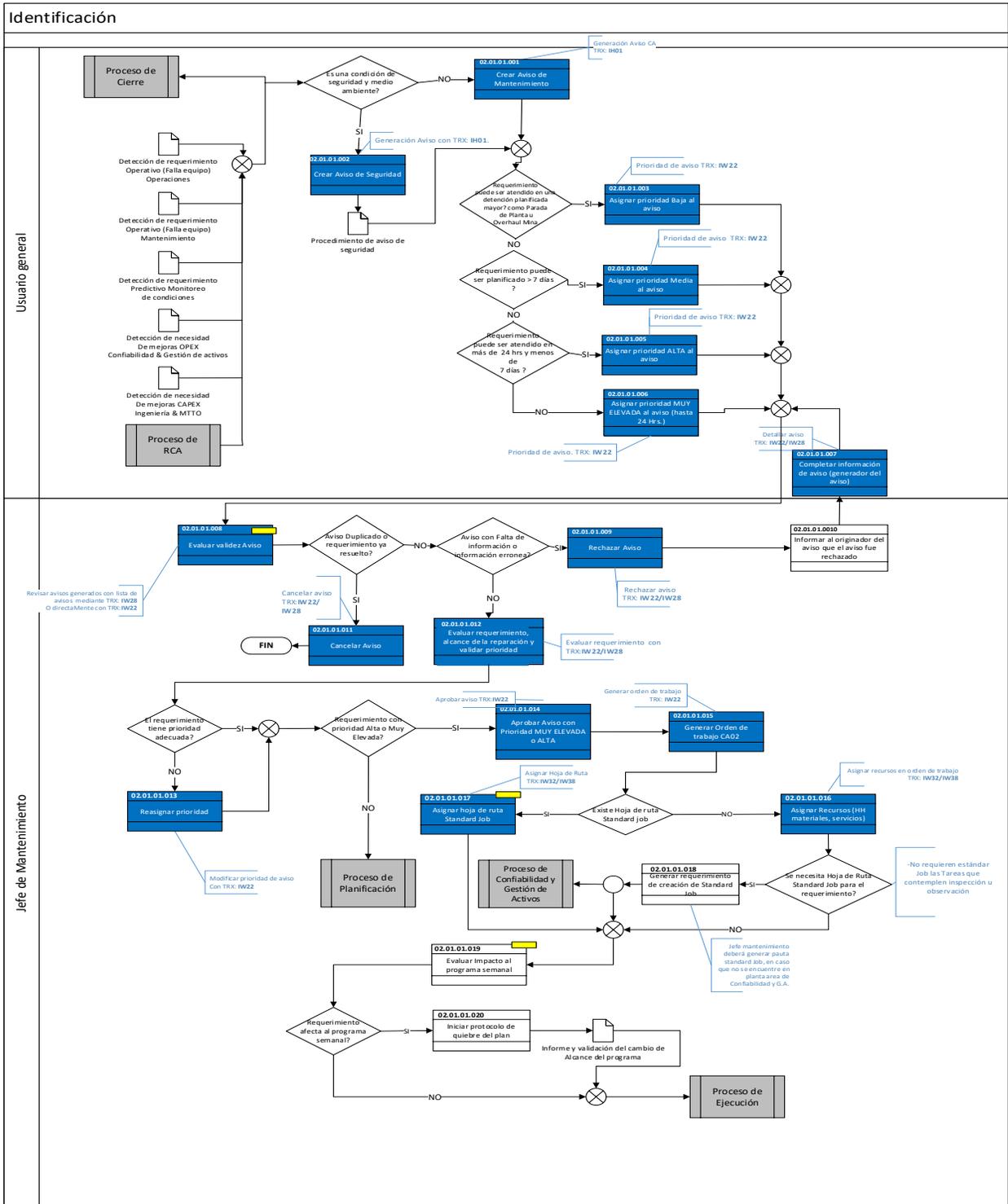
## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Norma internacional ISO 55001-2014 gestión de activos, información general, principios y terminología, enero 2014.
- El diamante de la excelencia organizacional, por Antonio Kovacevic, Álvaro Reynoso, México, junio 2016.
- Servicio de auditoría y evaluación gestión de activos, Ausenco, Chile, noviembre 2020.
- Propuestas estudio de implementación de la norma ISO 55001 en Caserones, Ausenco, Chile, julio 2021.
- Informe de iniciativas fase 2 gerencia de mantenimiento MLCC Caserones, minera caserones, Chile, julio 2021.
- Optimización de la gestión de activos y mantenimiento (OPTGAM), Ausenco, Chile, octubre 2021.
- RCM II: Confiabilidad centrado en el mantenimiento, segunda edición, John Moubray, Inglaterra, 1992.
- Manual de la gestión de activos y mantenimiento, Adolfo Arata, España, febrero 2018.
- Ingeniería de la confiabilidad, Adolfo Arata, Alessio Arata, España, octubre 2014.
- Developing and maintaining a strategic asset management plan (SAMP) version 1, The institute of asset management, noviembre 2017.
- Norma internacional ISO 31000 2018-02 gestión del riesgo - directrices, Suiza – Ginebra, 2018.

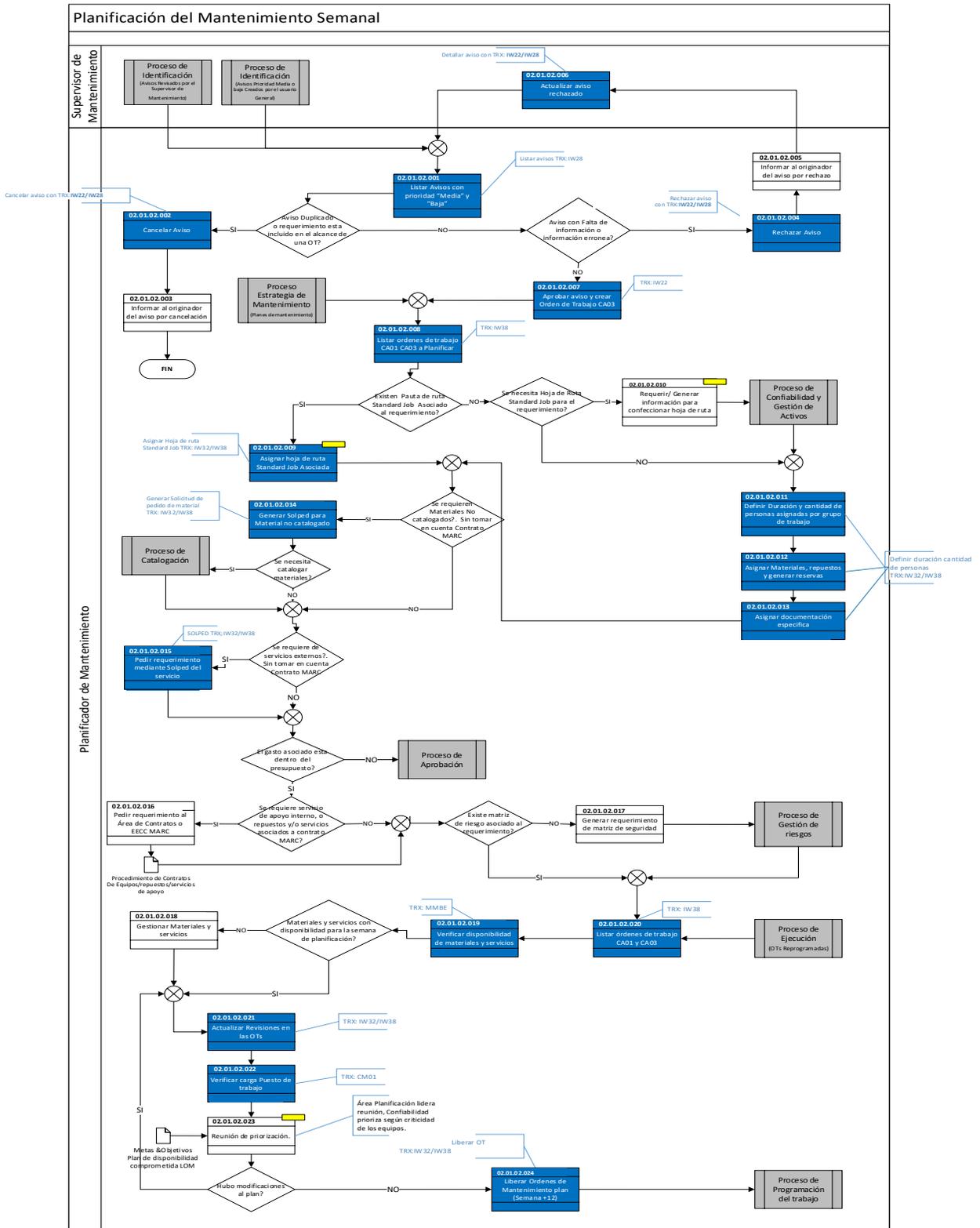
# 8 ANEXOS

## ANEXO A: DIAGRAMAS DE PROCESOS

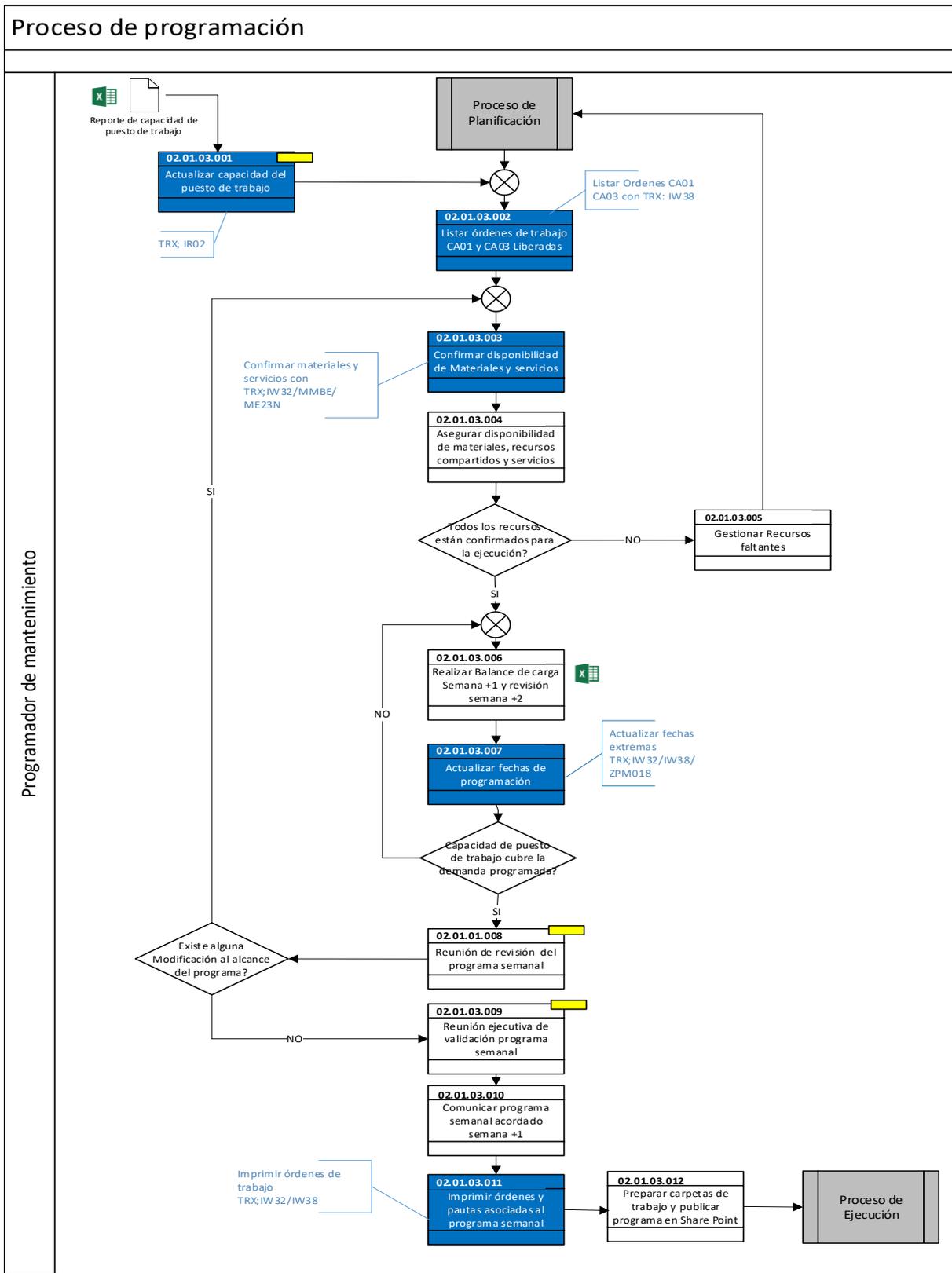
### ANEXO A.1: PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO



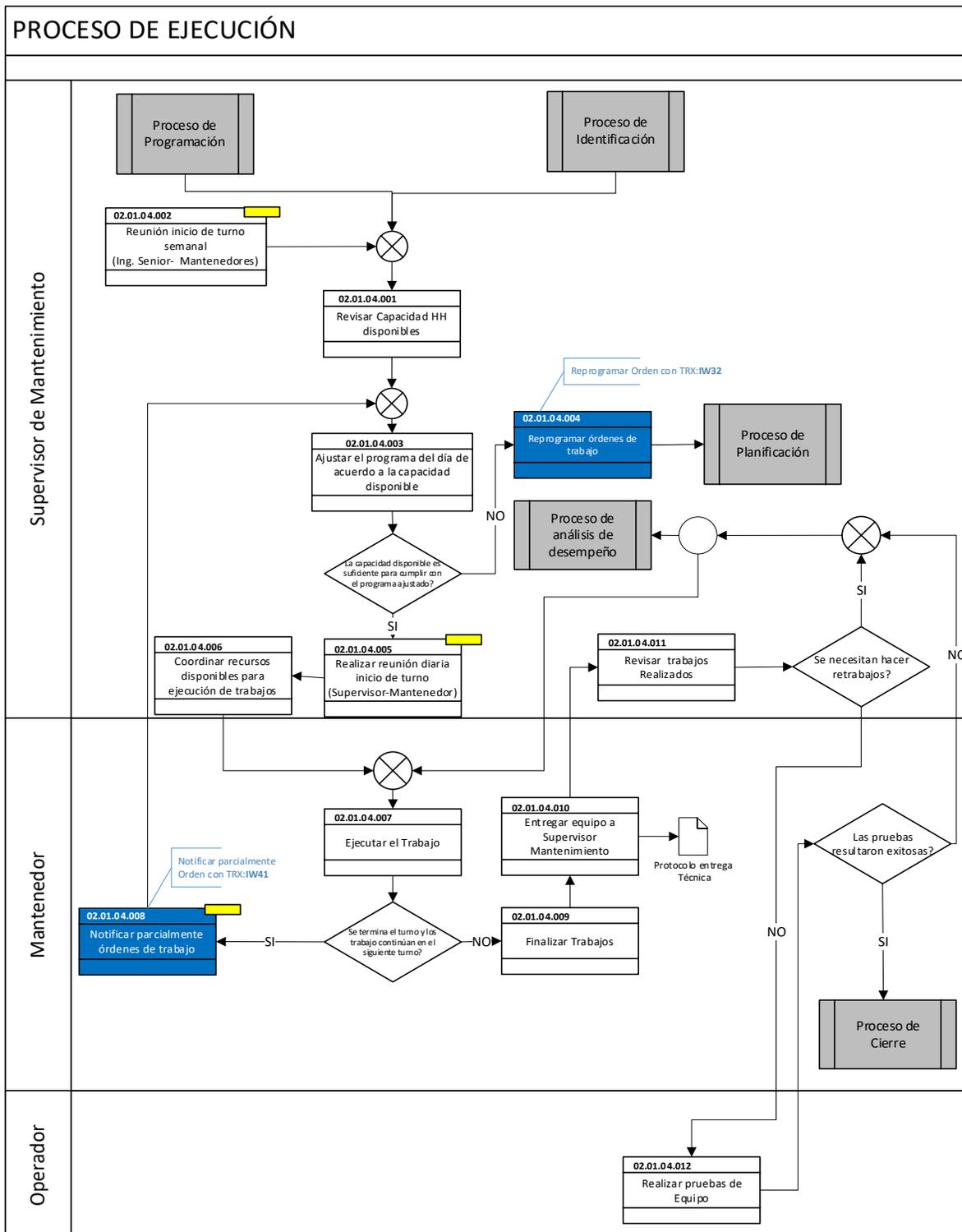
# ANEXO A.2: PROCESO DE PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO



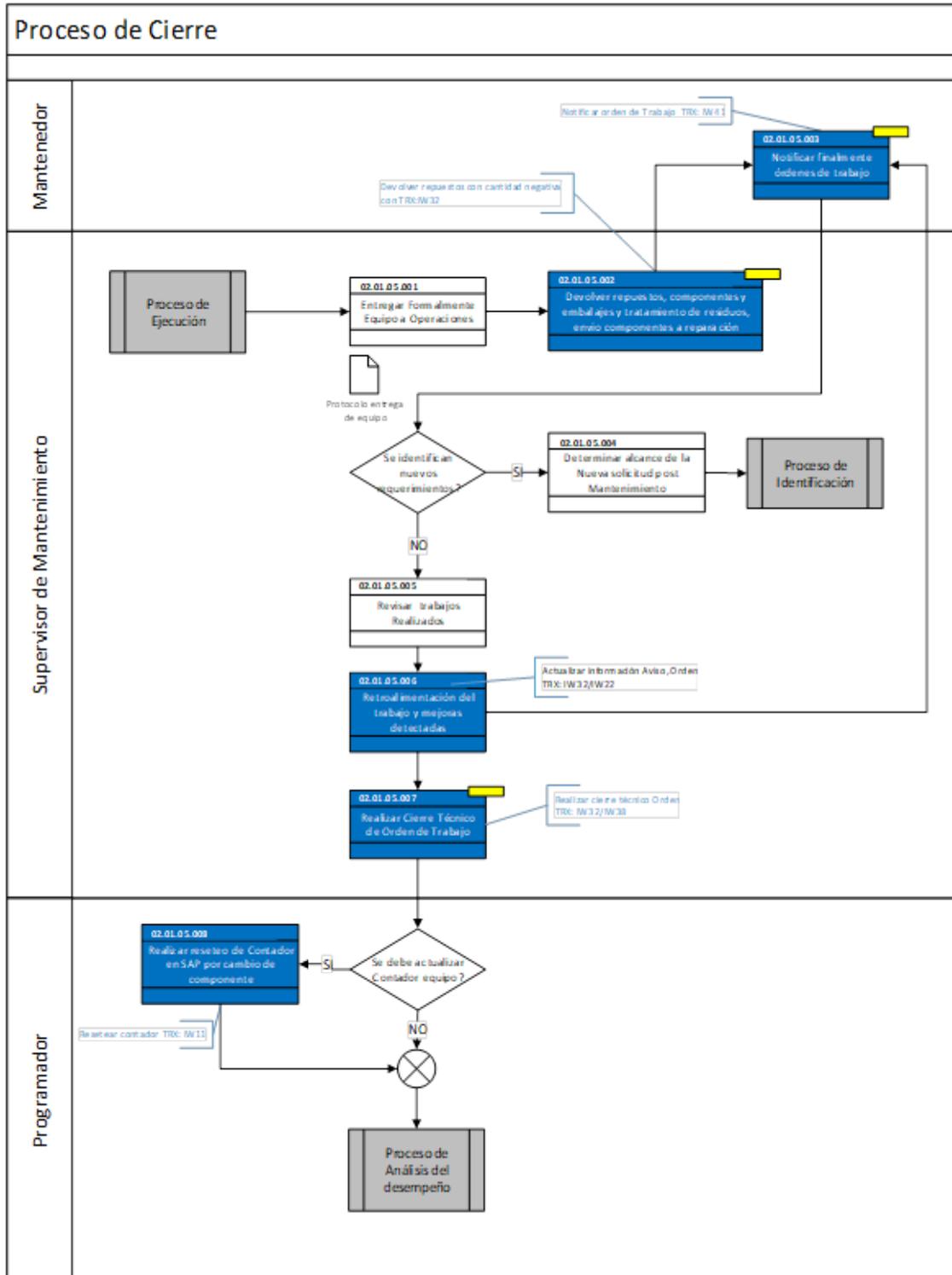
# ANEXO A.3: PROCESO DE PROGRAMACIÓN DEL TRABAJO



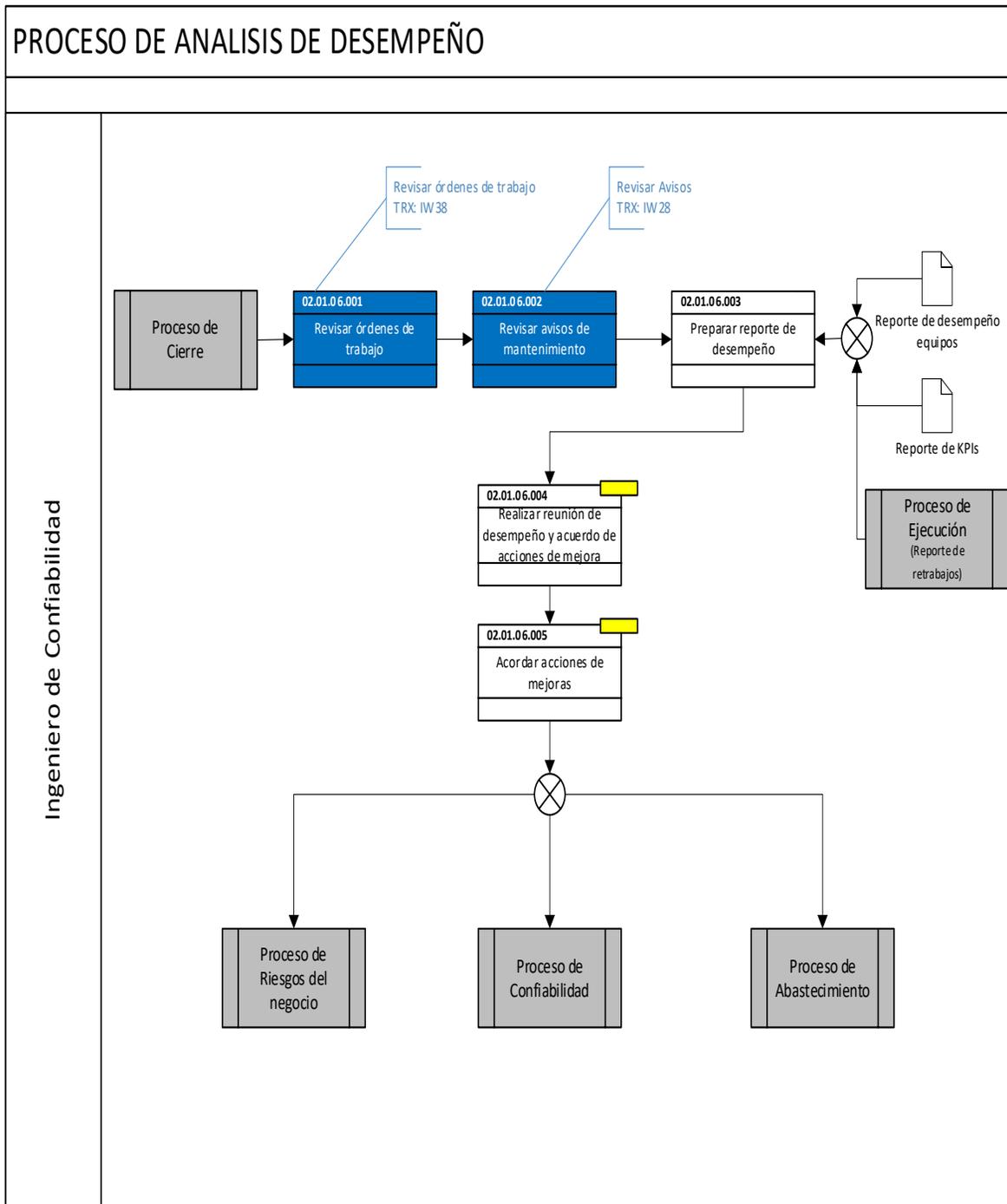
# ANEXO A.4: PROCESO DE EJECUCIÓN DEL TRABAJO



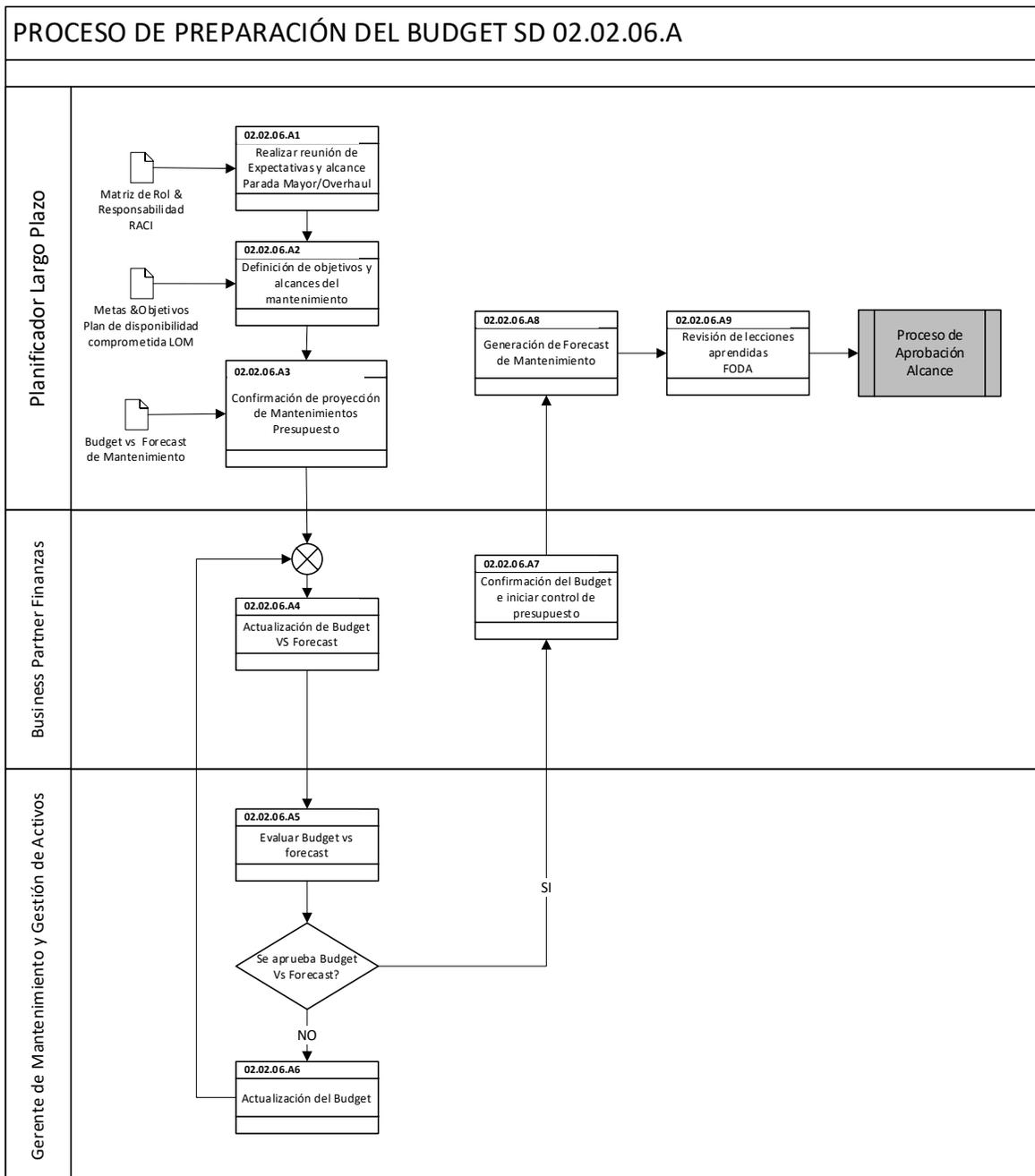
# ANEXO A.5: PROCESO DE CIERRE DEL TRABAJO



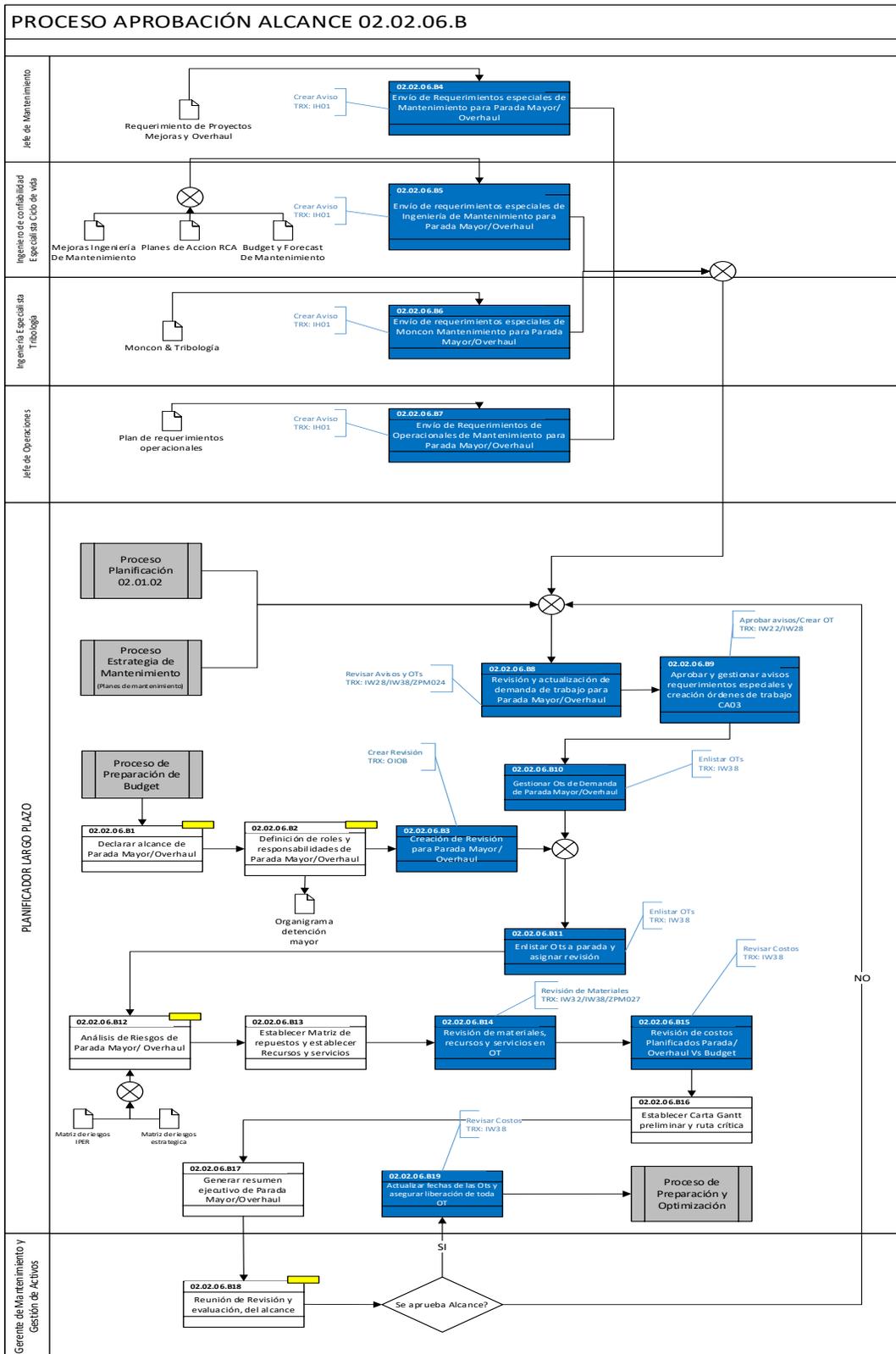
# ANEXO A.6: PROCESO DE ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO



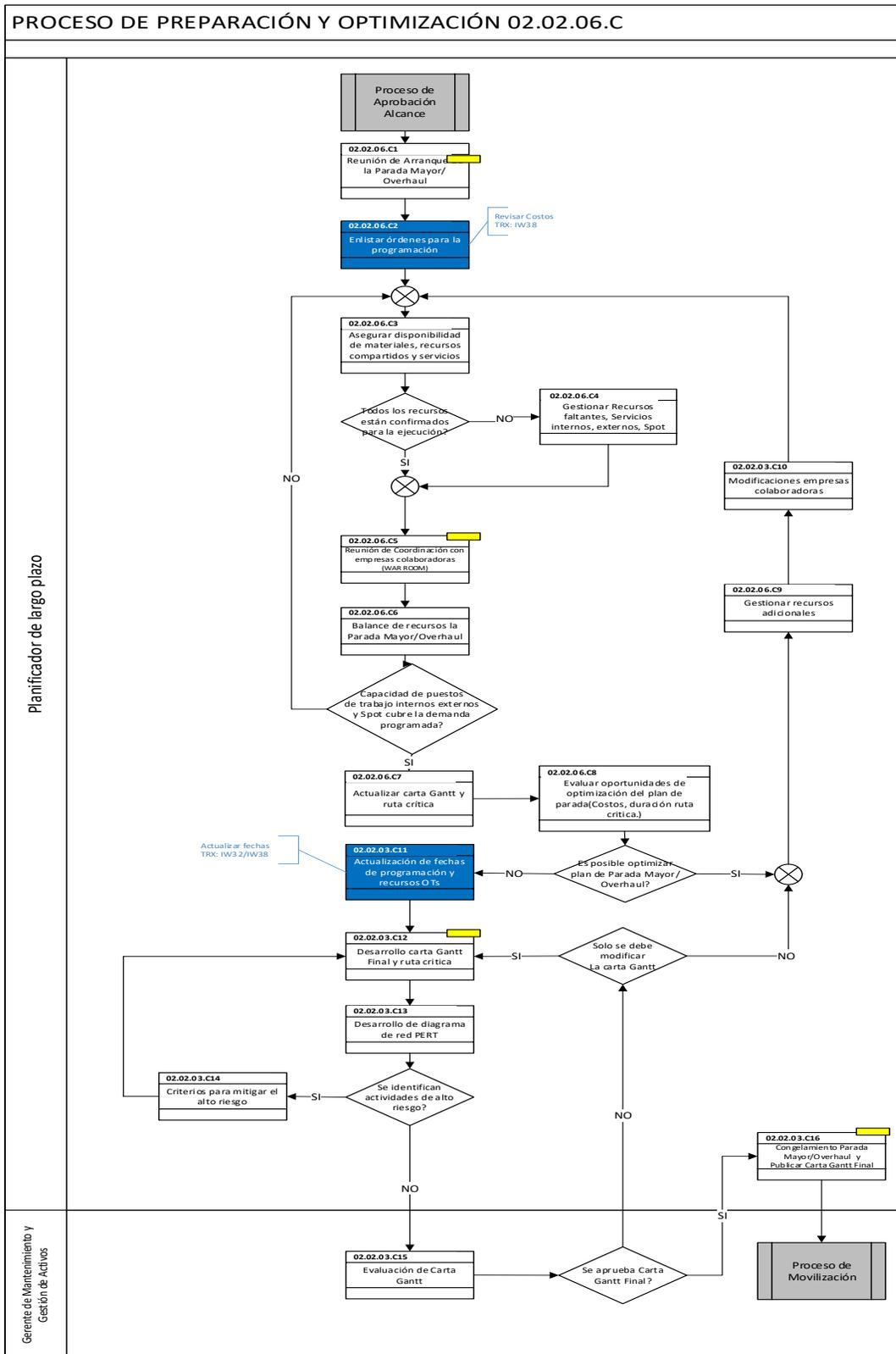
# ANEXO A.7: PROCESO DE PREPARACIÓN DEL BUDGET



# ANEXO A.8: PROCESO DE APROBACIÓN DEL ALCANCE

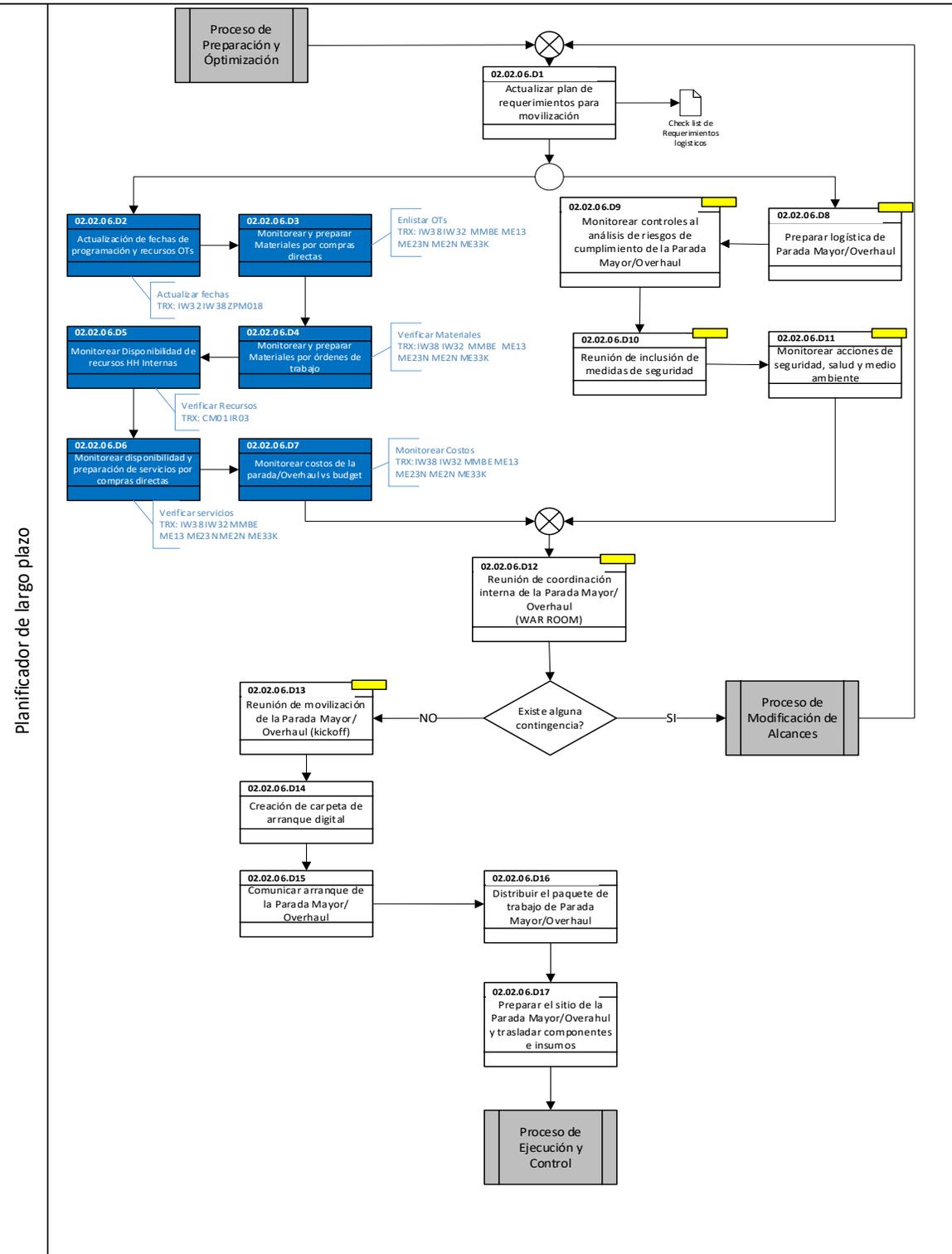


# ANEXO A.9: PROCESO DE PREPARACIÓN Y OPTIMIZACIÓN

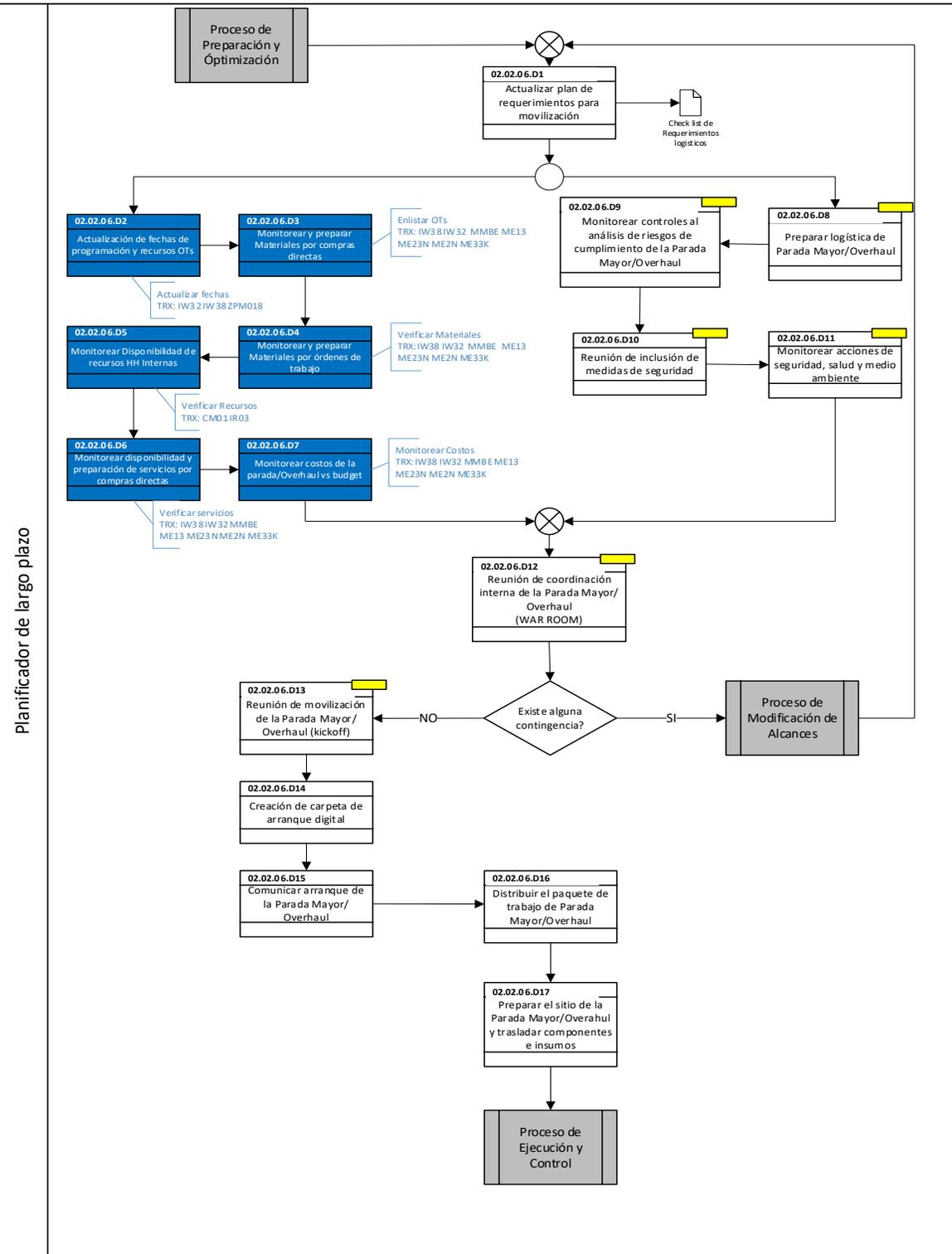




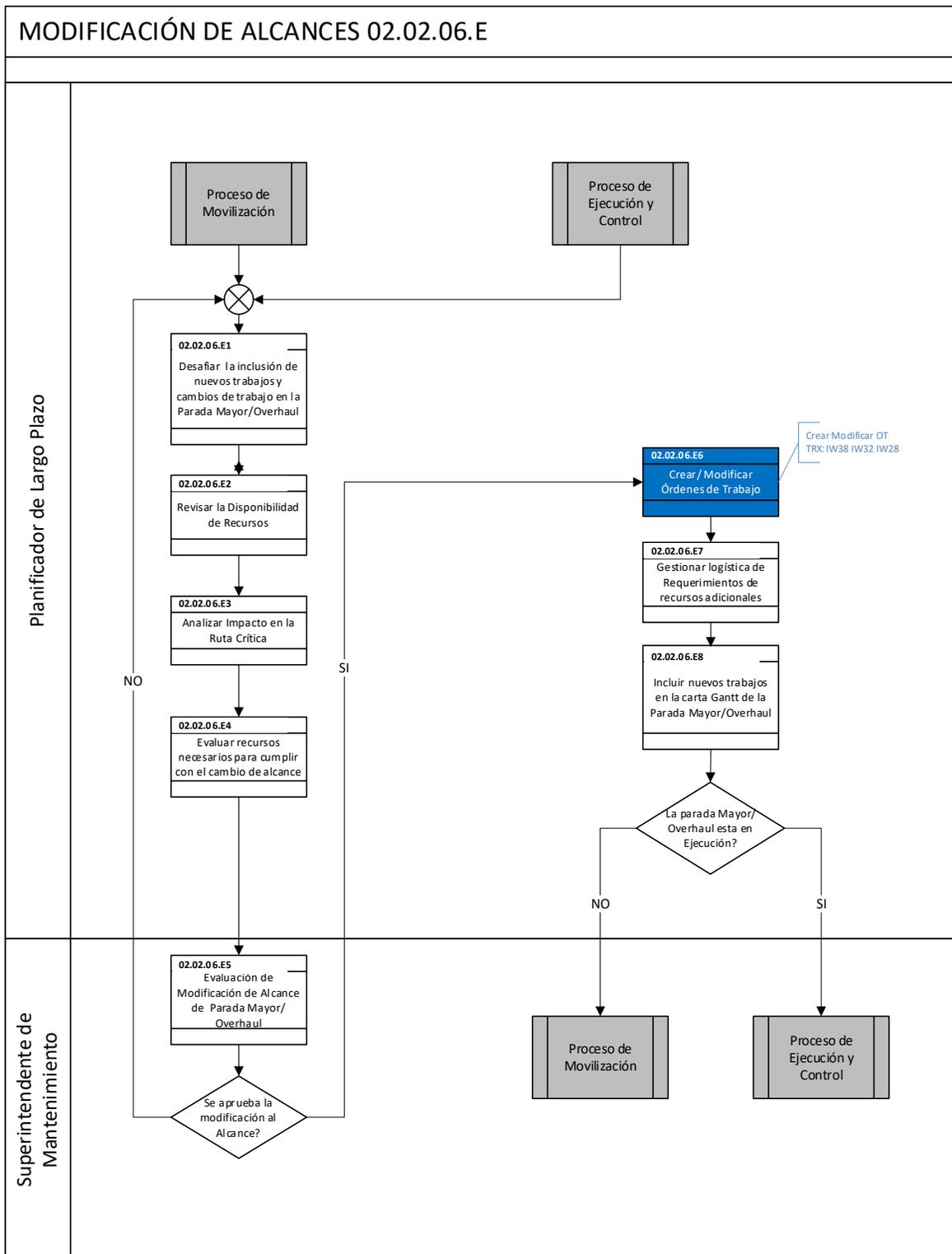
# PROCESO DE MOVILIZACIÓN 02.02.06.D



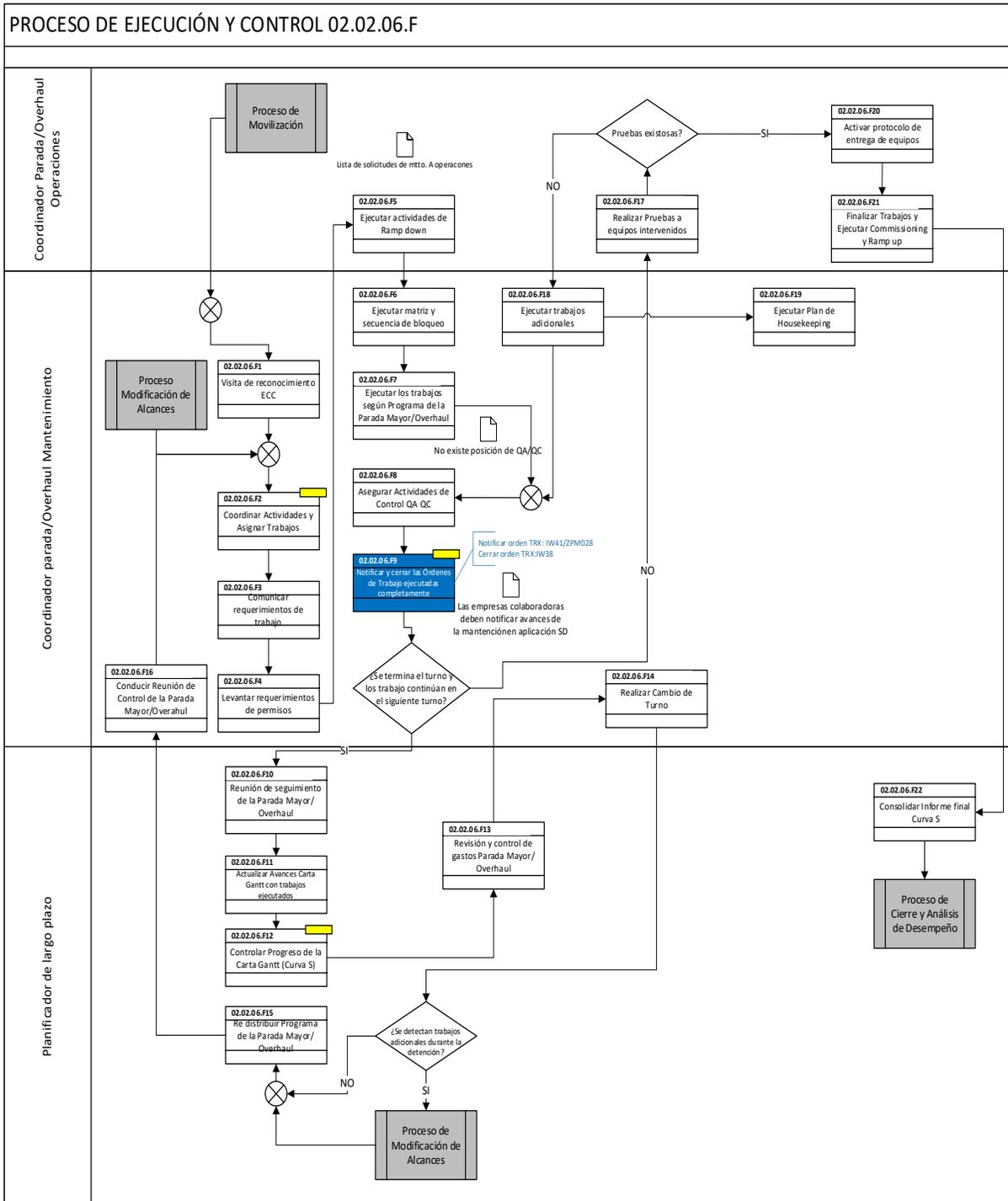
# PROCESO DE MOVILIZACIÓN 02.02.06.D



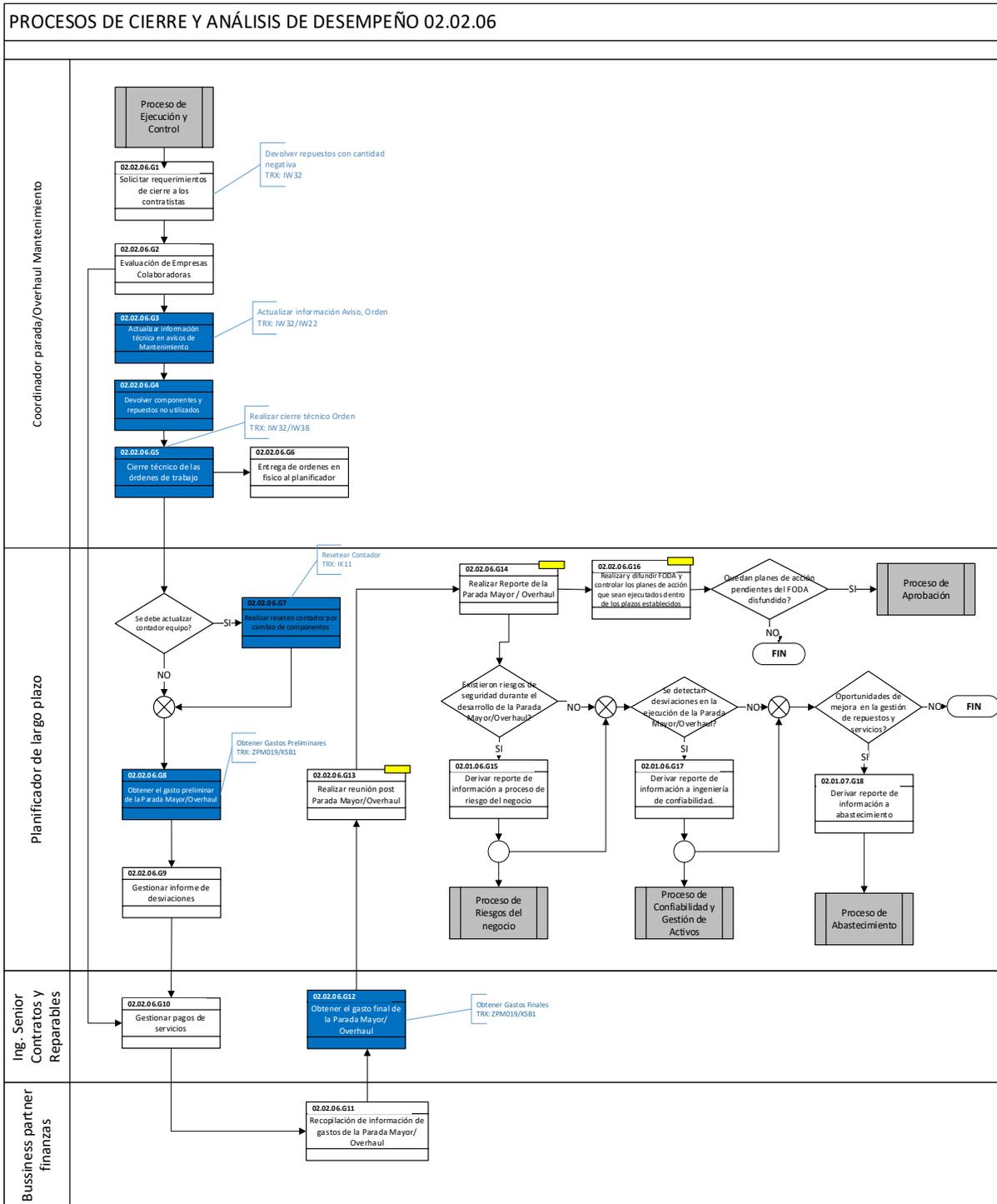
# ANEXO A.11: PROCESO DE MODIFICACIÓN DE ALCANCES



# ANEXO A.12: PROCESO DE EJECUCIÓN Y CONTROL



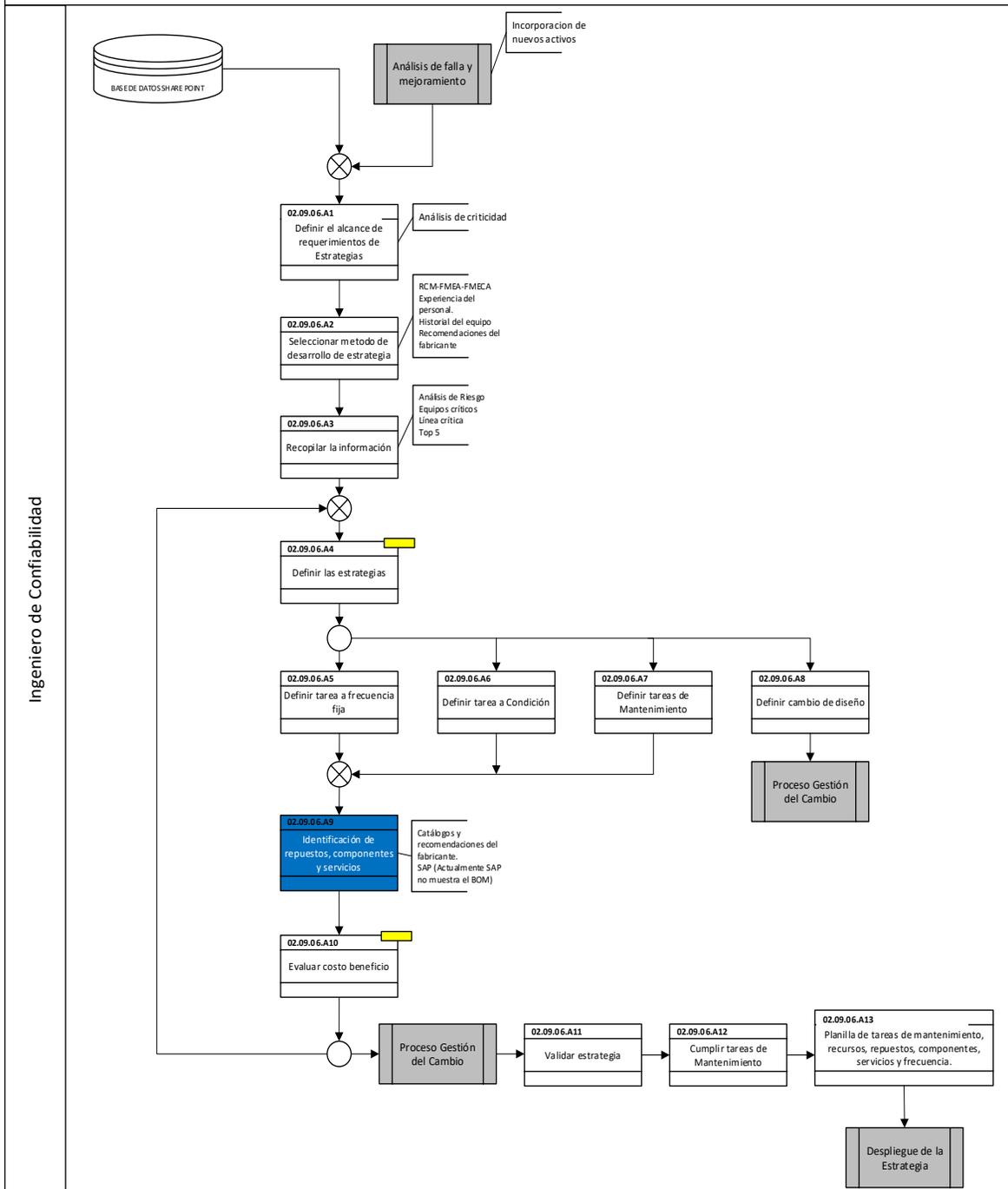
# ANEXO A.13: PROCESO DE CIERRE Y ANÁLISIS DE DESEMPEÑO



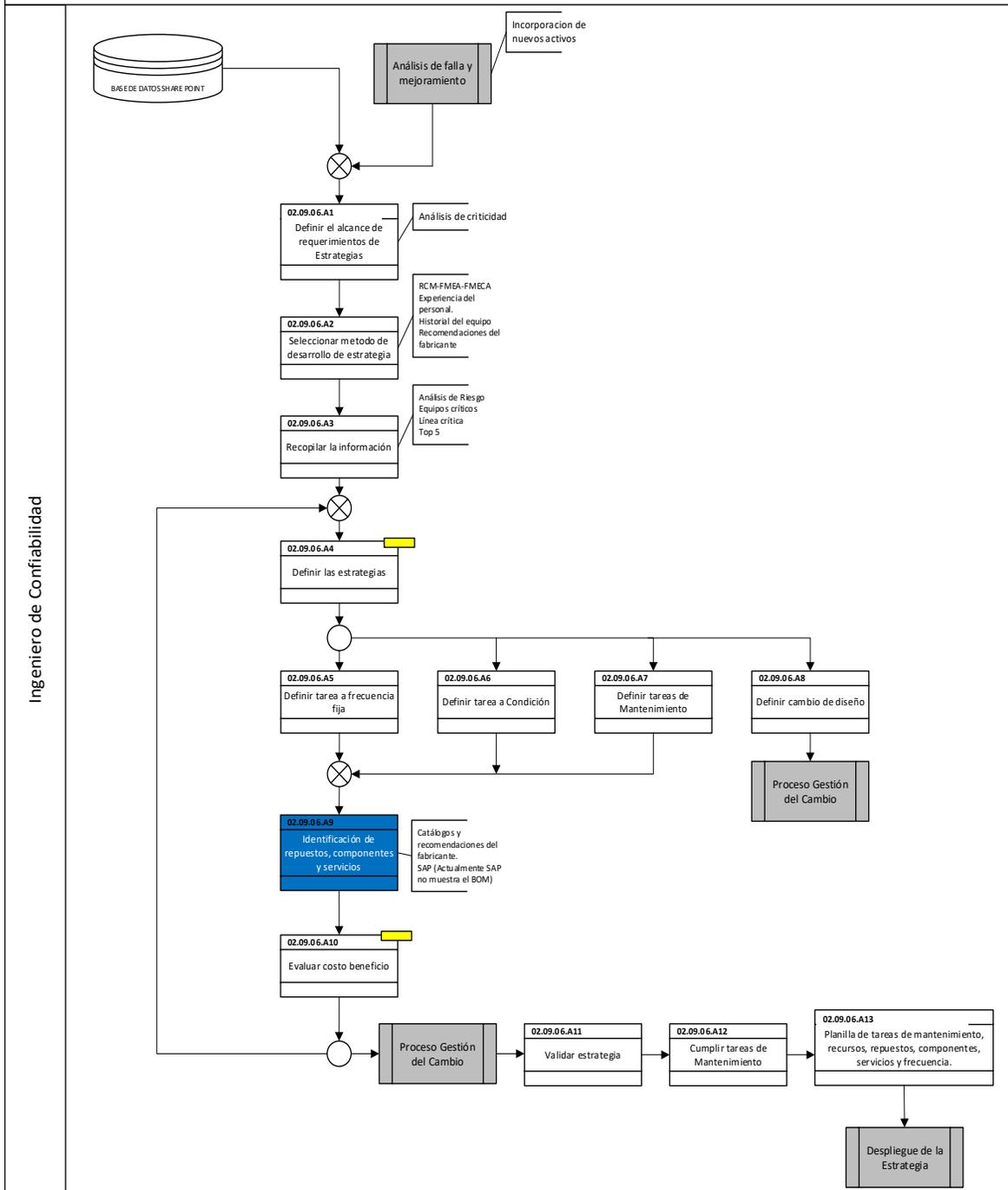


# ANEXO A.15: PROCESO DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA

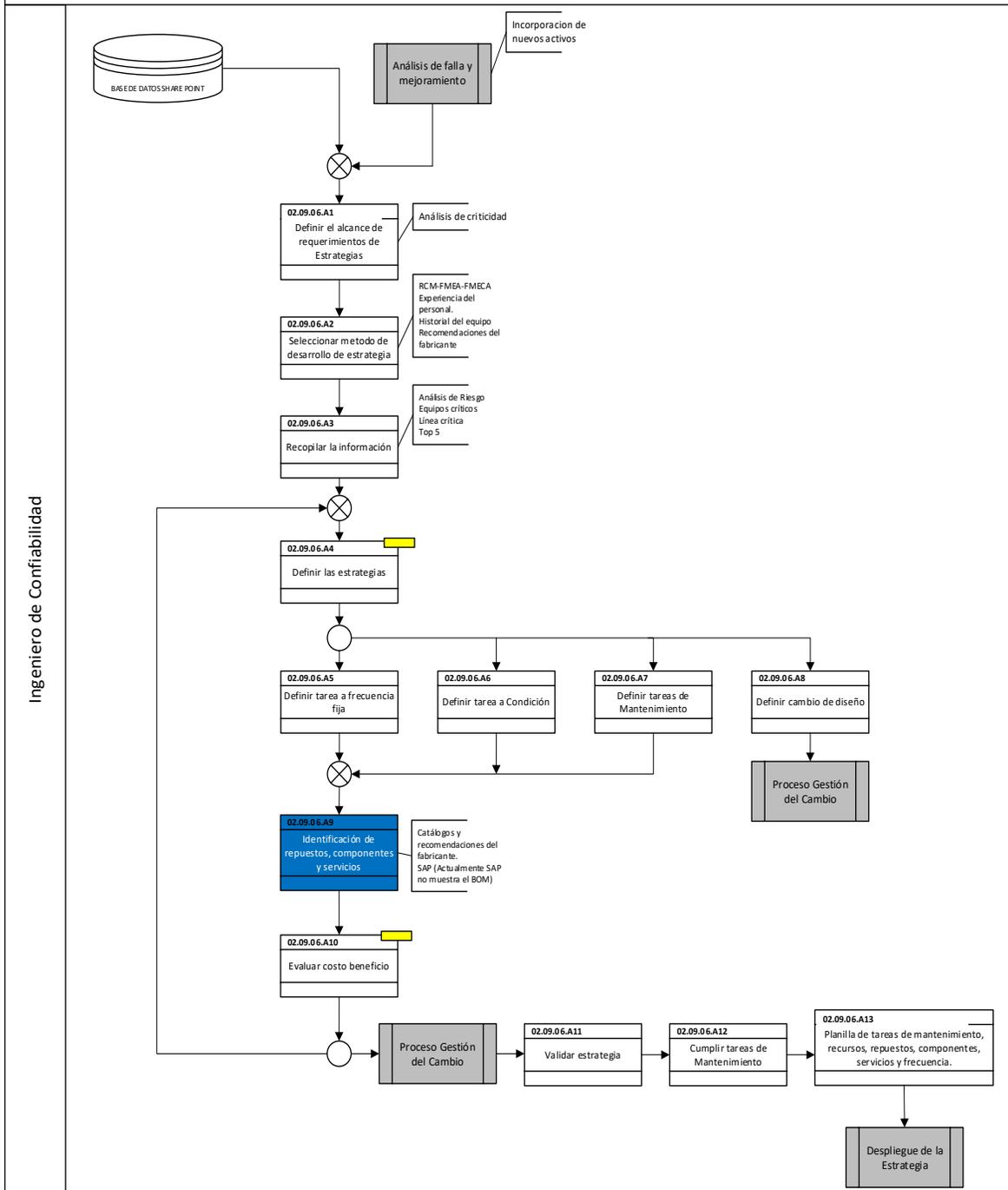
## Desarrollo de Estrategia 02.09.06.A



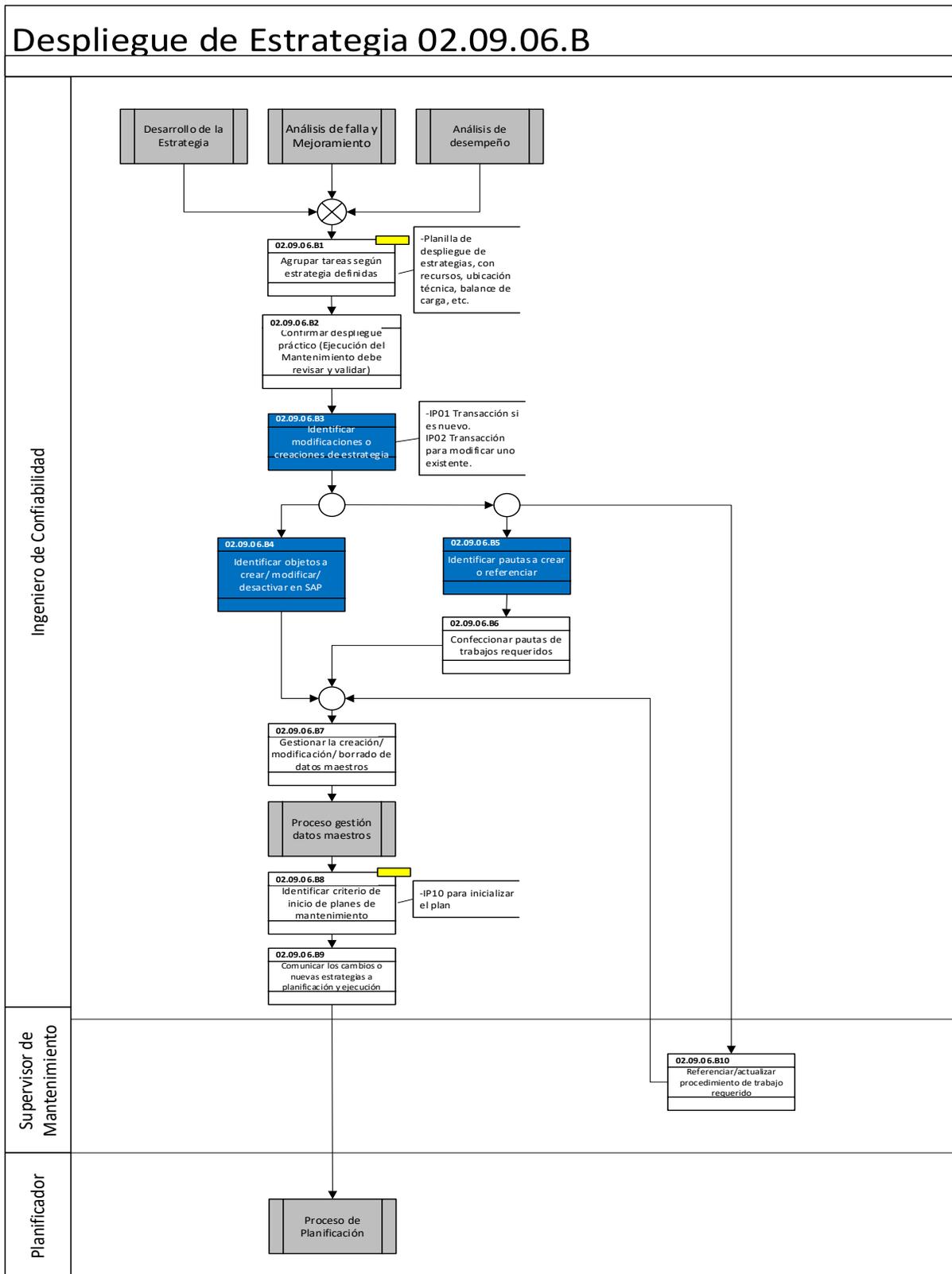
# Desarrollo de Estrategia 02.09.06.A



# Desarrollo de Estrategia 02.09.06.A



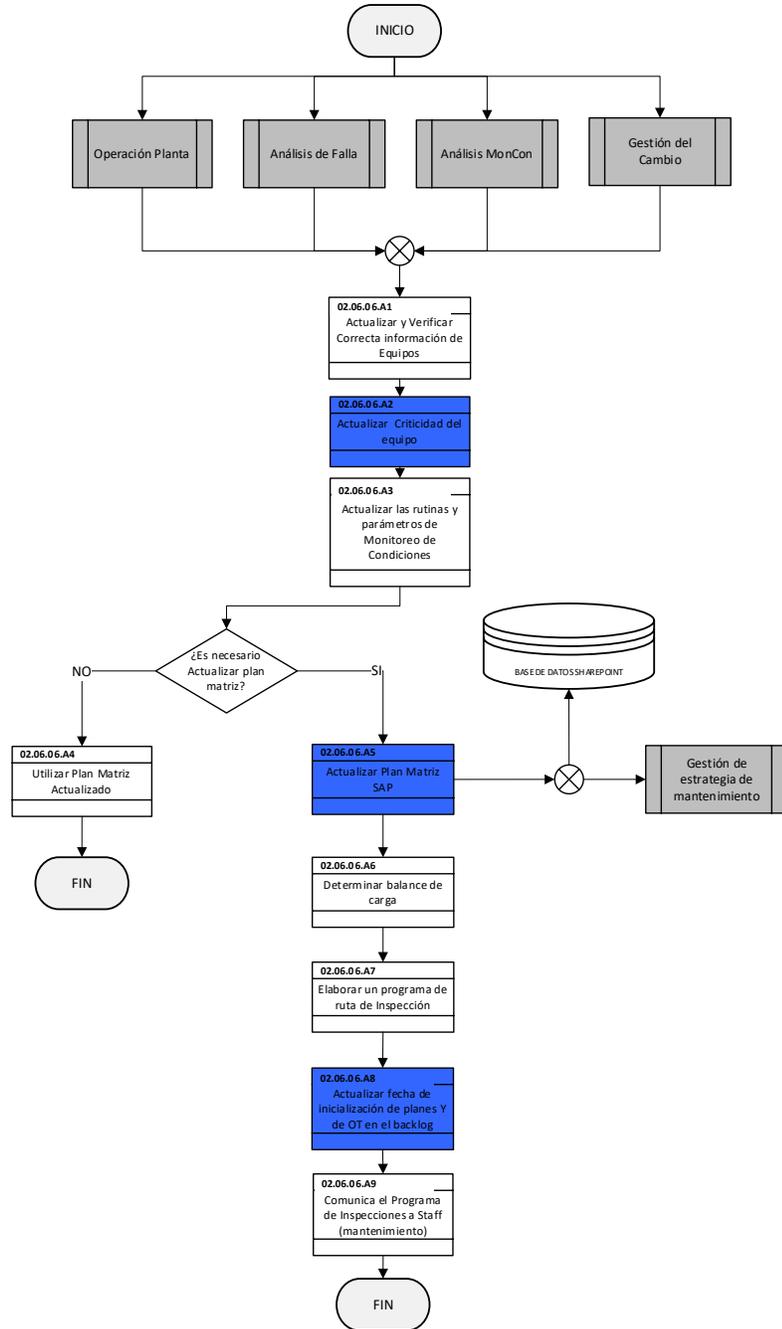
# ANEXO A.16: PROCESO DESPLIEGUE DE LA ESTRATEGIA



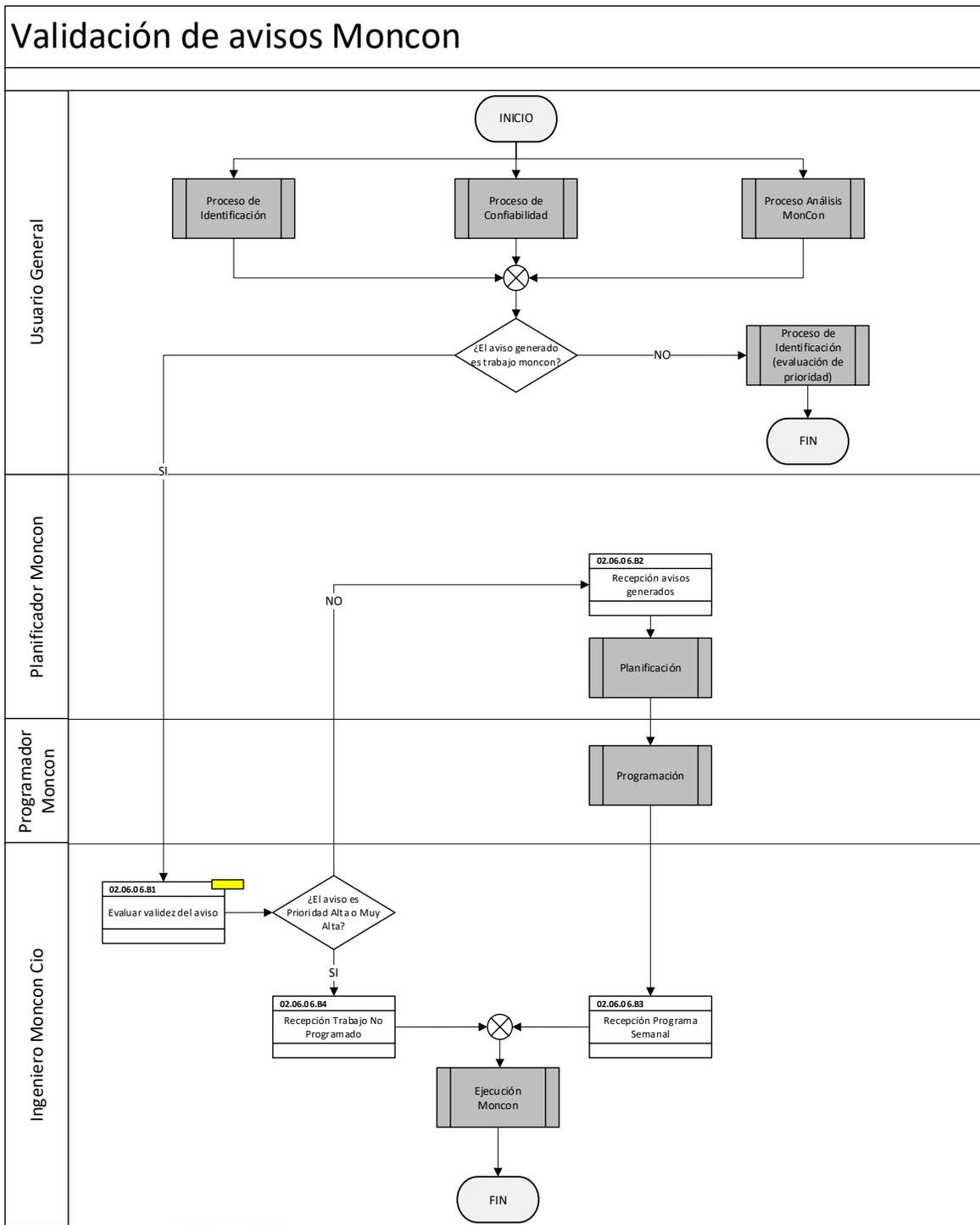
ANEXO A.17: PROCESO ESTRATEGIA DE MONCON

Estrategia Moncon

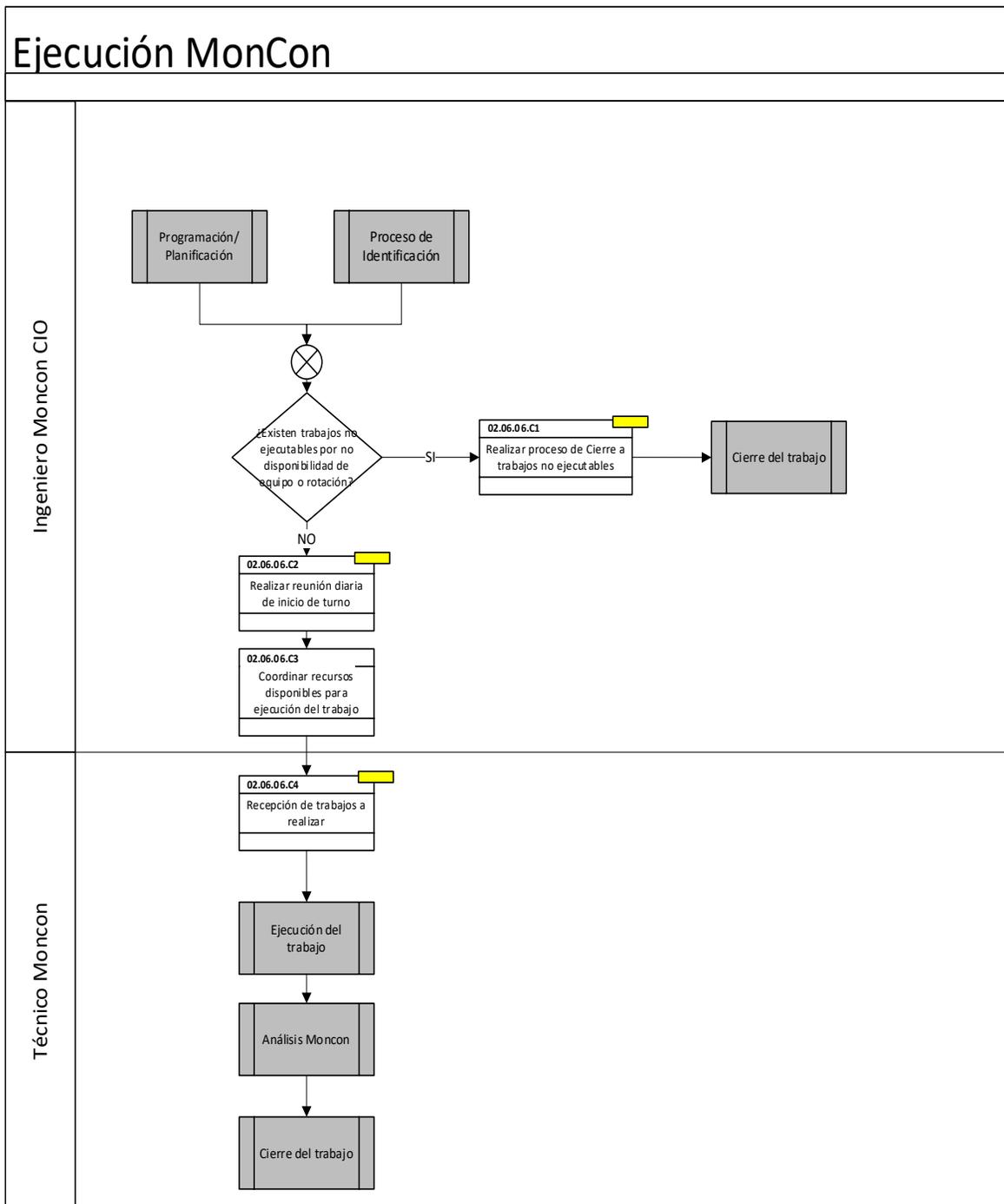
Ingeniero de Confiabilidad



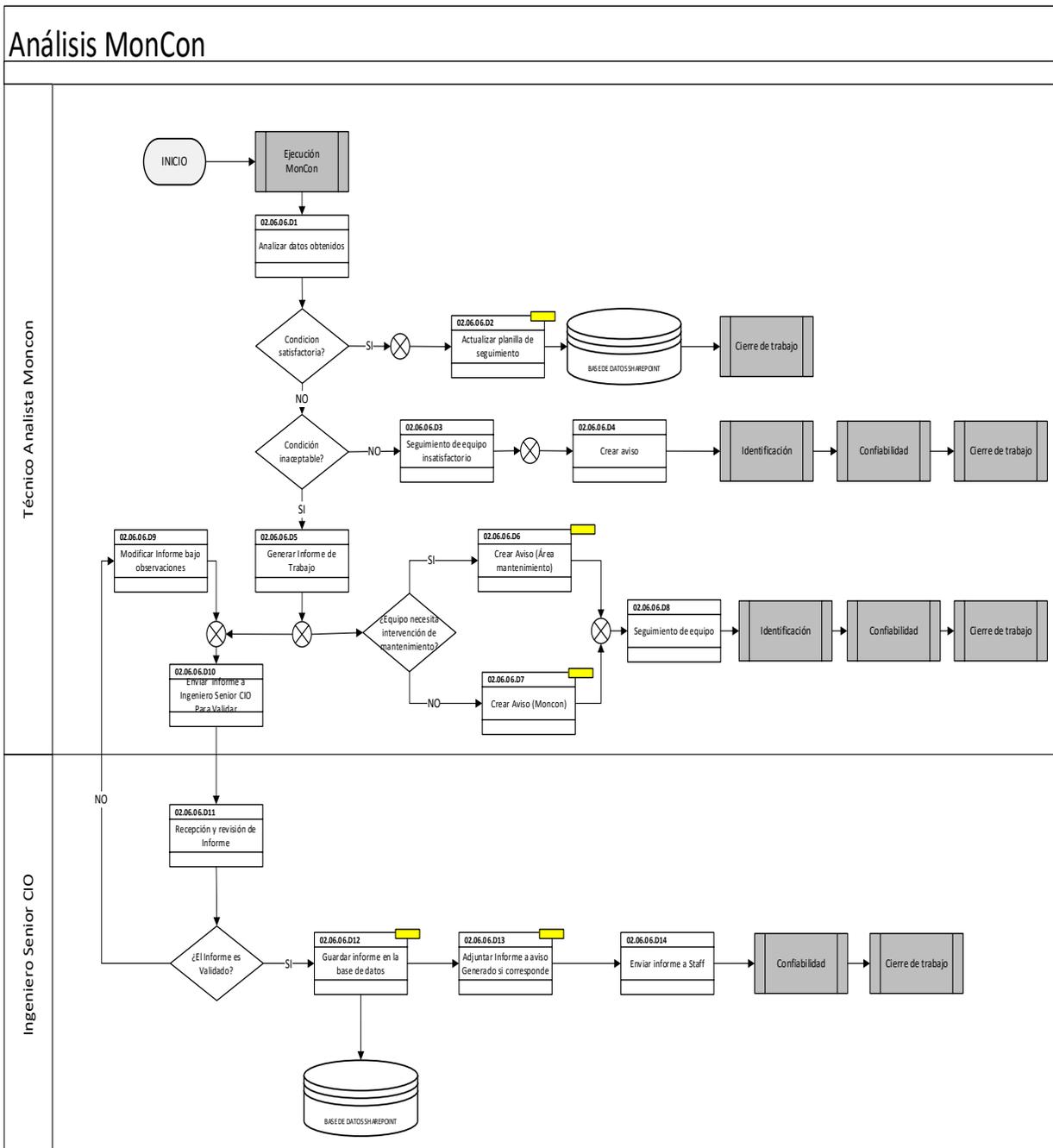
# ANEXO A.18: PROCESO VALIDACIÓN DE AVISOS DE MONCON



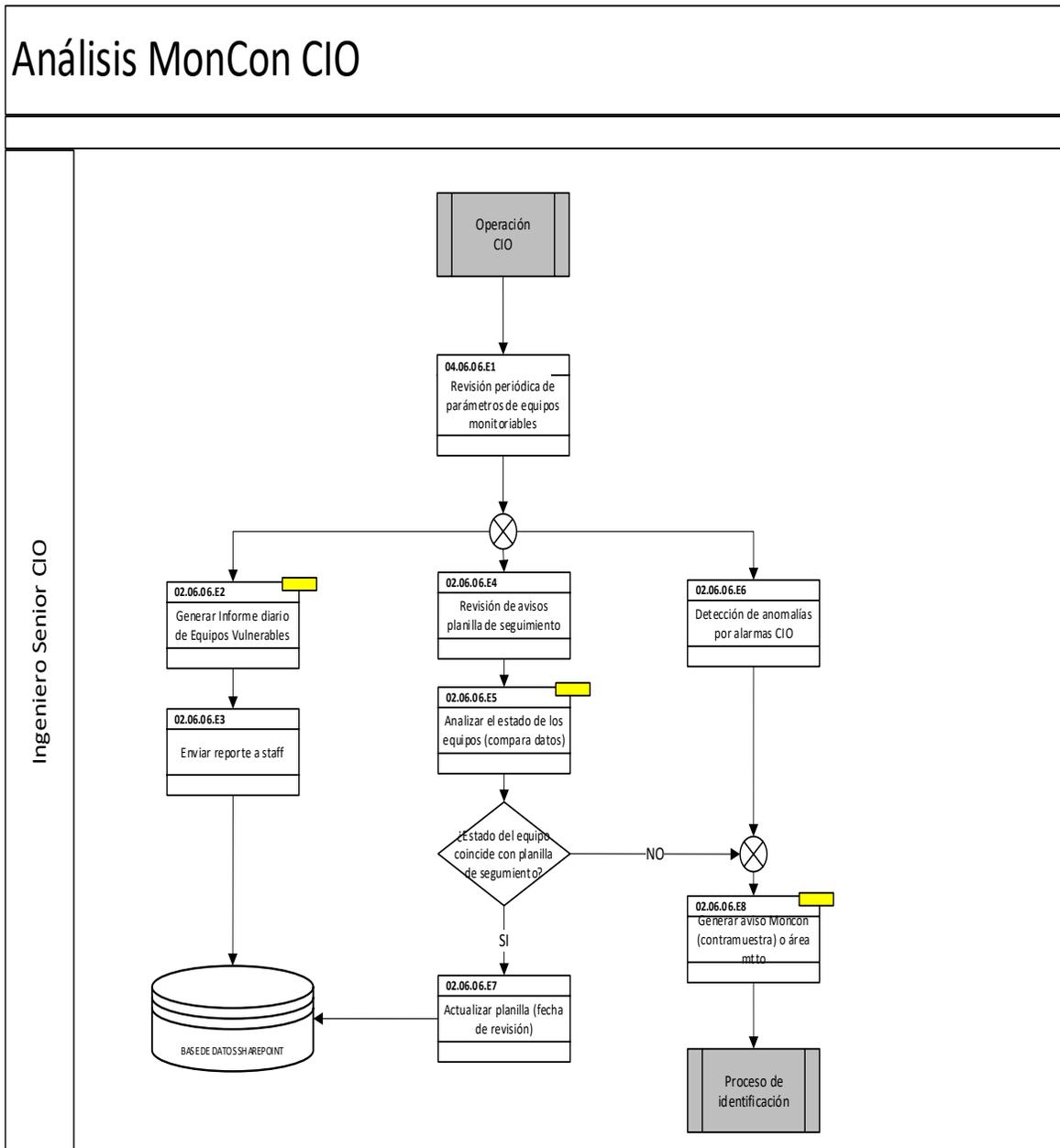
ANEXO A.19: PROCESO DE EJECUCIÓN MONCON



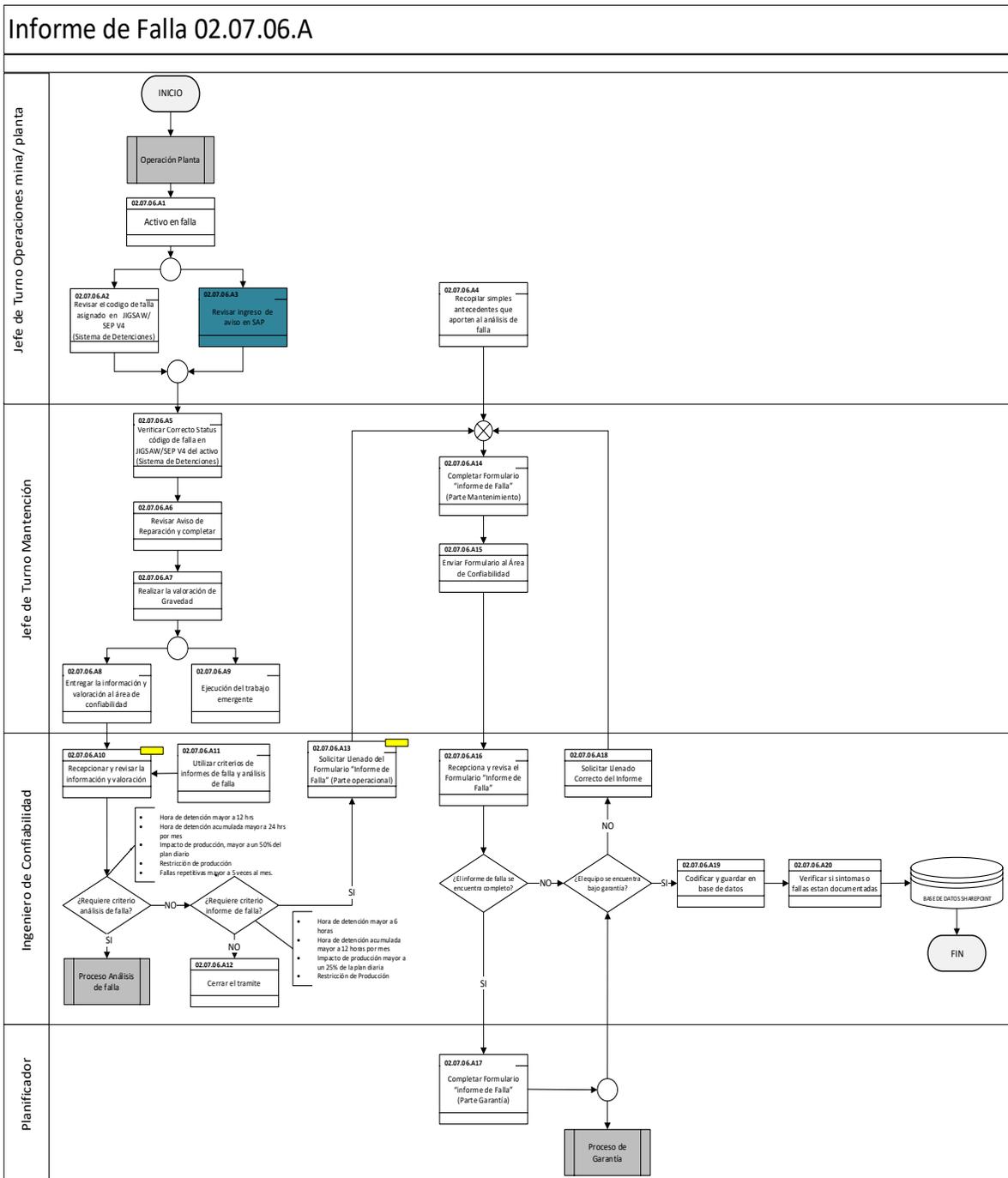
# ANEXO A.20: PROCESO ANÁLISIS DE MONCON



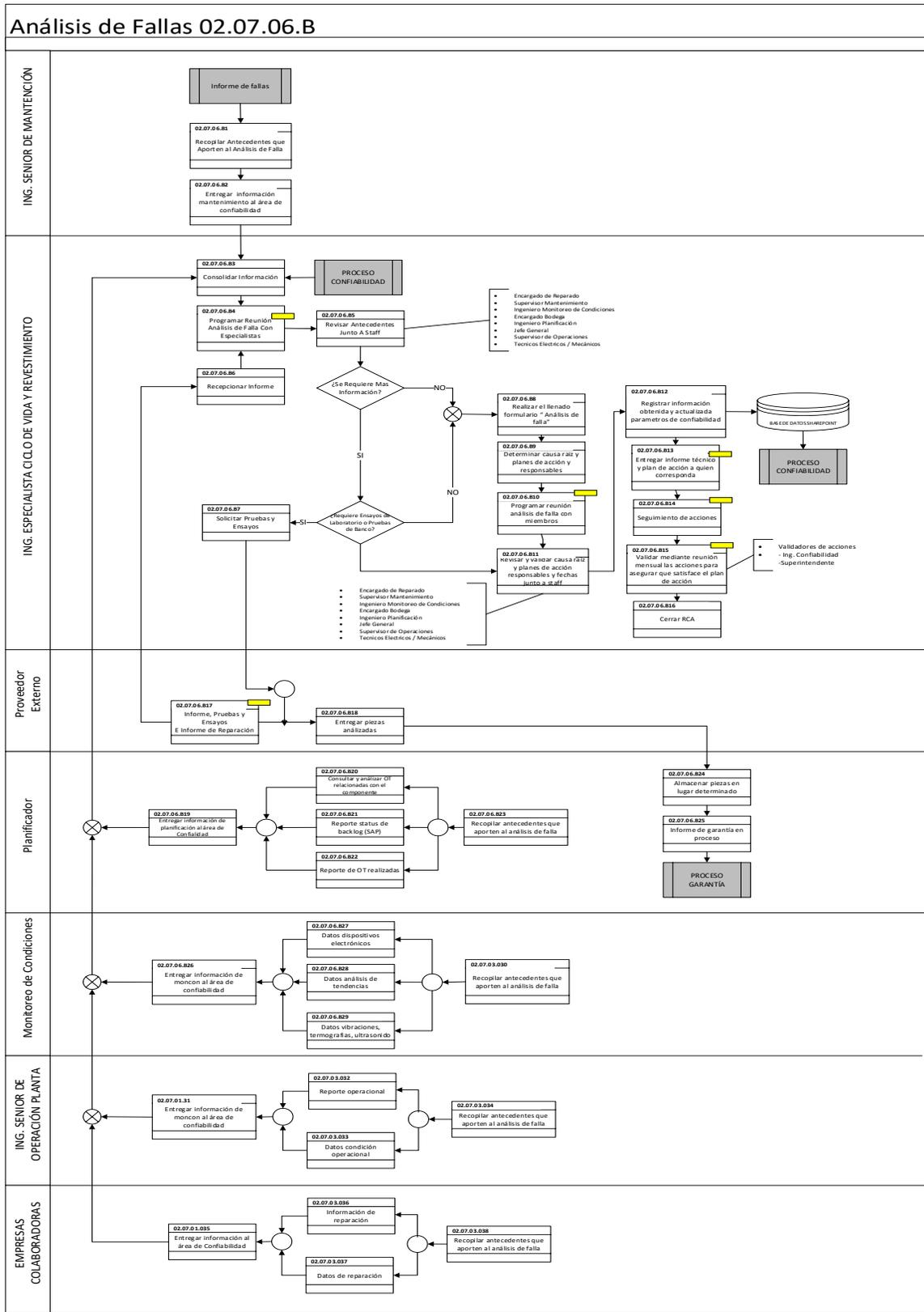
# Análisis MonCon CIO



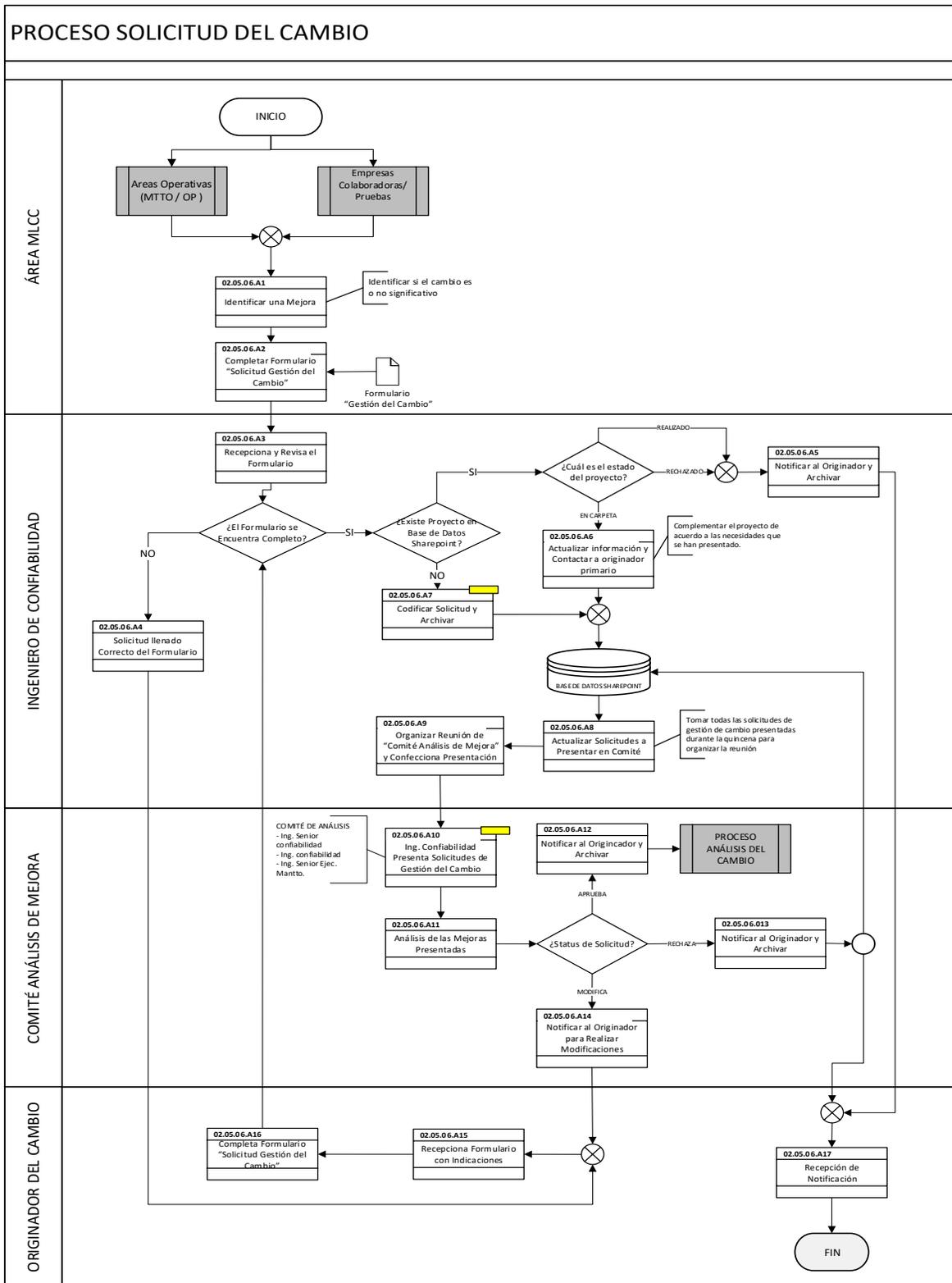
# ANEXO A.22: PROCESO INFORME DE FALLA



# ANEXO A.23: PROCESO ANÁLISIS DE FALLA

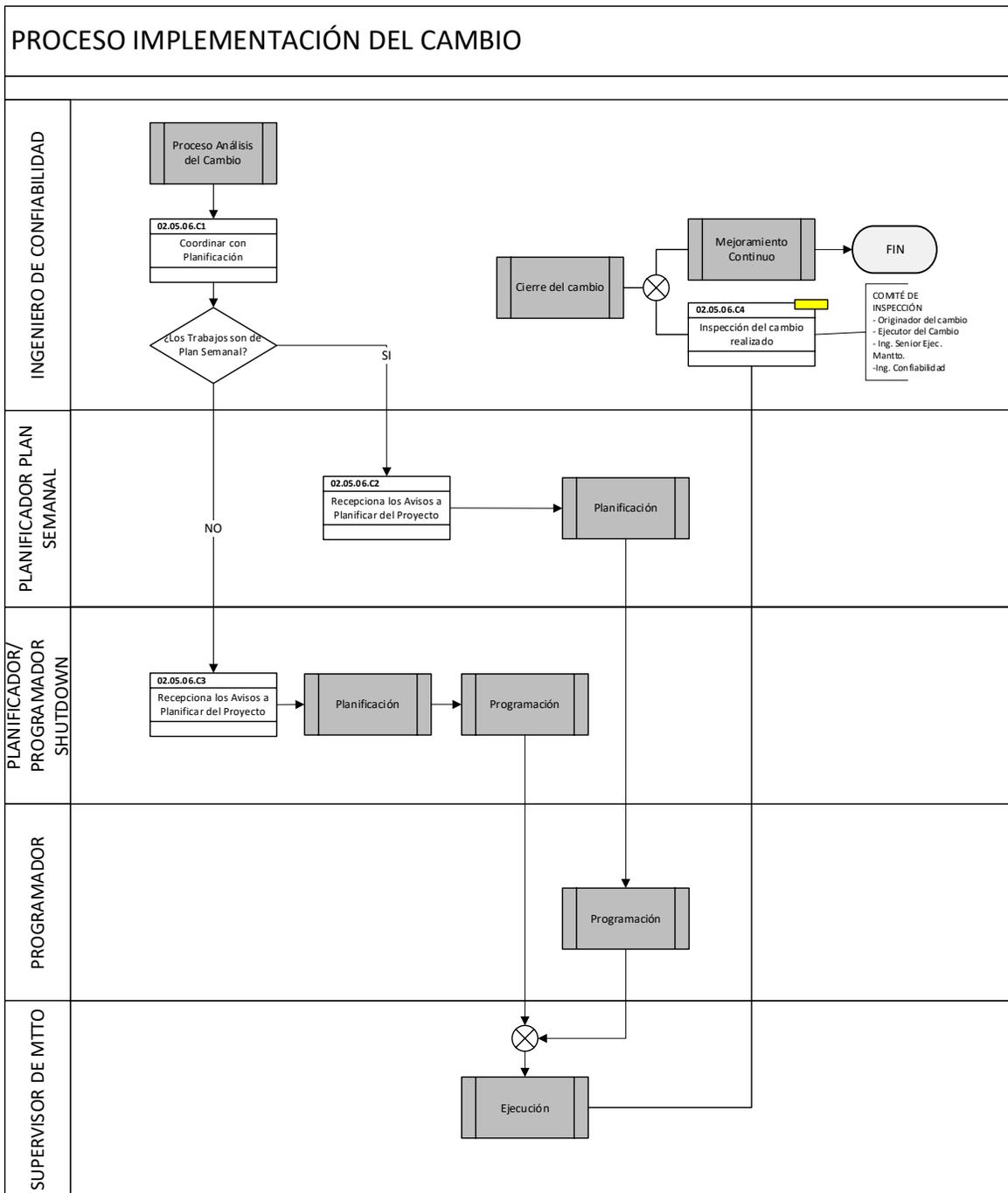


# ANEXO A.24: PROCESO SOLICITUD DEL CAMBIO





# ANEXO A.26: PROCESO IMPLEMENTACIÓN DEL CAMBIO



## ANEXO B: IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES

 <b>FICHA TECNICA DE MEDICION Y SEGUIMIENTO DE INDICADORES</b>				
INFORMACION GENERAL				
NOMBRE DEL INDICADOR	PROCESO		TENDENCIA FAVORABLE	
Avisos atrasados Seguridad y Medio Ambiente	Identificación / Planificación / Ejecución		Decreciente	
DEFINICION DEL INDICADOR				
Calcula la cantidad de avisos de mantenimiento de seguridad y MA abiertos que no han sido tratados en 7 días o más v/s el total de avisos de mantenimiento abiertos. Los avisos abiertos atrasados ya sea por falta de aprobación o rechazo, y por falta de orden de mantenimiento ya asignada.				
OBJETIVOS DEL INDICADOR				
Impulsa que los tiempos de respuesta de la Ejecución y Planificación en gestionar los avisos de seguridad y MA, estén dentro de un marco satisfactorio de rendimiento, que se expresa en un umbral máximo de avisos no tratados en forma porcentual.				
FORMULA	FRECUENCIA	META	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE MEDICIÓN
$\text{Avisos atrasados S/MA} = \frac{\sum \text{Avisos sin tratamiento S/MA} > (1,7,60) \text{ días de su creación}}{\sum \text{Total de avisos abiertos S/MA}} \times 100\%$	Semanal	15%	Porcentaje	0-100%
VARIABLES			FUENTE DE LA INFORMACION	
<b>Avisos sin tratamiento S/MA;</b> Son aquellos con Status Sistema sea MEAB, METR, <>ORAS y con días de atraso superior a (>1 día para Priridad 1, >7 Días Prioridad 2 y 3 Y >60 Prioridad 4, cuya clasificación sea 110 y 180 <b>Avisos abiertos S/MA;</b> Son todos aquellos con Status Sistema sea <> MECE y cuya clasificación sea 110 y 180			Avisos de mantenimiento de SAP PM	
ALCANCE		RESPONSABLE		
Gerencia Gestión Activos y Mantenimiento		Jefe de Mantenimiento / Planificador de Mantenimiento		

 <b>FICHA TECNICA DE MEDICION Y SEGUIMIENTO DE INDICADORES</b>				
INFORMACION GENERAL				
NOMBRE DEL INDICADOR	PROCESO		TENDENCIA FAVORABLE	
Avisos atrasados	Identificación / Planificación / Ejecución		Decreciente	
DEFINICION DEL INDICADOR				
Calcula la cantidad de avisos de mantenimiento abiertos que no han sido tratados en 7 días o más v/s el total de avisos de mantenimiento abiertos. Los avisos abiertos atrasados ya sea por falta de aprobación o rechazo, y por falta de orden de mantenimiento ya asignada.				
OBJETIVOS DEL INDICADOR				
Impulsa que los tiempos de respuesta de la Ejecución y Planificación en gestionar los avisos, estén dentro de un marco satisfactorio de rendimiento, que se expresa en un umbral máximo de avisos no tratados en forma porcentual.				
FORMULA	FRECUENCIA	META	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE MEDICIÓN
$\text{Avisos atrasados} = \frac{\sum \text{Avisos sin tratamiento} > (1,7,60) \text{ días de su creación}}{\sum \text{Total de avisos abiertos}} \times 100\%$	Semanal	15%	Porcentaje	0-100%
VARIABLES			FUENTE DE LA INFORMACION	
<b>Avisos sin tratamiento;</b> Son aquellos con Status Sistema sea MEAB, METR, <>ORAS y con días de atraso superior a (>1 día para Priridad 1, >7 Días Prioridad 2 y 3 Y >60 Prioridad 4. <b>Avisos abiertos;</b> Son todos aquellos con Status Sistema sea <> MECE.			Avisos de Mantenimiento de SAP PM	
ALCANCE		RESPONSABLE		
Gerencia Gestión Activos y Mantenimiento		Jefe de Mantenimiento / Planificador de mantenimiento		

INFORMACION GENERAL				
NOMBRE DEL INDICADOR	PROCESO		TENDENCIA FAVORABLE	
Órdenes atrasadas	Planificación / Programación		Decreciente	
DEFINICION DEL INDICADOR				
Calcula la cantidad de órdenes de mantenimiento abiertas que no han sido terminada su ejecución en 7 días o más desde su fecha de inicio v/s el total de órdenes de mantenimiento abiertas.				
OBJETIVOS DEL INDICADOR				
Impulsa que los tiempos de respuesta de la ejecución en realizar las ordenes, estén dentro de un marco satisfactorio de rendimiento, que se expresa en forma porcentual.				
FORMULA	FRECUENCIA	META	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE MEDICIÓN
$\text{Órdenes atrasadas} = \frac{\sum \text{Órds abiertas} > (1,760) \text{ días desde fecha de inicio o creación}}{\sum \text{Total de órdenes abiertas}} \times 100\%$	Semanal	15%	Porcentaje	0-100%
VARIABLES			FUENTE DE LA INFORMACION	
<b>Órdenes abiertas;</b> Son aquellas del tipo CA01, CA02 y CA03 cuyo Status Sistema <> CTEC / CERR y con días de atraso superior a la fecha de inicio >7 para CA01 y fecha de creación para las CA02 y CA03. <b>Total Ordenes abiertas;</b> Son aquellas del tipo CA01, CA02 y CA03 cuyo Status Sistema <> CTEC / CERR			Órdenes de Mantenimiento de SAP PM	
ALCANCE		RESPONSABLE		
Gerencia Gestión Activos y Mantenimiento		Jefe de Mantenimiento		

INFORMACION GENERAL				
NOMBRE DEL INDICADOR	PROCESO		TENDENCIA FAVORABLE	
Cumplimiento programa semanal (Horas-Hombre)	Ejecución		Creciente	
DEFINICION DEL INDICADOR				
Medida de adherencia a la programación semanal de mantenimiento expresada como el porcentaje total del tiempo disponible para programación versus las ejecutadas.				
OBJETIVOS DEL INDICADOR				
Identificar la efectividad del proceso de programación de mantenimiento.				
FORMULA	FRECUENCIA	META	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE MEDICIÓN
$\text{Cum. Prog} = \frac{\text{HH programadas ejecutadas}}{\text{HH totales programadas en la semana}} \times 100\%$	Semanal	90%	Porcentaje	0% - 100%
VARIABLES			FUENTE DE LA INFORMACION	
<b>HH programadas ejecutadas;</b> Cantidad de HH notificadas en Ordenes del Plan Semanal <b>HH totales programadas en la semana;</b> Cantidad de HH en Ordenes del Plan Semanal			Ordenes de mantenimiento de SAP PM	
ALCANCE		RESPONSABLE		
Gerencia Gestión Activos y Mantenimiento		Jefe de Mantenimiento		

 <b>FICHA TECNICA DE MEDICION Y SEGUIMIENTO DE INDICADORES</b>					
INFORMACION GENERAL					
NOMBRE DEL INDICADOR		PROCESO		TENDENCIA FAVORABLE	
Cumplimiento plan matriz (PMPdM)		Planificación		Creciente	
DEFINICION DEL INDICADOR					
Revisión de Ordenes de trabajo de mantenimiento preventivo (PM) y predictivo (PdM) ejecutados dentro de los criterios pre-establecidos para ejecutar y finalizar el trabajo.					
OBJETIVOS DEL INDICADOR					
Identificar el cumplimiento de ejecución de las ordenes de trabajo de tipo PM y PdM en los tiempos establecidos.					
FORMULA		FRECUENCIA	META	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE MEDICIÓN
$Cump. plan matriz = \frac{OT's\ CA01\ ejecutadas\ en\ el\ periodo}{OT's\ CA01\ tomadas\ en\ el\ periodo} \times 100\%$		Semanal	90%	Porcentaje	0% - 100%
VARIABLES			FUENTE DE LA INFORMACION		
<b>OT's ejecutadas en el periodo;</b> Cantidad de Ordenes CA01 del plan semanal ejecutadas. (Con NOTI y CTEC). <b>OT's tomadas en el periodo;</b> Total de Ordenes CA01 del plan semanal.			Órdenes de mantenimiento de SAP PM		
ALCANCE			RESPONSABLE		
Gerencia Gestión Activos y Mantenimiento			Planificador de Mantenimiento		

 <b>FICHA TECNICA DE MEDICION Y SEGUIMIENTO DE INDICADORES</b>					
INFORMACION GENERAL					
NOMBRE DEL INDICADOR		PROCESO		TENDENCIA FAVORABLE	
Adherencia al programa		Ejecución		Creciente	
DEFINICION DEL INDICADOR					
Busca conocer que tan ajustado esta las HH disponible programadas vs lo realizado en el plan semanal. (El Cumplimiento debe ser lo mas cercanoa los programado o igual al Target.)					
OBJETIVOS DEL INDICADOR					
Focalizar el esfuerzo de disciplina operacional, en adherir rigurosamente al plan de mantenimiento programado, minimizando las variaciones de dicha demanda a lo estrictamente necesario.					
FORMULA		FRECUENCIA	META	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE MEDICIÓN
$Adherencia\ programa = \frac{\sum HH\ Notif.\ Prog.}{\sum HH\ Tot.\ Ejec\ Notif.} \times 100\%$		Semanal	90%	Porcentaje	0% - 100%
VARIABLES			FUENTE DE LA INFORMACION		
<b>HH Notificadas programa;</b> Horas Hombre de las OT del Plan semanal, Status sistema NOTI, NOTP. <b>HH Totales ejecutadas notificadas;</b> El Total Horas Hombre ejecutadas en la semana, tanto las del Plan semanal y Emergentes.			Ordenes de mantenimiento de SAP PM		
ALCANCE			RESPONSABLE		
Gerencia Gestión Activos y Mantenimiento			Jefe de Mantenimiento		

INFORMACION GENERAL				
NOMBRE DEL INDICADOR	PROCESO	TENDENCIA FAVORABLE		
Capacidad Programada	Programación	Creciente		
DEFINICION DEL INDICADOR				
Cantidad de Horas Hombres comprometidas por puesto de trabajo a un programa semanal sobre Horas Hombres Disponibles del mismo puesto de trabajo para el mismo periodo. Capacidad de carga utilizada por puesto de trabajo cuando se congela el plan.				
OBJETIVOS DEL INDICADOR				
Esta métrica provee una perspectiva adicional a los KPI's de Adherencia y Capacidad Programada, proveyendo una medida de la utilización de los ejecutores del mantenimiento en aquel trabajo que fue planificado y programado				
FORMULA	FRECUENCIA	META	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE MEDICIÓN
$Capacidad\ programada = \frac{\sum HH\ programados}{\sum HH\ Capacidad\ disponible} \times 100\%$	Semanal	90%	Porcentaje	0-100%
VARIABLES			FUENTE DE LA INFORMACION	
<b>HH Programadas;</b> HH programadas en el plan semanal. <b>HH Capacidad disponible;</b> HH dotación disponibles por puesto de trabajo preventivo sin incluir dotación de trabajos urgentes, menos las horas hombre administrativas (capacitaciones, reuniones, colación, etc.)			Órdenes de mantenimiento de SAP PM	
ALCANCE		RESPONSABLE		
Gerencia Gestión Activos y Mantenimiento		Programador de Mantenimiento		

INFORMACION GENERAL				
NOMBRE DEL INDICADOR	PROCESO	TENDENCIA FAVORABLE		
Trabajo planificado	Ejecución	Creciente		
DEFINICION DEL INDICADOR				
Cantidad de Horas Hombres reales de trabajo Planificado y Programado ejecutado del plan, sobre el total ejecutado en el mismo periodo.				
OBJETIVOS DEL INDICADOR				
Esta métrica provee una perspectiva adicional a los KPI's de Adherencia y Capacidad Programada, proveyendo una medida de la utilización de los ejecutores del mantenimiento en aquel trabajo que fue planificado y programado.				
FORMULA	FRECUENCIA	META	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE MEDICIÓN
$Trabajo\ planificado = \frac{\sum HH\ ejecutadas\ planif}{\sum HH\ ejecutadas\ periodo} \times 100\%$	Semanal	90%	Porcentaje	0% - 100%
VARIABLES			FUENTE DE LA INFORMACION	
<b>HH ejecutadas planificadas;</b> HH notificadas planificadas en el periodo de medición. <b>HH ejecutadas en el periodo;</b> HH notificadas ejecutadas en el periodo de medición			Órdenes de mantenimiento de SAP PM	
ALCANCE		RESPONSABLE		
Gerencia Gestión Activos y Mantenimiento		Jefe de mantenimiento		

		FICHA TECNICA DE MEDICION Y SEGUIMIENTO DE INDICADORES			
INFORMACION GENERAL					
NOMBRE DEL INDICADOR		PROCESO		TENDENCIA FAVORABLE	
Horizonte de liberación		Planificación		Creciente	
DEFINICION DEL INDICADOR					
Medición de órdenes de trabajo liberadas en intervalos de tiempo de 1 semana, 2 semanas, 3 semanas y mayor a 4 semanas. Busca medir la anticipación con la cual las órdenes de trabajo con materiales están siendo liberadas vs la fecha cuando se iniciará el trabajo.					
OBJETIVOS DEL INDICADOR					
Medir y monitorear la cantidad de órdenes de trabajo con liberación mayor a 4 semanas, con el fin de asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios a tiempo. Mientras antes se libere una OT, abastecimiento tendrá mas capacidad de reacción para asegurar los materiales y repuestos en la fecha requerida.					
FORMULA		FRECUENCIA	META	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE MEDICIÓN
$Horizonte Lib por seman. = \sum Ordenes Lib. programa$		Semanal	≥ 4 sem	Ordenes de trabajo	N/A
VARIABLES			FUENTE DE LA INFORMACION		
Ordenes Lib. programa; Ordenes de trabajo Liberadas en el intervalo de (Fecha inicio extrema vs Fecha de liberación), esta diferencia de día es pasada a semanas.			Ordenes de mantenimiento de SAP PM		
ALCANCE			RESPONSABLE		
Gerencia Gestión Activos y Mantenimiento			Planificador de Mantenimiento		

		FICHA TECNICA DE MEDICION Y SEGUIMIENTO DE INDICADORES			
INFORMACION GENERAL					
NOMBRE DEL INDICADOR		PROCESO		TENDENCIA FAVORABLE	
Backlog		Programación		Decreciente	
DEFINICION DEL INDICADOR					
Esta métrica es la combinación de la cantidad de trabajo que se ha planificado por completo para su ejecución, pero que no está listo para programarse y la cantidad de trabajo que está listo para ejecutarse. También conocido como trabajo listo.					
OBJETIVOS DEL INDICADOR					
Medir la cantidad de trabajo que se encuentra pendiente por realizar para garantizar que los recursos laborales estén balanceados con la dotación disponible.					
FORMULA		FRECUENCIA	META	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE MEDICIÓN
$Backlog = \frac{HH Trabajo planificado + HH Trabajo listo}{\left(\frac{HH}{Sem}\right) Capacidad Dotación}$		Semanal	4-6	Semanas	N/A
VARIABLES			FUENTE DE LA INFORMACION		
<b>Trabajo planificado;</b> Trabajo que ha pasado por un proceso de planificación formal para identificar los requisitos de mano de obra, materiales, htas, etc. A espera de programar, liberadas (Estatus SAP=LIB. y Estatus SAP<>NOTI) <b>Trabajo listo;</b> Trabajo listo para ser ejecutado. Pasó por el proceso de programación.			Ordenes de mantenimiento de SAP PM		
ALCANCE			RESPONSABLE		
Gerencia Gestión Activos y Mantenimiento			Programador de mantenimiento		

INFORMACION GENERAL				
NOMBRE DEL INDICADOR	PROCESO	TENDENCIA FAVORABLE		
Re-trabajo	Ejecución	Decreciente		
DEFINICION DEL INDICADOR				
Esta métrica es el trabajo correctivo realizado en equipos previamente mantenidos que han fallado prematuramente debido a problemas de mantenimiento, operaciones o materiales. Las causas típicas de re-trabajo son problemas de mantenimiento, operativos o de calidad del material.				
OBJETIVOS DEL INDICADOR				
Esta métrica se utiliza para identificar y medir el trabajo que es el resultado de fallas prematuras causadas por errores en el mantenimiento o la operación (p.e., puesta en marcha) del equipo o problemas de calidad del material. Medir el re-trabajo y sus causas raíz permite desarrollar e implementar estrategias efectivas diseñadas para minimizar o eliminar estos errores.				
FORMULA	FRECUENCIA	META	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE MEDICIÓN
$Re - trabajo = \frac{HH \text{ re-trabajo correctivo}}{HH \text{ total mantención}} \times 100\%$	Semanal	3%	Porcentaje	0% - 100%
VARIABLES			FUENTE DE LA INFORMACION	
<b>HH re-trabajo correctivo;</b> Horas Hombre identificadas como re-trabajo utilizadas para restaurar la función de un activo después de una falla o cuando la falla es inminente, en SAP se considera las OT con Clase Actividad=190 (Re-Trabajo). <b>HH total mantención;</b> Horas Hombre totales utilizadas para ejecutar trabajos de mantenimiento.			Ordenes de trabajo SAP PM	
ALCANCE		RESPONSABLE		
Gerencia Gestión Activos y Mantenimiento		Jefe de mantenimiento		

INFORMACION GENERAL				
NOMBRE DEL INDICADOR	PROCESO	TENDENCIA FAVORABLE		
Disponibilidad Mecánica	G.A y Mantenimiento	Creciente		
DEFINICION DEL INDICADOR				
Es el porcentaje de horas, descontando el tiempo por mantenciones planificadas y correctivas, en que los activos estuvieron en condiciones mecánicas y/o eléctricas de ser operados (%).				
OBJETIVOS DEL INDICADOR				
Evalúa el rendimiento de los elementos que realizan una función determinada, en un momento determinado, durante un período determinado, en función de los criterios de confiabilidad, mantenibilidad y soporte para el mantenimiento de los equipos.				
FORMULA	FRECUENCIA	META	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE MEDICIÓN
$A_M = \frac{TDP}{THO} = \frac{THO - T_{mtto.P} - T_{mtto.NP}}{THO} * 100(\%)$	Semanal	3%	Porcentaje	0% - 100%
VARIABLES			FUENTE DE LA INFORMACION	
<b>AM:</b> Disponibilidad de mantenimiento <b>Tcal:</b> Tiempo calendario <b>TDP:</b> Tiempo disponibilidad producción <b>THO:</b> Tiempo Habil para operar <b>T mtto. P:</b> Tiempo de mantenimiento planificado <b>T mtto. NP:</b> Tiempo de mantenimiento no planificado			SEP V.4	
ALCANCE		RESPONSABLE		
Gerencia Gestión Activos y Mantenimiento		Jefe de mantenimiento		

 <b>FICHA TECNICA DE MEDICION Y SEGUIMIENTO DE INDICADORES</b>				
INFORMACION GENERAL				
NOMBRE DEL INDICADOR		PROCESO	TENDENCIA FAVORABLE	
Disponibilidad Fisica		G.A y Mantenimiento	Creciente	
DEFINICION DEL INDICADOR				
Es el porcentaje de horas, descontando el tiempo por mantenencias planificadas y correctivas, en que los activos estuvieron en condiciones mecánicas y/o eléctricas de ser operados (%).				
OBJETIVOS DEL INDICADOR				
Evalúa el rendimiento de los elementos que realizan una función determinada, en un momento determinado, durante un periodo determinado, en función de los criterios de confiabilidad, mantenibilidad y soporte para el mantenimiento de los equipos.				
FORMULA	FRECUENCIA	META	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE MEDICIÓN
$A_F = \frac{TE}{THO} = \frac{THO - (T_{Op.Ext} + T_{Op.Int}) - (T_{mtto.P} + T_{mtto.NP})}{THO} * 100(\%)$	Semanal	3%	Porcentaje	0% - 100%
VARIABLES			FUENTE DE LA INFORMACION	
<b>AF:</b> Disponibilidad Fisica <b>TE:</b> Tiempo efectivo producción <b>Top. Ext:</b> Fallas operacionales externas <b>T mtto. P:</b> Tiempo de mantenimiento planificado <b>T mtto. NP:</b> Tiempo de mantenimiento no planificado <b>THO:</b> Tiempo habil para operar			SEP V.4	
ALCANCE		RESPONSABLE		
Gerencia Gestión Activos y Mantenimiento		Jefe de mantenimiento		

 <b>FICHA TECNICA DE MEDICION Y SEGUIMIENTO DE INDICADORES</b>				
INFORMACION GENERAL				
NOMBRE DEL INDICADOR		PROCESO	TENDENCIA FAVORABLE	
MTBF		G.A y Mantenimiento	Creciente	
DEFINICION DEL INDICADOR				
Tiempo medio entre fallas, Indicador de CONFIABILIDAD. Es el tiempo promedio en que un equipo, máquina, línea o planta cumple su función sin interrupción debido a una falla funcional. Se obtiene dividiendo el tiempo total de operación entre el número de detenciones por falla.				
OBJETIVOS DEL INDICADOR				
El MTBF es un indicador de mantenimiento que mide el tiempo medio entre fallos en un equipo o sistema y está directamente relacionado con la fiabilidad del equipo. El MTBF nos sirve para hacer una previsión de cada cuánto tiempo el activo fallará.				
FORMULA	FRECUENCIA	META	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE MEDICIÓN
$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^{NF} (\text{Tiempo Falla}_{(i+1)} - \text{Tiempo Falla}_i)}{NF} \text{ [horas]}$	Semanal	3%	Porcentaje	0% - 100%
VARIABLES			FUENTE DE LA INFORMACION	
<b>MTBF:</b> Tiempo promedio entre fallas <b>Tiempo falla</b> <b>NF:</b> Numero de fallas			SEP V.4	
ALCANCE		RESPONSABLE		
Gerencia Gestión Activos y Mantenimiento		Confiabilidad		

 <b>FICHA TECNICA DE MEDICION Y SEGUIMIENTO DE INDICADORES</b>				
INFORMACION GENERAL				
NOMBRE DEL INDICADOR	PROCESO	TENDENCIA FAVORABLE		
MTRR	G.A y Mantenimiento	Decreciente		
DEFINICION DEL INDICADOR				
<p>Tiempo medio para reparar, Indicador eficiencia MANTENIBILIDAD. Es el tiempo promedio para restaurar la función de un equipo, maquinaria, línea o proceso después de una falla funcional. Incluye tiempo para analizar y diagnosticar la falla, tiempo para conseguir el repuesto, tiempo de planeación, etc. Es la medición de la mantenibilidad de un equipo. Se obtiene dividiendo el tiempo total de las reparaciones entre el número total de fallas en un sistema.</p>				
OBJETIVOS DEL INDICADOR				
<p>Es el tiempo medio de reparación, una de las métricas más utilizadas por los gestores de mantenimiento. Como su nombre indica, el MTRR representa el tiempo medio necesario para resolver fallos y reparar el activo que sufrió una avería, devolviéndole las condiciones normales de funcionamiento.</p>				
FORMULA	FRECUENCIA	META	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE MEDICIÓN
$MTRR = \frac{\sum \text{Mantenimiento por Falla}}{NF} = \frac{T_{mtrr NP}}{NF} \text{ [horas]}$	Semanal	3%	Porcentaje	0% - 100%
VARIABLES			FUENTE DE LA INFORMACION	
<p>Sumatoria mantenimiento por falla            NF: Numero de fallas            Tmtrr NP: Mantenimiento por fallas</p>			SEP V.4	
ALCANCE		RESPONSABLE		
Gerencia Gestión Activos y Mantenimiento		Ejecución de mantenimiento		

 <b>FICHA TECNICA DE MEDICION Y SEGUIMIENTO DE INDICADORES</b>				
INFORMACION GENERAL				
NOMBRE DEL INDICADOR	PROCESO	TENDENCIA FAVORABLE		
Cumplimiento Presupuesto MTTO/ Indice de Gasto	G.A y Mantenimiento	Horizontal		
DEFINICION DEL INDICADOR				
<p>Expresa la relación entre el gasto efectivo y el gasto programado por la unidad de mantenimiento</p>				
OBJETIVOS DEL INDICADOR				
<p>Poder definir el horizonte del gasto realizado por el mantenimiento en base al presupuesto anual.</p>				
FORMULA	FRECUENCIA	META	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE MEDICIÓN
$\text{Presupuesto Mto} = \frac{\sum \text{Gasto Real}}{\text{Presupuesto Budget}} = *(100)\%$	Semanal	3%	Porcentaje	0% - 100%
VARIABLES			FUENTE DE LA INFORMACION	
<p>Presupuesto anual: Gasto</p>			Balance de financiero	
ALCANCE		RESPONSABLE		
Gerencia Gestión Activos y Mantenimiento		Jefe de mantenimiento		