

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN RCM PARA
EQUIPO CRITICO DE LA EMPRESA BOTTAI Y HNOS S.A”.**

Trabajo de Titulación para optar
al Título profesional de Ingeniero
en Mantenimiento Industrial con
Licenciatura en Ingeniería de
Mantenimiento

Julio Reyes Álvarez

Profesor Guía:

Mg. Ing. Sr. Carlos Baldi González

DEDICATORIA.

-A mi madre por el esfuerzo de sacarnos adelante.

-A mi familia por el apoyo incondicional.

-A mi padre que me guía desde el cielo.

-A las personas que confiaron en mí, tanto amigos, polola como familiares.

-Al profesor que al día de mi titulación como técnico me dijo: “A usted lo quiero ver como ingeniero”.

-A mi madrina que su sueño antes de partir era mi título.

-Y a todos mis seres queridos que partieron este último tiempo.

RESUMEN

KEYWORDS: RCM – PROCESO PRODUCTIVO – ANALISIS DE CRITICIDAD-
MODOS DE FALLA – HOJA DE DESICIONES RCM - FMECA.

El presente trabajo tiene como objetivo presentar una propuesta de mejora en el rendimiento basado en mantenimiento preventivo RCM de los activos críticos de la empresa BOTTAI Y HNO S.A, por lo cual se lleva a cabo un análisis de criticidad a primera instancia para identificar cuáles son los equipos críticos de la empresa para centrar el trabajo en ellos. La forma que se utilizó para medir el rendimiento de los equipos es el indicador “OEE” (Overall Equipment Effectiveness o efectividad total de los equipos) el cual nos mide la disponibilidad, eficiencia y tasa de calidad y se buscara la mejora a través del RCM, el cual nos dio el resultado que los equipos críticos del proceso productivo de la empresa Bottai y Hnos S.A están por debajo del 80 en su OEE

Luego de la identificación de los activos críticos y el problema que genera los bajos rendimientos en al proceso productivo, se procede a generar el plan de mantenimiento, para el cual se tuvo que estudiar la maquina y sus componentes para ser más eficaz, además de recurrir a los registros históricos de falla, los cuales eran engorrosos y poco precisos.

Para la generación de un plan de mantenimiento RCM se tuvo que identificar la función de cada parte de la prensa, para posteriormente clasificar sus modos de falla y fallas funcionales para darles un numero de prioridad de riesgo según la normal SAE J1739 a estas, para generar un análisis de falla, efecto y criticidad, además de realizar la hoja de decisiones de cada componente para las tareas de mantenimiento. Para estas tareas se designó personal y tiempo a emplear en la solución de cada una con el fin de elevar la disponibilidad en un 3% para estimar una rentabilidad de 2.415 UF aprox.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1. BOTTAI Y HNOS S.A.....	1
1.2. MISIÓN Y VISIÓN.....	1
1.3. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	2
1.4. ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS ACTIVOS.....	2
1.5 PROCESO PRODUCTIVO.....	3
1.6. ACTIVO CRITICO DE LA EMPRESA.....	4
1.6.1. ZENITH.....	5
1.6.1.1. PROCESO PRODUCTIVO DE LA MAQUINA ZENITH	7
1.7. PROBLEMÁTICA DE LA EMPRESA.....	15
1.8. OVERALL EQUIPAMENT EFECCTIVENESS.....	16
1.8.1. CÁLCULO DEL OEE.....	16
2. RCM (RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE).....	21
2.1. SIETE PREGUNTAS QUE SE DEBEN REALIZAR PARA LA APLICACIÓN DE UN RCM.....	21
2.2. FASES DEL RCM.....	22
2.2.1. FASE 0: GENERAR EQUIPOS DE TRABAJO.....	22
2.2.2. FASE 1: DEFINICIÓN DE CONTEXTO OPERACIONAL.....	23
2.2.3. FASE 2: DEFINIR LAS FUNCIONES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS DEL ACTIVO, LISTADO DE LAS FUNCIONES DE SUS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS.....	25
2.2.3.1. DIAGRAMA DE ENTRADA PROCESO Y SALIDA.....	25
2.2.3.2. FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA PRENSA.....	27
2.2.4. FASE 3: DETERMINAR LAS FALLAS FUNCIONALES Y/O FALLOS TÉCNICOS DEL ACTIVO.....	27

2.2.4.1. FALLAS FUNCIONALES DE LOS COMPONENTES DE LAS PRENSAS.....	28
2.2.5. FASE 4: DETERMINAR LOS MODOS DE FALLA O CAUSALES DE CADA FALLA ENCONTRADA.....	30
2.2.5.1. NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO.....	32
2.2.5.2. ANALISIS DE ARBOL DE FALLA.....	35
2.2.5.3. PASOS DEL ANALISIS DE ARBOL DE FALLA.....	35
2.2.6. FASE 5: ESTUDIAR LAS CONSECUENCIAS Y EFECTOS QUE TRAE CONSIGO Y LA FALLA Y CLASIFICARLO DEPENDIENDO DE SU IMPACTO A LA EMPRESA.	36
2.2.7. FASE 6: DETERMINAR MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR O DISMINUIR EL IMPACTO DEL EQUIPO CRITICO PARA MEDIANTE HOJAS DE DECISIONES.	41
2.2.7.1. LLENADO DE LA COLUMNA H, S, O Y N DE LA HOJA DE DECISIONES.....	42
2.2.7.2. LLENADO DE LAS COLUMNAS HX, SX, OX Y NX.....	43
2.8. RESULTADOS DEL ANALISIS RCM.....	45
3. PLANIFICACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO Y EVALUACION DE COSTOS.....	50
3.1. POLITICAS DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA.	50
3.2. PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO.....	50
3.3. MEDIDAS DE SEGURIDAD.	52
3.4. PAUTAS DE TRABAJO.....	55
3.5. TOOLS CARD	56
3.6. CHECK LIST PARA PROCESO DE MANTENCIÓN DEL ACTIVO ZENITH	56
3.7. COSTOS ASOCIADOS A LA IMPLEMENTACION DEL RCM	57
3.7.1. COSTOS DE MATERIAL DE TRABAJO.....	57

3.7.2. LIMPIEZA DE LA ZONA.....	58
3.8. ANALISIS ECONOMICA.	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
BIBLIOGRAFÍA.....	62

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: jerarquización de activos de la empresa Bottai y Hnos S.A.	3
Tabla 1.2: Proceso productivo de la Zenith.	9
Tabla 1.3: Disponibilidad de maquina Zenith.....	17
Tabla 1.4: Disponibilidad de maquina Poyato 70.....	17
Tabla 1.5: Rendimiento maquina Zenith.....	18
Tabla 1.6: Rendimiento maquina Poyato.....	18
Tabla 1.7: Tasa de calidad de la maquina Zenith.....	18
Tabla 1.8: Tasa de calidad de la maquina Poyato.....	18
Tabla 1.9: OEE de la maquina Zenith.....	19
Tabla 1.10: OEE de la maquina Poyato.....	19
Tabla 2.1: Personal de equipo de trabajo para RCM.....	23
Tabla 2.2: Función de la mesa vibradora.....	27
Tabla 2.3: Fallas Funcional de la mesa vibradora.....	28
Tabla 2.4: Fallas Funcional del grupo hidráulico.....	29
Tabla 2.5: Fallas funcionales del cajón de llenado.....	30
Tabla 2.6: Modo de falla de prensa.....	31
Tabla 2.7: Modos de falla sistema hidráulico.....	31
Tabla 2.8: Modo de falla del cajón de llenado.....	32
Tabla 2.9: Asignación de numero de prioridad.....	35
Tabla 2.10: Efectos de falla de la mesa vibradora.....	38
Tabla 2.11: Efectos de falla del sistema hidráulico.....	39
Tabla 2.12: Efectos de falla del cajón de llenado.....	40
Tabla 2.13: Formato de hoja de decisiones.....	41
Tabla 2.14: Hoja de decisiones del sistema hidráulico.....	45
Tabla 2.15: Hoja de decisiones de la mesa vibratoria.....	46
Tabla 2.16: Hoja de decisiones del cajón de llenado.....	47
Tabla 3.1: Tabla de numero de prioridad ordenada de mayor a menor.....	52
Tabla 3.2: Análisis seguro del trabajo.....	54
Tabla 3.3: Pauta de trabajo para abordar los modos de falla.....	55
Tabla 3.4: Formato de hoja de vida del activo (TOOLS CARD).....	56
Tabla 3.5: Check list para prensa Zenith.....	57
Tabla 3.6: Personal de equipo de trabajo para RCM.....	57

Tabla 3.7: Costos de implementos de lubricación	58
Tabla: 3.8: Mantenimiento preventivo prensas.....	58
Tabla 3.9: Actividades de mantenimiento preventivo (limpieza)	59
Tabla 3.10: Costo de repuestos para la prensa Zenith.....	59
Tabla 3.11: Perdidas monetarias en el periodo de estudio de 5 semanas para las soleras	60
Tabla 3.12: Perdidas monetarias en el periodo de estudio de 5 semanas para los adoquines.....	60

INDICES DE FIGURAS

Figura 1.1: Organigrama de la empresa BOTTAI Y HNOS S.A.....	2
Figura 1.2: proceso de producción de Bottai y Hnos	4
Figura 1.3: Diagrama de proceso de la máquina Zenith.	8
Figura 1.4: Adoquín recto.	10
Figura 1.5: Adoquín Elena	10
Figura 1.6: Adoquín Roma.....	11
Figura 1.7: Adoquín Dominó	11
Figura 1.8: Adoquín Florencia.	12
Figura 1.9: Solera A	12
Figura 1.10: Solera Canto cuadrado.....	13
Figura 1.11 Solera canto redondo.	13
Figura: 1.12: Bloque texturado 19	14
Figura: 1.13: Bloque 9.....	14
Figura: 1.14: Bloque liso 19.....	15
Figura: 1.15: Bloque 14.....	15
Figura 2.1: Diagrama de entrada proceso y salida de los activos propios.	25
Figura 2.3: Plano prensa.....	26
Figura 2.4: Criterio sugeridos para la evaluación de detección.	33
Figura 2.5: Criterio sugerido para la evaluación de la ocurrencia.	33
Figura 2.6: Criterio sugerido para la severidad de la consecuencia.	34
Figura 2.7: Simbología de análisis de árbol de falla.	35
Figura 2.8: Diagrama de decisiones RCM	42

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

3.1.1. SIGLA

OEE: Overall equipment effectiveness o eficacia global de los equipos.

RCM: Realiability Centered maintence o mantenimiento centrado en confiabilidad.

SIPOC: proveedor, entrada, proceso, salida, clientes.

S.A: Sociedad anónima.

SAE: Sociedad de ingenieros automotrices.

NPR: Número de prioridad.

UF: Unidad de fomento.

RPM: Revoluciones por minuto.

3.1.2. SIMBOLOGÍA

H: hora.

Mm: milímetros

\$.: Peso chileno.

Kg: Kilogramo.

Kg/h Kilogramo por hora.

Nº: Numero.

KN: Kilo newton.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día para ser una empresa con unos buenos índices de producción es necesario contar con un departamento de mantenimiento con conocimientos extensos y una mentalidad de gerencia abierta a cambios de la actualidad de los principios de mantenimiento. Una gerencia abierta de mente en los temas de mantenimiento puede generar una fortaleza en el área de producción, finanzas y mantenimiento, así poder evitar fallas catastróficas tales como maquinarias paradas o falta de insumos necesarios para la producción.

En los históricos de la empresa la forma de llevar los registros de fallas es engorrosa y puede llegar a confundir a los que la interpretan, ya que no se cuenta con formalidad para la toma de muestra de datos, si no que solo toman en cuenta el momento en que falla la máquina

La empresa Bottai y Hnos S.A. el día de hoy está teniendo grandes pérdidas por ineficiencia de producción debido a la mala gestión dentro de la planta de producción y sus mantenimientos, esto se puede ver reflejado en la cantidad de tiempos que se pierde por fallas de las máquinas de esta área que esta entre las 50 y 60 horas en el periodo de estudio de 5 semanas.

En el presente trabajo se realizará una propuesta de mejora en la gestión de activos de la empresa y de mantenimiento proponiendo una aplicación de un mantenimiento centrado en la confiabilidad específicamente RCM. Para poder llevar a cabo este trabajo se necesarita hacer análisis de criticidad para identificar los equipos críticos de la empresa para centrar el trabajo en ellos, posteriormente se procederá a medir el OEE de la empresa para así poder aplicar la metodología RCM la cual está basada en el desarrollo del proceso de mantenimiento centrado en la confiabilidad.

OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS

OBJETIVO GENERAL:

Proponer un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad de los activos críticos de la empresa, para la mejora de la planificación y programación de los mantenimientos, entregando pautas de mantenimiento enfocadas en la calidad, seguridad y Medioambiente, determinando los costos asociados

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Recopilar información técnica del contexto operación y los antecedentes de la planta de cemento Bottai y Hnos S.A, priorizando un activo crítico mediante la selección de este a través de las necesidades de la empresa.
- Jerarquizar los modos de falla del equipo seleccionado mediante el análisis FMECA, para la selección de tareas de mantenimiento centrados en la confiabilidad (RCM).
- Planificar las tareas de mantenimiento evaluando la prefactibilidad económica, para la estimación de los beneficios económicos.

CAPÍTULO 1: EMPRESA BOTTAI Y HNOS S.A.

1. BOTTAI Y HNOS S.A.

La empresa BOTTAI Y HNOS S.A se fundó en el año 1929, la cual se ha dedicado desde sus inicios a las fabricaciones de distintos productos en base al hormigón, tales como barreras, soleres entre otros, llegando a tener el reconocimiento a nivel nacional como una de las empresas de hormigón prefabricado más grande de Chile por lo cual se vio en la necesidad de tener más de una planta dentro de las que destacan la planta de Arica y Santiago principalmente. Para alcanzar los estándares de calidad esperados por los clientes, la empresa BOTTAI Y HNOS S.A rige bajo la norma ISO CASCO 5- certificación por marca de conformidad (Sello de calidad) modelo basado en ensayo tipo con evaluación y aprobación de la disposición del control de calidad del fabricante, la cual evalúa a través de ensayos de calidad cada lote de productos seleccionados para saber si cumple los requisitos esperados por ellos.

1.2. MISIÓN Y VISIÓN.

La visión y misión de una empresa es una parte fundamental de ella, en la cual se define su dirección y hacia quien va dirigido la empresa a continuación se presentará la visión y misión de la empresa BOTTAI Y HNOS S.A que se ha mantenido a lo largo de su historia.

La visión de la empresa BOTTAI Y HNOS S.A es “Desde una posición de vanguardia en la industria del hormigón prefabricado y manteniendo un sólido y sustentable crecimiento, nuestra visión es ser reconocidos con la preferencia de nuestros clientes y por la excelencia en la calidad de nuestros productos y servicios” (fragmento recuperado de https://www.bottai.cl/quienes_somos/)

En tanto la misión de la empresa BOTTAI Y HNOS S.A es “proveer y facilitar los procesos constructivos de nuestros clientes, aportando soluciones concretas en hormigón prefabricado”. (fragmento recuperado de https://www.bottai.cl/quienes_somos/)

1.3. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

La empresa BOTTAI Y HNOS S.A es una empresa familiar por lo cual no tiene una ramificación extensa, esta está compuesta por 3 plantas las cuales cumplen funciones distintas, en este caso se estudiará planta 2 la cual está compuesta de la siguiente manera.

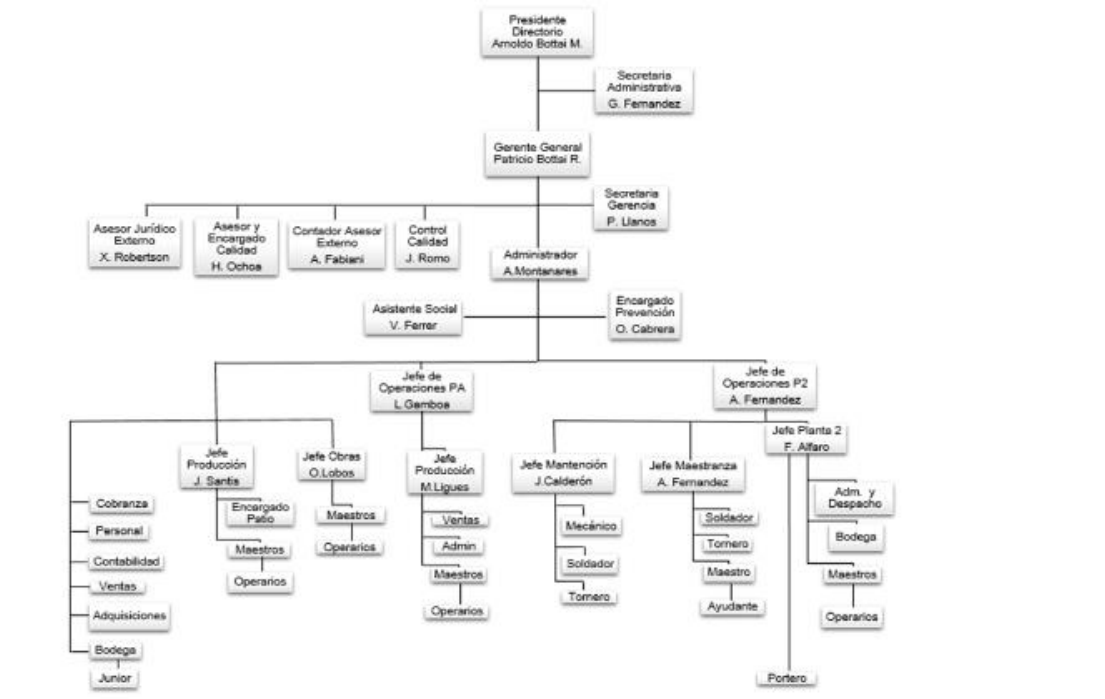


Figura 1.1: Organigrama de la empresa BOTTAI Y HNOS S.A.

Fuente: <https://prezi.com/p/ryjzdrghjl/iso-90012015/>

1.4. ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS ACTIVOS.

Para identificar los equipos de la empresa más críticos para intervenir, se ejecutará una jerarquización de activos por lo cual es necesario obtener una serie de datos ya sea cualitativos como cuantitativo tales como:

- Impacto operacional;
- Frecuencia de falla;
- Costo de mantenimiento y,
- Seguridad, ambiente e higiene.

Para el análisis de criticidad de la planta se realizó una encuesta al encargado de mantenimiento por el motivo que no se lleva un registro detallado en el área de mantenimiento.

ACTIVO	Frecuencia de fallo	Impacto operacional	Costo de mto	Impacto sha	Flexibilidad	Total
Zenith	3	10	3	1	3	102
Poyato 750	4	6	2	1	3	84
Mezcladora poyato 1500	2	6	1	3	3	44
Mezcladora teka	3	3	2	3	3	42
Nifesa	2	2	1	3	4	24
Paletizadora	1	3	1	3	3	13
Cajones tn portal	1	10	1	1	1	12

Tabla 1.1: jerarquización de activos de la empresa Bottai y Hnos S.A.
Fuente: elaboración propia mediante Excel.

La idea principal de realizar una jerarquización de activos en la empresa es para enfocarse directamente en los equipos críticos de esta en este caso será en la maquina Zenith a petición de la empresa, ya que la poyato que igual se encuentra con un nivel elevado, será sustituida, las cuales representan a más del 60% de la producción de la empresa por el hecho de ser maquinas diseñadas para trabajar en serie con moldajes, por lo cual la producción se centra en esos distintos moldes.

1.5 PROCESO PRODUCTIVO.

Mediante el análisis de criticidad témenos como resultado 1 equipo crítico, en este caso la Zenith. Estos equipos funcionan a base de moldes, la cual realiza los siguientes productos.

- Adoquín Recto 8-6;
- Adoquín Elena;
- Adoquín Roma;
- Adoquín Domino;
- Adoquín Florencia;
- Soleras, solerillas y,
- Bloques.

El proceso productivo de la empresa consta de 3 fases, la entrada del material, la fabricación y la entrega de un producto.

Entrada: Los áridos entran a la empresa a través de camiones tolva de la empresa externa, estos áridos son depositados en la afuera de los galpones junto con las Nifesa para así poder repartirla a las distintas maquinas.

Proceso: El proceso de producción de la planta consta de 3 máquinas que funcionan de la misma manera, el árido luego de ser puesto al alcance de la Nifesa, esta comienza con la pesca milagrosa tomando de todo tipo de áridos ya sea piedra, arena o tierra, luego esta es entregada a las mezcladoras de la Poyato y la Zenith para preparar la mezcla necesaria para el producto requerido, cabe mencionar que cada producto tiene una resistencia diferente la cual lo da la mezcla de los áridos, posteriormente la paletizadora es la encargada de llevar la mezcla de áridos a través de una cinta transportadora hacia el cajón de moldaje para ser depositado en el molde que está situado en una mesa vibradora, la mesa vibradora comienza a trabajar y el molde se va llenando, al ser llenado se retira y es llevado a las bandejas para esperar el retiro de estos productos. Al llenar estas bandejas llega una grúa horquilla para depositar las bandejas llenas en túneles húmedos para que fragüen y posteriormente ser dejado en la terraza.

Salida: En la salida se tiene un producto de calidad bajo la norma ISO casco 5 el cual tiene que ser retirado por el cliente para la retroalimentación.

El proceso a simples rangos es el siguiente:

entrada	proceso	salida
áridos pedidos de empresa planos	moldaje y desmoldaje de diversos productos	productos a base de hormigon

Figura 1.2: proceso de producción de Bottai y Hnos

Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

1.6. ACTIVO CRITICO DE LA EMPRESA.

Los activos son una serie de recursos ya sea tangibles e intangibles, los cuales nos permiten generar beneficios con su correcta manipulación.

Los activos de una empresa pueden dividirse en varias partes, este trabajo se centrará en la parte de los activos físicos, para ser más específicos en los activos que se involucran en el proceso productivo de la planta, a continuación, se procederá a describir las maquinas involucradas en el proceso.

1.6.1. ZENITH.

La máquina Zenith Modell 844 es una máquina fija de fabricación en múltiples capas. Se utiliza exclusivamente la fabricación de piezas de hormigón de formato pequeño (adoquines y productos similares). También se pueden fabricar elementos especiales hasta una altura de pieza de 500 mm. Trabaja de forma totalmente automática y está preparada de serie eléctrica e hidráulica para el montaje directo o posterior de un equipo adicional para una segunda clase de hormigón para fabricar bordillos altos, adoquines, etc.

Puesta en marcha:

1. Cerrar todas las rejillas de seguridad y activar los interruptores de las rejillas con el interruptor de llave.
2. Comprobar que los interruptores de parada de emergencia de la máquina y del panel se liberen y activen con el interruptor de llave.
3. Con el interruptor de llave “Tensión de mando conectada” se conecta la tensión de mando.
4. Se conectan las bombas hidráulicas a través del pulsador “Hidráulica conectada”.
5. Llevar la máquina a la posición básica.
6. Después de llenar las tolvas “HG” y “HCV”, se llenan los carros de alimentación “HG” y “HCV” mediante la apertura de los cierres de tolva correspondientes. Volver a cerrar los cierres de tolva.
7. Accionando el pulsador “Programa posición básica” se lleva el programa a la posición básica.
8. Mediante el accionamiento del pulsador “Automatismo conectado” se arranca el proceso automático de la máquina.

El proceso productivo de la máquina Zenith para adoquines comienza con la descarga de los áridos apilados los cuales son filtrados y llevados a través de un skip en dirección a la mezcladora “Teka”, la cual mezcla las cantidades programadas con anterioridad por un periodo de tiempo determinado. Luego se descarga la mezcla a las tolvas de la Zenith a través de una cinta transportadora. Una vez que la mezcla llega al nivel óptimo en la tolva de hormigón, la máquina comienza a funcionar desde la “posición básica” para el comienzo del proceso automático.

Durante el programa de alimentación y de la vibración principal se aprieta el molde sobre la mesa vibradora. El carro de alimentación de hormigón avanza hasta la posición final y oscila horizontalmente hasta que el molde este lleno de forma uniforme.

El recorrido de oscilación y la duración se regulan a través de un regulador de tiempo y finales de carrera. Durante el proceso de alimentación transcurre la pre-vibración, luego de que el carro de alimentación haya vuelto a la posición final (debajo de la tolva), el carro de alimentación de hormigón avanza automáticamente, si se está fabricando adoquín de color este carro depositará hormigón de color según corresponda. Posteriormente se repite el mismo proceso que con el carro de alimentación.

Después de que ha vuelto el carro a la posición final, baja el contramolde sin presión y comienza la vibración principal. En la última fase de esta vibración el contramolde recibe presión y en paralelo se abre y cierra la tapadera de la tolva de hormigón. Cuando finaliza la vibración principal se consigue la altura de la pieza donde se bloquea el molde con el contramolde.

Luego de un tiempo regulado en la programación de la máquina para producir, se elevan el molde y contramolde ligeramente y la mesa vibradora se retira para que el molde y el contramolde bloqueados bajen comenzando el proceso de desmoldeo. Se suelta el bloqueo y el contramolde aprieta las piezas del molde. La retención bloquea el contramolde para que éste no se pueda elevar durante el desmoldeo.

Los vibradores de desmoldeo arrancan, el molde vuelve a subir hacia arriba y se lleva el contramolde, en lo cual la retención ya ha liberado al contramolde, cuando el molde ha alcanzado su posición final superior, la mesa vibradora vuelve a su posición básica (debajo del molde).

Una vez que la mesa vibradora ha alcanzado su posición básica, el contramolde va hacia arriba hasta su posición final.

Cuando el molde sube y alcanza al contramolde, este es arrastrado hacia arriba, bajando al mismo tiempo la mesa elevadora. La bajada de la mesa elevadora se desconecta a través de la barrera de luz regulada “Mesa elevadora lista para apilar”. Transcurrido este proceso la máquina está de nuevo en la posición básica.

Una vez que la mesa elevadora tenga el número de puestas de piezas fabricadas deseadas baja totalmente después del proceso de desmoldeo y se pone en movimiento

en la vía deslizante y empuja el pallet lleno de la mesa elevadora a la vía de rodillos y al mismo tiempo se posiciona un nuevo pallet sobre la mesa elevadora.

Si la vía deslizante ha alcanzado su posición final delantera, la mesa elevadora sube automáticamente hasta la posición final superior. La mesa elevadora vuelve a bajar hasta que el interruptor de rayo de luz “Mesa elevadora lista para apilar” pare la bajada. En el momento en que la mesa sube, bajan las pinzas en el almacén de pallet y los pallets que se encuentran en el almacén bajan hasta el avance de pallet.

Si la mesa elevadora está en su posición final arriba, el avance de pallet vuelve a desplazarse en dirección al almacén de pallets.

Cuando el avance de pallet ha alcanzado la posición final (atrás), se vuelven a introducir las pinzas en el almacén de pallet y suben todos los pallets que se encuentran allí hacia arriba, exceptuando uno que permanece en el avance de pallets quedando “libre”.

Todo este proceso en el almacén de pallet ocurren de manera independiente al funcionamiento de la máquina.

Los pallets recién elaborados son sacados de la vía de rodillos por el horquillero, quién los lleva al túnel de secado, en el cual permanecen por alrededor de un día y medio aproximadamente. Una vez que son retirados del túnel de secado pasan a ser revisados para seleccionarlos en adoquines de primera o segunda. Una vez que se completa un pallet de primera o segunda selección son transportados por el horquillero a la paletizadora, lugar en el cual son paletizados y finalmente sacados a patio para su venta y despacho.

1.6.1.1. PROCESO PRODUCTIVO DE LA MAQUINA ZENITH.

A continuación, se presenta el diagrama de proceso productivo de la máquina Zenith en la figura 2.2 la cual es especificada mediante la tabla 2.2 el significado de sus siglas.

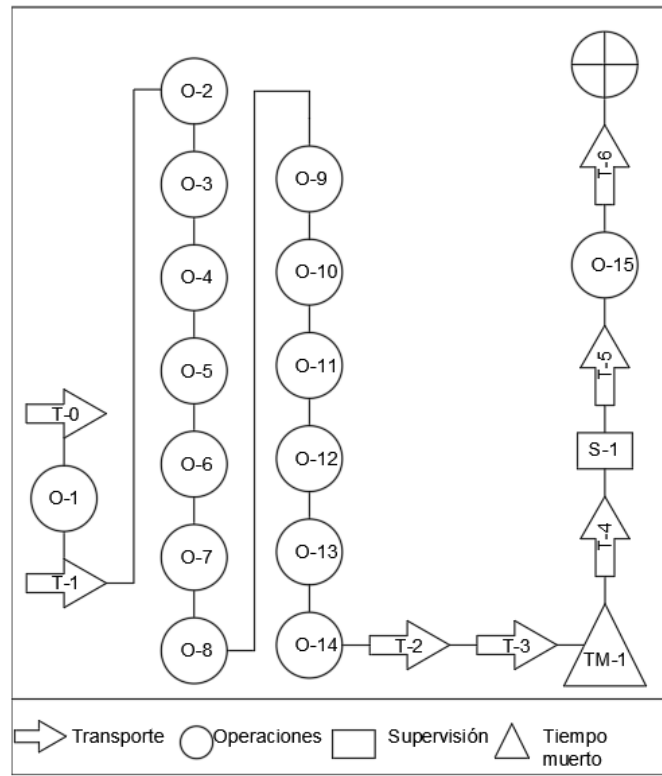


Figura 1.3: Diagrama de proceso de la máquina Zenith.

Fuente: Elaboración propia mediante AutoCAD.

Operaciones	
O-1	Mezcla de áricos
O-2	Llenado de la tolva
O-3	Levante molde - contramolde
O-4	Mesa vibradora puesta bajo del molde
O-5	Subida de contramolde
O-6	Posición inicial de la maquina
O-7	Carro de alimentación accionado
O-8	Vibración principal
O-9	Elevación ligera
O-10	Mesa vibradora en posición bajo del silo
O-11	Bajada del molde - contramolde
O-12	Desmoldeo
O-13	Subida - Bajada de pallet
O-14	Cambio de Pallet
O-15	Paletizado
Transportes	
T-0	Llegada de áridos
T-1	Mezcla hacia la tolva
T-2	Pallet en rodillos
T-3	Pallet desde rodillos a tunel de secado
T-4	Pallet desde tunel de secado a inspección
T-5	Pallet desde tunel a palitzar
T-6	Pallet desde paletizar a almacenar
	Tiempo muerto
TM-1	Secado
Supervisión	
S-1	Revisión de adoquines

Tabla 1.2: Proceso productivo de la Zenith.
Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

1.6.1.2. PRODUCTOS REALIZADO POR LA MAQUINA ZENITH.

Estos equipos son los encargados de general el moldaje de los diferentes tipos de productos producidos para la venta, los cuales son los siguientes.

- **ADOQUÍN RECTO.**

La empresa produce 2 tipos de adoquines recto, los cuales son adoquín recto 8 y 6 dependiendo la altura requerida, estos adoquines son principalmente para exteriores los cuales están compuesto por cemento, áridos, agua, aditivos y la pigmentación para el color que sea requerido. Para la generación de este adoquín genera 54 adoquines por pallet.



Figura 1.4: Adoquín recto.

Fuente: Ficha técnica Bottai y Hnos S.A.

- ADOQUÍN ELENA.

El adoquín Elena es conformado por un conjunto de unidades irregulares, el cual posee adoquines de distinto tamaño y textura, es utilizado para ambientes exteriores, este adoquín es de bajo costo y es adaptable a lo que el cliente requiera.



Figura 1.5: Adoquín Elena

Fuente: Ficha técnica Bottai y Hnos S.A.

- ADOQUÍN ROMA.

Al igual que al adoquín recto este posee 2 variaciones de altura, 6 y 8, este adoquín es de aplicación múltiple, desde zona de peatones hasta calzado de tráfico excesivo.



Figura 1.6: Adoquín Roma.

Fuente: Ficha técnica Bottai y Hnos S.A.

- ADOQUÍN DOMINÓ.

Este adoquín este compuesto por 6 piezas distintas para un diseño original, este adoquín es simple por lo que no requiere terminaciones por su forma geométrica, por lo general es usado para paseos peatonal, entornos de edificios o casas, terrazas, bordes de piscinas y estacionamiento.



Figura 1.7: Adoquín Dominó

Fuente: Ficha técnica Bottai y Hnos S.A.

- ADOQUÍN FLORENCIA

El adoquín Florencia es un adoquín que se adapta a los diseños requeridos, es un adoquín para poner la creatividad a jugar ya que se puede acoplar de diferentes maneras de forma circular.



Figura 1.8: Adoquín Florencia.

Fuente: Ficha técnica Bottai y Hnos S.A

- SOLERAS Y SOLERILLAS.

Estos productos se utilizan para marcar los límites en pavimento y vías de circulación, las cuales están fabricados por hormigón y vibro compactado.

La empresa fabrica 3 tipos de soleras y se diferencian en sus dimensiones.

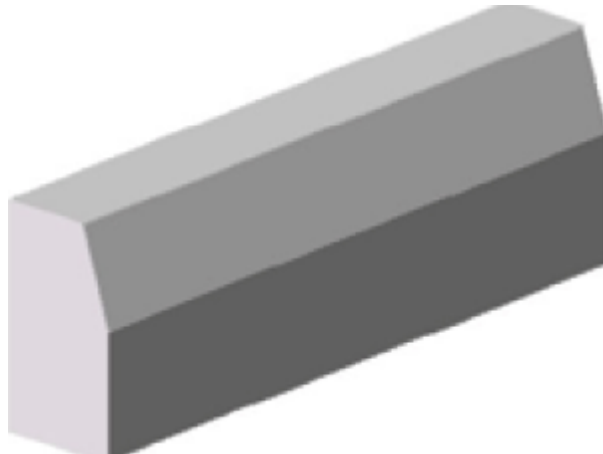


Figura 1.9: Solera A.

Fuente: Ficha técnica Bottai y Hnos S.A

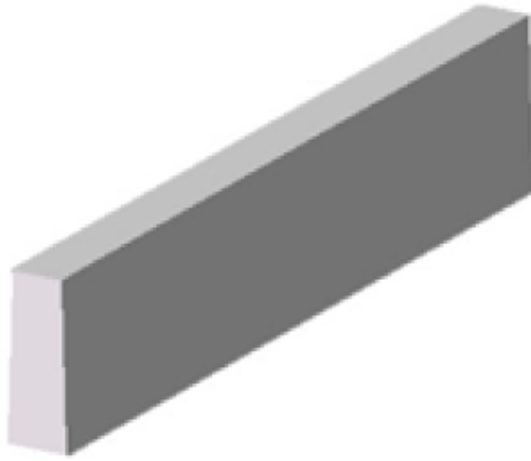


Figura 1.10: Solera Canto cuadrado.

Fuente: Ficha técnica Bottai y Hnos S.A



Figura 1.11 Solera canto redondo.

Fuente: Ficha técnica Bottai y Hnos S.A

- **BLOQUES**

La tecnología de bloques de hormigón para albañilería reforzada ha alcanzado un alto desarrollo a nivel mundial, justificado por sus cualidades en aspectos estructurales, sus ventajas constructivas y su gran versatilidad de usos en construcciones como viviendas, edificios de altura, muros de contención, cámaras, silos, estanques, piscinas, chimeneas y otros.

Las ventajas de los bloques es sin duda la diversidad de usos y la variedad de aplicaciones. Estas ventajas se explican por los beneficios que en diversos aspectos presentan con respecto a otros materiales de construcción. Entre ellas cabe mencionar:

- La expresión arquitectónica irremplazable mediante el uso de bloques con variados colores y texturas.

- Las propiedades de textura superficial sin necesidad de terminaciones y revestimientos.
 - Un sistema constructivo versátil y eficiente con menores plazos de construcción.
 - Una solución económica para la construcción de viviendas.
- Esta empresa realiza 4 tipos de bloques, que son los siguientes.



Figura: 1.12: Bloque texturado 19

Fuente: Ficha técnica Bottai y Hnos S.A



Figura: 1.13: Bloque 9.

Fuente: Ficha técnica Bottai y Hnos S.A



Figura: 1.14: Bloque liso 19.

Fuente: Ficha técnica Bottai y Hnos S.A



Figura: 1.15: Bloque 14.

Fuente: Ficha técnica Bottai y Hnos S.A

1.7. PROBLEMÁTICA DE LA EMPRESA.

En la actualidad llevar una buena gestión de mantenimiento o activos involucra conocimiento fresco y especializado ya que a lo largo de los años siempre se va actualizando este tema. La empresa Bottai y Hnos S.A. al ser una empresa mediana y “familiar” no gastan recursos mayormente en la investigación de estos temas , por lo cual se puede notar que su gestión de recursos no es la más adecuada, al igual que su gestión de mantenimiento, actualmente la empresa los planes de mantenimientos son todos correctivos por lo cual los tiempos de producción se corta, también esto se puede ver afectado por una administración que hace caso omiso a las actividades planteadas para la solución de los problemas por el miedo a fallar y hacer una inversión que no verán resultados.

Otra de las problemáticas vistas es el no ocupar los espacios adecuadamente, en el proceso productivo en el momento de traspasar las piezas ya removidas de los moldes se llevan a cámaras húmedas para que fragüen, esta empresa consta con 4 cámaras las cuales son ocupadas en menos de un 30% cada una, lo que nos pone a pensar, ¿se estará produciendo al máximo de la capacidad?

Por otro lado, el uso de grúas horquilla es fundamental en esta empresa por el hecho de estar trasladando cargas pesadas para todos lados, en este momento la empresa maneja 1 grúa horquilla por sector, por lo cual si esta grúa falla que es lo que pasa generalmente, produciría un cuello de botella y una eventual disminución en la producción por no poder transportar los productos a su siguiente proceso.

La idea principal para esta problemática es reducir los gastos de mantenimiento correctivo, con la implementación de RCM la cual ayudara a introducir el mantenimiento centrado en confiabilidad en la empresa y dejar el mantenimiento correctivo.

1.8. OVERALL EQUIPAMENT EFECCTIVENESS.

El overall equipment efectiveness más conocido por las siglas abreviadas OEE es un indicador de medición para saber el rendimiento de los equipos en un proceso productivo. Este indicador nace en las manos de Seiichi Nakajima el fundador del TPM (total productive maintenance) para crear un vínculo de responsabilidad entre el operario de las máquinas y los responsables del mantenimiento para trabajar en una mejora continua, con el fin de eliminar los desperdicios o actividades que no agreguen valor al cliente.

La ventaja del OEE es que los valores que se miden son independientes, esto quiere decir que nosotros podremos saber si lo que está fallando es la disponibilidad, la eficiencia o la calidad de este, pero el resultado es dependiente una de la otra.

1.8.1. CÁLCULO DEL OEE.

Para el cálculo del OEE tenemos que manejar 3 datos, los cuales son la medición de la disponibilidad, rendimiento y calidad

Disponibilidad: La disponibilidad equivale al tiempo que la maquina estuvo funcionando con respecto al tiempo que se estimó que funcione. Para ello hay que calcular ciertas variables.

$$TPP = T. total de trabajo - paradas planificadas$$

Donde:

TPP= Tiempo planificado de producción

$$T_o = TPP - \text{tiempo de paradas no planificadas}$$

Donde:

To= Tiempo de operación

Con estas variables calculadas procedemos a calcular la disponibilidad.

$$\text{Disponibilidad: } \frac{T_o}{T_{pp}}$$

Por lo tanto, las disponibilidades de los activos críticos quedan de la siguiente manera.

disponibilidad maquina Zenith	
tiempo de horas disponible	250:00:00
tiempo total de operación	198:20:00
tiempo fuera de servicio	44:50:00
disponibilidad maquina Zenith	77%

Tabla 1.3: Disponibilidad de maquina Zenith.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel con datos entregados por la empresa

disponibilidad maquina Poyato 70	
tiempo de horas disponible	250:00:00
tiempo total de operación	204:30:00
tiempo fuera de servicio	57:00:00
disponibilidad maquina Zenith	72%

Tabla 1.4: Disponibilidad de maquina Poyato 70.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel con datos entregados por la empresa

- Rendimiento: El rendimiento equivale a los productos ya sean buenos o malos producidas en el tiempo que estuvo trabajando la maquina respecto a lo que tuvo que producir por cálculo del ciclo.

Para el cálculo del rendimiento se tiene que calcular las siguientes variables primero.

$$PP = \text{tiempo de operacion} * \text{capacidad nominal}$$

Donde:

PP= productos que se podrían producir

Con estas variables calculadas procedemos a calcular el rendimiento.

$$\text{rendimiento} = \frac{n^\circ \text{ total de piezas producidad}}{PP}$$

Por lo tanto, los rendimientos de los activos críticos quedan de la siguiente manera.

zenith	
rendimiento	90%
tiempo de operación	198
capacidad nominal kg/h	10.800
total kg que se podrían producir	2.138.400
total kg producidos	1.934.244

Tabla 1.5: Rendimiento maquina Zenith.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel con datos entregados por la empresa

poyato 70	
rendimiento	56%
tiempo de operación	205
capacidad nominal kg/h	10.080
total kg que se podrían producir	2.061.360
total kg producidos	1.146.460

Tabla 1.6: Rendimiento maquina Poyato.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel con datos entregados por la empresa

- Calidad: Equivale la cantidad de piezas realizadas buenas a la primera con respecto al total producido ya sea bueno o malos.

La calidad no es nada más que:

$$\frac{N^{\circ} \text{ de unidades buenas}}{N^{\circ} \text{ de unidades total}}$$

Por lo tanto, la tasa de calidad de los productos producidos por los activos críticos queda de la siguiente manera.

Zenith	
calidad	99%
total kg buenos producidos	1.922.472
total kg producidos	1.934.244

Tabla 1.7: Tasa de calidad de la maquina Zenith.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel con los datos entregados por la empresa.

poyato 70	
calidad	97%
total kg buenos producidos	1.116.170
total kg producidos	1.146.560

Tabla 1.8: Tasa de calidad de la maquina Poyato.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel con los datos entregados por la empresa.

Luego de tener esos 3 parámetros se procede a calcular el OEE del proceso de la siguiente manera.

$$OEE = DISPONIBILIDAD * RENDIMIENTO * CALIDAD$$

Por lo tanto, el OEE de los activos críticos queda de la siguiente manera.

OEE zenith	70%
rendimiento	90%
calidad	99%
disponibilidad	77%

Tabla 1.9: OEE de la maquina Zenith

Fuente: Elaboración propia mediante Excel con los resultados obtenidos.

OEE Poyato 70	39%
rendimiento	56%
calidad	97%
disponibilidad	72%

Tabla 1.10: OEE de la maquina Poyato.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel con los resultados obtenidos.

Como fue mencionado anteriormente el objetivo del indicador OEE era con fin de la superación de la empresa, el indicador tiene distintas fases dependiendo del resultado del OEE, lo que una empresa competente buscaría alcanzar es el nivel de World class que es el escalón más competente hasta ahora en el cual no hay pérdidas significantes en la producción y tiene relación con el tiempo de producción total y el planificado y con el TPM, según estudios del creador del TPM las empresas que lograron implementar la metodología alcanzaron los niveles superiores al 85% del OEE, por lo cual se puede intuir que la relación o meta que se debe plantear para llegar a escalones grandes es seguir la metodología del TPM.

CAPITULO 2: RCM Y SU PROCESO.

2. RCM (RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE).

El RCM es una metodología utilizada para saber cómo llevar un activo a su funcionamiento continuo y adecuadamente para que no pierda su función principal dentro del contexto operacional.

Para realizar un diagnóstico de RCM se deben realizar 7 preguntas para su aplicación.

2.1. SIETE PREGUNTAS QUE SE DEBEN REALIZAR PARA LA APLICACIÓN DE UN RCM.

1. ¿Cuáles son las funciones y los estándares de ejecución asociado con el activo en su actual contexto operacional?

En este paso se debe definir el proceso que realiza, como funciona, su rol, componentes con el fin de evaluar su funcionamiento.

2. ¿En qué forma falla el equipo (falla funcional)?

En este momento se tiene que realizar la pregunta “¿Qué pudo causar la falla? Por lo que se tiene que definir el cómo se produjo la falla.

3. ¿Qué causo cada falla funcional (modo de falla)?

Acá se tiene que definir como se produjo la falla funcional del equipo.

4. ¿Qué ocurre cuando sucede la falla (Efecto de falla)?

Acá se tiene que realizar una recopilación de información acerca de las consecuencias que podría traer a la producción, equipo, personal y realizar supuestos para la reparación.

5. ¿Cuál es el impacto de cada falla (consecuencia de la falla)?

Acá se debe reconocer cual es el impacto de la falla en nuestra empresa, ya sea ambiental, operacionales, no operacionales o algunas consecuencias ocultas que pueda traer esta.

6. ¿Qué puede hacerse para prevenir cada falla funcional?

Se deben realizar tareas para minimizar o evitar las consecuencias de las fallas, enfocándose en tareas proactivas de mantenimiento ya sea con mantenimiento preventivo o proactivo de estas.

7. ¿Qué puede hacerse si no se conoce una tarea de prevención adecuada a esta falla?

En esta parte se tiene que estudiar el posible cambio de diseño de la parte afectada o cambio en el proceso.

2.2. FASES DEL RCM.

El RCM consta de 7 fases con las cuales se busca ir completando de manera continua cada una de ellas para lograr el objetivo.

- Fase 0: Generar equipos de trabajo
- Fase 1: Seleccionar el activo a ser intervenido utilizando las herramientas necesarias, Recopilando acerca del contexto operacional de este.
- Fase 2: Definir las funciones primarias y secundarias del activo, listado de las funciones de sus sistemas y subsistemas.
- Fase 3: Determinar las fallas funcionales y/o fallos técnicos del activo.
- Fase 4: Determinar los modos de falla o causales de cada falla encontrada.
- Fase 5: Estudiar las consecuencias y efectos que trae consigo y la falla y clasificarlo dependiendo de su impacto a la empresa.
- Fase 6: Determinar medidas preventivas para evitar o disminuir el impacto del equipo crítico para mediante hojas de decisiones.
- Fase 7: Agrupar las medidas preventivas por categorías, para elaborar un plan de mantenimiento o en su efecto fichas de mantenimiento con la programación de estos.
- Fase 8: Puesta en marcha de las medidas preventivas

2.2.1. FASE 0: GENERAR EQUIPOS DE TRABAJO.

Para llevar la ejecución de un RCM se requiere de un equipo de trabajo, el cual estará liderado por el jefe de mantenimiento que tendrá a cargo un equipo de técnicos profesionales en el área. Según Jhon Moubrey autor del libro “mantenimiento centrado en confiabilidad RCM2 (1991) los equipos de trabajo naturalmente deben estar compuesto por 5 personas las cuales son.

- Personal de operación/producción;
- Personal de mantenimiento;
- Ingeniero de proceso;
- Especialistas externos y,
- Facilitador.

Actualmente la empresa ya consta con el supervisor, eléctrico y equipo de mantenimiento por la cual solo necesita el facilitador para la implementación del RCM el cual tiene que ser un ingeniero del área del mantenimiento industrial.

ITEM	CANTIDAD
Operario	2
Tec. eléctrico	2
Tec. Mantenimiento industrial.	2
Ing de proceso.	1
Facilitador.	1
Total.	

Tabla 2.1: Personal de equipo de trabajo para RCM.
Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

2.2.2. FASE 1: DEFINICIÓN DE CONTEXTO OPERACIONAL.

Para analizar uno o varios equipos lo primero que se debe saber es el contexto operacional del equipo, ya que dos equipos idénticos pueden estar trabajando en distintas plantas y estos pueden tener planes de mantenimiento distintos él uno del otro, por lo cual se debe plantear el contexto operacional de una manera corta y precisa. Para esto se deben considerar los siguientes factores.

- Perfil del negocio.
- Ubicación geográfica
- Proceso productivo actual y metas de producción.
- Clima y ambiente laborar.
- Turnos del personal.
- Indicadores de producción, productividad, mantenimiento y sus estándares.
- Calidad de la materia prima, proceso productivo y producto.
- Políticas de gestión de activo (Operación, mantenimiento, repuestos).
- Planes de mantenimiento actual.

La empresa bottai y Hnos S.A fue fundad en 1929, desde ese entonces la principal función era entregar a sus clientes productos y servicio de la mejor calidad siendo innovadores y perfeccionando los procesos de fabricación, llegando a ser una de las empresas productoras de manufacturas prefabricadas de hormigón más grande de

Chile. Posee varias plantas de producción en las ciudades de Arica, Iquique, Santiago, Cabrero y Paillaco. En este caso se centrará en la planta de producción ubicada en Arica.

Las condiciones climáticas son de carácter seco por estar en el norte de Chile siendo una zona de poca lluvia y presentar un cielo despejado en la mayoría de sus días.

Bottai y Hnos S.A Posee 2 máquinas de moldaje de cemento, las cuales son la Poyato 750 y la Zenith, las cuales son alimentadas mediante mezcladoras independientes cada una. Estas son las encargadas de la producción de moldajes de la empresa por lo cual se busca la menor cantidad de intervenciones en ellas para estar más tiempo en funcionamiento. Esta planta trabaja en turnos 6x1 los cuales de lunes a viernes es jornada completa y sábado se trabaja medio día.

Los indicadores de producción fueron calculados previamente en las tablas 1.7 y 1.8 lo cual refleja una baja producción. En los estándares de calidad se tiene el indicador más alto, esto debido a que la empresa se rige a la norma ISO CASO 5, certificación por marca de conformidad (Sello de calidad) modelo basado en ensayo tipo con evaluación y aprobación de la disposición del control de calidad del fabricante, la cual evalúa a través de ensayos de calidad cada lote de productos seleccionados para saber si cumple los requisitos esperados por ellos.

Actualmente la empresa Bottai y Hnos S.A trabaja con mantenimiento correctivo, por lo cual evitan hacerle mantenimiento y hacen funcionar la máquina hasta que ya dejó de funcionar. Lo cual genera fallas como rupturas de elementos, pérdidas de función de los componentes hidráulicos, atascamiento de material. Esta decisión provoca tiempo de inactividad en las máquinas en las cuales se generan pérdidas económicas significativas que serán expuestas más adelante, disminución de la vida útil de los equipos y un mayor costo a largo plazo.

Los costos asociados al mantenimiento son solamente costos de material que fueron utilizados para las reparaciones durante el 2022 lo que equivale a un aproximado de 18.000.000 por máquina.

2.2.3. FASE 2: DEFINIR LAS FUNCIONES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS DEL ACTIVO, LISTADO DE LAS FUNCIONES DE SUS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS.

El análisis funcional es una herramienta del RCM el cual permite una fácil visualización del proceso productivo.

2.2.3.1. DIAGRAMA DE ENTRADA PROCESO Y SALIDA.

Para el comienzo del análisis a los equipos críticos una buena herramienta a emplear es el diagrama de entrada proceso y salida, el cual nos dará a grandes rasgos como es el proceso en este caso de la maquina Poyato 750 y Zenith.

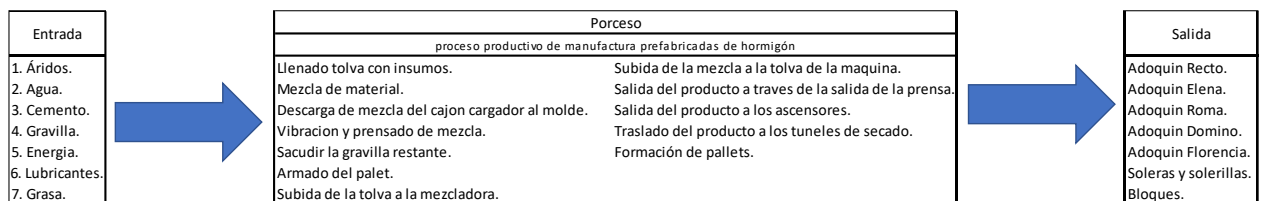


Figura 2.1: Diagrama de entrada proceso y salida de los activos propios.

Fuente: Elaboración propia en base al proceso productivo del activo Zenith

Según la norma SAE J1011 la función primaria es cuando se constituyen las razones principales por las que el activo fue adquirido por su dueño.

Los componentes para estudiar de la maquina Zenith serán las cuales están sometidas a trabajos y mantenimientos constantes, las cuales recaen sobre la prensa ya que todo el proceso de moldaje es realizado por ella. Para esto se realiza un Catastro de las partes de la prensa y se enfocara el análisis en estas partes y las que alimentan a la prensa.

Para dejar en claro cómo fue especificado en el capítulo 1, la función principal de las máquinas poyato 750 y Zenith es elaborar las piezas de hormigón solicitadas mediante el moldaje y desmoldaje de la materia prima. A continuación, se dejara las partes de la prensa para tener una mejor visualización del activo.

- Cilindros hidráulicos (cl - 261 y cl - 274).
- Molde.

- Contra molde (70 – 09 - 00).
- Cajón cargador (70 – 03 – 00).
- Chasis regulable (70 – 02 – 00)
- Tolva de hormigón (70 – 04 - 00).
- Mesa vibradora (70 – 07- 00)

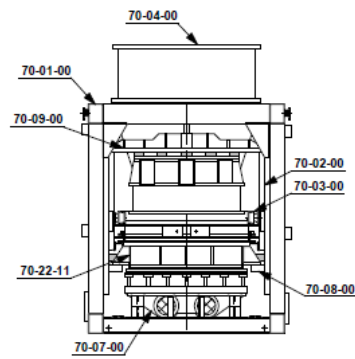
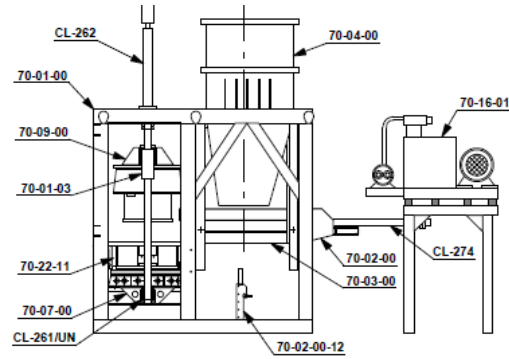


Figura 2.3: Plano prensa.

Fuente: Manual del operador maquina Poyato 750.

2.2.3.2. FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA PRENSA.

Sistema: Prensa	
Subsistema	Función
Mesa vibradora	1. Su función principal es ejercer movimientos vibratorios con una fuerza máxima de 35 kN, para el relleno uniforme del molde.
Grupo hidráulico	1. Su función principal es bombear líquido hidráulico para el movimiento de los componentes tales como compuertas, contramolde y lubricación, a una presión de funcionamiento de 75-80 kg para la prensa y 12 kg/cm ² para el cajón de llenado
Cajón de llenado.	1. Su función principal es distribuir la mezcla dentro del molde, mediante movimientos realizados a través de cilindro hidráulico a 125 kg/cm ² .

Tabla 2.2: Función de la mesa vibradora
Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

2.2.4. FASE 3: DETERMINAR LAS FALLAS FUNCIONALES Y/O FALLOS TÉCNICOS DEL ACTIVO

Para definir la falla funcional del activo o componente a estudiar se debe tener claro cuál es la función lo cual responde a la primera pregunta.

Se define como falla funcional cuando el activo no realiza la función ya sea total o parcial de su proceso. Cada activo tiene más de una función por lo cual puede existir más de una falla funcional.

2.2.4.1. FALLAS FUNCIONALES DE LOS COMPONENTES DE LAS PRENSAS.

Hoja de información RCM	Sistema /activo
	Prensa
	Subsistema/Componente
	Mesa vibradora.
función	falla funcional
1. Su función principal es ejercer movimientos vibratorios con una fuerza máxima de 35 kN, para el relleno uniforme del molde.	A: La mesa vibradora genera movimiento, pero estos dañan la estructura.
	B: Motor de la mesa vibradora no entrega energía o vibración adecuada (10cv /3000 rpm.)

Tabla 2.3: Fallas Funcional de la mesa vibradora.
Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

Hoja de información RCM	Sistema /activo
	Prensa
	Subsistema/Componente
	Grupo hidráulico
Función	Falla funcional
1. Su función principal es bombear líquido hidráulico para el movimiento de los componentes tales como compuertas, contramolde y lubricación, a una presión de funcionamiento de 75-80 kg	A. El equipo no alcanza la presión establecida de 76kg mínima para los movimientos de las electroválvulas.
	B: Motor eléctrico no parte

Tabla 2.4: Fallas Funcional del grupo hidráulico.
Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

Hoja de información RCM	Sistema /activo
	Prensa
	Subsistema/Componente
	Cajón de llenado.
Función	Falla funcional
1. Su función principal es distribuir la mezcla dentro del molde, mediante movimientos uniformes.	1: No distribuye la mezcla uniformemente dentro del molde.

Tabla 2.5: Fallas funcionales del cajón de llenado.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

2.2.5. FASE 4: DETERMINAR LOS MODOS DE FALLA O CAUSALES DE CADA FALLA ENCONTRADA.

Se define como modo de falla a los eventos que puedan ocasionar un estado de falla. Una falla funcional tiene que ir acompañada de uno o más modos de fallo los cuales deben ser identificados en el RCM. Al identificar el modo de falla de un equipo es importante anotar la causa raíz de este.

Los modos de falla pueden clasificarse en 3 grupos.

- Capacidad bajo el funcionamiento deseado. (*deterioro, fallas de lubricación, polvo o suciedad, desarme y errores humanos*)
- Capacidad sobre el funcionamiento deseado. (*El funcionamiento deseado aumenta hasta que el activo no puede responder, el aumento del esfuerzo causa que se acelere el deterioro hasta el punto en que el activo se torna tan poco confiable que deja de ser útil*)
- Capacidad inicial fuera del rango desde el inicio. (*A veces surgen situaciones en las que el funcionamiento deseado está fuera del rango de capacidad inicial desde el comienzo.*)

Hoja de información RCM	Sistema /Activo	Sistema N°
	Prensa	1
	Subsistema/Componente	Fecha
	Mesa vibradora.	
Función	Falla funcional	Modo de falla (<i>causa de la falla</i>)
1.	A	1: Suciedad en la superficie de la mesa vibradora
		2. vibradores mal programados
	B	1: Desbalance de las fases del motor.
		2: Sobre carga de corriente en el motor.
		3. Piñón durocoton de reducción roto.

Tabla 2.6: Modo de falla de prensa.
Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

Hoja de información RCM	Sistema /Activo	Sistema N°
	Prensa	1
	Subsistema/Componente	Fecha
	Grupo hidráulico	
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)
1.	A.	1: Obstrucción en la entrada o salida de la bomba.
		2. Válvula de alivio no libera presión correspondientemente o libera antes de tiempo
		3: Cavitación en la bomba debido a sus niveles de aceite bajo y aire en la bomba.
	B:	1: conexión eléctrica defectuosa o sueltas

Tabla 2.7: Modos de falla sistema hidráulico.
Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

Hoja de información RCM	Sistema /activo	Sistema N°
	Prensa	1
	Subsistema/Componente	Fecha
	cajón de llenado.	
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)
1	A	1: Rotula con desgaste por uso.
		2: Desgaste de los cilindros hidráulicos por materia prima acoplada.

Tabla 2.8: Modo de falla del cajón de llenado
Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

2.2.5.1. NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO.

El número de prioridad de riesgo será asignado mediante la tabla de modo de falla, efecto de falla, con el cual se establecerá un numero de prioridad de riesgo (NPR) para los modos de fallas estudiados con el fin de priorizar cada uno de ellos, para lo cual se tiene la siguiente formula de acuerdo con la norma SAE J1739:

$$NPR = S * O * D$$

- D (Probabilidad de detección de un modo de falla).

Según la norma, la probabilidad de detección de un modo de falla nos indica de qué manera los operadores o trabajadores de la planta pueden detectar y anticiparse un modo de falla antes que ocurra y se convierta en una falla funcional.

Detección	Criterios: Probabilidad de detección de un modo de falla	Ranking
Casi imposible	No existen controles disponibles para detectar el modo de falla	10
Muy remota	Muy remota probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	9
Remota	Remota probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	8
Muy baja	Muy baja probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	7
Baja	Baja probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	6
Moderada	Moderada probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	5
Moderadamente alta	Moderadamente alta probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	4
Alta	Alta probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	3
Muy alta	Muy alta probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	2
Casi cierta	Los actuales controles son casi ciertos para detectar el modo de falla. Detección confiable	1

Figura 2.4: Criterio sugeridos para la evaluación de detección.

Fuente: Norma SAE J1739.

- O (Probabilidad de ocurrencia).

El Po nos indica con qué frecuencia sucede el modo de falla.

Probabilidad de falla	Posible tasa de falla	Ranking
Muy alta: La falla es casi inevitable	≥ 1 en 2	10
	1 en 3	9
Alta: Generalmente asociadas a procesos similares o procesos previos, que presentan fallas con frecuencia	1 en 8	8
	1 en 20	7
Moderada: Generalmente asociadas a procesos similares o procesos previos que experimentan fallas ocasionales, pero no en mayores proporciones	1 en 80	6
	1 en 400	5
	1 en 2.000	4
Bajas: Fallas aisladas asociadas con procesos similares	1 en 15.000	3
Muy baja: Solo fallas aisladas asociadas con procesos casi idénticos	1 en 150.000	2
Remota: La falla es poco probable. No se repiten las fallas de procesos casi idénticos	≤ 1 en 1.500.000	1

Figura 2.5: Criterio sugerido para la evaluación de la ocurrencia.

Fuente: Norma SAE J1739.

- S (Severidad de la consecuencia)

El número que sea seleccionado en la severidad de la consecuencia tiene que ir asociado a las consecuencias operacionales del modo de falla.

Efecto	Criterio: Severidad del efecto	Ranking
Peligros sin advertencia	Pone en peligro la seguridad del operario. Muy alto ranking de severidad, cuando el modo de falla afecta la seguridad operativa y/o envuelve el no cumplimiento de regulaciones gubernamentales. La falla no se advierte al ocurrir.	10
Peligros con advertencia	Pone en peligro la seguridad del operario. Muy alto ranking de severidad, cuando el modo de falla afecta la seguridad operativa y/o envuelve el no cumplimiento de regulaciones gubernamentales. La falla se advierte al ocurrir.	9
Muy alto	Perturbación grave a la línea productiva. Las pérdidas pueden alcanzar al 100% del producto. Equipo inoperable, pérdida de la función primaria. Cliente muy insatisfecho.	8
Alto	Perturbación menor en la línea productiva. La producción puede tener que ser ordenada y una parte desechada (menor al 100%). Equipo operable, pero con un nivel de calidad reducido. Cliente insatisfecho.	7
Moderado	Perturbación menor en la línea productiva. Una porción (menor al 100%) puede tener que ser desechada (no ordenada). Equipo operable, pero con algunos ítems de confort inoperables. El cliente experimenta insatisfacción.	6
Bajo	Perturbación menor en la línea productiva. 100% del producto tiene que ser adaptado. Equipo operable, pero con algunos ítems de confort con un nivel de calidad reducido. El cliente experimenta algo de insatisfacción.	5
Muy bajo	Perturbación menor en la línea productiva. El producto puede ser ordenado y una porción (menor al 100%) adaptado. Ajustes y terminaciones y sonido en el ítem no están en conformidad. Defecto notado por la mayoría de los clientes.	4
Menor	Perturbación menor en la línea productiva. Una parte (menor al 100%) puede ser modificada en línea, pero fuera de la estación. Se presentan desajustes y chirridos que no están en conformidad. Defecto notado por el promedio de los clientes.	3
Muy menor	Perturbación menor en la línea productiva. Una parte (menor al 100%) puede ser modificada en línea, pero fuera de la estación. Se presentan desajustes y pequeñas vibraciones en el ítem que no están en conformidad. Defecto notado por la minoría de los clientes.	2
Ninguno	Sin efectos	1

Figura 2.6: Criterio sugerido para la severidad de la consecuencia.

Fuente: Normal SAE J1739.

modos de falla	PO	SO	PD	NPR
Suciedad en la superficie de la mesa vibradora	10	2	2	40
Vibradores mal programados	3	3	5	45
Desbalance de las fases del motor.	3	3	10	90
Sobre carga de corriente en el motor.	3	8	10	240
Piñón durocoton de reducción roto.	3	9	10	270
Obstrucción en la entrada o salida de la bomba.	2	3	10	60
Válvula de alivio no libera presión correspondientemente.	2	3	8	48
Fuga de aire por sistema mal diseñado, filtros gastados.	3	1	8	24
Obstrucción en la entrada a la bomba.	2	3	7	42

Filtros bloqueados	2	2	7	28
Rotula con desgaste por uso.	1	3	7	21
Desgaste de los cilindros hidráulicos por materia prima acoplada.	3	5	8	120

Tabla 2.9: Asignación de numero de prioridad.

Fuente: Elaboración propia según norma ISO 1739.

2.2.5.2. ANÁLISIS DE ÁRBOL DE FALLA.

El análisis de árbol de falla es un análisis de fallas de manera descendentes el cual busca analizar los estados no deseados de las maquinas por sistemas separados. Este método es utilizado en los departamentos de confiabilidad para comprender como los sistemas pueden fallar e identificar las mejores formas de reducir estos escenarios.

La representación del árbol de falla se puede representar de la siguiente manera.







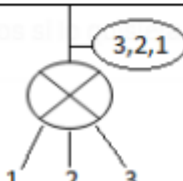
Símbolo	Nombre	Descripción
	Circulo	Acontecimiento primario generalmente denominada efecto básico.
	Rectángulo	Acontecimiento secundario, resulta de la combinación lógica de otros acontecimientos.
	Diamante	Acontecimiento primario, cuyas causas son desconocidas o no hay interés en desarrollar.
	Triangulo-IN	Cadena de acontecimientos analizada.
	Gate or	Operación lógica que da señal de salida con al menos un acontecimiento de entrada.
	Gate and	Operación lógica que da señal de salida al ocurrir todos los acontecimientos de entrada.
	Priority and gate-	Indica que el acontecimiento de salida ocurre solamente si las entradas acontecen en la secuencia descrita.

Figura 2.7: Simbología de análisis de árbol de falla.

2.2.5.3. PASOS DEL ANÁLISIS DE ÁRBOL DE FALLA.

Para realizar un árbol de falla se tiene que realizar un análisis del equipo a intervenir de manera de poder tener todos los supuestos casos en el cual podría fallar. Estos pasos son los siguientes.

- Definir el evento superior.
- Conocer el sistema.
- Construir el árbol de falla.
- Validar el árbol de falla.
- Evaluar el árbol de falla.
- Considerar cambios.
- Considerar alternativas y medidas de corrección.

2.2.6. FASE 5: ESTUDIAR LAS CONSECUENCIAS Y EFECTOS QUE TRAE CONSIGO Y LA FALLA Y CLASIFICARLO DEPENDIENDO DE SU IMPACTO A LA EMPRESA.

Luego de tener los modos de falla del equipo hay que tener en consideración que cada uno trae consigo un efecto de falla asociado, el cual es una descripción de lo que pasa cuando la falla ocurre. Al describir un efecto de falla se tiene que incluir toda la información necesaria para la evaluación de la falla. Es recomendable incluir.

- Forma en la que la falla amenaza la seguridad o el medio ambiente (*Debe señalarse la forma en que puede lesionar alguna persona o infringir alguna normativa del medio ambiente*).
- Manera en que afecta la producción o la operación. (*Debe indicarse como y cuanto afecta a la producción, ya sea por parada de la máquina o interrupción de la línea de proceso*).
- Daños causados por la falla. (*cuantificar los daños*)

Hoja de información RCM	Sistema /activo	Sistema N°	Facilitador
	prensa	1	
	Subsistema/Componente	Fecha	Hoja 1 de 1
	Mesa vibradora.		
función	falla funcional	Modo de falla (causa de la falla)	Efecto de falla (que sucede cuando falla)
<p>1. Su función principal es ejercer movimientos vibratorios con una fuerza máxima de 35 kN, para el relleno uniforme del molde.</p>	<p>A: La mesa vibradora no resiste el impacto máximo de 35 KN</p>	<p>1: Suciedad en la superficie de la mesa vibradora</p>	<p>Evidente/no evidente: SI Se divisan restos de áridos en la mesa Afecta SHA: NO Efectos Operacional: SI Se requiere reparar la mesa vibradora Fractura o rotura de la mesa vibradora debido a la cementación de los áridos y adhesión a la mesa vibradora.</p>
		<p>2. vibradores mal programados</p>	<p>Evidente/no evidente: NO Afecta SHA: NO Efectos Operacional: NO La mesa vibradore recibe una vibración distinta para el producto a realizar, genera más desgaste en la zona lo cual al no ser reparado a tiempo produce la detención del equipo.</p>
	<p>B: Motor de la mesa vibradora no entrega energía o vibración adecuada (10cv /3000 rpm.)</p>	<p>1: Desbalance de las fases del motor.</p>	<p>Evidente/no evidente: NO Afecta SHA: NO Efectos Operacional: SI Se detiene automáticamente. El motor trabaja fuera de su fases y entrega vibraciones fuera de los rangos.</p>

		2: Sobre carga de corriente en el motor.	Evidente/no evidente: NO Afecta SHA: NO Efectos Operacional: SI Se detiene el motor. Al sobrecargar el motor produce un salto en los límites y la unidad protectora detiene el motor
		3. Piñón durocoton de reducción roto.	Evidente/no evidente: NO Afecta SHA: NO Efectos Operacional: SI Disminución progresiva de la velocidad del motor. Motor vibratorio se comienza a detener de manera golpeada por la falla en el reductor.

Tabla 2.10: Efectos de falla de la mesa vibradora

Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

Hoja de información RCM	Sistema /activo	Sistema N°	Facilitador
	prensa	1	
	Subsistema/Componente	Fecha	Hoja 1 de 1
	Grupo hidráulico		
función	falla funcional	Modo de falla (causa de falla)	Efecto de falla (que sucede cuando falla)
1. Su función principal es bombear liquido hidráulico para el movimiento de los componentes tales como compuertas, contramolde y lubricación, a una presión de funcionamiento de 75-80 kg	A. El equipo no alcanza la presión establecida de 76kg mínima para los movimientos de las electroválvulas.	1: Obstrucción en la entrada o salida de la bomba.	evidente/no evidente: No afecta SHA: No Efectos Operacional: SI El nivel de aceite bombeado a la línea hidráulica se verá disminuido por lo cual tendrá menos caudal y se verá afectado los trabajos realizados como el abrir las compuertas, la bajada del contra molde y la movilización de la materia prima dentro del activo.
		2. Válvula de alivio no libera presión correspondientemente o libera antes de tiempo	evidente/no evidente: NO afecta SHA: NO Efectos Operacional: NO Fuga de aceite en distintos puntos del activo, los pistones no completaran el recorrido correspondiente y son más lentos.
		3: Cavitación en la bomba debido a sus niveles de aceite bajo y aire en la bomba.	evidente/no evidente: SI Ruidos y vibración dentro de la bomba afecta SHA: NO Efectos Operacional: NO produce que los componentes de la bomba estén expuestos a un ambiente inusual causando desgaste en los componentes de la bomba
	B: Motor eléctrico no parte	1: conexión eléctrica defectuosa o sueltas	evidente/no evidente: NO afecta SHA: SI Riesgo de electrocutar. Efectos Operacional: SI no entra energía al sistema, bomba no es capaz de entregar presión necesaria para su funcionamiento.

Tabla 2.11: Efectos de falla del sistema hidráulico.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

Hoja de información RCM	Sistema /activo	Sistema N°	Facilitador
	prensa	1	
	Subsistema/Componente	Fecha	Hoja 1 de 1
	cajón de llenado.		
función	falla funcional	Modo de falla (causa de falla)	Efecto de falla (que sucede cuando falla)
1. Su función principal es distribuir la mezcla dentro del molde, mediante movimientos realizados a través de cilindro hidráulico a 125 kg/cm2	A: No distribuye la mezcla uniformemente dentro del molde.	1: Rotula con desgaste por uso.	evidente/no evidente: SI El movimiento del distribuidor se ve ralentizado y no uniforme afecta SHA: NO Efectos Operacional: SI Se requiere detener el proceso El movimiento del cajón de llenado se ve alterado por la falta de mantenimiento, dificultad para rotar la rótula genera un llenado no uniforme dejando deformaciones e el producto final.
		2: Desgaste de los cilindros hidráulicos por materia prima acoplada.	evidente/no evidente: No afecta SHA: NO Efectos Operacional: SI La materia prima en los cilindros genera un atascamiento del pistón, lo cual hace que realice más fuerza y se dañe.

Tabla 2.12: Efectos de falla del cajón de llenado.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

2.2.7. FASE 6: DETERMINAR MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR O DISMINUIR EL IMPACTO DEL EQUIPO CRÍTICO PARA MEDIANTE HOJAS DE DECISIONES.

Con la información recopilada anteriormente se puede generar hojas de decisiones RCM. La cual se divide en 16 columnas como se ve en la figura 3.1 en la cual las columnas F, FF, MF están vinculadas con la hoja de información del RCM.

hoja de decisión rcm			Sistema: Sistema hidráulico.							facilitador:		fecha:	Hoja N°		
			equipo:							Auditor:					
referencia de información			evaluación de las consecuencias.				H1	H2	H3	Acción de falta de:			tarea propuesta	Intervalo inicial	Realizar po
							S1	S2	S3	H4	H5	H6			
F	FF	MF	H	S	E	O	O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						

Tabla 2.13: Formato de hoja de decisiones.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

Para el llenado de la hoja de decisiones se tiene que seguir un diagrama de decisiones el cual muestra el camino a seguir para tomar una decisión dentro del marco de trabajo estratégico y estructurado, la hoja de información luego de ser llenada tiene que contestar lo siguiente:

- Que tarea propuesta se planteara para cubrir cada falla funcional.
- Que falla es suficientemente critica para plantear el rediseño del activo o componente.
- En qué caso es más recomendado esperar el fallo para un mantenimiento correctivo.

A continuación, se muestra el diagrama de tomas de decisión que se tiene que seguir para el correcto llenado de la hoja de decisiones.

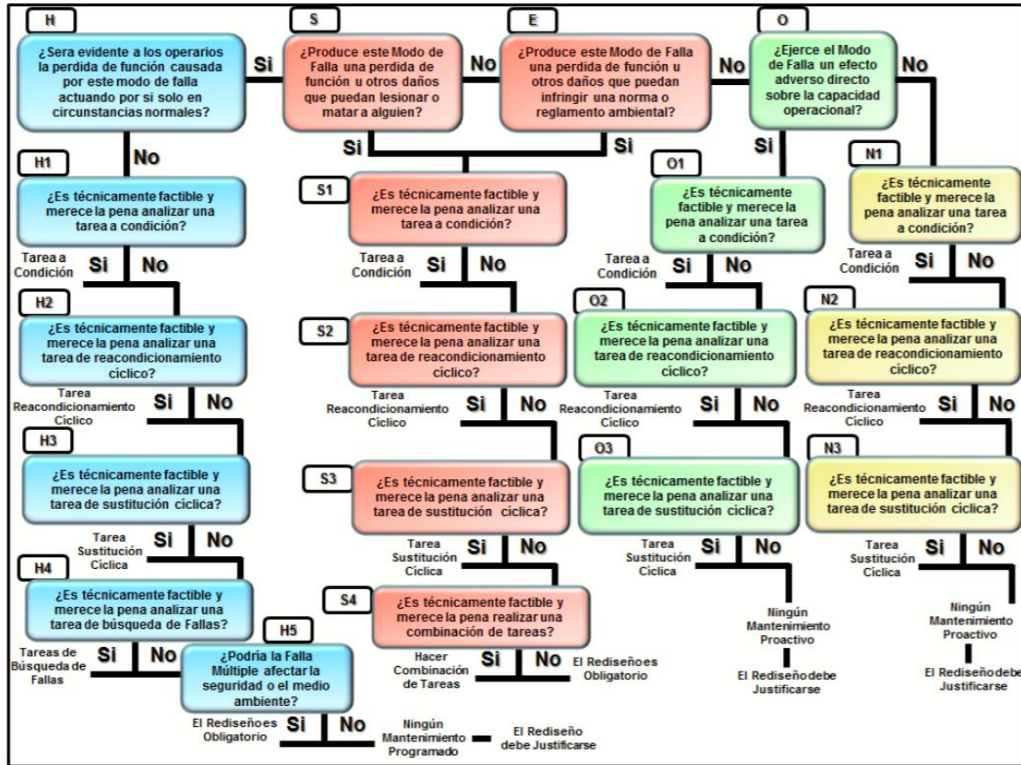
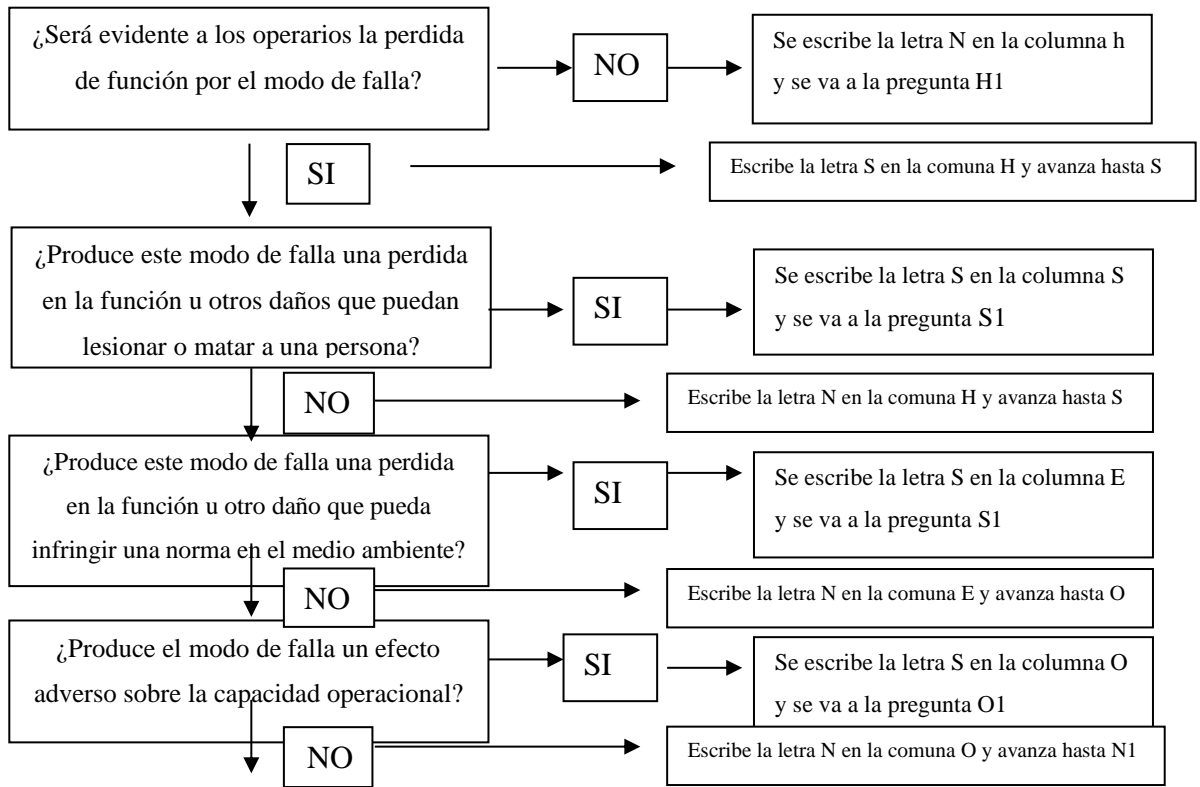


Figura 2.8: Diagrama de decisiones RCM

Fuente: John Moubray

2.2.7.1. LLENADO DE LA COLUMNA H, S, O Y N DE LA HOJA DE DECISIONES.

Para el llenado de la hoja de decisiones hay que seguir un orden lógico en las columnas H, S, O y N. Cada modo de falla se debe clasificar en una categoría de consecuencia como se muestra a continuación



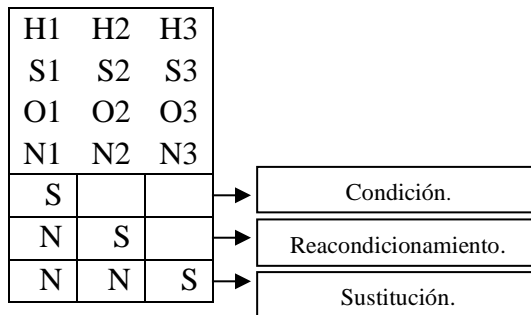
<i>Referencia de información</i>			<i>Evaluación de las consecuencias</i>				
<i>F</i>	<i>FF</i>	<i>MF</i>	<i>H</i>	<i>S</i>	<i>E</i>	<i>O</i>	
1	A	1	N				Falla oculta.
2	A	1	S	S			Consecuencia para la seguridad.
2	B	2	S	N	S		Consecuencia para el medio ambiente.
3	A	1	S	N	N	S	Consecuencia operacional.
3	B	2	S	N	N	N	Consecuencia no operacional.

2.2.7.2. LLENADO DE LAS COLUMNAS HX, SX, OX Y NX

En la hoja de decisiones las columnas octava novena y décima son utilizadas para el registro de las tareas proactivas las cuales sus letras irán acompañadas de número 1,2,3 o 4 dependiendo de lo que se necesite tal que:

- H1/S1/E1/O1: Son utilizadas para registrar tareas a condición apropiadas para reducir el nivel tolerable de falla, en el caso que el coste económico sea menos.

- H2/S2/E2/O2: Son utilizadas para registrar tareas de reacondicionamiento cíclico para prevenir falla.
- H3/S3/E3/O3: Son utilizadas para registrar tareas de sustitución cíclica para prevenir fallas.



2.8. RESULTADOS DEL ANÁLISIS RCM.

hoja de decisión RCM			Sistema: Sistema hidráulico.						facilitador:						fecha:	Hoja N°	
referencia de información			evaluación de las consecuencias.				H1 H2 H3			Acción de falta de:			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A Realizar por		
F	FF	MF	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3					
							N1	N2	N3	H4	H5	H6					
1	A	1	S	N	N	S	N	S					<u>Reacondicionamiento cíclico:</u> Realizar un control del nivel de aceite en el sistema. Si es necesario rellenar.			Semanal	Tec. Mantenimiento
1	A	2	N				N	S					<u>Reacondicionamiento cíclico:</u> Realizar una pauta de control en los puntos de fuga frecuente. Si es necesario reparar.			semanal	Tec. Mantenimiento
1	B	1	N				S						<u>Tarea a condición:</u> Realizar una revisión de los sensores de las válvulas, revisar presión de la bomba, elementos del filtro, camisa o buscar filtración/daño de los componentes. en caso de entrar en cavitación revisar la curva de instalación del equipo, aumentar velocidad y caudal, reducir altura de bombeo.			Semestral	Tec. Mantenimiento
1	B	2	S	S			S						<u>Tarea a condición:</u> Realizar una inspección visual a la parte eléctrica del equipo.			Mensual.	Tec. eléctrico

Tabla 2.14: Hoja de decisiones del sistema hidráulico.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

Hoja de decisión RCM			Sistema: Mesa vibratoria.							Facilitador:			Fecha:	Hoja N°				
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias.				H1	H2	H3	Acción de falta de:			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A Realizar por			
F	FF	MF	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3				H4	H5	H6
							N1	N2	N3									
1	A	1	N				N	S								<u>Reacondicionamiento cíclico:</u> Revisión y limpieza de la mesa vibradora para eliminar restos de áridos.	Diario	Operario.
1	A	2	N				N	S								<u>Reacondicionamiento cíclico:</u> Revisión de los componentes, principalmente de sujeción del activo. Engrase y lubricación.	Semanal.	Tec. Mantenimiento.
1	B	1	S	N	N	S	S									<u>Tarea a condición:</u> revisión y mantenimiento preventivo si el motor tiene funcionamiento continuo.	Mensual.	Tec. eléctricos
																<u>Tarea a condición:</u> revisión y mantenimiento preventivo si el motor tiene funcionamiento interrumpido.	semanal.	Tec. eléctricos
1	B	2	S	N	N	S	N	N	N							<u>Sin mantenimiento preventivo:</u> Mantenimiento correctivo para cuando la falla funcional se presente.	Según condición	Tec. eléctricos
1	B	3	S	N	N	S	S									<u>Tarea a condición:</u> Revisión y mantenimiento preventivo, engrase y lubricación de los componentes mecánicos.	Semanal.	Tec. Mantenimiento.

Tabla 2.15: Hoja de decisiones de la mesa vibratoria.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

hoja de decisión RCM			Sistema: Cajón de llenado.						Facilitador:						Fecha:	Hoja N°				
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias.				Acción de falta de:			Tarea propuesta						Intervalo inicial	A Realizar por			
F	FF	MF	H	S	E	O	H1	H2	H3											
							S1	S2	S3											
1	A	1	N				S											<p><u>Tarea a condición:</u> Revisión y limpieza de los componentes que generan el movimiento en el cajón de llenado, principalmente los que queden con restos de áridos.</p>	Semanal	Tec. Mantenimiento.
1	A	2	N				S											<p><u>Tarea a condición:</u> Revisión y limpieza de los componentes que generan el movimiento en el cajón de llenado, principalmente los que queden con restos de áridos.</p>	Semanal	Tec. Mantenimiento.

Tabla 2.16: Hoja de decisiones del cajón de llenado.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

CAPITULO 3: PLANIFICACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO
BASADO EN RCM Y COSTOS ASOCIADOS.

3. PLANIFICACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO Y EVALUACION DE COSTOS.

En el presente capítulo se realizará un estudio a nivel económico buscando la disminución en la frecuencia de las fallas basado en el plan de mantenimiento a la empresa.

Para la correcta integración del plan de mantenimiento se tiene que disminuir la cantidad de mantenimientos correctivos que la empresa lleva a cabo lo cual lleva a un aumento de la disponibilidad.

Para el plan de mantenimiento se tendrá que plantear tareas tales como la limpieza de residuos en el área de producción, lubricación de motores y reductores e inspecciones de componentes de los activos. Además, generar procedimientos que muestren un paso a paso de la tarea de mantención a realizar con el fin de asegurar la seguridad del personal que realizara la actividad y generar registros de lo que se realizara.

3.1. POLITICAS DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA.

En la actualidad la empresa no cuenta con plan de mantenimiento de las fallas de los equipos, por lo cual se trabaja a la falla, el equipo se detiene y es intervenido, interrumpiendo el proceso productivo. Los alcances de un mantenimiento basado en confiabilidad son desconocidos por lo cual no se invierte en la implementación de otros modos de mantenimiento, creyendo que la corrección a la falla es la mejor opción, siendo que el no estar preparado para un evento genera pérdidas de tiempo tales como la búsqueda de la falla, recolección de herramientas, repuesto, recurso humano disponible para la mantención y el tiempo de reparación.

3.2. PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO.

Para la planificación del mantenimiento se debe tener en consideración los tiempos para realizar la actividad, el recurso humano que llevara a cabo el mantenimiento previsto y las tareas a ejecutar de acuerdo con la falla localizada, por lo cual se debe tener claridad en el procedimiento que se tiene que realizar y generar un registro para eventos próximos.

Para la implementación del RCM es necesario diseñar formatos los cuales contengan con claridad los procedimientos a realizar por el personal a cargo de la

mantención del activo los cuales deben tener la mayor cantidad de detalles para así estar preparado para las fallas próximas, los cuales tienen que ser registros físicos y computarizados en los cuales se tendrán los siguientes tipos de documentos check list, Tools card y hojas de proceso. En los cuales las check List serán usadas para trabajos en los cuales el trabajador este expuesto a condiciones inseguras para disminuir el riesgo, Tools Card para el registro diario del equipo, anotaciones tales como la aparición de sonidos o síntomas que pueda desencadenar un modo de falla, y las hojas de registro en las cuales se anotara los procedimientos para la mantención del equipo.

Para la realización de la planificación del mantenimiento se utilizará la tabla de NPR (tabla 2.9) para dar prioridad a las tareas que más requieran de ella, para lo cual se reordenará de mayor a menor y queda de la siguiente manera.

modos de falla	PO	SO	PD	NPR
Piñón durocoton de reducción roto.	3	9	10	270
Sobre carga de corriente en el motor.	3	8	10	240
Desgaste de los cilindros hidráulicos por materia prima acoplada.	3	5	8	120
Desbalance de las fases del motor.	3	3	10	90
Obstrucción en la entrada o salida de la bomba.	2	3	10	60
Válvula de alivio no libera presión correspondientemente.	2	3	8	48
vibradores mal programados	3	3	5	45
Obstrucción en la entrada a la bomba.	2	3	7	42
Suciedad en la superficie de la mesa vibradora	10	2	2	40
Filtros bloqueados	2	2	7	28
Fuga de aire por sistema mal diseñado, filtros gastados.	3	1	8	24

Rotula con desgaste por uso.	1	3	7	21
------------------------------	---	---	---	----

Tabla 3.1: Tabla de numero de prioridad ordenada de mayor a menor.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

3.3. MEDIDAS DE SEGURIDAD.

En lo que corresponde a medidas de seguridad se debe seguir un protocolo el cual tiene que ser estricto y quedar registrado, por lo cual se plantea la generación de AST (análisis seguro del trabajo) en el cual se deben tener varios puntos en consideración.

1. Análisis del entorno de trabajo: Para un análisis seguro del entorno se debe tener claridad de donde será realizada la actividad, el cual puede ser realizado por los mecánicos y ser informada cualquier condición insegura en el entorno a los supervisores para la búsqueda de medidas de control.
2. Bloqueo de energía del equipo: Para el bloque de energía se recomienda la implementación de bloqueo loto, el cual es un bloqueo etiquetado que se utiliza para asegurar que el equipo esta apagado y sin energía residual, el cual asegura que los trabajadores no tengan accidentes por motivos de energía que quede en el activo. Para la realización de un bloqueo es necesario identificar la fuente de energía del equipo y de cualquier otro activo el cual nos, en el cual se procederá a poner una carta de bloqueo a la cual será adjuntada la tarjeta de cada persona que intervendrá el equipo, finalizando con el bloqueo del encargado de la cuadrilla, en este caso el supervisor o ingeniero que los lidere.
3. Prueba de energía 0: Para estar seguro de que el bloqueo fue realizado de la forma correcta se procede a realizar la prueba de energía 0 la cual es hacer funcionar el equipo presionando del botón “ON/OFF” del tablero del equipo. Dando resultados positivos la prueba de energía 0 (la maquina no emite cambio de estado) se procede con la intervención del equipo.

A continuación, se muestra un formato de AST el cual tiene que ser rellenado con el paso a paso de la actividad que se realizara, desde el análisis del entorno hasta el desbloqueo y puesta en marcha del equipo.

EMPRESA:		FECHA:		UBICACIÓN:																	
RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD:		CARGO:		ESPECIALIDAD:																	
DESCRIPCIÓN DE TRABAJO A EJECUTAR:																					
Estas firmas respaldan la aceptación y el entendimiento del AST y, documentos complementarios (realización de “Charlas Internas de 5 minutos” y “Listas de Verificación de Riesgos Críticos”)			Detalle de descripción de temas tratados:																		
NOMBRE Y APELLIDOS DEL TRABAJADOR	CARGO	FIRMA	NOMBRE Y APELLIDOS DEL TRABAJADOR	CARGO	FIRMA																
ESPECIFICAR LOS RIESGOS CRÍTICOS QUE APLIQUEN CON UN “SI” Y, LOS QUE NO APLIQUEN CON UN “NO” Y, COMPLETAR LA LISTA DE VERIFICACIÓN DEL RIESGO CRÍTICO CORRESPONDIENTE																					
Trabajos en Altura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Espacios Confinados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bloqueo y Tarjeteo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Izajes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dispositivos de Seguridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Operaciones de Buceo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gestión Vial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Barricadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Plataformas de Trabajo Elevadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Andamios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Excavaciones y Zanjas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Interacción Persona / Máquina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tronadura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prueba de Presión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
TOME LAS ACCIONES NECESARIAS HASTA QUE PUEDA RESPONDER LAS SIGUIENTES PREGUNTAS CON UN “SI”, “NO” Y “NO APLICA (N/A)”. SI EXISTE UNA RESPUESTA CON UN “NO”, CORRIJA ANTES DE PROCEDER EL TRABAJO.																					
EVALUACIÓN DEL ENTORNO Y PERSONAL A CARGO DE LA TAREA																					
Se identificó y evaluó en terreno, ¿Qué las condiciones del entorno permiten realizar el trabajo de manera segura? (Ej. Condiciones climáticas, iluminación, trabajo en/cerca de equipos energizados, ausencia de vanos, plataformas completas de trabajo, accesos bloqueados a espacios confinados o cañerías, u cualquier condición subestándar).									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En el caso del Manejo Manual de Carga (MMC) sea inevitable ¿Conocen los pesos de los materiales y herramientas permitidos, la forma correcta que deban levantarse, manipular y transportar?									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Conoce la ubicación de las estaciones de emergencia y ambiental, vías de evacuación, puntos de encuentro de emergencia (PEE) y canales de comunicación establecidos?			¿Se cuenta con medios y personal capacitado para enfrentar una emergencia (incendio, derrames, atropello de fauna o daño de elementos ambientales sensibles), en terreno?		
¿Dispone de equipos y herramientas correctas para la tarea y en buen estado, con su chequeo al día?			¿El área de trabajo está limpia, ordenada y con accesos expeditos?		
¿El personal está capacitado y autorizado, para el uso de herramientas, equipos, vehículos o maquinarias?			¿Las instalaciones eléctricas portátiles se encuentran en buen estado (extensiones, enchufes, etc.) y su inspección al día?, según código de color.		
¿Posee de todos los elementos de protección personal (EPP) específicos para realizar correctamente la tarea? (En el uso de productos químicos se utilizan los indicados en la HDS).			En caso de existir riesgo de caída de objetos, ¿Se encuentra controlado?		
¿Se evaluó el riesgo de exposición a la Línea de Fuego (Atrapamiento, golpeado por, cortes, contacto con, aplastamiento, pellizcos, etc.)?			¿La actividad cuenta con los permisos de trabajo y/o listas de chequeo requeridos?		
El guante de seguridad, ¿Es adecuado de acuerdo con el riesgo y el tipo de trabajo a desarrollar?			¿El personal está en conocimiento de los actuales controles COVID-19 establecidos en el proyecto?		
En aquellos trabajos que requiere verificación de energía cero "0", ¿Se utilizó la Lista de Verificación de Controles que Eviten "La Liberación Descontrolada De Energías"?			¿La cuadrilla de trabajo realizó la Lista de Verificación de Requisitos de Seguridad en las Actividades de Preoperaciones?		

Nº	SECUENCIA LÓGICA DE LOS PASOS DE LA TAREA	IDENTIFIQUE LOS RIESGOS, PELIGROS O ACCIDENTES ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD	DESCRIBA LAS MEDIDAS DE CONTROL DE LOS PELIGROS / RIESGOS POTENCIALES DEL TRABAJO
		-	-
			-
			-
			-
			-
			-
			-
			-

Tabla 3.2: Análisis seguro del trabajo.
Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

3.4. PAUTAS DE TRABAJO.

Las pautas de trabajo son una serie de procedimientos los cuales van a ser puestos en práctica por el personal que realizara la actividad, en la cual ira estipulada la fecha, el nombre del trabajador que realizara el trabajo, la cantidad de horas que se utilizaran siendo estas un caso óptimo de trabajo.

A continuación, se muestra el formato de las hojas de proceso para los modos de falla jerarquizados mediante el número de prioridad, los cuales tendrán que ser seguidos por el trabajador, este formato es aplicado a la maquina Zenith 750 de la empresa Bottai y Hnos S.A

Pauta de hoja de proceso para la mantención del equipo Zenith 750					
N°	Actividad	Nombre	Firma	Fecha	HH
1	Detener equipo				
2	Activar parada de emergencia				
3	Desenergizar equipo				
4	Realizar bloqueo del equipo				
5	Comprobar energía 0				
6	Realizar inspección visual mesa vibradora				
7	Inspección visual sistema transmisión del motor				
8	Comprobar alineamiento del motor				
9	Realizar inspección visual puntos de fuga del sistema hidráulico				
10	Revisar elementos del filtro				
11	Revisión del estado del aceite del sistema hidráulico				
12	Revisión y limpieza del cajón de llenado				
13	Chequear estado de piñón				
14	Realizar engrase de componentes mecánicos				
15	Realizar llenado de aceite si es necesario				
16	Realizar limpieza mesa vibradora				
17	Realizar lubricación y engrase de componentes de la mesa vibradora				
18	Chequeo de torque en elementos de sujeción				
19	Chequeo de rodamientos				
20	Normalizado de equipo				
21	Puesta en marcha de equipo				
22	Chequeo temperatura del motor/reductor (80-90°C)				
23	Comprobar ausencia de ruidos extraños				
24	Instalación de protecciones				

Tabla 3.3: Pauta de trabajo para abordar los modos de falla.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

ítem	Actividad	Estado	
		Ok	No Ok
1	Verificar equipo desenergizado		
2	Verificar área de trabajo limpio		
3	Verificar pernos de anclaje mesa vibradora		
4	Verificar vibradores calibrados		
5	Verificar puesta en marcha.		
6	Verificar puntos de fuga de aceite.		
7	Verificar aceite del reductor y motor.		
8	Verificar alineamiento.		
9	Verificar torque de pernos de anclaje.		
10	Verificar sistema hidráulico. (válvulas/ filtros)		
11	Verificar rotula del cajón de llenado.		

Tabla 3.5: Check list para prensa Zenith.
Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

3.7. COSTOS ASOCIADOS A LA IMPLEMENTACION DEL RCM

ITEM	Cantidad	Sueldo	Total.	Total, UF
Operario	2	\$600.000	\$1.200.000	33,47
Tec. eléctrico	2	\$800.000	\$1.600.000	44,63
Tec. Mantenimiento industrial.	2	\$800.000	\$1.600.000	44,63
Ing de proceso.	1	\$1.200.000	\$1.200.000	33,47
Facilitador.	1	\$1.200.000	\$1.200.000	33,47
Total.			\$6.800.000	189,67

Tabla 3.6: Personal de equipo de trabajo para RCM.
Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

Actualmente la empresa ya consta con el supervisor, eléctrico y equipo de mantenimiento por la cual solo necesita el facilitador para la implementación del RCM el cual tiene que ser un ingeniero del área del mantenimiento industrial

3.7.1. COSTOS DE MATERIAL DE TRABAJO.

El plan de mantenimiento a realizar constara básicamente del cambio de piezas de sujeción, lubricación, engrase y limpieza de las prensas de ambas maquinas, cabe recalcar que el funcionamiento de la prensa de las maquinas es la misma y tienen los mismos componentes.

Se recomienda la implementación de un mantenimiento preventivo de lubricación tal como se indica en la siguiente tabla 3.5. Los estanques de aceite

hidráulico de la maquina Zenith tienen una capacidad de 300 litros de los cuales el cambio de aceite se realizan 1 vez al año.

Por otro lado, los vibradores del conjunto de la mesa vibratoria se debe realizar el cambio de aceite cada 1.000 horas esto quiere decir que 2 veces por año se tiene que realizar el cambio y el estanque es de 3 litros.

Los costos de engrase y lubricación para el conjunto hidráulico y vibrador teniendo que el depósito de cada máquina para aceite hidráulico es de 300L con un total de 600L y del conjunto de vibradores de 3 L cada una con un total de 6 L en cuenta los tiempos de cambio quedaría de la siguiente forma.

ítem	Costo	Costo mensual.	Costo mensual, UF
Aceite ISO 46	\$734.096 (208 L)	\$183.523	5,12
Aceite SAE-10	\$89.990 (19 L)	\$14.998	0,42

Tabla 3.7: Costos de implementos de lubricación

Fuente: Elaboración propia mediante cotizaciones

Grupo	Actividades	Frecuencia	Encargado	Dato
Hidráulico	Cambio de aceite	2000 horas	Téc. de mantenimiento	Aceite fluido drive b-4 (ISO 46) o equivalente.
	Control de nivel de aceite	Semanalmente	Téc. de mantenimiento	
Mesa vibradora	Engrase de vibradores	1000 horas	Téc. de mantenimiento	Aceite SAE-10. Antes de poner aceite nuevo, limpiar con aceite detergente de Carter
	Control de nivel de aceite	Semanalmente	Técnico de mantenimiento	

Tabla: 3.8: Mantenimiento preventivo prensas.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel con datos de manual de operador.

3.7.2. LIMPIEZA DE LA ZONA.

En este punto se genera acciones de mantenimiento preventivo, como fue mencionando anteriormente la empresa trabaja bajo el mantenimiento correctivo, “la maquina falla y la arreglamos”.

Actualmente un gran porcentaje de las fallas en los componentes ya sean hidráulicos o mecánicos es producido por los restos de hormigón que se van adhiriendo a ellos, por lo cual se tiene que plantear una limpieza periódica de los restos de áridos. Esta medida no lleva un valor agregador por el motivo que lo realizan los mismos técnicos y operarios de turno.

Actividad	Personal	Tiempo (min)	Frecuencia
Limpieza de maquinas	Técnico en mantenimiento industrial	30	Diaria
supervisión	Supervisor del taller	5	Diaria

Tabla 3.9: Actividades de mantenimiento preventivo (limpieza)

Fuente: Elaboración propia.

Otro costo asociado son los repuestos de las maquinas, los cuales serán analizados al grupo que se aplicó RCM el cual es las prensas de los equipos los cuales serán mostrados en el anexo 2.

Costos de repuestos para prensas.	\$ 16.282.310	Uf 454,16
-----------------------------------	---------------	-----------

Tabla 3.10: Costo de repuestos para la prensa Zenith.

Fuente: Elaboración propia mediante boletas y cotizaciones.

Cabe recalcar que los costos asociados a mano de obra son considerando que la empresa tenga que contratar personal para las tareas, ya que tiene un personal muy limitado y las tareas requieren una frecuencia periódica.

3.8. ANALISIS ECONOMICA.

En la tabla 3.12 se puede ver la cantidad de bloques R6 perdidos en el mismo estudio de 5 semanas los cuales equivalen a 15.147 unidades las cuales cada una tiene un valor de \$380 c/u, por lo que se estima una pérdida de \$21.267.177, así mismo para los adoquines Elena que se estima una pérdida de producción de 339 unidades a un valor de \$7.020 por lo que se calcula una pérdida de \$2.385.720 y por ultimo los adoquines R8 los cuales se perdieron 178.101 unidades a un valor de \$245,7 por lo que se estima una pérdida de \$43.723.796.-

Actualmente la empresa por sus paradas no planificadas es decir por el mantenimiento correctivo de los activos en el tiempo de muestra que fueron 5 semanas ha perdido un aproximado de \$67.376.693, Como se muestra a continuación. La varianza en los costos de perdidas monetarias se ve reflejado en la diferencia de disponibilidad y rendimiento de estos equipos que se muestra en la tabla 1.7 y 1.8 del capítulo 1. Por lo que se estima que las pérdidas económicas por no producción en el periodo de muestra del área de producción sean de \$84.121.253.

Valor bloque 14	\$380	Valor soleras a	\$4.760
Unidades perdidas	16156	Unidades perdidas	2228
Pérdidas totales	\$ 6.139.280	Pérdidas totales	\$ 10.605.280

Tabla 3.11: Perdidas monetarias en el periodo de estudio de 5 semanas para las soleras

Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

Valor adoquín R6	\$140,4	Valor adoquín Elena	\$ 7.020	Valor adoquín R8	\$245,5
Unidades perdidas	15.147,6	Unidades perdidas	339,8	Unidades perdidas	178.101
Pérdida total	\$21.267.177	Pérdida total	\$ 2.385.720	Pérdida total	\$43.723.796

Tabla 3.12: Perdidas monetarias en el periodo de estudio de 5 semanas para los adoquines.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel.

Si analizamos la prefactibilidad del proyecto se puede notar que la empresa en este momento está en un nivel muy bajo de producción, por lo cual la implementación del proyecto de un nuevo plan de mantenimiento RCM es posible mientras el enfoque sea en el activo crítico de la planta, en este caso la prensa Zenith.

Actualmente este equipo tiene una disponibilidad de un 77% (tabla 1.1) y con la implementación de RCM se espera subir al menos al 80% de disponibilidad (3%) esto disminuyendo el periodo de fallas, el tiempo de reparación los cuales se espera que mejoren de manera sustancial.

Si se logra aumentar la disponibilidad un 3% en un plazo de 3 meses en el equipo equivale a disminuir el tiempo fuera de servicio de 44,9 horas a 43,5. Considerando que actualmente la hora de la empresa equivale a \$434.745 (12,13 Uf) aproximadamente, por lo tanto, la empresa tendría una ganancia de \$173.898.- (4,82 Uf) por hora y mensual \$31.301.640.- (867,92UF)

Una vez calculado el rendimiento esperado se tiene que en materiales la empresa debe invertir 454,16 UF en repuestos y 75,31 UF en personal (mensual).

$$GANANCIAS = 867,92UF - 454,16UF - 186,67UF = 227,01 UF$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Para finalizar, se logró corregir la falta de planificación y programación del mantenimiento que generaban grandes pérdidas económicas en la empresa, con la implementación de tareas simples como limpieza y chequeos rutinarios, además de generar pautas para los trabajadores del área de mantenimiento.

Para la selección del equipo crítico se realizó una jerarquización de los activos principales en el proceso de producción de moldaje de hormigón, la cual dio de resultado los 2 activos más importantes que son las prensas, pero por selección de la planta y motivos de renovación de equipo se centró el proyecto solamente en el activo Zenith.

Para lo cual se realizó un estudio de su función principal para la realización de FMECA con el fin de asignar un número de prioridad a cada uno de los modos de falla y posteriormente realizar una hoja de decisiones de acuerdo con la metodología RCM. Con esta parte del trabajo se logró comprender la manera en la cual se puede gestionar el orden de acuerdo con lo requerido por el equipo, priorizando unas tareas antes que otras.

En lo económico la empresa tenía ingresos los cuales los mantenía conformes, por lo cual el mantenimiento correctivo era la mejor opción, luego de realizar el análisis económico y prefactibilidad teniendo en cuenta el aumento de la disponibilidad un 3% la empresa tendría un aumento de 227,01 UF al cabo de 3 meses, algo que es viable mediante la contratación de personal, una gestión adecuada del mantenimiento y compra de repuestos de seguridad.

Terminando con lo estudiado, se puede decir que la metodología RCM es un proceso el cual se necesita apoyo de todos los niveles jerárquicos de empresa, es de real importancia que todos remen para el mismo lado, con el fin de darle en enfoque correcto en las tareas proactivas que se plantean, priorizando las tareas para reducir los daños.

Se recomienda utilizar las hojas de información para el registro de toda tarea de mantenimiento realizada, para lograr tener una mayor información sobre los acontecimientos para conseguir una mejor confrontación hacia ellos, al igual que estar atentos a los modos de falla no estudiados o priorizados.

BIBLIOGRAFÍA

Autor personal

MOUBRAY, John. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (Reliability-centred Maintenance) Edición en español, 2004. Traducido por Ellman, Sueiro y Asociados.

Autor personal.

Adoni Echave Riffo. “PLAN DE MEJORA PARA AUMENTO DEL RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN EN LÍNEA DE ENVASADO DE PRODUCTOS COSMÉTICOS”.

Autor personal.

Valeska Araya Muñoz

“PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL INDICADOR EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS PARA LAS MÁQUINAS ZENITH Y POYATO P-70 DE LA EMPRESA BOTTAI HNOS S.A.”

Autor Personal

PISTARELLI, Alejandro J. Manual de mantenimiento, Ingeniería, gestión y organización, 1ª ed. Buenos Aires, 2010.

Autor personal

Ricardo Sanchez Jimenez. “PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD A EQUIPO CRÍTICO EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA AGRICOLA DESARROLLO AGRARIO”

Tres autores.

Armando Eugenio Vittorangeli, Carlos Parra Marquez, Adolfo Crespo Marquez. APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA TÉCNICA: MANTENIMIENTO CENTRADO EN FIABILIDAD (MCF) RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)

ANEXO 1: PARTES DE LA PRENSA

Componentes de la prensa
chasis regulable
cajón cargador, conjunto
limpiador del contra molde
tolva de hormigón
columna y guías
mesa vibradora
soporte de molde
soporte de contra molde
biela estabilizadora
cilindro hidráulico- molde
cilindro hidráulico- contra molde
cilindro hidráulico - cajón cargador
esquema neumático de la instalación
esquema hidráulico de la instalación

ANEXO 2: LISTA DE REPUESTOS PARA LOS ACTIVOS CRÍTICOS

Componente	repuestos
chasis regulable	rodamiento 6208 2RS
	anillo elastico J80
	tornillo m18 x 50 + tuerca + grower
	tornillo m16 x 55 + tuerca + gr c piston
	tornillo m18 x 55 + tuerca + gr c piston
cajon cargador	tornillo m14 x 35
limpiador del contra molde	brida de la goma
	goma limpiadora
	tornillo m10 x 40 + gr + tuerca
	tornillo m14 x 35 +gr
tolva de homigon	suplemento para tolva
	tornillo m18x 35 + tuerca + growe
columna y guias	mordaza para columna
	tornillo m20 x 120
	tuerca autoblocante m20
	1 metro de barra acero cromado 70mm
	1 metro de barra acero cromado 90 mm
	casquillo de friccion 70/75 x 751
	anillo elastico SB 75 (br 76)
	tornillo m22 x 90
	tuerca autoblocante m22
	arandela
mesa vibradora	tornillo avellanado +gr chapa de desgaste
	tuerca antiblocante chapa de desgaste
	silentbloc 102 x 55
	tornillo superior + grower silentbloc
	tornillo inferior + grower silentbloc
	tapon de llenado
	arandela
	tapon de vaciado
	tornillo + grower mesa vibradora
	anillo elastico j100
	rodamiento nj 2212
	reten 60.95.10
	soporte de molde
anillo elastico SB 75 (br 76)	
bulon de cilindro hidraulico	

ANEXO 3: PARADAS NO PLANIFICADAS MAQUINA ZENITH

parada no planificada	tiempo (hs)
cambio motor vibrador	05:54:00
mantencion	04:15:00
falta tunel de secado	04:02:00
ajuste altura adoquin	03:44:00
falta de mezcla	03:06:00
preparacion mezcla teka	02:32:00
corte perno cilindro de la mesa vibradora	02:14:00
rotura perno contramolde	01:25:00
falla sensor de la mesa vibradora	01:21:00
mezcla seca	01:20:00
cambio descanso del cilindro de la mesa vibradora	01:20:00
termino del aditivo de las mezcla	01:20:00
cambio de plancha de la mesa vibradora	00:59:00
falla en el carro	00:55:00
ajuste guia carro	00:53:00
falla del compresor poyato	00:52:00
medicion altura adoquin	00:50:00
regulacion altura del adoquin	00:48:00
cambio de goma del carro	00:44:00
cambio de produccion	00:41:00
problemas de aridos	00:40:00
ajuste de correas de la mesa vibradora	00:38:00
ajuste de perno cinta transportadora	00:38:00
adoquin del pallet cae	00:37:00
ajuste ecobillones	00:36:00
cambio de posición plancha mesa vibradora	00:35:00
ajuste altura de la mesa	00:35:00
ajuste altura de molde	00:40:00
cambio goma del carro	00:30:00
compuerta de arena tapada con piedras	00:38:00
cambio perno cilindro mesa vibradora	00:36:00
regulacion de parametros de la mezcla	00:25:00
ajuste general	00:23:00
calibracion mesa teka cemento	00:21:00
ajuste plancha de la mesa vibradora	00:20:00
arreglo de la posición de la guia de carro	00:20:00
ajuste carros	00:19:00
cambio de escobillon	00:16:00
aumento t° teka	00:18:00
ajuste goma del carro	00:15:00
bajada del rascador	00:15:00
falta de mezcla	00:14:00
falla en el contactor de soplador	00:13:00
arreglo de cinta transportadora	00:13:00
falla bomba de estanque de agua	00:11:00
limpieza a puertas de la teka	00:11:00
error de tiempo del carro	00:11:00
arreglo polin cinta chica	00:11:00
revision plancha mesa vibradora por sonido	00:09:00
relleno aceite sistema hidraulico	00:09:00
arreglo guias via rodillo palet	00:06:00
atascamiento del pallet	00:05:00
total	51:40:00

ANEXO 5: PARADAS PLANIFICADAS DE LAS PRENSAS.

activo	poyato 750	zenith
parada planificada	duracion (hrs)	duracion (hrs)
colacion	21,25	21,25
limpieza	12,1	8,46
preparacion de la maquina	5,07	6,33
cambio de molde	2,92	2,81
mantencion semanal	1,97	4,14
reunion	1,55	1,55
retiro de molde	0,3	0,41
total	45,15	44,95

ANEXO 6: CAPACIDAD MAQUINA POYATO

maquina	productos	peso (kg)	cantidad ciclo	tiempo ciclo
poyato 70	solera a	98	2	40
	solera c	26	6	40
	solerilla canto cuadrado	40	3	35
	solerilla canto redondo	23	7	35
	bloques texturado 19	19	6	30
	bloque 14	12	7	30
	bloque 9	9	11	30
	blaque 19	17	7	30

maquina	producto	peso(kg/u)	cantidad(u/min)	cantidad (u/hr)	cantidad (kg/h)
poyato 70	solera A	98	3	180	17640
	solera C	26	9	540	14040
	Solerilla canto cuadrado	40	5	300	12000
	solerilla canto redondo	23	12	720	16560
	bloques texturado 19	19	12	720	13680
	bloques 14	12	14	840	10080
	bloques 9	9	22	1320	11880
	bloques 19	17	14	840	14280

ANEXO 8: CAPACIDAD MAQUINA ZENITH

maquina	producto	peso(kg/u)	cantidad(u/min)	cantidad (u/hr)	cantidad (kg/h)
Zenith	adoquin roma 6 mm	3	60	3600	10800
	adoquin roma 8 mm	4,25	73	4380	18615
	adoquin recto 6mm	2,6	101	6060	15756
	adoquin dominó 6mm	4,06	56	3360	13642
	adoquin florencia 6mm	1,43	127	7620	10897
	adoquin recto 8mm	3,42	99	5940	20315
	adoquin elena 6 mm	5,32	47	2820	15002

maquina	productos	peso (kg)	cantidad ciclo	tiempo ciclo
Zenith	adoquin roma 6 mm	3	32	32
	adoquin roma 8 mm	4,25	40	32,6
	adoquin recto 6mm	2,6	54	32
	adoquin dominó 6mm	4,06	30	32
	adoquin florencia 6mm	1,43	69	32,6
	adoquin recto 8mm	3,42	54	32,6
	adoquin elena 6 mm	5,32	26	32,6

ANEXO 9: TIEMPO PERDIDO POR FALLAS EN LA PRODUCCIÓN.

POYATO 750	días de producción	PNP (hr)
bloque	15	38:26:00
solera	9	18:34:00

Zenith	Días de producción	
adoquín R6	10	12:14:00
adoquín Elena	9	17:21:00
Adoquina R8	14	26:35:00

ANEXO 10: COSTOS DE REPARACIÓN DE LOS ACTIVOS CRITICO

DESCRIPCION	COSTO	OBSERVACIONES
CAMBIAR DUROCOTON Y CAMBIO DE CORREAS VIBRADOR		SE ROMPEN DIENTES DE DUROCOTON Y CORREAS GASTADAS, SE CAMBIAN POR NUEVOS
REPARAR/CAMBIAR ESCOBILLON LIMPIA PALLET		
REPARACION COMPUERTA SALIDA DE HORMIGON	\$5.184	SE ESMERILO LA COMPUERTA
REPARACION Y MANTECION		
REPARACION CANOAS	\$3.616	
REFORZAR ESCOBILLON METALICO	\$2.078	REFORZAR CON AUTORROSCANTES BASE METALICA AL ESCOBILLON
FABRICACION PLANCHA MESA VIBRADORA	\$224.868	FAB. PLNACHA SEGÚN MUESTRA
CAMBIO DE MOTORES Y AJUSTES VIBRADORES		SE CAMBIA MOTOR VIBRADOR NUEVO LADP HCN (ADELANTE).
REVISAR ILUMINARIAS	\$2.772	CAMBIO FLUORECENTES
PROBLEMAS SOPORTE PLANCHA VIBRADORA	\$5.487	SOLDAR SOPORTE MESA
ARREGLO CINTA DE COLORES		REPARACION CINTA TRANSPORTADORA DE COLORES (DESPEGADA)
CHEQUERA MESA VIBRADORA , SOLDAR GANCHO DRAGALINA	\$9.975	AJUSTES MESA VIBRADORA Y SOLDAR GANCHO.
ARREGLO PLANCHA VIBRADORA	\$1.682	SOLDAR TOPE EN MESA
SE ROMPE PIÑON DE REDUCTOR		CAMBIO DE PIÑON (DUROCOTOM)
CHEQUEAR BOMBA HIDraulICA	\$36.180	DESARME, FABRICACION DE EJE DE PIÑONES , ARMADO.
FABRICACION PLANCHA MESA VIBRADORA	\$283.077	FABRICACION DE PLANCHA VIBRADORA , PLANCHA T1 10MM
REVISAR FUGA ACEITE CILINDRO MESA VIBRADORA	\$9.711	CAMBIO DE ORIN A CILINDRO
PROBLEMAS CON RODILLOS N°2	\$33.853	CAMBIO DE CADENA DE RODILLO.
REPARAR TOPE DEL ESCOBILLON LIMPIADOR	\$9.711	CORTAR, ENDEREZAR Y VOLVER A INSTALAR SOPORTE DE ESCOBILLON
REPARACION RODILLO N°1	\$51.346	CAMBIO DE CADENA Y PIÑON
CAMBIO /REPARACION CILINDRO COMPUERTA	\$64.194	INTERCAMBIO DE CILINDROS, REPARACION CON KIT EN STOCK DE CILINDRO
REPARAR PALANGANA DE ESCOMBROS	\$25.950	ENDEREZAR Y SOLDAR DESPERFECTOS EN PALANGANA.
MOLDE ADOQUIN R-8		REVISAR MOLDE ADOQUIN R-8
CAMBIO DE PIÑON DUROCOTOM		CAMBIO PIÑON
REPARAR O FABRICAR CARRO HORMIGON	\$183.467	REPARACIONES VARIAS A CARRO , CAMBIO DE ROTULAS
CAMBIO PLANCHAS PISO	\$406.207	CONFECCION Y CABIO DE JGO PLANCHAS PISO
REPARACION GUIA ESCOBILLON LIMPIEZA	\$17.035	REFORZAR GUIA DE ESCOBILLON
FABRICACIONES RASGADORES CARRO H. G.	\$62.344	FABRICACION S/M.
REVISAR MOTOR VIBADOR ATASCADO	\$939	SE SOLTÓ PERNO DE AJUSTE
REVISAR CADENA DE PIÑON GUIA RODILLO	\$1.879	AJUSTES VARIOS A CADENA PIÑON
ARREGLOS EN PLANCHA	\$20.812	RELLENAR SEPARACION ENTRE PLANCHA Y MOLDE
REPARAR SOPORTE MOTOVIBRADOR	\$9.247	REPARACION DE SOPORTE MOTOR
FUGA ACEITE SISTEMA HIDRAULICO	\$1.879	CAMBIO DE ORIN A CILINDRO
PROBLEMAS ESPARCIDOR DE ARENA	\$1.879	ELECTROVALVULA SUCIA , AJUSTES VARIOS.
SE SUELTA PIÑON DUROCOTOM	\$23.430	CAMBIO DE PIÑON (DUROCOTOM)
CAMBIAR PIÑON DUROCOTOM	\$23.430	CAMBIO DE PIÑON (DUROCOTOM)
REPARACION PALANGANA	\$60.316	REPARACIONES VARIAS
CAMBIAR MOTOR VIBRADOR	\$3.759	CAMBIO X MOTOR REPARADO
SE CORTAN PERNOS DE LA BASE CONTRAMOLDE	\$36.114	CAMBIO JGO. PERNOS
REPARACION CAJON DE LLENADO	\$122.340	ARREGLOS VARIOS, CAMBIO DE ROTULAS
PROBLEMAS MOTOVIBRADORES	\$12.171	CAMBIO DE MOTOVIBRADOR X UNO REFACCIONADO
REPARACION BRAZO DE RECHO	\$4.567	ARREGLOS VARIOS
PROBLEMAS SISTEMA HIDRAULICO DE PRENSA	\$36.513	CAMBIO JGO. COMLETO PAKIN BOTELLAS HIDRAULICAS PRENSA
PROBLEMAS MOTOVIBRADOR	\$32.140	SE INSTALO MOTOVIBRADOR NUEVO, PIÑON NUEVO DUROCOTOM
FUGA ACEITE SISTEMA HIDRAULICO		
FABRICACION PLANCHA MESA VIBRADORA		

DESCRIPCION	COSTO	OBSERVACIONES
FABRICACION Y CAMBIO	\$107.990	FABRICACION Y CAMBIO DE PLANCHAS DE CAJON , FAB, MARCO RECTANGULAR Y PARRILA.
FABRICACION TOPES DE MOLDES	\$22.290	CONFECCION TOPES DE SOPORTES PARA MOLDES
REVISAR CILINDROS CAJON	\$36.426	RETIRO DE CILINDRO, CAMBIO DE RETENES (BERNABE), EMCAMISADO BASTAGO Y REPAZO AL HILO.
REVISAR MOLDE SOLERA C	\$3.806	CAMBIO DE PLACAS Y MEJORAMIENTO A LAS CUCHILLAS
REVISAR SISTEMA NEUMATICO	\$60.000	CAMBIO DE MANOMETRO
ARREGLOS VARIOS	\$3.067	SOLDAR SOLBRE BORDE MOLDE DE SOLERAS, REPARAR MOLDE CAJON.
FAB. PIEZA DE CONTRAMOLDE	\$42.000	FAB. Y REFORZAR LIMPIADOR DE CONTRAMOLDE
REPARACIONES VARIAS	\$11.449	REPARACION RASTRILLO
REPARACION MARCO RECTANGULAR	\$9.106	REPARACION MARCO RECT. DE CAJON DE CARGA.
REVISION CADENA MOTOR CINTA TRANSPORTADORA		AJUSTES A CADENA MOTOR
REPARACION CINTA TRANSPORTADORA	\$7.503	REPARACION DE PEGADO CINTA TRANSPORTADORA
REPARACION SOPORTE DE TORRE	\$10.990	REPARACION SOPORTE
ARREGLOS VARIOS	\$20.433	REPARACION COMPUERTA , CAMBIO DE PERNOS
ARREGLOS VARIOS	\$16.395	SACAR PLACA SOLDADA PARA NIVELAR MOLDE, CAMBIO DE PERNOS EN PLANCHA DE MESA DE FAB.
ARREGLO PALETIZADOR	\$1.388	PERFORACION DE PALETIZADOR
CAMBIO DE PLANCHA DE MESA DE LLENADO	\$46.288	CAMBIO DE PLANCHAS Y PERNOS
REPARACION COMPUERTA SALIDA MESCLADORA	\$21.688	ARREGLO EN COMPUERTA DE SALIDA.
INSTALACION SISTEMA DE ALUMBRADO EN POZO	\$55.619	INSTALAR SISTEMA DE ILUMINACION BAJO MAQUINA DE FAB.
REPARACION PALETIZADOR	\$18.124	CAMBIO DE CABLE ACERO 10MM Y PRENSA CABLE 3/8
CAMBIO DE PALETAS	\$512.118	FABRICACION DE JUEGOS DE PALETAS , CAMBIO COMPLETO (PALETAS , PERNOS AJUSTES)
ARREGLOS EN BRAZO DE PALETAS	\$28.517	CALENTAR Y ENDEZEAR PALETAS.
REPARACION MANGUERA DE LECHADO	\$4.549	CAMBIO DE JUEGO ACOPLER RAPIDOS 1/4
CAMBIO DE JGO. CORAZAS DE PISO DE MESCLADORA	\$841.681	FABRICACION E INSTALACION DE JGO DE CORAZAS DE PISO, REPARACION A CILINDRO HIDRAULICO .
CABIO DE MARCO DE CAJON DE CARGA, REPARACION EN CILINDRO	\$275.117	FABRICACION Y CABIO DE MARCO, REPARACION EN CILINDRO.
CAMBIAR RIEL DE SENSOR DEL ASENSOR	\$3.619	CAMBIO DE RIEL
REPARACIONES VARIAS	\$18.444	AJUSTAR PALETA Y CAMBIO DE LLAVE PASO BOLA 1"
REVISAR, MOTOR REDUCTOR CINTA	\$40.979	CAMBIO DE MOTOR, AJISTES Y REVISION ELEVTRICA A SISTEMA DE CINTA .
REVISAR PROBLEMAS EN CONTRAMOLDE , FALLA ELECTRICA		SENSOR SUELTO
REPARACION CILINDRO CAJON DE CARGA	\$29.219	DESINTATAR CILINDRO, CONFECCION DE PIEZA EN TORNO, SOLDAR VASTAGO.
REPARACION PALANGANA	\$4.224	ENDEZEAR Y SOLDAR PATAS PALANGANA
REPARACION BRAZO MEZCLADOR	\$48.339	CORTAR , ENDEZEAR E INSTALAR SOPORTE A BRAZO DE MESCLADORA.
REPARACIONES VARIAS	\$12.645	REBAJAR 4 MM GANCHOS DE CARRO, ARREGLAR PORTEZUELA SALIDA DE HORMIGON
CAMBIO DE MANGUERA HIDRAULICA	\$35.216	CAMBIO DE MANGUERA
REPARACIONES MOLDE SOLERA A	\$17.589	ARREGLOS VARIOS
REPARACION EN PLANCHAS MESA MOLDE	\$6.835	CORTAR Y CAMBIAR PERNOS PLANCHA.
ARREGLOS VARIOS	\$3.237	SOLDAR TOPE PARA SUJETAR PLANCHA DE PANEL PROTECTOR.
REPARACION ENCHUFE ELECTRICO.	\$8.649	CAMBIO DE ENCHUFE TRIFASICO
REPARAR CILINDRO DEL CONTRAMOLDE	\$7.937	SOLDAR BASTAGO CORTADO
REPARACION PUERTA SUPERIOR MEZCLADORA	\$4.366	SOLDAR MARCO METALICO A POMELES.
REPARACION CINTA TRANSPORTADORA	\$15.124	CAMBIO DE GOMAS LIMPIADORAS Y PERNOS
REPARACION MEZCLADORA	\$11.732	REPARAR BRAZO MEZCLADORA.
FABRICACION DE TOPES CABEZAL MOLDE	\$5.631	CORTAR Y PERFORAR TOPESDE MOLDE
REVISAR TORNILLO DEL TENSOR DE MESA	\$5.900	CAMBIO DE PERNO DEL TENSOR.
CAMBIO DE PALETAS, CAMBIO DE PLANCHAS DE MESA	\$262.925	CAMBIO DE JGO.PALETAS, CAMBIO DE JGO PLANCHAS MESA VIBRADORA
REPARAR MOLDE BLOQUE TEXT 19	\$100.860	ARREGLO EN EMBOLOS INTERIORES, REPARACION EN CUERPO DEL MOLDE.
CAMBIO DE PULMON NEUMATICO ROTO	\$10.900	CAMBIO X UNO NUEVO
DESPERFECTO EN CABLE ACERO SCKIP	\$29.621	CAMBIO DE CABLE ACERO
CABLE SKIP ENRREDADO	\$30.894	CAMBIO DE CABLE ACERO
MODIFICACION EMBUDO DESCARGA MESCLADORA	\$11.820	MODIFICACIONES VARIAS A ENBUDO
ARREGLOS VARIOS	\$5.837	ARREGLO VARIOS EN MAQUINA
ARREGLAR PALETA SE CORTAN PERNOS	\$11.052	AJUSTES VARIOS A PALETAS
AJUSTAR VARIOS EN PALNCHA MESA VIBRADO	\$14.958	CAMBIO DE PERNOS Y AJUSTES EN LA PLANCHA
FABRICACION PLANCHAS SKIP	\$15.229	FABRICACION DE PLANCHAS PARA SKIP
REPARACION BASE MOTOR VIBRADOR CAPACHO SALIDA HORMIGON	\$10.240	ARREGLAR BASE DONDE DESVANZA MOTOR VIBRADOR DE CAPACHO.
REPARAR ACUMULADOR	\$10.900	
REPARACION MARCO DE CAJON DE CARGA	\$52.252	ARREGLOS VARIAS A MARCO DE CARRO DE LLENADO.
CA,BIO JGO PLANCHAS MESA	\$54.029	CAMBIO DE MARCO ARREGLADO, CAMBIO DE JGO. DE PLANCHAS.
REPARACIONES VARIAS PRENSA	\$17.226	REPARACION CILINDRO CONTRA MOLDE 14
CAMBIO DE PALETAS MESCLADORAS	\$252.247	CAMBIO DE JGO. PALETAS COMPLETO
REPARACION CILINDR DE CAJON DE CARGA	\$50.100	REPARACION CILINDRO, FABRICACION DE PIESAS PARA CILINDRO.
PROBLEMAS ELECTRICOS EN CEPILLO LIMPIADOR	\$1.880	REPARACION CABLE CORTADO.
PROBLEMA ELECTRICO	\$3.759	CABLE CORTADO, SE REALIZA MANTENCION
REPARACION SINFIN SACAS	\$99.559	REPARACION EJE CORTADO, CAMBIO BUJES DE DESCANSOS
REVISAR BOMBA AGUA MESCALDORA	\$218.943	CAMBIO BOMBA AGUA NUEVA
PROBLEMAS BUZON DE DESCARGA	\$13.890	REPARACIONES VARIAS A BUZON DE DESCARGA
RECAMBIO JGO. PISO Y PALETAS	\$651.923	RECAMBIO JGO. PALETAS Y PISO.
REPARAR CPMPUERTA MESCALDORA	\$9.402	REPARAR COMPUERTA, CAMBIO DE POMELES
CONFECCION 6 RUEDAS S/M	\$8.611	CONFECCION RUEDAS
PROBLEMAS SINFIN CEMENTO SACAS	\$493.394	ENDEZEAR TORNILLO, ARREGLOS A REDUCTOR, CAMBIO DE ACEITE, CONFECCION Y CAMBIO DE BUJE
MODIFICACION RACK, CONFECCION NUEVOS		
REVISAR LLAVE PASO AGUA	\$11.620	CAMBIO DE LLAVE DE PASO AGUA
MANTENCION MESCLADOR ELECTRICO	\$17.612.210	MANTENCION GENERAL

ANEXO 11: FMECA

Hoja de información RCM	Sistema /activo	Sistema N°	Facilitador
	Prensa	1	
	Subsistema/Componente	Fecha	Hoja 1 de 1
	Mesa vibradora.		
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de la falla)	Efecto de falla (que sucede cuando falla)
1. Su función principal es ejercer movimientos vibratorios con una fuerza máxima de 35 kN, para el relleno uniforme del molde.	A: La mesa vibradora no resiste el impacto máximo de 35 KN	1: Suciedad en la superficie de la mesa vibradora	Evidente/no evidente: SI Se divisan restos de áridos en la mesa Afecta SHA: NO Efectos Operacional: SI Se requiere reparar la mesa vibradora Fractura o rotura de la mesa vibradora debido a la cementación de los áridos y adhesión a la mesa vibradora.
		2. Vibradores mal programados	Evidente/no evidente: NO Afecta SHA: NO Efectos Operacional: NO La mesa vibradora recibe una vibración distinta para el producto a realizar, genera más desgaste en la zona lo cual al no ser reparado a tiempo produce la detención del equipo.
	B: Motor de la mesa vibradora no entrega energía o vibración adecuada (10cv /3000 rpm.)	1: Desbalance de las fases del motor.	Evidente/no evidente: NO Afecta SHA: NO Efectos Operacional: SI Se detiene automáticamente. El motor trabaja fuera de su fases y entrega vibraciones fuera de los rangos.

	<p>2: Sobre carga de corriente en el motor.</p>	<p>Evidente/no evidente: NO Afecta SHA: NO Efectos Operacional: SI Se detiene el motor. Al sobrecargar el motor produce un salto en los límites y la unidad protectora detiene el motor</p>
	<p>3. Piñón durocoton de reducción roto.</p>	<p>Evidente/no evidente: NO Afecta SHA: NO Efectos Operacional: SI Disminución progresiva de la velocidad del motor. Motor vibratorio se comienza a detener de manera golpeada por la falla en el reductor.</p>

|

Hoja de información RCM	Sistema /activo	Sistema N°	Facilitador
	Prensa	1	
	Subsistema/Componente	Fecha	Hoja 1 de 1
	Grupo hidráulico		
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)	Efecto de falla (que sucede cuando falla)
<p>1. Su función principal es bombear líquido hidráulico para el movimiento de los componentes tales como compuertas, contramolde y lubricación, a una presión de funcionamiento de 75-80 kg</p>	<p>A. El equipo no alcanza la presión establecida de 76kg mínima para los movimientos de las electroválvulas.</p>	<p>1: Obstrucción en la entrada o salida de la bomba.</p>	<p>evidente/no evidente: Si afecta SHA: No Efectos Operacional: SI El nivel de aceite bombeado a la línea hidráulica se verá disminuido por lo cual tendrá menos caudal y se verá afectado los trabajos realizados como el abrir las compuertas, la bajada del contra molde y la movilización de la materia prima dentro del activo.</p>
		<p>2. Válvula de alivio no libera presión correspondientemente o libera antes de tiempo</p>	<p>evidente/no evidente: NO afecta SHA: NO Efectos Operacional: NO Fuga de aceite en distintos puntos del activo, los pistones no completaran el recorrido correspondiente y son más lentos.</p>
		<p>1: Cavitación en la bomba debido a sus niveles de aceite bajo y aire en la bomba.</p>	<p>evidente/no evidente: SI Ruidos y vibración dentro de la bomba afecta SHA: NO Efectos Operacional: NO produce que los componentes de la bomba estén expuestos a un ambiente inusual causando desgaste en los componentes de la bomba</p>
	<p>B: Motor eléctrico no parte</p>	<p>2: conexión eléctrica defectuosa o sueltas</p>	<p>evidente/no evidente: NO afecta SHA: SI Riesgo de electrocutar. Efectos Operacional: SI no entra energía al sistema, bomba no es capaz de entregar presión necesaria para su funcionamiento.</p>

Hoja de información RCM	Sistema /activo	Sistema N°	Facilitador
	Prensa	1	
	Subsistema/Componente	Fecha	Hoja 1 de 1
	cajón de llenado.		
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)	Efecto de falla (que sucede cuando falla)
<p>1. Su función principal es distribuir la mezcla dentro del molde, mediante movimientos realizados a través de cilindro hidráulico a 125 kg/cm²</p>	<p>1: No distribuye la mezcla uniformemente dentro del molde.</p>	<p>A: Rotula con desgaste por uso.</p>	<p>evidente/no evidente: SI El movimiento del distribuidor se ve ralentizado y no uniforme afecta SHA: NO Efectos Operacional: SI Se requiere detener el proceso El movimiento del cajón de llenado se ve alterado por la falta de mantenimiento, dificultad para rotar la rótula genera un llenado no uniforme dejando deformaciones e el producto final.</p>
		<p>B: Desgaste de los cilindros hidráulicos por materia prima acoplada.</p>	<p>evidente/no evidente: No afecta SHA: NO Efectos Operacional: SI La materia prima en los cilindros genera un atascamiento del pistón, lo cual hace que realice más fuerza y se dañe.</p>