

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela Ingeniería Electromecánica



Informe de Práctica de Especialidad para optar por el grado
de Licenciatura en Ingeniería en Electromecánica

Holcim Costa Rica S.A.

**Establecimiento de rutinas de mantenimiento preventivo
para el proyecto de ampliación de la planta.
Sistema de control eléctrico-neumático para mejorar el
proceso de envase del Concremix y Pegamix en el edificio
de complementarios.**

José Alonso Vidal Rojas

Cartago, Junio 2004

Resumen Proyecto Administrativo

En este proyecto se realizaron las rutinas de mantenimiento preventivo para la mayoría de los equipos instalados en el Proyecto de Modernización y Ampliación en la planta Holcim S.A.

Por medio de la investigación se establecieron las rutinas apropiadas para cada equipo y se definieron los parámetros necesarios de tiempo, frecuencia, duración y personal encargado, con el objetivo de lograr en los equipos: alta disponibilidad, larga vida útil, operación eficiente y reducción de los costos de mantenimiento correctivo.

Principalmente se realizaron traducciones de inglés a español de los manuales del fabricante, los cuales fueron la principal fuente de información para documentar las rutinas.

Debido a que Holcim S.A. utiliza el software SAP R/3 para llevar a cabo la gestión de mantenimiento, fue necesario realizar las plantillas Hoja de Ruta y Clave Modelo para cada equipo. Estas plantillas fueron utilizadas para completar las rutinas de mantenimiento con datos adicionales, todo esto con la finalidad de lograr poner en operación esta información en el sistema informático SAP.

El establecimiento de estas rutinas de mantenimiento alcanzó la meta del Departamento de Mantenimiento, la cual consistía en poseer las rutinas necesarias antes de iniciar las operaciones del Proyecto de Ampliación y Modernización de la Planta.

Resumen Proyecto Técnico

En el edificio de Agregados ubicado en la planta Holcim S.A se encuentra la producción de Concremix y Pegamix. Este proceso consiste en realizar la mezcla idónea de los componentes y envasar el producto.

El envase es el área donde se presentan los problemas debido a que el equipo encargado de este proceso es la máquina ensacadora y actualmente esta es ineficiente en el sistema de pesaje de los sacos.

Se propone implementar un sistema de control eléctrico que utiliza celdas de carga, sensores, un nuevo mecanismo de expulsión del saco y un PLC Modicon.

La implementación lograría solucionar la variación del peso en los sacos de Concremix y Pegamix. Además el nuevo sistemas de control mejora el sistema de expulsión del saco y automatizaría el arranque en la máquina ensacadora.

Dedicatoria

Todo el trabajo y esfuerzo de estos años de estudio se los dedico a mis padres, quienes siempre han sido un verdadero ejemplo de esfuerzo, dedicación, honestidad y amor. A ellos, quienes me inculcaron los valores, la confianza en Dios y en mí mismo, los deseos de superación y me brindaron todo el apoyo necesario para avanzar por este largo camino hacia esta y todas las demás metas de mi vida.

Agradecimiento

Agradezco infinitamente a Dios por permitirme conseguir esta meta de mi vida, por ser mi guía y fortaleza.

A mis padres y hermanos por brindarme amor, la ayuda y el apoyo que necesité para lograr este triunfo.

A mis amigos(as), por su compañía y colaboración para lograr obtener este título.

A todo el personal de Holcim S.A., en especial al Ing. Róger Solano, Oscar Monge, Adrián Obando y Ofelina Guillén, por brindarme la oportunidad de realizar los proyectos necesarios para graduarme.

A mi profesor guía Ing. Alberto Romero, por brindarme sus consejos, aclaraciones, sugerencias, apoyo y comprensión.

A los ingenieros Alvaro Vega, Henry Ureña, Adolfo Elizondo y Cristian Murillo, su ayuda, motivación y consejos.

Índice General

Resumen Proyecto Administrativo	2
Resumen Proyecto Técnico	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Índice General.....	6
Índice de Figuras.....	8
Índice de Tablas.....	9
CAPÍTULO I	10
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	10
1.1 Visión / Misión de la empresa	11
1.2 Antecedentes históricos	11
1.3 Ubicación geográfica.....	15
1.4 Organización	17
1.5 Número de empleados.....	20
1.6 Tipos de productos.....	20
1.7 Mercado de exportación.....	21
1.8 Proceso productivo	21
CAPÍTULO II	30
PROYECTO ADMINISTRATIVO.....	30
2.1 Introducción.....	31
2.2 Objetivo general	32
2.3 Justificación.....	33
2.4 Metodología	34
2.5 Desarrollo del Proyecto Administrativo.....	35
2.5.1 Rutinas de Mantenimiento Preventivo.....	35
2.5.2 SAP.....	38
2.5.3 Hoja de Ruta	40
2.5.4 Clave Modelo	46

2.6 Conclusiones.....	48
2.7 Recomendaciones	50
CAPÍTULO III	51
PROYECTO TÉCNICO	51
3.1 Introducción.....	52
3.2 Objetivo general	54
3.3 Justificaciones del proyecto	55
3.4 Metodología	56
3.5. Desarrollo del proyecto	57
3.5.1 Foxboro	57
3.5.2 Resumen del proceso productivo actual	57
3.5.3 Determinación del problema	60
3.5.4 Solución del problema.....	64
3.6 Conclusiones.....	72
3.7 Recomendaciones	73
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	74
APÉNDICES	75
Apéndice 1. Rutinas de mantenimiento preventivo	76
Apéndice 2. Hoja de ruta.....	84
Apéndice 3. Clave Modelo	85
ANEXOS	87
Anexo 1. Plan de trabajo	88
Anexo 2. Código de activos (HAC).....	95
Anexo 3. Diagrama de flujo del Horno y Horomill.....	96
Anexo 4. Diagrama de flujo de agregados	99
Anexo 5. Diagrama de flujo del Hazemag y Criba vibratoria	100
Anexo 6. Estructura del sillín.....	102

Índice de Figuras

Figura 1.1 Reseña Histórica.....	14
Figura 1.2 Holcim-Posicionamiento Global	15
Figura 1.3 Ubicación de Holcim Costa Rica S.A	16
Figura 1.4 Corporación	17
Figura 1.5 Célula de proceso	18
Figura 1.6 Organigrama Holcim Costa Rica S.A	19
Figura 1.7 Diagrama de preparación de crudo.....	24
Figura 1.8 Diagrama de flujo del proceso	27
Figura 1.9 Primera etapa del proceso	28
Figura 1.10 Segunda etapa del proceso	29
Figura 3.1 Proceso de envase actual.....	60
Figura 3.2 Diagrama de control actual	61
Figura 3.3 Diagrama neumático actual	61
Figura 3.4 Sistema de balanza o romana	63
Figura 3.5 Proceso de envase	64
Figura 3.6 Diagrama de control.....	65
Figura 3.7 Diagrama neumático	65
Figura 3.8 Expulsión del saco actual.....	66
Figura 3.9 Puesta de bolsa	67
Figura 3.10 Diagrama de flujo del proceso de envase	68
Figura 3.11 Programación PLC 004 Módicon	69

Índice de Tablas

Tabla 2.1 Codificación del Molino Horomill	35
Tabla 2.2 Codificación de la frecuencia	37
Tabla 2.3 Codificación del Texto breve de HRuta	40
Tabla 2.4 Codificación de los puestos de trabajo.....	41
Tabla 2.5 Codificación de los grupos de trabajo	43
Tabla 2.6 Codificación del Texto breve de operación	44
Tabla 2.7 Codificación de la Clave Modelo	46

CAPÍTULO I
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1 Visión / Misión de la empresa¹

Misión:

“Ser la empresa más respetada y atractiva en nuestra industria creando valor agregado para todos nuestros grupos de relación”.

Visión:

“Proporcionar los cimientos para las sociedades futuras”.

1.2 Antecedentes históricos

En 1949, se abre un concurso para la construcción de la primera planta de fabricación de cemento del país, pero fue declarado sin lugar por el gobierno, por la poca certeza de los estudios de factibilidad. En 1955, un nuevo concurso es abierto, en este participan diez compañías, pero nuevamente es declarado desierto. En 1957, la historia se repite por tercera vez, y un nuevo anuncio publicado por el INVU y El Ferrocarril es declarado desierto. Para ese momento parecía que la construcción de una planta productora de cemento en el país no llegaría a concretarse.

Para 1960, la unión de siete empresas para ganar la licitación, da origen a lo que hoy es Holcim Costa Rica. Después de varios intentos fallidos de algunas empresas, un grupo de costarricenses presentó al gobierno un proyecto, para la construcción de la planta y de ahí la generación de muchos beneficios para el país.

En aquel momento, El Salvador, Guatemala y Nicaragua ya contaban con su propia planta y estaba en construcción la planta de Honduras, lo que reflejaba el crecimiento de este tipo de industria en Centroamérica.

Costa Rica, entonces, era el único país del istmo sin su propia planta, a pesar de que datos del informe de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) de 1955, demostraban que en nuestro país, el consumo de cemento per cápita era

¹ Unidad de Desarrollo Humano

mayor que en cualquiera de los otros países centroamericanos y que se estaba produciendo una pérdida de más de un millón de dólares anual producto de las importaciones de cemento.

Así, el 17 de abril de 1961, se declaró por parte del estado, abierto el concurso para la licitación de construcción de una planta para la producción de cemento y el contrato para la construcción de la planta fue firmado entre el Gobierno de la República y la Industria Nacional de Cemento S.A., el 29 de agosto de 1961, y este quedó legitimado por La Asamblea Legislativa, el 14 de noviembre de 1961.

Una vez firmado el contrato, se contaba con dos posibles localizaciones para la construcción de la planta, Cartago y Barranca de Puntarenas. Cartago siempre fue considerado como el sitio ideal, debido a sus grandes yacimientos de piedra caliza (materia prima básica para la fabricación de clinker) y a la cercanía a las principales vías de comunicación y acceso en el Valle Central.

Así, en 1962, se inició la obra de construcción de la planta de producción de Cementos INCSA ahora llamada Holcim Costa Rica, en Agua Caliente de Cartago, se formó la sociedad entre 2300 accionistas costarricenses y el consorcio suizo Holderbank hoy Holcim Ltda, el cual aportaría parte de los recursos necesarios para el arranque de la obra. El consorcio Holcim es una sociedad domiciliada en Suiza. En la actualidad, es el mayor productor de cemento del mundo. Esta asociación le ha permitido a Holcim tener acceso a tecnologías de producción y herramientas de administración avanzada, lo cual ha significado el logro de altos niveles de eficiencia en la fabricación de cemento.

Por fin, el 10 de agosto de 1964, la empresa comenzó sus operaciones, contando con una planta de setenta y siete hectáreas, y un yacimiento de material con capacidad aproximada para unos 120 años de explotación.

Hasta la actualidad, Holcim se ha mantenido a la vanguardia de la producción de cemento en el país, contando año con año con mejores equipos y tecnología, lo que le ha permitido alcanzar un elevado grado de automatización, para el beneficio de sus clientes y el desarrollo infraestructural de Costa Rica.

A partir del 2003, Holcim Costa Rica S.A. es el nuevo nombre de Corporación INCSA. Este cambio viene a fortalecer la identidad e imagen de empresa global en el mercado costarricense, pues se cuenta con el soporte del principal accionista, Holcim Ltda, uno de los dos mayores productores mundiales de cemento, agregados y concreto premezclado con sede en Suiza y operaciones en más de 70 países, en los cinco continentes.

Con una marcada orientación hacia el mercado, la innovación y generación de nuevos productos, personal altamente motivado y capacitado, respeto al medio ambiente y profunda responsabilidad social, el nombre Holcim asegura un fuerte posicionamiento de marca por muchos años más.

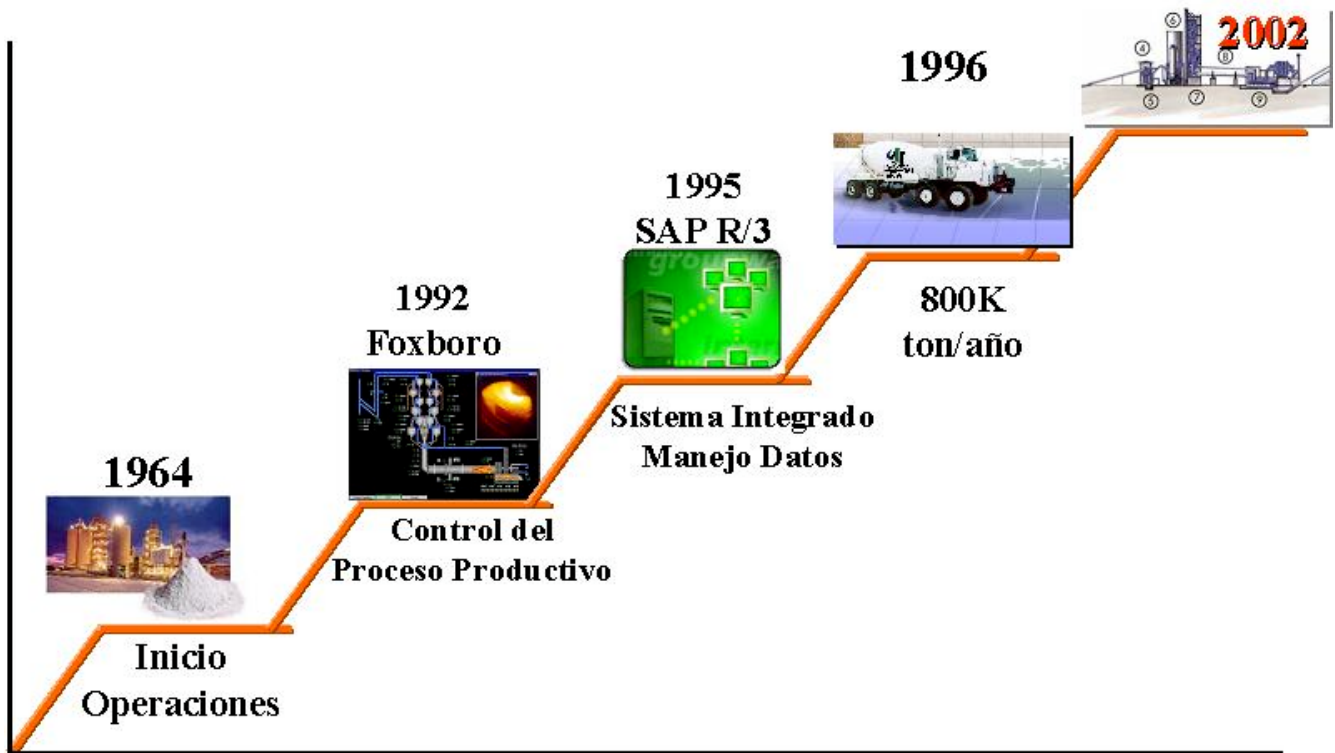


Figura 1.1 Reseña Histórica

1.3 Ubicación geográfica

La producción de cemento y productos complementarios de Holcim Costa Rica S.A. se encuentra ubicada en la planta de Lourdes de Agua Caliente de Cartago. Las oficinas centrales se localizan en Barrio Tournón en San José. En ese lugar se encuentra la Dirección Corporativa, así como las Gerencias de las áreas de Servicio Corporativo.

La empresa cuenta con 3 minas: Azul en Turrialba de donde se extrae un material llamado Azul, Llano Grande de donde se explota la puzolana y La Chilena ubicada a 1,5 Km de la planta en Agua Caliente de Cartago.

Además la corporación posee otras empresas como: Quebrador Ochomogo, Quebrador Cerro Minas y Productos de Concreto. Finalmente, Holcim Costa Rica posee una planta hidroeléctrica ubicada en Agua Zarcas de San Carlos, provincia de Alajuela (HidroZarcas O y M). Dicha planta tiene una capacidad instalada de 14,5 kw.

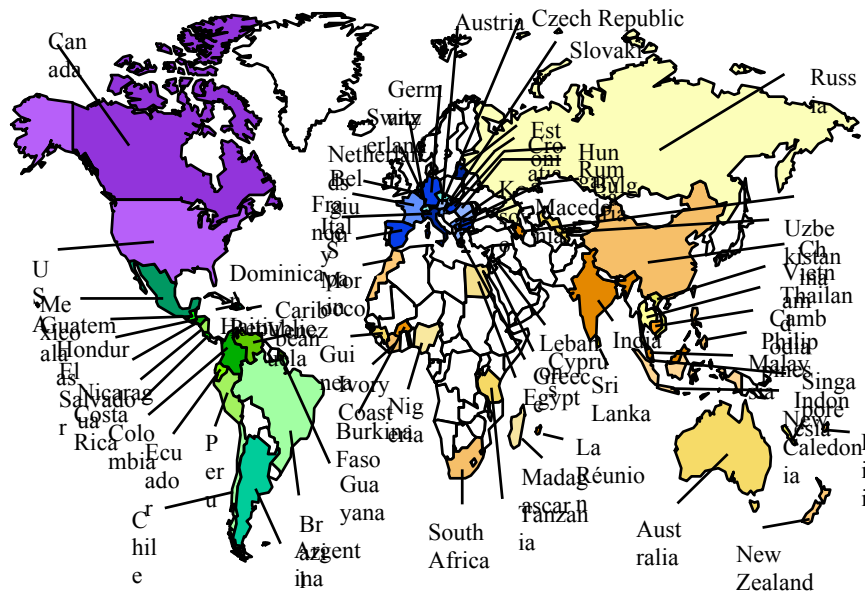


Figura 1.2 Holcim-Posicionamiento Global



Figura 1.3 Ubicación de Holcim Costa Rica S.A

1.4 Organización

Holcim Costa Rica S.A. es una corporación integrada por diferentes áreas de negocio, entre las que se destacan cemento Holcim Costa Rica S.A., Holcim Concretera S.A. (concreto premezclado), Quebrador Cerro Minas y Quebrador Ochomogo (La Roca), Productos de Concreto, Hidroeléctrica Aguas Zarcas, Carboazul y AFR (Reci Term).

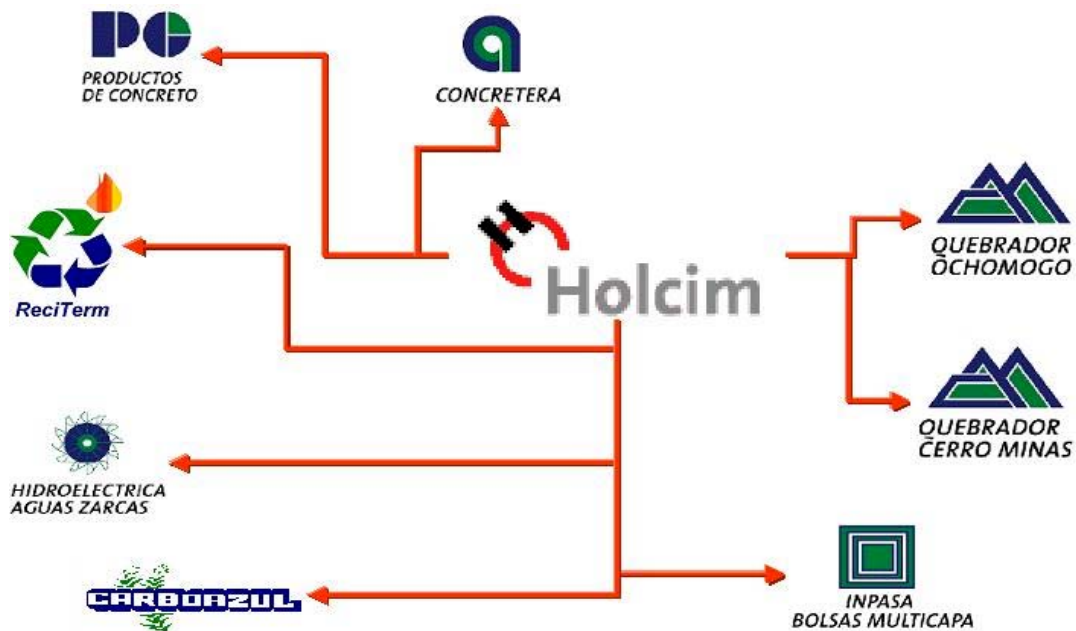


Figura 1.4 Corporación

Internamente, como se observa en la figura 1.1, la organización de la empresa Holcim Costa Rica S.A, está determinada por cada una de las secuencias en la producción de clinker y cemento. Así se tiene:

Del Gerente de Manufactura dependen el Gerente de Planta de Holcim Nicaragua, el Gerente de Planta de Holcim Panamá y el Gerente de Planta de Holcim Costa Rica, del cual a su vez, dependen el Gerente de Operación del Proceso de Fabricación de Clinker, el Gerente de Operación del Proceso Cemento, el Gerente de Ingeniería, además del Coordinador de Desarrollo Humano y Coordinador de Calidad. Además, se cuenta con unidades de proceso, que dependen de las etapas

de fabricación de cemento, divididas en: Proceso de Fabricación de clinker y Proceso de Cemento.

El Proceso de Fabricación de Clinker está dividido en células: Minería, y Cocción, además de Mantenimiento Preventivo. El Proceso de Cemento cuenta con: células de Proceso de Molienda y Proceso de Despacho, además de la Programación de la Producción.

La Gerencia de Ingeniería está integrado por: Coordinador de Ingeniería Eléctrica, Coordinador de Ingeniería de Automatización, Encargado de Seguridad Industrial, y el Coordinador de Proyectos.

Cada célula de proceso está integrada por un Coordinador, un Técnico Mecánico, un Técnico de Optimización, un Técnico de Proceso, un Técnico de Control de Calidad, un Técnico Eléctrico y un Técnico de Mejoramiento Continuo.



Figura 1.5 Célula de proceso

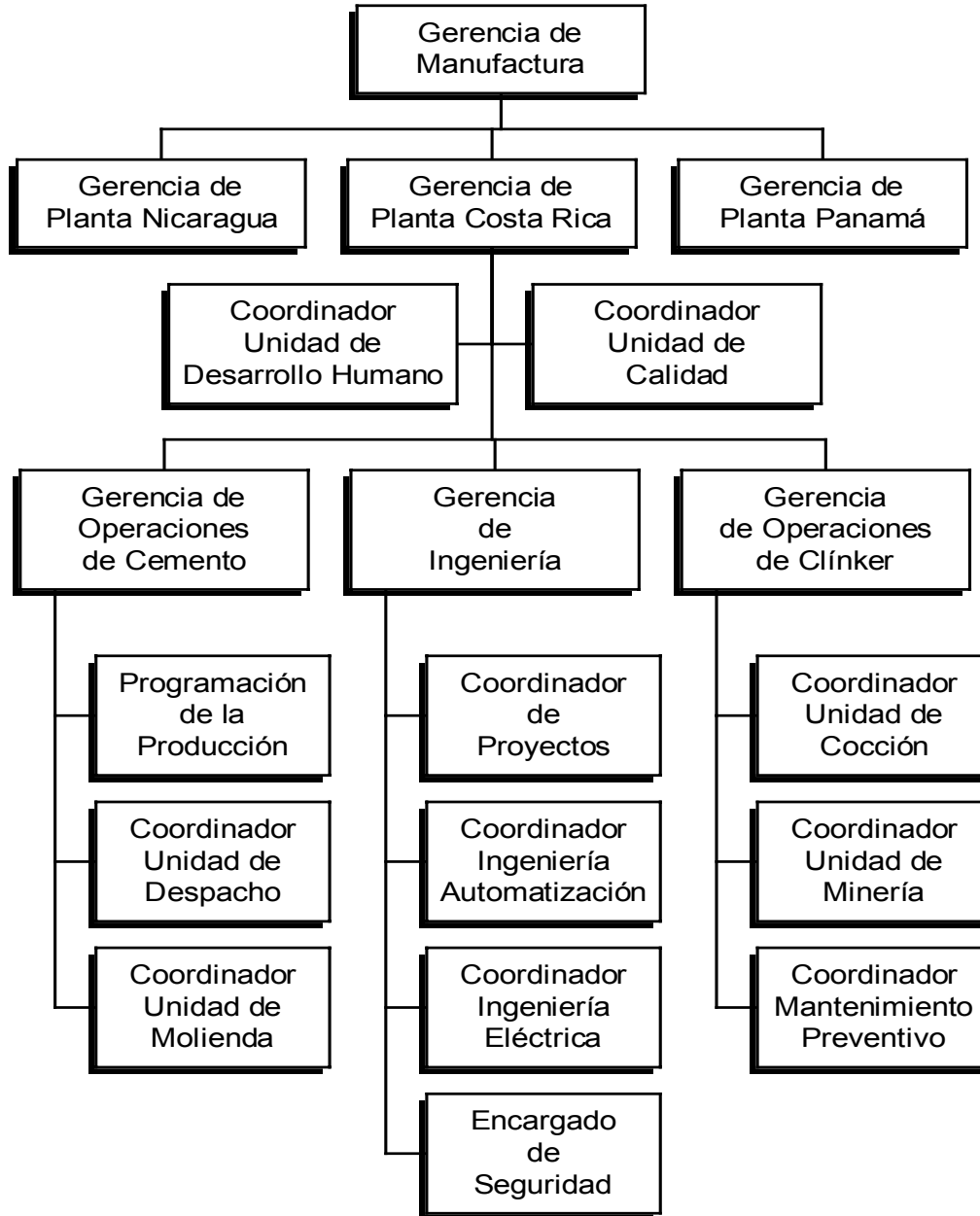


Figura 1.6 Organigrama Holcim Costa Rica S.A

Fuente: Unidad de Desarrollo Humano

1.5 Número de empleados

La planta de producción, ubicada en Cartago, tiene 210 empleados, 159 operarios y 41 administrativos.

En las oficinas Centrales de Barrio Tournón laboran 45 personas, en la cantera Carboazul de Turrialba laboran 8 personas, mientras que en HidroZarcas de San Carlos laboran 12 personas.

1.6 Tipos de productos

El cemento es un reactivo hidráulico producido con materiales como caliza y arcillas, cuya composición química debe ser controlada. El crudo, combinación de estos materiales calcáreos y arcillosos, se funde a 1400 grados centígrados para producir clinker, el cual es la base para la producción de cemento. El clinker es combinado con aditivos como yeso y puzolana, para dar como resultado el bien conocido Cemento Portland. En la actualidad, la producción de cementos compuestos (variaciones del Cemento Portland), se ha diversificado por las exigencias de los clientes. De tal manera Holcim Costa Rica, se ha visto en la tarea de fabricar diversos tipos de cemento para sus clientes, manteniendo estándares de calidad y servicio.

Los diversos tipos de cemento que produce Holcim Costa Rica S.A. son:

- **Portland Tipo I (MP):** este cemento se utiliza en forma generalizada en la confección de concretos y morteros.
- **Portland de Alta Resistencia:** el Portland de Alta Resistencia es un cemento diseñado para generar concretos de alta resistencia inicial y final.
- **CONCREMIX:** es un concreto seco, en donde se mezclan técnicamente arena y piedra producto de la trituración de las calizas, así como cemento de óptima calidad. El Concremix se produce bajo la norma ASTM C387.

- **PEGAMIX:** es un mortero en el cual se mezclan técnicamente arena, producto de la manufactura de calizas, y cemento de óptima calidad. El Pegamix se fabrica bajo la norma ASTM C387-N.
- **CARBOAZUL:** es una enmienda en forma de polvo finamente molido, de coloración blanco-hueso, que ayuda a mejorar los procesos químicos, físicos y microbiológicos del suelo.
- **Portland 1P ASTM C595:** por sus características, este cemento es ideal para las aplicaciones de concreto en zonas costeras, en lugares de contacto con aguas y suelos ácidos, plantas de tratamiento, zonas industriales, pavimentos de alto tránsito, etc.

1.7 Mercado de exportación

Desde sus inicios, Holcim Costa Rica se ha consolidado en el mercado nacional, actualmente no se están realizando exportaciones, a ningún país.

1.8 Proceso productivo

El proceso de producción de cemento, tiene dos etapas: una es la Fabricación de Clinker, en la cual destacan actividades de: preparación de crudo, cocción y “clinkerización” y el Proceso de Cemento, que tiene como actividades: molienda y despacho. El proceso productivo de clinker se describe a continuación:

1.8.1 Extracción de las minas

La explotación de las materias primas, en las minas de la corporación, permite obtener los elementos básicos para el proceso productivo del cemento: calcio, sílice, hierro y aluminio. En los materiales provenientes de las minas, se encuentran elementos menores, los cuales no tienen un gran impacto en el proceso, como: el sodio, potasio, azufre, magnesio, etc. Holcim Costa Rica, cuenta con tres minas para la obtención de las materias primas:

- La mina principal de calizas y las margas, ubicada a 4.5 Km. hacia el sur de la planta, denominada Mina La Chilena.
- La mina ubicada en Turrialba, de la que se extrae el azul o el correctivo de calizas.
- La mina de Llano Grande de Cartago, de la que se extraen los materiales sílicos como la puzolana.

La explotación anual es de aproximadamente 850 000 toneladas de calizas y arcillas de la mina principal y unas 180 000 toneladas de caliza de la mina de Turrialba y además de 180 000 toneladas de puzolana de la mina de Llano Grande.

La extracción minera inicia con voladuras, en las cuales las cantidades de explosivos utilizados, dependen de la cantidad de material que se piensa extraer. Luego de fragmentada la sección de montaña escogida, se acarrea el material hasta el quebrador primario con el uso de camiones marca Komatsu, cada uno con capacidad de 41 toneladas por viaje.

La mina La Chilena es un gran yacimiento de caliza, compuesta por dos sectores, clasificados por su composición química cada uno. En la actualidad, solamente se explotan dos de ellos. Los sectores en la mina, denominados frentes, son: Punta González y El Engaño, de allí se extraen los materiales principales para producir clinker. Ambos tienen una composición química variable, es decir, ciertas partes de ellos son muy buenos en términos de concentración de los óxidos básicos para la fabricación de cemento, por lo que los materiales de estas secciones se denominan como materiales de alta ley o materiales altos. Por el contrario, también existen materiales cuya composición no es tan buena, por lo que sus materiales se denominan de baja ley o materiales bajos. Los materiales se extraen de ambos frentes y son llevados hasta el quebrador primario para su trituración.

1.8.2 Trituración

El material en el quebrador es reducido a partículas con un máximo de 10 cm de diámetro, donde doce mazos de 375 libras de masa cada uno trituran el material, de tal manera que el tamaño obtenido es industrialmente factible para la producción de clinker.

El quebrador, en donde por percusión se fragmentan las rocas al chocar contra una placa de impacto, tiene una velocidad de quebrantamiento de 450 toneladas por hora.. El material triturado es transportado por medio de bandas a los diferentes apilamientos y depósitos.

1.8.3 Prehomogeneización

El proceso de homogeneización permite obtener una uniformidad en la composición del material triturado, de tal manera que las variaciones entre las muestras sean lo menor posible. Por esto se tienen galerones de prehomogeneización conocidos como prehomogeneizadores o prehomos, que permiten dar al material una uniformidad inicial y almacenarlos de forma temporal.

De esta forma, los materiales de los frentes, luego de ser triturados en el quebrador, llegan hasta los prehomogeneizadores por medio de bandas transportadoras y aquí son combinados. El material obtenido con la combinación de los materiales de ambos frentes recibe el nombre de mezcla. La preparación de la mezcla se realiza por capas; acomodando capas de material alto y bajo intercaladas una sobre otra, hasta completar la capacidad de los prehomos 1 y 2.

La mezcla es introducida al proceso a través del alimentador 321-AP1, el cual es un dosificador de 45 toneladas de capacidad y además es la entrada a una banda transportadora. Sobre la banda, se adicionan a la mezcla tres materiales: el azul, la puzolana y el hierro, y toda esta combinación de materiales recibe el nombre de crudo. La razón por la cual se adiciona el azul, la puzolana y el hierro, radica en el

hecho de que la mezcla no cuenta con una composición química aceptable, por lo que estos materiales son correctivos, lo que asegura corregir la mezcla y obtener un crudo químicamente dentro de los parámetros para producir clinker. El clinker es el componente básico del cemento, a este se le agregan diversos aditivos para obtener el cemento como producto final.

Se ilustra la preparación de crudo de la siguiente manera:

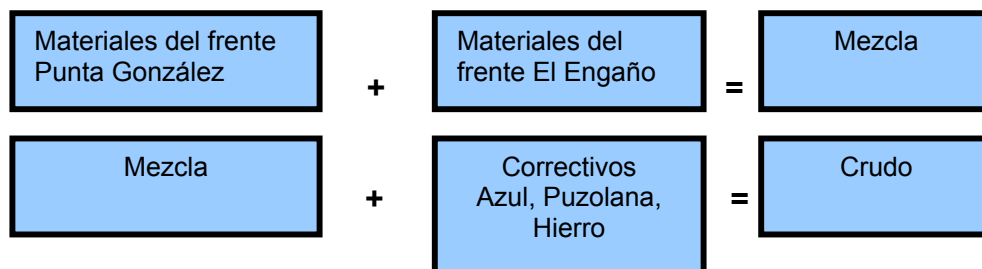


Figura 1.7 Diagrama de preparación de crudo

Un cargador frontal es utilizado en la entrada de los materiales al proceso. De igual manera como la mezcla, los demás materiales entran al proceso por medio de alimentadores, los cuales son dosificadores metálicos con gran capacidad, conectados a una banda transportadora. Así, el azul es introducido al proceso por el alimentador 321-AP2, la puzolana por el 321-BP3 y el hierro por el 321-TL1. Estos 4 alimentadores conforman la sección de preparación de crudo. La cantidad de mezcla y correctivos que entran en la banda es determinada por un analizador de rayos gamma denominado GEOSCAN, que permite conocer la composición química del crudo y determinar la entrada de cada uno de los materiales, de acuerdo con rangos establecidos para la producción de clinker. Una vez en la banda transportadora, el crudo es llevado hasta el molino vertical, que es el siguiente paso en el proceso.

1.8.4 Molienda de crudo

El molino vertical consta de una mesa giratoria, sobre la que ruedan tres rodillos metálicos, y en este se produce la pulverización del crudo, de tal manera que el material es literalmente convertido en polvo. Este molino tiene una capacidad de molienda de 150 toneladas de material por hora.

El crudo hecho polvo es conducido a través de ductos de aire comprimido y ventiladores a un filtro electrostático, donde son captadas las impurezas y los principales polvos causantes de contaminación, para luego pasar a los silos de homogeneización. Estos son contenedores con capacidad para 1400 toneladas, donde el crudo recibe su última homogeneización con ventiladores, y la uniformidad que aquí obtiene es la necesaria para luego pasar a los silos de almacenamiento, los que tienen una capacidad de 1500 toneladas. Una vez que el crudo está en los silos de almacenamiento, se encuentra listo para ser administrado a la torre de precalcinación con un proceso de secado previo, aprovechando los gases calientes del horno, los que se encuentran aproximadamente a 900 °C.

1.8.5 Precalcinación

De los silos de almacenamiento, el crudo se traslada hasta un intercambiador de calor de cuatro etapas. El crudo ingresa por la parte superior y desciende a través del precalentador, por éste suben los gases calientes del horno succionados por un ventilador provocando que el material se caliente en pocos segundos de 30°C hasta aproximadamente 900°C. Este proceso se da en la torre de precalcinación, la cual tiene una altura de unos 60 metros y donde, por efecto de la temperatura, el crudo comienza su proceso de calcinación. Una vez que el material ha descendido por la torre, continúa con el siguiente paso del proceso, pasando al horno.

1.8.6 Proceso de cocción del crudo

Es un cilindro de rotación en posición horizontal, de 3.60 metros de diámetro y 50 metros de largo, cuyas paredes internas están revestidas de ladrillo refractario, el cual se encarga de conservar la temperatura interna del horno y brindan protección a su cubierta metálica exterior denominada "chapa". En este reactor, se produce la descarbonatación del crudo (pérdida de carbonatos cálcicos a través de calor) y la producción de enlaces químicos, necesarios para producir clinker, a temperaturas de 1500°C. Los combustibles utilizados en este reactor son búnker y otros combustibles alternos.

Una vez que el material en forma incandescente llega al final del horno, ya se ha producido la mineralización de los compuestos, por lo que en ese momento se denomina clinker, el cual cae sobre una banda metálica móvil, en donde se enfría de 1200°C a 60°C por medio del aire producido por cuatro ventiladores. De aquí el clinker se transporta a un lugar de almacenamiento, un galerón con capacidad para 7000 toneladas.

1.8.7 Molienda de cemento

En esta parte del proceso se emplean molinos tubulares de dos cámaras, cargados con cuerpos molederos en forma de bolas graduadas desde 20 a 90 mm de diámetro; aquí se adiciona yeso y algún otro elemento como caliza o puzolana. El yeso servirá para controlar la fragua del cemento, la caliza da la trabajabilidad al concreto y la puzolana da la resistencia final al concreto.

La mezcla de finos y guresos generada dentro del molino, se transporta mediante aerodeslizadores y elevadores hasta un clasificador o separador de partículas que separa el producto terminado del material grueso. El material grueso regresa al molino para ser remolido y el producto terminado se lleva hasta los silos de almacenamiento.

1.8.8 Envase y despacho

Desde los silos de almacenamiento de cemento se da el despacho para los diversos clientes. Así, en bolsas de 50 Kg el cemento es envasado y transportado por camiones fuera de la planta y para el caso de cantidades de cemento mayores, se cuenta con un servicio a granel.

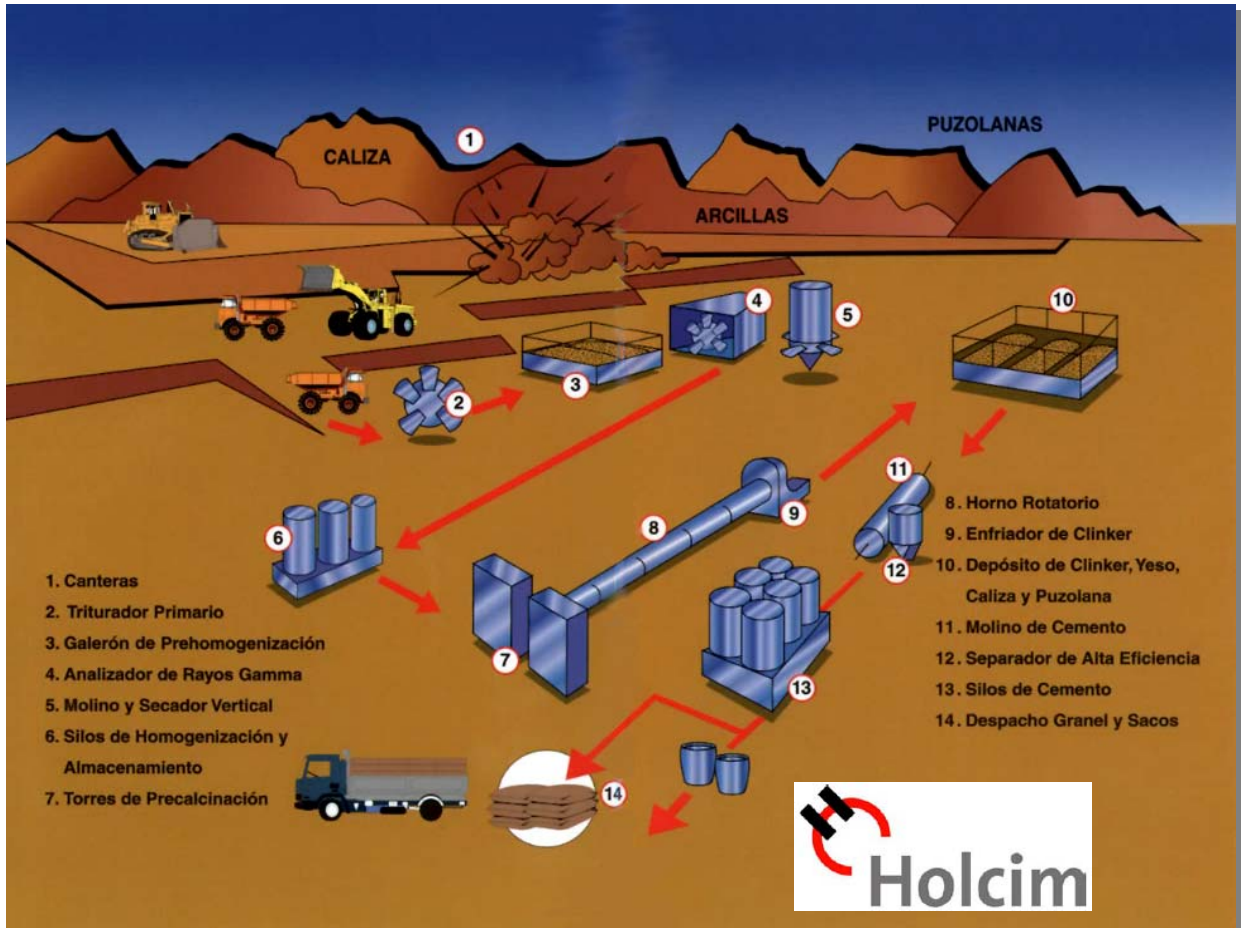


Figura 1.8 Diagrama de flujo del proceso

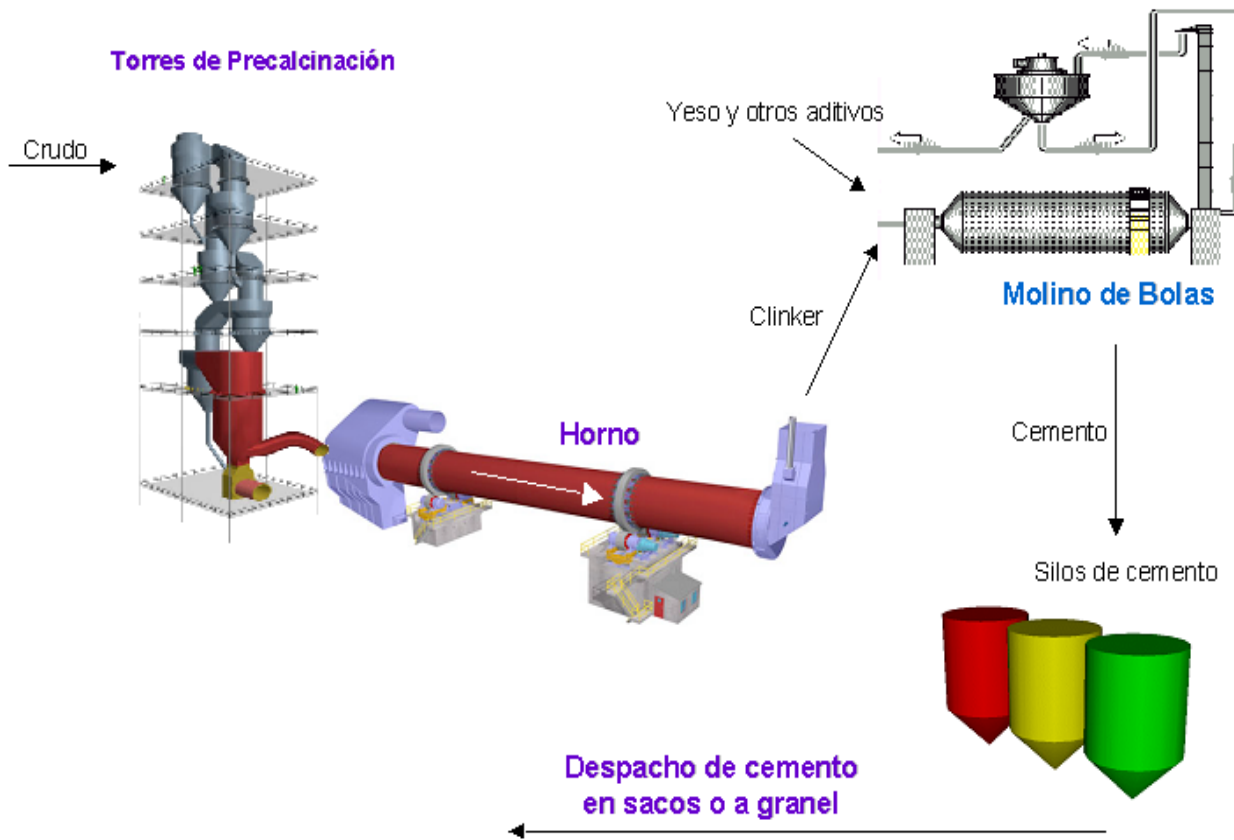


Figura 1.10 Segunda etapa del proceso

CAPÍTULO II
PROYECTO ADMINISTRATIVO

ESTABLECIMIENTO DE RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL PROYECTO DE AMPLIACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LA PLANTA

2.1 Introducción

El proyecto administrativo consiste en realizar las rutinas de mantenimiento preventivo y las plantillas Hoja de Ruta y Clave Modelo necesarias para introducir las rutinas en el software SAP, esto para cada uno de los equipos instalados en el proyecto de ampliación de la planta. Se estudian el funcionamiento y las características físicas de todos los equipos con el objetivo de conocer cuáles son los principales procedimientos preventivos que se le deben asignar a cada uno. Todos los equipos que se encuentran en el proyecto de ampliación de la planta como en el resto de la misma se especifican de acuerdo con su código HAC, que los ubica técnicamente dentro del proceso.

Como parte de este trabajo es necesario asignar a cada rutina de mantenimiento preventivo el estado del equipo, la frecuencia de realización, la duración de la ejecución y el personal encargado. La asignación de estas variables se realizó con la información brindada por el fabricante, mecánicos, eléctricos, lubricadores y personal del Departamento de Mantenimiento.

Las plantillas Hoja de Ruta y Clave Modelo necesarias para introducir las rutinas de mantenimiento preventivo en el software SAP consiste en complementar estas rutinas elaboradas con información adicional. La finalidad de estos trabajos es reunir la información necesaria para poner a operar las rutinas de mantenimiento de manera eficiente en el módulo de mantenimiento de SAP. Esto debido a que Holcim utiliza el sistema informático SAP para llevar a cabo la gestión de mantenimiento.

La finalidad de realizar las rutinas de mantenimiento preventivo en el proyecto de ampliación de la planta es lograr en los equipos: alta disponibilidad, larga vida útil, operación eficiente y reducción de los costos de mantenimiento correctivo.

2.2 Objetivo general

El objetivo de este proyecto es realizar las rutinas de Mantenimiento Preventivo para los equipos ubicados en el proyecto de ampliación y modernización de la planta.

Objetivos específicos

- Definir el estado en que se debe encontrar la encontrar el equipo para realizar cada inspección.
- Determinar la frecuencia y duración idónea para cada inspección logrando una eficaz gestión de mantenimiento y una adecuada asignación del tiempo requerido.
- Crear las plantillas de Hoja de Ruta y Claves Modelo necesarias para introducir la información al Sistema Informático SAP.
- Asignar el área responsable de ejecutar cada inspección de mantenimiento preventivo.
- Realizar inspecciones que permitan en los equipos: alta disponibilidad, larga vida útil, operación eficiente y reducción de los costos de mantenimiento correctivo.
- Cumplir el objetivo del Departamento de Mantenimiento de contar con las rutinas de mantenimiento preventivo del proyecto de ampliación de la planta antes de concluir el primer semestre del año 2004.
- Brindar información adicional a las rutinas de mantenimiento preventivo sobre la operación y procedimientos de reparación para los equipos más importantes y complejos instalados en el proyecto de ampliación de la planta.

2.3 Justificación

La empresa Holcim de Costa Rica está en un proceso de ampliación y modernización de la planta. Este consiste en la instalación de nuevos equipos principalmente en los procesos de homogenización, preparación de crudo, cocción y molienda. Los equipos instalados tienen dos objetivos principales: el primero es sustituir equipos que presentan una operación deficiente, y el segundo es implementar equipos con características de alta tecnología, los cuales no se encontraban antes de la modernización. Esta nueva parte de la planta tiene previsto iniciar las operaciones en agosto del 2004.

La razón del proyecto de ampliación de la planta es instalar equipos con mayor rendimiento en el proceso y conseguir una disminución en los costos de producción. Además, en el futuro se pretende exportar cemento, esto debido a que en un inicio se va a operar aproximadamente a un 70% de la capacidad del proceso para la estabilización del mismo.

Este proceso de modernización incentivó a los distintos departamentos de la compañía a plantearse objetivos para iniciar de la mejor manera con la operación de la nueva planta.

El Departamento de Mantenimiento es uno de los que ha planificado realizar una eficiente gestión de mantenimiento tomando en cuenta estos nuevos equipos, es por esto, que como objetivo se propuso realizar las rutinas de mantenimiento preventivo de los equipos del proyecto de ampliación de la planta.

Este objetivo tiene como meta aplicar las rutinas desde el inicio de las operaciones para conseguir una alta disponibilidad y vida útil en los nuevos equipos. También pretende reducir el mantenimiento correctivo y los costos en este tipo de mantenimiento.

2.4 Metodología

La metodología aplicada para la realización de las rutinas de mantenimiento y las plantillas Hoja de Ruta y Clave Modelo consiste en:

- Investigar cada equipo en el campo para observar cada parte y subparte física y el desempeño que debe realizar el equipo en el proceso. Además se realizaron consultas a los electricistas, mecánicos y lubricadores, así como un detallado estudio de los manuales de fabricantes. Este último estudio fue vital debido a que la mayoría de los equipos son nuevos, por consiguiente, el manual es un importante pilar para lograr entender la operación y las partes críticas del equipo. Finalmente, la aprobación de las rutinas elaboradas la realizó el coordinador del Departamento de Mantenimiento.
- Las asignaciones a cada rutina de mantenimiento preventivo sobre estado del equipo, la frecuencia de realización, la duración de la ejecución y el personal encargado se definieron tomando como referencia otras rutinas similares efectuadas en la planta y con las recomendaciones del fabricante. Por último, estas asignaciones fueron revisadas en conjunto con el personal del Departamento de Mantenimiento.
- La recopilación de la información necesaria para poner a operar las rutinas de mantenimiento de manera eficiente en el módulo de mantenimiento de SAP, se realizó completando las plantillas de Hoja de Ruta y Clave Modelo, previamente diseñadas en Excel por el personal de informática. La información asignada en cada espacio de estas plantillas se logró mediante el trabajo en conjunto con el personal de informática.
- Los tiempos estimados para la elaboración de las rutinas de mantenimiento se definen en el plan de trabajo o gantt diseñado por el Departamento de Mantenimiento.

2.5 Desarrollo del Proyecto Administrativo

El establecimiento de las rutinas de mantenimiento preventivo se realizó siguiendo un plan de trabajo o gantt. Este fue diseñado y brindado por el Departamento de Mantenimiento. En este plan de trabajo aparece el listado de los equipos que fueron incluidos en este proyecto administrativo. Estos equipos se especificaron con la identificación (HAC) y la denominación de la ubicación técnica.

Ver Anexo 1: Plan de trabajo.

2.5.1 Rutinas de Mantenimiento Preventivo

Las rutinas de mantenimiento fueron realizadas en un formato en Excel, el cuál se constituía de la ubicación técnica (HAC), texto de la rutina (inspección), estado del equipo (condición), la frecuencia de realización, tiempo asignado para la ejecución (duración) y el área encargada. Sin embargo, a manera de ejemplo se introdujeron las rutinas de únicamente dos equipos. **Ver Apéndice 1:** Rutinas preventivas.

- **Ubicación Técnica**

Esta se denomina en el código de activo o HAC, que es una herramienta muy útil para poder ubicar el equipo dentro del proceso y manipular la información de cada equipo de una forma ordenada. Este código lo componen el centro de costo principal, número de grupo, número de secuencia, unidad de activos y número de secuencia. Ejemplo: 565-ML1. **Ver anexo 2:** Código de activo.

Tabla 2.1 Codificación del Molino Horomill

Código	Denominación
5	Centro de costo principal – Molienda de Cemento
56	Número de grupo – Molienda de Cemento
565	Número secuencial – Molino # 5
565-ML	Unidad de activos – Molino General (Horomill)
565-ML1	Número de secuencia – Molino General #1

- **Texto de la rutina**

Cada rutina contiene un texto que indica la inspección o trabajo por realizar. La información contenida en estos textos se basa en las recomendaciones obtenidas mediante: manuales del fabricante, mecánicos, eléctricos, lubricadores y las visitas del equipo en el campo. Estas visitas son muy importantes para observar cada parte y sub-parte física, y el desempeño que debe realizar el equipo en el proceso. Para realizar las visitas al campo se utilizó el código HAC y el diagrama de flujo como material de apoyo con el cual la localización de los equipos se hizo de manera eficiente. **Ver anexo 3** Ejemplo el diagrama de flujo del horno. **Ver anexo 7:** Manuales del fabricante.

- **Estado del equipo**

La condición o estado del equipo es una indicación de cómo debe realizarse cada rutina. Se establecen dos tipos de condiciones: con el equipo detenido “condición en cero” o en marcha “condición en uno”. Esto para seguir con el principio de la empresa que la seguridad es primero, debido a que hay rutinas de mantenimiento que no se pueden realizar con el equipo en marcha por la seguridad de la persona encargada de ejecutar la rutina. Además, esto optimiza la realización de las órdenes de trabajo debido a que no se van a asignar rutinas de mantenimiento, las cuales especifiquen que la condición de la máquina debe ser cero cuando se sabe con anticipación que la máquina está en marcha.

- **Frecuencia**

La frecuencia de realización de la rutina se define con el objetivo de maximizar la mano de obra y realizar una gestión de mantenimiento eficiente, evitando que se dé un mantenimiento escaso o un sobremantenimiento. Estas frecuencias se definen tomando como referencia la experiencia de la ejecución de rutinas similares, y recomendaciones de parte de mecánicos, eléctricos, lubricadores, fabricante y personal de mantenimiento. La codificación de los períodos de frecuencia se muestra en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Codificación de la frecuencia

Frecuencia	Código
Semanal	S
Quincenal	Q
Mensual	M
Bimensual	BM
Trimensual	TM
Cuatrimestral	CM
Semestral	SM
Anual	A
Bianual	BA
Triannual	TA

- **Tiempo asignado**

El tiempo asignado de la rutina se define tomando en cuenta las siguientes variables: ubicación geográfica, accesibilidad de la parte del equipo donde se va a ejecutar la rutina y complejidad de la misma. La hora [hr] es la unidad utilizada en la denominación del tiempo.

- **Área encargada**

Esta variable indica el área en la cual se va a desempeñar la rutina si es mecánica, eléctrica, lubricación o instrumentación. Esta información se designa según la necesidad de la rutina.

2.5.2 SAP

Esta corporación fue fundada en 1972 y se ha desarrollado hasta convertirse en la quinta más grande compañía mundial de software. EL nombre SAP es al mismo tiempo el nombre de una empresa y el de un sistema informático. Este sistema comprende muchos módulos completamente integrados que abarca todos los aspectos de la administración empresarial. Ha sido desarrollado para cumplir con las necesidades crecientes de las organizaciones mundiales y su importancia está más allá de toda duda. SAP ha puesto su mirada en el negocio como un todo, así ofrece un sistema único que soporta prácticamente todas las áreas en una escala global. SAP proporciona la oportunidad de sustituir un gran número de sistemas independientes, que se han desarrollado e instalado en organizaciones ya establecidas con un solo sistema modular. Cada módulo realiza una función diferente, pero está diseñado para trabajar con otros módulos. Está totalmente integrado ofreciendo real compatibilidad a lo largo de las funciones de una empresa.

2.5.2.1 Módulo Mantenimiento de Planta de SAP R/3

Es una herramienta que permite mejorar la disponibilidad de los equipos, reduce los tiempos muertos, optimiza el uso del mismo y reduce significativamente el costo de las inspecciones y reparaciones. PM provee elementos organizacionales flexibles que permiten ordenar complejos modelos de negocio. Con diferentes perspectivas del negocio, el módulo permite construir estructuras organizacionales propias, facilitando una planeación, ejecución y análisis eficiente. PM soporta todos los procesos de negocio involucrados en el mantenimiento como:

- **Operaciones**

Los problemas pueden ser registrados en el sistema por el personal en operaciones individuales. La funcionalidad de las notificaciones de mantenimiento permiten especificar y describir las necesidades del trabajo realizado.

- **Planificación**

El trabajo de mantenimiento puede ser planificado en varios niveles, desde el más simple al más complejo. Dependiendo de los requerimientos del trabajo se pueden definir etapas basadas en la disponibilidad, planificación de material, mano de obra y otros elementos. En el proceso se puede incorporar presupuesto y costos.

- **Ejecución**

Para soportar la ejecución y documentación de los trabajos de mantenimiento, PM provee catálogos para registrar de forma sistemática los daños, las causas, síntomas y actividades de trabajo. Es posible en cualquier momento de tiempo monitorear el progreso del trabajo, los recursos utilizados y los costos de mantenimiento.

- **Costos**

Los datos de costos son relevantes para el mantenimiento, por lo que deben procesarse y extrapolarse en el sistema. Estos datos integrados están disponibles en el historial de mantenimiento y permiten tener una base para analizar los desvíos.

PM provee las bases para una efectiva y eficiente preparación y planificación del mantenimiento preventivo. Los planes de mantenimiento se controlan automáticamente por medio del mantenimiento basado en tiempo o en contadores, las estrategias de mantenimiento y operaciones de trabajo.

2.5.3 Hoja de Ruta

El sistema de información integrado SAP necesita diversa información para su operación debido a que todos sus módulos están ligados, por ejemplo los módulos de: mantenimiento, almacén, ventas, compras, inventarios, etc.

Debido a lo anterior, para introducir las rutinas de mantenimiento al SAP, hay que completarlas con una serie de aspectos que son asignados en la plantilla hoja de ruta. Estos son: Ubicación técnica, Texto breve HRuta, Puesto de trabajo, Grupo de planificación / Departamento responsable, Estado de la instalación, Estrategia de mantenimiento, Número de operación, Puesto de trabajo, Centro, Clave control, Texto breve de operación, Trabajo de operación, Unidad de trabajo, Cantidad de capacidad necesaria, Duración de operación normal, Unidad duración normal y Clave de modelo. **Ver apéndice 2:** Hoja de Ruta.

- **Ubicación técnica**

La ubicación técnica es la denominación que se le da en la hoja de ruta al código HAC respectivo del equipo.

- **Texto breve HRuta**

Indica el área en que se va a realizar la inspección de mantenimiento (mecánica, eléctrica, lubricación o instrumentista), la frecuencia de realización y la denominación del equipo. Ejemplo: P.M. SEMESTRAL HORNO ROTATORIO.

Tabla 2.3 Codificación del Texto breve de HRuta

Código	Denominación
P.M.	Área en la que se realiza la inspección. PM significa preventivo mecánico.
SEMESTRAL	La frecuencia de realización
HORNO ROTATORIO	Denominación del equipo

- **Puesto de trabajo**

Este indica el personal encargado de realizar la inspección. En Holcim, se utiliza una codificación para los puestos de trabajo que se muestra a continuación:

Tabla 2.4 Codificación de los puestos de trabajo

Código	Denominación breve
CEIN	Coordinador Eléctrico Ingeniería
CMIN	Coordinador Mantenimiento Preventivo
COCO	Coordinador de Cocción
CODC	Coordinador Despacho Cemento
COIN	Coordinador Mecánico Ingeniería
COMI	Coordinador de Minería
COMO	Coordinador Molienda de Cemento
COSG	Coordinador de Servicios Generales
CPIN	Coordinador Proyectos de Ingeniería
ECCO	Eléctrico Contratado de Cocción
ECDC	Eléctrico Contratado Despacho Cemento
ECIN	Eléctrico Contratado Ingeniería
ECMI	Eléctrico Contratado de Minería
ECMO	Eléctrico Contratado Molienda de Cemento
EICO	Eléctrico Interno de Cocción
EIDC	Eléctrico Interno Despacho Cemento
EIMI	Eléctrico Interno Minería
EIMO	Eléctrico Interno Molienda de Cemento
EMDC	Especialista en Mantenimiento Despacho
ICCO	Instrumentista Contratado de Cocción
IICO	Instrumentista Interno de Cocción
IIMO	Instrumentista Interno de Molienda
LICO	Lubricador Interno de Cocción

LICR	Lubricador Interno Preparación de Crudo
LIMO	Lubricador Interno Molienda de Cemento
MCCO	Mecánico Contratado de Cocción
MCDC	Mecánico Contratado Despacho Cemento
MCIN	Mecánico Contratado Ingeniería
MCMi	Mecánico Contratado de Minería
MCMO	Mecánico Contratado Molienda de Cemento
MCSG	Mecánico Contratado Servicios Generales
MICO	Mecánico Interno de Cocción
MIDC	Mecánico Interno Despacho Cemento
MIMI	Mecánico Interno de Minería
MIMO	Mecánico Interno Molienda de Cemento
PICO	Operario Proceso Interno de Cocción
PIDC	Operario Proceso Interno Despacho
PIMI	Operario Proceso Interno de Minería
PIMO	Operario Proceso Interno de Molienda
TAMI	Técnico Automotriz de Minería
TDCO	Técnico Preventivo – Predictivo Cocción
TDMO	Técnico Preventivo – Predictivo Molienda
TECO	Técnico Eléctrico de Cocción
TEDC	Técnico Eléctrico Despacho Cemento
TEMO	Técnico Eléctrico Molienda de Cemento
TMCO	Técnico Mecánico de Cocción
TMDC	Técnico Mecánico Despacho Cemento
TMMI	Técnico Mecánico de Minería
TMMO	Técnico Mecánico Molienda de Cemento
TOCO	Técnico Optimización de Cocción
TOMO	Técnico Optimización Molienda de Cemento

- **Grupo de planificación / Departamento responsable**

Este indica el ente encargado de planificar y demandar la ejecución de la inspección de mantenimiento preventivo. En Holcim, se utiliza una codificación para los grupos de trabajo que se muestra a continuación:

Tabla 2.5 Codificación de los grupos de trabajo

Código	Texto p.grupo planificador
COC	Resp. H.Ruta Cocción
CRU	Resp. H.Ruta Crudo
DEC	Resp. H.Ruta Despacho
ING	Resp. H.Ruta Ingeniería
MIN	Resp. H.Ruta Minería
MOL	Resp. H.Ruta Molienda
MPP	Resp. H.Ruta Preventivo Predictivo
PP1	Plan Producción Cartago
SER	Resp. H.Ruta Servicios Generales

- **Estado de la instalación**

Es la asignación que se le había dado a cada rutina de mantenimiento preventivo para realizar la inspección con el equipo detenido “condición en cero” o en marcha “condición en uno”.

- **Estrategia de Mantenimiento**

Esta asignación la hace el Departamento de Mantenimiento.

- **Número de operación**

Esta asignación es un consecutivo que se utiliza cuando las inspecciones en los equipos son consideradas como tarea. El consecutivo se continúa siempre y cuando

las rutinas presenten la misma frecuencia de realización y el mismo estado de la instalación.

- **Centro**

El centro indica cuál es la corporación de Holcim en la que se deben efectuar las rutinas de mantenimiento preventivo. En este caso siempre va ser ACG0 (Planta de Agua Caliente en Cartago).

- **Clave control**

Esta asignación la hace el Departamento de Mantenimiento.

- **Texto breve de operación**

Indica el área en que se va a realizar la inspección de mantenimiento (mecánica, eléctrica, lubricación o instrumentista), la frecuencia de realización (mostrada en unidad diaria y entre paréntesis), descripción breve del contenido de la inspección, la unidad del activo (incluida en el código HAC) y el estado de la instalación que se muestra entre paréntesis. Ejemplo: P.M.(30D) MEDIR MOVIMIENTO RELATIVO, HR (1).

Tabla 2.6 Codificación del Texto breve de operación

Código	Denominación
P.M.	Área en la que se realiza la inspección. PM significa preventivo mecánico.
(30D)	La frecuencia de realización. 30D significa cada treinta días
MEDIR MOVIMIENTO RELATIVO	Descripción breve del contenido de la inspección
HR	Unidad del activo
(1)	Estado de la instalación, significa en marcha

- **Trabajo de operación**

Es la asignación de tiempo que se había fijado en cada rutina de mantenimiento preventivo para realizar la inspección.

- **Unidad de trabajo**

Esta es siempre horas sobre horas y su denominación es H/H.

- **Cantidad de capacidad necesaria**

Es el número de personas que deben realizar la inspección.

- **Duración de operación normal**

Este es el total en horas del producto entre los valores de unidad de trabajo y cantidad de capacidad necesaria.

- **Unidad de duración normal**

Esta es siempre la hora y su denominación es H.

- **Clave modelo**

Este término es muy importante debido a que es el código que se le asigna a cada inspección. El objetivo de utilizar la clave modelo es que si hay una determinada inspección que debe ser realizada en varios equipos (diferente HAC), no sea necesario escribir el texto de la inspección repetidamente, sino que se le asigna el mismo código de clave modelo a estos equipos con la misma inspección.

Se debe destacar que para realizar este trabajo se realizó una capacitación inicial impartida por parte del personal de informática, con el objetivo de brindar las indicaciones sobre procedimientos y codificaciones necesarias para incorporar los datos a las plantillas elaboradas por estos colaboradores.

2.5.4 Clave Modelo

La plantilla Clave Modelo tiene como finalidad realizar una codificación de las inspecciones de mantenimiento preventivo. Esto simplifica la gestión de mantenimiento debido a que cuando se requiere agregar una inspección de mantenimiento preventivo a algún equipo, únicamente se agrega el código de la inspección. Así se evita introducir el texto de la inspección repetidamente en el sistema de información integrado SAP.

La plantilla se constituye de varios campos: Código, Formato, C.Línea, Texto, Idioma. **Ver apéndice 3:** Clave modelo.

- **Código**

Este se utiliza para asignarle una identificación a cada texto de las inspecciones como se había indicado en la parte de Clave Modelo en la Hoja de Ruta. Este código está compuesto de la siguiente manera: una primera letra que indica el área donde se va realizar la inspección (mecánica, eléctrica, lubricación o instrumentista), por el código CG que especifica la Planta Agua Caliente, por un consecutivo de dos dígitos y por la unidad del activo (incluida en el código HAC). Ejemplo: MCGO1HR

Tabla 2.7 Codificación de la Clave Modelo

Código	Denominación
M	Área en la que se realiza la inspección. M significa mecánica.
CG	Planta Agua Caliente
01	Consecutivo de las claves modelo
HR	Unidad del activo

- **Formato**

Este campo indica si el tipo del texto es el título (H) o la descripción de la inspección de mantenimiento preventivo (L).

- **Código Línea:**

El asterisco presente en este campo indica un cambio de línea de texto.

- **Texto**

Se encuentra la descripción textual de lo que se debe realizar en la rutina con el respectivo título. Este título es el mismo que el campo de Texto Breve de Operación en la Hoja de Ruta.

- **Idioma**

Se indica el idioma en el que está escrita la inspección de mantenimiento preventivo.

2.6 Conclusiones

- Se cumplió el objetivo del Departamento de Mantenimiento de establecer las rutinas de mantenimiento preventivo para los equipos instalados en el proyecto de ampliación y modernización de la planta.
- Se estableció la Hoja de ruta y la Clave Modelo para cada equipo.
- Se aportó a la empresa valiosa información mediante la traducción de inglés a español de las recomendaciones e indicaciones relevantes suministradas en los manuales de fabricante para cada equipo del proyecto.
- Se definieron las variables de frecuencia, tiempo y área responsable idóneas para la ejecución de cada rutina, asegurando una eficiente gestión de mantenimiento.
- Se establecieron inspecciones con el equipo detenido principalmente por seguridad del personal.
- Se revisaron y aprobaron las rutinas de mantenimiento preventivo por parte del coordinador del Departamento de Mantenimiento.
- Se realizó la documentación de los procedimientos de mantenimiento más importantes.
- Los manuales de fabricante y las visitas al campo brindaron la mayor parte de la información para establecer las rutinas de mantenimiento.
- El trabajo en equipo fue indispensable para cumplir con los objetivos.

- En este proyecto fue indispensable conocer y entender los procesos para la fabricación de cemento y el funcionamiento de cada equipo para establecer las rutinas de mantenimiento preventivo.
- Se confirmó que las rutinas de mantenimiento preventivo realizadas fueron introducidas en el Módulo de SAP R/3 para que se generen las órdenes de trabajo respectivas desde el inicio de las operaciones del proyecto de ampliación y modernización de la planta.

2.7 Recomendaciones

- Actualización de las rutinas de mantenimiento.

Una vez que inicie la operación del proyecto de ampliación y modernización de la planta se comenzarán a ejecutar las rutinas de mantenimiento preventivo. Por tanto, un tiempo después de estar aplicando estas rutinas, hay que verificar si las indicaciones especificadas en cada una de ellas necesita de alguna modificación para mejorar la gestión de mantenimiento, al igual, se deben revisar los datos en las variables de condición, frecuencia, tiempo y área responsable.

- Capacitación en los técnicos encargados de ejecutar las rutinas.

Se debe inculcar en los técnicos la importancia de cumplir con las indicaciones indicadas en los textos de cada rutina, debido a que esta información proviene de la recomendación del fabricante y de esta depende también el futuro desempeño del equipo. Esto es sumamente necesario porque en Holcim S.A existe personal que ha trabajado durante un largo período y es probable que los técnicos sigan realizando las inspecciones de mantenimiento a criterio propio, utilizando los métodos que han adquirido a través de las experiencias. También se necesita que los técnicos conozcan que la respuesta a muchas dudas e inquietudes se pueden encontrar en la información suministrada en los manuales del fabricante y planos.

- Planificación.

En este proyecto se generó una gran cantidad de rutinas de mantenimiento preventivo. Por lo tanto, debe considerarse que para llevar a cabo estas rutinas hay que realizar una planeación apropiada, que tendrá como efecto una adecuada asignación de la carga de trabajo. El Departamento de Mantenimiento debe cerciorarse de contar con el personal necesario para planear y ejecutar las rutinas, de lo contrario, deberá incluir otras personas porque es más barato designar recursos en mano de obra que en paradas del proceso y en mantenimiento correctivo.

CAPÍTULO III

PROYECTO TÉCNICO

SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRICO-NEUMÁTICO PARA MEJORAR EL PROCESO DE ENVASE DEL CONCREMIX Y PEGAMIX EN EL EDIFICIO DE COMPLEMENTARIOS.

3.1 Introducción

En la actualidad existen normas que imponen estándares a seguir. Estas rigen en diversos ámbitos como calidad, ambiente, procesos, formatos, etc. Debido a esto las empresas se han dado a la tarea de implementar diferentes normas para poder colocar sus productos en un mercado competitivo, el cual dejó de ser un mercado regional y pasó a ser un mercado global. Como se conoce la globalización ha generado que los fabricantes coloquen productos con altos estándares, y por consiguiente, estos requieren altos estándares de calidad en los diferentes procesos de fabricación. Esta es la razón por la cual todos los productos que quieran competir en estos mercados deben ligarse a estas normas y estar en una mejora continua.

La fabricación de cemento no es la excepción debido a que existen normas internacionales que rigen en el ámbito del cemento y el concreto. Estas son: ASTM (American Society for Testing and Materials) y ACI (American Concrete Institute).

Holcim por ser una empresa de renombre a nivel mundial ha venido realizando una serie de modificaciones en sus procesos de fabricación para lograr cumplir con dichas normas. Los cambios de mejora continua son una proyección de su misión y visión que continuarán sobre la base de la programación que han realizado los distintos departamentos y áreas de proceso.

Este proyecto se realiza en el área de despacho y tiene actualmente como prioridad mejorar el proceso de envase para cumplir con las especificaciones de la norma.

La principal necesidad de mejora es modificar el sistema de pesaje utilizando un dispositivo electrónico llamado celda de carga, el cuál es utilizado en sistemas donde se requiere un exacto control del peso. Sin embargo, además de utilizar este dispositivo electrónico se agregaron otros diseños mecánicos y electro-neumáticos para contar con un sistema de pesaje, no solamente exacto sino también eficiente.

El proceso de diseño del nuevo sistema demandó realizar un estudio profundo en la máquina ensacadora, sobre el funcionamiento y los componentes utilizados. En el diseño de mejora para el sistema de pesaje se utilizó como patrón la ensacadora instalada en el edificio del CEPAL.

3.2 Objetivo general

Brindar mejoras a procedimientos y mecanismos al proceso de envase del área de Productos Complementarios.

Objetivos específicos

- Conocer los controles de calidad que deben cumplir los productos complementarios.
- Diseñar un sistema de pesaje en la máquina ensacadora utilizando celdas de carga y sistemas electro-neumáticos.
- Plantear las modificaciones y conexiones necesarias para introducir el nuevo sistema de pesaje al sistema electro-neumático de la máquina ensacadora.
- Indicar las modificaciones necesarias en la máquina ensacadora para mejorar el proceso de envase.

3.3 Justificaciones del proyecto

El sistema actual de pesaje genera una alta variabilidad en el peso de los sacos de concremix y pegamix, debido a que el mecanismo de la máquina ensacadora es muy antiguo. La poca exactitud de este sistema es principalmente porque no es un equipo de medición sino más bien es un mecanismo de comparación de pesos, ya que está constituido por una balanza y una serie de articulaciones que introducen un alto porcentaje de error.

El problema de tener altas fluctuaciones en el peso de los sacos es que no se cumple con uno de los requerimientos de las normas ASTM y ACI. Estas indican rigen que los límites, en cuanto a peso se estipula, son de 2% hacia arriba o hacia abajo del valor indicado en la bolsa.

Estos incumplimientos de los estándares de calidad hacen que el producto se vea afectado en el mercado por no cumplir satisfactoriamente con las peticiones de los consumidores.

Por otro lado, se consideró que no se puede mejorar el rendimiento de la máquina ensacadora enfocándose únicamente en el sistema de pesaje, debido a que el proceso de envase es una secuencia que incluye varias etapas, entre ellas: aplicación de la bolsa, inicio de llenado, pesaje y expulsión del saco.

La necesidad de cambio en el desempeño de la máquina ensacadora es porque ésta debe ser eficiente dentro del proceso de agregados. Además, debe estar en capacidad de ensacar el flujo de material que recibe cumpliendo con los controles de calidad.

3.4 Metodología

La metodología aplicada para mejorar el sistema de pesaje para la ensacadora de concremix y pegamix en el edificio de complementarios, consiste en:

- La realización de un reconocimiento del proceso productivo para entender la función que desempeñan los equipos y para determinar los requerimientos de los diferentes sistemas en cuanto a suministro de energía y materia prima, así como los necesarios para cumplir con los controles de calidad. Se estudió cada parte y subparte de cada dispositivo para lograr realizar un análisis más simplificado. También se utilizaron los diagramas de flujo para determinar la ubicación de las máquinas.
- La determinación del problema mediante la comparación de los requerimientos del sistema productivo y las características actuales del sistema productivo.
- La realización de los diseños necesarios para dar solución al sistema, una vez manejada la información de operación y requerimientos del sistema.

3.5. Desarrollo del proyecto

3.5.1 Foxboro

La empresa que por más de 30 años se ha conocido como Foxboro, hoy tiene un nuevo nombre: Invensys Process Systems. En latinoamérica es parte del grupo Invensys PLC, uno de los más grandes y diversificados grupos de tecnología y líder mundial en sistemas de automatización y control industrial.

Actualmente, Invensys Process Systems comercializa una amplia gama de instrumentos y sistemas de control para la mayoría de las industrias, desde los más variados sensores y válvulas de control hasta los sistemas SCADA más complejos.

3.5.2 Resumen del proceso productivo actual

En el edificio de agregados se produce actualmente Concremix y Pegamix. Este proceso está considerado en la empresa como parte del área de despacho. En este edificio se lleva a cabo la dosificación y mezclado de los productos para producir Concremix o Pegamix y también se realiza el proceso de envase. Todo el proceso desde los silos de alimentación hasta la máquina ensacadora es un proceso automático controlado por PLCs y el software Foxboro.

El sistema actual se compone de cinco silos de almacenamiento, cinco compuertas de cierre, cuatro bandas pesadoras, una válvula rotatoria, una báscula nuclear, dos tornillos transportadores, un elevador de cangilones, un deflector de material, dos tolvas y una máquina ensacadora de dos boquillas. **Ver anexo 4** Diagrama de flujo de agregados.

El proceso inicia cuando el material almacenado en los silos (U21-3S) comienza a ser dosificado por medio de las bandas pesadoras (U61-BP) y el tornillo transportador (U61-GU1). Seguidamente, este material es mezclado en el tornillo transportador (U61-GU2). Después, esta mezcla de Concremix y Pegamix es

colocada en las tolvas (U61-3B) mediante el elevador de cangilones (U61-EC1) y el proceso finaliza en el envase de la mezcla llevado a cabo en la (U61-EV).

3.5.2.1 Silos de almacenamiento

El material almacenado en tres de los cuatro silos proviene del quebrador Hazemac. Este es seleccionado en la mina exclusivamente para producir agregados (concremix y pegamix). Al material después de ser triturado es transportado por bandas hasta una criba vibratoria. La criba vibratoria es un equipo que contiene una serie de tamices que seleccionan el material en piedra, arenón y arena; utilizando un silo para cada tipo de producto. **Ver nexo 5** Diagrama de flujo Hazemac y Criba vibratoria.

El silo restante se utiliza para almacenar cemento que proviene del proceso de molienda de cemento.

3.5.2.2 Compuertas de cierre

Estas válvulas se utilizan para cerrar o abrir el paso al material contenido en los silos de almacenamiento.

3.5.2.3 Bandas transportadoras y tornillo transportador

Las dosificaciones se llevan a cabo regulando la velocidad y controlando el área del flujo de material. La velocidad de las bandas pesadoras y tornillo transportador se regula mediante un variador de frecuencia en el motor de accionamiento. El área del flujo de material se determina mediante los valores de densidad y peso en las bandas pesadoras y por medio de una báscula nuclear en el tornillo transportador. Estas dosificaciones de arena, arenón, piedra y cemento deben ser precisas para conseguir la composición química establecida en las mezclas de concremix y pegamix.

3.5.2.4 Tornillo transportador

El tornillo transportador (U61-GU2) tiene una función de trasladar todo el material que es dosificado hasta la entrada del elevador de cangilones, sin embargo, la acción más importante que este realiza es que mezcla todos estos materiales dosificados para lograr una mezcla homogénea llamada concremix o pegamix.

3.5.2.5 Elevador de cangilones

El elevador está compuesto por una faja en la cual se fijan una serie de recipientes o cangilones. Estos cangilones recogen el material a la salida del tornillo transportador (U61-GU2) y transportan el material hasta la entrada de las tolvas de la máquina ensacadora.

3.5.2.6 Máquina ensacadora

Esta máquina se encarga del envase del material. Esto se logra de manera eficiente llevando a cabo una secuencia de acciones que permiten transportar el material desde las tolvas hasta el saco. La secuencia actualmente está dirigida por un sistema de control constituido por contactores, bobinas, solenoides y un sensor inductivo.

3.5.3 Determinación del problema

El sector del proceso productivo que presenta problemas es el envase. Se inicia en las tolvas de almacenamiento del material en la máquina ensacadora y termina en la descarga del saco.

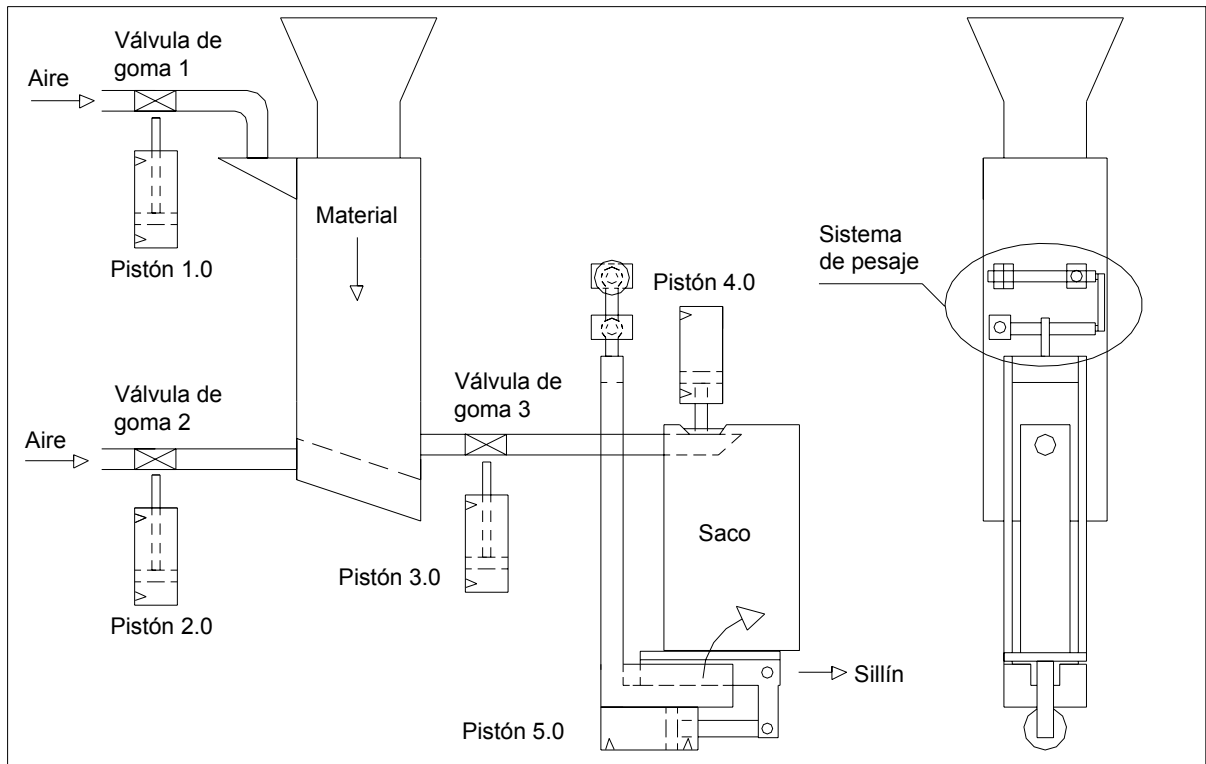


Figura 3.1 Proceso de envase actual

La secuencia del proceso de envase inicia cuando el operador de la máquina posiciona la bolsa en la boquilla de la máquina ensacadora y oprime el botón de arranque para el llenado de la bolsa. Esta señal de arranque va a activar las dos solenoides (P y V) de las electro-válvulas (EV1.1 y EV4.1), una de éstas es utilizada para cambiar el estado de las válvulas de goma y la otra para activar la prensa. **Ver figura 3.2 y figura 3.3.**

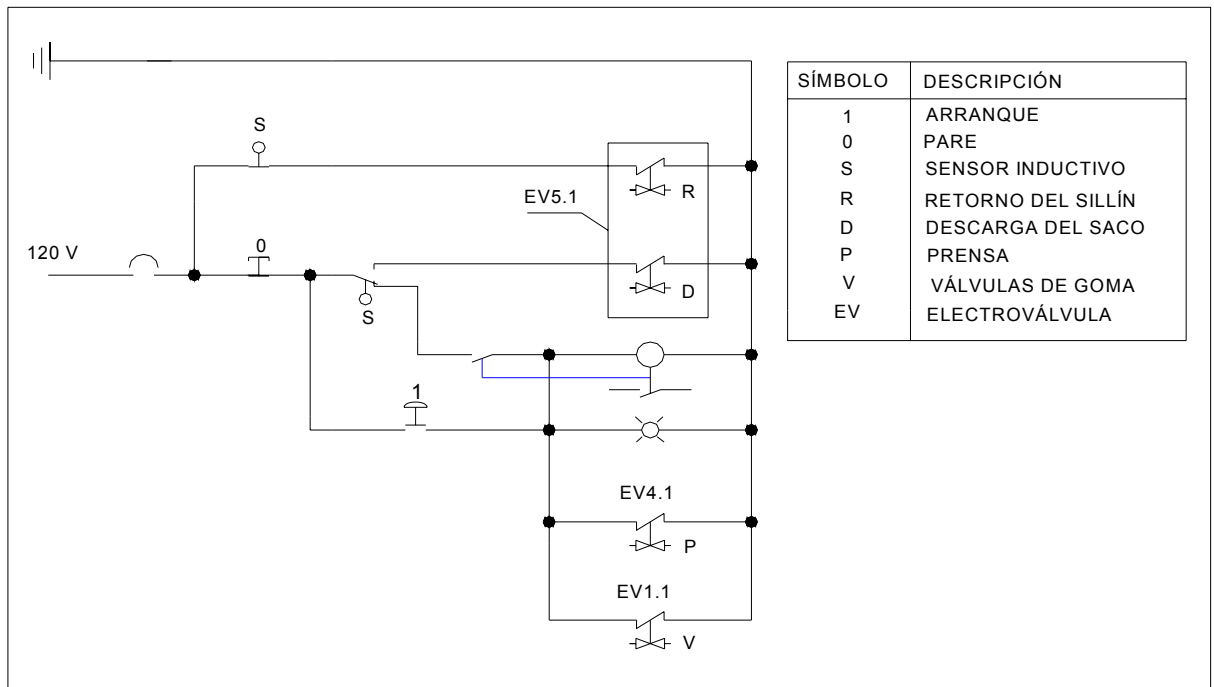


Figura 3.2 Diagrama de control actual

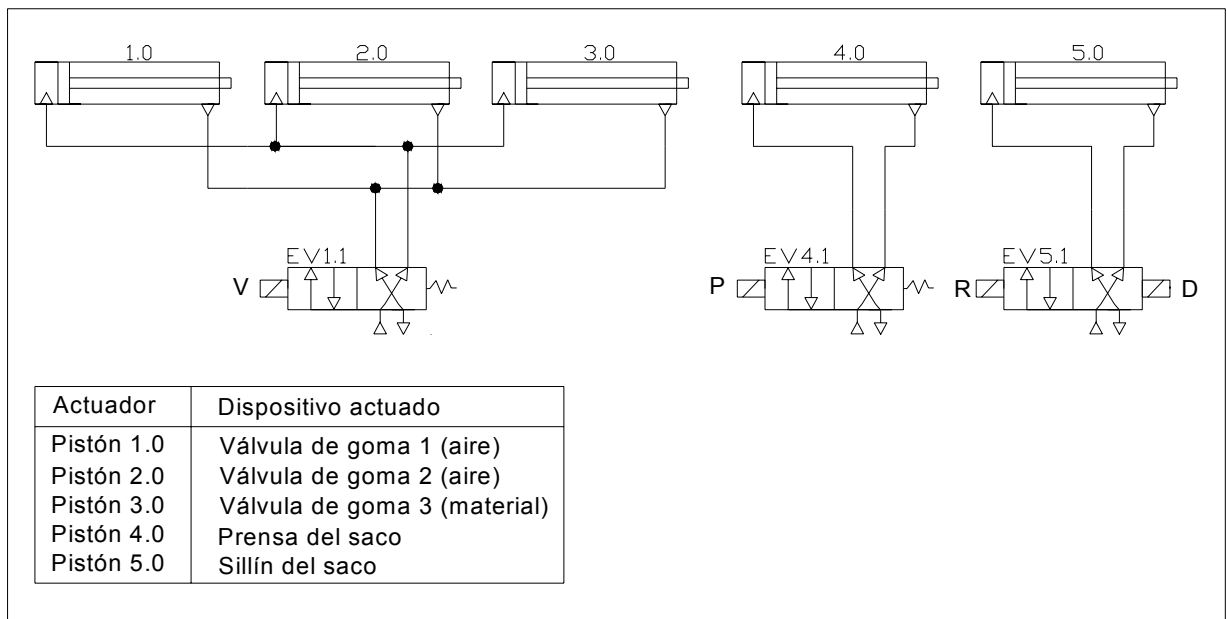


Figura 3.3 Diagrama neumático actual

En el diagrama de control se observa que, cuando se cierra el contacto del botón de inicio, se energizan las solenoides (P y V) de las electro-válvulas (EV1.1 y EV4.1).

La electro-válvula EV1.1 controla los pistones de las válvulas de goma. Estos se retraen al activar la solenoide permitiendo el avance del flujo de aire y de la mezcla. El flujo de aire es utilizado para impulsar la mezcla hacia la expulsión, iniciando el proceso de llenado de la bolsa. La electro-válvula EV4.1 controla el pistón de la prensa. Este desplaza el vástago hacia delante cuando se activa la solenoide permitiendo la sujeción de la bolsa sobre la boquilla de la máquina ensacadora.

El problema empieza cuando está finalizando el proceso de llenado de la bolsa, pues, si el peso del saco llega al establecido 50 Kg. ó 10 Kg. (según el tamaño de la bolsa), se debe cerrar las válvulas de goma para cortar el flujo de aire y de la mezcla, retirar la grapa y activar el pistón que desplaza el sillín para la expulsión del saco.

El foco del problema es determinar cuándo debe detenerse el proceso de llenado para que el saco tenga el peso correcto. Actualmente se utiliza una balanza o romana para determinar los 50 kg en una bolsa grande y para las bolsas pequeñas se estima que cuando la bolsa está llena el saco pesa 10 Kg. Estos métodos utilizados para determinar el peso en el envase son realmente inexactos. Este sistema de balanza funciona con una serie de pesas que son vencidas por un supuesto peso exacto de 50 Kg. Al ser vencidas estas pesas el mecanismo de transmisión de la fuerza se desplaza. Este movimiento es detectado por el sensor inductivo y envía una señal al sistema de control.

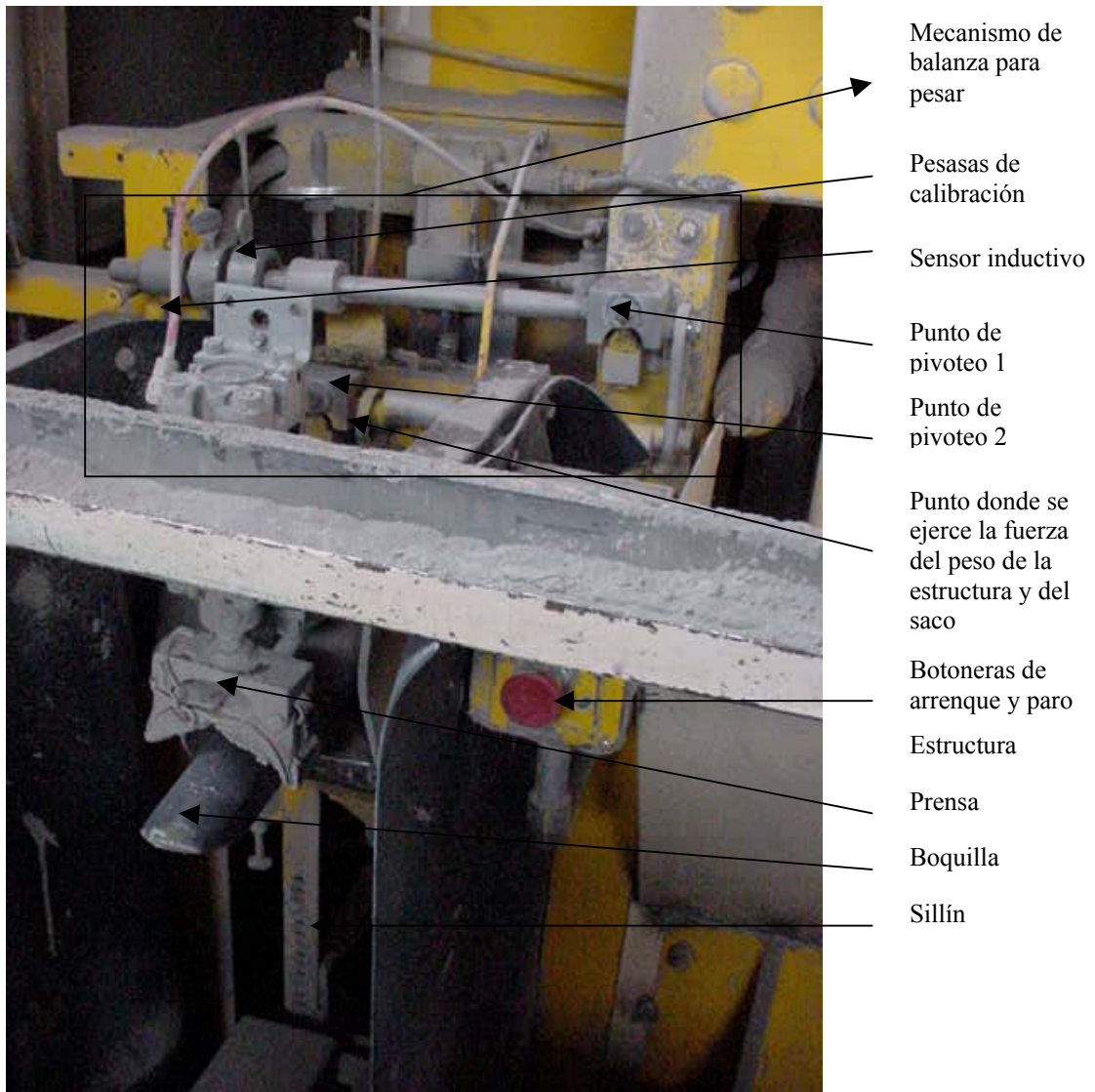


Figura 3.4 Sistema de balanza o romana

La señal emitida por el sensor va a conmutar el interruptor de control para que se desenergicen las solenoides (P y V) de las electro-válvulas (EV1.1 y EV4.1) que permiten que se cierren las válvulas de goma y se retire la prensa, y para energizar la solenoide (D) de descarga del saco en la electro-válvula (EV5.1). Por último, cuando el saco ha sido descargado, la balanza vuelve a su posición original, es detectada por el sensor y activa la solenoide (R) de la electro-válvula (EV5.1) para el retorno del sillín.

El problema es, principalmente, que el peso de las bolsas con producto o sacos varía mucho debido a los métodos utilizados para la medición del peso. La utilización de la balanza produce que la señal emitida por el sensor inductivo sea imprecisa a la hora de conmutar el interruptor en el circuito de control.

3.5.4 Solución del problema

El principal problema que se desea solucionar es la inexactitud del sistema de pesaje, sin embargo, se plantearon otras modificaciones al proceso de envase. Estas modificaciones son mejorar el sistema de expulsión del saco e instalar sensores tipo micro-switch para el arranque del proceso de envase.

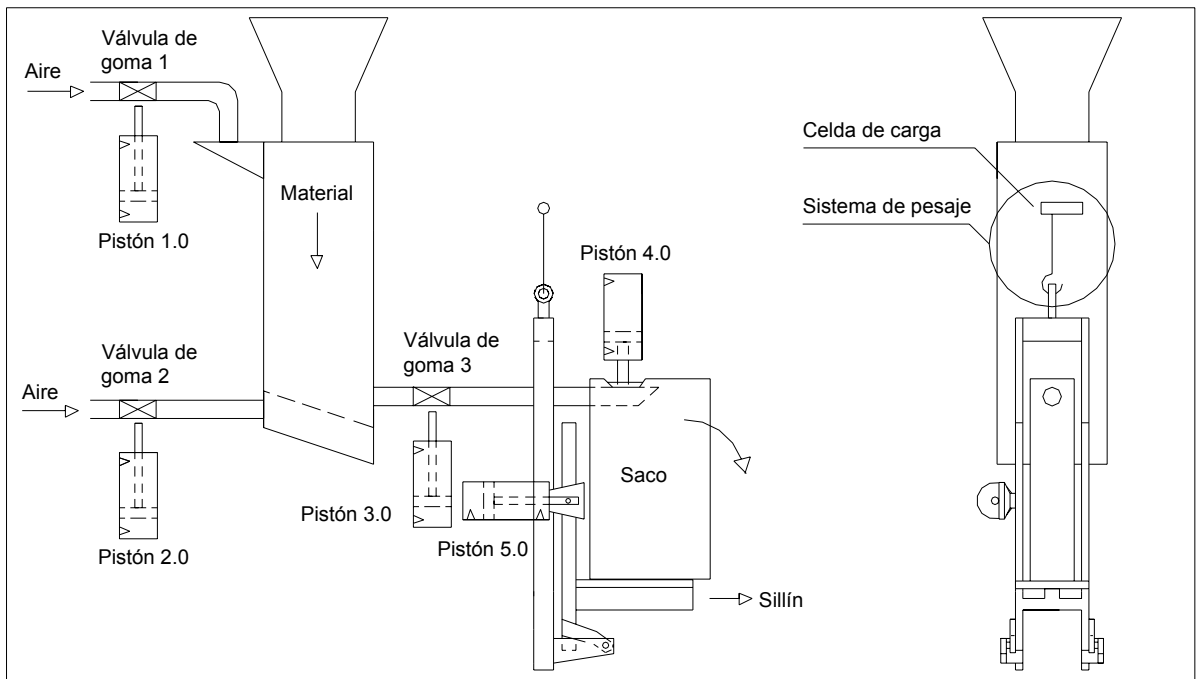


Figura 3.5 Proceso de envase

Para solucionar el problema principal hay que cerciorarse de que, cuando el saco tenga un peso de 50 ± 1 Kg. ó 10 ± 0.2 Kg, se desactiven las solenoides (P y V) de las electro-válvulas (EV1.1 y EV1.2). Para esto se debe instalar un instrumento de medición muy preciso y exacto llamado celda de carga. **Ver figuras 3.6 y 3.7.**

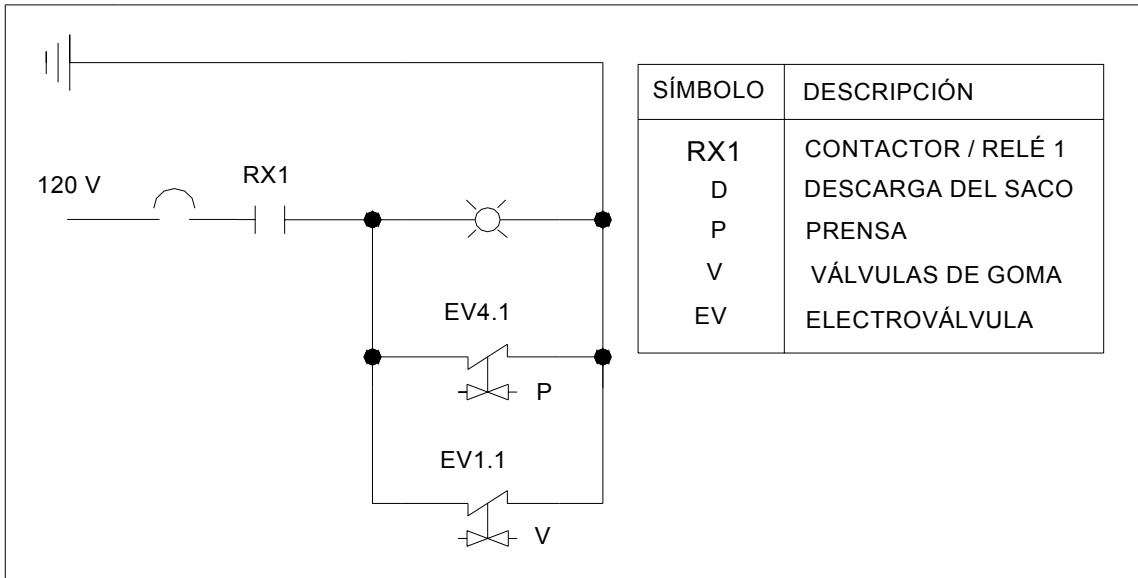


Figura 3.6 Diagrama de control

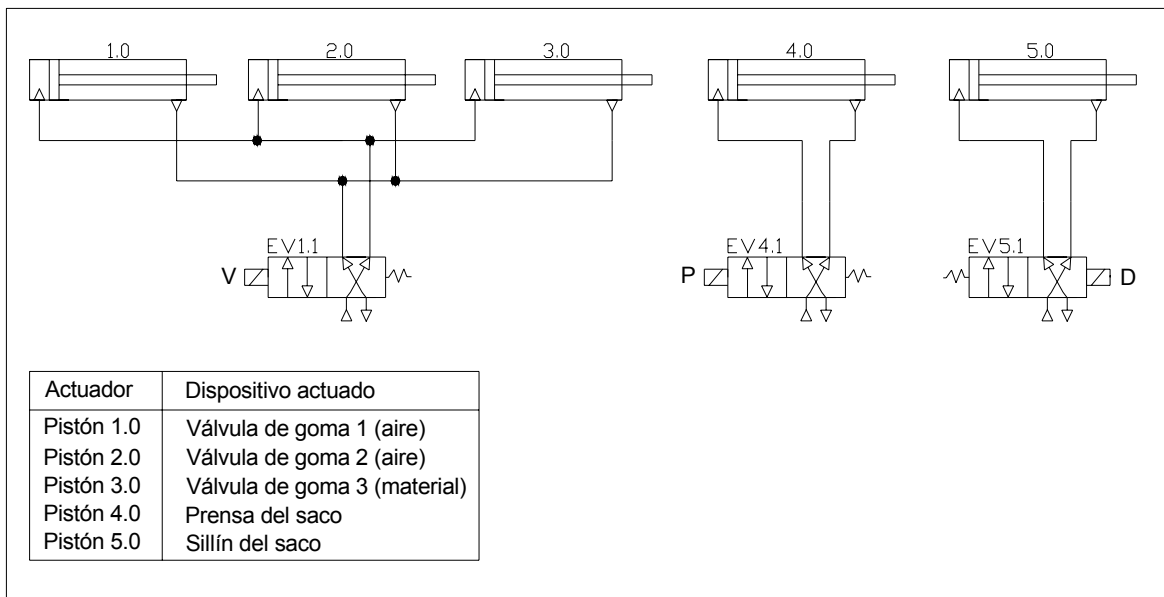


Figura 3.7 Diagrama neumático

Para evitar el atascamiento en la expulsión del saco se debe modificar el mecanismo y la estructura de soporte del sillín. Este cambio es necesario debido a que, actualmente, para expulsar el saco el sillín se desplaza hacia arriba. Sin embargo, con el nuevo sistema toda la estructura es la que se va a desplazar para que el saco sea expulsado eficientemente. La estructura utilizada en el edificio CEPAL servirá como modelo para este nuevo sistema. **Ver anexo 6.**



Figura 3.8 Expulsión del saco actual

Para automatizar el arranque del proceso de envase es necesario instalar un sensor que detecte la presencia de la bolsa. Esta modificación va a traer una mejora debido a que el operario de la máquina ensacadora no tendrá que estar presionando el botón de inicio sino simplemente colocar la bolsa. **Ver figura 3.9.**

Todas estas opciones pueden ser manejadas principalmente por el PLC 004 marca Módicon y por una parte del circuito de control actual de la máquina ensacadora.



Figura 3.9 Puesta de bolsa

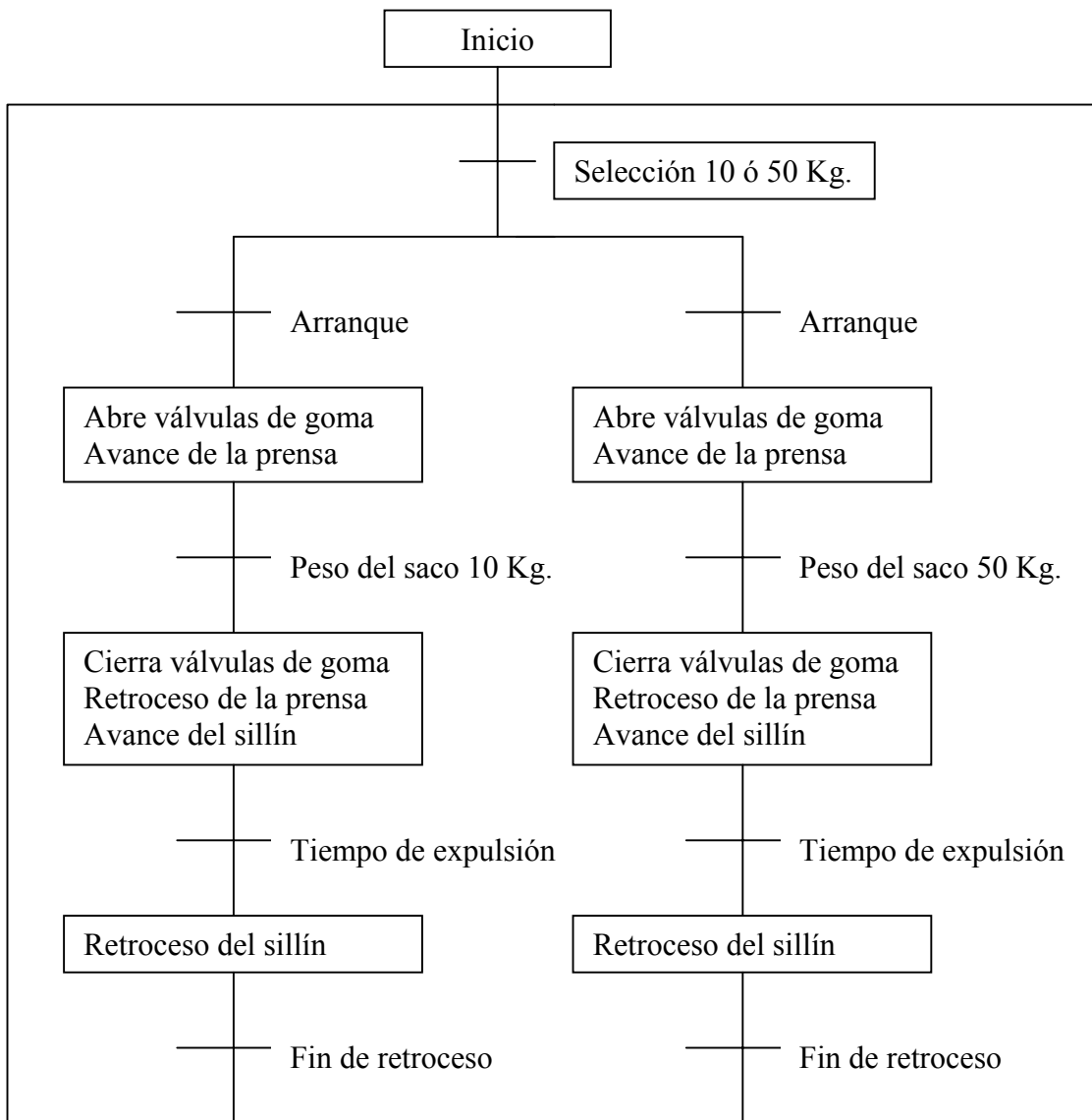


Figura 3.10 Diagrama de flujo del proceso de envase

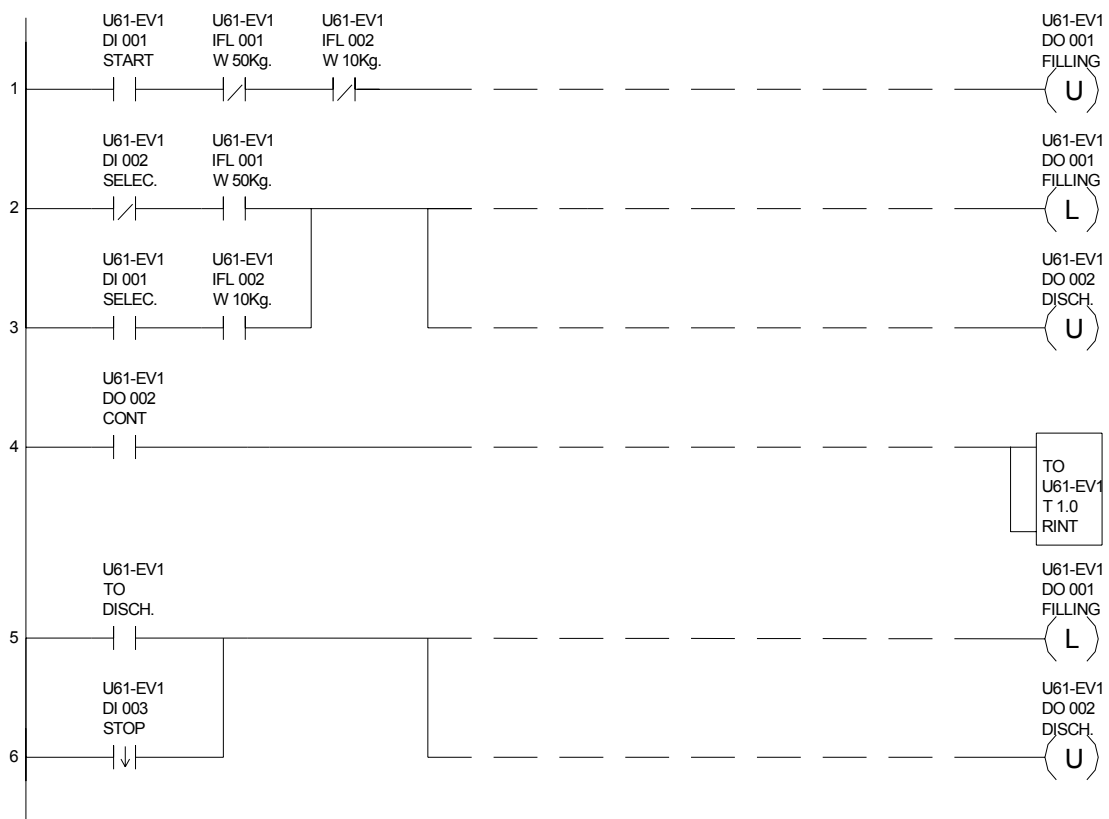


Figura 3.11 Programación PLC 004 Módicon

Donde:

IA 001 es una entrada analógica que proviene de la celda de carga que controla cuando debe detenerse el proceso de llenado de la bolsa. Puesto que, una vez que el saco alcanza el peso requerido, debe mandarse una señal al PLC para que active las válvulas de goma, desactive la grapa y expulse el saco.

La celda de carga es alimentada por una fuente de 12 VDC. Este dispositivo emite una señal de mV que va a variar dependiendo de la fuerza aplicada por el peso del saco. Esta señal es transformada a mA mediante la conexión de una resistencia en paralelo. La entrada analógica IA 001 recibe esta señal en mA para ser utilizada en el software Foxboro.

DI 001 es una entrada I/O proveniente de un sensor NO tipo micro-switch. Cuando se coloca la bolsa en la boquilla de la máquina ensacadora, este sensor es conmutado iniciando el proceso de llenado de la bolsa.

DI 002 es una entrada que proviene de un interruptor que debe ser situado en el panel de control de la máquina ensacadora. Este es el que va a indicar si se requiere que el proceso de envase se detenga cuando el saco pese 10 Kg ó 50 Kg.

DI 003 es una entrada que permite el paro del proceso de llenado y es activada por una botonera de paro. Si existiera alguna anomalía en el proceso que amerite parar el sistema, el operario simplemente tiene que apretar la botonera.

IFL 001 es una "inlet flag" que se utiliza para responder a la programación interna del software Foxboro. Esta es NO debido a que, cuando el peso del saco es mayor o igual a 50 Kg., esta conmuta y permite enviar un pulso. El accionamiento de la IFL proviene de la programación realizada por el personal de automatización en el software Foxboro. Esta programación consiste en tomar la señal analógica emitida por la celda que va de 4 a 20 mA mediante la entrada IA 001 y convertirla en valor de

peso. Además, se establecen anticipadamente los valores límites de peso en la programación del software. Por último, cuando la señal emitida por la celda de carga excede estos valores límites, se manda a activar la “inlet flag”.

IFL 002 es una “inlet flag” que se utiliza para responder a la programación interna del software Foxboro. Esta es NO debido a que, cuando el peso del saco es mayor o igual a 10 Kg., esta conmuta y permite enviar un pulso.

DO 001 es la salida encargada de energizar y desenergizar el relé RX1. El contactor de este último energiza y desenergiza las solenoides (P y V) de las electroválvulas (EV1.1 y EV4.1).

DO 002 es la salida encargada de energizar y desenergizar la solenoide (D) de la electro-válvula (EV5.1).

3.6 Conclusiones

- El problema de la inexactitud, en el peso de los sacos, se soluciona con la implementación de celdas de carga en el sistema de pesaje.
- Para realizar las modificaciones, en el proceso de envase, es indispensable disponer de cuatro salidas I/O y seis entradas I/O del PLC 004 Módicon, y dos entradas analógicas del panel de Foxboro.
- La utilización de un PLC va a permitir instalar sensores para el arranque del proceso de envase y simplificar el circuito de control eléctrico de la máquina ensacadora.
- La modificación propuesta del mecanismo y la estructura del sillín en el sistema de expulsión va a evitar el atascamiento del saco.

3.7 Recomendaciones

- Seguridad laboral

Se debe tomar en cuenta la seguridad del operador de la máquina ensacadora con el nuevo diseño de expulsión del saco, debido a que la estructura del sillín se va a desplazar aproximadamente 40 cm en dirección al puesto del operador. Por lo tanto, es necesario tomar las medidas que sean necesarias para evitar accidentes. La solución más factible es colocar un tipo de barrera entre el sistema de expulsión y el operador.

También debería de cambiarse el asiento del operador por uno que sea ergonómico para mejorar las condiciones laborales y obtener un mejor rendimiento del empleado.

- Aplicador de sacos

Este dispositivo es el más importante para lograr una automatización completa del proceso de envase y que el material no se segregue. Se recomienda que si el aplicador va a ser fabricado o diseñado, la persona encargada debe disponer tiempo completo para esta labor.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Ciment, FCB. Manuales de expansión y modernización de la planta, Cartago.

Holcim S.A, 2004

Guerrero, Osvaldo. Neumática Industrial, Cartago.

Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2003

Molinero, J.F y Torres Sixto. Esquemas de Circuitos Eléctricos, Cartago.

Industria Nacional de Cemento, 1994

Morera, Ana Lucía. Control Eléctrico, Cartago.

Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2002

Valverde Vega, Jorge. Administración de Mantenimiento. Cartago.

Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2001

APÉNDICES

Apéndice 1. Rutinas de mantenimiento preventivo

HAC	INSPECCIÓN	COND	FREC	DUR [hr]	OPE
CG.461-HR1	Verifique la alineación del Horno en "caliente" y de ser necesario realice las modificaciones pertinentes para alinearlo.	1	3 años	16	TMCO
CG.461-HR1	Examine la virola para saber si hay corrosión, en caso de que se cambie el refractario se recomienda aplicar una capa de óxido de aluminio o de molibdeno antes de instalar los ladrillos nuevos, para prevenir la corrosión. Reporte.	2PH	A	1	1M
CG.461-HR1	Revisar que las soldaduras estén libres de grietas. Utilice tintes penetrantes o partículas magnéticas. (Virola).	2PH	A	8	1M
CG.461-HR1	Realice medidas del alineamiento del horno según procedimiento y registre los resultados para el análisis.	2PH	A	8	1M
CG.461-HR1	Mida el espesor de los segmentos de desgaste. Deben ser substituidos en caso de tener un 60% o menos del grueso original. (Sello de entrada).	2PH	A	1	1M
CG.461-HR1	Apretar los pernos de fijación, sustituya los que están desgastados o perdidos. (Sello de entrada).	2PH	A	2	1M
CG.461-HR1	Desmontar y desarmar los cilindros neumáticos, verifique la condición del cilindro, del pistón y de los sellos. Repare la parte del cilindro según se requiera. (Sello de entrada).	2PH	A	16	1M
CG.461-HR1	Mida el espesor de los segmentos de desgaste. Deben ser substituidos en caso de tener un 60% o menos del grueso original. (Sello de descarga).	2PH	A	1	1M
CG.461-HR1	Revisar el aprete de los pernos de la conexión entre ambas mitades del engranaje de la corona.	2PH	A	4	1M
CG.461-HR1	Desmante el protector de la corona. Limpielo a fondo para quitar residuos de aceite. Una vez limpiado, examine el protector para saber si hay cualquier grieta, principalmente en las costuras de la soldadura. (Corona del Horno).	2PH	A	12	1M
CG.461-HR1	Revise la condición de los pernos de fijación del protector. (Corona del Horno).	2PH	A	4	1M
CG.461-HR1	Revise los sellos de fieltro del protector. (Corona del Horno).	2PH	A	1	1M
CG.461-HR1	Mientras que lentamente se le da vuelta al horno, examine la superficie de contacto de todos los dientes del engranaje de la corona y del piñón para detectar cualquier picadura, rasguño, rayadura, etc.	2PH	A	2	1M
CG.461-HR1	Examine la condición del flanco de los dientes. Haga los moldes con silicón. (Piñón del Horno).	2PH	A	2	1M
CG.461-HR1	Limpié la cubierta del cojinete y los cojinetes del piñón. Examine la condición y la separación del cojinete entre la carrera y las bolas. (Piñón del Horno).	2PH	A	2	1M
CG.461-HR1	Revise la condición de los soportes de rodamiento del cojinete del piñón, su base y aprete de los pernos. (Piñón del Horno).	2PH	A	0,5	1M
CG.461-HR1	Mida las distancias entre el centro del piñón y el centro de los soportes de cojinete en ambos lados. Compare los valores con los dados en el plano de posición. Deje reporte por escrito. (Piñón del Horno).	2PH	A	1	1M
CG.461-HR1	Mida la distancia entre el centro del eje del piñón y de la línea de centro del horno. Deje reporte por escrito. (Piñón del Horno).	2PH	A	1	1M
CG.461-HR1	Revise la alineación del eje del piñón en relación al engranaje de la corona. Deje reporte por escrito. (Piñón del Horno).	2PH	A	2	1M
CG.461-HR1	Mida los espacios, en ambos lados, entre los dientes del piñón y los del engranaje de la corona (contragolpe o back-slage). Dejar reporte por escrito. (Piñón del Horno).	2PH	A	2	1M
CG.461-HR1	Revise la condición de los resortes de fijación del engranaje de la circunferencia y de sus pernos (verificar si hay grietas). (Piñón del Horno).	2PH	A	8	1M
CG.461-HR1	Mida el desgaste de los soportes y de las llantas de soporte (el espacio entre la llanta y la virola en su sección más alta). El máximo permitido en horno frío: 20 milímetros (use especificación del fabricante). Dejar reporte por escrito.	2PH	A	0,5	1M
CG.461-HR1	Examine las áreas de soporte de la virola para saber si hay grietas. (Llantas del Horno).	2PH	A	0,5	1M
CG.461-HR1	Mida la separación entre los anillos de retención de las zapatas y la llanta en un solo lado de la llanta (lado de la descarga); Corrija los que tienen más de 4 milímetros de separación (use especificación del fabricante). (Llantas del Horno).	2PH	A	4	1M

CG.461-HR1	Revise la rectitud de la superficie de la llanta con una regla.	2PH	A	1	1M
CG.461-HR1	Realice mediciones de la circunferencia de las llantas.	2PH	A	4	1M
CG.461-HR1	Revise las placas del nose ring con respecto al desgaste y posibles grietas o fracturas. Reportar las defectuosas para determinar si deben ser reemplazadas	2PH	A	0,3	1M
CG.461-HR1	Mida el grueso de virola, del exterior, con equipo para medir espesores, en cada metro en tres puntos equidistantes en la circunferencia. Registre los resultados.	2PH	A	2	TDCO
CG.461-HR1	Haga una impresión de la superficie de contacto de los dientes probados; usando papel, tinta y también con moldes de silicón. (Piñón del Horno).	2PH	A	2	TDCO
CG.461-HR1	Compruebe el eje del piñón con equipo de ultrasonido. (Piñón del Horno).	2PH	A	4	TDCO
CG.461-HR1	Realizar una inspección de ultrasonido de las caras de las llantas.	2PH	A	4	TDCO
CG.461-HR1	Verifique la alineación del Horno en "frío" y de ser necesario realice las modificaciones pertinentes para alinearlos.	2PH	A	16	TMCO
CG.461-HR1	Mida el arrastramiento (movimiento relativo) en cada llanta. Utilice un Crayon para comprobar el movimiento relativo. Dejar reporte por escrito.	1	M	1	1M
CG.461-HR1	Revise el perfil de temperatura de la zona del contacto del engranaje-piñón de la circunferencia con un pirómetro; la diferencia entre ambos bordes no debe ser mayor a 2°C. Mida en cada punto la temperatura máximo, mínima y media por un minuto y después compare cada tipo de lectura. (Corona del Horno).	1	M	1	TDCO
CG.461-HR1	Revisar el color (temperatura) y revisar que no hayan fugas de polvo. (Nose ring).	1	S	0,2	1M
CG.461-HR1	Compruebe que todos los seguros, las tapas y las cubiertas estén sujetadas con seguridad.	1	S	0,25	1M
CG.461-HR1	Reporte cualquier ruido o vibración anormal.	1	S	0,25	1M
CG.461-HR1	Inspección visual de la virola del horno: especialmente las soldadura.	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Verifique el correcto estado de la virola en los puntos más calientes del metro 2 al 20.	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Revise que no existan grietas y salidas de polvo por las soldaduras y los puntos de inspección. (Virola).	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Verifique la decoloración, reporte en caso de existencia. (Virola).	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Verifique que no haya inicios de deformación en la virola.	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Revisar la condición de las puertas de inspección y que sellen herméticamente, además que no hayan fisuras en la virola.	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Revisar la doble camisa que envuelve la descarga al final del horno.	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Haga un perfil de temperatura de las llantas del horno, con un pirómetro. Anote el resultado. En estas las llantas y en los anillos de retención, la temperatura no debe ser más alta que 350°C. A lo largo de la cara de la llanta; registre las lecturas y determine la tendencia de la temperatura entre los bordes de la llanta. (si crece, es constante o decrece).	1	S	0,5	1M
CG.461-HR1	Compruebe el movimiento axial del horno en la sala de mando (verificar que el movimiento ascendente y descendiente del horno se de en un periodo de doce horas cada uno).	1	S	0,5	1M
CG.461-HR1	Compruebe la presión del aceite para ambos sentidos del movimiento axial del horno, compare con los valores usuales tomando en cuenta las condiciones de operación del horno.	1	S	0,5	1M
CG.461-HR1	Verifique la condición de los segmentos de desgaste de manera que no existan fugas de material a través del sello. (Sello de entrada).	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Verifique que la cerámica y el anillo de desgaste se encuentren en perfectas condiciones para que permitan la absorción de deformaciones mecánico-térmicas de la virola del horno. (Sello de entrada).	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Verificar que las protecciones térmicas de los pistones y del sistema entero estén en correcta posición y estado. (Sello de entrada).	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Compruebe la presión de aire en los cilindros neumáticos. Debe ser alrededor 3 Kg/cm2 (45 PSI); Presión máxima 4 Kg/cm2 o 60 PSI. (Sello de entrada).	1	S	0,3	1M

CG.461-HR1	Compruebe los sellos de los pistones, sus conexiones y tubería, para saber si existen fugas. (Sello de entrada).	1	S	0,2	1M
CG.461-HR1	Compruebe la condición y la operación de los dispositivos que permiten el trasego del aire comprimido hasta los pistones, incluyendo el filtro del agua, el regulador de presión y unidades del lubricador. Drene el agua del filtro(s) y compruebe el nivel de aceite y la entrega del lubricador (gotas/minuto). (Sello de entrada).	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Verifique que las aletas que permiten la desviación del aire de enfriamiento estén completas, correctamente sujetas y en buen estado. (Sello de descarga).	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Verifique la condición de la placa de desgaste (sección rotatoria) y la sección de desgaste (que es presionada contra la placa por medio de los cables), de modo que no existan fugas a través del sello. (Sello de descarga).	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Verifique que la zona de recorrido de los cables de ajuste estén correctamente engrasados. (Sello de descarga).	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Verifique que las pesas del sistema de contrapeso para los cables de ajuste se encuentren suspendidas. (Sello de descarga).	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Verifique la fijación y el correcto funcionamiento de las poleas del cable de ajuste. (Sello de descarga).	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Revisar si existe algún ruido anormal. (Corona del Horno).	1	S	0,2	1M
CG.461-HR1	Revisar que la cara entera del engranaje corona esté siempre en contacto con el piñón.	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Verificar la limpieza del área alrededor de la corona y de las máquinas, libre de polvo o lubricante.	1	S	0,3	1M
CG.461-HR1	Compruebe la fijación del protector de la corona, el nivel de la vibración y la condición (que no hayan grietas).	1	S	0,2	1M
CG.461-HR1	Revise desgaste y fugas en el sello del fieltro. (Corona del Horno).	1	S	0,2	1M
CG.461-HR1	Revisar la fijación de la corona a la virola.Revisar los elementos de sujeción (resortes) que no estén fisurados.	1	S	0,5	1M
CG.461-HR1	Revisar la temperatura de las cubiertas de cojinete; no debe exceder 80°C (200°F). (Piñon del Horno).	1	S	0,2	1M
CG.461-HR1	Compruebe que la huella de lubricante en los dientes del engranaje sea uniforme. (Piñon del Horno).	1	S	0,2	1M
CG.461-HR1	Buscar fugas de aceite a través de los sellos del eje. (Piñon del Horno).	1	S	0,2	1M
CG.461-HR1	Detecte cualquier ruido anormal. (Piñon del Horno).	1	S	0,2	1M
CG.461-HR1	Revisar el ajuste de la fijación de la cubierta del piñón. (Piñon del Horno).	1	S	0,2	1M
CG.461-HR1	Revisar el nivel de vibraciones/ruido de las cubiertas de los cojinetes. (Piñon del Horno).	1	S	0,2	1M
CG.461-HR1	Revisar que las llantas tengan movimiento relativo con respecto a la virola. Utilice un Crayon para comprobar el movimiento relativo. Llevar un registro por escrito en un cuaderno.	1	S	0,5	1M
CG.461-HR1	Verifique que el ajuste de la cerámica sea el apropiado. (Sello de entrada).	1PH	SM	0,5	1M
CG.461-HR1	Revise que los puntos de fijación en el sistema de ajuste del sello se encuentren en buen estado, sin corrosión, sin reventaduras y en correcto posicionamiento. (Sello de entrada).	1PH	SM	0,3	1M
CG.461-HR1	Compruebe la posición y la alineación apropiada del sello. Ajuste en caso de necesidad. (Sello de entrada).	1PH	SM	0,5	1M
CG.461-HR1	Verifique que el nose ring se encuentre en correcta posición (sujeto, fijado) y estado. Es importante reportar su estado para programar su cambio. (Sello de descarga).	1PH	SM	0,5	1M
CG.461-HR1	Verifique el correcto estado de toda la estructura del sistema de sellado. (Sello de descarga).	1PH	SM	4	1M
CG.461-HR1	Revisar en el nose ring el apriete de los puntos de unión (bifurcación, perno).	1PH	SM	4	1M
CG.461-HR1	Revisar el color y el número de placas (si es posible) para tener una idea en la eficiencia de enfriamiento. (Nose ring).	1PH	SM	0,2	1M
CG.461-HR1	Revisar si hay alambres, conductos y conexiones dañados.	2PH	A	4	E
CG.461-HR1	Verifique la operación apropiada de la interconexión del sistema de impulsión de emergencia, simulando una falla en el motor principal del horno.	2PH	A	2	E

CG.461-HR1	Calibre los instrumentos para la medida de la temperatura, los interruptores de límite y los tacómetros.	2PH	A	8	1I
CG.461-HR1	Revise el disparo del sistema de control de alarmas.	2PH	A	2	1I
CG.461-HR1	Engrasar la zona de recorrido del cable, si se requiere. (Sello de descarga).	1PH	SM	1	1L

HAC	INSPECCIÓN	COND	FREC	DUR	OPE
CG.565-ML1	Sistema de Alimentación del Molino				
CG.565-ML1	Verifique visualmente la condición general de <u>la placa que direcciona el material en la entrada del molino</u> . Si detecta alguna imparcialidad en algún azulejo de cerámica, referirse al procedimiento 6.	0	BM	1	1M
CG.565-ML1	Verifique visualmente las articulaciones (cardans joint) del accionamiento de la placa que direcciona el material en la entrada del molino. Referencia: Plano INCI M10 HR 025.	1	SM	0,5	1M
CG.565-ML1	Verifique la alta eficiencia en el movimiento de la placa que direcciona el material en la entrada del molino.	1	SM	0,5	1M
CG.565-ML1					
CG.565-ML1	Rodillo				
CG.565-ML1	Verifique visualmente el desgaste de las estrías (rafters) del rodillo y mida el espesor en las áreas críticas. Referirse al procedimiento 1 y a la parte 1 del procedimiento 12. Si se requiere rellenar las estrías del rodillo proceda de acuerdo a la parte 2 del procedimiento 12.	0	M	1	1M
CG.565-ML1					
CG.565-ML1	Rascadores				
CG.565-ML1	Verifique visualmente la condición general de los rascadores y mida el desgaste en las áreas críticas. Referirse al procedimiento 2. Nota importante: antes de cualquier desensamble o reemplazo, la tabla 2.1 del procedimiento 2 debe ser completada y enviada a FCB. Cada rascadora debe ser etiquetada con un número para registrar la cantidad de horas de operación y fecha de desmontaje.	0	M	2	1M
CG.565-ML1	Verifique el ajuste de los rascadores, espacio entre los rascadores y la virola. Referirse al procedimiento 2. Nota importante: antes de cualquier desensamble o reemplazo, la tabla 2.1 del procedimiento 2 debe ser completada y enviada a FCB. Cada rascadora debe ser etiquetada con un número para registrar la cantidad de horas de operación y fecha de desmontaje.	0	BM	2	1M
CG.565-ML1	Verifique la condición de los soportes de los rascadores, las barras de soporte y pines de seguridad. Nota importante: antes de cualquier desensamble o reemplazo, la tabla 2.1 del procedimiento 2 debe ser completada y enviada a FCB. Cada rascadora debe ser etiquetada con un número para registrar la cantidad de horas de operación y fecha de desmontaje.	0	BM	1	1M
CG.565-ML1					
CG.565-ML1	Virola				
CG.565-ML1	Verifique la eficiencia de los sellos de laberinto en los extremos de la virola. Se puede verificar comprobando que no se filtre polvo o aceite. (si el polvo se filtra puede contaminar el lubricante del engrane y producir daños severos). Comprobar que el lubricante no esté contaminado.	1	BM	1	1M
CG.565-ML1	Verifique visualmente el desgaste de los sellos de laberinto extremos de la virola, repare si presenta desgaste.	0	BM	1	1M
CG.565-ML1	Verifique el desgaste de las pestañas o levantadores. , repare si presenta desgaste.	0	BM	2	1M
CG.565-ML1	Verificar el desgaste del blindaje interno de la virola. Refer. al procedimiento 3.	0	BM	4	1M
CG.565-ML1	Verifique el desgaste de todas las placas que están en contacto con el material. Remplace o repare de ser necesario. Refer.: Plano INC M10 HR 001	0	BM	1	1M
CG.565-ML1					
CG.565-ML1	Molino				
CG.565-ML1	Verifique la presión del sensor en el lado de la entrada. Limpie el sensor.	1	M	0,5	1M
CG.565-ML1					
CG.565-ML1	Patines (shoes)				
CG.565-ML1	Verifique la condición del metal babbit. Referirse al procedimiento 4.	0	SM	4	1M
CG.565-ML1	Verificar la condición del aceite en el fondo de la cubierta. Revise que no existan depósitos.	0	SM	1	1L
CG.565-ML1	Verifique el espacio de separación entre la virola y el tanque "ertalaon". Referirse al procedimiento 5.	0	SM	2	1M
CG.565-ML1	Verificar el ajuste de la tubería. Referencia: Plano INC1 M10 HR 010.	1	A	2	1M

CG.565-ML1					
CG.565-ML1	Virola				
CG.565-ML1	Verifique los sellos y la condición debido a la fricción. Ver piezas en los planos: INC1 M10 HR 034 y INC1 M10 HR 035.	0	SM	4	1M
CG.565-ML1	Verifique el ajuste de los sellos de laberinto. Referirse al procedimiento 11.	0	A	2	1M
CG.565-ML1					
CG.565-ML1	Cilindros hidráulicos				
CG.565-ML1	Verifique la temperatura en los acumuladores. Referirse al procedimiento 7. Si una temperatura no es homogénea con las otras, mida la presión de Nitrógeno del acumulador con el Molino detenido .	1	M	0,5	1M
CG.565-ML1	Verificar la condición de las barras de los pistones.	0	BM	1	1M
CG.565-ML1	Verifique las cuñas de plástico, principalmente que no exista deformación.	0	BM	1	1M
CG.565-ML1	Desmonte las cuñas de los pistones y límpielas. Refer.: Plano INC1 M10 HR 021.	0	SM	4	1M
CG.565-ML1	Verifique el espacio entre la virola y el rodillo. Si el espesor es insuficiente, referirse al procedimiento 8.	0	SM	6	1M
CG.565-ML1					
CG.565-ML1	Rodamientos del rodillo				
CG.565-ML1	Verifique el ajuste de los U-pernos. Referencia: Plano INC1 M10 HR 014	0	A	2	1M
CG.565-ML1					
CG.565-ML1	Puntos de pivote, en los brazos				
CG.565-ML1	Verifique que los puntos de pivote se encuentren limpios. Referencia: Plano INC1 M10 HR 016.	0	M	2	1M
CG.565-ML1	Verifique la temperatura de los puntos de pivote. Referirse al procedimiento 9.	1	BM	0,5	1M
CG.565-ML1	Verifique el espacio de claridad en los puntos de pivoteo. Referirse al procedimiento 10.	0	SM	3	1M
CG.565-ML1					
CG.565-ML1	Sistema de enfriamiento				
CG.565-ML1	Verifique la buena circulación y el caudal del flujo de agua de enfriamiento.	1	M	1	1M
CG.565-ML1	Verifique el ajuste de la barra de torsión. Referencia: Plano INC1 M10 HR 017.	0	A	2	1M
CG.565-ML1					
CG.565-ML1	Tren Piñón/Corona				
CG.565-ML1	Verifique el nivel de temperatura de los rodamientos en operación. Para una medida aproximada mida la temperatura de la carcasa o alojamiento de los rodamientos. (Temperatura óptima no mayor a 70 C).	1	M	0,5	1M
CG.565-ML1	Verifique visualmente los dientes. Principalmente la ausencia de rasguños u hoyos marcados.	0	BM	1	1M
CG.565-ML1	Verifique la condición del contacto entre el piñón y la corona. 1) Sin carga: aplique sobre la superficie del piñón un producto (azul micrométrico o de prusia) que puede ser un aceite suave que pueda ser aplicado fácilmente. Esta aplicación debe hacerse en 3 sectores del piñón distanciados 120 grados, después ponga en marcha el piñón. El resultado del contacto debe ser del 50% en el ancho del diente y del 60% en el alto del diente. 2) Bajo carga: aplique un varnis resistente con lubricante al piñón y a la rueda. Lugar de aplicación: en el piñón, en 2 dientes en 3 sectores separados 120 grados y en la corona, en 4 dientes en 3 sectores separados 120 grados.	0	SM	2	1M
CG.565-ML1	Verificación de los dientes por un especialista de FCB. Ciment	0	A	1	1M
CG.565-ML1	Verifique el ajuste de la corona. Referencia: Plano INC1 M10 HR 017.	0	A	3	1M
CG.565-ML1					
CG.565-ML1	Unidad de accionamiento				
CG.565-ML1	Drene el tanque del filtro scamdisc.	0	BM	0,5	1L
CG.565-ML1	Realice una limpieza profunda del filtro scamdisc.	0	SM	2	1L
CG.565-ML1	Verifique la circulación de aceite en el reductor principal.	1	M	0,5	1L
CG.565-ML1	Limpie el picker cooler	0	SM	1	1M

CG.565-ML1	Verifique el estado de los dientes de los acoples. Principalmente la ausencia de rasguños u hoyos marcados.	0	A	8	1M
CG.565-ML1	Verifique el ajuste de los pernos de los acoples.	0	A	1	1M
CG.565-ML1	Inspeccione los dientes del reductor principal.	0	A	2	1M
CG.565-ML1					
CG.565-ML1	Lubricación				
CG.565-ML1	Lubrique los puntos de pivote. Tipo de grasa: <u>SKF LGEP2</u> Número de puntos a lubricar 6. Cantidad: 50 g. Ver punto exacto: Manual Cement Mill #5 - Horomill, Capítulo 3, dibujo del plan de engrase y lubricación (Punto A).	0	S	1	1L
CG.565-ML1	Reemplace la grasa de los <u>roller baffles</u> . Tipo de grasa: SKF LGEP2. Número de puntos a lubricar 4. Cantidad: 40 kg.	0	SM	1	1L
CG.565-ML1	Reemplace la grasa del <u>Plummer Block/Support</u> . Tipo de grasa: <u>SKF LGEP2</u> Número de puntos a lubricar 4. Cantidad: 0,75 kg. Ver punto exacto: Manual Cement Mill #5 - Horomill, Capítulo 3, dibujo del plan de engrase y lubricación (Punto C).	0	SM	1	1L
CG.565-ML1	Reemplace la grasa del <u>Housing Baffles</u> . Tipo de grasa: <u>Totalfinaelf CERAN HVA</u> . Número de puntos a lubricar 2. Cantidad: 30 kg.	0	SM	1	1L
CG.565-ML1	Reemplace la grasa de los rodamientos de los rascadores. Tipo de grasa: <u>Alvania EP2 con aceite ISO VG 150</u> . Número de puntos a lubricar 2. Cantidad: 100 g. Ver punto exacto: Manual Cement Mill #5 - Horomill, Capítulo 3, dibujo del plan de engrase y lubricación (Punto E).	0	SM	1	1L
CG.565-ML1	Reemplace el aceite del <u>Bevel gear 35L R1/1</u> en el brazo de accionamiento de la placa que direcciona el material a la entrada del molino. Tipo de aceite: Shell Omala 220. Número de puntos a lubricar 1. Cantidad: 2 L. Ver punto exacto: Manual Cement Mill #5 - Horomill, Capítulo 3, dibujo del plan de engrase y lubr. (Punto F).	0	A	0,5	1L
CG.565-ML1	Reemplace el aceite del <u>Bevel gear 60L R5/1</u> en el brazo de accionamiento de la placa que direcciona el material a la entrada del molino. Tipo de aceite: Shell Omala 220. Número de puntos a lubricar 1. Cantidad: 9 L. Ver punto exacto: Manual Cement Mill #5 - Horomill, Capítulo 3, dibujo del plan de engrase y lubr. (Punto G).	0	A	0,5	1L
CG.565-ML1	Reemplace la grasa de las articulaciones (cardan joint) en el brazo de accionamiento de la placa que direcciona el material a la entrada del molino. Tipo de grasa: <u>Alvania EP2 con aceite ISO VG 150</u> . Número de puntos a lubricar 4. Cantidad: 100 g. Ver punto exacto: Manual Cement Mill #5 - Horomill, Capítulo 3, dibujo del plan de engrase y lubricación (Punto H).	0	SM	1	1L
CG.565-ML1	Reemplace el aceite del reductor principal. Tipo de aceite: Shell Omala HD 320, sintético. Cantidad: 230 L.	0	SM	5	1L
CG.565-ML1	Verificar el nivel de aceite en el reductor principal. De requerirse rellene con aceite: Shell Omala HD 320, sintético	1	M	0,3	1L
CG.565-ML1	Realice un muestreo de aceite del reductor principal	0	TM	0,5	1L
CG.565-ML1	Reemplace el aceite del reductor auxiliar. Tipo de aceite: Shell Omala HD 220, sintético. Cantidad: 26 L.	0	A	1	1L
CG.565-ML1	Verificar el nivel de aceite en el reductor principal. De requerirse rellene con aceite: Shell Omala HD 220, sintético	1	M	0,3	1L
CG.565-ML1	Realice un muestreo de aceite del reductor auxiliar	0	SM	0,5	1L
CG.565-ML1	Reemplace la grasa del acople del moto-reductor. Tipo de grasa: <u>coupling grease de Texaco con aceite ISO VG 460</u> . Número de puntos a lubricar 1. Cantidad: 2,2 kg. Ver punto exacto: Manual Cement Mill #5 - Horomill, Capítulo 3, dibujo del plan de engrase y lubricación (Punto J).	0	SM	1	1L
CG.565-ML1	Reemplace la grasa de los acoples del molino-reductor. Tipo de grasa: <u>Grease NLGI 1.5-2 with oil ISO VG 460</u> . Número de puntos a lubricar 2. Cantidad: 14 kg. Ver punto exacto: Manual Cement Mill #5 - Horomill, Capítulo 3, dibujo del plan de engrase y lubricación (Punto K).	0	SM	2	1L
CG.565-ML1	Reemplace el aceite del acople del rodamiento. Tipo de aceite: Shell Omala 320. Número de puntos a lubricar 1. Cantidad: 2,5 L. Ver punto exacto: Manual Cement Mill #5 - Horomill, Capítulo 3, dibujo del plan de engrase y lubricación (Punto L).	0	SM	0,5	1L
CG.565-ML1	Reemplace el aceite de la unidad o central de presión. Tipo de aceite: Shell Tellus 46 (Norma: ISO 6743/4 categoría HV). Cantidad: 1500L	0	A	6	1L

CG.565-ML1	Verifique el nivel de aceite de la unidad o central de presión. De ser necesario rellene con aceite: Shell Tellus 46 (Norma: ISO 6743/4 categoría HV).	1	M	0,5	1L
CG.565-ML1	Realice un muestreo de aceite a la unidad o central de presión.	0	SM	0,5	1L
CG.565-ML1	Reemplace el aceite de la Unidad de Lubricación. Tipo de aceite: Shell Omala 460 EP (Norma: ISO 6743/6 categoría CKD). Cantidad: 7000L. Acorde con el nivel de contaminación.	0	A	6	1L
CG.565-ML1	Verifique el nivel de aceite de la Unidad de Lubricación. De ser necesario rellene con aceite: Shell Omala 460 EP (Norma: ISO 6743/6 categoría CKD).	1	M	0,5	1L
CG.565-ML1	Realice un muestreo de aceite a la Unidad de Lubricación.	0	SM	0,5	1L

Apéndice 2. Hoja de ruta

Apéndice 2. Hoja de ruta								
Ubicación Técnica	Txt.brw.HRuta	Puesto de trabajo	Grupo de planificación	Estado de la instalación	Número de operación	Texto Breve Operación	Trabajo de la operación	Clave de modelo
CG.565-ML1	P.L. ANUAL MOLINO RODILLO	LIMO	MPP	0	0010	P.L.(365D) CAMBIO ACEITE BRAZO	0,5	LCG01ML
CG.565-ML1	P.L. ANUAL MOLINO RODILLO	LIMO	MPP	0	0020	P.L.(365D) CAMBIO ACEITE BRAZO	0,5	LCG02ML
CG.565-ML1	P.L. ANUAL MOLINO RODILLO	LIMO	MPP	0	0030	P.L.(365D) CAMBIO ACEITE REDUCTOR,	1	LCG03ML
CG.565-ML1	P.L. ANUAL MOLINO RODILLO	LIMO	MPP	0	0040	P.L.(365D) CAMBIO ACEITE UND	6	LCG05ML
CG.565-ML1	P.L. ANUAL MOLINO RODILLO	LIMO	MPP	0	0050	P.L.(365D) CAMBIO ACEITE UND	6	LCG04ML
CG.565-ML1	P.L. BIMENSUAL MOLINO RODILLO	LIMO	MPP	0	0010	P.L.(60D) DRENAR TANQUE DEL FILTRO,	0,5	LCG06ML
CG.565-ML1	P.L. MENSUAL MOLINO RODILLO	LIMO	MPP	1	0010	P.L.(30D) REV, CIRCULACION DE ACEITE	0,5	LCG07ML
CG.565-ML1	P.L. MENSUAL MOLINO RODILLO	LIMO	MPP	1	0020	P.L.(30D) REV, NIVEL ACEITE REDUC	0,3	LCG09ML
CG.565-ML1	P.L. MENSUAL MOLINO RODILLO	LIMO	MPP	1	0030	P.L.(30D) REV, NIVEL ACEITE UND	0,5	LCG10ML
CG.565-ML1	P.M. ANUAL MOLINO RODILLO	MIMO	MOL	0	0010	P.M.(365D) REALIZAR AJUSTE BARR	2	MCG03ML
CG.565-ML1	P.M. ANUAL MOLINO RODILLO	MIMO	MOL	0	0020	P.M.(365D) REALIZAR AJUSTE DE	2	MCG02ML
CG.565-ML1	P.M. ANUAL MOLINO RODILLO	MIMO	MOL	0	0030	P.M.(365D) REALIZAR AJUSTE DE	2	MCG01ML
CG.565-ML1	P.M. ANUAL MOLINO RODILLO	MIMO	MOL	0	0040	P.M.(365D) REV DIENTES REDUCTOR	2	MCG08ML
CG.565-ML1	P.M. ANUAL MOLINO RODILLO	MIMO	MOL	0	0050	P.M.(365D) REVIZAR AJUSTE DE	3	MCG05ML
CG.565-ML1	P.M. ANUAL MOLINO RODILLO	MIMO	MOL	0	0010	P.M.(365D) REV. DIENTES	1	MCG04ML
CG.565-ML1	P.M. ANUAL MOLINO RODILLO	MIMO	MOL	0	0020	P.M.(365D) VERIFIQUE AJUSTE	1	MCG07ML
CG.565-ML1	P.M. ANUAL MOLINO RODILLO	MIMO	MOL	0	0030	P.M.(365D) REV DIENTES DE ACOPLES	8	MCG06ML
CG.565-ML1	P.M. ANUAL MOLINO RODILLO	MIMO	MOL	1	0010	P.M.(365D) REVIZA AJUSTE DE	2	MCG09ML

Nota: Se muestran únicamente las columnas más importantes de la hoja de ruta y algunos datos del Molino Horomil.

Apéndice 3. Clave Modelo

Codigo	Formato	C.Linea	Texto	Idioma
LCG01ML	H	*	P.L.(365D)CAMBIO ACEITE BRAZO AC, ML (0)	ES
LCG01ML	I	*	P.L.(365D)CAMBIO ACEITE BRAZO AC, ML (0)	ES
LCG01ML	I	*	Reemplace el aceite del <u>Bevel gear 35L R1/1</u> en el	ES
LCG01ML	I	*	brazo de accionamiento de la placa que direcciona el	ES
LCG01ML	I	*	material a la entrada del molino. Tipo de aceite: Shell	ES
LCG01ML	I	*	Omala 220. Número de puntos a lubricar 1. Cantidad:	ES
LCG01ML	I	*	2 L. Ver punto exacto: Manual Cement Mill #5 -	ES
LCG01ML	I	*	Horomill, Capítulo 3, dibujo del plan de engrase y	ES
LCG01ML	I	*	lubricación (Punto F).	ES
LCG02ML	H	*	P.L.(365D)CAMBIO ACEITE BRAZO AC, ML (0)	ES
LCG02ML	I	*	P.L.(365D)CAMBIO ACEITE BRAZO AC, ML (0)	ES
LCG02ML	I	*	Reemplace el aceite del <u>Bevel gear 60L R5/1</u> en el	ES
LCG02ML	I	*	brazo de accionamiento de la placa que direcciona el	ES
LCG02ML	I	*	material a la entrada del molino. Tipo de aceite: .	ES
LCG02ML	I	*	Shell Omala 220. Número de puntos a lubricar 1.	ES
LCG02ML	I	*	Cantidad: 9 L. Ver punto exacto: Manual Cement	ES
LCG02ML	I	*	Mill #5 - Horomill, Capítulo 3, dibujo del plan de	ES
LCG02ML	I	*	engrase y lubricación (Punto G)	ES
LCG03ML	H	*	P.L.(365D) CAMBIO ACEITE REDUCT, ML (0)	ES
LCG03ML	I	*	P.L.(365D) CAMBIO ACEITE REDUCT, ML (0)	ES
LCG03ML	I	*	Reemplace el aceite del reductor auxiliar. Tipo de	ES
LCG03ML	I	*	aceite: Shell Omala HD 220, sintético. Cantidad: 26 L.	ES
LCG04ML	H	*	P.L.(365D) CAMBIO ACEITE UND PRE, ML (0)	ES
LCG04ML	I	*	P.L.(365D) CAMBIO ACEITE UND PRE, ML (0)	ES
LCG04ML	I	*	Reemplace el aceite de la unidad o central de presión.	ES
LCG04ML	I	*	Tipo de aceite: Shell Tellus 46 (Norma: ISO 6743/4	ES
LCG04ML	I	*	categoría HV). Cantidad: 1500L	ES
LCG05ML	H	*	P.L.(365D) CAMBIO ACEITE UND LUB, ML (0)	ES
LCG05ML	I	*	P.L.(365D) CAMBIO ACEITE UND LUB, ML (0)	ES
LCG05ML	I	*	Reemplace el aceite de la Unidad de Lubricación. Tipo	ES
LCG05ML	I	*	de aceite: Shell Omala 460 EP (Norma: ISO 6743/6	ES
LCG05ML	I	*	categoría CKD). Cantidad: 7000L. Acorde con el nivel	ES
LCG05ML	I	*	de contaminación.	ES
LCG06ML	H	*	P.L.(60D) DRENAR TANQUE D/FILTRO, ML (0)	ES
LCG06ML	I	*	P.L.(60D) DRENAR TANQUE D/FILTRO, ML (0)	ES
LCG06ML	I	*	Drene el tanque del filtro scamdisc.(motoreductor)	ES
LCG07ML	H	*	P.L.(30D) REV, CIRCULACION ACEITE ML (1)	ES
LCG07ML	I	*	P.L.(30D) REV, CIRCULACION ACEITE ML (1)	ES
LCG07ML	I	*	Verifique la circulación de aceite en el reductor	ES
LCG07ML	I	*	principal.(motoreductor)	ES
LCG08ML	H	*	P.L.(30D) REV, NIVEL ACEITE, REDUC ML 1)	ES
LCG08ML	I	*	P.L.(30D) REV, NIVEL ACEITE, REDUC ML 1)	ES
LCG08ML	I	*	Verificar el nivel de aceite en el reductor principal. De	ES
LCG08ML	I	*	requerirse rellene con aceite: Shell Omala	ES
LCG08ML	I	*	HD 320, sintético	ES
LCG09ML	H	*	P.L.(30D)REV NIVEL ACEITE RED AUX ML (1)	ES
LCG09ML	I	*	P.L.(30D)REV NIVEL ACEITE RED AUX ML (1)	ES

LCG09ML	I	*	Verificar el nivel de aceite en el reductor auxiliar. De	ES
LCG09ML	I	*	requerirse rellene con aceite: Shell Omala HD 320,	ES
LCG09ML	I	*	Sintético	ES
LCG10ML	H	*	P.L.(30D)REV NIVEL ACEITE UN CENT ML (1)	ES
LCG10ML	I	*	P.L.(30D)REV NIVEL ACEITE UN CENT ML (1)	ES
LCG10ML	I	*	Verifique el nivel de aceite de la unidad o central	ES
LCG10ML	I	*	de presión. De ser necesario rellene con aceite:	ES
LCG10ML	I	*	Shell Tellus 46 (Norma: ISO 6743/4 categoría HV).	ES
MCG01ML	H	*	P.M.(15D) REALIZAR AJUSTE SELLOS ML (0)	ES
MCG01ML	I	*	P.M.(15D) REALIZAR AJUSTE SELLOS ML (0)	ES
MCG01ML	I	*	Verifique el ajuste de los sellos de laberinto (Virola).	ES
MCG01ML	I	*	Referirse al procedimiento 11.	ES
MCG02ML	H	*	P.M.(15D) REALIZAR AJUSTE PERNOS ML (0)	ES
MCG02ML	I	*	P.M.(15D) REALIZAR AJUSTE PERNOS ML (0)	ES
MCG02ML	I	*	Verifique el ajuste de los U-pernos.(Rodamientos del	ES
MCG02ML	I	*	rodillo) Referencia: Plano INC1 M10 HR 014	ES
MCG03ML	H	*	P.M.(365D) REALIZAR AJUS BARR TOR ML (0)	ES
MCG03ML	I	*	P.M.(365D) REALIZAR AJUS BARR TOR ML (0)	ES
MCG03ML	I	*	Verifique el ajuste de la barra de torsión. Referencia	ES
MCG03ML	I	*	(sistema de enfriamiento): Plano INC1 M10 HR 017.	ES
MCG04ML	H	*	P.M.(365D) REV. DIENTES P/TECNICO ML (0)	ES
MCG04ML	I	*	P.M.(365D) REV. DIENTES P/TECNICO ML (0)	ES
MCG04ML	I	*	Verificación de los dientes por un especialista de	ES
MCG04ML	I	*	FCB. Ciment. (Tren Pinón/Corona)	ES
MCG05ML	H	*	P.M.(365D) REVIZAR AJUSTE CORONA ML (0)	ES
MCG05ML	I	*	P.M.(365D) REVIZAR AJUSTE CORONA ML (0)	ES
MCG05ML	I	*	Verifique el ajuste de la corona. Referencia: Plano	ES
MCG05ML	I	*	INC1 M10 HR 017.	ES
MCG06ML	H	*	P.M.(365D) REV DIENTES DE ACOPLER ML (0)	ES
MCG06ML	I	*	P.M.(365D) REV DIENTES DE ACOPLER ML (0)	ES
MCG06ML	I	*	Verifique el estado de los dientes de los acoples.	ES
MCG06ML	I	*	(motoreductor) Principalmente la ausencia de	ES
MCG06ML	I	*	rasguños u hoyos marcados.	ES
MCG07ML	H	*	P.M.(365D) VERIFIQUE AJUSTE PERNO ML (0)	ES
MCG07ML	I	*	P.M.(365D) VERIFIQUE AJUSTE PERNO ML (0)	ES
MCG07ML	I	*	Verifique el ajuste de los pernos de los	ES
MCG07ML	I	*	acoples.(motoreductor)	ES
MCG08ML	H	*	P.M.(365D) REV DIENTES REDUC PRIN ML (0)	ES
MCG08ML	I	*	P.M.(365D) REV DIENTES REDUC PRIN ML (0)	ES
MCG08ML	I	*	Inspeccione los dientes del reductor principal.	ES
MCG08ML	I	*	(motoreductor)	ES
MCG09ML	H	*	P.M.(365D) REVIZAR AJUSTE TUBERIA ML (0)	ES
MCG09ML	I	*	P.M.(365D) REVIZAR AJUSTE TUBERIA ML (0)	ES
MCG09ML	I	*	Verificar el ajuste de la tubería. Referencia (Patines):	ES
MCG09ML	I	*	Plano INC1 M10 HR 010.	ES
MCG10ML	H	*	P.M.(60D) REV CONDIC GENERAL PLAC ML (0)	ES
MCG10ML	I	*	P.M.(60D) REV CONDIC GENERAL PLAC ML (0)	ES
MCG10ML	I	*	Verifique visualmente la condición general de <u>la placa</u>	ES
MCG10ML	I	*	que direcciona el material en la entrada del molino. Si	ES
MCG10ML	I	*	detecta alguna imparcialidad en algún azulejo de	ES

ANEXOS







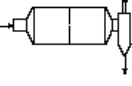

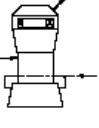

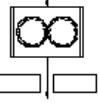
HAC	Denominación	FEBRERO																										
		2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28			
CG.461-HR1	HORNO ROTATORIO																											
CG.461-HC1	CABEZA DE HORNO																											
CG.461-HE1	ENTRADA DE HORNO																											
CG.451-PQ1	PRECALCINADOR																											
CG.441-PR1	PRECALENTADOR																											
CG.471-EB1	ENFRIADOR DE PARRILLA																											
CG.521-TB1	TRITURADORA IMPACTO																											
CG.471-TZ1	TRITURADORA RODILLOS																											
CG.471-PE1	PRECIPITADOR ELEC																											
CG.565-HA1	HOGAR AUXILIAR																											
CG.K33-HA1	HOGAR AUXILIAR																											
CG.431-DZ1	DESLIZADORA																											
CG.491-DZ1	DESLIZADORA																											
CG.491-DZ2	DESLIZADORA																											
CG.511-AF1	CAJA DE ALIMENTACION																											
CG.511-AF2	CAJA DE ALIMENTACION																											
CG.511-AF3	CAJA DE ALIMENTACION																											
CG.511-AF4	CAJA DE ALIMENTACION																											
CG.511-AF5	CAJA DE ALIMENTACION																											
CG.511-AF6	CAJA DE ALIMENTACION																											
CG.6K1-AF1	CAJA DE ALIMENTACION																											
CG.6K1-AF2	CAJA DE ALIMENTACION																											
CG.6K1-AF3	CAJA DE ALIMENTACION																											
CG.6K1-AF4	CAJA DE ALIMENTACION																											
CG.533-MS1	MEDIDOR FLUJO A GRANEL																											
CG.535-MS1	MEDIDOR FLUJO A GRANEL																											
CG.535-DX1	DETECTOR DE METALES																											
CG.K33-DX1	DETECTOR DE METALES																											
CG.441-VQ1	VALVULA DE MARIPOSA																											
CG.565-VQ1	VALVULA DE MARIPOSA																											
CG.565-VQ2	VALVULA DE MARIPOSA																											
CG.K33-VQ1	VALVULA DE MARIPOSA																											
CG.K33-VQ2	VALVULA DE MARIPOSA																											
CG.441-PL1	PERSIANA LOUVRE																											
CG.451-PL1	PERSIANA LOUVRE																											
CG.451-PL2	PERSIANA LOUVRE																											
CG.471-PL1	PERSIANA LOUVRE																											
CG.471-PL2	PERSIANA LOUVRE																											
CG.471-PL3	PERSIANA LOUVRE																											
CG.471-PL4	PERSIANA LOUVRE																											
CG.471-PL5	PERSIANA LOUVRE																											
CG.471-PL6	PERSIANA LOUVRE																											
CG.471-PL7	PERSIANA LOUVRE																											
CG.471-PL8	PERSIANA LOUVRE																											
CG.471-PL9	PERSIANA LOUVRE																											
CG.471-PLA	PERSIANA LOUVRE																											
CG.471-PLB	PERSIANA LOUVRE																											
CG.565-PL1	PERSIANA LOUVRE																											
CG.565-PL2	PERSIANA LOUVRE																											
CG.565-PL3	PERSIANA LOUVRE																											
CG.K33-PL1	PERSIANA LOUVRE																											
CG.K33-PL2	PERSIANA LOUVRE																											
CG.K33-PL3	PERSIANA LOUVRE																											
CG.K33-PL4	PERSIANA LOUVRE																											
CG.451-CB1	CABESTRANTE ELECTRICO																											
CG.565-CB1	CABESTRANTE ELECTRICO																											
CG.K33-CB1	CABESTRANTE ELECTRICO																											
CG.441-AS1	ASCENSOR																											

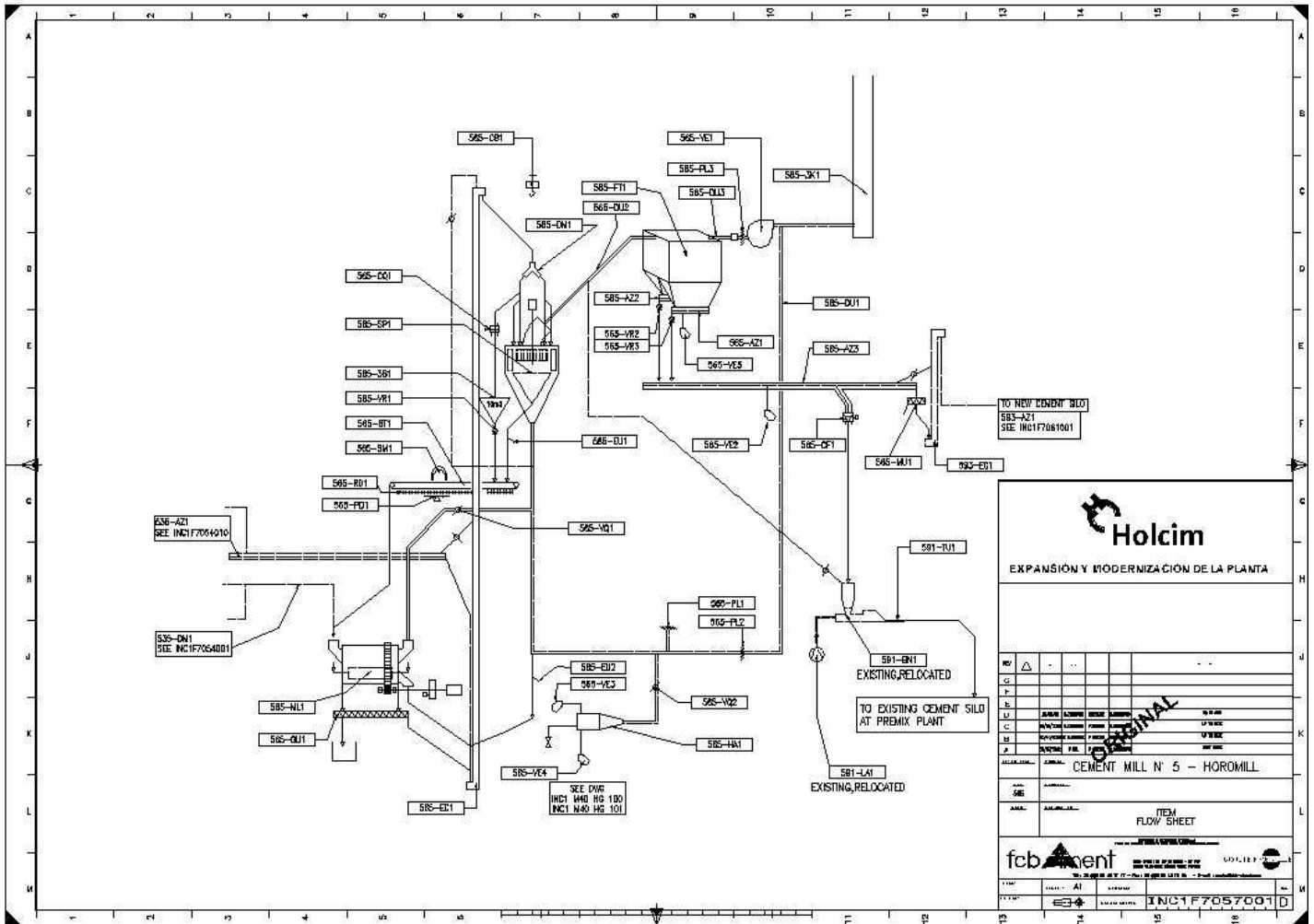
Anexo 2. Código de activos (HAC)

Tabla 3: Equipos Mecánicos / Unidades de Mantenimiento
Categorías de Activos y de Depreciación: AA ... ZZ

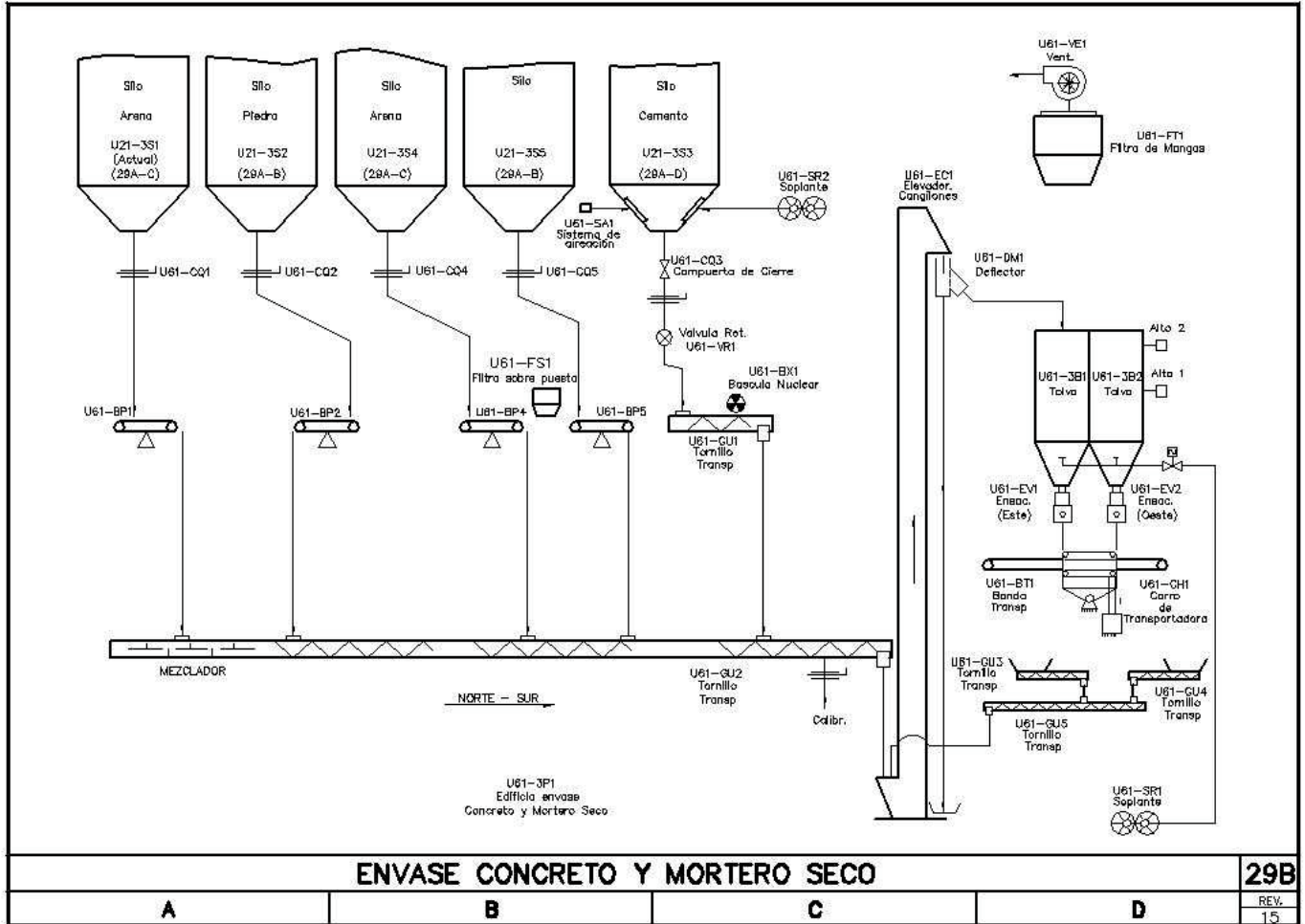
Número de Grupo	Unidad de Activos	Ejemplo: 364-EC3
1 2 3	- 4 5 6	3 Centro de coste principal - Preparación del crudo 36 Número de grupo - Molienda del crudo 364 Número secuencial - Línea de producción 364-EC Unidad de activos - Elevador de Cangilones 364-EC3 # secuencial - EC # 3 en el grupo

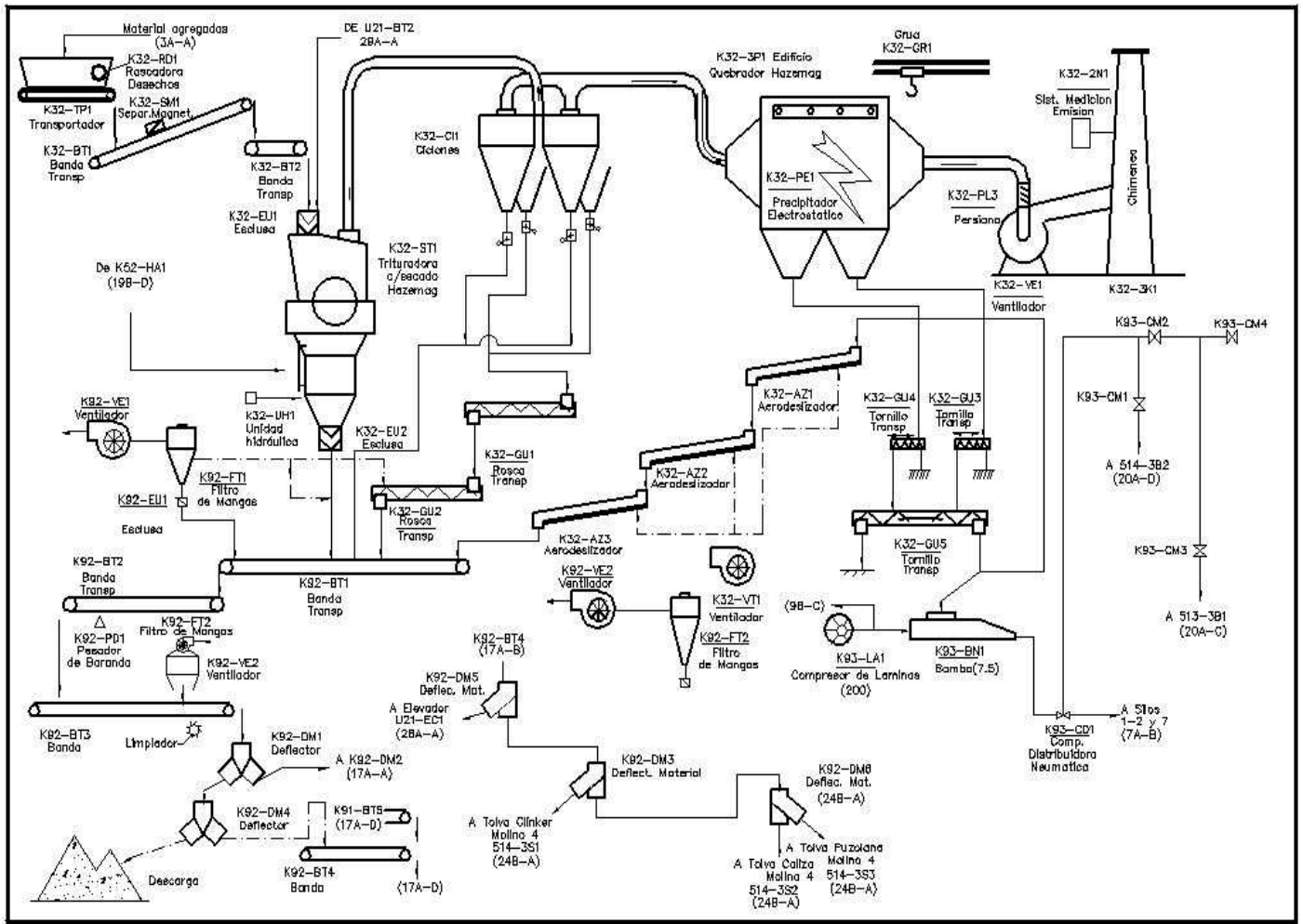
La clasificación de activos para la categoría de depreciación maquina / equipo mecánico, también llamado "unidad de mantenimiento", siempre se codificara según la tabla siguiente.

Code Unidad de Activos	Símbolos	Code Unidad de Activos	Símbolos
TRITURADORAS			
TR Trituradora - General 1)		TX Trituradora Móvil 1)	
CR Crusher - General		MQ Mobile Crusher	
CR Concasseur - Général		KM Concasseur Mobile	
BC Brecher - Allaemein		MB Mobil Brecher	
PM104002		PM104009	
TS Trituradora de Martillos		DR Desaglomerador	
HC Hammer Crusher		DS Disagglomerator	
KX Concasseur à Marteaux		DA Désagglomérateur	
HB Hammerbrecher		DA Desagglomerator	
PM104005		PM104003	
TZ Trituradora de Rodillos		TH Trituradora de Aglomerados	
RC Roller Crusher		LC Lump Crusher	
KC Concasseur à Cylindres		EM Emotteur	
WB Walzenbrecher		KE Knollenbrecher	
PM104010		PM104008	
TM Trituradora de Mandíbulas		MOLINOS	
JC Jaw Crusher		ML Molino - General 1)	
KR Concasseur à Mâchoires		ML Mill - General	
BK Backenbrecher		BE Broyeur - Général	
PM104007		ML Mühle - Allaemein	
TG Trituradora Giratoria		MB Molino de Bolas / Tubular	
GC Gyratory Crusher		BM Ball Mill / Tube Mill	
KG Concasseur Giratoire		BB Broyeur Tubulaire	
KB Kreiselbrecher		KM Kugelmühle / Rohrmühle	
PM104004		PM115001	
TI Trituradora en Cono		MR Molino de Rodillos/Vertical	
CZ Cone Crusher		RM Roller Mill / Vertical Mill	
KZ Concasseur à Cône		BG Broyeur à Galets	
KG Kegeel Brecher		WM Walzenschüsselmühle	
PM104001		PM115004	
TB Trituradora de Impacto		PX Prensa de Rodillos	
IM Impact Crusher		RP Roller Press	
KJ Concasseur Impact		PX Presse à Rouleaux	
PL Prallbrecher		RP Rollenpresse	
PM104006		PM115005	



Anexo 4. Diagrama de flujo de agregados





QUEBRANTAMIENTO Y TRANSPORTE DE ADICIONES

19A

A	B	C	D
			REV. 20

Anexo 6. Estructura del sillín



