

**APLICACIÓN DEL “METODO ARGOS” AL MANTENIMIENTO EN LAS
PLANTAS DE AUTOGENERACION A CARBON DE CEMENTOS ARGOS
S.A.**

DIEGO EDUARDO ACOSTA FRANCO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2008

**APLICACIÓN DEL “METODO ARGOS” AL MANTENIMIENTO EN LAS
PLANTAS DE AUTOGENERACION A CARBON DE CEMENTOS ARGOS
S.A.**

DIEGO EDUARDO ACOSTA FRANCO

**Monografía de grado como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**DIRECTOR
DIEGO ANDRES ROMERO LOPEZ
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2008

Nota de Aceptación:

Carlos Ramón González B.

Isnardo González Jaimes

Bucaramanga, 11 de Julio de 2008

A mi madre, María Elsa
A mi padre Jairo Ignacio
A Eliana
Y a mi pequeño hijo
Juan Sebastián

Diego

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento a:

La empresa CEMENTOS ARGOS S.A. por el apoyo brindado para la culminación de este proyecto.

A Carlos Ramón González, Ingeniero Mecánico y Coordinador de la Especialización en Gerencia de Mantenimiento.

Al cuerpo docente de la Especialización en Gerencia de Mantenimiento, por lo conocimientos transmitidos.

A todos los compañeros de la especialización por permitirnos crecer como personas y aprender de sus experiencias tan valiosas.

CONTENIDO

	PAG
INTRODUCCION	1
1. CEMENTOS ARGOS S.A.	3
1.1 CENTRALES TÉRMICAS A CARBÓN EN CEMENTOS ARGOS S.A.	3
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE GENERACIÓN TÉRMICA A CARBÓN	4
1.3 DESCRIPCIÓN EQUIPOS DEL PROCESO DE GENERACIÓN	6
1.3.1 Generador	6
1.3.2 Turbina a vapor	7
1.3.3 Caldera	7
1.3.4 Filtro de mangas	9
1.3.5 Manejo de carbón	10
1.3.6 Puente Grúa	10
1.3.7 Planta de tratamiento de agua desmineralizada	10
1.3.8 Torre de enfriamiento	11
1.3.9 Sistemas mecánicos auxiliares	12
1.3.10 Scada, conexión CDL, teledisparo y sincronización	12
1.3.11 Sistema contra incendio	12
1.3.12 Condensador	13
1.3.13 Reductor Flender	14
1.3.14 Sistemas eléctricos auxiliares	15
1.4 DIAGNÓSTICO	15
1.5 OBJETIVO GENERAL	16
1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS	16

2. MÉTODO ARGOS	17
2.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN ARGOS	25
2.1.1 Definición según método Argos	25
2.1.2 Estados de la orden de trabajo correctiva	25
2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN ARGOS	26
2.2.1 Definición según método Argos	26
2.2.2 Estados de la orden de trabajo preventiva	27
2.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN ARGOS	28
2.4 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD	28
2.4.1 Propósito	28
2.4.2 Bases Conceptuales del RCM	30
2.4.3 Utilidad del RCM en ARGOS	31
3. MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL MÉTODO ARGOS	33
3.1 PROCESO DE MANTENIMIENTO PROPUESTO PARA LAS PLANTAS DE AUTOGENERACION	33
3.1.1 Proceso de Planeación	34
3.1.2 Proceso de Ejecución	35
3.1.3 Proceso de Confiabilidad	36
3.2 ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE AUTOGENERACIÓN	37
3.3 PONDERACIÓN DEL RIESGO EN MÉTODO ARGOS	39
3.4 MANTENIMIENTO DE OVERHAUL	45
3.5 SISTEMA DE INFORMACION DE MANTENIMIENTO	46
3.6 METODOLOGÍA PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN MONTAJE	47
3.7 METODOLOGÍA PARA LA CREACIÓN DE ACTIVOS EN EL ERP	49
3.8 MANEJO DE ALMACENES	52
4. INDICADORES	53
4.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS INDICADORES DE MANTENIMIENTO	54
4.2 INDICADORES DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO	55
4.2.1 Gasto absoluto de mantenimiento	56

4.2.2	Tiempo Medio entre fallas del sistema	56
4.2.3	Cumplimiento del preventivo en baja y larga frecuencia	57
4.3	INDICADORES DEL PROCESO DE PLANEACIÓN	57
4.3.1	Índice de planeación	58
4.3.2	Nivel de estimación de Horas hombre	58
5.	CONCLUSIONES	59
	BIBLIOGRAFÍA	60
	ANEXOS	61

LISTA DE FIGURAS

	PAG
Figura 1. Heat balance al 100% de carga	5
Figura 2. Generador ABB, 2X17 MW 1X15.000kW, 21250kVA	6
Figura 3. Turbina Siemens de 17 MW	7
Figura 4. Caldera dedini AT 77	8
Figura 5. Filtro de mangas Ingemol en proceso de montaje	9
Figura 6. Torres de Enfriamiento	11
Figura 7. Condensador CHS	13
Figura 8. Reductor flender	14
Figura 9. Cadena de valor en cementos Argos	20
Figura 10. Macroproceso de mantenimiento	22
Figura 11. Administración de activos por órdenes de trabajo	23
Figura 12. Peso del costo de energía en la producción de cemento	24
Figura 13. Estados de la OT en el método Argos	26
Figura 14. Estados de las órdenes de trabajo programadas	27
.Figura 15. Organigrama actual de autogeneración	38
Figura 16. Reporte de información técnica en Access	47
Figura 17. Base de datos para el levantamiento de información técnica	48
Figura 18. Jerarquía de activos definida en cementos Argos	49
Figura 19. Esquema entidad relación base de datos	50
Figura 20. Campos básicos para la creación de activos en People Soft	51
Figura 21. Jerarquía de activos una vez cargada en el ERP	51
Figura 22. Estado de los artículos en almacén	52

LISTA DE TABLAS

	PAG
Tabla 1. Recursos disponibles por el proceso de planeación	34
Tabla 2. Recursos disponibles por el proceso de ejecución	35
Tabla 3. Recursos disponibles por el proceso de confiabilidad	37
Tabla 4. Criterios de criticidad en las plantas de cemento	39
Tabla 5. Matriz de impacto en seguridad y medio ambiente	41
Tabla 6. Matriz de impacto en Costos y disponibilidad	43
Tabla 7. Matriz de probabilidad en seguridad, Medio Ambiente y Costo	44
Tabla 8. Matriz de probabilidad en disponibilidad	44
Tabla 9. Matriz de criticidad	45

RESUMEN

TITULO: APLICACIÓN DEL “METODO ARGOS” AL MANTENIMIENTO EN LAS PLANTAS DE AUTOGENERACION A CARBON DE CEMENTOS ARGOS S.A.

AUTOR : DIEGO EDUARDO ACOSTA

PALABRAS CLAVES: *Método Argos, autogeneración, térmica, carbón, mantenimiento, información técnica de equipos, cadena de valor.*

DESCRIPCIÓN: El modelo de gestión de mantenimiento en Cementos Argos S.A. “Método Argos” parte de la necesidad de unificar la manera de organizar, ejecutar y controlar cada uno de los procesos principales y de apoyo en la cadena de valor, en los procesos específicos de mantenimiento el “Método Argos” define metodologías para que desde la concepción de los proyectos (ingeniería básica y de detalle, construcción y comisionamiento) se evidencien el proceso paralelo de mantenimiento en cada uno de estas etapas y su aporte para que al iniciar la operación de las plantas inicien también los procesos de planeación, ejecución y confiabilidad de mantenimiento.

El documento es una guía para que los jefes de mantenimiento de cada una de las tres plantas de generación para que direccionen las etapas iniciales de su gestión hacia una visión unificada de cómo debería ser el mantenimiento alineado con el modelo de gestión integral “Método Argos”.

El proceso de apoyo de generación eléctrica al estar enmarcado en algunos esquemas del mantenimiento de cemento, el modelo debe adaptarse a los recursos tecnológicos y logísticos que posee la organización así como a las directrices técnicas de Argos de ahí la importancia de que el modelo propuesto se ajuste a las necesidades particulares de la organización.

El mantenimiento en las plantas de autogeneración obtiene principal importancia en la cadena de valor de la organización teniendo en cuenta que el aproximadamente el 60% al 70% del costo de producción de una tonelada de cemento obedece al costo de energía garantizando el suministro y el control sobre el costo de este insumo.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Diego Andrés Romero López, Ingeniero Mecánico.

SUMMARY

TITLE: APPLICATION OF THE "METHOD ARGOS" TO THE MAINTENANCE OF SELF GENERATION COAL FIRED POWER PLANTS IN ARGOS S.A.

AUTHOR : DIEGO EDUARDO ACOSTA

KEY WORDS: *Method Argos, Generation, thermal coal, maintenance, equipment technical information, value chain.*

DESCRIPTION:

The management model in Cementos Argos S.A., "Mertodo Argos" born with the need to unify how to organize, implement and control each of the main and support processes in the value chain, specific maintenance procedures in the "Method Argos" defines methodologies for that since the project design (basic and detail engineering, construction and commissioning) consider the parallel process of maintenance at each of these stages and their contribution when the operation of the plants starts, also begin the process of planning, execution and reliability of maintenance.

The document is a guide to keeping the heads of each of the three generation plants to address the initial stages of their management towards a unified vision of how maintenance should be aligned with the integrated management model "Method Argos."

The support process of generating electricity to be framed in some schemes for the maintenance of cement, the model should be adapted to technological and logistical resources that owns the organization as well as technical guidelines of Argos, hence the importance that the model proposed meets the needs of the organization.

Keeping in silver for Self gets major importance in the value chain of the organization taking into account that approximately 60% to 70% of the cost of producing one ton of cement due to the cost of energy supply and ensuring control over the cost this input.

* Monograph

** School of mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization.

Director: Diego Andrés Romero López, Mechanical Engineer.

INTRODUCCION

El proyecto consiste en la adaptación del Método Argos a las plantas de autogeneración específicamente mediante la adaptación de los Macroprocesos de mantenimiento de cemento y sus subprocesos de Planeación, Ejecución y Confiabilidad.

El elevado costo de la energía eléctrica para las plantas productoras de CEMENTOS ARGOS S.A. ha motivado la construcción de tres nuevas centrales térmicas de autogeneración a base de carbón para las plantas de Valle, Rio Claro y Sogamoso, las dos primeras con una capacidad instalada de 17 MW y 15MW para la ultima.

Argos concibió los tres proyectos de autogeneración partiendo de la ingeniería básica, completando el proceso de Ingeniería de detalle y finalmente construcción, etapa en la cual se encuentran los proyectos actualmente.

La implementación de un modelo de mantenimiento durante los procesos de ingeniería, construcción y montaje permitirá que la gestión de mantenimiento inicie con la operación de las plantas, garantizando que los recursos físicos,

tecnológicos y humanos necesarios estén disponibles, por otro lado el acompañamiento a los procesos de ingeniería y construcción permite que se den ajustes proactivos tendientes a mejorar la mantenibilidad de los equipos y la compra de equipos más favorables a las condiciones locales de suministro de repuestos y garantía.

1. CEMENTOS ARGOS S.A.

Argos es líder en la industria cementera colombiana con 51% de participación en el mercado, es el quinto productor de cemento en América Latina con inversiones en Panamá, Venezuela, Haití y República Dominicana, es el sexto productor de concreto en los Estados Unidos y además realiza exportaciones de cemento y clínker a 27 países.

En 2005 Argos tuvo una capitalización de mercado superior a USD \$5 billones e ingresos por más de USD \$940 millones. El origen de estos ingresos por zona geográfica es el 50% de Colombia, el 40% de Estados Unidos y el 10% de Latinoamérica; por negocio, el 55% proviene del cemento y el 45% del concreto.

1.1 CENTRALES TÉRMICAS A CARBÓN EN CEMENTOS ARGOS S.A.

Argos cuenta con plantas de generación de energía propias para sus procesos productivos que le dan una capacidad instalada de 250 MW, controlando así la disponibilidad y el costo de este insumo. Adicionalmente

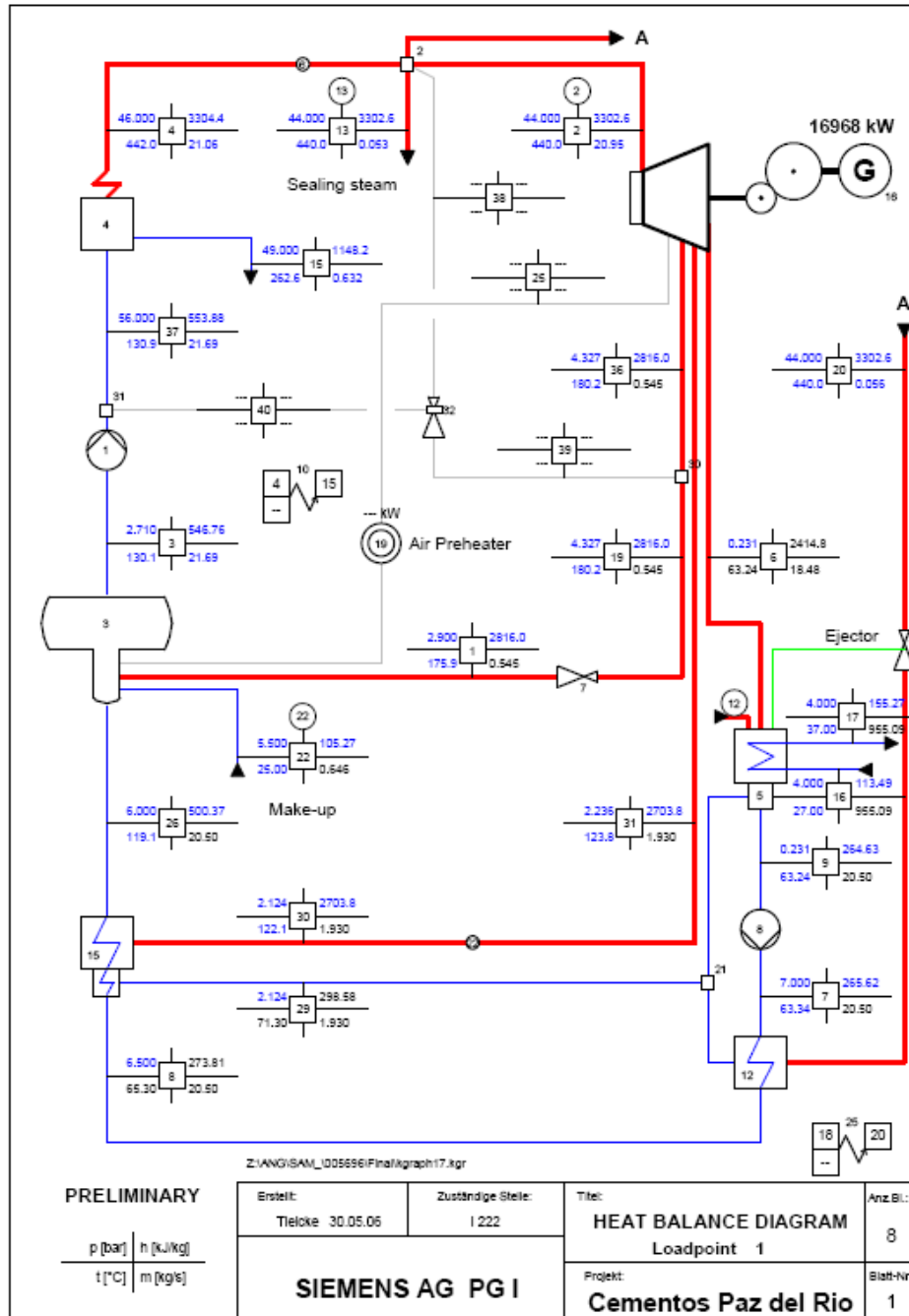
se han emprendido tres proyectos de construcción de plantas generadoras para alcanzar a finales de 2008 la autosuficiencia energética con una capacidad instalada de 310 MW.

Actualmente se encuentran en proceso de construcción las plantas autogeneradoras a carbón para las plantas de cemento de Valle, Rio claro y Sogamoso, los equipos empleados en las tres plantas térmicas a carbón son idénticos pero con sutiles ajustes debido a condiciones de altura y requerimiento de potencia.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE GENERACIÓN TÉRMICA A CARBÓN

El proceso de generación térmica a carbón implica tres procesos de transformación de energía; la transformación de la energía química contenida en el carbón en energía térmica, mediante la combustión en una caldera, esta energía térmica es transferida al agua convirtiéndola en vapor, éste es expandido en una turbina transformando la energía térmica en mecánica y finalmente esta energía mecánica es transformada en energía eléctrica en un generador, estos procesos se aprecian de manera clara en la Figura 1.

Figura 1. Heat balance al 100% de carga¹



¹ Fuente: Siemens Brasil

1.3 DESCRIPCIÓN EQUIPOS DEL PROCESO DE GENERACIÓN

1.3.1 Generador

La Figura 2 muestra el generador empleado en los proyectos de autogeneración es suministrado por ABB, tipo Ams 900lh con una potencia de salida en kVA de 21250 su factor de potencia (Sobreexcitado) es de 0.80 el Voltaje de operación es 6900 V suministrando energía con una de 60 HZ, la velocidad de rotación es de 1800 r/min la corriente nominal es de 1778 amperios. Es de tipo de excitación GLB 600B.

Figura 2. Generador ABB, 2X17 MW 1X15.000kW, 21250kVA



1.3.2 Turbina a vapor

La Figura 3 muestra turbina que es suministro de SIEMENS, es de tipo multietapa y condensación SST-300 con Álabes de reacción, la potencia Máxima es de 17,000 kW, la presión de entrada de vapor (en la brida de la turbina) es de 44 bar abs (623,5 Psig) y la temperatura de entrada del vapor (en la brida de la turbina) 824 °F, la presión de salida es de vacío.

Figura 3. Turbina Siemens de 17 MW



1.3.3 Caldera

La caldera es suministro de dedini una empresa brasilera, la caldera es tipo AT, posee dos tambores uno de agua y otro de vapor conectados por un haz

tubular de convección, posee paredes agua formadas por tubos aleteados, posee una pared frontal de tubos curvados y sistema de alimentación de carbón triturado a un sistema de combustión con parrilla viajera. La producción nominal de vapor es de 77 t/h a una presión de 46 kgf/cm², la regulación de temperatura se realiza mediante un sistema de atemperación de agua de alimentación al vapor vivo. La Figura 4 muestra un diagrama general de la caldera.

Figura 4. Caldera dedini AT 77



1.3.4 Filtro de mangas

El Filtro de Mangas consiste en cajas metálicas que en su interior contienen una lámina portamangas o espejo, donde se soportan una serie de bolsas o mangas fabricadas en diferentes materiales textiles dependiendo la necesidad de filtración, las cuales son sostenidas en su interior por canastillas. Este conjunto es el encargado de retener el material particulado dejando pasar el aire limpio a la atmósfera, un sistema de pulsos de aire comprimido es el encargado de retirar periódicamente la ceniza volátil la cual es depositada en tolvas de fondo para su posterior remoción neumática. La Figura 5 muestra este arreglo.

Figura 5. Filtro de mangas Ingemol en proceso de montaje



1.3.5 Manejo de carbón

Para el manejo de carbón se emplearán elevadores de cangilones ya que estos equipos son empleados también el manejo de materias primas en la industria cementera, además requieren para su instalación un área mucho menor que las bandas transportadoras.

Dichos elevadores depositarán el carbón en una tolva para garantizar un día de autonomía de generación sin necesidad de reabastecimiento.

1.3.6 Puente Grúa

Para la realización de la labores de mantenimiento en casa de maquinas se instalará un puente grúa con capacidad de 15 toneladas suficiente para maniobrar el rotor del generador y los equipos auxiliares.

1.3.7 Planta de tratamiento de agua desmineralizada

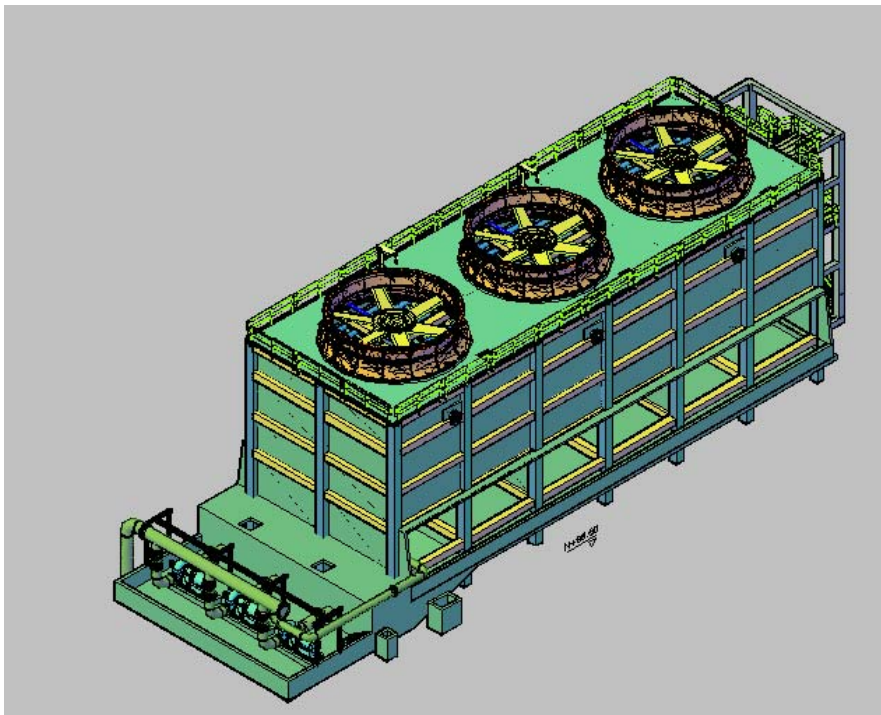
El proceso de tratamiento de agua consiste en la captación de agua de los ríos Chicamocha, Rio Claro y Cali en las plantas de Sogamoso, Rioclaro y Valle por medio de una bocatoma idónea para cada configuración hídrica. Posteriormente esta agua pasa a un proceso de clarificación, posteriormente

a un proceso de filtrado a través de carbón activado y arena. Para garantizar condiciones fisicoquímicas apropiadas para el proceso de ósmosis inversa.

1.3.8 Torre de enfriamiento

La torre de enfriamiento es suministro de Edospina, consta de tres módulos con sendos ventiladores axiales Hudson, movidos a través de reductores Hansen y motores eléctricos US de 150 Hp como se muestra en la Figura 6.

Figura 6. Torres de Enfriamiento



1.3.9 Sistemas mecánicos auxiliares

Estos sistemas son los siguientes: Sistema de aire acondicionado, Unidades de ventilación para el Edificio, Unidades de ventilación para los Transformadores, Filtros mangas para los silos de ceniza volátil, sistemas de filtración aire sala compresores y turbina, Tuberías para sistemas de agua y vapor (incluye aislamiento), Soportes para tuberías y Válvulas para tuberías de vapor. En la gestión de mantenimiento deben ser incluidas herramientas especiales incluidas con los equipos principales con turbina y generador, necesarios para mantenimientos mayores.

1.3.10 Scada, conexión CDL, teledisparo y sincronización

Sistema empleado para la supervisión y control del proceso y conexión a la red local de distribución, para el deslastre de carga se implementará en cada una de las plantas un sistema de teledisparo para evitar la salida de línea de la planta de generación mediante el deslastre automático de carga de la fábrica de cemento.

1.3.11 Sistema contra incendio

Toda facilidad de generación térmica a carbón debe poseer un sistema contra incendios de la norma NFPA 85. En este caso aún se encuentra en proceso de análisis e ingeniería.

1.3.12 Condensador

El condensador es suministro de CHS, maneja un caudal nominal de agua de enfriamiento de 3500 m³/h, el vacío se logra mediante un sistema de eyectores. El condensador se ubica en la parte inferior de la turbina sobre una cimentación de concreto reforzado. La Figura 7. muestra el equipo en puerto listo para ser despachado a la obra.

Figura 7. Condensador CHS



normal y regulados, Sistema de apantallamiento y bandejas porta cables

1.3.13 Reductor Flender

Para que la turbina pueda transmitir potencia al generador es necesario un reductor el cual acopla con la turbina a 8300 rpm con y la velocidad de salida de 1800 rpm y un factor de servicio de 1:3. El reductor a su vez es el encargado de impulsar la bomba principal de lubricación encargada de lubricar los cojinetes tanto de la turbina como del generador.

Figura 8. Reductor flender



1.3.14 Sistemas eléctricos auxiliares

En este grupo se incluyen los siguientes equipos y sistemas: Transformador auxiliares, transformador alumbrado, Interruptores media tensión 13.800 V, 34.500 V, variadores y arrancadores directos y suaves, MCC, Sistema aire comprimido instrumentación, Sistema de control supervisorio, cables eléctricos, sistema de puesta a tierra, Sistema de alumbrado, tomacorriente

1.4 DIAGNÓSTICO

Cementos Argos S.A. con la intención de disminuir los costos de producción ha decidido generar de manera autónoma, la energía requerida por sus plantas de cemento, ejecutando la totalidad del proyecto (ingeniería Básica, ingeniería de detalle, montaje y puesto en marcha) una vez finalizado este proceso es necesario la adaptación del modelo de mantenimiento de cemento en cada una de las plantas de generación

Teniendo en cuenta que en el grupo Argos aun no existen plantas de generación térmica a base de carbón, esto implica la parametrización del ERP (people soft) para la gestión de los activos de generación incluyendo el manejo de órdenes de trabajo, mantenimiento preventivo y predictivo.

Este proceso incluye la selección de personal operativo con un perfil que les permita desempeñar tareas de mantenimiento.

Se propone la adaptación del método Argos específicamente de los procesos de mantenimiento de cemento a las necesidades de las plantas de generación, así mismo es necesaria la definición de procesos específicos como levantamiento de información técnica detallada de equipos, análisis de criticidad de activos, definición de los planes de mantenimiento predictivo en y preventivo, medición de la efectividad de la gestión de mantenimiento y gestión de repuestos

1.5 OBJETIVO GENERAL

Adaptar del método Argos de mantenimiento definido para las plantas de cemento para la gestión del mantenimiento en las plantas de autogeneración.

1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Definir y unificar las metodologías de levantamiento de información técnica de los equipos, análisis de criticidad de activos y definición de indicadores de gestión de mantenimiento.

Adaptar cada uno de los subprocesos de mantenimiento de cemento al mantenimiento de autogeneración. Los subprocesos en mención son los de planeación, ejecución y confiabilidad.

2. MÉTODO ARGOS

El método Argos incluye todas las directrices a nivel corporativo y cada uno de los Macroprocesos, Sub procesos y procesos de apoyo que posee la cadena de valor de Argos, pretende unificar los procesos de gestión de todas las plantas de cemento del grupo Argos.

La cadena de valor fue descrita y popularizada por Michael E. Porter en su best-seller de 1985: *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York, NY The Free Press.

La cadena de valor categoriza las actividades que producen valor añadido en una organización.

Se dividen en dos tipos de actividades:

Las actividades primarias que conforman la creación física del producto, las actividades relacionadas con su venta y la asistencia post-venta. Se dividen en:

- Logística interna: recepción, almacenamiento y distribución de las materias primas.

- Operaciones (producción): recepción de las materias primas para transformarlas en el producto final.
- Logística externa: almacenamiento de los productos terminados y distribución del producto al consumidor.
- Ventas y Marketing: actividades con las cuales se da a conocer el producto.
- Servicios post-venta (mantenimiento): actividades destinadas a mantener o realizar el valor del producto. Ej: garantías

Estas actividades son apoyadas por las también denominadas actividades secundarias:

- Infraestructura de la organización: actividades que prestan apoyo a toda la empresa, como la planificación, contabilidad, finanzas...
- Dirección de recursos humanos: búsqueda, contratación y motivación del personal.
- Desarrollo de tecnología (investigación y desarrollo): obtención, mejora y gestión de la tecnología.
- Abastecimiento (compras): proceso de compra de los materiales.

Para cada actividad de valor añadido han de ser identificados los generadores de costes y valor.

La cadena de valor enseguida se puso en el frente del pensamiento de gestión de empresa como una poderosa herramienta de análisis para planificación estratégica. Su objetivo último es maximizar la creación de valor mientras se minimizan los costos. De lo que se trata es de crear valor para el cliente, lo que se traduce en un margen entre lo que se acepta pagar y los costos incurridos.

La cadena de valor ayuda a determinar las actividades que permiten generar una Ventaja Competitiva sustentable (también expresado por M. Porter²). Tener una ventaja competitiva es tener una rentabilidad relativa superior a los rivales en el sector industrial en el cual se compite. Rentabilidad significa un margen entre los ingresos y los costos. Cada actividad que realiza la empresa debe generar el mayor posible. De no ser así, debe costar lo menos posible, con el fin de obtener un margen superior al de los rivales. Las Actividades de la cadena de valor son múltiples y además complementarias (relacionadas). El conjunto de actividades de valor que decide realizar una unidad de negocio es a lo que se le llama estrategia competitiva (también expresado por Porter) o estrategia del negocio (diferente a las estrategias corporativas o a las estrategias de un área funcional).

El concepto ha sido extendido más allá de las organizaciones individuales. También puede ser aplicado a cadenas de suministro completas así como a

² Michael E. Porter 1985, Competitive Advantage

redes de distribución. La puesta a disposición de un conjunto de productos y servicios al consumidor final moviliza diferentes actores económicos, cada uno de los cuales gestiona su cadena de valor.

Las interacciones sincronizadas de esas cadenas de valor locales crean una cadena de valor ampliada que puede llegar a ser global. Capturar el valor generado a lo largo de la cadena es la nueva aproximación que han adoptado muchos estrategias de la gestión. A base de explotar la información que se dirige hacia arriba y hacia abajo dentro de la cadena, las compañías pueden intentar superar los intermediarios creando nuevos modelos de negocio

En el método Argos la generación eléctrica así como el mantenimiento son considerados macroprocesos de apoyo, al nivel de procesos como el Financiero, Compras, Inventarios, Gestión de talento humano, Jurídico, tecnológico, gestión administrativa y gestión ambiental como se muestra en la cadena de valor de Cementos Argos S.A. en la Figura 9.

Figura 9. Cadena de valor en cementos Argos³

³ Fuente: Intranet cementos Argos S.A.

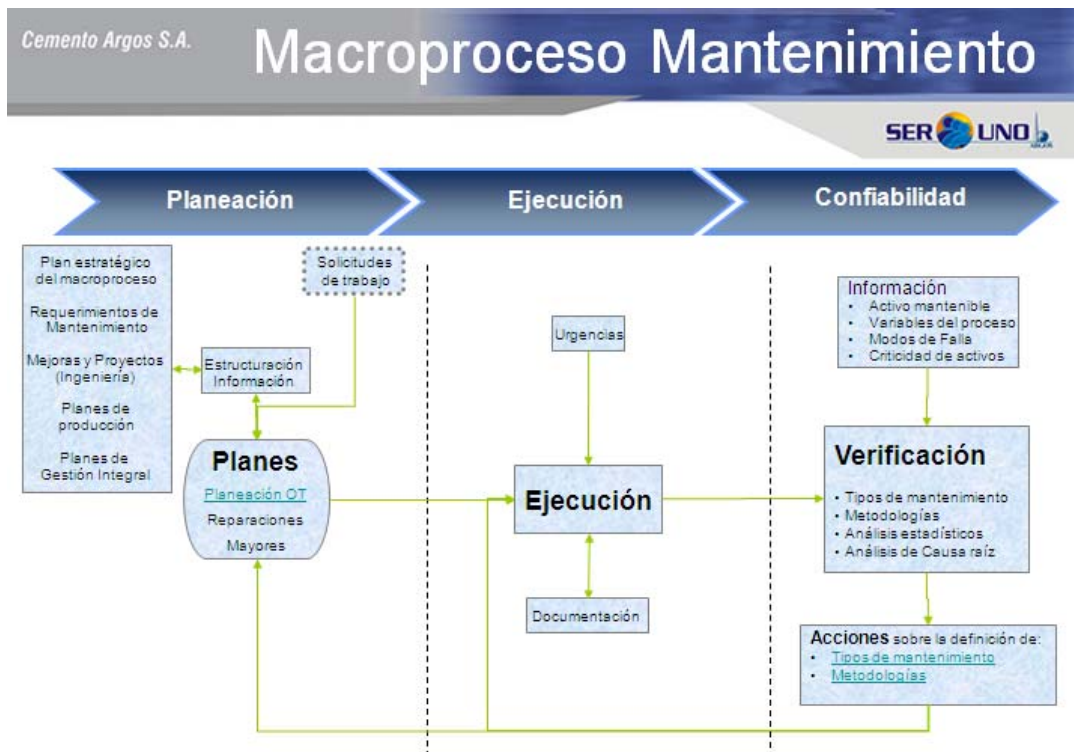


Se analizó la situación actual del modelo de mantenimiento de cemento y se adaptó al proceso de apoyo de autogeneración en el cual se definen los tipos de mantenimiento Correctivo, Preventivo y Predictivo y subprocesos de Planeación, Ejecución y Confiabilidad, Figura 10.

Estos procesos son apoyados por un sistema documental centralizado en el ERP que permite auditar cada uno de estos procesos

Esta estructura se basa en el ciclo PHVA definido por los sistemas de calidad ISO asociando el planear al sub proceso de Planeación, el hacer al sub proceso de Ejecución y el verificar y actual al Sub proceso de confiabilidad.

Figura 10. Macroproceso de mantenimiento ⁴

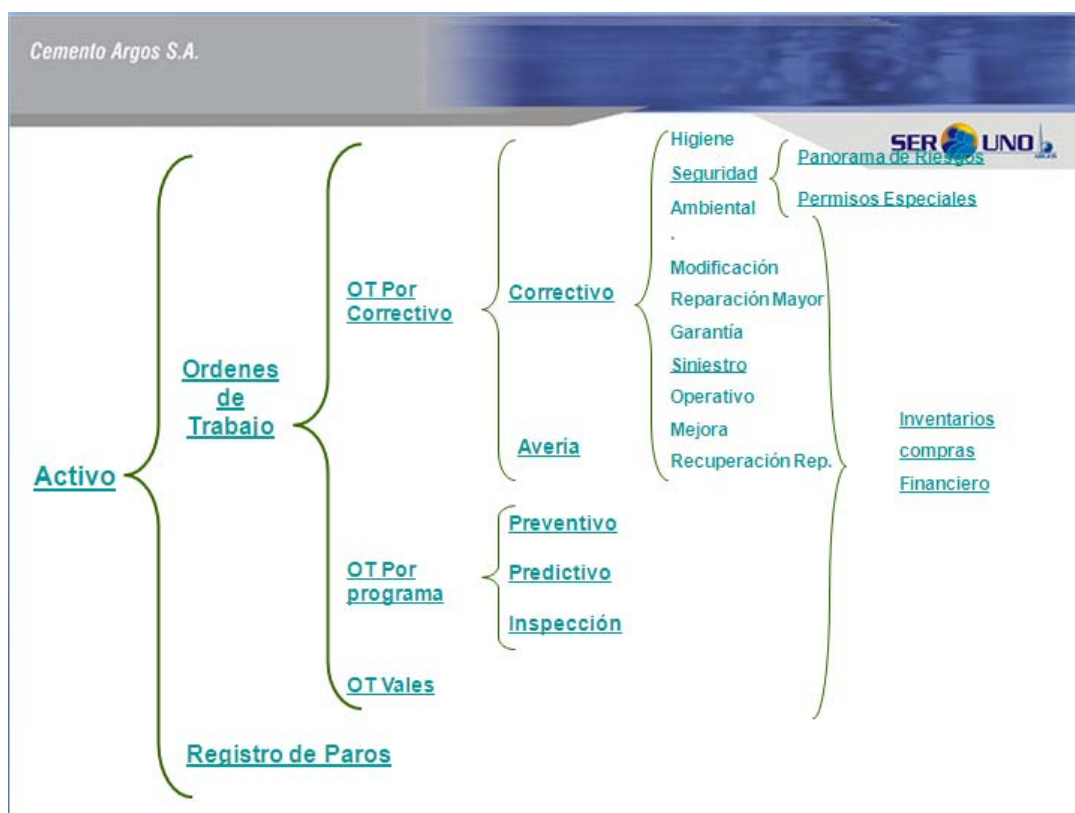


La administración de activos en Argos contempla tres tipos de órdenes de trabajo, OT correctiva, ÒT por programa preventivo y OT vales. Las primera hacen referencia a los tipos de mantenimiento preventivo, predictivo y de inspección definidos anteriormente, las segundas corrigen desviaciones en Higiene, seguridad, Modificaciones, Reparaciones, Garantías, Siniestros, Mejoras y recuperación funcional, la terceras se usan en los procesos de planeación y programación de la OT para la procura de materiales, repuestos

⁴ Fuente: Método Argos

y consumibles de almacén y de proveedores externos. Esto se aprecia más claramente en la Figura 11.

Figura 11. Administración de activos por órdenes de trabajo⁵



En el presente trabajo se propone el considerar el RCM, en la gestión de mantenimiento de las plantas de autogeneración debido al gran impacto en la cadena de valor aunque no se haya considerado y plasmado en la cadena de

⁵ Fuente: Método Argos, Pagina 25

valor actual como factor estratégico determinante, ya que entre el 60% y el 70% del costo de producción de cemento corresponde a energía eléctrica, de ahí la importancia del mantenimiento para garantizar elevada disponibilidad y confiabilidad del proceso de generación eléctrica.

Figura 12. Peso del costo de energía en la producción de cemento⁶



Entre el 60% y el 70% del costo de producción del cemento está representado por el costo de la energía eléctrica.

⁶ http://www.portafolio.com.co/economia/economiahoy/2008-05-29/ARTICULO-PRINTER_FRIENDLY-PRINTER_FRIENDLY_PORTAFOL-4213568.html

2.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN ARGOS

2.1.1 Definición según método Argos

Se define en el método Argos el mantenimiento correctivo como toda tarea de reparación, cambio. El mantenimiento que se lleva a cabo después que la falla a ocurrido, con la intención de restaurar el componente a un estado en el cual pueda realizar la función requerida. También se conoce como correctivo, rotura, ó mantenimiento basado en la falla.

También es una opción de mantenimiento que se selecciona para componentes que no justifican una inspección ó un mantenimiento proactivo, es decir componentes con criticidad C o despreciable y donde las tareas de mantenimiento proactivo no son costo-efectivas.

2.1.2 Estados de la orden de trabajo correctiva

Para la gestión de las ordenes de trabajo correctivas en el ERP el método Argos define los siguientes estados, de Solicitud, Aprobación Técnica, Planeación, Planeada, Consecución de recursos, programación, reprogramación, Ejecución y cierre técnico, Cerrada Ejecutada y Cierre contable.

En el caso las plantas de autogeneración no es posible la modificación de los estados de la orden de trabajo ya que esto implicaría el cambio a nivel nacional del ERP, así que es mandatorio seguir esta directriz en la gestión de mantenimiento de las plantas de generación.

Este proceso tiene algunas excepciones por ejemplo cuando se trata de un equipo crítico el cual requiere intervención inmediata los primeros pasos de solicitud y aprobación técnica pueden ser obviados.

Figura 13. Estados de la OT en el método Argos ⁷



ESTADOS DE LA ORDEN DE TRABAJO

M	Solicitud
MA	Aprobación Técnica
MC	Planeación
MF	Planeada
MI	Consecución Recursos
MK	Programación
MM	Reprogramación
MQ	Ejecución y Cierre Técnico
MS	Cerrada Ejecutada
MZ	Cierre Contable

2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN ARGOS

2.2.1 Definición según método Argos

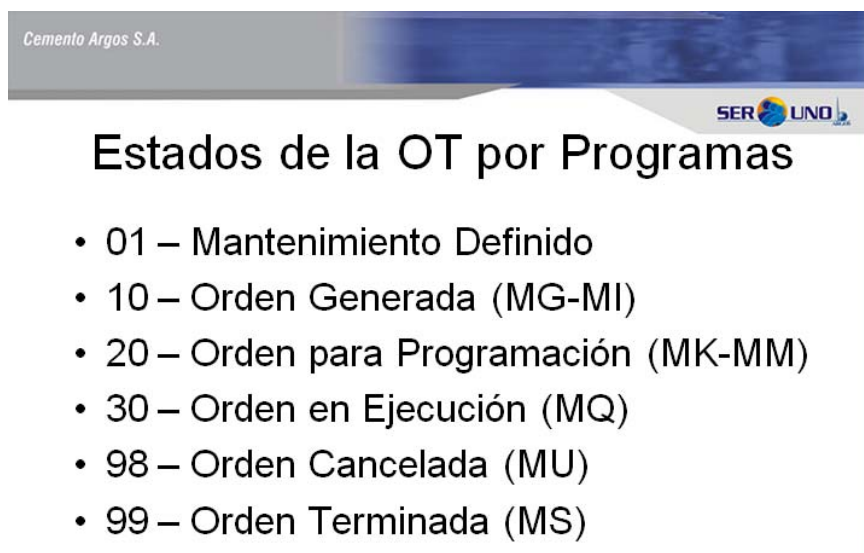
⁷ Fuente: Método Argos, Pagina 27

En el método Argos el mantenimiento preventivo es de dos tipos Inspecciones y Gamas, las inspecciones incluyen las tareas de lubricación, verificación de los niveles de aceite y medición de temperaturas, mientras que las Gamas incluyen todas las tareas de mantenimiento preventivo en las cuales se interviene el equipo y requieren paro para su ejecución.

2.2.2 Estados de la orden de trabajo preventiva

El método Argos también define los estados de la orden de trabajo preventiva en el ERP: Mantenimiento definido, Orden generada, Orden para programación, Orden en ejecución, Orden cancelada y orden terminada.

Figura 14. Estados de las órdenes de trabajo programadas⁸



Cemento Argos S.A.

SER UNO

Estados de la OT por Programas

- 01 – Mantenimiento Definido
- 10 – Orden Generada (MG-MI)
- 20 – Orden para Programación (MK-MM)
- 30 – Orden en Ejecución (MQ)
- 98 – Orden Cancelada (MU)
- 99 – Orden Terminada (MS)

⁸ Fuente: Método Argos, Página 32

2.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN ARGOS

En el método Argos el mantenimiento proactivo que se lleva a cabo de acuerdo a la necesidad que se identifica de un monitoreo de condición. También se conoce como mantenimiento predictivo. En las etapas iniciales de las plantas de autogeneración no se tiene considerado la inversión en equipos de mantenimiento preventivo se plantea la definición de especificaciones técnicas para la contratación de estos servicios.

El mantenimiento predictivo en el ERP se administra de la misma manera que el mantenimiento preventivo, mediante órdenes de trabajo con exactamente el mismo proceso.

2.4 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD

La aplicación adecuada de las nuevas técnicas de mantenimiento bajo el enfoque del RCM (Reliability Centered Maintenance), permiten de forma eficiente optimizar los procesos de producción y disminuir al máximo los posibles riesgos sobre la seguridad personal y el ambiente, que traen consigo los fallos de los activos en un contexto operacional específico.

2.4.1 Propósito

Objetivo básico de cualquier gestión de mantenimiento consiste en incrementar la disponibilidad de los activos a bajos costos partiendo de la ejecución, permitiendo que dichos activos funcionen de forma eficiente y confiable dentro de un contexto operacional. En otras palabras, el mantenimiento debe asegurar que los activos continúen cumpliendo las funciones para las cuales fueron diseñados, es decir, debe estar centrado en la Confiabilidad Operacional.

En la actualidad este objetivo puede ser alcanzado de forma óptima con la metodología de gestión del Mantenimiento, titulada Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).

En términos generales, permite distribuir de forma efectiva los recursos asignados a la gestión de mantenimiento, tomando en cuenta la importancia de los activos dentro del contexto operacional y los posibles efectos o consecuencias de los modos de fallos de estos activos sobre la seguridad, el ambiente y las operaciones.

"El RCM sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento y sus respectivas frecuencias para los activos más importantes de un contexto operacional. Esta no es una fórmula matemática, y su éxito se apoya principalmente en el análisis funcional de los activos de un determinado contexto operacional, realizado por un equipo de trabajo multidisciplinario. El equipo desarrolla un sistema de gestión de mantenimiento flexible, que se

adapta a necesidades reales de mantenimiento de la organización, tomando en cuenta, la seguridad personal, el ambiente, las operaciones y la razón costo / beneficio"

En otras palabras, el RCM es una metodología que permite identificar las políticas de mantenimiento óptimas para garantizar el cumplimiento de los estándares requeridos por los procesos de producción.

Esta metodología demanda una revisión sistemática de las funciones que conforman un proceso determinado, sus entradas y salidas, las formas en que pueden dejar de cumplirse tales funciones y sus causas, las consecuencias de los fallos funcionales y las tareas de mantenimiento óptimas para cada situación (predictivo, preventivo, etc.) en función del impacto global (seguridad, ambiente, coste, unidades de producción).

2.4.2 Bases Conceptuales del RCM

La aplicación del RCM se realizara mediante la respuesta satisfactoria de las siete preguntas básicas:

1. ¿Cuáles son las funciones y las condiciones deseadas de desempeño en el contexto actual de operación (Funciones)?
2. ¿De que manera(s) puede fallar el activo cumpliendo su función (Fallas funcionales)?

3. ¿Qué causa cada falla funcional (**M**odos de Falla)?
4. ¿Qué ocurre cuando cada falla ocurre (**E**fectos de falla)?
5. ¿De qué manera afecta cada falla (Consecuencias de Falla)?
6. ¿Qué se debe hacer para predecir o prevenir cada falla (Tareas proactivas e intervalos de tareas)?
7. ¿Qué se debe hacer si una tarea proactiva no puede ser encontrada?

2.4.3 Utilidad del RCM en ARGOS

Responde a las debilidades derivadas de los enfoques tradicionales de mantenimiento permitiendo asociar y sopesar los riesgos del negocio con la falla de los activos. Facilita de manera sistemática la determinación del enfoque óptimo que se le deben dar a los recursos de la función mantenimiento.

Su aplicación busca definir estrategias de Mantenimiento que:

- Mejoren la seguridad
- Mejoren el rendimiento operacional de los activos
- Mejoren la relación costo / riesgo-efectividad de las tareas de mantenimiento
- Sean aplicables a las características de los fallos

- Minimicen la ocurrencia de fallas, o al menos sean efectivas en mitigar las consecuencias una vez ocurridas las mismas, es decir, un mantenimiento que funcione y sea efectivo desde el punto de vista del costo.
- Sean documentadas, auditables y susceptibles de actualizar

3. MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL MÉTODO ARGOS

3.1 PROCESO DE MANTENIMIENTO PROPUESTO PARA LAS PLANTAS DE AUTOGENERACION

El proceso de mantenimiento de autogeneración pertenece al macroproceso de energía, este proceso posee tres sub procesos bien definidos proceso de planeación, ejecución y confiabilidad, en el modelo de mantenimiento en cemento cada uno de ellos es realizado por diferentes dependencias o encargados, en el caso de mantenimiento de autogeneración por la limitación en personal existe la posibilidad de que los tres sean asumidos por el jefe de mantenimiento o centralizar el proceso de planeación y confiabilidad en Medellín dejando únicamente el proceso de ejecución en cada una de las plantas esto es posible en virtud de que los activos son idénticos en cada una de las plantas.

Cada proceso posee recursos tecnológicos, de infraestructura, humanos y metodológicos para el logro de su objetivo, la centralización de recursos comunes permitirá hacer un uso extensivo de los mismos, por ejemplo no se

va a disponer de un equipo de análisis vibraciones en cada una de las plantas, el proceso de planeación programa el uso de este recurso a lo largo del año permitiendo reducir la inversión inicial y aumentar el retorno en la inversión al aumentar la utilización del mismo en cada una de las plantas.

3.1.1 Proceso de Planeación

Elaborar planes de mantenimiento, para maximizar sus recursos y la relación costo beneficio contribuyendo a la confiabilidad del proceso de autogeneración de energía, acorde con los lineamientos, necesidades y estrategias del negocio, Inicia con el análisis de los requerimientos y finaliza con la generación de planes. La Tabla 1 muestra los recursos disponibles en el proceso de planeación.

Tabla 1. Recursos disponibles por el proceso de planeación

Recursos tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación y programación (Project, ERP) • Oficina (Office, Outlook, Internet, Voloview) • Diseño y actualización de planos asistido por computador (Autocad)
Recursos de infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica
Recursos humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Personal competente
Recursos metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento Productivo Total - TPM • Análisis de causa Raíz

	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de Weibull • 5W1H (Que, Quien, Cuando, Donde , Por Que y Como) • Análisis de Pareto • Análisis de Criticidad • Análisis del Costo de Ciclo de Vida de los activos - LCC • Lluvia de Ideas • Diagrama de espina de pescado
--	--

3.1.2 Proceso de Ejecución

Coordinar y ejecutar los programas y requerimientos de mantenimiento para contribuir a la confiabilidad de los procesos productivos hacia la mejor relación costo beneficio. Inicia con la validación de los recursos asociados a la ejecución de planes, programas y requerimientos y finaliza con el cierre técnico de los trabajos ejecutados. La Tabla 2 muestra los recursos disponibles en el proceso de ejecución.

Tabla 2. Recursos disponibles por el proceso de ejecución

Recursos tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación y programación (Project, JDE) • Inteligencia de Negocios (Cognos, SQLServer) • Oficina (Office, Outlook, Internet, Voloview,)
-----------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño y actualización de planos asistido por computador (Autocad) • Gestión documental para mantenimiento (SIABUC8) • Manejador de imágenes (LINK ONE) • Integrador del macroproceso de mantenimiento (PEOPLE SOFT) • Sistemas de control de procesos (EXAQUANTUM, Infoplus, Command data)
Recursos de infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Herramientas de monitoreo, de condición y mantenimiento predictivo. • Herramientas convencionales para mantenimiento • Herramientas específicas de cada equipo
Recursos metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo PHVA • Lluvia de ideas • Análisis causa raíz • 5W1H (Que, Quien, Cuando, Donde, Porque y Como) • Pareto

3.1.3 Proceso de Confiabilidad

Cerrar el ciclo de mantenimiento identificando todas las oportunidades de mejora del macro proceso en función de la criticidad de los activos y de la efectividad del mantenimiento, para optimizar la confiabilidad de los activos, Inicia con el análisis de información y finaliza con la elaboración y seguimiento de planes de acción para lograr un mejoramiento continuo de los

procesos. La Tabla 3 muestra los recursos disponibles por el proceso de confiabilidad.

Tabla 3. Recursos disponibles por el proceso de confiabilidad

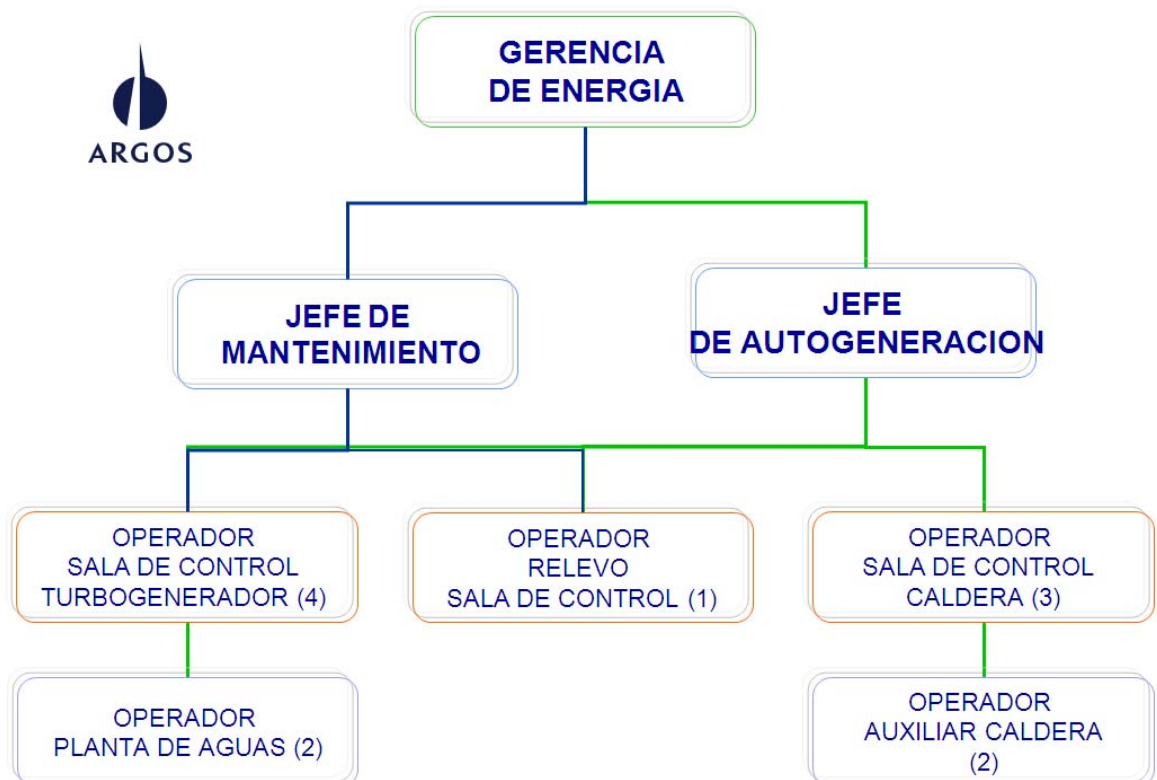
Recursos tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación y programación (Project) • Inteligencia de Negocios (Cognos, SQLServer) • Oficina (Office, Outlook, Internet, Voloview,) • Diseño y actualización de planos asistido por computador (Autocad) • Integrador del macroproceso de mantenimiento (PEOPLE SOFT) • Sistemas de control de procesos (EXAQUANTUM, Infoplus, Command data)
Recursos de infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo y análisis de condiciones (vibración, temperatura, presión, velocidad) • Herramientas y equipos de instrumentación
Recursos metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo PHVA • Análisis causa raíz • 5W1H (Que, Quien, Cuando, Donde, Porque y Como) • Pareto

3.2 ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE AUTOGENERACIÓN

El organigrama de cada una de las plantas es similar consta de un Jefe de Mantenimiento y un grupo de operadores mantenedores en cada especialidad (Eléctrico, Mecánico Instrumentación) en campo.

La Figura 15.muestra el organigrama descrito anteriormente, el análisis de los programas de mantenimiento preventivo arrojará la necesidad de un personal exclusivo de mantenimiento encargado de la ejecución de estos programas


.Figura 15. Organigrama actual de autogeneración



3.3 PONDERACIÓN DEL RIESGO EN MÉTODO ARGOS

En la implementación de la unificación del mantenimiento en las plantas de cemento se definieron criterios para la evaluación de la criticidad de los activos de producción cementera, empleando estos criterios se definió la criticidad de los activos directamente relacionados con la producción cementera, concretera y portuaria. La Figura 4 muestra dichos criterios.

Tabla 4. Criterios de criticidad en las plantas de cemento

Cemento Argos S.A.	
VALORACION DEL RIESGO	
Valor	Consecuencia 
10	Muerte y/o daños mayores a 20 millones de pesos
6	Lesiones con Incapacidades permanentes y/o daños entre 10 y 20 millones de pesos
4	Lesiones con Incapacidades no permanentes y/o daños entre 2 y 10 millones de pesos
1	Lesiones con heridas leves, contusiones, golpes y/o pequeños daños económicos

Valor	Probabilidad
10	Es el resultado mas probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar. Tiene una probabilidad de mas del 90 %
6	Es completamente posible, nada extraño. Tiene una probabilidad de actualización del 50 %
4	Seria una coincidencia rara
1	Nunca ha sucedido en muchos años de exposición al riesgo, pero es concebible

Valor	Tiempo de Exposición
10	La situación de riesgo ocurre continuamente o muchas veces al día
6	Frecuentemente o muchas veces al día
4	Ocasionalmente o una vez por semana
1	Remotamente posible

El análisis de criticidad y su aplicabilidad en la estrategia de mantenimiento de las plantas de autogeneración en Cementos Argos S.A. se define como el grado de incidencia (Impacto) de la falla de un sistema o equipo asociado a la posibilidad (Probabilidad) de que esta ocurra.

$$\text{Criticidad} = \text{Impacto Vs Probabilidad}$$

Para la evaluación de la criticidad se definen matrices de impacto y probabilidad; cada una de ellas incluye unos rangos para brindar a los analistas un criterio más objetivo en la evaluación de sistemas y equipos.

Para el análisis de criticidad de activos están definidos en el sistema de información de mantenimiento tres niveles, A, B y C donde A incluye los niveles Alto y Muy Alto de la evaluación de criticidad, B incluye el nivel Medio y C los niveles Bajo y Muy bajo. Los criterios para la realización del análisis de criticidad se basa en la ponderación del riesgo por medio de una matriz en

la cual se relaciona el impacto en la seguridad, medio ambiente, costos y disponibilidad.

Tabla 5. Matriz de impacto en seguridad y medio ambiente

Clase	Impacto	Seguridad	Medio Ambiente
1	Menos Importante	<p>a) No hay riesgo de accidente ó riesgo a la salud de las personas</p> <p>b) Trabajos son realizados en áreas bien ventiladas y de fácil acceso</p> <p>c) No existe riesgo de Incendio..</p>	<p>a) No hay Riesgo o Impacto negativo</p> <p>b) Todas las medidas de control pueden ser realizadas de manera efectiva antes, durante y después de posibles trabajos de mantenimiento</p>
2	Ligeramente Importante	<p>a) Pequeñas lesiones como cortaduras son raramente posibles.</p> <p>b) Trabajos se realizarán en condiciones difíciles pero se cuenta con personal entrenado y equipo adecuado.</p> <p>c) No hay riesgo de Incendio</p>	<p>a) Polución sin afectar el medio ambiente, considerablemente es poco posible</p> <p>b) Daño al suelo o subsuelo es poco posible</p>
3	Importante	<p>a) Pequeñas lesiones como cortaduras son posibles.</p> <p>b) Trabajos se realizarán en condiciones difíciles pero no se cuenta con personal</p>	<p>a) La polución es inevitable, el medio ambiente no se afecta considerablemente</p> <p>b) Daño al suelo o subsuelo es posible</p>

Clase	Impacto	Seguridad	Medio Ambiente
		<p>entrenado y/o equipo adecuado.</p> <p>c) Los trabajos se realizaran en áreas donde hay productos químicos peligrosos.</p> <p>d) Riesgo de Incendio es raramente posible.</p>	
4	Muy importante	<p>a) Accidentes y lesiones son posibles.</p> <p>b) Los trabajos se realizarán en condiciones muy difíciles, se requiere equipo muy especial y personal altamente calificado</p> <p>c) Existe Riesgo de Incendio.</p>	<p>a) Posible daño a los recursos hídricos internos pero controlables en un 100% por el personal de la planta.</p> <p>b) La posible polución o daño al suelo, puede afectar la imagen de Argos, requiriendo la explicación a terceras partes.</p>
5	Extremadamente importante	<p>a) Riesgo de Muerte o probabilidad de accidente severo.</p> <p>b) Posible daño a terceras personas.</p>	<p>a) Posible daño a recursos hídricos externos.</p> <p>b) Posible Polución o daño al suelo o subsuelo lo cual afecte la licencia de operación.</p>

Tabla 6. Matriz de impacto en Costos y disponibilidad

Clase	Impacto	Costos	Disponibilidad
1	Ligeramente Importante	Costo total de reparación* menor o igual a USD 1000	Afecta la disponibilidad en menos de 360 MWh**
2	Menos Importante	Costo total de reparación* mayor que USD 1000	Afecta la disponibilidad en más de 360 MWh
3	Importante	Costo total de reparación* mayor que USD 15000	Afecta la disponibilidad en más de 1080 MWh
4	Muy importante	Costo total de reparación* mayor que USD 30000	Afecta la disponibilidad en mas de 1800 MWh
5	Extremadamente importante	Costo total del reparación mayor que 50 TUSD	Afecta la disponibilidad en mas de 3600 MWh

Para determinar la frecuencia o la probabilidad de las fallas se emplearán los siguientes criterios

Tabla 7. Matriz de probabilidad en seguridad, Medio Ambiente y Costo

En Seguridad, Medio ambiente y Costo		
Escala	Tipo de Evento	Probabilidad
1	Extremadamente improbable.	No ocurra en los próximos 15 años
2	Improbable.	Que Ocurra una vez entre 7 y 15 años
3	Algo Probable.	Que Ocurra una vez entre 3 y 7 años
4	Probable.	Que Ocurra una vez entre 1 y 3 años
5	Muy Probable.	Que Ocurra en menos de 1 año

Tabla 8. Matriz de probabilidad en disponibilidad

En disponibilidad		
Escala	Tipo de Evento	Probabilidad
1	Excelente	Menos de 0.5 Fallas por año
2	Buena	0.5 - 1 Fallas/año
3	Promedio	1 - 2 Fallas por año
4	Pobre	2 Fallas por año
5	Pésima	Mas de dos Fallas por año

Una vez de finidos estos criterios se realizará la evaluación empleando la matriz de riesgo, cada uno de los 4 aspectos, seguridad, medio ambiente, Costos y Disponibilidad.

Tabla 9. Matriz de criticidad

MATRIZ DE CRITICIDAD		IMPACTO				
		1	2	3	4	5
PROBABILIDAD	1	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio
	2	Muy Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto
	3	Bajo	Medio	Medio	Alto	Muy alto
	4	Bajo	Medio	Alto	Alto	Muy alto
	5	Medio	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto

3.4 MANTENIMIENTO DE OVERHAUL

Mantenimiento realizado dependiendo de las horas equivalentes de operación de los equipos principales de generación, turbina y caldera. Las horas equivalentes de operación dependen de los eventos operativos a los que se haya sometido la planta

Las horas equivalentes de operación representan las horas consumidas por los equipos de generación en eventos transientes (arranques, sobrevelocidades, disparos, picos de carga etc.)

HEO =

*Numero de Horas de Operación + 40 * Numero de arranques en frio +
150 * Numero de eventos de sobrevelocidad*⁹

3.5 SISTEMA DE INFORMACION DE MANTENIMIENTO

Se definieron una serie de bases de datos relacionales en Access con la misma estructura de campos que el ERP empleado por Argos (People Soft) para hacer la recolección de información técnica de de los activos. Esta base de datos será alimentada de manera conjunta por los operadores de sala de control y campo de las tres plantas antes durante y después del montaje de las plantas para que al finalizar el comisionamiento de las unidades entre en servicio también el sistema de información de mantenimiento.

La Figura 16 Muestra un reporte con la información recolectada para bombas centrífugas en Microsoft Access, los campos de estas bases de datos poseen la misma longitud y características de los campos definidos en el ERP para que una vez alimentadas puedan ser cargadas de manera rápida y definitiva en la base de datos corporativa.

⁹ Ecuación tomada de AIG GLOBAL ENERGY BEST PRACTICES- UTILITIES, Página. 56

El proceso de alimentación del ERP implica la afectación del sistema de activos fijos lo cual genera la creación de unidades de negocio particulares para le gestión de esta información.de ahí la importancia de la estandarización de este proceso.

Figura 16. Reporte de información técnica en Access

		Ficha Técnica Bombas Plantas De Autogeneración	
TAG:	P-101 A	FECHA PUESTA SERVICIO:	
DENOMINACION:	BOMBA AGUA DE ALIMENTACION		
PESO:	310Kg	PROVEEDOR:	
FABRICANTE/MARCA:	KSB		
PAIS:	BRASIL	AÑO:	2006
MODELO:	HDA 80 / 6		
No SERIE:			
CLASE:	CENTRIFUGA		
TIPO:			
REFERENCIA:			
POTENCIA REQUERIDA:	350	CV	CAUDAL: 95 m3/h
CABEZA TOTAL:	612	m	
NPSH:	7.5	m	VELOCIDAD 3600 rpm
PRESION SUCCION:	1.6	kgf/cm2	
PRESION DESCARGA:		58 kgf/cm2	
TEMPERATURA DEL FLUIDO:		130 °C	
DIAMETRO IMPULSOR:	230	mm	
SENTIDO ROTACION:			
POSICION:	HORIZONTAL		

3.6 METODOLOGÍA PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN MONTAJE

Durante el proceso de montaje se trabajará en paralelo al programa de construcción para la recolección de información específica de cada uno de

los activos, como lo son torque en bridas, protocolos de alineación de equipo rotativo, calibración de instrumentos etc. para tener una línea base documentada en el ERP para la gestión de mantenimiento.

Para este fin se emplearán bases de datos en Microsoft Access, así como en el proceso de cargue de activos descrito anteriormente, debido a la gran cantidad de información que puede llegar a generarse y que tiene que ser documentada de manera formal y centralizada.

Figura 17. Base de datos para el levantamiento de información técnica¹⁰

Cod Sub Sistema	Equipo	Numero siti	Codigo sisten	Plano		
083	ELECTRICO Y CONTROL	1	0			
Cod Equipo Pad	TAG	TAG HM	PO	CANT INSTA	DESIG PART	
08301			0		GENERADOR	
Cod Equipo Hi	TAG	TAG HMV	MANUAL MTT	PO	CAN	DESIG PART
0830109			<input checked="" type="checkbox"/>	0		Estator
0830108			<input checked="" type="checkbox"/>	0		Terminal del estator
0830107			<input checked="" type="checkbox"/>	0		Rotor
0830106			<input checked="" type="checkbox"/>	0		Cojinetes
0830105			<input checked="" type="checkbox"/>	0		PMG
0830104			<input checked="" type="checkbox"/>	0		Excitatriz y rectificador
0830103			<input checked="" type="checkbox"/>	0		Escobilla del rotor de fallo a tierra
0830102			<input checked="" type="checkbox"/>	0		Escobilla de puesta a tierra del rotor
0830101			<input checked="" type="checkbox"/>	0		Sistema de refrigeración

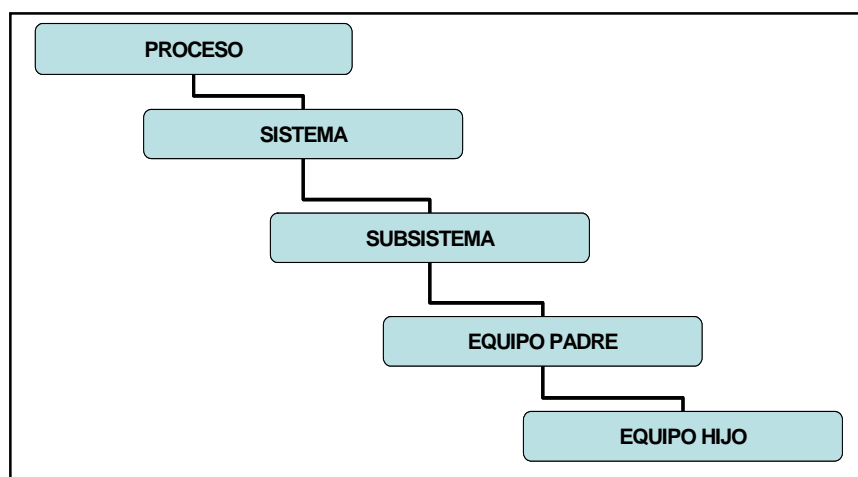
¹⁰ Fuente: El autor

3.7 METODOLOGÍA PARA LA CREACIÓN DE ACTIVOS EN EL ERP

Para la creación de activos de autogeneración en el People soft (ERP empelado en Cementos Argos) se requiere adaptar la codificación interna de cemento a las necesidades particulares de autogeneración.

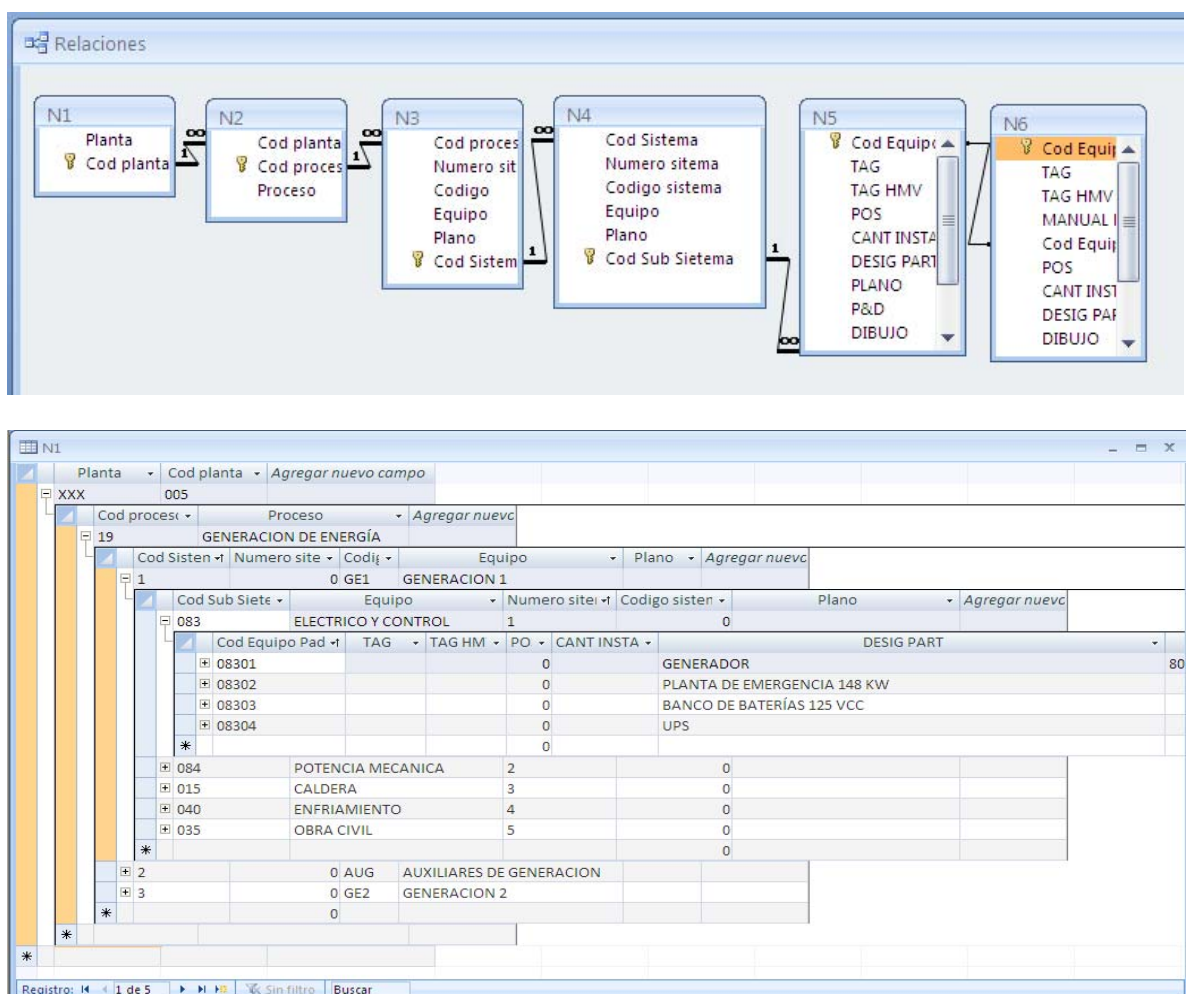
La organización de los equipos obedece a una interrelación lógica de agrupación que se utiliza financiera y productivamente en todas las plantas de la compañía. Se tomó como modelo los Procesos productivos para la elaboración del cemento, los cuales a su vez se dividen en Sistemas y Subsistemas donde se agrupan los Equipos Padres y estos se dividen en Equipos Hijos.

Figura 18. Jerarquía de activos definida en cementos Argos



En Access se definió una base de datos relacional con la metodología de entidad relación para el levantamiento de la información técnica de los equipos, esta incluye 6 tablas una por cada nivel en la estructura jerárquica de activos.

Figura 19. Esquema entidad relación base de datos



Una vez se finalizó la clasificación de los activos en Microsoft Access como se muestra en la Figura 17, éstos aparecerán en el ERP people soft como se aprecia en la Figura 21.

Figura 20. Campos básicos para la creación de activos en People Soft ¹¹

Selección ficha: Cliente / equipo

Cliente		Fechas	
Compañía Usuaria	6 PLANTA CARIBE	Fecha adquisición	31/10/1998
Compañía Propietaria	100 CEMENTOS ARGOS S.A.	Fecha del contrato	
País	CO Colombia	Fecha de venta o retiro	
<input type="checkbox"/> Terms Accepted Flag	Registration Status	In Service Date	
Equipo			
Número de Activo	67456	Estado del Activo	<input type="checkbox"/> EN OPERACION
Número de serie		<input type="checkbox"/> Propiedad de compañía	
N° Activo Padre	00619GE1084	Indicador gta	<input type="checkbox"/>
Bodega de Materiales	MACARBAQ MAT Y REP CARIBE BARRANQ...	Categoría Activo	ACT01
N° artículo inventario		Clase Activo	UGE UNIDADES GENERACION ELE...
Categoría Activo	UGE01 TURBINA A GAS	Número lista piezas	67456
Clase Activo	UGE UNIDADES GENERACION ELE...	Más descripciones	POTENCIA MECANICA
<input type="checkbox"/> Lectura obligatoria del medidor		<input checked="" type="checkbox"/> Permitir OT	

Figura 21. Jerarquía de activos una vez cargada en el ERP¹²

Visualización Equipo / Componente - Examen de principal / secundario

Seleccionar Buscar Cerrar Fila Herramientas

Parent N° de unidad 006 PLANTA CARIBE

Registros 1 - 1

Descripción de n° del principal	Categoría Activo	Clase Activo	Número de inventario	Descripción del artículo de inventario
006 PLANTA CARIBE	ACT01	ACT		
00601 EXTRACCION MATERIA PRIMA	ACT01	ACT		
00602 TRITURACION MATERIA PRIMA	ACT01	ACT		
00603 MOLIENDA CRUDO	ACT01	ACT		
00604 CLINKERIZACION	ACT01	ACT		
00605 MOLIENDA CEMENTO	ACT01	ACT		
00606 EMPAQUE DESPACHO	ACT01	ACT		
00607 PREPARACION COMBUSTIBLE - CEME	ACT01	ACT		
00608 SERVICIO AUXILIAR DIRECTO	ACT01	ACT		
00609 SERVICIO AUXILIAR INDIRECTO	ACT01	ACT		
00617 HOMOGENIZACION	ACT01	ACT		
00618 MOLIENDA ADICIONES	ACT01	ACT		
00619 GENERACION ENERGIA	ACT01	ACT		
00626 SERVICIO PORTUARIO	ACT01	ACT		

Planta N1

Proceso N2

Sistema N3

¹¹ Fuente: Software people soft

¹² Fuente: Software People Soft

3.8 MANEJO DE ALMACENES

El proceso de almacén se apoya en el almacén de cada una de las fábricas de cemento, aunque se debe crear en el ERP una bodega específica para el proceso de apoyo con el fin de obtener de diferenciar los inventarios teniendo en cuenta que este proceso maneja unidades de negocio diferentes a los procesos productivos de cemento.

El método Argos define un macroproceso de apoyo para el manejo de inventarios, el cual apoya a los procesos de mantenimiento de cemento como de autogeneración, en la gestión de almacenes de identifican claramente tres estados de artículo Artículos Críticos, artículos Estratégicos y Artículos tácticos. La definición del estado de un artículo depende del análisis de criticidad de los activos y es un proceso que se debe ejecutar y actualizar a diario activo por activo.

Figura 22. Estado de los artículos en almacén¹³

Estado del Artículo	Características
Artículos CRITICOS (Administración por Planta)	<ul style="list-style-type: none"> Artículo asociado a un equipo crítico. Difícil consecución. Tiempo reposición ALTA. Deben tener existencia en Almacén.
Artículos ESTRATEGICOS (Administración por Planta)	<ul style="list-style-type: none"> Artículo asociado a un equipo crítico. Fácil consecución. Tiempo reposición BAJA. No es necesario tener existencia.
Artículos TACTICOS (Administración compartida)	<ul style="list-style-type: none"> Artículo no necesariamente asociado a un equipo crítico. Fácil consecución. Tiempo reposición no relevante. No es necesario tener existencia en todas las plantas. Requerido mínimo en el 50% de las plantas. Incluidos en el 80% del valor del inventario.

¹³ Fuente: Método Argos, Página 43

4. INDICADORES

Mediante la implementación de un sistema apropiado de indicadores de gestión se pretende tener control del macroproceso de mantenimiento, permitiendo comparar la gestión de las tres plantas de autogeneración y la efectividad de la estrategia de mantenimiento.

Todas las actividades de mantenimiento pueden medirse con parámetros que enfocados a la toma de decisiones, son señales para monitorear la gestión y la estrategia de mantenimiento; así se asegura que las actividades vayan en el sentido correcto y permitan evaluar los resultados de una gestión frente a sus objetivos, metas y responsabilidades. Estas señales son conocidas como indicadores de Mantenimiento.

Los indicadores de mantenimiento resultan ser una manifestación de los objetivos estratégicos de la organización a partir de su Misión, Visión y Objetivos. Igualmente, resultan de la necesidad de asegurar la integración entre los resultados operacionales y estratégicos de cementos Argos S.A y deben reflejar la estrategia de mantenimiento a todos los empleados. Dicha

estrategia no es más que el plan o camino a seguir para lograr los objetivos corporativos.

Un indicador de mantenimiento es la expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso de mantenimiento, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas según el caso.

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Los IM deben cumplir con unos requisitos y elementos para poder apoyar la gestión de mantenimiento y para conseguir los objetivos organizacionales.

Estas características son:

Simplicidad: Puede definirse como la capacidad para definir el evento que se pretende medir, de manera poco costosa en tiempo y recursos.

Adecuación: Entendida como la facilidad de la medida para describir por completo el fenómeno o efecto. Debe reflejar la magnitud del hecho analizado y mostrar la desviación real del nivel deseado.

Validez en el tiempo: Puede definirse como la propiedad de ser permanente por un periodo deseado y su obtención de manera rápida antes de su periodo de vigencia.

Participación de los usuarios: Es la habilidad para estar involucrados desde el diseño, y debe proporcionárseles los recursos y formación necesarios para su ejecución. Este es quizás el ingrediente fundamental para que el personal se motive en torno al cumplimiento de los indicadores.

Utilidad: Es la posibilidad del indicador para estar siempre orientado a buscar las causas que han llevado a que alcance un valor particular y mejorarlas.

Oportunidad: Entendida como la capacidad para que los datos sean recolectados a tiempo. Igualmente requiere que la información de mantenimiento sea analizada oportunamente para poder actuar.

4.2 INDICADORES DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO

El proceso de mantenimiento incluye los procesos de planeación, ejecución y confiabilidad, así mismo se plantean indicadores diferentes para el proceso y sus sub procesos. Para el proceso de mantenimiento se definen los indicadores claves de Gasto absoluto de mantenimiento, Tiempo medio entre fallas y cumplimiento del preventivo en baja y larga frecuencia

4.2.1 Gasto absoluto de mantenimiento

Es el consolidado de costos en los que incurre el mantenimiento de los equipos, su función es controlar el presupuesto anual asignado a cada una de las unidades generadoras, este indicador se actualiza con una frecuencia mensual y es responsabilidad del jefe de mantenimiento.

El análisis de este indicador se realiza anualmente, la fuente de obtención de información es el ERP. El indicador se considera óptimo cuando el gasto de mantenimiento es el 90% del presupuestado, de alerta cuando está entre el 100% y 110% del valor presupuestado, y crítico cuando supera el 110% del monto presupuestado.

4.2.2 Tiempo Medio entre fallas del sistema

Mide la cantidad de horas promedio entre paros de las Unidades de Generación, entendiéndose como falla, aquella que detiene el proceso productivo, el propósito de este indicador es Mejorar la confiabilidad de los sistemas por medio del incremento en el tiempo de operación entre fallas, en Argos este indicador se calcula $(\text{Horas trabajadas}) / (\text{Número Total Paros internos} + 1)$, es actualizado con una frecuencia mensual y analizado

mensualmente para tomar las medidas correctivas pertinentes la meta para este indicador tiene un valor de 350 horas para cemento lo cual obliga que para autogeneración tenga un valor mucho mayor en este caso 700 horas, se considera un valor optimo 800 o más horas, de alerta menos de 700 horas y critico menos de 500 horas.

4.2.3 Cumplimiento del preventivo en baja y larga frecuencia

Muestra la relación entre las OTs generadas versus las OTs Ejecutadas, su objetivo es Garantizar el cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo este indicador se define como $(\text{Total OT preventivas Ejecutadas} / \text{Total OT preventivas programadas}) * 100$, se actualiza semanalmente se debe analizar la gestión a través de este indicador mensualmente para tomar las acciones correctivas, se considera óptimo un valor de 100% de alerta un valor entre 80 % y 100 % y crítico menos de 80%.

4.3 INDICADORES DEL PROCESO DE PLANEACIÓN

Para el proceso de planeación se ha definido el índice de planeación y nivel de estimación de horas hombre como indicadores fundamentales

4.3.1 Índice de planeación

Relación entre las órdenes planeadas con respecto a las órdenes recibidas para planeación, el objetivo es medir la gestión de planeación es calculado como $[\text{Número de OT's Planeadas (las que pasaron a MK en el periodo de tiempo que se esta analizando)} / \text{Número de OT's desde MA hasta MK}] * 100$, tiene una frecuencia diaria de actualización y n periodo de gestión mensual se obtiene directamente del ERP, el grupo ha definido un valor optimo de 80%, de alerta del 50% y crítico menor al 50%.

4.3.2 Nivel de estimación de Horas hombre

Es la relación entre los valores de la mano de obra real en cada una de las órdenes programadas y los valores de mano de obra estimados y tienen como función mostrar la efectividad de la planeación al estimar las horas hombre requeridas para una tarea se calcula como $(\text{Horas Reales reportadas en OT} / \text{Horas Estimadas en OT}) * 100$, tiene una frecuencia de actualización diaria y se analiza su gestión mensualmente, se obtiene directamente de ERP considerando únicamente el personal directo de Argos sin incluir el personal contratista se considera como valor óptimo desviaciones superiores o inferiores de 25% de alerta desviaciones superiores o inferiores de 50% y crítico cuando las desviaciones superen el 50 %.

5. CONCLUSIONES

Es posible adaptar el modelo de gestión integral método Argos en la gestión de mantenimiento de las plantas de autogeneración haciéndolo compatible con People Soft el ERP empleado en Argos.

Se definió una metodología para el levantamiento de información técnica de los equipos empleando bases de datos en Microsoft Access

Se definieron criterios para la evaluación de criticidad de los activos de generación logrando iniciar la clasificación de los activos de generación térmica a carbón, empleando la jerarquía: Proceso, Sistema, Subsistema, Equipo Padre, Equipo Hijo.

Se adaptaron los procesos de planeación, ejecución y confiabilidad de mantenimiento de cemento al mantenimiento de autogeneración, ver documentos Anexos.

Se definieron indicadores de gestión de mantenimiento específicos para la gestión del Macroproceso de mantenimiento de autogeneración.

BIBLIOGRAFÍA

ARGOS, Modelo de gestión Integral método Argos, 2005.

RUIZ, Miguel Antonio. Gerencia estratégica de mantenimiento. Colección negocios, Empresa y economía, Fundación educación industria, 1999.

SUZUKI, Tokutaro. TPM in process industries, New york: Productivity Press, 1994

GONZALEZ, Isnardo. Seminarios I: La investigación científica. Bucaramanga: UIS, 2006. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.

GONZALEZ, Isnardo. Seminario II, Monografía de especialización.

Bucaramanga: UIS, 2007. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.

GONZALEZ, Isnardo. Seminario III, Desarrollo de la investigación.

Bucaramanga: UIS, 2007. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.

MOUBRAY, John. Reliability-Centred Maintenance. Butterworth-Heinemann. Woburn, MA. 1997. 423p.

ICONTEC. Normas Colombianas para la presentación de trabajos de investigación, NTC 1486. Bogotá: ICONTEC, 2002.

SMITH, Anthony. Reliability Centered Maintenance. New York: McGraw-Hill, 1992.

ANEXOS

Anexo 1 Macroproceso Mantenimiento Autogeneración



CARACTERIZACIÓN MACROPROCESO MANTENIMIENTO AUTOGENERACIÓN

Página. 1 de 5

Macroproceso: Energía	Fecha creación: 20 de Marzo de 2008
Proceso/subproceso: Mantenimiento Autogeneración	Fecha aprobación: Fecha en la cual se aprueba el documento.
Revisado por: Jefes de Mantenimiento Autogeneración	Aprobado por: Gerente de Energía
Código: N.A.	Versión: 001

Objetivo

Administrar el mantenimiento de los activos del proceso de generación de energía para aportar confiabilidad operacional al Proceso de Cemento, con el mejor costo beneficio.

Alcance

Inicia con la planeación del mantenimiento, continua con su ejecución y finaliza con el aumento de la confiabilidad de los equipos.

Responsable

Jefe de Mantenimiento de Autogeneración



CARACTERIZACIÓN MACROPROCESO MANTENIMIENTO AUTOGENERACIÓN

Página. 2 de 5

Herramientas o recursos utilizados

Recursos tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación Programación(People Soft - Project) • Inteligencia de Negocios (Cognos - SQL Server) • Oficina (Access, Outlook, Office, Volo View) • Autocad
Recursos de infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Herramientas de monitoreo, de condición y mantenimiento predictivo. • Herramientas convencionales para mantenimiento • Herramientas específicas de cada equipo
Recursos Metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento Productivo Total - TPM • Análisis de causa Raíz • Análisis de Weibull • 5W1H (Que, Quien, Cuando, Donde , Por Que y Como) • Análisis de Pareto • Análisis de Criticidad • Análisis del Costo de Ciclo de Vida de los activos - LCC • Lluvia de Ideas • Diagrama de espina de pescado
Recursos humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Personal competente

Factores críticos del éxito

- Delimitación de las fronteras del macroproceso y del proceso en interacción con otras entidades internas y externas
- Mantener buen clima organizacional
- Comunicación y difusión al interior y exterior del macroproceso
- Adecuada definición y asignación de roles y responsabilidades
- Capacitación acorde a las necesidades del macroproceso
- Cambio de mentalidad de los operadores para que asuman su rol de operador mantenedor
- Definición oportuna de los requerimientos de disponibilidad de las unidades de generación

Indicadores de gestión

Ver ficha técnica de indicadores.

- Gasto absoluto de mantenimiento
- Tiempo Medio entre Fallas del sistema
- Porcentaje de Cumplimiento del Preventivo en breve y larga Frecuencia



CARACTERIZACIÓN MACROPROCESO MANTENIMIENTO AUTOGENERACIÓN

Página. 3 de 5

Anexos

Normas técnicas
Manuales de operación y mantenimiento de equipos

Lineamiento

Titulo y lineamiento	Norma	Autoriza	Supervisa	Aplica
Metodología Se debe aplicar el modelo de mantenimiento de TPM, basado en la planeación y confiabilidad al interior de la organización y crear una cultura y estructura acorde para mejorar el desempeño del proceso y asegurar la confiabilidad operacional	Gerente Energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de Mantenimiento de Autogeneración	Todo el personal de Autogeneración
Indicadores El desempeño de todos los procesos debe ser medido a través de indicadores de gestión para permitir su mejora continua	Gerente Energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de Mantenimiento de Autogeneración	Todo el personal de Autogeneración
Mejoramiento Continuo El mejoramiento continuo del proceso mantenimiento debe ser realizado atendiendo a las mejores prácticas para garantizar la mejora de los indicadores de gestión y alcanzar las metas definidas por la organización	Gerente Energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de Mantenimiento de Autogeneración	Todo el personal de Autogeneración



Reglas de negocio

Regla de negocio

Responsable de aplicación

Reportes de Mantenimiento

Se tiene una estructura que identifica el estado de los costos Vs. la provisión de mantenimiento

Jefe de Mantenimiento de Autogeneración

Ejecución de mantenimiento preventivo

Se garantiza que el mantenimiento preventivo se ejecuta en las fechas programadas

Jefe de Mantenimiento de Autogeneración

Anexo 2 Proceso adaptado de planeación de mantenimiento de
autogeneración



CARACTERIZACIÓN

Página 1 de 16

Macroproceso: Energía	Fecha creación: 20 de Marzo de 2007
Proceso/subproceso: PR Mantenimiento Autogeneración / SP Planeación de Mantenimiento	Fecha aprobación:
Revisado por: Jefes de Mantenimiento Autogeneración	Aprobado por: Gerente de Energía
Código:	Versión: 001

Objetivos

Elaborar planes de mantenimiento, para maximizar sus recursos y la relación costo beneficio contribuyendo a la confiabilidad del proceso de autogeneración de energía, acorde con los lineamientos, necesidades y estrategias del negocio

Alcance

Inicia con el análisis de los requerimientos y finaliza con la generación de planes

Responsable

Jefe de Mantenimiento de Autogeneración

Herramientas o recursos utilizados

Recursos tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación y programación (Project, ERP) • Oficina (Office, Outlook, Internet, Voloview) • Diseño y actualización de planos asistido por computador (Autocad)
Recursos de infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica
Recursos humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Personal competente
Recursos metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento Productivo Total - TPM • Análisis de causa Raíz • Análisis de Weibull • 5W1H (Que, Quien, Cuando, Donde , Por Que y Como) • Análisis de Pareto • Análisis de Criticidad • Análisis del Costo de Ciclo de Vida de los activos - LCC • Lluvia de Ideas • Diagrama de espina de pescado

Factores críticos del éxito

- Calidad de la información suministrada para las actualizaciones.
- Correcta retroalimentación de la información de las fechas de cierre de las órdenes de trabajo y boletines de mantenimiento preventivo
- Facilidades para realizar las Visitas Técnicas
- Control sistematizado de la información técnica. Todos los planos deben estar digitalizados.
- Los programas de mantenimiento deberán cumplir con lo planeado.
- Agilidad en la creación de los activos y de los ítems de repuestos
- Tener claros los criterios para definir las prioridades. Y que la herramienta soporte dichos criterios.
- Los montos y la ruta de aprobación deben estar bien definidos
- Todas las órdenes deben estar previamente valorizadas. Los planes de autogeneración y Mantenimiento deben estar actualizados.
- Difundir los planes de mantenimiento a tiempo. Que las modificaciones se realicen el día de la validación
- Integridad de los datos, sistema disponible. Actualización de los planes de mantenimiento preventivo, predictivo e inspección.
- Cierre oportuno de las órdenes de trabajo

Indicadores de gestión

- [Ver Ficha Técnica de Indicadores](#)

Anexos

- [Anexo 1. Código laboral](#)
- [Anexo 2. Listado de entradas por actividad del proceso Planeación](#)
- [Anexo 3. Listado de salidas por actividad del proceso Planeación](#)

Lineamientos

Título y lineamiento	Norma	Autoriza	Supervisa	Aplica
<p>Proveedores de servicios</p> <p>Se debe cumplir con el procedimiento de selección de proveedores establecido por mantenimiento, para garantizar una selección adecuada de los mismos.</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Gerente de Energía	Jefe de Mantenimiento Autogeneración
<p>Información técnica</p> <p>La información de los activos mantenibles debe estar centralizada, organizada, actualizada y accesible para facilitar la función de planeación</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de Mantenimiento Autogeneración	Todo el personal de autogeneración
<p>Estrategias de planeación</p> <p>Las estrategias de mantenimiento definidas deben estar alineadas con las directrices del grupo para aportar al cumplimiento de los objetivos del grupo y sus empresas asociadas</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Gerente de Energía	Jefe de Mantenimiento Autogeneración
<p>Plan general de mantenimiento</p> <p>Se debe comunicar y difundir al interior de la compañía para conocer y aplicar el plan general de mantenimiento</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Gerente de Energía	Jefe de Mantenimiento Autogeneración

<p>Control del gasto</p> <p>El control del gasto debe estar alineado con la disponibilidad y la confiabilidad operacional del proceso para dar cumplimiento a las metas propuestas al SP Mantenimiento autogeneración</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Gerente de Energía	Jefe de Mantenimiento Autogeneración
<p>Planeación de la orden de trabajo</p> <p>No se debe iniciar la planeación de órdenes de trabajo bajo supuestos para evitar reproceso</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de Mantenimiento Autogeneración	Todo el personal de autogeneración
<p>Normas de seguridad</p> <p>Toda orden planeada debe incluir las normas de seguridad a cumplir en la ejecución para garantizar la seguridad del personal</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de Mantenimiento Autogeneración	Todo el personal de autogeneración
<p>Ejecución presupuestal</p> <p>Se debe llevar continuamente el control de la ejecución presupuestal asignada para dar cumplimiento a las metas propuestas del subproceso</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de Mantenimiento Autogeneración	Todo el personal de autogeneración

<p>Control de la Provisión</p> <p>Se debe llevar continuamente el control de la provisión para garantizar uniformidad en el costo de mantenimiento de autogeneración durante todo el año</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Gerente de Energía	Jefe de Mantenimiento Autogeneración
---	--------------------	--------------------------	--------------------	--------------------------------------

Reglas de negocio	Responsable de aplicación
Regla de negocio	
<p>Plan general de mantenimiento</p> <p>El plan a largo plazo (3 a 5 años – planta hidráulica y térmica a gas) y (7 a 12 años – planta térmica a carbón) de mantenimiento se revisa anualmente</p>	Jefe de Mantenimiento Autogeneración
<p>Plan mediano plazo de mantenimiento</p> <p>El plan de mediano plazo (1 año) de mantenimiento se revisa mensualmente</p>	Jefe de Mantenimiento Autogeneración
<p>Aprobación de la orden de trabajo</p> <p>Toda orden de trabajo se aprueba por monto en salarios mínimos mensuales legales vigentes y con ellas sus documentos asociados, dicha aprobación se valida contra presupuesto a nivel de subsistema.</p>	Gerente de Energía

<p>Aprobación de la orden de trabajo por fuera de presupuesto</p> <p>Las aprobaciones que excedan el presupuesto se hacen hasta un monto por la gerencia de Energía (45 – 100) y seguidamente por vicepresidencia.</p>	<p>Gerente de Energía</p>
<p>Programas semanales</p> <p>Los programas semanales de mantenimiento se definen con proyección a dos semanas; la primera en firme y la segunda tentativa.</p>	<p>Jefe de Mantenimiento Autogeneración</p>
<p>Validación de programas</p> <p>Se realiza como mínimo una reunión semanal de validación de programa</p>	<p>Jefe de Mantenimiento Autogeneración Jefe de Autogeneración</p>
<p>Gamas de mantenimiento / Programas de mantenimiento</p> <p>Las órdenes de trabajo generadas automáticamente en la herramienta (ERP) que proviene de gamas de mantenimiento no requieren aprobación</p>	<p>Jefe de Mantenimiento Autogeneración</p>
<p>Recepción de repuestos</p> <p>Jefe de Mantenimiento Autogeneración son los responsables de la aceptación técnica de las piezas de fabricación especial.</p>	<p>Jefe de Mantenimiento Autogeneración</p>
<p>Materiales comprometidos</p> <p>Los materiales comprometidos sólo se utilizan para la orden de trabajo para la cual fueron requeridos. En caso de una avería se “negocia” la utilización del material con la persona quien elaboró el compromiso, se aplica la misma regla de negocio para interacciones entre plantas generadoras.</p>	<p>Jefe de Mantenimiento Autogeneración</p>



<p>Orden de trabajo Todo trabajo tiene asociada una OT, incluyendo las averías, daños menores, etc.</p>	<p>Jefe de Mantenimiento Autogeneración</p>
<p>Consumibles En las reparaciones mayores se incluye en las órdenes de trabajo los consumibles</p>	<p>Jefe de Mantenimiento Autogeneración</p>
<p>Medidores La actualización de los datos de los medidores (horómetros, cuenta kilómetros, etc.) en ERP se hace diariamente para el equipo principal de planta de generación.</p>	<p>Operador de planta</p>
<p>Aplazamiento de planes de mantenimiento El aplazamiento de todo plan de Mantenimiento se valida entre el Gerente de energía, Jefe de Autogeneración y Jefe de Mantenimiento autogeneración</p>	<p>Gerente de energía Jefe de Autogeneración Jefe de Mantenimiento autogeneración</p>
<p>Requisitos de Seguridad - Salud Ocupacional Se identifican, califican y corrigen todos los riesgos relacionados con la operación del subproceso.</p>	<p>Jefe de Mantenimiento autogeneración</p>

**ANEXO 2.
LISTADO DE ENTRADAS POR ACTIVIDAD DEL PROCESO PLANEACIÓN**

Actividad	Elaborar plan de largo plazo de mantenimiento
Proveedor	Entrada
Centro Técnico	Directrices estratégicas
Jurídico	Cumplimiento de requisitos legales
MA Financiero / PR Planeación Financiera / SP Elaboración de planes financieros	Plan financiero a largo plazo

Actividad	Elaborar Plan de mantenimiento a mediano y corto Plazo
Proveedor	Entrada
Gestión Estratégica	Estrategias y planes de acción para cada compañía
MA Compras / PR Compra de Activos, equipos, insumos y repuestos	Cotizaciones
MA Compras / PR Compra de activos, equipos, insumos y repuestos	Informe de órdenes pendientes
MA Compras / PR Compra de Activos, equipos, insumos y repuestos	Reportes de gestión
MA Compras / PR Compra de servicios	Cotizaciones
MA Compras / PR Compra de servicios	Informe de órdenes pendientes
MA Compras / PR Compra de servicios	Reportes de gestión
MA Financiero / PR Contabilidad / SP Ejecución contable	Estados financieros e informes
MA Financiero / PR Planeación Financiera / SP Elaboración de planes financieros	Plan financiero a mediano plazo
MA Financiero / PR Presupuesto / SP Elaboración del Presupuesto	Objetivos y planes de acción

MA Financiero / PR Presupuesto / SP Elaboración del Presupuesto	Políticas presupuestales
MA Financiero / PR Presupuesto / SP Elaboración del Presupuesto	Presupuesto elaborado y aprobado
MA Financiero / PR Presupuesto / SP Evaluación y control del presupuesto	Evaluación financiera de la ejecución presupuestal
MA Financiero / PR Administración de proyectos / SP Planeación de proyectos	Concepto de viabilidad técnica y económica
MA Inventarios / PR Despacho	Reporte de agotados
MA Inventarios / PR Recepción	Reporte aviso llegada de mercancía
MA Inventarios / PR Recepción	Aviso manual de llegada de mercancía
MA Producción Cemento / PR Planeación de la producción	Plan de producción
MA Producción Cemento / PR Producir/ SP Todos	Informes de Producción
MA Gestión Ambiental / PR Autogeneración de energía eléctrica	Informe de Generación
Jurídico	Entrega y difusión de información legal
MA Gestión Talento Humano/ PR Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	Programa de actividades
MA Gestión Talento Humano/ PR Seguridad Industrial y Salud Ocupacional/ SP Prevención de accidentes de trabajo/ PD Inspecciones de Seguridad	Plan de acción de mejoras de condiciones de seguridad

Actividad

Realizar la planeación de la orden de trabajo

Proveedor

Entrada

MA Calidad de producto Cemento / PR Medición y seguimiento de la calidad

Órdenes de trabajo.

MA Mantenimiento / PR Ejecución

Nuevas órdenes de trabajo

MA Mantenimiento / PR Ejecución	Requerimiento de materiales y mano de obra
MA Mantenimiento / PR Ejecución	Órdenes de trabajo con requerimientos de planeación
MA Mantenimiento / PR Ejecución	Órdenes de trabajo de reparación o fabricación
MA Mantenimiento / PR Ejecución	Solicitud evaluada técnicamente
MA Producción Cemento / PR Aseguramiento de Materias Primas / SP Todos	Órdenes de trabajo
MA Producción Cemento / PR Producir / SP Todos	Órdenes de trabajo

Actividad

Elaborar planes de reparaciones mayores

Proveedor	Entrada
Centro Técnico Argos	Informes de producción
MA Mantenimiento / PR Confiabilidad	Propuestas de mejora
MA Mantenimiento / PR Ejecución	Órdenes de trabajo de reparación o fabricación
MA Mantenimiento / PR Ejecución	Propuestas de mejora
MA Producción Cemento / PR Producir/ SP Programación de la producción	Planes de reparaciones mayores

Actividad

Actualizar y gestionar la información del proceso de Planeación

Proveedor	Entrada
MA Compras / PR Administración de proveedores	Formato de evaluación de desempeño a proveedores existentes
MA Compras / PR Administración de proveedores	Formato de evaluación de proveedores potenciales
MA Financiero / PR Activos fijos	Formato para la creación de activos fijos- inversiones – intangibles diferidos y otros activos.
MA Financiero / PR Activos fijos / PR	Activos creados en el maestro de activos

Creación de activos fijos en el maestro de activos fijos	
MA Financiero / PR Activos fijos	Formato de retiro de activos fijos inversiones – intangibles diferidos y otros activos.
MA Financiero / PR Activos fijos	Formato para traslados y prestamos de activos fijos inversiones – intangibles diferidos y otros activos.
MA Financiero / PR Activos fijos / PD División de activos fijos	Actualización del maestro de activos
MA Financiero / PR Activos fijos / PD Creación de placas para activos fijos	Placa con número del activo fijo
MA Financiero / PR Presupuesto / SP Elaboración del Presupuesto	Modelos a diligenciar para elaborar presupuesto
MA Financiero / PR Administración de proyectos / SP Planeación de proyectos	Concepto de viabilidad técnica y económica
MA Inventarios / PR Administrador del Maestro	Maestro de inventario actualizados
MA Compras / PR Administración de proveedores	Maestro de proveedores evaluados
MA Mantenimiento / PR Confiabilidad	Análisis funcional y de criticidad de los activos, análisis de operaciones de los activos
MA Mantenimiento / PR Confiabilidad	Matriz de definición de la estrategia de mantenimiento por activo
MA Mantenimiento / PR Ejecución	Listado de partes y bases de datos de inventarios actualizados
MA Producción Concreto / PR Ingeniería de Proyectos	Notificación de traslado de activos
MA Gestión Talento Humano/ PR Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	Documento trimestral con análisis de la gestión en S&SO
MA Gestión Talento Humano/ PR Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	Informe de seguimiento, mensual.

**ANEXO 3.
LISTADO DE SALIDAS POR ACTIVIDAD DEL PROCESO PLANEACIÓN**

Actividad	Elaborar Plan de mantenimiento a mediano y corto Plazo
Salida	Cliente
Presupuesto proyectado	Gestión Estratégica
Plan mensual y semanal	MA Distribución / PR Planeación
Disponibilidad de equipos flota propia	MA Distribución / PR Programación
Modelo diligenciado para elaborar el presupuesto	MA Financiero / PR Presupuestos / SP Elaboración del Presupuesto
Planes de Mantenimiento	MA Inventarios / PR Despacho
Plan semanal de mantenimiento	MA Inventarios / PR Almacenamiento / PD Reposición de inventarios
Necesidades de insumos y repuestos derivadas del plan de mantenimiento, el plan de producción y el programa de producción	MA Inventarios / PR Planeación
Planes de Mantenimiento	MA Mantenimiento / PR Confiabilidad
Planes de Mantenimiento	MA Mantenimiento / PR Ejecución
Plan mensual y semanal	MA Mantenimiento / PR Ejecución
Plan de mantenimiento de los activos mantenibles	MA Mantenimiento / PR Ejecución
Programa diario actualizado	MA Mantenimiento / PR Ejecución
Planes de Mantenimiento	MA Producción Cemento / PR Aseguramiento de Materias Primas / SP Planeamiento minero
Planes de Mantenimiento	MA Producción Cemento / PR Planeación de la producción
Plan mensual y semanal de mantenimiento	MA Producción Cemento / PR Producir / SP Todos
Programa de Mantenimiento de remolcadores, botes y barcas	MA Distribución(Logística Internacional) / PR programación de transporte marítimo
Actividad	Realizar la planeación de la orden de trabajo

Salida	Cliente
Formato de Retiro de Activos Fijos diligenciado	MA Financiero / PR Activos fijos
Formato de Transferencia y Prestamos de Activos Fijos diligenciado	MA Financiero / PR Activos fijos
Formato de División de Activos Fijos diligenciado	MA Financiero / PR Activos fijos
Facturas, notas de aceptación y otros documentos de recepción revisados	MA Financiero / PR Cuentas por pagar / SP Generación de cuentas por pagar por compra de bienes y/o servicios
Insumos, suministros y repuestos (Reintegro)	MA Inventarios / PR Almacenamiento
Orden de solicitud de materiales	MA Inventarios / PR Despachos
Orden de trabajo /Orden de consumo	MA Inventarios / PR Despacho
Orden de trabajo planeada, a la cual se le liberan los recursos	MA Mantenimiento / PR Ejecución
Órdenes de trabajo aprobadas técnicamente	MA Mantenimiento / PR Ejecución

Actividad

Elaborar planes de reparaciones mayores

Salida	Cliente
Plan de reparaciones mayores	Gestión estratégica
Plan de requerimientos especiales	MA Compras / PR Planeación de las compras
Plan anual de requerimientos	MA Compras / PR Planeación de las compras
Información externa/ Interna según el proyecto	MA Financiero / PR Administración de proyectos / SP Planeación de proyectos.
Información detallada del cliente interno	MA Financiero / PR Planeación financiera / SP Elaboración de planes financieros
Plan de reparaciones mayores	MA Mantenimiento / PR Ejecución
Plan de reparaciones mayores	MA Producción Cemento / PR Producir / SP todos

Actividad

Actualizar y gestionar la información del proceso de Planeación

Salida	Cliente
Estrategias y planes de acción, panorama de riesgos, plan de capacitación	Gestión estratégica
Gamas de Mantenimiento	MA Calidad de producto Cemento / PR Medición y seguimiento de la calidad
Evaluación de proveedores potenciales	MA Compras / PR Administración de proveedores
Orden de requisición aprobadas	MA Compras / PR Compra de activos, equipos insumos y repuestos
Orden de requisición aprobadas	MA Compras / PR Compras de servicios
Orden de requisición aprobada	MA Compras / PR Compra de Materia Prima
Reporte de procesos de medidas físicas para el control del riesgo	MA Financiero / PR Administración de riesgos
Requerimiento externo de modificación de póliza	MA Financiero / PR Administración de riesgos
Documentos que soporten la transacción	MA Financiero / PR Contabilidad / SP Ejecución contable
Información para la creación y demás operaciones relacionadas con Activos Fijos	MA Financiero / PR Contabilidad / PR Creación de placas para activos fijos
Necesidades contables y financieras de cada negocio	MA Financiero / PR Contabilidad / SP Gestión contable
Actualización de la información de activos mantenibles después de inventario físico	MA Financiero / PR Activos fijos
Modelos diligenciados para elaborar el presupuesto	MA Financiero / PR Presupuesto / SP Elaboración del Presupuesto
Informe de gestión del presupuesto	MA Financiero / PR Presupuesto / SP Evaluación y control del presupuesto
Certificación de conformidad para recepción	MA Inventarios / PR Recepción
Venta autorizada	MA Inventarios / PR Despacho

Solicitud de creación / Actualización de maestros	MA Inventarios / PR Administración del maestro de activos
Solicitud de baja de equipos y repuestos asociados	MA Inventarios / PR Almacenamiento
Formato de reclamo de calidad	MA Inventarios / PR Almacenamiento
Fichas técnicas y de seguridad, planos, catálogos, órdenes de servicio	MA Inventarios / PR Recepción
Planos, Listas de materiales, fichas técnicas	MA Mantenimiento / PR Ejecución
Matriz de permisos especiales Vs. activos	MA Mantenimiento / PR Ejecución
Gamas de Mantenimiento	MA Producción Cemento / PR Producir / SP Todos
Gamas de Mantenimiento	MA Producción Cemento / PR Aseguramiento de Materias primas / SP Prospección y exploración
Planos, Listas de materiales, fichas técnicas	Otras Compañías
Planos, Listas de materiales, fichas técnicas	Proveedores
Información para la creación del los indicadores	MA Gestión Talento Humano/ PR Seguridad Industrial y Salud Ocupacional
Identificación de riesgos por procesos	MA Gestión Talento Humano/ PR Seguridad Industrial y Salud Ocupacional/ SP Prevención de accidentes de trabajo/ SP Prevención de ausentismo

Anexo 3 Proceso adaptado de Ejecución de mantenimiento de
autogeneración



Macroproceso: Energía	Fecha creación:
Proceso/Subproceso: PR mantenimiento autogeneración / SP Ejecución	Fecha aprobación:
Revisado por: Jefe de mantenimiento autogeneración	Aprobado por: Gerente de Energía
Código:	Versión: 001

Objetivos

Coordinar y ejecutar los programas y requerimientos de mantenimiento para contribuir a la confiabilidad de los procesos productivos hacia la mejor relación costo beneficio.

Alcance

Inicia con la validación de los recursos asociados a la ejecución de planes, programas y requerimientos y finaliza con el cierre técnico de los trabajos ejecutados

Responsable

- Jefe de mantenimiento autogeneración

Herramientas o recursos utilizados

Recursos tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación y programación (Project, JDE) • Inteligencia de Negocios (Cognos, SQLServer) • Oficina (Office, Outlook, Internet, Voloview,) • Diseño y actualización de planos asistido por computador (Autocad) • Gestión documental para mantenimiento (SIABUC8) • Manejador de imágenes (LINK ONE) • Integrador del macroproceso de mantenimiento (PEOPLE SOFT) • Sistemas de control de procesos (EXAQUANTUM, Infoplus, Command data)
Recursos de infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Herramientas de monitoreo, de condición y mantenimiento predictivo. • Herramientas convencionales para mantenimiento • Herramientas específicas de cada equipo
Recursos metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo PHVA • Análisis causa raíz • 5W1H (Que, Quien, Cuando, Donde, Porque y Como) • Pareto

Factores críticos del éxito

- Efectiva comunicación entre autogeneración y Mantenimiento.
- Integridad de la base de datos de inventario.
- Definir prioridades de intervención a los equipos.
- Información oportuna de cambios en lista de materiales o repuestos.
- Personal competente.
- Calidad de la información.
- Aplicación de los procedimientos de urgencias.
- Cumplimiento de los planes de acción.
- Disponibilidad de la herramienta informática.
- El análisis de la anomalía debe ser participativo.
- Respuesta rápida de compras a los requerimientos hechos.

Indicadores de gestión



- [Ver Ficha Técnica de Indicadores](#)

Anexos

- Anexo 1. Código laboral
- Anexo 2. Listado de entradas por actividad del subproceso Ejecución
- Anexo 3. Listado de salidas por actividad del subproceso Ejecución

Lineamientos

Título y lineamiento	Norma	Autoriza	Supervisa	Aplica
<p>Intervención de activos</p> <p>Todo mantenimiento de un activo de un proceso se debe realizar bajo el conocimiento del responsable del proceso para garantizar la ejecución</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de mantenimiento autogeneración	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de mantenimiento autogeneración • Supervisor de Mantenimiento
<p>Correctivo de prioridad alta</p> <p>Todo evento que involucre riesgo inminente para las personas, medio ambiente, interrupción del proceso productivo o reducción acelerada de la vida útil del activo debe ser atendido inmediatamente para prevenir que se genere una avería y debe tener asociada una OT garantizando la documentación de las actividades realizadas. La definición de esta prioridad debe obtenerse consultando el análisis de criticidad de los activos.</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de mantenimiento autogeneración	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de mantenimiento autogeneración • Supervisor de Mantenimiento • Técnico de Mantenimiento • Tecnólogos de autogeneración
<p>Permisos de seguridad</p> <p>Sólo se deben realizar labores de mantenimiento con previo análisis, evaluación y control de los riesgos para garantizar la seguridad del personal</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de mantenimiento autogeneración	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento • Profesional de Mantenimiento • Técnico de Mantenimiento

<p>Reintegro de materiales</p> <p>Se debe hacer el reintegro a inventarios de materiales y repuestos no utilizados en la intervención para realizar un adecuado uso y optimización de los recursos</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de mantenimiento autogeneración	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisor de Mantenimiento
<p>Reintegro de equipos y repuestos</p> <p>Todo equipo y repuesto reparado debe estar confiable para ser ingresado a bodega de inventario.</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de mantenimiento autogeneración	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisor de Mantenimiento •
<p>Lista de partes</p> <p>Toda modificación debe tener un análisis y una justificación para actualizar el listado de partes y planos</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de mantenimiento autogeneración	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento autogeneración • Supervisor de Mantenimiento
<p>Retroalimentación</p> <p>Se debe retroalimentar a planeación sobre las variaciones de los trabajos con respecto a lo planeado para realizar cambios en caso de ser necesarios.</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de mantenimiento autogeneración	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento autogeneración • Supervisor de Mantenimiento

<p>Entrega de equipos</p> <p>El equipo se debe entregar en condición operativa y segura para garantizar la confiabilidad de los trabajos realizados</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de mantenimiento autogeneración	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisor de Mantenimiento
<p>Protocolos de entrega</p> <p>Los protocolos de entrega de reparaciones mayores deben ser validados antes de la puesta en servicio del equipo para garantizar el buen funcionamiento del mismo.</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de mantenimiento autogeneración	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisor de Mantenimiento
<p>Equipos nuevos</p> <p>Todo sistema, equipo o herramienta nuevos deben contemplar una capacitación previa al personal para garantizar la buena operación del equipo.</p>	Gerente de Energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de mantenimiento autogeneración	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisor de Mantenimiento

Regla de negocio	Responsable de aplicación
<p>Reuniones de coordinación de programas de trabajo</p> <p>Se realizan reuniones de coordinación diarias de los programas de trabajo y una reunión semanal con el Jefe de Autogeneración.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento autogeneración • Jefe de autogeneración • Supervisor de mantenimiento
<p>Programa diario</p> <p>Las modificaciones de los planes diarios se acuerdan entre Mantenimiento y Producción; en caso de no llegar a acuerdos, estas se definen por las direcciones de ambas áreas para facilitar la elaboración de los planes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento autogeneración • Jefe de autogeneración • Supervisor de mantenimiento
<p>Cierre técnico</p> <p>El cierre técnico de las ordenes de trabajo se realiza máximo un día hábil después de ejecutado los trabajos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento autogeneración • Jefe de autogeneración • Supervisor de mantenimiento
<p>Inclusión de repuestos en OT</p> <p>En una orden de trabajo aprobada las salidas adicionales se manejan mediante el uso de ordenes de trabajo vale vinculada de la OT original y se aprueba por monto</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento autogeneración • Supervisor de mantenimiento
<p>Límite trabajo de mantenimiento</p> <p>El trabajo de mantenimiento termina cuando se entrega el equipo disponible a producción y el área de trabajo asociada al equipo en condiciones seguras.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento autogeneración • Jefe de autogeneración • Supervisor de mantenimiento
<p>Generación de órdenes de trabajo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento autogeneración • Jefe de autogeneración

<p>Todo trabajo tiene asociada una OT, incluyendo las averías, daños menores, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisor de mantenimiento
<p>Consumibles Los consumibles se retiran mediante OT vale vinculada de la OT original.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento autogeneración • Jefe de autogeneración (Lubricantes y trabajo en turno fuera del ordinario) • Supervisor de mantenimiento
<p>Trámite de compra urgente Todo tramite para solicitud urgente a compra, previa a su ejecución, es aprobado por el responsable de mantenimiento del proceso respectivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento autogeneración • Supervisor de mantenimiento
<p>Permisos de seguridad A todo trabajo se le aplica el permiso de seguridad respectivo según la matriz de definición de permisos asociados a cada activo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento autogeneración • Jefe de autogeneración • Supervisor de mantenimiento
<p>Requisitos de Seguridad - Salud Ocupacional Se identifican, califican y corrigen todos los riesgos relacionados con la operación del macroproceso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento autogeneración

**ANEXO 2
LISTADO DE ENTRADAS POR ACTIVIDAD DEL PROCESO EJECUCIÓN**

Actividad	Ejecutar programas de mantenimiento
Proveedor	Entrada
MA Financiero / PR Presupuesto / SP Elaboración del Presupuesto	Presupuesto elaborado y aprobado
MA Inventarios / PR Despachos	Insumos, suministros y repuestos
MA Compras / PR Compra de servicios	Materias primas, activos, equipos, insumos, repuestos y servicio
MA Compras / PR Compra de Activos, equipos, insumos y repuestos	Materias primas, activos, equipos, insumos, repuestos y servicio
MA Compras / PR Compra de materia prima	Materias primas, activos, equipos, insumos, repuestos y servicio
PR Mantenimiento / SP Planeación	Orden de trabajo aprobada técnicamente
PR Mantenimiento / SP Planeación	Orden de trabajo planeada, a la cual se le liberan recursos
PR Mantenimiento / SP Planeación	Avance del programa
PR Mantenimiento / SP Planeación	Informe de seguimiento a reparaciones y fabricaciones
MA Producción Cemento / PR Producir / SP Todos	Reporte de paros y sus causas*
MA Gestión Talento Humano/ PR Seguridad industrial y Salud Ocupacional/ SP Prevención de Accidentes de Trabajo/ PD Inspecciones de Seguridad	Registro de condiciones de riesgo identificadas y registro fotográfico

**ANEXO 3.
LISTADO DE SALIDAS POR ACTIVIDAD DEL PROCESO EJECUCIÓN**
Actividad Ejecutar reparaciones mayores

Salida	Cliente
Información externa/ Interna según el proyecto	MA Financiero / PR Administración de proyectos / SP Planeación de proyectos.
Información detallada del cliente interno	MA Financiero / PR Planeación financiera / SP Elaboración de planes financieros

Actividad Ejecutar programas de mantenimiento

Salida	Cliente
Planes realizados a satisfacción	PR Mantenimiento / SP Confiabilidad
Solicitud de reintegros	MA Inventarios/ PR Almacenamiento
Reporte de paros y sus causas*	MA Producción Cemento / PR Producir / SP Todos

Actividad Definir en conjunto con seguridad industrial los Permisos especiales a aplicar por activo

Salida	Cliente
Informe de Inspecciones de seguridad	MA Gestión Talento Humano/ PR Seguridad Industrial y Salud Ocupacional
Identificación de riesgos por procesos	MA Gestión Talento Humano/ PR Seguridad Industrial y Salud Ocupacional/ SP Prevención de accidentes de trabajo/ SP Prevención de ausentismo
Formato diligenciado de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (Permisos)	MA Gestión Talento Humano/ PR Seguridad Industrial y Salud Ocupacional/ SP Prevención de accidentes de

especiales)	trabajo/ PD Permisos especiales
-------------	---------------------------------

Actividad Gestionar con los cubos de inteligencia de negocio la información del proceso de Ejecución

Salida	Cliente
Facturas, notas de aceptación y otros documentos de recepción revisados	MA Financiero / PR Cuentas por pagar / SP Generación de cuentas por pagar por compra de bienes y/o servicios
Modelos diligenciados para elaborar el presupuesto	MA Financiero / PR Presupuesto / SP Elaboración del Presupuesto
Reporte de procesos de medidas físicas para el control del riesgo	MA Financiero / PR Administración de riesgos
Informes de KPI's	MA Producción Cemento / PR Planeación de la producción / PR Producir / SP Programación de la producción

Actividad Crear y evaluar nuevas solicitudes de trabajo

Salida	Cliente
Solicitud evaluada técnicamente	PR Mantenimiento / SR Planeación
Listado de partes y bases de datos de inventarios actualizados.	PR Mantenimiento / SR Planeación
Nuevas OT's y requerimientos de materiales y mano de obra	PR Mantenimiento / SR Planeación

Actividad Realizar el cierre técnico de las ordenes de Trabajo

Salida	Cliente
--------	---------

Documentos que soporten la transacción	MA Financiero / PR Contabilidad / SP Ejecución contable
Registro contable	MA Financiero / PR Contabilidad / SP Ejecución contable
Informe de análisis de integridades	MA Financiero / PR Contabilidad / SP Ejecución contable
Instrucción ó hecho generador de la provisión	MA Financiero / PR Contabilidad / SP Ejecución contable
Notificación de cierre	MA Financiero / PR Contabilidad / SP Ejecución contable
Reporte de un incidente ó siniestro	MA Financiero / PR Administración de riesgos
Solicitud de reintegros	MA Inventarios / PR Almacenamiento
Órdenes cerradas técnicamente. Hoja de vida de los activos actualizada.	PR Mantenimiento/ SP Confiabilidad
Formato diligenciado para el reporte de accidentes/incidentes de trabajo	MA Gestión Talento Humano/ PR Seguridad Industrial y Salud Ocupacional/ SP Prevención de accidentes de trabajo / PD Reporte e investigación de accidentes e incidentes de trabajo
Información para la creación de los indicadores	MA Gestión Talento Humano/ PR Seguridad Industrial y Salud Ocupacional
Informe de ejecución de órdenes de seguridad	MA Gestión Talento Humano/ PR Seguridad Industrial y Salud Ocupacional/ SP Prevención de accidentes de trabajo / PD Permisos especiales

Anexo 4 Proceso adaptado de Confiabilidad



CARACTERIZACIÓN

Página 1 de 10

Macroproceso: Energía	Fecha creación:
Proceso/subproceso: PR mantenimiento / SP Confiabilidad	Fecha aprobación:
Revisado por: Jefe de mantenimiento	Aprobado por: Gerente de Energía
Código:	Versión: 001

Objetivos

Cerrar el ciclo de mantenimiento identificando todas las oportunidades de mejora del macro proceso en función de la criticidad de los activos y de la efectividad del mantenimiento, para optimizar la confiabilidad de los activos

Alcance

Inicia con el análisis de información y finaliza con la elaboración y seguimiento de planes de acción para lograr un mejoramiento continuo de los procesos.

Responsable

- Vicepresidente Técnico y de operaciones

Herramientas o recursos utilizados

Recursos tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación y programación (Project) • Inteligencia de Negocios (Cognos, SQLServer) • Oficina (Office, Outlook, Internet, Voloview,) • Diseño y actualización de planos asistido por computador (Autocad) • Integrador del macroproceso de mantenimiento (PEOPLE SOFT) • Sistemas de control de procesos (EXAQUANTUM, Infoplus, Command data)
Recursos de infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo y análisis de condiciones (vibración, temperatura, presión, velocidad) • Herramientas y equipos de instrumentación
Recursos metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo PHVA • Análisis causa raíz • 5W1H (Que, Quien, Cuando, Donde, Porque y Como) • Pareto

Factores críticos del éxito

- Disponibilidad de la información, Confiabilidad del sistema, Base de datos actualizada.
- Existencia de la siguiente información: Datos del fabricante, Historia del equipo, criticidad funcionalidad y modos de falla del equipo. Conocimiento y aplicación de las diferentes clases de mantenimiento: Correctivo, Preventivo, Predictivo e Inspección
- Información clara y oportuna (Sistema ERP, Bitácoras e Informes en red) de las anomalías y averías para el análisis causa-raíz. Las personas involucradas en el análisis deben participar activamente. - Cierre técnico completo de las OTS
- La calidad de la información en las órdenes de trabajo.
- Disponibilidad de un sistema informático para el análisis estructurado de los modos de falla. Contar con software estadístico
- Calidad de la información ingresada al sistema. Capacitación adecuada para determinar los modos de falla

Indicadores de gestión



- Ver Ficha Técnica de Indicadores



Anexos

- Anexo 1. Código laboral
- Anexo 2. Listado de entradas por actividad del proceso Confiabilidad
- Anexo 3. Listado de salidas por actividad del proceso Confiabilidad

Lineamientos

Título y lineamiento	Norma	Autoriza	Supervisa	Aplica
<p>La estrategia de mantenimiento por activo</p> <p>Las estrategias de mantenimiento a aplicar a todos los activos mantenibles, deben estar basados en el estudio de criticidad, modos de falla y soportados en las últimas tecnologías de mantenimiento para proteger y preservar de falla los equipos objeto de Mantenimiento.</p>	Gerente de energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de mantenimiento autogeneración	Jefe de mantenimiento autogeneración
<p>Prioridad de los análisis</p> <p>Los análisis de seguimiento se deben hacer, teniendo como prelación, los equipos que por su importancia afecten directamente al proceso para identificar el impacto real de las recomendaciones dadas a ellas.</p>	Gerente de energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de mantenimiento autogeneración	Jefe de mantenimiento autogeneración
<p>Análisis de los activos</p> <p>Todo activo debe tener un análisis funcional y de criticidad para definir su importancia en el proceso.</p>	Gerente de energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de mantenimiento autogeneración	Jefe de mantenimiento autogeneración
<p>Informes causa - raíz</p> <p>Todos los informes, resultados de un análisis causa-raíz, deben quedar documentados para garantizar el mejoramiento continuo</p>	Gerente de energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de mantenimiento autogeneración	Jefe de mantenimiento autogeneración Jefe de autogeneración

<p>Análisis de falla</p> <p>Los análisis de los modos de falla deben ser integrales, es decir, teniendo en cuenta el proceso productivo y el mantenimiento para que estén orientados a obtener la mayor confiabilidad de los activos y productividad de los procesos.</p>	Gerente de energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de mantenimiento autogeneración	Jefe de mantenimiento autogeneración
<p>Actualización del árbol de conocimiento</p> <p>Se debe informar, a los integrantes de confiabilidad de todo el grupo, sobre las actualizaciones realizadas a la estructura del árbol del conocimiento para garantizar la integridad en la base de datos</p>	Gerente de energía	Vicepresidente Ambiental	Jefe de mantenimiento autogeneración	Jefe de mantenimiento autogeneración

Reglas de negocio

Regla de negocio	Responsable de aplicación
<p>Análisis costo-beneficio</p> <p>Todo plan de acción y/o recomendación contiene un análisis costo beneficio</p>	Jefe de mantenimiento autogeneración
<p>Análisis de los activos</p> <p>Los análisis de criticidad de los equipos se hacen teniendo en cuenta las últimas metodologías para realizar dichos análisis</p>	Jefe de mantenimiento autogeneración



Actualización del árbol de conocimiento Antes de ingresar nueva información al sistema, se valida con un grupo interdisciplinario.	Jefe de mantenimiento autogeneración
Documentar Se documentan y difunden todos los análisis y resultados obtenidos.	Jefe de mantenimiento autogeneración

ANEXO 2. LISTADO DE ENTRADAS POR ACTIVIDAD DEL PROCESO CONFIABILIDAD

Actividad Planear las actividades de confiabilidad

Proveedor	Entrada
PR Mantenimiento autogeneración / SP Ejecución	Estructura de datos de la herramienta.
PR Mantenimiento autogeneración / SP Planeación	Planes de Mantenimiento
MA Gestión Talento Humano/ PR Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	Programa de actividades

Actividad Definir ciclo de vida de los activos

Proveedor	Entrada
PR Mantenimiento autogeneración / SP Ejecución	Análisis Causa - Raíz
PR Mantenimiento autogeneración / SP Planeación	Análisis Causa - Raíz
MA Producción Cemento / PR Producir / SP Todos	Reporte de paros y sus causas

Actividad Gestionar y actualizar la información del proceso de confiabilidad

Proveedor	Entrada
PR Mantenimiento autogeneración / SP Ejecución	Programa realizado a satisfacción
MA Financiero / PR Administración de proyectos / SP Ejecución de proyectos	Solicitud de creación de gammas



Actividad

Revisar y analizar estadísticas de información relacionada con la confiabilidad

Proveedor	Entrada
PR Mantenimiento autogeneración/ SP Ejecución	Órdenes cerradas técnicamente Hoja de vida de los activos actualizada
MA Gestión Talento Humano/ PR Seguridad Industrial y Salud Ocupacional/ SP prevención de accidentes de trabajo/ PD Inspecciones de Seguridad	Plan de acción de mejoras de condiciones de seguridad

ANEXO 3. LISTADO DE SALIDAS POR ACTIVIDAD DEL PROCESO CONFIABILIDAD

Actividad Definir estructura de información para los análisis de Confiabilidad

Salida	Cliente
Estructura de programas de Mantenimiento.	PR Mantenimiento autogeneración / SP Ejecución, SP Planeación
Estudios operativos y análisis de criticidad de activos	PR Mantenimiento autogeneración / PR Planeación
Programas de mantenimiento por activo	PR Mantenimiento autogeneración / SP Ejecución, SP Planeación
Árbol del conocimiento actualizado y planes de acción	PR Mantenimiento autogeneración / SP Ejecución, SP Planeación

Actividad Revisar y analizar estadísticas de información relacionada con la confiabilidad

Salida	Cliente
Informe de alertas y planes de acción.	PR Mantenimiento autogeneración / SP Ejecución, SP Planeación
Permisos para trabajos especiales	MA Producción Cemento / PR Producir / SP Todos????
Inventario de tareas de alto riesgo	MA Gestión Talento Humano/ PR Seguridad Industrial y Salud Ocupacional / SP Prevención de accidentes de trabajo

Actividad Mantener actualizado el análisis funcional y estudio de criticidad de los activos

Salida	Cliente
Base de datos actualizada de los análisis funcionales y de criticidad.	MA Mantenimiento autogeneración / SP Ejecución



CARACTERIZACIÓN

Página 10 de 10

Base de datos actualizada de los análisis funcionales y de criticidad.

MA Mantenimiento autogeneración / SP Planeación

Base de datos actualizada de los análisis funcionales y de criticidad.

Gerencia de energía