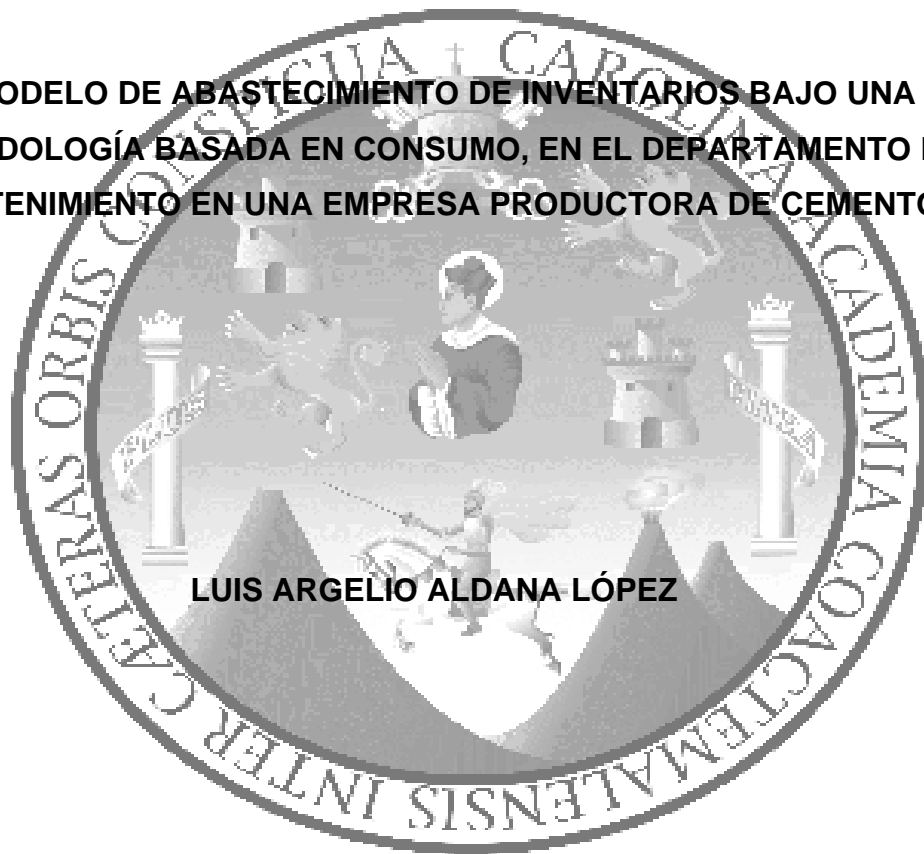


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**

**“MODELO DE ABASTECIMIENTO DE INVENTARIOS BAJO UNA  
METODOLOGÍA BASADA EN CONSUMO, EN EL DEPARTAMENTO DE  
MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CEMENTO”**



**LUIS ARGELIO ALDANA LÓPEZ**

**ADMINISTRADOR DE EMPRESAS**

**GUATEMALA, ABRIL DE 2011**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

**“MODELO DE ABASTECIMIENTO DE INVENTARIOS BAJO UNA  
METODOLOGÍA BASADA EN CONSUMO, EN EL DEPARTAMENTO DE  
MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CEMENTO”**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

POR

**LUIS ARGELIO ALDANA LÓPEZ**

PREVIO A CONFERIRSELE EL TÍTULO DE  
**ADMINISTRADOR DE EMPRESAS**  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
**LICENCIADO**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2011

**MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

DECANO:	Lic. José Rolando Secaida Morales
SECRETARIO:	Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
VOCAL PRIMERO:	Lic. Albaro Joel Girón Barahona
VOCAL SEGUNDO:	Lic. Mario Leonel Perdomo Salguero
VOCAL TERCERO:	Lic. Juan Antonio Gómez Monterroso
VOCAL CUARTO:	P.C. Edgar Arnoldo Quiche Chiyal
VOCAL QUINTO:	P.C. José Antonio Vielman

**EXAMINADORES DE ÁREAS PRÁCTICAS**

Matemática-Estadística	Lic. Axel Osberto Marroquín Reyes
Administración-Finanzas	Lic. Ariel Ubaldo De León Maldonado
Mercadotecnia-Operaciones	Licda. Friné Argentina Salazar Hernández

**JURADO QUE PRACTICÓ EL EXAMEN PRIVADO DE TESIS**

Presidenta:	Licda. Friné Argentina Salazar Hernández
Secretario:	Lic. Elder Rodolfo Valdez Duarte
Examinadora:	Licda. Marlenne Ivonne Bran García

Guatemala 21 de mayo de 2010

Licenciado  
José Rolando Secaída Morales  
Decano de la Facultad de Ciencias Económicas  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable licenciado:

En atención a mi designación, procedí a asesorar al estudiante **Luis Argelio Aldana López**, quien se identifica con número de carné **198815196**, en la elaboración de su tesis "**Modelo de abastecimiento de inventarios bajo una metodología basada en consumo, en el departamento de mantenimiento en una empresa productora de cemento**". El documento cumple con las normas y requisitos académicos necesarios exigidos por la facultad y constituye un aporte valioso para la carrera.

En función de lo anterior, recomiendo que se acepte el trabajo en mención para que el estudiante pueda sustentar el examen privado de tesis, previo a conferírsele el título de Administrador de Empresas en el grado de Licenciado.

Sin más que agregar y agradeciendo la atención prestada a la presente, me suscribo deseándole éxitos en sus actividades diarias.

Atentamente;

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**



**M.A. Lic. Vicente Freixas Pérez**  
Colegiado No. 7369



FACULTAD DE  
CIENCIAS ECONOMICAS

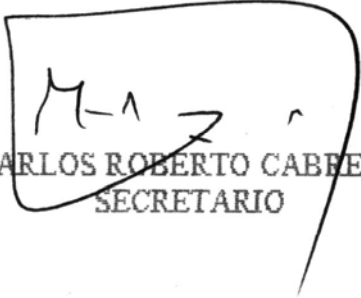
Edificio "S-8"  
Ciudad Universitaria, Zona 12  
Guatemala, Centroamérica

DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS. GUATEMALA,  
DOS DE MARZO DE DOS MIL ONCE.

Con base en el Punto CUARTO, inciso 4.3, subinciso 4.3.1 del Acta 4-2011 de la sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad el 21 de febrero de 2011, se conoció el Acta ADMINISTRACIÓN 142-2010 de aprobación del Examen Privado de Tesis, de fecha 27 de octubre de 2010 y el trabajo de Tesis denominado: "MODELO DE ABASTECIMIENTO DE INVENTARIOS BAJO UNA METODOLOGÍA BASADA EN CONSUMO, EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CEMENTO", que para su graduación profesional presentó el estudiante LUIS ARGELIO ALDANA LÓPEZ, autorizándose su impresión.

Atentamente,

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**

  
LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES  
SECRETARIO



  
LIC. JOSE ROLANDO SECAIDA MORALES  
DECANO



Smp.

**Acto que dedico a**

- Dios:** Por acompañarme, ser la luz en el camino de mi vida y compartir conmigo su sabiduría.
- Mis padres:** Que con amor y disciplina guiaron mis pasos para el logro de mis metas.
- Mis hermanos:** Por su amor y acompañarme en cada etapa de mi vida.
- Mi familia:** Que con su amor y paciencia me impulsaron a seguir mis metas.
- Todos mis amigos:** Especialmente a Eddy, Rosi, Oseas, Ruth, Álvaro, Edwin, por ser mis compañeros de sacrificios, pero también de alegrías y éxitos.
- Docentes y autoridades de la especialidad de Operaciones:** Por los conocimientos y apoyo que siempre me brindaron, a la Lic. Friné Salazar, y muy especialmente al licenciado y mi asesor Vicente Freixas, por ser más que un catedrático, un amigo.
- Mi centro de estudios:** Mi querida Universidad de San Carlos de Guatemala, con admiración, respeto y cariño, porque en ella he pasado una de las mejores etapas de mi vida.
- Compañeros de trabajo:** Especialmente a Adolfo Morales por su apoyo de siempre.
- Especial dedicatoria Letty Soberanis:** Por ser mi mejor ejemplo de fuerza, perseverancia, y hacer mejor mi vida con su presencia.

**“Cuando entre en tu corazón la sabiduría y sea dulce a tu alma la ciencia, velará sobre ti la prudencia y te preservará la inteligencia”**

## Índice

Introducción	i
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>MARCO TEÓRICO</b>	
1.1. Inventario	1
1.1.1. Control de inventarios	2
1.1.2. Niveles de inventario	2
1.2. Costos de los inventarios	2
1.2.1. Costo del producto	2
1.2.2. Costo de compra	3
1.2.3. Costo por vejez	3
1.2.4. Costo por unidad almacenada	3
1.2.5. Costo de oportunidad	4
1.2.6. Costo de mantenimiento	4
1.3. Abastecimiento de inventarios	4
1.3.1. Modelos de abastecimiento	4
1.3.1.1. Modelo con escasez planeada	5
1.3.1.2. Modelo de período fijo de reorden	5
1.3.1.3. Modelo tamaño económico lote producción	5
1.3.1.4. Modelo de lote económico a ordenar	6
1.3.1.5. Modelo clásico de la cantidad óptima	6
1.3.1.6. Modelo basado en consumos	6
1.3.2. Parámetros planificación de necesidades de inventarios	8
1.3.2.1. Inventario mínimo	9
1.3.2.2. Stock de seguridad	10
1.3.2.3. Punto de reorden	10
1.3.2.4. Lote óptimo de compra	11
1.3.2.5. Tiempo de entrega o suministro	11

1.3.2.6.	Inventario Máximo	12
1.3.2.7.	Tiempo de ciclo	13
1.3.2.8.	Demanda anual	13
1.4.	Mantenimiento	13
1.4.1.	Mantenimiento preventivo	13
1.4.2.	Mantenimiento correctivo	14
1.4.3.	Plan de mantenimiento	14
1.4.4.	Orden de mantenimiento	15
1.4.5.	Rutinas de inspección de mantenimiento	15
1.4.6.	Sistema computarizado para mantenimiento	15
1.4.6.1.	Sistema computarizado SAP	15
1.5.	Almacén de repuestos	17
1.5.1.	Repuesto	17
1.6.	Indicadores claves de desempeño	17
1.7.	Industria	21
1.7.1.	Industria del cemento	21
1.7.2.	Antecedentes industria del cemento en Guatemala	22

**CAPÍTULO II**  
**SITUACIÓN ACTUAL DEL**  
**ABASTECIMIENTO DE INVENTARIOS, EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**  
**EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CEMENTO**

2.1.	Metodología	24
2.2.	Unidad de análisis	25
2.2.1.	Antecedentes de la empresa	25
2.2.2.	Proceso elaboración del cemento	27
2.2.3.	Estructura organizacional	38
2.2.4.	Estructura departamento de mantenimiento	39
2.2.5.	Maquinaria y Equipo para mantenimiento	43



2.3	Planes de Mantenimiento	43
2.3.1.	Plan maestro de mantenimiento	45
2.3.2.	Reunión de planificación semanal	51
2.3.3.	Rutinas de inspección de mantenimiento	54
2.3.4.	Ordenes de mantenimiento	54
2.4.	Abastecimiento de repuestos y accesorios	61
2.4.1.	Planificación de necesidades repuestos y accesorios	63
2.4.2.	Planificación y control de inventario	68
2.4.3.	Requerimientos de abastecimiento para mantenimientos	81
2.4.3.1.	Solicitudes de accesorios y repuestos	81
2.4.3.2.	Reabastecimiento de las existencias	86
2.4.3.3.	Demanda de accesorios y repuestos	89
2.4.4.	Salidas de accesorios y repuestos	92
2.5.	Costos del inventario	97
2.5.1	Costo del pedido (Valor del inventario)	97
2.5.2.	Costo de oportunidad	97
2.5.3.	Valor del inventario	99
2.5.4.	Costos por inventario obsoleto	101
2.5.5.	Costo de almacenamiento	103
2.5.5.1.	Determinación áreas de almacenamiento	104
2.5.5.2.	Condiciones de almacenamiento	105

### **CAPÍTULO III**

#### **MODELO DE ABASTECIMIENTO DE INVENTARIOS BAJO UNA METODOLOGÍA BASADA EN CONSUMOS, EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CEMENTO**

3.1.	Objetivos	111
3.2.	Modelo basado en consumos	111
3.3.	Parámetros de pronóstico	112
3.3.1.	Pronóstico de necesidades de demanda	113

3.3.2. Lote económico de compras	117
3.3.3. Parámetros de planificación de necesidades	122
3.3.3.1. Inventario mínimo	122
3.3.3.2. Punto de pedido	123
3.3.3.3. Inventario máximo	124
3.3.3.4. Características de planificación	128
3.4. Aplicación modelo basado en consumo	132
3.4.1. Datos parámetros actuales contra datos propuestos	133
3.4.2. Traslado de resultados del modelo propuesto	134
3.4.3. Aplicación de cálculos al universo de repuestos	136
3.5. Costo de mantenimiento	137
3.5.1. Evaluación del valor del inventario	138
3.5.2. Evaluación del valor de consumo	139
3.6. Indicadores claves de desempeño (KPI's)	141
3.6.1. Productividad	141
3.6.2. Eficiencia	142
3.6.3. Utilización	143
3.6.4. Tasa de rendimiento total	144
3.6.5. Disponibilidad	145
3.6.6. Rendimiento	145
3.6.7. Calidad	146
3.7. Controles a implementar	147
3.7.1. En la fijación de parámetros planificación necesidades	147
3.7.2. Recursos necesarios para la fijación de parámetros	148
3.7.3. Controles en la reducción del valor del inventario	151
3.7.4. Recursos necesarios para la reducción del inventario	153
3.7.5. En el modelo de abastecimiento basado en consumo	156
3.8. Resultados generales a obtener	158

CONCLUSIONES	161
RECOMENDACIONES	163
GLOSARIO	165
BIBLIOGRAFÍA	171
ANEXOS	173

## Índice de esquemas

	Página
Esquema No.1	
Parámetros de planificación de necesidades para el cálculo del LOC	12
Esquema No.2	
Molienda de harina cruda	32
Esquema No. 3	
Proceso de clinkerización	33
Esquema No. 4	
Molienda de cemento	35
Esquema No. 5	
Proceso de elaboración del cemento	37
Esquema No. 6	
Organigrama nivel estratégico	38
Esquema No. 7	
Organigrama específico departamento de mantenimiento	40
Esquema No. 8	
Organización Proyecto MAC	47
Esquema No. 9	
Pirámide de iniciativas Proyecto MAC	49

Esquema No. 10	
Plan maestro de mantenimiento 2009	50
Esquema No. 11	
Proceso de recepción de materiales, accesorios y repuestos	76
Esquema No. 12	
Flujograma de solicitud de pedido	88
Esquema No. 13	
Proceso de salida material, accesorios y/o repuestos para mantenimiento	95
Esquema 14	
Modelo de procedimiento para integrar información de SAP y Excel	131
Esquema 15	
Patrón de inventario para el modelo basado en consumo	132
Esquema 16	
Proceso modificación parámetros de planificación de necesidades	150
Esquema 17	
Proceso evaluación reducción del inventario	155

## Índice de imágenes

	Página
Imagen No.1	
Paso 1: Extracción de materias primas en cantera	28
Imagen No. 2	
Paso 2: Trituración de materia prima	29
Imagen No. 3	
Paso 2: Prehomogenización	30
Imagen No. 4	
Paso 3: Molienda de harina cruda	31
Imagen No. 5	
Paso 4: Clinkerización	33
Imagen No. 6	
Paso 5: Molienda de cemento	34
Imagen No. 7	
Paso 6: Empaque del cemento	36
Imagen No. 8	
Paso 6: Despacho de cemento	36
Imagen No. 9	
Portal impresión planes y ordenes de mantenimiento	52

Imagen No. 10	
Clasificación Manual PNS	70
Imagen No. 11	
Resumen ABC predefinido en SAP	79
Imagen No. 12	
Generación de solicitud manual en sistema computarizado SAP	82
Imagen No. 13	
Valor del inventario por tipo de material en SAP	100
Imagen No. 14	
Inventario obsoleto listo para coprocesamiento	103
Imagen No. 15	
Almacenamiento actual de cojinetes y chumaceras	107
Imagen No. 16	
Vistas para un código PNS sistema computarizado SAP	113
Imagen No. 17	
Datos de cabecera reporte ZMM55 de SAP	115
Imagen No. 18	
Vista de planificación de necesidades sistema computarizado SAP	127

## Índice de cuadros

	Página
Cuadro No. 1	
Lista de maquinaria y equipo para mantenimiento	44
Cuadro No. 2	
Hoja electrónica de control auxiliar banco de datos de un equipo	62
Cuadro No. 3	
Grupos planificadores activos departamento de mantenimiento	64
Cuadro No. 4	
Demanda proyectada de accesorios y repuestos	91
Cuadro No. 5	
Hola de cálculo para el modelo abastecimiento propuesto	120
Cuadro No. 6	
Datos para el cálculo del lote económico de compras LOC	121
Cuadro No. 7	
Comparación parametrización actuales contra datos propuestos	126
Cuadro No. 8	
Principales códigos de operación planificación de necesidades SAP	130
Cuadro No. 9	
Cálculos de parámetros de planificación de necesidades	135



Cuadro No. 10	
Modificación de parámetros de planificación de necesidades	137
Cuadro No. 11	
Análisis del valor del inventario en el tiempo	139
Cuadro No. 12	
Evaluación en el tiempo para reducción del inventario	153

## Índice de gráficas

	Página
Gráfica No.1 Nivel académico áreas planificación, jefatura y supervisión	42
Gráfica No. 2 Grado de conocimiento sobre aplicación de planes de mantenimiento	53
Gráfica No. 3 Causas que provocan retraso en ejecutar un mantenimiento	58
Gráfica No. 4 Órdenes de mantenimiento preventivo	59
Gráfica No. 5 Órdenes de mantenimiento correctivo	60
Gráfica No. 6 ¿Existe un programa de abastecimiento de inventarios para accesorios y repuestos en el departamento de mantenimiento?	65
Gráfica No. 7 ¿Ha recibido capacitación en el tema abastecimiento de inventarios?	66
Gráfica No. 8 ¿Existe personal capacitado en el tema de abastecimiento de inventarios?	67

Gráfica No. 9	
Distribución cantidad de códigos en SAP	80
Gráfica No. 10	
¿Con qué frecuencia generan solicitudes de pedido?	83
Gráfica No. 11	
Tiempo de entrega del proveedor	85
Gráfica No. 12	
Conocimiento de la demanda personal administrativo mantenimiento	89
Gráfica No. 13	
Conocimiento de costos personal planificación, jefes y supervisores	98
Gráfica No. 14	
Clasificación del inventario	101
Gráfica No. 15	
Condiciones de almacenamiento de accesorios y repuestos	106
Gráfica No. 16	
Indicadores valores de inventario y consumo	140

## Índice de formatos

Formato No.1	Página
Orden de mantenimiento (parte frontal)	56
Formato No. 2	
Creación de archivos maestros	72
Formato No. 3	
Modificación de parámetros en la base de datos SAP	74
Formato No. 4	
Reserva de materiales, accesorios y repuestos para retiro de almacén	94

## Índice de anexos

	Página
Anexo 1	
Encuesta realizada a personal planificación departamento mantenimiento	173
Anexo 2	
Encuesta realizada a jefes y supervisores departamento de mantenimiento	176
Anexo 3	
Encuesta realizada a personal operativo departamento de mantenimiento	179
Anexo 4	
Entrevista realizada a superintendente de mantenimiento	181
Anexo 5	
Guía de observación	184
Anexo 6	
Descriptor de puestos superintendente de mantenimiento	185
Anexo 7	
Descriptor de puestos planificador de mantenimiento	189
Anexo 8	
Descriptor de puestos jefe de mantenimiento	192

Anexo 9	
Descriptor de puestos personal operativo de mantenimiento	195
Anexo 10	
Criterios de clasificación CEDRO	200
Anexo 11	
Layout almacén principal	201

## **Introducción**

Para alcanzar el liderazgo en el mercado, las empresas deben invertir en diferentes estrategias para cumplir con su proceso productivo, y el inventario en accesorios y repuestos es una de sus principales inversiones dentro de su capital de trabajo, y todo ello encaminado al funcionamiento óptimo y rendimiento de la maquinaria y equipo.

La empresa que realice de mejor manera esas actividades, podrá tener mejores oportunidades en posicionarse y lograr mayor participación en el mercado. Sin embargo, más allá de todo el esfuerzo de la actividad puramente de mantenimiento para la maquinaria y equipo, existen otros aspectos que influyen, para lograrlo y en muchas ocasiones es un elemento determinante en la decisión de las altas gerencias.

Este estudio está enfocado en la importancia que tiene el abastecimiento de inventarios para el mantenimiento de los equipos y maquinaria dentro del proceso productivo, para una empresa productora y distribuidora de cemento, lo cual es determinante, para que en el momento que el personal operativo necesite los accesorios y repuestos, estos se encuentren en existencia para la realización del mantenimiento programado. Esto conlleva el compromiso de establecer un abastecimiento adecuado del inventario de accesorios y repuestos en el departamento de mantenimiento, y que éste garantice la mejora del rendimiento de la maquinaria y equipo, y la productividad del capital humano.

Este documento está constituido por tres capítulos; en el capítulo uno, se hace referencia a la terminología aplicada respecto al abastecimiento de inventarios, su relación con los costos; en el capítulo dos, se incluye el diagnóstico, tanto de

la observación, como del trabajo de campo, así como otros aportes a la investigación, y en el capítulo tres, se desarrolla la propuesta de solución de acuerdo a los hallazgos. Para finalizar se incluyen las conclusiones y recomendaciones, un glosario técnico, así como la bibliografía consultada, y anexos.



## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

El presente documento está orientado a investigar el abastecimiento de inventarios en el departamento de mantenimiento en una empresa productora de cemento, por lo que, se considera necesario definir y comentar algunos aspectos teóricos y técnicos relacionados con el tema de investigación desde un punto de vista de la administración de operaciones.

#### **1.1. Inventario**

Inventario, puede definirse como “la cantidad de artículos, mercancías y otros recursos económicos que son almacenados o se mantienen inactivos en un instante de tiempo dado.” (12:S.P.). Además juega un papel fundamental en la economía y representa una inversión para las organizaciones. Estos bienes tangibles son propiedad de la empresa.

En la presente investigación, se analizará el procedimiento utilizado para el abastecimiento de inventarios de accesorios y repuestos para el mantenimiento de la maquinaria y equipos que se utilizan en la producción del cemento, así como los controles que se ejercen sobre el mismo.

##### **1.1.1. Control de Inventarios**

“Es la técnica que permite mantener la existencia de los productos a niveles deseados.” (4:496)

El control de inventarios se puede denominar como la “Función orgánica más importante dentro del elemento funcional del abastecimiento. El control de inventarios consiste en el control de existencias tanto reales como en el proceso de obtención, se basa en comparar las necesidades existentes y futuras con el

fin de que se las pueda establecer, para esto se debe tomar muy en cuenta el ritmo de consumo, los niveles de stock, y las adquisiciones necesarias para atender a todas las demandas requeridas.” (3:S.P.)

En este sentido, tiene como objetivo para los gerentes de operaciones y de mantenimiento, encontrar en la administración de inventarios, un área fructífera para el control de costos. Los objetivos básicos del control de inventarios son:

- Minimizar los costos y riesgos de tener inventarios
- Minimizar costos y riesgos de adquirir inventarios
- Maximizar el rendimiento sobre la inversión
- Coordinación entre producción y compras

### **1.1.2. Niveles de inventario**

Son los niveles de stock, también llamados niveles de acumulación. Son aquellas cifras que indican las cantidades de cada artículo, que deben guardarse para atender de manera satisfactoria la demanda. Estos artículos y materiales deben ser concentrados y almacenados en sus respectivas bodegas, guardando y cumpliendo con todas las normas de seguridad establecidas. Una gran desventaja y factor importante son las limitaciones de espacio, el capital financiero y el ritmo de empleo de los materiales si no se cuenta con un análisis de rotación; lo que lleva al establecimiento de un estricto control de los costos relacionados.

## **1.2. Costo de inventarios**

Para efectos del presente documento se definen los siguientes costos básicos relacionados con el tema de investigación.

### **1.2.1. Costo del producto**

“Es la suma que se paga al proveedor por el producto recibido, o los costos directos de manufactura si éste se produce. Normalmente, es igual al precio de

adquisición. En algunos casos, sin embargo, se pueden incluir los costos de transporte, recepción e inspección como parte de los costos del producto.” (4:493)

### **1.2.2. Costo de compra (Cp)**

“Incluye el precio de un artículo más los impuestos, los gastos de compra y los costos del transporte. Si la compañía produce el artículo, entonces, el costo completo que debe incluirse se llama costo de producción. Se usará precio como sinónimo de costo de compra o costo de pedido.” (3:S.P.). Algunos aspectos que se pueden mencionar que integran este costo: sueldos y salarios de compras, gastos de facturación, envío de órdenes de compra, entre otros.

### **1.2.3. El costo por vejez del inventario**

Dentro de los costos de mantener se incluyen el costo por vejez del inventario, en un nivel de inventario no disponible para despachos por obsolescencia, deterioro, averías, devueltas en mal estado, vencimientos, etc.

El mantener inventario por accesorios y repuestos por periodos largos de tiempo y sin un control en su rotación, genera deterioro, lo que hace que pierda sus propiedades y calidad para utilizarse en el recambio para el mantenimiento de la maquinaria y equipo. Aparte de ocupar espacio en el almacén, incrementa además el costo por almacenamiento.

### **1.2.4. El costo por unidad almacenada**

“Consiste en relacionar el costo del almacenamiento y el número de unidades almacenadas en un periodo determinado.” (3:S.P.), algunos de los aspectos que incluyen son: impuestos por almacenaje, salarios y sueldos de personal del almacén, costo de seguros, inventario en almacén, fugas de inventario, entre otros.

### **1.2.5. El costo de oportunidad**

Es el costo de la inversión que ocasiona el mantener inventarios almacenados y lo que se espera recuperar o ganar, contra lo que podría estar ganando en ese mismo tiempo en el banco por pago de intereses.

En otras palabras, mantener almacenados inventario de accesorios y repuestos, sin rotación alguna y por largos periodos de tiempo, como ya se mencionó anteriormente, aparte de incrementar los costos de mantenimiento, además, estanca un capital que bien podría estar ganando intereses en una institución financiera.

### **1.2.6. El costo de mantenimiento (Cm)**

“El costo de mantenimiento del inventario incluye principalmente el almacenamiento, el seguro, el deterioro del producto y el costo de oportunidad del dinero. Los costos de mantenimiento del inventario se pueden expresar como una tasa anual del valor del dinero del inventario.” (3:S.P.)

## **1.3. Abastecimiento de inventarios**

El enfoque a modelos estratégicos de abastecimiento, permiten, obtener resultados cuantitativos y cualitativos, representados en beneficios económicos en sus costos operacionales y administrativos.

Bajo esta premisa, la empresa unidad de análisis, requiere de un mejoramiento de procesos en la logística de abastecimiento enmarcados en la generación de valor y con enfoque de negocio y no de máquina.

### **1.3.1. Modelos de abastecimiento de inventarios**

Existen diversos tipos de modelos de abastecimiento de inventario, entre ellos:

#### **1.3.1.1. Modelo de inventario con escasez planeada**

Contradictorio a otros modelos, “este modelo desde un punto de vista económico, planea y permite la escasez. En la práctica, este modelo se da en situaciones donde el valor del inventario por unidad es alto y por lo tanto el costo a mantener es alto.” (1:564)

En la unidad de análisis, por utilizar procesos de producción en línea, requiere existencias de inventarios por accesorios y repuestos para el mantenimiento de esta maquinaria y equipo, por lo que este modelo no aplicaría.

#### **1.3.1.2. Modelo de periodo fijo de reorden**

“Con los modelos de período fijo de reorden se generan cantidades de la orden que varían de un periodo a otro, dependiendo de los porcentajes de uso. Requieren de un nivel más alto de existencias de reserva que el sistema de la cantidad fija de la orden.” (2:622)

Los paros programados de la maquinaria y equipo para el cambio de accesorios y repuestos a través de los mantenimientos, facilitan que la generación de solicitudes de requerimiento de inventario por accesorios y repuestos se lleve a cabo en periodos regulares de tiempo previamente establecidos.

#### **1.3.1.3. Modelo del tamaño económico de lote de producción**

“Se produce a través de una corrida de producción, y esta puede consumir una cantidad considerable de tiempo para llegar a su fin. Es parecido al modelo del Lote económico a ordenar (LEO), se diferencia que aquí las unidades se suministran al inventario con una tasa constante a lo largo de varios días o varias semanas.” (3:S.P.)

La presente investigación pretende analizar el abastecimiento de inventario por accesorios y repuestos en el departamento de mantenimiento, por lo que la demanda de estos inventarios es independiente a las unidades producidas.

#### **1.3.1.4. Modelo de lote económico a ordenar (LEO)**

“Es aplicable cuando la demanda para un artículo muestra una tasa constante, o casi constante, y cuando toda la cantidad ordenada lleva al inventario a un mismo punto en el tiempo.” (1:552)

Para cumplir con su proceso productivo, la maquinaria y equipo necesita de inventarios almacenados, por lo que, para la aplicación de este modelo, se debe disponer de toda la cantidad ordenada en un mismo punto en el tiempo, tomando en cuenta el tipo de demanda bajo la que opera la empresa.

#### **1.3.1.5. Modelo clásico de la cantidad óptima o económica de pedido llamado modelo clásico de la CEP o modelo EOQ**

“Con este tipo de modelo es necesario determinar la cantidad fija que se debe ordenar cada vez y un punto de reorden que indique cuándo se debe hacer el pedido.” (3:S.P.). Al aplicar este modelo se deberá tomar en consideración las siguientes suposiciones:

- La demanda es uniforme (constante y continua)
- El abastecimiento se recibe todo junto, no parcial
- El tiempo de entrega es constante.

#### **1.3.1.6. Modelo basado en consumos**

“Este modelo forma parte de la aplicación de la administración de inventarios. Este determina los requerimientos sobre la base de datos de consumos pasados. Este componente ayuda al planificador responsable de los materiales a

determinar a través de niveles de reorden (punto de pedido), o usando un modelo de pronóstico (estocástico) lo siguiente:

- ¿Cuáles materiales ordenar?
- La cantidad a requerir
- ¿Cuándo deben ser entregados los materiales para satisfacer los requerimientos actuales y futuros?

Se basa en valores de consumo pasados y utiliza el pronóstico u otros procedimientos estadísticos para establecer necesidades futuras. Los procedimientos de la planificación de necesidades sobre consumo no se remiten al plan maestro de producción. Es decir, el cálculo de necesidades netas no se lanza por necesidades primarias planificadas ni por una necesidad secundaria. El cálculo se lanza cuando los niveles de stock caen por debajo de un punto de pedido predefinido o por necesidades de pronóstico calculadas mediante valores de consumo pasados. El objetivo se alcanza con ayuda de varios métodos de planificación de necesidades, cada uno de los cuales utiliza procedimientos diferentes.” (5:S.P.)

Aunque algunas de sus características y cálculos tienen mucha similitud con el modelo de lote económico a ordenar (LEO); el modelo basado en consumos calcula la cantidad de aprovisionamiento y planificación de necesidades por punto de pedido con base al *tamaño de lote fijo* y *reposición hasta el stock máximo*.

Este modelo utilizando un tamaño de lote de reposición hasta el stock máximo, es el que se utilizará para la propuesta en la presente investigación, debido a que incluye los parámetros necesarios de la planificación de necesidades de los lotes óptimos de compra (LOC), y se aplicará a la administración de inventarios de accesorios y repuestos para la maquinaria y equipo en la unidad de análisis.

“Para obtener la cantidad óptima de compra (LOC) basada en consumos de inventarios y llevarlo a la práctica, se debe utilizar la siguiente fórmula.

$$LOC = \sqrt{\frac{2Da \times CP}{Cm}}$$

Fuente: Control de inventarios en línea. Consultado el 06 de agosto del 2009.

### **Los elementos que la integran son:**

**Da** = demanda anual

**Cp** = costo por pedido

**Cm** = costo de mantenimiento (% costo de oportunidad x precio unitario).”  
(3.S.P.)

Al igual que el modelo Lote económico a ordenar (LEO), el modelo basado en consumos, a través del LOC ayuda a determinar la política de inventarios para tomar decisiones sobre el abastecimiento de inventarios cuando la demanda es conocida y más o menos constante; apoyándose en parámetros de planificación de necesidades.

### **1.3.2. Parámetros de planificación de necesidades de inventario**

Son componentes que se relacionan entre si para responder a las preguntas:

- ¿Qué pedir?
- ¿Cuándo pedir?
- ¿Cuánto pedir?

“El pronóstico de necesidades, determina el patrón de demanda para los materiales, identifica a la vez qué cantidad es requerida en una fecha futura. Los niveles mínimos y máximo de inventario, así como el punto de pedido, son



elementos que responden a las preguntas anteriores. La planificación de fechas de entrega basadas en la liberación de las requisiciones y tiempos de entrega del proveedor, son componentes relevantes en la planificación.” (3:S.P.)

Por la actividad económica a la que se dedica la empresa unidad de análisis, la planificación de necesidades del inventario por accesorios y repuestos, es indispensable para aumentar el rendimiento de la maquinaria y equipo, y que estos no interrumpan el proceso productivo.

#### **1.3.2.1. Inventario mínimo (IMIN)**

“Es aquella cantidad de materias primas o materiales que necesita la línea de producción o la línea de servicio para satisfacer su demanda, mientras espera la llegada de los productos. Este nivel mínimo supone el límite inferior de existencias dentro del cual no se debe bajar.” (3:S.P.). En algunos documentos también llamado stock mínimo. La fórmula fue tomada de la fuente: Control de inventarios en línea; donde la demanda mensual del material se expresa en días y se multiplica por el tiempo de espera que se estima para la llegada del producto. El cálculo se hace bajo la ecuación:

$$\text{Inventario mínimo} = \text{Te} ( \text{Dm} / 30)$$

Fuente: Control de inventarios en línea. Consultado el 06 de agosto del 2009.

Es importante la previsión de este inventario, y, tomar en cuenta que debería utilizarse salvo en casos extremos, como los cambios constantes del mercado, restricciones arancelarias, etc. Si en determinado momento se utiliza este inventario mínimo y es muy recurrente, es necesario hacer un análisis para modificar éste parámetro y por consiguiente los demás parámetros incluidos en la planificación de necesidades.

### **1.3.2.2. Stock de seguridad (SS)**

“Es el stock mínimo más un porcentaje de seguridad. Este porcentaje depende de la política de la Empresa.” (3:S.P.). Este inventario es mantenido para reducir la cantidad de agotamientos resultante de una demanda mayor que la planificada.

### **1.3.2.3. Punto de reorden ( r )**

“Es una práctica bastante extendida en las empresas industriales y básicamente consiste en la existencia de una señal al departamento encargado de colocar los pedidos indicando que las existencias de determinado material han llegado a cierto nivel y que debe hacerse un nuevo pedido. Para determinar el punto de reorden debe tomarse en cuenta el consumo diario, el tiempo de envío del pedido, el surtido del pedido, el tiempo de transportación y entrega, el tiempo de recepción y revisión de calidad y almacenaje.” (3:S.P.)

También llamado punto de reorden; “Para los sistemas de inventario que usan la suposición de una tasa de demanda constante y un tiempo de entrega fijo, el punto de reorden es el mismo que la demanda del tiempo de entrega, la expresión general es como sigue.

$$r = dm$$

Donde

r = punto de reorden

d = demanda por día

m = tiempo de reposición de un nuevo pedido en días.” (1:558).

#### 1.3.2.4. Lote óptimo de compra (LOC)

“Es la cantidad optima en unidades necesarias requeridas para compra. Combina demanda de inventario, costos de mantenimiento y costos de pedido.”  
(3:S.P.)

Dentro del tema de investigación, este parámetro del requerimiento de necesidades es relevante porque busca medir cuál es el impacto de trabajar con niveles de inventario basados en la información proveniente del escaneo de accesorios y repuestos en el punto de consumo y la cantidad necesaria a requerir. Como ya se mencionó en el modelo basado en consumos del inciso 1.3.1.6., la fórmula para el cálculo del LOC es:

$$\text{LOC} = \sqrt{\frac{2\text{Da} \times \text{CP}}{\text{Cm}}}$$

Fuente: Control de inventarios en línea. Consultado el 06 de agosto del 2009.

#### Los elementos que la integran son:

**Da** = demanda anual

**Cp** = costo por pedido

**Cm** = costo de mantenimiento (% costo de oportunidad x precio unitario)

#### 1.3.2.5. Tiempo de entrega o suministro (m)

Se define como el “tiempo entre la colocación de un pedido y su recepción en el sistema de inventarios.” (1:586). Es de mencionar que por las características de la actividad económica de las empresas productoras de cemento, el tiempo de entrega de los diferentes accesorios y repuestos puede variar dependiendo del país de origen de la maquinaria y equipo que son objeto de mantenimiento.

### 1.3.2.6. Inventario Máximo

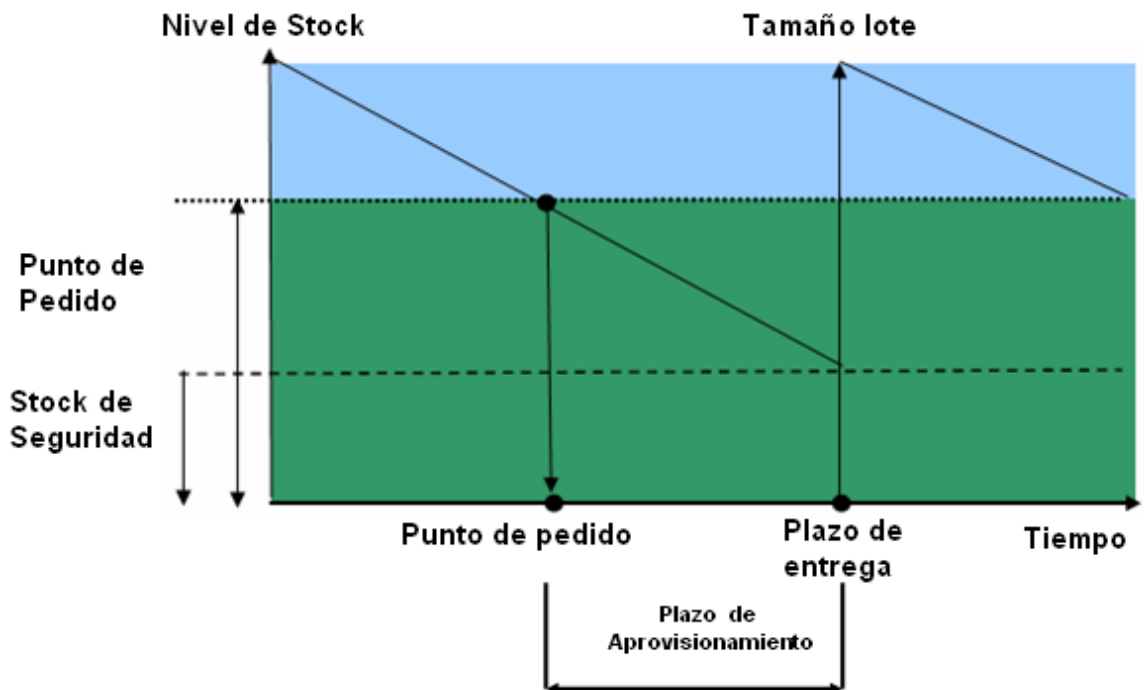
“Es la cantidad de materias primas o materiales del cual la cantidad sugerida por la planificación de necesidades no se puede sobrepasar dentro del pronóstico de demanda. Este inventario se considera como tope dentro un sistema de control de inventarios con la idea de evitar excedentes de inventario.” (3:S.P.).

$$\text{Inventario Máximo} = \text{LOC} + \text{Inventario mínimo}$$

Fuente: Control de inventarios en línea. Consultado el 06 de agosto del 2009.

La combinación y comportamiento de los anteriores parámetros para el funcionamiento del cálculo de necesidades netas a través del modelo de abastecimiento de inventarios propuesto, se presenta en el esquema 1.

**Esquema 1**  
**Parámetros de planificación de necesidades para el cálculo del LOC**



### 1.3.2.7. Tiempo de Ciclo

“Unidad de tiempo en días hábiles que responde la cuestión de con cuánta frecuencia se coloca un pedido. El período entre pedidos se conoce como tiempo de ciclo.” (1:558).

$$TC = \frac{\text{Días laborales}}{Da / LOC}$$

### 1.3.2.8. Demanda anual (Da)

“Análisis sistemático de datos históricos que requieren los trabajos de pronóstico en series de tiempo para establecer los recursos y la cantidad a producir.” (4:88)

Un pronóstico en la demanda de inventarios por accesorios y repuestos, es de suma importancia para el eficiente mantenimiento en las empresas que utilizan maquinaria y equipo dentro de su proceso productivo.

## 1.4. Mantenimiento

Se define mantenimiento como el “conjunto de actividades que se realizan a un sistema, equipo o componente para asegurar que continúe desempeñando las funciones deseadas dentro de un contexto operacional determinado.” (7: S.P.)

### 1.4.1. Mantenimiento preventivo

“Son todos los trabajos basados en una frecuencia preestablecida que se repiten en el tiempo. A pesar que existen muchos factores críticos asociados, los dos más importantes son: *Procedimientos*, indica que las tareas correctas son programadas con instrucciones suficientemente claras para la ejecución del trabajo, con especificaciones técnicas, órdenes de mantenimiento, registros históricos, entre otros. Y la *Disciplina*, que requiere que todas las tareas sean planificadas y controladas de tal manera que la ejecución realmente sea llevada

a cabo con base al plan, así como tomar en cuenta las acciones complementarias según sean requeridas.” (9:2)

#### **1.4.2. Mantenimiento correctivo**

Son todos aquellos trabajos de mantenimiento que surgen por la necesidad inmediata de corregir algún daño de la maquinaria y equipo, que causó un paro inesperado y está afectando el proceso productivo.

Este tipo de mantenimientos no planificados para la maquinaria y equipo, son los que afectan los indicadores internos de un departamento de mantenimiento.

Idealmente cualquier tipo de mantenimiento, para que éste sea efectivo, requiere de pronóstico de necesidades de recursos, lo cuales deben ser incluidos en planes de mantenimiento previamente establecidos.

#### **1.4.3. Plan de Mantenimiento**

Herramienta de planificación que gestiona el balance de los recursos necesarios de acuerdo a su disponibilidad contra las necesidades, asegurar la integridad física de los mismos y a mantener la disponibilidad de funcionamiento, centrando la estrategia de mantenimiento en: “Garantizar que todos los activos sean mantenidos y operados en una forma efectiva, segura y dentro de las especificaciones, de acuerdo a una valoración de Análisis de Modos, Efectos de Fallas y Criticidad.” (7:S.P.)

Por la diversidad de actividades, maquinaria y equipo que operan en una empresa productora de cemento, esta herramienta se convierte en un aliado indispensable en la toma de decisiones para determinar los recursos necesarios que deben incluirse en las órdenes de mantenimiento.

#### **1.4.4. Orden de Mantenimiento**

Documento emitido que contiene información detallada de los recursos necesarios, (repuestos, materiales, herramientas) así como los procedimientos de trabajo necesarios para cumplir con la actividad de mantenimiento.

#### **1.4.5. Rutinas de inspección de mantenimiento**

Son rutas lógicas de inspección que describen los equipos y componentes, con instrucciones explícitas y tienen por objeto evitar que algún elemento de los equipos se quede sin inspeccionar. Estas se realizan de acuerdo a la distribución física de los equipos de la planta, posteriormente esa información es ingresada al sistema computarizado.

#### **1.4.6. Sistema computarizado para mantenimiento**

Sistema de información operativo que sustituye el procesamiento de información manual, el flujo y cantidad de datos se genera a gran velocidad, en forma clara y perfecta mediante sistemas de información. Además, esta herramienta dispone de instrumentos potentes para la búsqueda rápida de datos que facilita la toma de decisiones en la gestión empresarial moderna.

##### **1.4.6.1. Sistema computarizado SAP**

Por sus siglas en inglés, System Application and Products (SAP) es un sistema de origen alemán, aunque SAP y el logotipo de SAP son marcas registradas de SAP España y Portugal.

“El nombre de SAP proviene de: Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de datos. El nombre SAP es al mismo tiempo el nombre de una empresa y el de un sistema informático. Este sistema comprende muchos módulos completamente integrados, que abarca prácticamente todos los

aspectos de la administración empresarial. Cada módulo realiza una función diferente, pero está diseñado para trabajar con otros módulos.

La integración total de los módulos ofrece real compatibilidad a lo largo de las funciones de una empresa. Esta es la característica más importante del sistema SAP y significa que la información se comparte entre todos los módulos que la necesiten y que pueden tener acceso a ella. La información se comparte, tanto entre módulos, como entre todas las áreas.

SAP establece e integra el sistema productivo de las empresas. Se constituye con herramientas ideales para cubrir todas las necesidades de la gestión empresarial, sean grandes o pequeñas en torno a: administración de negocios, sistemas contables, manejo de finanzas, contabilidad, administración de operaciones y planes de mercadotecnia, logística, etc. SAP proporciona productos y servicios de software para solucionar problemas en las empresas que surgen del entorno competitivo mundial, los desarrollos de estrategias de satisfacción al cliente, las necesidades de innovación tecnológica, procesos de calidad y mejoras continuas, así como, el cumplimiento de normatividad legal impuesta por las instituciones gubernamentales.” (5:S.P.)

Toda información es configurada en el customizing de SAP (parametrización personalizada), donde al ingresar los datos manualmente, o a través de programas externos compatibles, el sistema funciona como un simulador de procesos alimentados por el administrador del sistema SAP.

Para efectos de la presente investigación, como parte del mantenimiento planificado de maquinaria y equipo para una empresa cementera, SAP se relaciona con el módulo Planned Maintenance (PM). Dentro de este módulo se generan las órdenes de mantenimiento para la maquinaria y equipo; así mismo



el módulo Materials Management (MM), que es donde se incluyen los parámetros de planificación de necesidades por accesorios y repuestos que se encuentran en custodia en los almacenes.

### **1.5. Almacén de Repuestos**

Puede decirse que es un “centro que resguarda y centraliza los inventarios en condiciones óptimas para su futura utilización, los cuales representan parte del patrimonio de la empresa.” (12:S.P.)

En la administración del almacenamiento de clase mundial, el concepto de bodegas, almacenes, etc. están desapareciendo para dar paso al concepto *centro de distribución*. Para efectos del presente documento y concordar con la unidad de análisis, se valida el concepto almacén para el desarrollo de la investigación.

#### **1.5.1. Repuesto**

Se define como “aquellos artículos integrados por partes de equipos, elementos auxiliares de los mismos, que sin desempeñar por su cuenta propia funciones o trabajos definidos, nos sirven de apoyo y complemento a la actividades relacionadas con mantenimiento de maquinaria y equipos. No son consumidos ni transformados por el utilizador, y están únicamente sujetos al desgaste.” (12:S.P.)

### **1.6. Indicadores claves de desempeño**

“Son datos esencialmente cuantitativos, que permiten conocer cómo se encuentran las actividades en relación con algún aspecto de la realidad que nos interesa conocer. Miden el nivel del desempeño de un proceso, enfocándose en el **cómo**, e indicando qué tan buenos son los procesos, de forma que se pueda alcanzar el objetivo fijado, reflejan el rendimiento de una organización, y que

generalmente se recogen en un plan previamente establecido.” (13: S.P.). Estos indicadores son utilizados en inteligencia de negocio para asistir o ayudar al estado actual de un negocio a prescribir una línea de acción futura.

Los indicadores necesarios en la industria del cemento, tanto para el recurso humano, como para la maquinaria y equipo, se describen a continuación:

### **1.6.1. Productividad**

“Se utiliza para medir el desempeño de un grupo de trabajadores en las tareas de mantenimiento. Dicha productividad se determina de la siguiente manera:

$$P (\% ) = ( n U / 100 )$$

Donde:

P = porcentaje de productividad

n = porcentaje de eficiencia

U = porcentaje de utilización. “ (13:S.P.).

### **1.6.2. Eficiencia**

“Es el tiempo utilizado para la ejecución de una tarea de mantenimiento, dividido entre el tiempo planificado para efectuar dicho mantenimiento.

$$n (\% ) = 100 ( T_p / T_u )$$

Donde:

n = porcentaje de eficiencia

T<sub>p</sub> = tiempo total planificado para la tarea (horas)

T<sub>u</sub> = tiempo total utilizado en la ejecución de la tarea (horas).” (13: S.P.)

### **1.6.3. Utilización**

“Es la cantidad de horas hombre utilizado en la ejecución de una tarea de mantenimiento dividida entre la cantidad de horas hombre disponible para ejecutarla al momento de la realización de la misma, es decir:

$$U (\% ) = 100 (HOu / HOd)$$

Donde:

HOu = horas hombre utilizadas en la realización de la tarea

HOd = horas hombre totales disponibles en el departamento de mantenimiento.”

(13: S.P.)

### **1.6.4. Tasa de Rendimiento Total (TRT)**

“Este índice se utiliza principalmente para evaluar el desempeño de los equipos y maquinarias en la planta de producción y puede utilizarse también como un indicador indirecto de la calidad con que se efectúan las tareas de mantenimiento. Esta tasa se determina de la manera siguiente:

$$TRT = DRC$$

Donde:

D = Disponibilidad

R = Rendimiento

C = Calidad.” (13: S.P.).

### **1.6.5. Disponibilidad**

“Es la relación entre el tiempo de operación, o sea el que un equipo trabaja en la producción y el tiempo disponible, es decir, aquel que pudo haber trabajado por encontrarse disponible en la planta.

$$D (\%) = (TTD - TTE) / TTD$$

Donde:

D = Porcentaje de disponibilidad neta

TTE = Tiempo que el equipo trabajó o pudo haber trabajado

TTD = Tiempo total disponible.” (13: S.P.)

#### **1.6.6. Rendimiento**

“Es una relación que nos indica cuánto se está produciendo respecto a lo que se ha demostrado históricamente puede producir la maquinaria y equipo.

Es la relación entre la producción en un período ininterrumpido de producción no inferior a 24 horas y la mejor práctica demostrada, por sus siglas en ingles best demonstrated practice (BDP).

La mejor práctica demostrada es la mayor cantidad producida por el equipo durante los últimos 24 meses. Un cambio de BDP puede darse únicamente al principio de cada año.

$$R (\%) = ( TP / BDP )$$

Donde:

R = Porcentaje de rendimiento

TP = Toneladas producidas

BDP = Best demonstrated practice (mejor práctica demostrada).” (13: S.P.)

#### **1.6.7. Calidad**

Es el conjunto de cualidades intangibles que posee un bien. Dentro de un proceso productivo, como indicador, “Es la relación entre la calidad de unidades de producto terminado rechazadas por no llenar los requisitos de calidad y la

cantidad total de unidades de producto terminado producidas.” (13: S.P.). Para el caso de la empresa productora de cemento, se considera como constante 1, debido a que dentro del proceso de producción no contempla rechazos de producto.

## **1.7. Industria**

Desde el punto de vista económico, la industria es el “sector secundario de un sistema económico, por cuanto depende de un primero que básicamente descansa en la producción primaria denominada agrícola. El sector primario provee de las materias primas que transforma o utiliza la industria. El sector industrial recibe, transforma, combina y produce bienes satisfactorios, en cuanto a forma y a veces en contenido.” (8:124)

La industria es el eslabón, entre el primero y el tercero, es el que recibe del primer sector las materias primas, las transforma y las traslada, hasta convertirlas en **otro producto**, luego traslada al sector terciario para su transportación, almacenamiento y comercialización.

### **1.7.1. Industria del Cemento**

La actividad de la fabricación de cemento, dentro de la industria pertenece a la etapa de **transformación**, por utilizar en esta, maquinaria y herramientas para transformar las materias primas. Este proceso de transformación es resultado de: Estructuras de concreto simple o reforzado que no requieran alta resistencia, y que constituyen la mayoría de construcciones, concretos expuestos a ataques químicos moderados y concretos masivos, entre otros.

### **1.7.2. Antecedentes de la Industria Cementera en Guatemala**

“La primera empresa cementera en Guatemala, fue fundada en el año 1899 por un ingeniero guatemalteco, siendo unas de las primeras plantas elaboradoras de cemento establecidas en América Latina.

Esta empresa cementera inició sus operaciones en su planta denominada La Pedrera, la cual se encuentra localizada en la zona 6 del centro antiguo de la ciudad de Guatemala. Esta planta arrancó produciendo 1,500 toneladas de cemento al año. Posteriormente, en los años 1956 y 1964 se montaron hornos largos vía seca los cuales aumentaron la producción a 235,000 toneladas al año de clinker y actualmente tiene una capacidad de molienda de cemento de 450,000 toneladas al año.

Sin embargo, con el propósito de abastecer la continuada y creciente demanda de cemento del país, inauguró su segunda planta denominada San Miguel, ubicada aproximadamente a 50 kilómetros de la ciudad capital hacia el oriente, en el año 1974.” (10:13)

“Para la economía nacional, la industria cementera representa un gran número de empleos, contribuyendo con el 4.89% al producto Interno bruto (PIB).” (6:S.P.). La práctica de alianzas estratégicas ha permitido a la industria cementera en Guatemala, un desarrollo sostenible, que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, sin limitar la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades a través de la implementación de la mejora continua.

Hasta aquí, la definición de conceptos como inventarios, costos, abastecimiento, planes, documentos de mantenimiento, la industria cementera, etc., combinados con algunos aspectos técnicos relacionados con el tema de investigación, abre un panorama de interés para conocer los procesos, estructura organizacional, opiniones, comentarios y cualquier información de soporte, que facilite formular un análisis y emitir un juicio objetivo sobre la situación actual del entorno que rige el abastecimiento de inventarios en el departamento de mantenimiento en una empresa productora de cemento.

**CAPÍTULO II**  
**SITUACIÓN ACTUAL DEL**  
**ABASTECIMIENTO DE INVENTARIOS EN EL DEPARTAMENTO DE**  
**MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CEMENTO**

**2.1. Metodología utilizada para el desarrollo de la investigación**

- En la investigación preliminar se aplicó el método de observación, a través de guía de observación (ver anexo 5, página 184) para evaluar de manera general los procedimientos aplicados para el abastecimiento de inventarios en la unidad de análisis.
- Se realizó una investigación documental, para conocer la estructura del departamento, planes de mantenimiento, rutinas de mantenimiento, órdenes de mantenimiento, reportes de valoración del inventario, abastecimiento actual de inventarios, condiciones y tipos de almacenamiento para los accesorios y repuestos.
- Para la investigación de campo, se elaboró una boleta de encuesta y la recopilación de la información se hizo mediante la aplicación de la técnica de entrevista (ver anexo 4, página 181) para el superintendente del departamento de mantenimiento, así como para otras áreas ajenas a este departamento, pero que están relacionadas con el abastecimiento de inventarios por accesorios y repuestos ubicados en diferentes almacenes (de repuestos pesados, lubricantes, materiales de desgaste, accesorios livianos, cuarto seco, a intemperie) todos estos, de acuerdo a sus dimensiones y agrupados para cada tipo de maquinaria y equipo.



- Para las 35 personas que conforman los puestos de jefaturas, supervisión, planificación y personal operativo, del departamento de mantenimiento se realizó un censo poblacional a través de una boleta de encuesta estructurada (referencia anexos 1, 2, 3, páginas 173, 176, 179). El personal que integra cada área del departamento de mantenimiento, se detalla en inciso 2.2.4 página 39).
- Así mismo se utilizó cámara fotográfica para dejar registro en evidencia visual de la investigación.

## **2.2. Unidad de análisis**

### **2.2.1 Antecedentes**

Como se mencionó dentro de los antecedentes de la industria cementera en Guatemala, en el capítulo anterior; la empresa unidad de análisis es una empresa cien por ciento guatemalteca. Fue fundada en el año 1899 por el Ingeniero Carlos Federico Novella Klee, siendo unas de las primeras plantas elaboradoras de cemento establecidas en América Latina. Inició sus operaciones en su planta denominada La Pedrera, la cual se encuentra localizada en la zona 6 de la Ciudad Capital de Guatemala.

En 1901 se inició la comercialización de cemento producido en la Finca La Pedrera. A raíz del terremoto de 1917 se inició la verdadera demanda de producto ya que todas aquellas construcciones hechas con cemento soportaron las inclemencias de tal fenómeno natural.

La planta La Pedrera, inició produciendo 1,500 toneladas de cemento al año. Posteriormente, en los años 1956 y 1964 se montaron hornos largos vía seca los cuales aumentaron la producción a 235,000 toneladas al año de clinker y

actualmente tiene una capacidad de molienda de cemento de 450,000 toneladas al año.

Por la creciente demanda de cemento del país, la empresa productora de cemento inauguró su segunda planta en San Miguel, Sanarate, El Progreso, ubicada aproximadamente a 50 kilómetros de la ciudad capital hacia el oriente, en el año 1974.

La planta San Miguel inició operaciones con una línea de 1,000 toneladas métricas de clinker compuesta de un horno con torre de precalentadores de cuatro etapas y molinos de bolas tanto por mezcla como para cemento. En ella también se instaló una envasadora rotativa de FLSmidth de 2,000 sacos por hora.

En 1978 se instaló otra línea con un horno de 1600 toneladas por día, con torre de precalentadores de cuatro etapas y molinos de bolas para mezcla y cemento, con lo cual se aumentó la capacidad total de la empresa a 925,000 toneladas al año de cemento y se instaló otra envasadora rotativa de 2,000 bolsas por hora.

En 1989 se instaló un sistema Roller Press para premoler el clinker y se instalaron separadores de alta eficiencia Sepax para los molinos finales de bolas, aumentando la capacidad de producción a 1,300,000 toneladas al año. Asimismo, se instaló un sistema de control Foxboro I-A (Sistema operación automática monitoreado desde el control central).

En 1994 se hicieron modificaciones a los hornos, especialmente en las torres de precalentadores logrando aumentar la producción de cemento a 1,400,000 toneladas al año. Asimismo, se cambió el sistema de control de hornos a un sistema distribuido Polcid y se instaló el sistema experto KCE de Polysius, (estos

son sistemas automatizados amarrados al sistema de procesos desde el control central).

A finales de 1995, se contrató con la empresa Holderbank Engineering Canadá HCE, la búsqueda del mejor concepto técnico y económico para el proyecto de una tercera línea de producción en la Planta SAN MIGUEL, utilizando los conceptos de Stripped Down y Fast Track.

En Septiembre de 1996 se iniciaron los trabajos de la instalación de esta tercera línea que por sí sola tendrá una capacidad de 3,000 toneladas por día de clinker, con lo cual prácticamente se duplica la producción de la Planta SAN MIGUEL, hasta llegar a una producción de 2.3 millones de toneladas anuales. La demanda actual en Guatemala es de 1.5 millones de toneladas al año y se espera un crecimiento de 6% anual para los próximos años.

### **2.2.2. Proceso de elaboración del cemento**

El cemento está presente en vivienda, infraestructura vial y en general, en casi todo proyecto de desarrollo urbano realizado en el país. Aunque el proceso de fabricación del cemento está sujeto a cambios con el avance de la tecnología, básicamente para obtenerlo, son indispensables los siguientes pasos:

Paso 1: Extracción de Materia Prima

Paso 2: Trituración y Prehomogenización

Paso 3: Molienda de Harina Cruda

Paso 4: Clinkerización

Paso 5: Molienda de Cemento

Paso 6: Empaque y Despacho

En todos estos pasos se observan estrictos controles de calidad, en los que se asegura cumplir y superar las normas nacionales e internacionales para los distintos tipos de cementos.

#### **a) Extracción de la materia prima**

Las principales materias primas para la fabricación del cemento provienen directamente de las canteras cercanas a las planta La Pedrera. Estas consisten en piedra caliza y esquisto que son extraídos utilizando explosivos o tractores. (Ver imagen 1).

Para poder controlar la calidad de los materiales se cuenta con un modelo geoestadístico computarizado de la composición química de la cantera, lo que asegura la utilización racional de los recursos a corto, mediano y largo plazo.

**Imagen 1**  
**Paso 1: Extracción de materias primas en cantera**



Fuente: Material visual propio del investigador. Planta La Pedrera, septiembre 2009

## **b) Trituración y prehomogenización**

La segunda etapa del proceso consiste en la reducción del tamaño de los minerales provenientes de las canteras por medio de trituración, los cuales pueden tener tamaños hasta de un metro de diámetro. Durante esta etapa puede efectuarse la primera mezcla entre piedras calizas y esquistos, de acuerdo a estándares químicos según el tipo de cemento a producirse. La composición química de la mezcla de minerales es determinada en línea, a través de un analizador de neutrones, lo que permite que durante el proceso de trituración se realicen ajustes continuos en la proporción de materiales. Finalmente debido al proceso de almacenaje que se lleva a cabo en la galera de prehomogenización se reducen las variaciones en la calidad del material para lotes tan grandes como 20,000 toneladas métricas (tm), los que quedan listos para ser utilizados en la siguiente etapa. (Ver imagen 2 y 3, página 29 y 30).

**Imagen 2**  
**Paso 2: Trituración de materia prima**



Fuente: Material visual propio del investigador. Planta San Miguel, septiembre 2009

**Imagen 3**  
**Paso 2: Prehomogenización**



Fuente: Material visual propio del investigador. Planta La San Miguel, septiembre 2009

**c) Molienda de harina cruda:**

Durante este proceso continúa la reducción de tamaño y el secado de los minerales previo a ser sometidos a altas temperaturas en los hornos. Los molinos reciben los minerales triturados y prehomogenizados, y en ellos se realiza simultáneamente la mezcla y pulverización de los mismos. El producto es un polvo muy fino, por ello llamado harina cruda, con la composición química adecuada para el tipo de cemento que se esté produciendo y con la menor variación posible, para lo que se somete a una homogenización final en silos especiales. El control de calidad de la harina cruda es muy importante, por lo que en la empresa productora de cemento se cuenta con analizadores a base de rayos X, que pueden realizar análisis químicos completos en tiempos muy cortos (1 minuto) y con gran precisión. (Ver imagen 4).

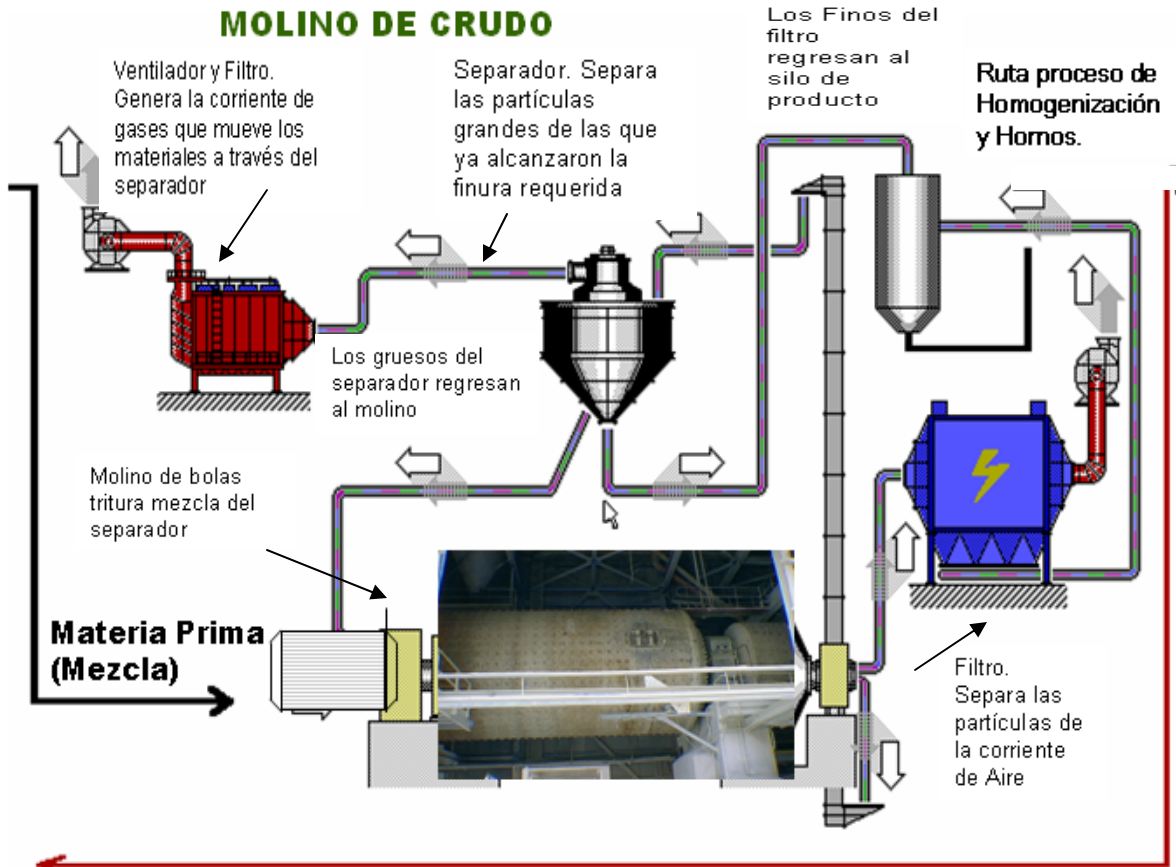
**Imagen 4**  
**Paso 3: Molienda de harina cruda**



Fuente: Material visual propio del investigador. Planta San Miguel, septiembre 2009

Los silos para la molienda de harina cruda es básicamente un tubo relleno de bolas de acero. El molino descarga el material a un elevador que lo alimenta a un separador que emplea corrientes de aire y aletas para separar el material fino del grueso. El filtro electrostático aplica succión al molino para arrastrar todo el polvo y así evitar que llegue al ambiente. Este polvo se recupera y se alimenta al producto final, (ver esquema 2). Todo esto es bombeado a silos mediante bombas y compresores para transportar el material por tubos o regueras hacia el siguiente proceso de clinkerización.

## Esquema 2 Molienda de harina cruda



**Chequeo de la calidad para ajustar proporciones:  
Composición Química, Finura, Humedad.**

Fuente: Departamento de control central, planta San Miguel, septiembre 2009.

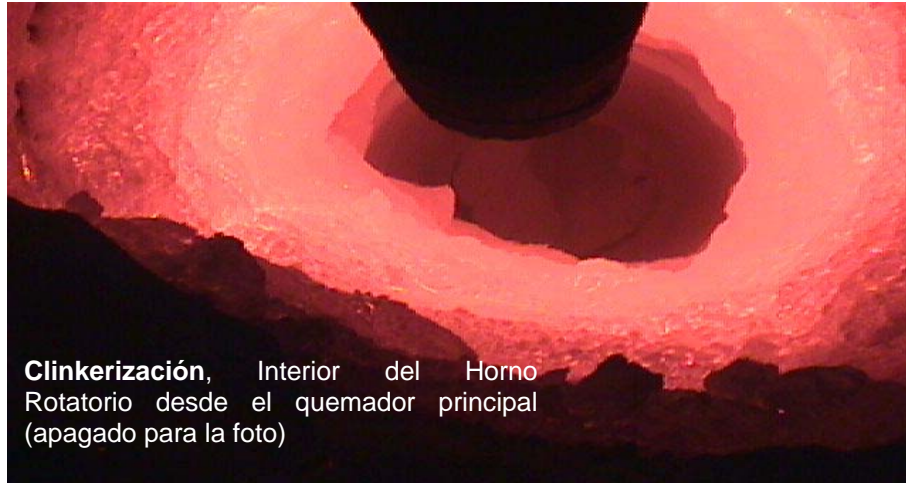
### d) Clinkerización

La harina cruda proveniente de los silos es alimentada a hornos rotatorios en los que el material es calcinado y semi-fundido al someterlo a altas temperaturas (1450°C). Aquí se llevan a cabo las reacciones químicas entre los diferentes óxidos de calcio, sílice, aluminio y hierro, que se combinan para formar compuestos nuevos que son enfriados rápidamente en la parte final del horno. Al producto enfriado de los hornos se le da el nombre de clinker y normalmente



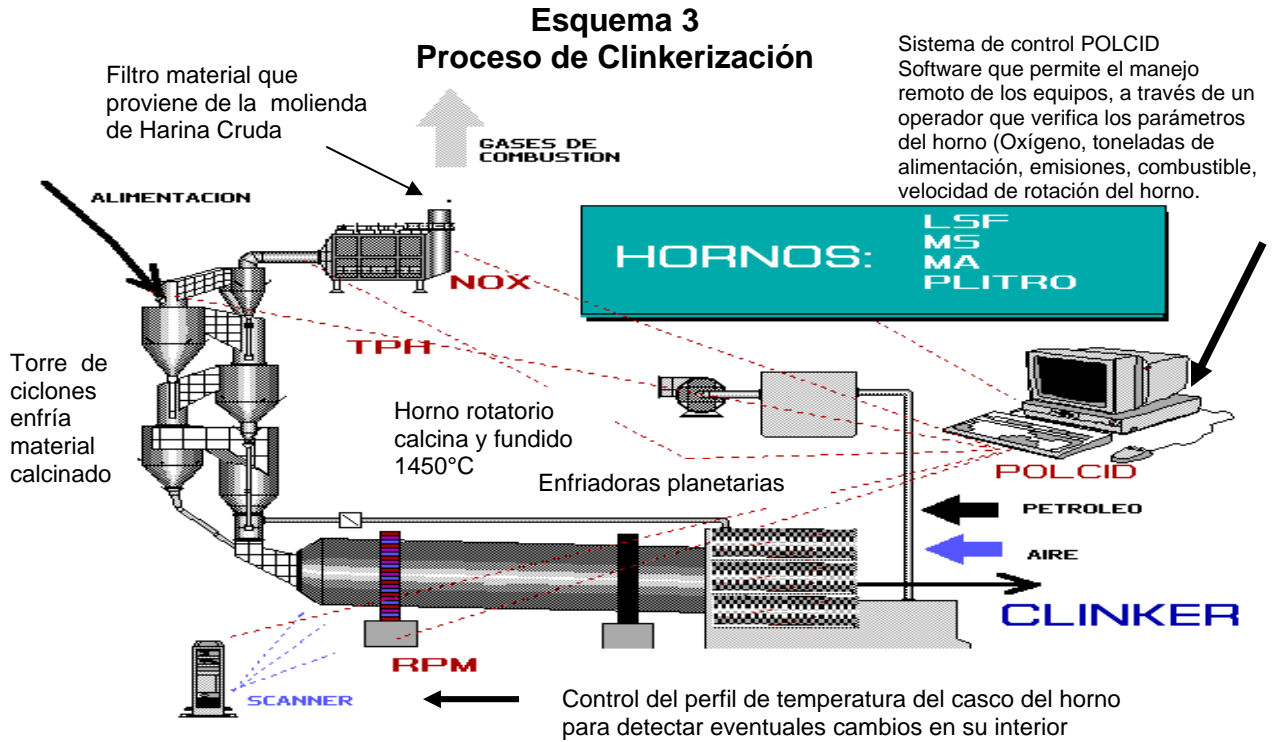
es granulado, de forma redondeada y de color gris oscuro. (Ver imagen 5 y esquema 3).

**Imagen 5**  
**Paso 4: Clinkerización**



**Clinkerización**, Interior del Horno Rotatorio desde el quemador principal (apagado para la foto)

Fuente: Material visual propio del investigador. Planta San Miguel, septiembre 2009



Fuente: Departamento de control central, planta San Miguel, septiembre 2009.

### e) Molienda de cemento

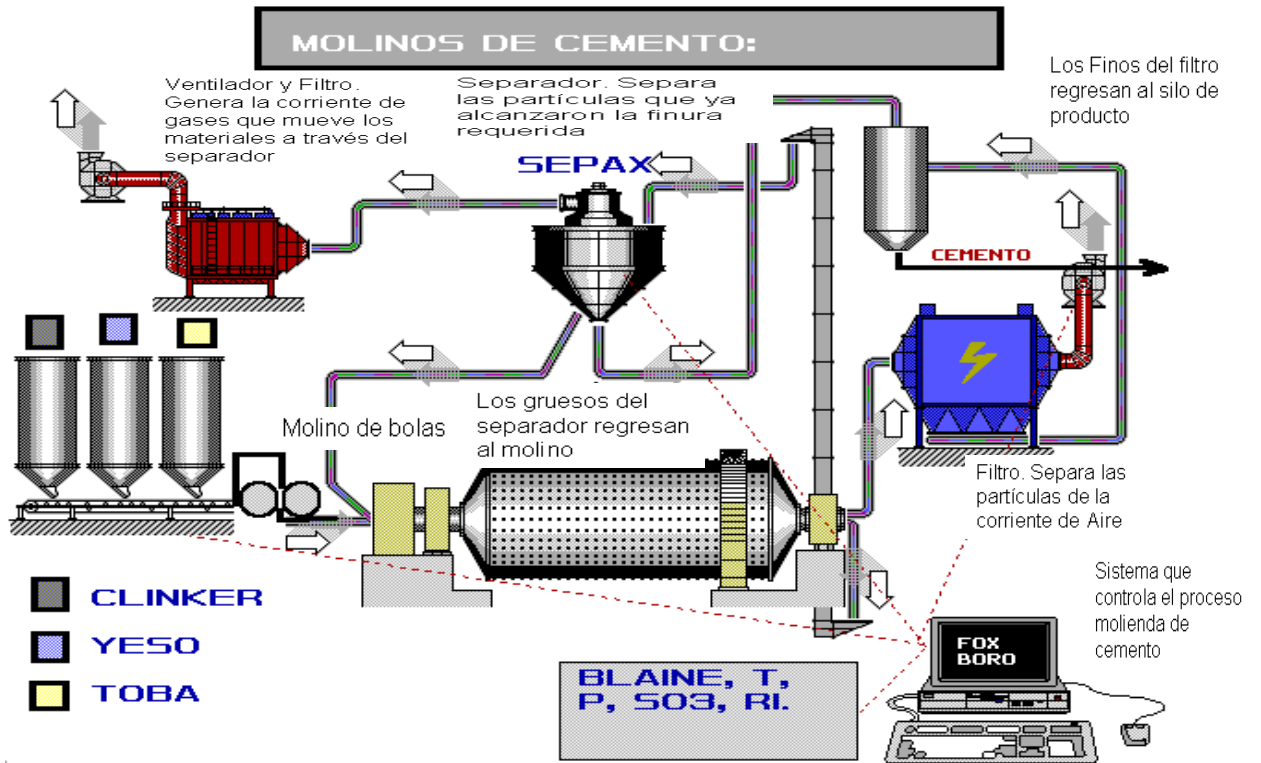
El siguiente paso en el proceso de producción de cemento es la molienda del clinker producido en los hornos, utiliza los mismos equipos que la molienda de harina cruda en forma conjunta con otros minerales que le confieren propiedades específicas al cemento. El yeso, por ejemplo, es utilizado para el tiempo de fraguado (o endurecimiento) de la mezcla de cemento y agua, para permitir su manejo. También se pueden adicionar otros materiales como las puzolanas o arenas volcánicas, las que producen concretos más duraderos, impermeables y con menor calor de hidratación que un cemento Pórtland ordinario compuesto sólo por clinker y yeso. (Ver imagen 6 y esquema 4).

**Imagen 6**  
**Paso 5: Molienda de Cemento**



Fuente: Material visual propio del investigador. Planta San Miguel, septiembre 2009

## Esquema 4 Molienda de cemento



Fuente: Departamento de control central, planta San Miguel, septiembre 2009.

### f) Empaque y despacho:

Finalmente, el cemento producido y almacenado en silos puede ser despachado en pipas a granel para los grandes consumidores, o envasado en sacos. El peso neto utilizado tradicionalmente en Centro América para el cemento en sacos es de 42.5 kilogramos. (93.7lb.). En la planta La Pedrera se cuenta con 3 líneas de envasado, 1 de ellas totalmente automatizada y con capacidad de paletizar 3,000 sacos/hora, y otras dos de 1,000 sacos/hora cada una. (Ver imagen 7 y 8).

**Imagen 7**  
**Paso 6: Empaque del cemento**



Fuente: Material visual propio del investigador. Planta San Miguel, septiembre 2009

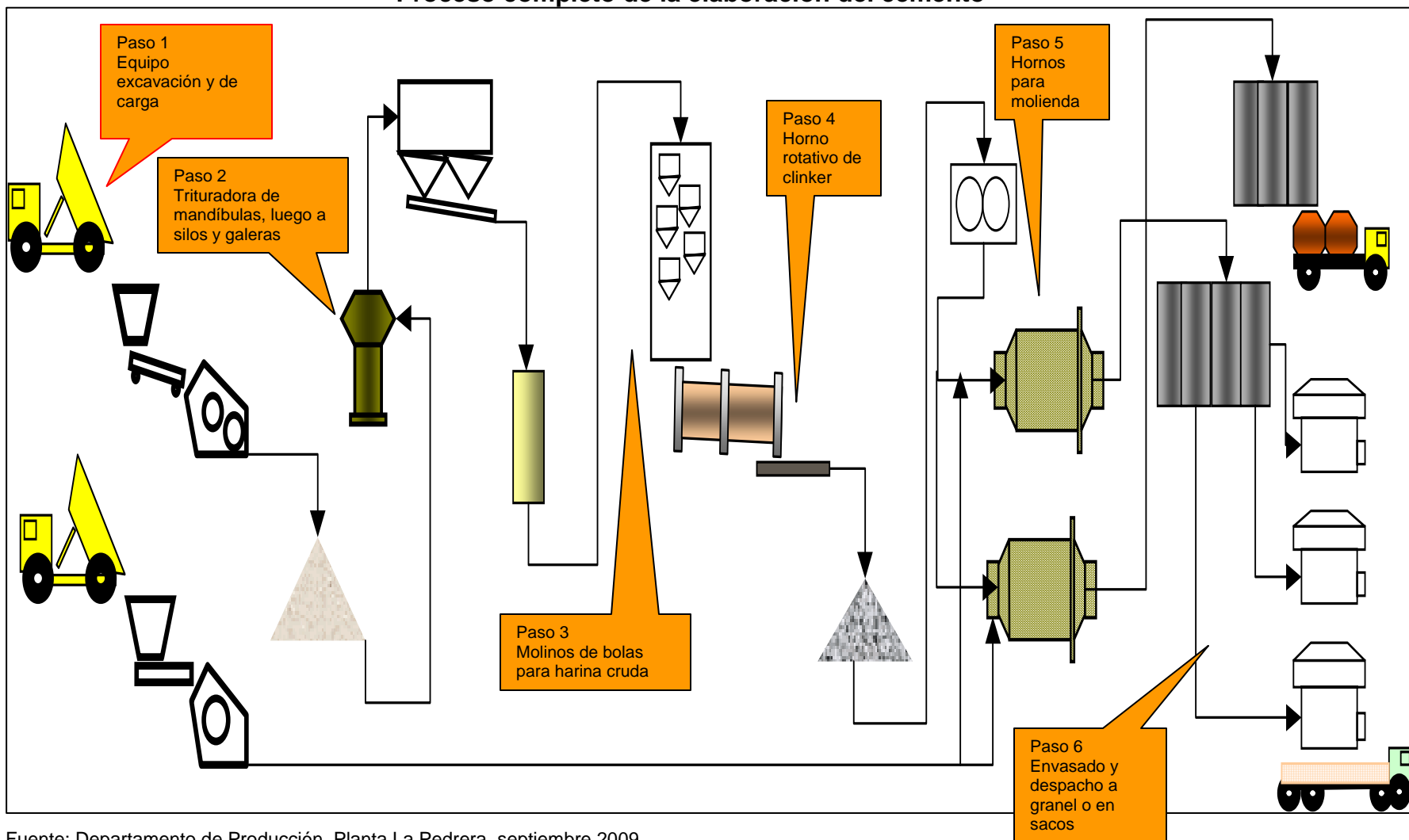
**Imagen 8**  
**Paso 6: Despacho de cemento**



Fuente: Material visual propio del investigador. Planta San Miguel, septiembre 2009

El proceso completo para elaborar el cemento se presenta en el siguiente esquema.

## Esquema 5 Proceso completo de la elaboración del cemento



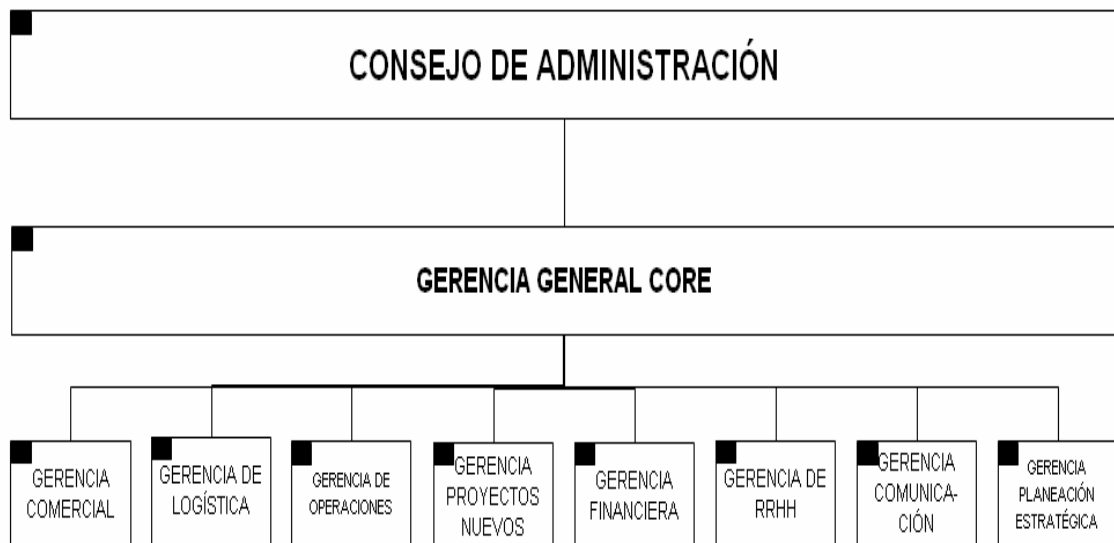
Fuente: Departamento de Producción, Planta La Pedrera, septiembre 2009.

Para cumplir con cada uno de los procesos detallados en el esquema 5, son necesarios recursos humanos, materiales y tecnológicos; para efectos de los intereses de la presente investigación, a partir de aquí, se incluye información relevante de la unidad objeto de estudio.

### 2.2.3. Estructura organizacional

La empresa unidad de análisis dentro de su nivel estratégico cuenta con un consejo administrativo, una gerencia general y ocho gerencias de departamentos.

**Esquema 6**  
**Organigrama nivel estratégico empresa productora de cemento**



Fuente: Gerencia de Operaciones, Planta La Pedrera, agosto 2009.

#### **2.2.4. Estructura del departamento de mantenimiento**

El departamento de mantenimiento está en línea directa bajo la jurisdicción de la gerencia de operaciones, está conformado por un superintendente de mantenimiento, dos jefaturas, dos supervisores, tres planificadores, un asistente de planificación (quien apoya en actividades de planificación para mantenimientos correctivos), 27 personas en el área operativa (entiéndase personal de turnos, mecánicos, electricistas), (ver detalle del personal en esquema 7).

**Esquema 7**  
**Organigrama de puestos del departamento de mantenimiento**



Fuente: Superintendencia de mantenimiento, Planta La Pedrera, agosto 2009.



El resumen de las funciones principales de los puestos anteriores se detalla a continuación:

#### **2.2.4.1. Superintendencia**

Coordina y asegura la adecuada ejecución y cumplimiento de los planes, programas y controles de mantenimiento del área asignada dentro de los procesos productivos. Coordinar con las distintas áreas de la planta los paros por mantenimientos de maquinaria y equipo, con el fin de que cada área de trabajo optimice recursos humanos, materiales y terceros. (Ver descriptor del puesto en anexo 6, página 186).

#### **2.2.4.2. Jefatura y supervisión**

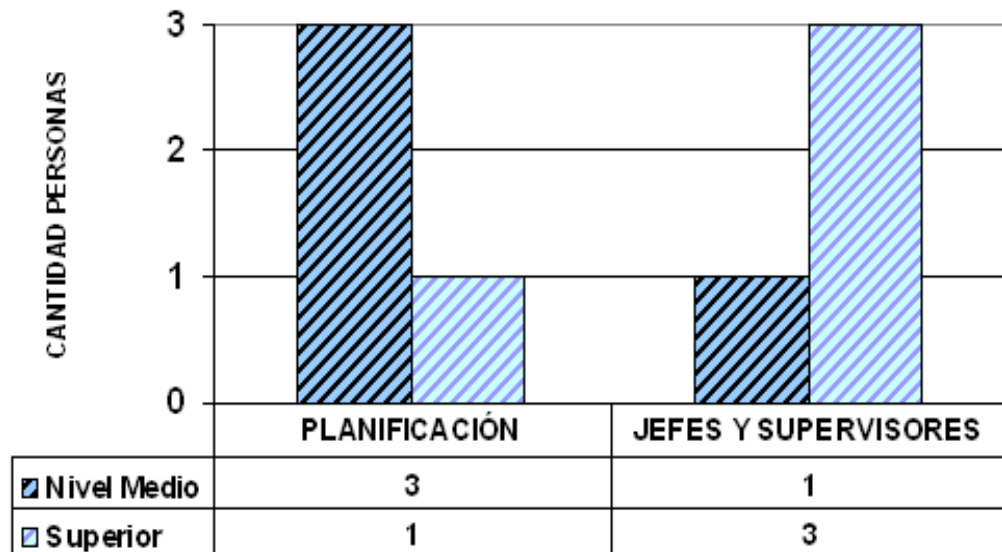
Participa y orienta las actividades dirigidas por el superintendente de mantenimiento, coordina con las distintas partes operativas la ejecución de los planes de mantenimiento de la planta, la administración de recursos humanos y materiales para los mantenimientos de la maquinaria y equipo, con el fin de optimizarlos. (Ver descriptor del puesto en anexo 8, página 193).

#### **2.2.4.3. Personal de planificación**

Tiene como función, el orientar al asistente administrativo en la elaboración, actualización y reporte de los planes, programas de mantenimiento. Genera órdenes de mantenimiento, garantizando el abastecimiento de los recursos necesarios para el cumplimiento de actividades consignadas en las órdenes de mantenimiento. (Ver descriptor del puesto en anexo 7, página 190).

La información recopilada en el trabajo de campo con relación al nivel académico de las ocho personas que desempeñan puestos de planificación, jefatura y supervisión, se evidencia en la gráfica siguiente:

**Gráfica 1**  
**Nivel académico áreas planificación, jefatura y supervisión**



Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

De acuerdo al descriptor de puestos (incluido como anexos 7 y 8), uno de los puestos claves evaluados fue el área de planificación, que indica que quien ocupe uno de ellos, tiene que ser estudiante pendiente de tesis y/o Ingeniero Industrial, Mecánico o Mecánico industrial, eléctrico o electrónico con 2 a 3 años de experiencia en mantenimiento industrial.

La gráfica 1, muestra que de las cuatro personas encuestadas en el área de planificación, tres son bachilleres industriales con proceso de tesis en diferentes universidades, y una de ellas posee el título de ingeniero mecánico industrial. Así mismo tres de las cuatro personas encuestadas que ocupan los puestos de jefaturas y supervisión cumplen con los requisitos, a excepción del jefe del taller mecánico, quien – como comentó el superintendente de mantenimiento - es una persona que por su amplia trayectoria y experiencia en el departamento, ocupa ese puesto.

#### **2.2.4.4. Personal operativo**

Ejecuta las actividades del mantenimiento consignadas en las órdenes de mantenimiento, retroinformando al personal de planificación sobre el resultado de su trabajo. (Ver descriptor del puesto en anexo 9, página 196).

Por no ser de interés para la investigación, no se recopiló información en el trabajo de campo para conocer el nivel académico del personal operativo. Sin embargo en el anexo 9, página 196, se incluye el descriptor del puesto de un electricista del departamento de mantenimiento, que como señala la ficha de certificación, debe poseer título de nivel medio.

La coordinación de las actividades de los diferentes puestos de trabajo en el departamento de mantenimiento, se combinan para cumplir con los planes de mantenimiento para la maquinaria y equipo utilizados en el proceso productivo.

#### **2.2.5. Maquinaria y equipos**

Según información proporcionada por el superintendente de mantenimiento, el universo de la maquinaria y equipo que es objeto de mantenimiento y requerimiento de inventario por accesorios y repuestos, y que además están incluidos en los planes de mantenimiento se detallada en el cuadro 1, Página 44.

#### **2.3. Planes de mantenimiento**

Los períodos y rutas lógicas de planificación de mantenimiento están orientados a maquinaria y equipo que cubren todo el proceso de elaboración del cemento, tanto a equipos rotativos, de secado, de transportes y envasado.

Según indicó el superintendente de mantenimiento, a través de los mantenimientos anuales programados se pretende un rendimiento de 300 días

calendario para la maquinaria y equipo que es objeto de mantenimiento. Este reto sólo se cumplirá con acciones productivas y competitivas propuestas desde los planes de mantenimiento. Estos equipos se listan en el cuadro 1.

**Cuadro 1**  
**Lista de maquinaria y equipo para mantenimiento**

<b>MOLINOS</b>	<b>SISTEMAS DE TRANSPORTE</b>
Molino 361 (E/S)	Sistema Fuller 300M-Silos, C300
Molino 361 (E/S)-C.Cadena	Sistema Fuller Bomba 5-Silos, C200
Sistema Carga silos de mezcla	Sistema Fuller Bomba 4-Molinos
Molino 561 (E/S)	Sist. Fuller Bomba 6-Molinos
Molino 561-C. Diafragma Salida MB1	Sistema Fuller Bomba 9"-Mezcla
Molino 561 (E/S)-Cadena Elevador	Sistema Fuller Bomba 8"-Mezcla
Molino 562 (E/S)	Sistema Fuller PET C-70
Molino 562 (E/S)-Cadena Elevador	Sistema Fuller PET C-80
Anual Molino 562	Gusanos Debajo de Silos
Molino 563 (E/S)	Sistema Carga de pipas de maquila
Anual Molino 563	Sistema Fajas carga depósito 11300
Molino de Pet Coke	Recolectores generales molienda cemento
<b>ENVASADORAS</b>	<b>SECADORA Y GRUAS</b>
Maquila (D) + Filtro	Mayores Secadora
Retractiles Corredores (D)	Secadora
Ventomatic (D) + sistema de carga	Grua 11-311-GR1 (L)
Retractiles Basculas (Mi)	Ruedas Grua 11-300-GR1
11-641 (Mi) + gusanos sotano	Grua 11-311-GR2 (L)
Maquila (D) + Filtro	C. Ruedas Grua 11-300-GR2
Retractiles Corredores (D)	Grua 11-511-GR1 (M)
Ventomatic (D) + sist. de carga	Ruedas Grua 11-500-GR1
Retractiles Basculas (Mi)	
11-643 (Mi) + Filtro	
Retractil despacho de maquila	

Fuente: Departamento de mantenimiento, Planta La Pedrera, septiembre 2009

### **2.3.1. Plan maestro de mantenimiento**

Según comentó el superintendente de mantenimiento que como parte de las exigencias de la gerencia de operaciones, se puso en práctica el proyecto Mantenimiento de Cemento (MAC). Este proyecto se consideró una herramienta necesaria para implementar los elementos claves y un sistema de gestión que permitiera la optimización de recursos, así como el logro de un nivel efectivo en todas las áreas operativas de planta La Pedrera; así mismo, conseguir un cambio de comportamiento en los niveles supervisores, superintendentes, gerencias y para asegurar la sostenibilidad de los beneficios operativos alcanzados.

A raíz del proyecto MAC, específicamente dentro de las iniciativas del **Equipo Sistemas** (este equipo de personas enfocado principalmente a los elementos claves de la planeación como son las órdenes de mantenimiento (OT's), planes de mantenimiento, reportes, así como el establecimiento de las reuniones para planear, dar seguimiento y evaluar los resultados obtenidos), en el año 2001 puso en marcha el Plan Maestro de Mantenimiento, el cual a la fecha continúa vigente. Además indicó que los objetivos del proyecto inicial pretendían mejorar de manera sostenible, la disponibilidad y el rendimiento de los equipos principales a fin de asegurar los volúmenes de producción requeridos para abastecer la demanda del mercado. Por otro lado el proyecto también buscaría optimizar los costos de materiales de mantenimiento, incrementar la productividad y de esta manera reducir la utilización de tiempo extraordinario y por último disminuir el valor del inventario de repuestos.

El proyecto MAC inició el dos de febrero y concluyó el 18 de octubre de 2001 con la presentación final; basó su propuesta en la implementación costo - eficiencia del mantenimiento, centrado en la confiabilidad, dando mayor énfasis al mantenimiento preventivo con especial atención a la mitigación del deterioro

de la maquinaria y equipo. Esto permitiría asegurar la integridad física y disponibilidad de los mismos, así como, el funcionamiento en óptimas condiciones, y, por ello establecieron estrategias para:

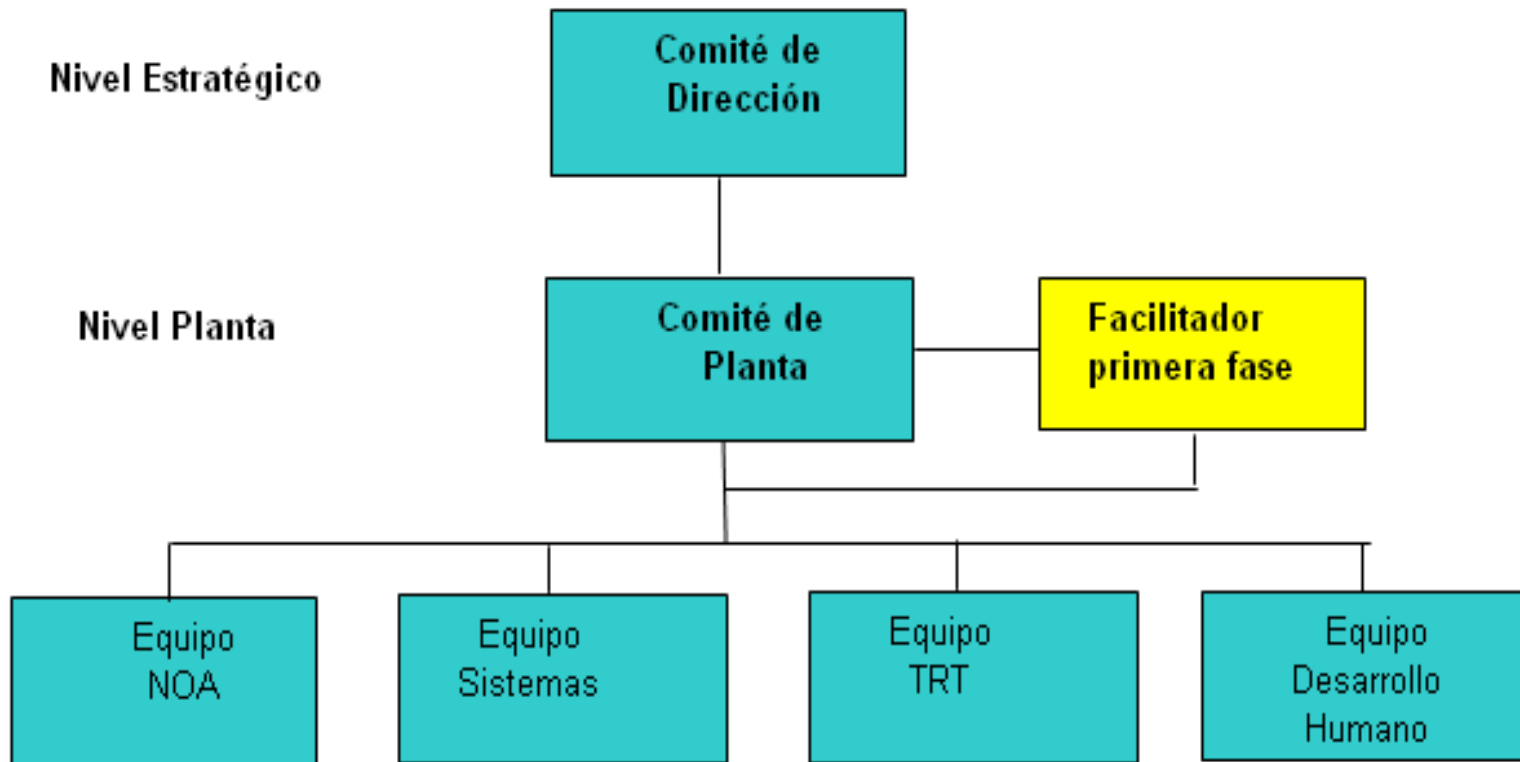
- Garantizar que toda la maquinaria y equipo sean mantenidos y operados en una forma efectiva, segura y dentro de las especificaciones, de acuerdo a una valoración de análisis de modos, efectos de fallas y criticidad.
- Proveer un programa de mantenimiento efectivo y económico de tal forma que se incremente al máximo posible la disponibilidad, confiabilidad y la productividad.
- Garantizar que cada maquinaria y equipo cumpla su ciclo de vida y consecuentemente justifique la inversión inicial.

La organización, dirección y ejecución de dicho proyecto estuvo integrada por personal de todos los niveles de la organización, estratégico, táctico y operativo, así como áreas de producción, industrial, administrativa, el cual se detalla en el esquema 8.

Lo anterior evidencia que en la empresa unidad de análisis han existido proyectos de mejora, tanto para el mantenimiento de la maquinaria y equipo, así como para la reducción del valor del inventario, pero por razones desconocidas no se les ha dado el seguimiento necesario.

Esquema 8  
Organización Proyecto MAC

# Organización del Proyecto



Fuente: Superintendencia de mantenimiento, Planta La Pedrera, agosto 2009.

Este programa está montado en su sistema computarizado System Application and Products (SAP) y principalmente se utiliza para asegurar los accesorios y repuestos para el mantenimiento de la maquinaria y equipo, así como para balancear recursos de mano de obra.

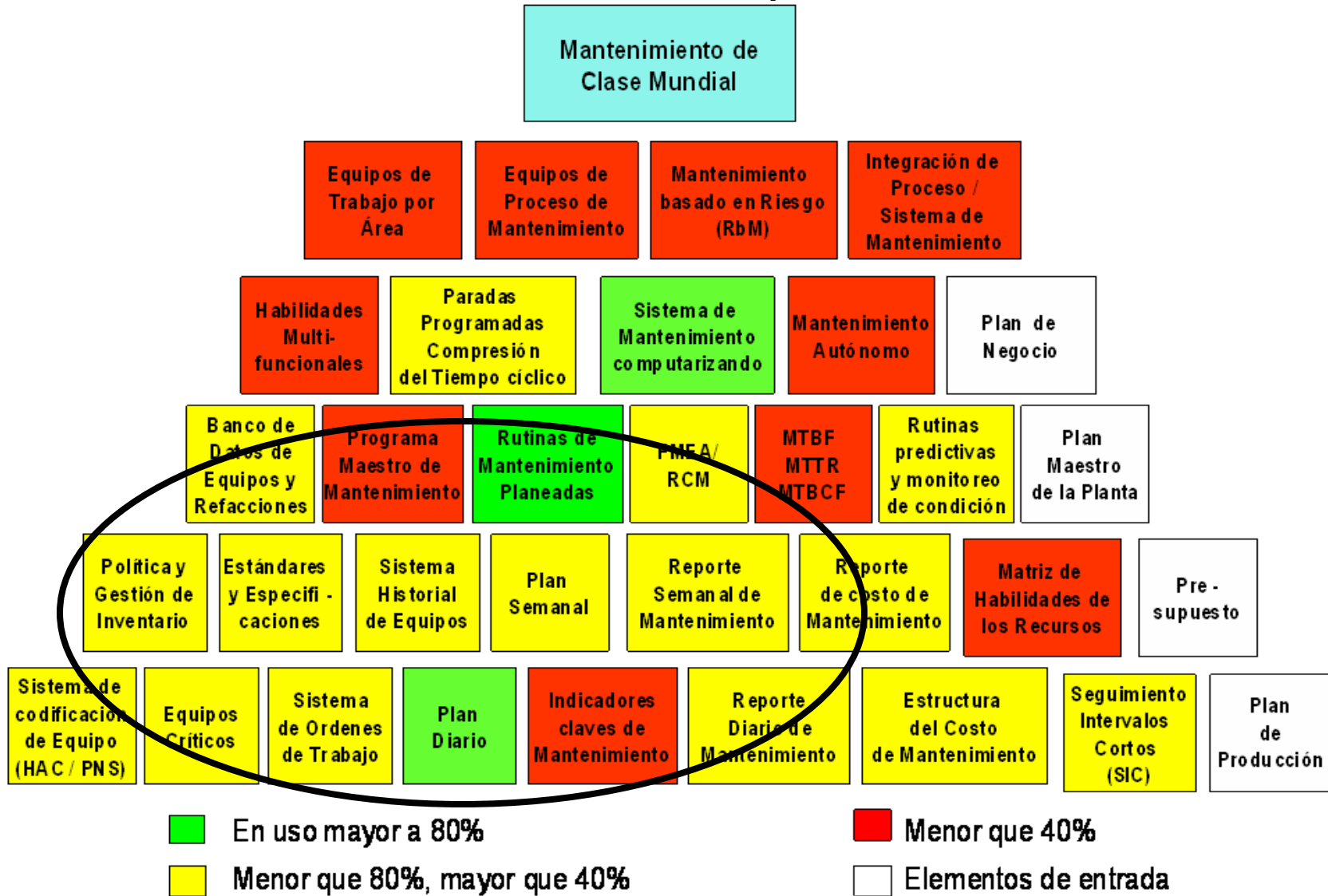
Según indicó el superintendente de mantenimiento, que con motivo de la reestructuración de las operaciones, la actividad del abastecimiento de accesorios y repuestos fue retomada por el departamento a su cargo, por lo que el mismo tuvo que rediseñarse de tal manera que se creó el área de planificación de abastecimiento de inventarios dentro de su departamento. Además indicó que a raíz de tal implementación, todas las órdenes de trabajo son generadas dentro del módulo de Planned Maintenance (PM) del sistema computarizado SAP, lo cual ha llevado a abandonar la práctica anterior de tener todas las órdenes de mantenimiento controladas a través de archivos auxiliares en hojas electrónicas del programa excel.

En información adicional proporcionada por el superintendente de mantenimiento, comentó que para evaluar el grado de avance de la implementación del programa, se utilizó la *pirámide MAC* (ver esquema 9, página 49). Este instrumento detalla las diferentes iniciativas que relacionan el proyecto con diferentes áreas de planta la Pedrera, para poder perfilar un mantenimiento de clase mundial.

Obsérvese la parte circulada, son las iniciativas que se relacionan con el tema objeto de estudio, inventario, orden de mantenimiento, banco de datos, entre otros; los cuales se abordarán como referencia en algunos párrafos de este documento, y que en su integración orienta todos los recursos humanos y materiales para el mantenimiento del universo de la maquinaria y equipo incluido en el plan maestro de mantenimiento del año 2009, y que se adjunta en el esquema 10, página 50.



### Esquema 9 Pirámide de iniciativas Proyecto MAC



Fuente: Superintendencia de mantenimiento, Planta La Pedrera, agosto 2009.



### **2.3.2 Reunión de planificación semanal**

Según entrevista con el superintendente de mantenimiento, semanalmente se realiza una reunión de planificación para transmitir los planes de producción y despacho de la semana posterior y en ella se confirman o se modifican los planes de mantenimiento y entrega de órdenes de mantenimiento incluidos los recursos necesarios, entre estos, los requerimientos de inventarios, según sea el caso o requerimiento de los equipos, para cumplir con los planes de producción.

Según se pudo observar, el plan semanal es generado a través del sistema computarizado SAP, y, mediante un proceso de aplicación propia de este sistema (para programas compatibles), se traslada la información al programa Excel, donde es controlado y alimentado en archivos auxiliares, haciendo un monitoreo diario de los avances de los trabajos consignados en las órdenes de mantenimiento.

Esta reunión se realiza para coordinar recursos humanos y materiales entre las diferentes áreas del departamento, asignar prioridades, programar y confirmar el trabajo de la siguiente semana. Una copia impresa de esta programación semanal se publica en el portal de información interno, junto con otra información relacionada con los planes y órdenes de mantenimiento del departamento; tal como se observa en la imagen 9.

### Imagen 9 Portal impresión planes y órdenes de mantenimiento



Fuente: Material visual propio del investigador. Planta La Pedrera, agosto 2009.

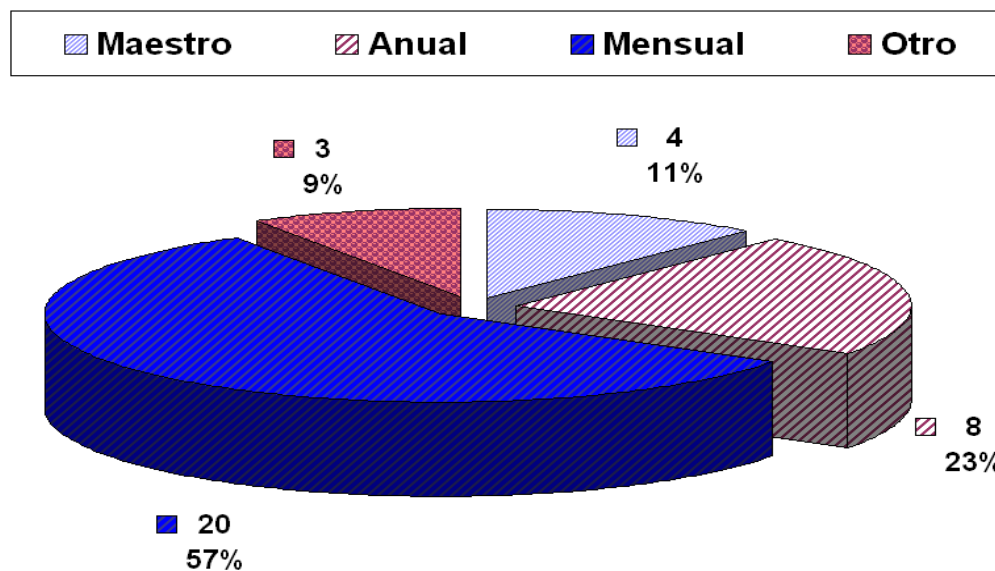
El plan semanal, además es una herramienta de control de las órdenes de mantenimiento, dando un acumulado semanal, de tal forma que también obliga al sistema SAP a tener controladas y liquidadas semanalmente dichas órdenes, a la vez que refleja información para los indicadores de mantenimiento semanal y de desempeño del departamento.

Además indicó el superintendente de mantenimiento que, del plan semanal se deriva el plan diario, la información que aquí se integra se obtiene de la misma aplicación del programa Excel, que permite trasladar información de las órdenes de mantenimiento (OT's) ubicadas en su sistema computarizado SAP, para luego presentarla en la reunión diaria de campo donde se asignan OT's de mantenimiento al personal operativo.

Con la información proporcionada por el superintendente de mantenimiento, es evidente que dentro del departamento de mantenimiento se contemplan diversos

tipos de planes, y se diferencian unos de otros, solamente por el periodo de ejecución. La gráfica 2 muestra el grado de conocimiento y aplicación del personal encuestado acerca de los planes existentes.

**Gráfica 2**  
**Conocimiento sobre aplicación de planes de mantenimiento**



Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

Según la encuesta realizada, las 35 personas que conforman las áreas de jefatura, supervisión, planificación y personal operativo; manifestaron conocer diferentes tipos de planes que se aplican en el departamento de mantenimiento, pero dentro de estos no aparece el plan semanal de mantenimiento.

Llama la atención que el 57% de las personas encuestadas hicieron referencia a que el plan de mantenimiento mensual es el que más aplican, sin embargo, como se detalla en el inciso 2.3.2. de este documento, en entrevista realizada al superintendente de mantenimiento; hace referencia que es del plan semanal de

donde se derivan los planes diarios, y que los planes de mantenimiento son evaluados a través del mismo plan semanal. Por tal razón, se evidencia confusión en el conocimiento y transmisión de información en la aplicación de los planes de mantenimiento por parte de las diferentes áreas que conforman el departamento de mantenimiento en la unidad de análisis.

Lo anterior revela la necesidad de una coordinación de las diferentes áreas que integran el departamento para el cumplimiento de los objetivos grupales.

### **2.3.3. Rutinas de inspección de mantenimiento**

Con la compañía del mecánico encargado de lubricación, la colaboración de personal temporal y soporte directo de la superintendencia de mantenimiento, se pudo observar la realización de las dos formas de rutinas de inspección predictivas que se llevan a cabo por parte del departamento de mantenimiento; por un lado, de equipo parado sin instrumentos a través del método ver, oír, sentir, oler (VOSO) y por otro lado, con pistola medidora de temperaturas a través del proceso de monitoreo basado sobre condiciones, por sus siglas, Condition Based Monitoring (CBM). Ambos métodos en forma muy específica para cada uno de los equipos de las siguientes áreas de trabajo: área de cal, área de cemento, maquilados, y agregados; las cuales fueron actualizadas dentro del sistema computarizado SAP.

### **2.3.4. Orden de mantenimiento**

Según se pudo observar, las órdenes de mantenimiento son generadas directamente en el sistema computarizado SAP, así como el cierre o notificación de la misma, estableciendo una cultura de constante revisión de status en las órdenes por grupos de proceso (Horas Hombre, órdenes de mantenimiento atrasadas, avisos, requisitos de accesorios y repuestos, así como el cierre y notificación a tiempo).

Este documento especifica la información y recursos que deben incluirse en el mantenimiento de cada equipo, y la manera correcta de utilizarla como apoyo en la función de mantenimiento, también se describen los pasos que deben seguirse para abrir y cerrar avisos previos a la generación de la orden de mantenimiento.

Los campos necesarios para la generación de una orden de mantenimiento para maquinaria y equipo, se presentan en los formatos 1 y 2 de este documento, y básicamente contienen:

Parte frontal:

- Número de la orden de mantenimiento
- Tipo de mantenimiento
- El número de equipo Holderbank Asset Code (HAC)
- Grado de prioridad
- Centro de emplazamiento
- La hora de inicio y final del mantenimiento

Reverso:

- Detalle de la herramienta necesaria para el mantenimiento
- Una lista codificada de posibles causas que retrasaron el mantenimiento
- Personal que avala el mantenimiento
- Fecha de entrega y límite
- Personal y tiempo necesario para el mantenimiento

Así mismo los aspectos generales para la generación de la orden de mantenimiento y la asignación del documento por retiro de accesorios y repuestos del almacén, se muestran en el esquema 13, página 95 de este documento.





## Orden de mantenimiento (parte reverso)

HERRAMIENTA UTILIZADA:				
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNI. MEDIDA	LOCALIZACION

**OBSERVACIONES:**

**CAUSAS DE RETRASO**

COD.	MOTIVO	POSICION	CODIGO	HR INICIO	HR. FIN	TOTAL
R001	Cambio de programación					
R002	Cambio de turno					
R003	Demoras en almacen					
R004	Espera de personal de otra area					
R005	Factores externos a la fábrica					
R006	Falta de capacitación					
R007	Falta de equipo o herramienta					
R008	Falta de informacion					
R009	Falta de limpieza					
R010	Falta de movilidad					
R011	Falta de personal					
R012	Falta de repuestos					
R013	Falta de supervision					
R014	Llenado de papeles					

Rep. de elevador de horno 462

Sol. Oscar Higueros.

Fecha limite de entrega 13.09.2009

**ACTIVIDADES**

OPERACION : 0010 Rep. de elevador de horno 462

PTO. TRABAJO : LP191001 LP MANTENIMIENTO MECANICO (PLANTA)

CLAVE MODELO : CLAVE CONTROL : PM01 CLASE ACTIVIDAD : 003

INICIA EL : 11.09.2009 A LAS : 00:00:00

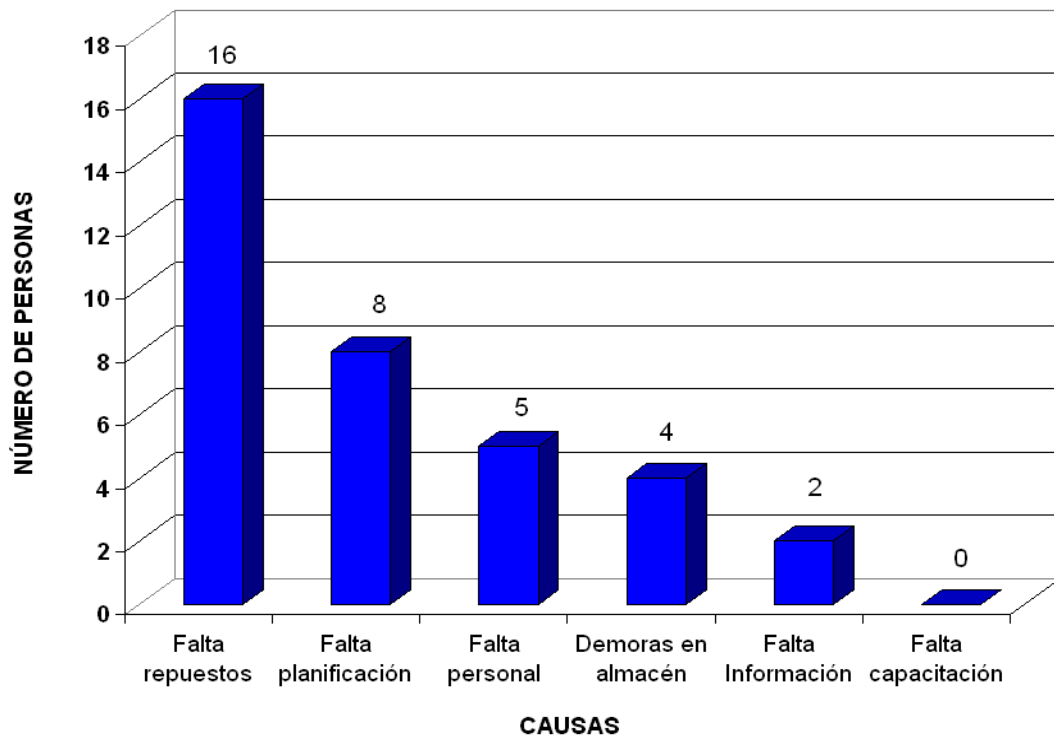
FINALIZA EL : 11.09.2009 A LAS : 00:00:00

DURACION : 0.0 # PERSONAS: 0 H.H. TOTAL : 0.0

Fuente: Departamento de mantenimiento, Planta La Pedrera octubre 2009

Como muestra el formato 1, página 56, son varias las causas que pueden atrasar un mantenimiento. La gráfica 3 muestra la opinión de las 35 personas que integran el departamento de mantenimiento sobre algunas de las causas más relevantes que provocan retrasos en los mantenimientos de la maquinaria y equipo.

**Gráfica 3**  
**Causas que provocan retraso en ejecutar un mantenimiento**



Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

Se determinó que 24 de las 35 personas encuestadas, manifestaron que la falta de repuestos y la falta de planificación son las causas que más provocan retrasos en la ejecución de las actividades de mantenimiento, representado el 68.57% del total.

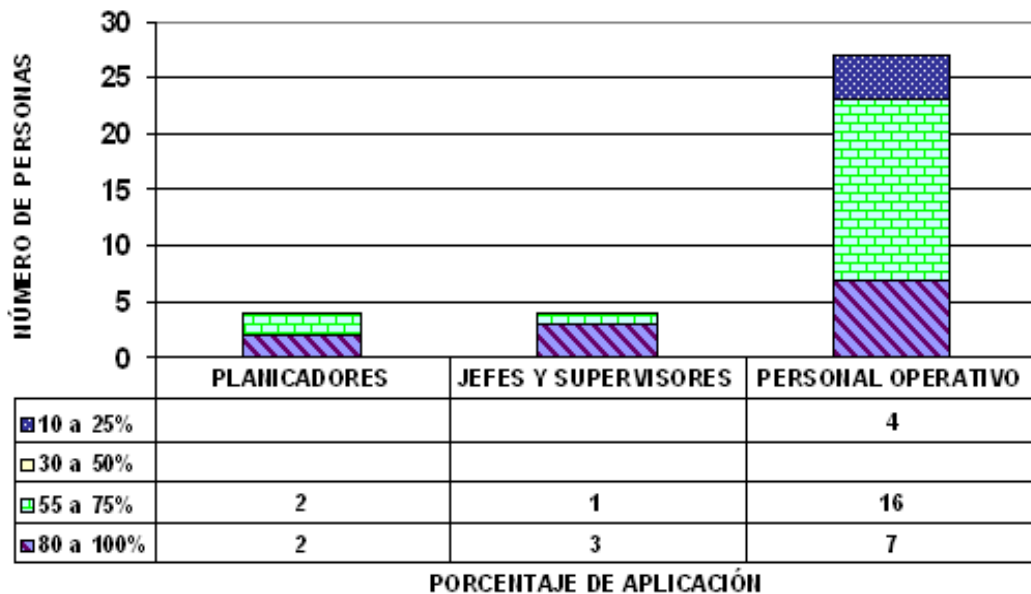
No se puede perder de vista que el mantenimiento es una de las áreas de negocios que más impacta el presupuesto anual del proceso productivo, lo que

implica la necesidad de lograr un equilibrio y aprovechamiento de los recursos con el fin de optimizar el rendimiento de la maquinaria y equipo.

Esto conlleva la necesidad de la implementación de indicadores claves de desempeño tanto para el personal, como para el rendimiento de la maquinaria y equipo, los cuales serán abordados en el Capítulo 3, inciso 3.6 de este documento como parte de la propuesta de mejora en el departamento de mantenimiento en la empresa unidad de análisis.

Según información proporcionada por el superintendente del departamento, dentro de los tipos de mantenimiento aplicados a la maquinaria y equipo, los mantenimientos preventivos y correctivos son los que se aplican y consumen recursos. Las gráficas 4 y 5, muestran el porcentaje de órdenes de mantenimiento generadas por cada uno de estos dos tipos de mantenimiento.

**Gráfica 4**  
**Órdenes de mantenimiento preventivo**

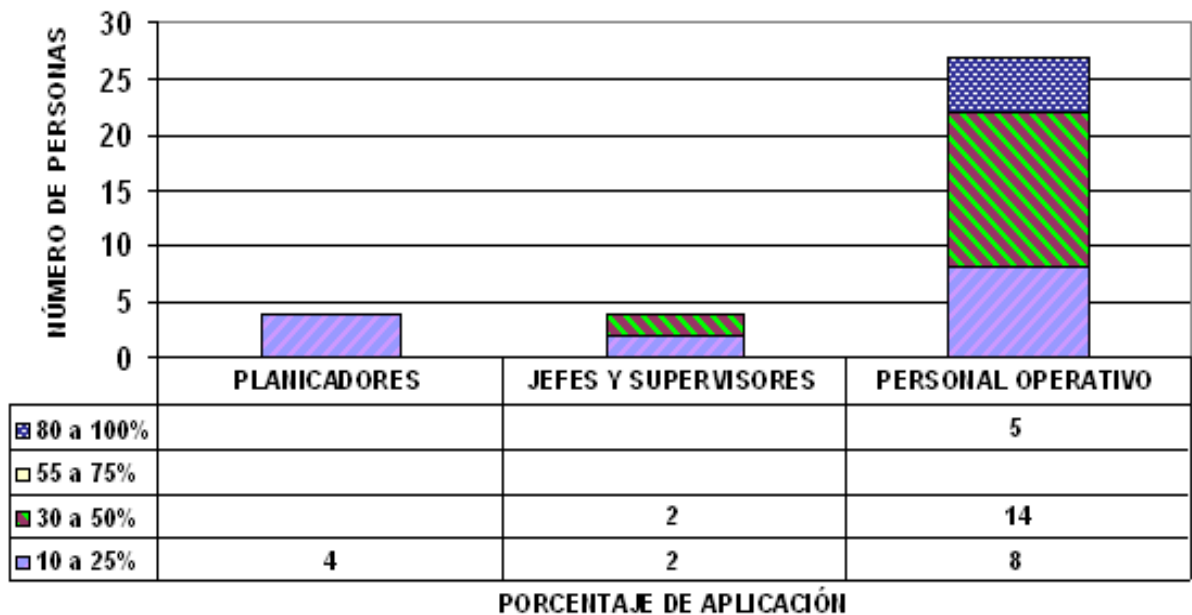


Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

La gráfica anterior muestra que 12 de las 35 personas que trabajan en el departamento de mantenimiento, opina que está por arriba del 80% la cantidad de órdenes generadas para mantenimientos preventivos. Mientras que 19 personas opinan que las órdenes generadas para el mismo tipo de mantenimiento oscilan entre el 55% y 75%.

Lo anterior se resume que solamente el 34% del personal en la unidad de análisis considera que existe un estado ideal en la generación de órdenes de mantenimiento, es decir de carácter preventivo para la maquinaria y equipo.

**Gráfica 5**  
**Órdenes de mantenimiento correctivo**



Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

En la gráfica 5 se observa que 14 de las 35 personas en la unidad de análisis, opinan que las órdenes generadas por mantenimientos correctivos es relativamente bajo, entre 10 y 25%; contradictorio a esto, 16 de las mismas 35

personas consideran que la generación de órdenes de mantenimiento para trabajos correctivos oscila entre en 30 y 50% del total.

Estos porcentajes de órdenes generadas para cada tipo de mantenimiento, se pudo constatar al observar el portal de información para el personal del departamento ubicado en las afueras del área de planificadores (ver imagen, 9 página 52).

Con base a los datos obtenidos y presentados en las gráficas 4 y 5, se evidencia una debilidad y oportunidad de mejora para aumentar el porcentaje de órdenes de mantenimiento preventivo, y disminuir el porcentaje de emisión de órdenes de mantenimiento de carácter correctivo.

#### **2.4. Abastecimiento de repuestos y accesorios**

Según indicó el superintendente de mantenimiento, que tanto desde el punto de vista técnico como operativo, el abastecimiento de inventarios por accesorios y repuestos está a cargo del personal del área de planificación y constituye uno de los elementos de mayor interés de la logística técnica del mantenimiento de la maquinaria y equipo.

Según se pudo observar en la unidad de análisis, específicamente en el área de planificación, que para el cumplimiento de esta actividad se apoyan en controles auxiliares a través de hojas electrónicas. En estos documentos se consigna información relacionada con los datos de la maquinaria y equipo que son objeto de mantenimiento, y uno de los datos más relevantes es el que indica la cantidad requerida. Esta cantidad en muchas ocasiones es sugerida directamente por el manual del fabricante del equipo y en otros casos por historiales de mantenimiento.

El cuadro 2 muestra un ejemplo de una hoja electrónica y la cantidad requerida de repuestos, así como la supuesta cantidad que debería existir en almacén para una bomba Fuller. (Este es un equipo listado en el cuadro 1, página 44)

**Cuadro 2**  
**Hoja electrónica de control auxiliar banco de datos de un equipo**

Equipo		BT0-501								
U.T. No: De HAC.		11-410-BN1								
Nombre de Equipo		BOMBA FULLER								
Criticidad de Equipo:		CLASE I								
Tipo: Z de 9"		Serie:		Modelo		Proveedor: Fuller Company				
Catálogo	# En Dibujo (ITEM)	# De parte según Catálogo	# De parte según Almacén	# De Código (SAP)	Cont. Req.	Descripción	Ubicación en almacén	Existencia Almacén		
<b>7 Bearing Housing</b>										
116-87-1-0021	27	000-02-0-0721-67		5319-0599	1	Bearing Adapter Sleeve Assembly #SNW 117 For 2 - 15/16" Dia. Shaft		4		
116-87-1-0021	28	116-88-1-6002-10		6816-0075	1	Spherical roller bearing	02-02-B-07	1		
116-87-1-0021	24	116-88-1-6003-01		6721-0009	3	Seal Housing Seal (Radial Lip Seal)				
116-87-1-0021	8	116-86-2-3044-01		6716-0026	1	Lantern Ring				
<b>Cambio de Válvula Flapper</b>										
116-87-1-0021	11	116-85-4-2537-00	116-85-3-2539-9	6721-0010	1	Flap Valve	02-02-B-2	1		
116-87-1-0021	5	116-85-3-2534-02	116-85-3-2534-9	6716-0139	1	Flat Seat	02-02-B-2	2		
116-87-1-0021	4	116-85-1-2569-01			1	Flap Seat Gasket				
116-87-1-0021	14	116-85-2-2544-00			1	Blowout Lever				
116-87-1-0021	16	116-85-2-2543-01		6716-0024	2	Counterweight arm				
116-87-1-0021	22	116-78-1-2622-01		6716-0023	4	Counterweight				
<b>Cambio de Gusano de 9"</b>										
116-87-1-0021	6	116-86-4-1112-01		6716-0111	1	Screw Assembly 9" Diametro		1		
			116306677800	6716-0011	1	Seal Ring Assembly(para bombas de 9" y 10")				
<b>Cambio De Bushings</b>										
116-87-1-0021 (Sheet No. 1 of 2)	4	116-54-1-1063-00		6716-0084	3	9" Barrel Bushing (Solid)		16		

Fuente: Departamento de mantenimiento, Planta La Pedrera 2009

Nótese que es tipo de control no contempla parámetros de planificación de necesidades (inventarios mínimos, inventarios máximos, puntos de pedido, tiempo de entrega), entre otros, los cuales son elementos indispensables en todo proceso de planificación de abastecimiento; donde son dos en especial los fines que tiene el abastecimiento: **equipar**, lo que exige el suministro de

accesorios y repuestos; y permitir **operar** mediante el suministro de accesorios y repuestos de consumo.

Las solicitudes de abastecimiento de inventarios son generadas manualmente dentro del sistema computarizado SAP, actividad que se detalla en el inciso 2.4.4.1, imagen 12 Página 82 de este documento.

#### **2.4.1. Planificación de necesidades por repuestos y accesorios**

Como ya se indicó anteriormente, y según información proporcionada por el superintendente de mantenimiento, esta actividad está a cargo de cuatro personas que conforman el área de planificación en el departamento de mantenimiento.

En esta fase, que es una actividad relevante dentro del proceso de la presente investigación, se pudo observar y cabe recalcar, que es la de mayor importancia para el éxito o fracaso del mantenimiento, por lo que los controles empíricos como: sugerencias de proveedores, manuales de fabricantes, que actualmente se utilizan en las gestiones de la generación de documentos de abastecimiento a través de hojas electrónicas, no son los más aconsejables.

El punto de partida para la determinación de las necesidades, tanto en el escalón operativo como del mantenimiento en sí, son los planes claramente mencionados en los incisos 2.3.1 y 2.3.2 páginas 45 a la 51 por el superintendente de mantenimiento; estos planes deben contar con la lista de requerimientos de necesidades por accesorios y repuestos, con datos claros y específicos en las órdenes de mantenimiento.

Para el cumplimiento de la planificación de necesidades por accesorios y repuestos, actualmente están definidos en grupos planificadores integrados por personal de planificación del departamento de mantenimiento; en estos se

agrupan accesorios y repuestos específicos para maquinaria y equipo de diferente uso dentro del proceso productivo, los cuales se detallan en el cuadro siguiente.

**Cuadro 3**  
**Grupos planificadores departamento de mantenimiento**

<b>GRUPO</b>	<b>NOMBRE USUARIO</b>	<b>MAQUINARIA Y EQUIPO DE MANTENIMIENTO</b>
P01	LPMECANICO	Repuestos para Trituradora MTEC y Trituradora Ventomatic de Predosificados
P02	LPMECANICO	Repuestos para Crivas MTEC y Zaranda Ventomatic Predosificados
P03	LPMECANICO	Repuestos para Mezcladora MTEC Predosificados
P04	LPMECANICO	Repuestos para Gusanos MTEC,y Rechazo Ventomatic Predosificados
P05	LPMECANICO	Repuestos para Fajas Transportadoras MTEC y Ventomatic Predosificados
P06	LPMECANICO	Repuestos para Básculas área MTEC y Granel Predos
P07	LPMECANICO	Repuestos para Elevadores MTEC y Ventomatic Predosificados
P08	LPMECANICO	Repuestos para Filtros áreas MTEC y Ventomatic Predosificados
P09	LPMECANICO	Repuestos para Válvula y Actuadores Neumática Ventomatic Predosificados
P10	LPMECANICO	Repuestos para Ensacadora Rotativa Predosificados
P11	LPMECANICO	Repuestos para Equipos Polimat Vento Predosificados
P12	LPMECANICO	Repuestos Aplicador de Sacos Ventomatic predos.
T01	LPMECANICO	Repuestos taller mecánico
T02	LPMECANICO	Repuestos Envasadoras
T03	LPMECANICO	Repuestos Envasadora Ventomatic
T04	LPMECANICO	Repuestos para Molinos
T05	LPMECANICO	Repuestos para Separadores
T06	LPMECANICO	Repuestos para Compresores Fuller
T07	LPMECANICO	Repuestos para Bombas Fuller
T08	LPMECANICO	Repuestos para Gruas P&H
T09	LPMECANICO	Repuestos para Elicoidales
T10	LPMECANICO	Repuestos para Elevadores
T11	LPMECANICO	Repuestos para Bandas Transportadoras
T12	LPMECANICO	Repuestos Varios

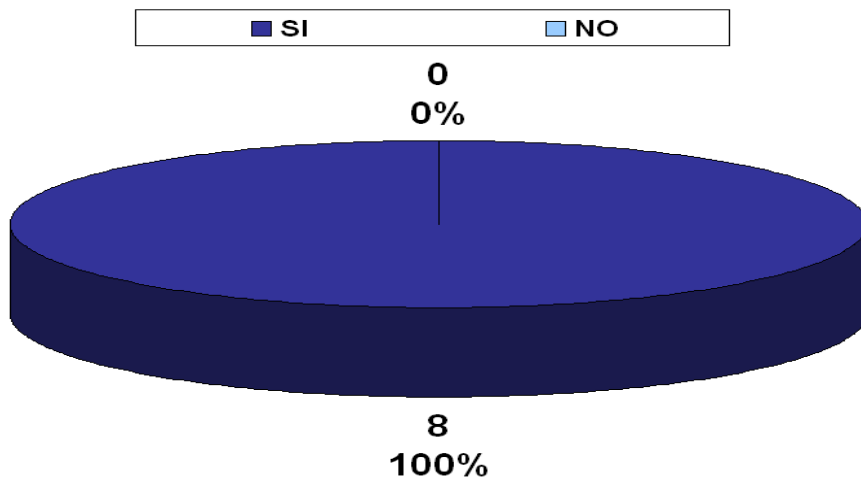
Fuente: Departamento de mantenimiento, Planta La Pedrera 2009

Para el cumplimiento de la actividad de abastecimiento de inventarios es necesario contar con la tecnología y recursos necesarios. La gráfica 6 muestra el conocimiento del personal del área de planificación, jefes y supervisores sobre la



existencia de programas para el abastecimiento de inventario en la unidad de análisis.

**Gráfica 6**  
**¿Existe un programa de abastecimiento de inventarios para accesorios y repuestos en el departamento de mantenimiento?**



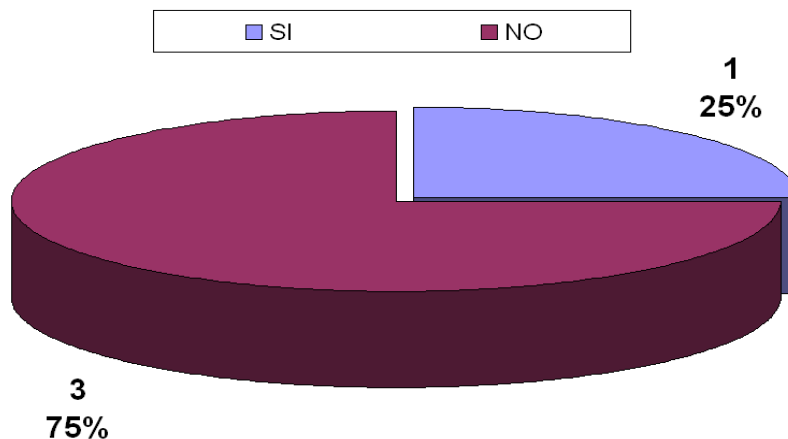
Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

En la encuesta realizada a las ocho personas que integran el área administrativa del departamento de mantenimiento, el 100% opinó que el sistema SAP es el programa que se utiliza para la reposición de existencias de inventario, pero que se auxilian de algunos reportes de excel como archivos de soporte.

La actividad de planificación de necesidades es relevante dentro del proceso de abastecimiento de inventarios por accesorios y repuestos, por el grado de importancia, es necesario personal capacitado para cumplir esta actividad.

La gráfica 7 muestra el grado de capacitación del personal que integra específicamente el área de planificación del departamento de mantenimiento, en el tema abastecimiento de inventarios dentro del sistema computarizado SAP

**Gráfica 7**  
**¿Ha recibido capacitación en el tema de abastecimiento de inventarios dentro del sistema computarizado SAP?**

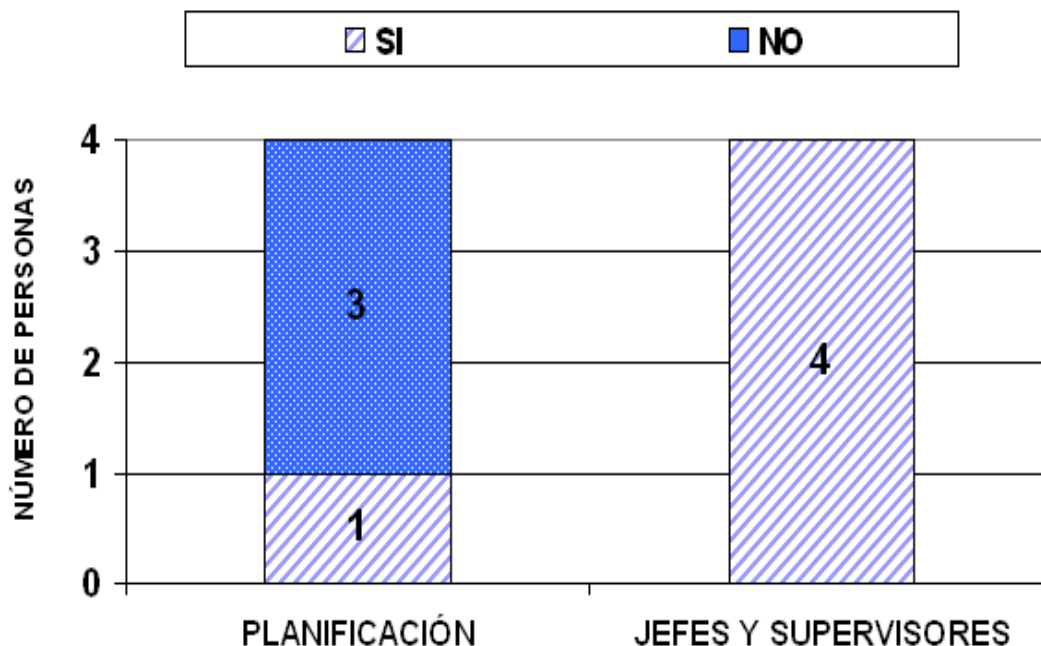


Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

En la encuesta realizada a las cuatro personas que integran el área de planificación del departamento de mantenimiento, aunque todos coinciden en que el sistema SAP es utilizado en la empresa para el abastecimiento de inventarios, desconocen los parámetros de planificación de necesidades necesarios para su funcionamiento. Únicamente una de ellas respondió haber recibido capacitación de manera informal sobre abastecimiento de inventarios, específicamente en la versión anterior 3.5 del sistema computarizado SAP.

Es de recalcar que actualmente en la unidad de análisis se está trabajando con la versión 4.6, por lo que se considera una desactualización en los conocimientos en el módulo administración de inventarios (MM) del sistema computarizado SAP.

**Gráfica 8**  
**¿Existe personal capacitado en el tema de abastecimiento de inventarios dentro del sistema computarizado SAP?**



Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

La gráfica 8 combina la opinión del personal del área de planificación, quien al igual que en el análisis de la gráfica 6, opina que tres de la cuatro personas que laboran en esa área están capacitados sobre abastecimiento de inventarios en el sistema SAP; mientras que las cuatro personas que ocupan los puestos de jefaturas y supervisión, aseguran que el personal de planificación está capacitado en el tema de abastecimiento de inventarios en la versión actual de SAP.

A esta dualidad de opiniones, se suma la opinión emitida, según entrevista realizada al superintendente de mantenimiento, que afirma que el personal del área de planificación está capacitado en el tema de abastecimiento de inventarios en su sistema SAP.

Complementario a esto, tanto el personal del área de planificación, como jefes y supervisores comentan que se reúnen diaria y semanalmente para tratar, entre otros, el abastecimiento de accesorios y repuestos para cubrir las órdenes de mantenimiento generadas, haciendo participe del resultado al superintendente de mantenimiento. Esta información es relevante y clave para la presente investigación.

En síntesis, la contrariedad de opiniones, denota falta de comunicación entre las distintas áreas que componen el área administrativa del departamento de mantenimiento; además esta falta de conocimientos en el proceso de abastecimiento de inventarios dentro del sistema SAP, provoca una deficiencia en la planificación y control del inventario.

## **2.4.2. Planificación y control del inventario de repuestos y accesorios**

### **2.4.2.1. Planificación**

Según información proporcionada el superintendente de mantenimiento, existen políticas y procedimientos incluidos en su Sistema de Administración de Calidad (SAC), que orienta al área de planificación del departamento de mantenimiento, para que dentro de sus funciones y necesidades de abastecimiento, cumplan con ciertos procesos indispensables dentro del sistema computarizado SAP, algunas le competen directamente, tal como la solicitud para creación de materiales o códigos en la base de datos (según formato 2 página 72), generación de solicitudes de pedido dentro del sistema computarizado SAP (según inciso 2.4.4.1 imagen 12, página 82) , y otras como recepción y verificación de los accesorios y repuestos solicitados, conjuntamente con el almacén de repuestos, tal como se describe en el inciso 2.4.2.1.2, página 75 de este documento.

Las actividades detalladas en el párrafo anterior actualmente se llevan a cabo, pero la raíz principal del proceso es la creación del archivo maestro en el sistema computarizado SAP, específicamente en el módulo de administración de inventarios (MM). Esta actividad la tiene a cargo el asistente administrativo de la base de datos de almacén, según se describe a continuación.

#### **2.4.2.1.1. Administración de códigos de accesorio y/o repuestos**

Según información proporcionada por el jefe de almacén, la administración de la base de datos de todos los accesorios y repuestos que se utilizan en la empresa unidad de análisis, está centralizada en la persona que ostenta el puesto de asistente administrativo de la base de datos corporativa, quien asigna los nuevos códigos de materiales, accesorios y repuestos que ingresan a la bodega, utilizando los lineamientos del Manual PNS (Parts number system). Este documento está incluido en su sistema de administración de calidad (SAC), bajo codificación SAC-CP-AL-CA-01, en las especificaciones técnicas de compra y condiciones de almacenamiento enviadas por el usuario o interesado.

El resumen de los 16 tipos de materiales, accesorios y/o repuestos específicos para el mantenimiento de la maquinaria y equipo, que forman parte del manual PNS, se incluye en la imagen 10. En estos grupos se encuentra resumido el universo de todos los accesorios y repuestos necesarios, que actualmente están almacenados y forman parte de los reportes generados para la emisión de órdenes de mantenimiento para la maquinaria y equipo.

**Imagen 10**  
**Clasificación Manual PNS**

Cantidad Tipo material: 16	
Tipo material	
Total	
4400	Blindajes p/Molinos Tub
4700	Lubricantes
5100	Sellantes
5300	Cojinetes
5400	Elementos de Apoyo
5500	Tornillería y Tuercas
5600	Elementos de Unión
5700	Metales, Cables y Alambre
5800	No Metales
6100	Elementos Accionamiento
6200	Válvulas
6300	Materiales Eléctricos
6400	Materiales Electrónicos
6500	Partes Mecánicas
6600	Bombas, Motores, Ventilador
6700	Partes Especiales/Equipo

Fuente: Departamento de almacén, Planta La Pedrera 2009

Así mismo comentó que el formato SAC-SM-AL-FO-02 (formato 2, pagina 72), es el que se utiliza para creación en SAP de nuevos códigos por accesorios y/o repuestos, verificando las firmas de acuerdo a la jerarquía de autorización en función de la recurrencia y el costo unitario estimado del accesorio o repuesto, y en las especificaciones técnicas de compra. El asistente administrativo de la base de datos procede a dar de alta el código para la descripción requerida en el formato arriba indicado. El código del accesorio y/o repuesto es requerido para comprar, recibir, almacenar, despachar sin ninguna confusión, y para realizar cualquier otra transacción dentro del sistema SAP.

El asistente administrativo de la base de datos corporativa, da de alta al mismo en el sistema computarizado SAP, utilizando la transacción MM01. Esta

transacción es propia del sistema SAP para la actividad de creación de nuevos códigos o archivos maestros en la base de datos, posteriormente informa al usuario o interesado el nuevo código asignado para que éste continúe con el proceso de requerimiento.

De acuerdo a información proporcionada por el asistente de planificación, estos datos de planificación de necesidades (Inventario mínimo, máximo, punto de pedido), así como la clasificación, consumible, estratégico, desgaste, reemplazo, obsoleto, (CEDRO), son consignados por los asistentes de planificación del departamento de mantenimiento con base a los catálogos de los fabricantes, y datos empíricos del experto de mantenimiento.

Según se pudo observar, para consignar los criterios de la clasificación CEDRO en dicho formato, no se están tomando en cuenta criterios técnicos establecidos en el método CEDRO (ver anexo 10, página 200), no obstante que este cuadro está ubicado dentro de sus documentos en la red de información interna y es de observancia general.

## Formato 2 Creación de archivos maestros

FORMULARIO PARA CREACION DE MATERIALES												
NO.	MATERIAL NO.	DESCRIPCION	NO. DE PARTE DEL PROVEEDOR	U/M BASE	CODIGO HAC	PUNTO DE PEDIDO	STOCK MAXIMO	STOCK SEGURIDAD	COSTO UNITARIO (Q)	ALZA PROMEDIO INVENTARIO (Q)	CLASE CEDRO	CONDICION ALMACENAJE Y TEMPERATURA
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO			CONDICIONES DE TEMPERATURA		CLASE CEDRO		Si las columnas de <i>Punto de Pedido</i> , <i>Stock Máximo</i> y <i>Stock de Seguridad</i> no son necesarias, la creación de este material se creará sin vistas de planificación. TODOS LOS DEMAS DATOS SON OBLIGATORIOS PARA SU TRAMITE.					
1	INTEMPERIE	1	NORMAL	Consumible								
2	BAJO TECHO	2	FRIAS	Estratégico								
3	CUARTO FRIO	3	CALIENTES	Desgaste								
4	CALIENTE	4	SECA SIN HUMEDAD	Reemplazable								
5	SECAS			Obsoleto								
6	CUARTO ESPECIAL											
7	DEPOSITO											
8	SILOS											
9	CUBIERTAS CON LONA											
			OBSERVACIONES:									
Solicita: Superintendente de Area			Autoriza: Gerente de Planta				Recibido: Almacen					

TIPO DE MATERIAL	
<input type="radio"/>	MATERIAL
<input type="radio"/>	REPUESTO
<input checked="" type="radio"/>	ACTIVO DE PLANTA

SAC-SM-AL-FO-02 / Rev. 0

Fuente: Departamento de mantenimiento, Planta La Pedrera 2009



Continuando la información proporcionada por el asistente de planificación de mantenimiento, indica que para cualquier modificación, complemento de información o baja que se requiera para un accesorio o repuesto, el auxiliar de planificación de mantenimiento envía al asistente administrativo de la base de datos corporativa el formulario respectivo, así mismo, si el usuario requiere modificar los valores de inventario mínimo, máximo o punto de pedido de un accesorio o repuesto se utiliza el formato SAC-SM-AL-FO-06. (Ver formato 3, página 74).

La información requerida en este formato es relevante para la consignación de valores de parámetros de planificación de necesidades actuales en la unidad de análisis, además facilita la aplicación de los valores presentados en el modelo de abastecimiento propuesto en el capítulo 3, inciso 3.4.2; por lo que sin alterar la información en las columnas de **parámetros solicitado**, se utilizará para consignar los valores del modelo de abastecimiento propuesto.

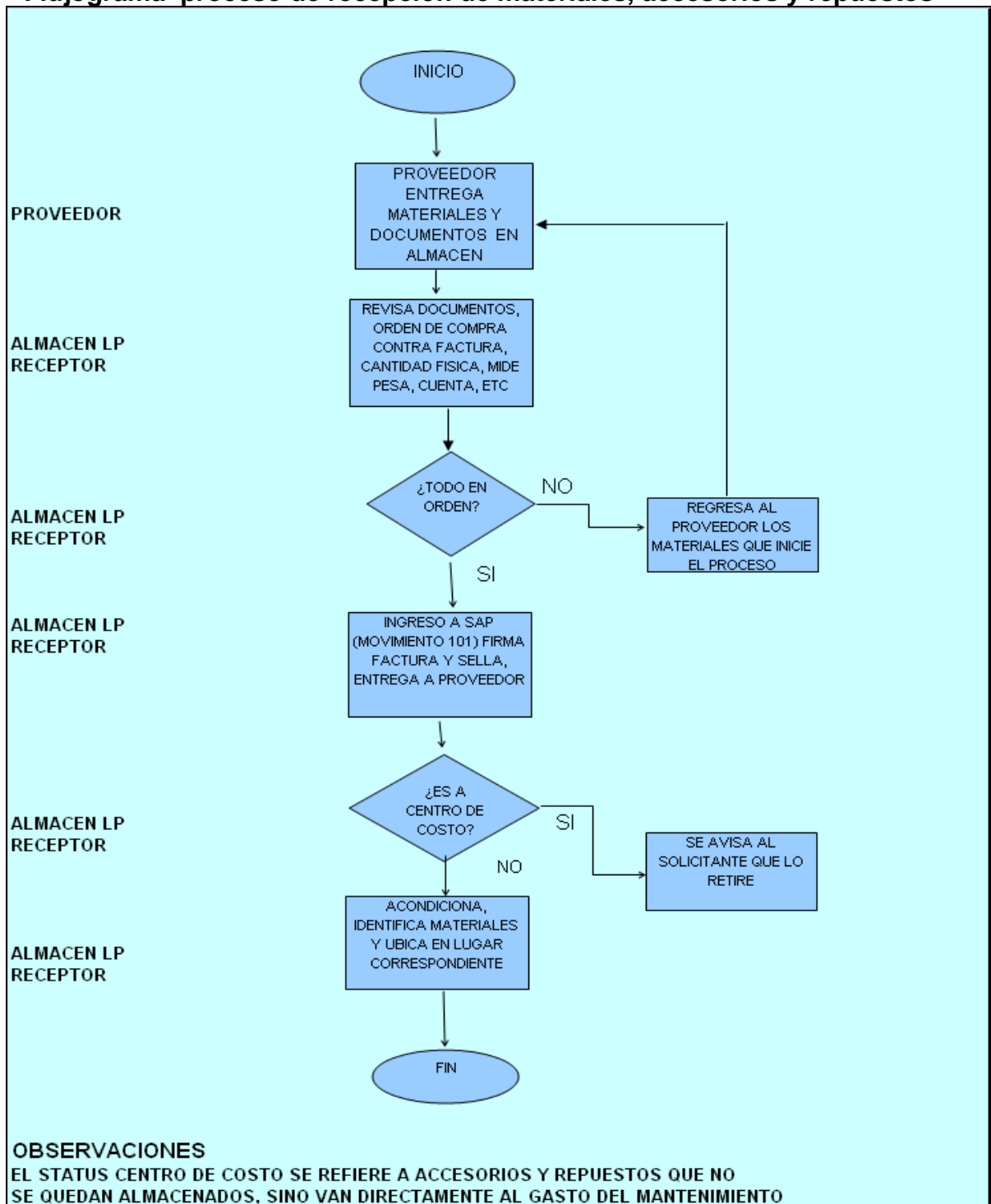


#### **2.4.2.1.2 Recepción y verificación de los accesorios y repuestos**

Según información proporcionada por el jefe de almacén, los accesorios y/o repuestos que son entregados por el proveedor, son revisados y comparados contra un pedido de compras generado por el departamento de compras con base a una solicitud de pedido generada en SAP por los usuarios del departamento de mantenimiento, (tal como se muestra en la imagen 12, página 82).

La descripción y cantidad de accesorios y/o repuestos tienen que coincidir con el pedido de compras generado en SAP para validar la recepción del accesorio o repuesto. Si en cualquier caso el accesorio y/o repuesto no corresponde con la descripción de lo solicitado a través del pedido de compras, el asistente administrativo de recepción en almacén llena el formulario SAC-SM-AL-FO-04 (al cual no se pudo tener acceso), devolviendo los accesorios y/o repuestos al proveedor y enviando copia del mismo al jefe de mantenimiento y a los encargados de compras. En esta operación tanto personal de almacén, como de mantenimiento son co-responsables de su cumplimiento, tal como se indica en el esquema 11, página 76.

**Esquema 11**  
**Flujograma proceso de recepción de materiales, accesorios y repuestos**



El personal responsable del departamento de importaciones y compras le da seguimiento a la orden de compra de pedido hasta la recepción del accesorio o repuesto, para asegurar que es recibido por el solicitante dentro del SAP.

El jefe de almacenes indicó, que todo accesorio o repuesto que ingrese a las diferentes unidades de negocio de la empresa unidad de análisis, debe ser a través del departamento de almacén, o de una persona autorizada para ello, con el fin de asegurar que estos cumplan con las condiciones de calidad, cantidad, precio y entrega oportuna que fueron pactadas durante la negociación. El manejo y condiciones de almacenamiento se describen en el procedimiento SAC-LP-AL-PR-01, incluido en su sistema de administración de calidad SAC.

Es importante mencionar que por razones de estricta confidencialidad, no fue posible tener acceso a este procedimiento al que hace referencia el jefe de almacenes; documento que por su contenido no sólo está incluido en su Sistema de Administración de Calidad SAC, sino el sistema corporativo de codificación (SICCOD).

Según indicó el superintendente de mantenimiento, queda prohibido a los usuarios del área de planificación de mantenimiento recibir o dar entrada a accesorios y/o repuestos, sin que estos pasen por la respectiva revisión en almacén, o estos no cuenten con la respectiva orden de compra de pedido.

**Casos Especiales:** Se considera casos especiales aquellas emergencias que debido a la operación de la planta puedan generar un requerimiento inmediato de mantenimiento y que esté fuera de los horarios habituales de trabajo del departamento de importación y compras, para lo cual el usuario de mantenimiento contacta al proveedor del accesorio o repuesto para su entrega inmediata.

En estos apartados se considera al usuario única y exclusivamente al superintendente de mantenimiento, jefe y/o supervisores de mantenimiento y mecánico de turno. Quedan fuera de estos apartados como usuarios, supervisores de área o de turno, asistentes, auxiliares de planificación e ingenieros auxiliares.

#### **2.4.2.2. Control del inventario**

Con base a información proporcionada por el superintendente de mantenimiento, el control, incluyendo conteos cíclicos del inventario por accesorios y repuestos está a cargo del asistente administrativo de conteo cíclico del almacén; es él quien genera el reporte de reclasificación de accesorios y repuestos dentro del sistema SAP del año siguiente, este proceso se ejecuta en la última semana de diciembre de cada año. Este proceso está definido en su sistema de administración de calidad (SAC), bajo registro SAC-CP-UG-FO-01 (al cual no se tuvo acceso), creando así la nueva clasificación ABC de accesorios y repuestos para el año siguiente.

El resultado de este proceso dentro de SAP son los segmentos, porcentajes y valores presentados en la imagen 11; que como se evidencia, de los Q18,492,987.90 que actualmente se tiene en inventario almacenados, el 71.21% está concentrado en los accesorios y repuestos del segmento A. Según comentó el jefe de almacén, los tipos que componen este segmento son los identificados en el manual PNS como 6500, 6600 y 6700 (que se encuentran detallados en la imagen 10, página 70 de este documento).

Nótese que el resultado de esta distribución, corresponde a los mismos 16 tipos de material, accesorios y/o repuestos al que se hace referencia en la imagen 10, página 70, incluidos en el inciso 2.4.2.1.1., y que hace referencia el jefe de almacenes en el párrafo anterior.

**Imagen 11**  
**Resumen ABC predefinido en SAP**

Segm.	Tipo material		Val.stk.valor. En segm.	
Segm. A	3	18.75 %	13,169,744.40 Q	71.21 %
Segm. B	6	37.50 %	3,772,161.17 Q	20.40 %
Segm. C	7	43.75 %	1,551,082.33 Q	8.39 %
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100.00 %</b>	<b>18,492,987.90 Q</b>	<b>100.00 %</b>

Fuente: Versión 4.6 de Sap. Planta La Pedrera, octubre 2009.

La información anterior hace cuestionable el poco involucramiento por parte del departamento de mantenimiento, que como usuario, desconoce este tipo de reportes e informes de costos importantes para la toma de decisiones.

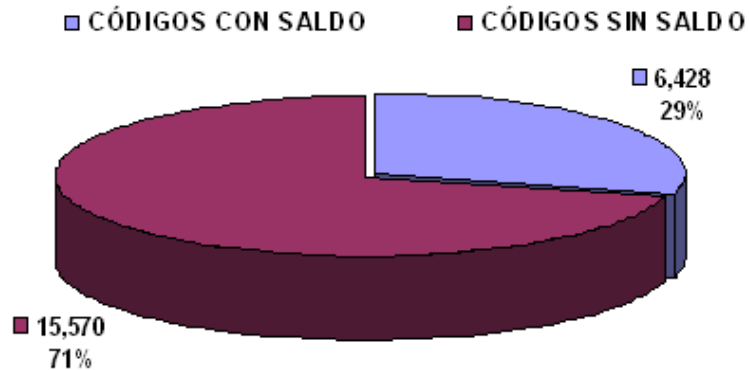
Según lo afirmó el asistente administrativo de conteos cíclicos (que está en línea directa bajo la supervisión de la jefatura de almacén); este proceso es sumamente sencillo generarlo a través del reporte MC.9 que ya viene predefinido en el sistema computarizado SAP.

Así mismo comentó que es en el almacén donde se genera la información relacionada con los valores del inventario (ver imagen 13, página 100) y se envía mensualmente al departamento de mantenimiento para que validen los diferentes análisis, finalmente se presentan en la reunión mensual de indicadores.

La gráfica 9 muestra un análisis de información requerida por el superintendente de mantenimiento al cierre del mes de agosto de 2009. Esta información le permite conocer la cantidad de códigos por accesorios y repuestos para el

mantenimiento de la maquinaria y equipo que actualmente se encuentran registrados en la base de datos del sistema computarizado SAP.

**Gráfica 9**  
**Distribución cantidad de códigos PNS en SAP**



Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

Según informó el experto de almacenamiento (jefe de almacén), al cierre del mes agosto de 2009, la cantidad de códigos por accesorios y repuestos de la base de datos SAP en planta La Pedrera era de 21,998 códigos PNS (Parts number system), de los cuales únicamente el 29% tenían saldo; el 71% restante están con saldo cero.

Así mismo indicó que existe un Proyecto de Resultados Rápidos (PRR) por parte de la gerencia de operaciones, para analizar la propuesta de una depuración masiva de la base de datos corporativa de SAP. Esta iniciativa conjuntamente con la evaluación técnica, tiene planificado eliminar (previo análisis) todos aquellos códigos que no han tenido movimiento en un período de tiempo pendiente de definir, además de la evaluación del valor del inventario, excedente del mismo, así como la reclasificación del estado de los accesorios y repuestos.



En este proyecto están incluidos los expertos del departamento de mantenimiento, pues ellos además de ser responsables directos del inventario, conocen los accesorios y repuestos para diferente maquinaria y equipo.

La anterior información proporcionada por el jefe de almacén es relevante para el tema de investigación, pues aparte de ser oportuno, permite analizar el impacto que ocasiona la administración de una base de datos confiable para el requerimiento de abastecimiento de inventario, y una propuesta de evaluación del inventario incluida en el inciso 3.5.1. página 138 de este documento.

### **2.4.3. Requerimientos de abastecimiento de inventarios para mantenimientos**

Se pudo observar que el abastecimiento de inventarios por accesorios y repuestos para mantenimiento de la maquinaria y equipo se hace a través de solicitudes manuales, dentro del sistema computarizado SAP, tomando como parámetro cantidades de requerimiento proporcionados en sus controles auxiliares internos de hojas electrónicas, tal como se mostró en el cuadro 2, página 62.

#### **2.4.3.1. Solicitudes de accesorios y repuestos**

Se observó, que haciendo uso de la transacción interna propia del sistema SAP (transacción ME51N), los encargados de planificación del departamento de mantenimiento generan solicitudes manuales. Se llaman manuales porque no son generadas en lotes a través de procesos, sino, que se consigna uno por uno los códigos PNS de los diferentes accesorios y repuestos, tal como se evidencia en la imagen 12, y relaciona el procedimiento incluido en el esquema 12, la página 88.

## Imagen 12

### Ejemplo de generación de solicitud manual en sistema computarizado SAP

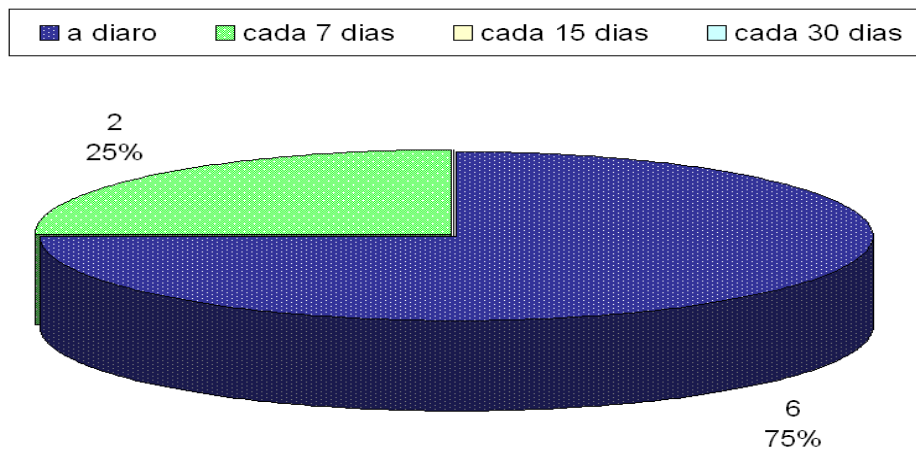
St.	Pos.	Material	Texto breve	Cantidad	UM	T	Fe.entrega	Gpo.artic.	Centro	GCp	Solicitante	N° nec.
▲	10	6721-0010	FLAP VALVE 116854253700 (116853253990)	1	U	T	12.10.2009	VÁLVULAS	LP CEMENT...	JIM	LPMECANICO	MANTO
▲	20	6716-0139	FLAP SEAT 116853253402	1	U	T	12.10.2009	CUBIERTAS	LP CEMENT...	JIM	LPMECANICO	MANTO
▲	30	6716-0024	COUNTER WEIGHT ARM 116852254301	1	U	T	12.10.2009	BOMBAS	LP CEMENT...	JIM	LPMECANICO	MANTO
▲	40	6716-0023	COUNTER WEIGHT 116781262201	1	U	T	12.10.2009	BOMBAS	LP CEMENT...	JIM	LPMECANICO	MANTO
▲	50	6716-0111	PUMP SCREW COMPLETE 9" 116864111201 "Z"	2	U	T	12.10.2009	BOMBAS	LP CEMENT...	JIM	LPMECANICO	MANTO
▲	60	6716-0143	FLAPPER VALVE ASS 116542010506 PUMP 8"	4	U	T	12.10.2009	VÁLVULAS	LP CEMENT...	JIM	LPMECANICO	MANTO
▲	70	6716-0020	BLOWOUT LEVER 116100425200	2	U	T	12.10.2009	BOMBAS	LP CEMENT...	JIM	LPMECANICO	MANTO
▲	80	6716-0109	PUMP SCREW 8" PART 116542117100 TIPO "H"	1	U	T	12.10.2009	BOMBAS	LP CEMENT...	JIM	LPMECANICO	MANTO
▲	90	6716-0081	BARREL BUSHING 116106419700	3	U	T	12.10.2009	BOMBAS	LP CEMENT...	JIM	LPMECANICO	MANTO
▲	100	6716-0080	BARREL BUSHING 116100939300	2	U	T	12.10.2009	BOMBAS	LP CEMENT...	JIM	LPMECANICO	MANTO

Fuente: Área planificación de mantenimiento, Planta La Pedrera, octubre 2009.

Con la ejecución de este tipo de requerimientos se confirman los resultados obtenidos en la gráfica 7, página 66, donde se documentó que en el departamento de mantenimiento no se utiliza la herramienta planificación de necesidades por inventario de accesorios y repuestos dentro del sistema computarizado SAP.

La frecuencia para generar solicitud de requerimiento varía dependiendo de la magnitud del mantenimiento. La gráfica 10 muestra la frecuencia con que actualmente personal de planificación genera solicitudes de pedido para el abastecimiento de inventarios por accesorios y repuestos.

**Gráfica 10**  
**¿Con qué frecuencia personal de planificación genera solicitudes de pedido?**



Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

Según informó el personal de planificación del departamento de mantenimiento, existen ciertos lineamientos incluidos en la política de abastecimiento que se deben tomar en cuenta al generar solicitudes de pedido, tales como los tiempos de suministros de los accesorios y repuestos.

Sin embargo la gráfica 10, muestra que seis de las ocho personas, tanto del personal de planificación, como jefaturas y supervisión, opinan que la mayoría de las solicitudes las generan a diario, lo que evidencia una falta de planificación de los requerimientos para compras y la falta de un modelo de abastecimiento

de inventario por accesorios y repuestos para el mantenimiento de la maquinaria y equipo.

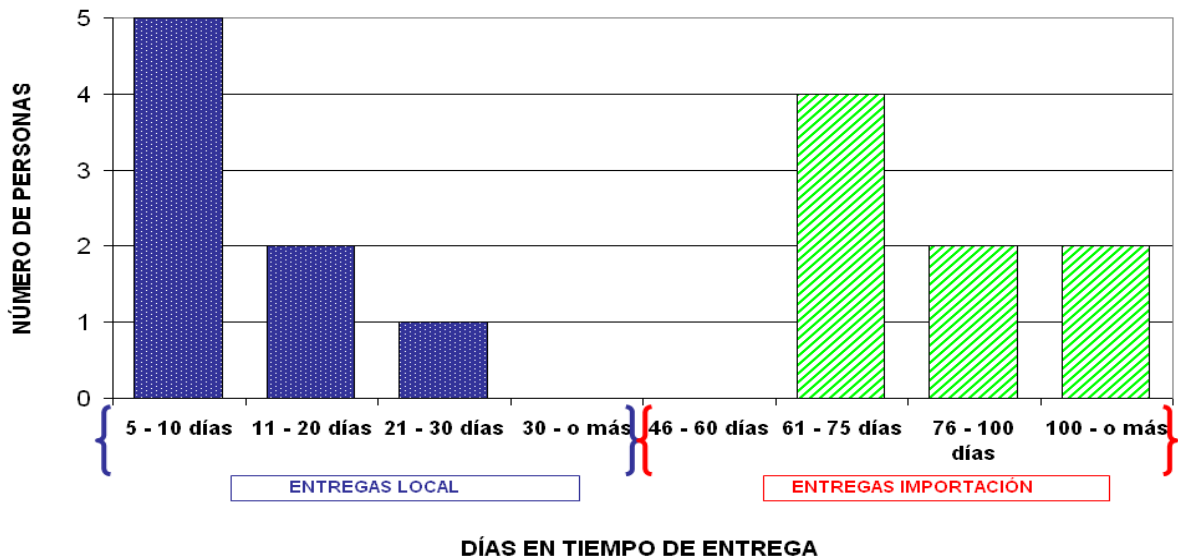
Algunos de los lineamientos mencionados por personal de planificación de taller mecánico se detallan a continuación:

**a) El usuario, interesado o planificador realiza una solicitud de pedido manual en SAP cuando:**

- Las necesidades son de accesorios y repuestos que no tienen parámetros de planificación (inventarios mínimo, máximo, punto de pedido), es decir son compras eventuales por accesorios y repuestos de uso no recurrente.
- Sean necesidades que excedan a lo establecido en los parámetros de inventario (inventarios mínimo, máximo, punto de pedido).
- Sean necesidades planificadas con anticipación, para cubrir la necesidad de accesorios y/o repuestos destinados a mantenimientos mayores o situaciones especiales del mantenimiento.

Por el origen y la criticidad de los repuestos y/o accesorios, los tiempos de entrega o suministro pueden variar. Los tiempos de entrega, de acuerdo a opinión de las ocho personas que integran las áreas de planificación, jefaturas y supervisión, se muestran en la gráfica 11.

**Gráfica 11**  
**Tiempo de entrega del proveedor**



Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

Como se puede observar en la gráfica anterior, cinco de las ocho personas encuestadas con relación al conocimiento del tiempo de entrega de los proveedores opinó que el tiempo de entrega de **proveedores locales** oscila entre 5 y 10 días. Con relación al tiempo de entrega de los **proveedores de importación**, cuatro de las mismas ocho personas encuestadas opinan que el tiempo de entrega está entre el rango de 61 a 75 días, las restantes cuatro personas considera que las importaciones tardan en llegar entre 76 a 120 días.

Según información proporcionada por el superintendente de mantenimiento, indica que el tiempo de entrega con todos los imprevistos, pactado con el departamento de compras es de 30 días aproximadamente para repuestos estratégicos. Por ejemplo: cable de acero, cojinetes, camisas, ejes, todos estos para la grúa marca P&H.

Esta aseveración con respecto a los proveedores locales, contradice lo expuesto en la gráfica 3, página 56, que revela un alto porcentaje de atrasos en los mantenimientos por **falta de repuestos**; lo que supone, es soportado por una deficiencia en la planificación del abastecimiento de accesorios y repuestos.

Cabe mencionar que en la ruta de observación de procesos, se pudo evidenciar la mala práctica de la entrega de repuestos por parte de un proveedor local (de cojinetes) directamente al jefe del taller eléctrico. Esta mala práctica contradice lo indicado en el procedimiento de recepción de materiales (tómese como referencia inciso 2.4.2.1.2. de página 75 y esquema 11, página 76 de este documento), además distorsiona y pone en tela de juicio los tiempos de entrega reales para el abastecimiento de accesorios y repuestos.

#### **2.4.3.2 Reabastecimiento de las existencias**

Según se pudo observar, y confirmar en la boleta de encuesta, que las ocho personas que integran las áreas administrativas (planificación, jefaturas y supervisión), conocen del programa computarizado SAP para el abastecimiento de inventarios, pero por falta de capacitación (tal como se evidencia en la gráfica 7, página 67), o por costumbre, hacen caso omiso del procedimiento incluido en el registro SAC-LP-PN-PR-01, del cual se muestra un extracto que dice (el auxiliar administrativo de planificación, conjuntamente con el asistente planificador genera semanalmente, - para los accesorios y repuestos que tengan definidos parámetros de mínimos, puntos de pedido y máximos- las solicitudes de pedido para el reabastecimiento de inventario). Para generar dichas solicitudes utilizan la transacción MD01 o MDTB de SAP. **Los grupos planificadores** que se toman como base para generar estos procesos, son los indicados en el cuadro 3, página 64 de este documento.

Luego de generadas estas solicitudes son sometidas al proceso de liberación (transacción ME55 de SAP); inicialmente por el superintendente de almacenes quien compara y analiza la solicitud contra las existencias, rotación y parámetros planificación de necesidades, máximos, mínimos, puntos de pedido de los accesorios y repuestos, liberando al constatar la necesidad de existencias en el almacén. Ya liberadas las mismas, pasan a la liberación del gerente de planta, quien evalúa los costos de las mismas y la necesidad real de ser utilizadas en la planta.

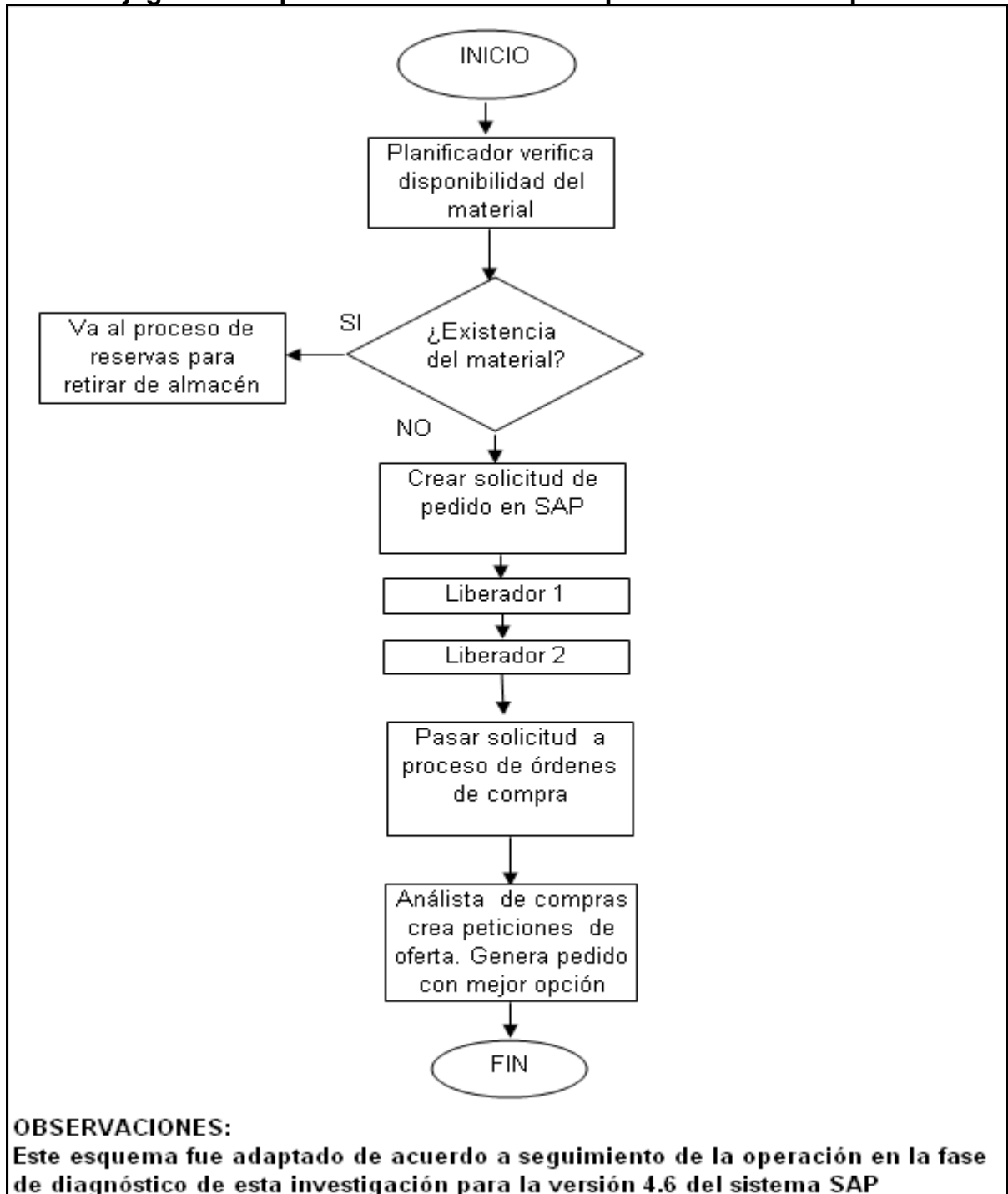
Las solicitudes de accesorios y/o repuestos que se generan manualmente en SAP (se llama manualmente porque no contempla parámetros de planificación de necesidades) por personal de planificación, son también objeto de liberaciones, con la diferencia que inicialmente son liberadas por el superintendente de mantenimiento, para luego ser liberadas por el superintendente de almacenes y el gerente de planta, utilizando los mismos criterios del párrafo anterior.

Liberadas las solicitudes de compra por el gerente de planta reciben el tratamiento como se explica en el documento de compras y suministro de accesorios y repuestos SAC-LP-SP-PR-01 (incluidos en el sistema de administración de calidad).

Por el mismo carácter de confidencialidad no se pudo acceder a los procedimientos SAC-LP-PN-PR-01, mencionados en el inciso 2.4.3.2. y SAC-LP-SP-PR-01 en el párrafo anterior.

En el esquema 12 se muestra el proceso descrito en los párrafos del inciso 2.4.3.2.

**Esquema 12**  
**Flujograma del proceso de solicitud o requerimiento de compra**



Fuente: Departamento de mantenimiento, Planta La Pedrera 2009



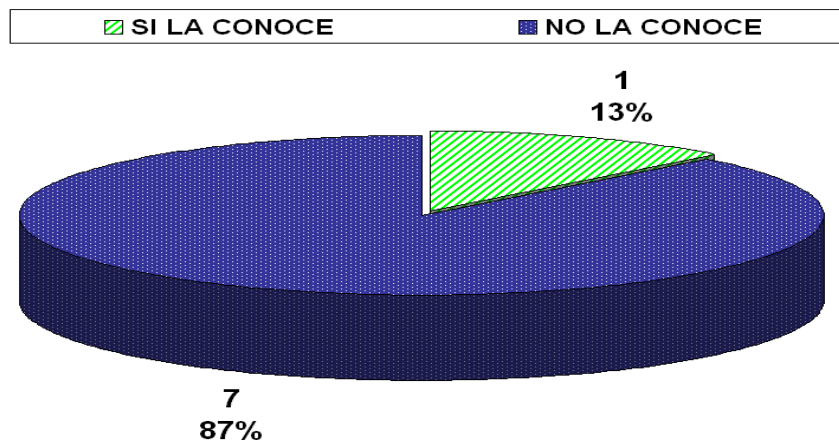
### 2.4.3.3. Demanda de accesorios y repuestos

Es importante mencionar lo que comentó el superintendente del departamento de mantenimiento, quien indicó que al final de cada periodo fiscal, se reúnen las áreas de logística, operaciones y proyectos nuevos, y uno de los temas a tratar, entre otros, por parte de la gerencia de operaciones es la necesidad de contemplar recursos materiales en el plan anual de mantenimiento dentro del presupuesto de mantenimiento.

La gráfica 12 muestra el grado de conocimiento de demanda anual, de las ocho personas que integran la parte administrativa del departamento de mantenimiento, es decir planificación, jefaturas y supervisión.

Es de mencionar que para efectos de la presente investigación en este apartado no se tomó en cuenta la opinión del personal operativo, pues no tienen conocimiento de los trámites que conlleva estos procedimientos administrativos.

**Gráfica 12**  
**Conocimiento personal administrativo de mantenimiento sobre la demanda anual de accesorios y repuestos**



Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

En la pregunta de la encuesta ¿Tienen establecida la demanda anual de accesorios y repuestos para el mantenimiento de maquinaria y equipo?, dirigida al personal de planificación, jefaturas y supervisores, siete personas manifestaron no conocer los planes de demanda anual, únicamente el jefe del taller mecánico contestó que tiene conocimiento que aproximadamente para el año 2009 tenían instrucciones de disminuir un 20% del valor del inventario por concepto de mantenimiento de la maquinaria y equipo.

El resultado de la gráfica 12, página 89 contradice lo expuesto por el superintendente de mantenimiento, quien indicó que se reúnen con la gerencia de operaciones para planificar los recursos necesarios en el plan anual de mantenimiento al final de cada periodo fiscal.

Sin embargo, indicó uno de los planificadores del departamento de mantenimiento que dentro de los controles en hojas electrónicas de Excel llevan un registro manual de la cantidad de repuestos que se utilizan mensualmente, los cuales tienen un comportamiento más o menos constante, ya que la maquinaria utiliza la misma cantidad de piezas de recambio en los mantenimientos programados.

Esta diversidad de opiniones y según se pudo observar en el portal de información (incluida en la imagen 9, página 52) de este documento, confirman que este tipo de proyecciones no está publicada, o no es de observancia general para todo el departamento de mantenimiento.

Con base a información proporcionada por el asistente de planificación del departamento de mantenimiento, y con apoyo de personal del departamento de almacén se generó el reporte ZMM55 dentro del sistema SAP. El resultado facilitó la estructuración del cuadro 4, donde se presenta la información de los

datos de la demanda, así como el valor en libros, para una muestra de 10 repuestos considerados estratégicos por personal del departamento de mantenimiento. Para tal efecto se tomó de base un tiempo de entrega de 30 días, tal como comentó el superintendente de mantenimiento. Los parámetros de planificación actuales fueron consignados manualmente con base a datos empíricos obtenidos de los archivos auxiliares que actualmente existen. Ver ejemplo de estos archivos y criterios en cuadro 2, página 62.

**Cuadro 4**  
**Demanda proyectada de accesorios y repuestos**

Código SAP	Descripción	Tiempo de entrega (días)	Precio Unitario (Q)	Precio Unitario (\$)	Demanda mensual	Demanda Anual	Inventario Mínimo	Punto de Pedido	Inventario Máximo
5705-0061	CABLE 7/8" TIPO 18 6x37 HILOS	30	71.95	8.99	103	1236	440	1,320	1,980
5302-0112	CAMISA MA 1208 CAT 25Z100-D11	30	1,395.00	174.38	7	84	12	24	36
5302-0113	CAMISA NU213C3 CAT 25Z100-D6	30	527.00	65.88	8	96	15	30	45
5319-0168	COJINETE 598	30	597.97	74.75	3	36	2	4	8
5319-0636	COJINETE 749S	30	943.20	117.90	3	36	2	4	4
5319-0880	COJINETE 5216	30	1,914.62	239.33	4	48	8	24	12
5319-1876	COJINETE 6019 2RS	30	693.75	86.72	6	72	2	5	10
6129-0002	SHAFT WITH GEAR 3"X25 1F3938F1	30	10,960.10	1370.01	6	72	2	3	12
6767-0008	TRUCK GEAR 1H4285	30	13,234.60	1654.33	6	72	12	24	36
6767-0010	BEARING HYATT A5212TS No. PARTE 2	30	1,249.49	156.19	4	48	5	10	15

Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

#### **2.4.4. Salidas de materiales, accesorios y/o repuestos**

Según información proporcionada por el jefe de almacenes, todas las salidas de materiales, accesorios y repuestos, son amparadas por una reserva, documento interno generado en SAP e incluido en su sistema de administración de calidad, bajo registro SAC-CP-AL-FO-01. Este documento se presenta al área de despacho del almacén principal debidamente firmada, con número de correlativo (número interno que identifica al trabajador) correlativo de quien la autorizada, nombre y correlativo de quien recibe, nombre, firma, correlativo, fecha y número de documento del sistema de quien entregó. Sin estos datos no se efectúa la entrega del material, accesorio o repuesto.

**Casos especiales de despacho:** Por el poco personal que autoriza estas salidas en los turnos nocturnos y fines de semana, el personal operativo podrá utilizar vales de salida únicamente para emergencias.

Otro caso es por falta de energía o de sistema, en este caso dichos vales deberán ser posteriormente cancelados con una reserva, de lo contrario se procederá a operar en SAP dicho vale cargado al centro de costo de la persona que retiró el accesorio o repuesto.

Todos los usuarios que requieren materiales, accesorios o repuestos del almacén generan la reserva de requisición utilizando un proceso de SAP, (la transacción MB21), quienes constatan que al momento de efectuar la reserva de las piezas, haya suficiente existencia para cubrir sus necesidades inmediatas; si hay suficiente existencia, el usuario o interesado imprime la reserva y solicita la firma del jefe inmediato superior para autorizar el retiro de accesorios y repuestos del almacén. Autorizada dicha reserva, el auxiliar administrativo de despachos evalúa que aparezcan las firmas, nombres y correlativos del

solicitante, de la persona que autoriza, y en el menor lapso posible entrega los accesorios y/o repuestos que figuran en la reserva.

En caso la reserva sea para una salida planificada del material, el usuario o interesado, avisa con al menos tres semanas de anticipación al asistente administrativo de despacho, quien coordina en tiempo y fecha, la entrega de lo requerido en la reserva.

Con el reporte AQMMW8LS del sistema SAP el usuario puede revisar las existencias en el almacén. En caso no haya suficiente existencia, el asistente administrativo de despachos informa al usuario, (según se explica en el esquema 13, página 95) o al asistente administrativo de planificación de necesidades de mantenimiento que la reserva se toma en cuenta en el proceso de planificación de necesidades.

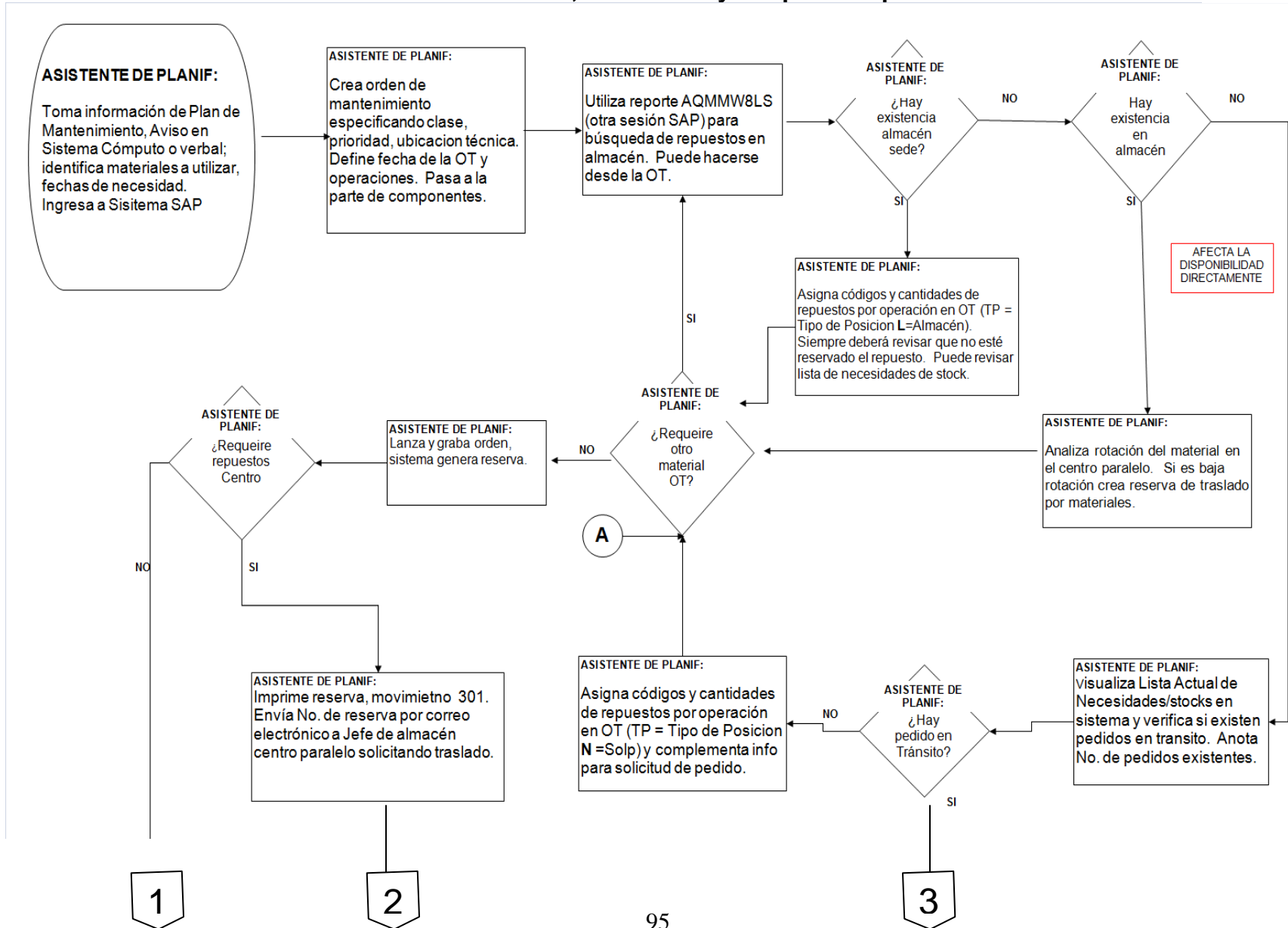
Con al menos una semana de anticipación al mantenimiento, los accesorios y repuestos preparados en el área de reservas planificadas, es revisada por el asistente administrativo de despacho, conjuntamente con el usuario o interesado, evitando así, cualquier contrariedad al momento de la realización de los trabajos de mantenimiento. Para el retiro del material en dichas reservas se presentan también las mismas debidamente firmadas.

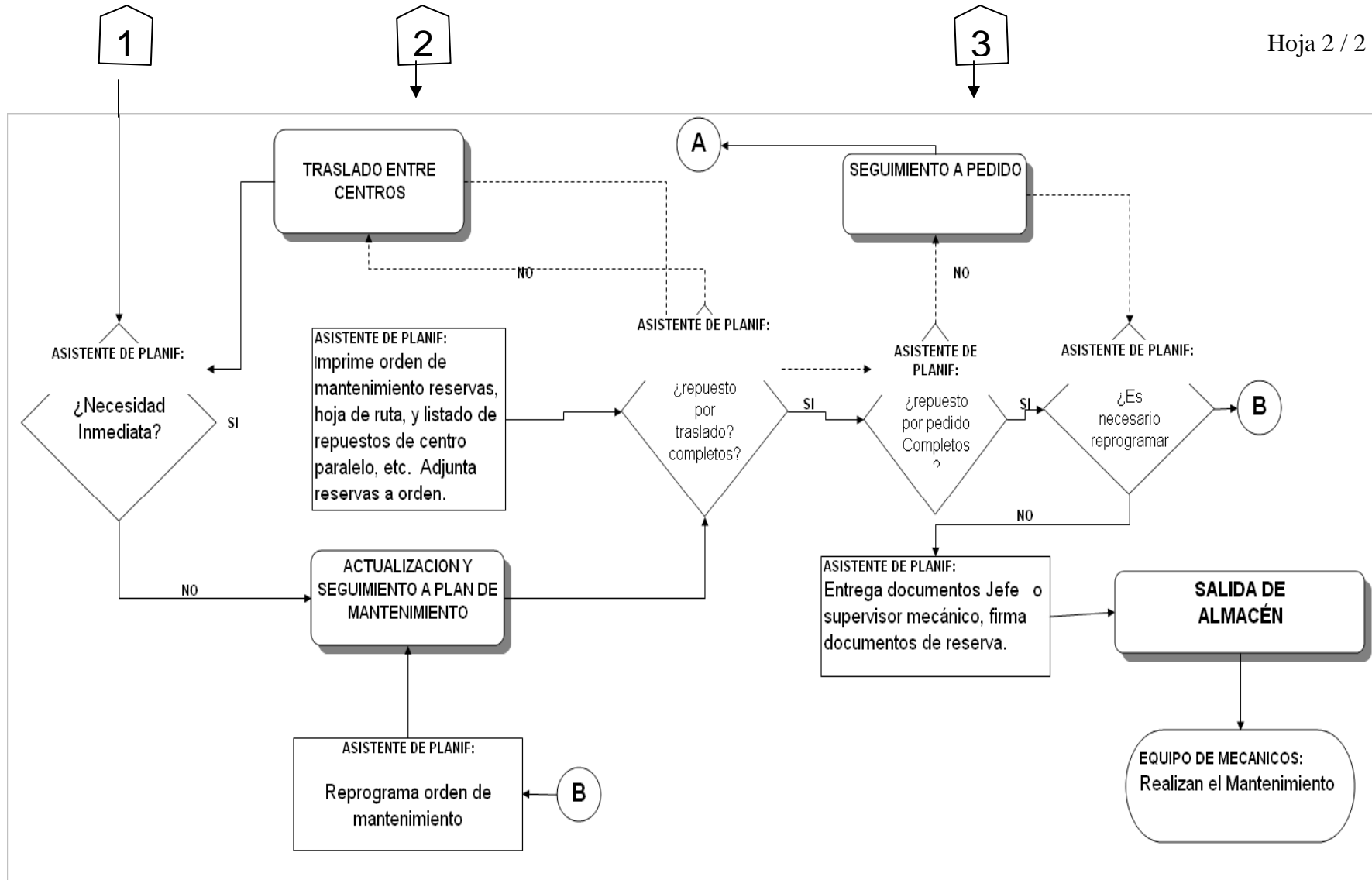
El documento de reservas citado en el inciso 2.4.4., bajo registro SAC-CP-AL-FO-01, se incluye en el formato 4.



### Esquema 13

## Proceso de salida de materiales, accesorios y/o repuestos para mantenimiento





Fuente: Departamento de mantenimiento, Planta La Pedrera 2009



## **2.5. Costo del inventario**

### **2.5.1. Costo por pedido**

De acuerdo a información proporcionada por el superintendente de almacén y compras, el valor de los gastos de la gestión de compras al inicio del periodo 2009, lo determinaron en \$25.00, tanto para materiales locales como para los de importación.

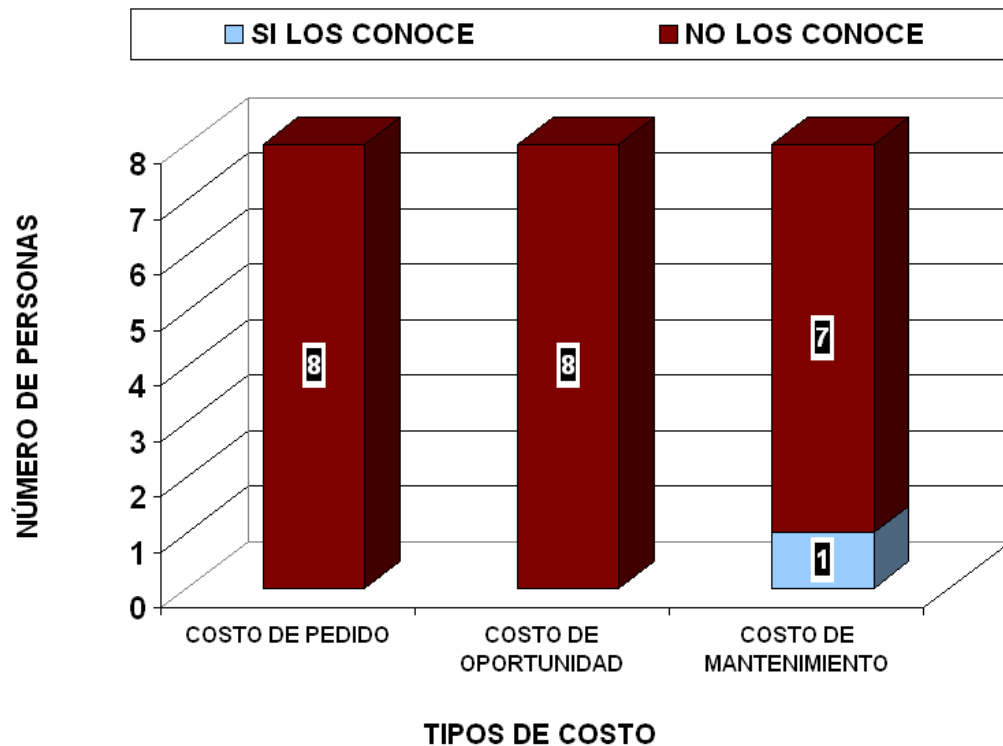
Este costo representa generalmente gastos fijos del departamento de compras, control de calidad de materias primas, materiales, accesorios y repuestos, y los gastos se generan para poder formular los pedidos con especificaciones, selección del proveedor, negociaciones en los precios, fechas de entrega, gastos de oficina, etc.

### **2.5.2. Costo de oportunidad**

La información valiosísima proporcionada por los superintendentes de compras, almacenes y mantenimiento, quienes comentaron, que el costo de oportunidad forma parte de el **costo de mantenimiento** del inventario y el **precio unitario del producto**, y éste fue establecido en un 18% a nivel corporativo en la reunión anual de operaciones y logística al inicio del período 2009; reunión en la cual participan el gerente general, analistas financieros de la corporación, gerente de operaciones, gerentes de planta. Aunque no especificaron el porcentaje para cada rubro, el costo de mantenimiento incluye entre otros, impuestos y seguros de almacenaje, sueldo personal de almacenes, proyección de daños, fuga, obsolescencia y deterioro del inventario.

La gráfica 13 muestra el grado de conocimiento de las ocho personas que integran el cuerpo administrativo del departamento de mantenimiento (planificación, jefes y supervisores) acerca de estos costos incluidos en el inventario almacenado para el mantenimiento de maquinaria y equipo.

**Gráfica 13**  
**Conocimiento de costos personal planificación, jefes y supervisores**



Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

Los datos de la gráfica anterior evidencian el bajo grado de conocimiento del personal administrativo sobre los costos en que incurre el inventario de accesorios y repuestos; donde, de las ocho personas encuestadas, sólo el supervisor del taller mecánico industrial contestó a la pregunta realizada que el costo de mantenimiento lo calculan por tonelada producida; de los otros costos no tiene conocimiento.

Comparando la información proporcionada por el superintendente de compras y almacenes, y según lo observado y analizado, este es un proceso invisible para el personal de las áreas de planificación jefes y supervisores. Sin embargo, el superintendente de mantenimiento comentó que a partir del mes de septiembre

del 2009, el costo de pedido será prorrateado proporcionalmente entre las solicitudes generadas por diferentes departamentos de la planta, incluyendo las del departamento de mantenimiento.

### **2.5.3. Valor del inventario**

El superintendente de mantenimiento informó, que a raíz de la implementación de la herramienta *Pirámide de iniciativas del proyecto Mac*, específicamente en la iniciativa política y gestión del inventario (esquema 9, página 49 de este documento), la actividad de controlar las variaciones del inventario está a cargo del personal del departamento de almacén, quienes en la reunión mensual de operaciones presentan gráficamente las variaciones y las causas que provocaron incrementos y decrementos.

La clasificación del inventario por accesorios y repuestos está definida por 16 tipos de accesorios y repuestos, de acuerdo a la clasificación del Manual PNS, información incluida anteriormente en el inciso 2.4.2.1.1, imagen 10, página 70.

La imagen 13 muestra el resumen en SAP de los datos del valor del inventario en quetzales al cierre del mes de agosto 2009. Esta información se tomará como base para el análisis de algunos incisos incluidos en la propuesta de reducción del inventario del capítulo tres de este documento.

**Imagen 13**  
**Valor del inventario por tipo de material en SAP**

Tipo material	Val.stk.valor.
<b>Total</b>	<b>18,492,987.90 Q</b>
4400 Blindajes p/Molinos Tub	259,610.71 Q
4700 Lubricantes	214,362.02 Q
5100 Sellantes	243,987.10 Q
5300 Cojinetes	769,382.98 Q
5400 Elementos de Apoyo	192,362.63 Q
5500 Tornillería y Tuercas	155,162.75 Q
5600 Elementos de Unión	199,942.48 Q
5700 Metales, Cables y Alambre	473,849.82 Q
5800 No Metales	285,654.64 Q
6100 Elementos Accionamiento	999,717.31 Q
6200 Válvulas	727,441.38 Q
6300 Materiales Eléctricos	1,984,059.75 Q
6400 Materiales Electrónicos	625,020.14 Q
6500 Partes Mecánicas	824,149.31 Q
6600 Bombas, Motores, Ventilador	352,317.54 Q
6700 Partes Especiales/Equipo	10,185,967.34 Q

Fuente: Versión 4.6 de Sap. Planta La Pedrera, octubre 2009.

Según información obtenida de la entrevista realizada al superintendente de mantenimiento, muchos de los accesorios y repuestos incluidos en el resumen de la imagen anterior, ya no se encuentran en buenas condiciones. Una buena cantidad de este inventario tiene varios años sin rotación.

Conjuntamente con el jefe de almacén generan reportes semestrales para que, a través de evaluaciones técnicas se realice la depuración respectiva. Además agregó que estos listados se encuentran en las hojas auxiliares de Excel en la carpeta de mantenimiento en la red corporativa.

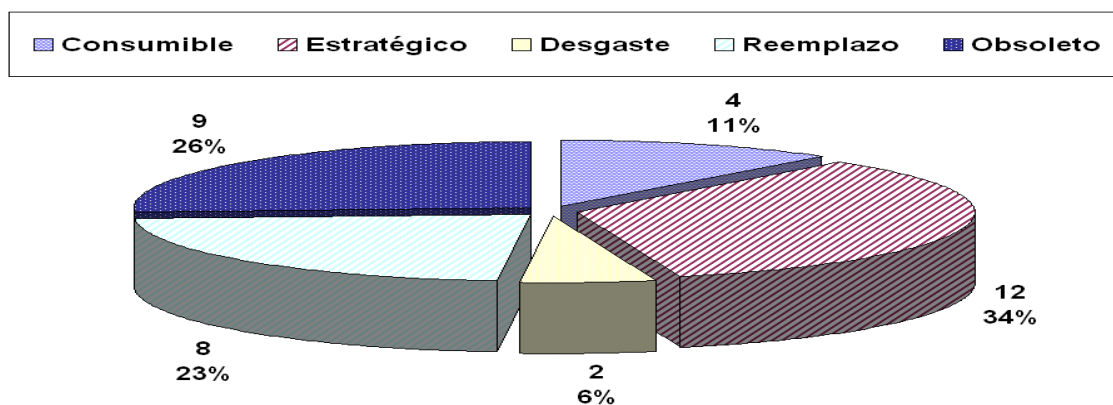
#### 2.5.4. Costo por inventario obsoleto

Dentro de la presente investigación este tema es de suma importancia por el impacto que representa, tanto para la parte financiera, como en la parte de ocupación de áreas de almacenamiento.

Según información proporcionada por el superintendente de mantenimiento, y basándose en sus controles internos a través de hojas auxiliares de Excel, calcula que existe aproximadamente un 25% de obsolescencia, es decir Q4.623 millones del total del inventario de accesorios y repuestos para el mantenimiento de maquinaria y equipo. Comentó además, que actualmente esta información no está actualizada y clasificada en el sistema SAP.

Para efectos de la presente investigación conocer la opinión del personal administrativo como operativo, es importante, por lo que la gráfica 14 muestra la opinión de las 35 personas que conforman el personal de planificación, jefes, supervisores y personal operativo, del departamento de mantenimiento, con relación a la clasificación del inventario.

**Gráfica 14**  
**Clasificación del inventario de accesorios y repuestos**



Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

Nueve de las 35 personas encuestadas, representando el 26%, confirman lo expuesto por el superintendente de mantenimiento con relación al inventario obsoleto. Pero en términos generales la mayoría de los encuestados consideran que el inventario almacenado es estratégico y en buenas condiciones para el mantenimiento de la maquinaria y equipo.

El superintendente de mantenimiento indicó que a partir del 1 noviembre del 2009, coordinará un Proyecto de Resultados Rápidos (PRR) para 100 días, que fue propuesto por el gerente de operaciones. Este plan tiene como objetivo en 100 días analizar, reclasificar y reducir considerablemente el valor del inventario por accesorios y repuestos. Algunas estrategias de esta reducción incluyen, la negociación con terceros, y la utilización de este inventario como combustible alternativo para los hornos de la planta San Miguel.

Del PRR, también hizo mención el experto de almacenamiento como parte de la identificación de códigos en el punto 2.4.2.2. de este documento, página 78.

En la imagen 14 se puede observar que una buena cantidad de estos accesorios y repuestos ya están listos para enviarse a la planta San Miguel para ser coprocesados como combustibles alternos, a través de la sección de AFR (Alternative Fuels and Raw Materials) del departamento de medio ambiente, como parte de su proyecto CADI's (combustible alternos y desechos industriales).

Así mismo según información del jefe de almacenes, existe ya un documento que regulariza un proceso de venta incluido en el procedimiento SAG-CP-UG-PR-15 por accesorios y repuestos sujetos a ser depurados mediante proceso de negociación. Lamentablemente no se pudo tener acceso a este documento por razones de estricta confidencialidad.

**Imagen 14**  
**Inventario obsoleto listo para coprocesamiento**



Fuente: Material visual propio del investigador. Empresa Cementera. Octubre 2009

Como se mencionó anteriormente, uno de los objetivos de este proyecto de resultados rápidos es el de aprovechamiento de espacios dentro de los almacenes, con lo que se verá disminuido el costo de almacenamiento.

#### **2.5.5. Costo por almacenamiento**

Comenta el jefe de almacenes que, el asistente administrativo de condiciones de almacenamiento, revisa semanalmente las diversas condiciones de almacenamiento de los accesorios y repuestos que figuran en el Layout del almacén (diseño de almacén) SAC-LP-AL-CA-02, y llena en cada revisión el formulario de verificación de condiciones de almacenamiento SAC-LP-AL-FO-01 (ambos formularios incluidos en el sistema de administración de calidad, a los cuales no se pudo tener acceso) y lo entrega al jefe de almacén quien supervisa y verifica el ordenamiento y/o reparación de las fallas encontradas.

Detectadas las necesidades de mejoras en el almacenamiento de los accesorios y repuestos, el asistente administrativo de condiciones de almacenamiento, además de participar activamente en el ordenamiento de dichos accesorios y

repuestos, asigna al personal de limpieza y ordenamiento las actividades a efectuar para el acondicionamiento óptimo de los accesorios y repuestos; finalmente verifica la realización efectiva de las actividades de su área.

Adicional comenta el jefe de almacenes que el precio por metro cuadrado mensual por almacenaje en el sector de la zona 6, del área metropolitana, oscila entre \$9.00 y \$10.00, y que satisface la relación de los costos operativos del departamento y la cantidad de unidades despachadas para el departamento de mantenimiento por concepto de accesorios y repuestos; esta operación es controlada con la ecuación:

$$\text{Valor} = \text{Costo Operación almacén} / \text{Total unidades despachadas}$$

Esta información le permite proponer oportunidades de mejora dentro de su participación activa como parte del comité del Proyecto de Resultados Rápidos (PRR) impulsado por la gerencia de operaciones, y del cual ya se ha hecho mención anteriormente en algunos párrafos de este documento.

#### **2.5.5.1. Determinación del área de almacenamiento**

Los almacenes están divididos de acuerdo a la naturaleza de los accesorios y/o repuestos que son almacenados en ellos, así son localizados inicialmente, de manera general el almacén principal es destinado para almacenar accesorios y repuestos livianos y de alta rotación, el almacén a intemperie destinado para repuestos de poca rotación que no sufren deterioro por condiciones de temperatura; almacén de repuestos de desgaste como corazas, perfiles y de manera temporal equipos que serán instalados en la planta por el departamento de mantenimiento, el almacén de repuestos pesados destinado a resguardar repuestos pesados o de gran tamaño, el cuarto seco para almacenar electrodos, tarjetas electrónicas, etc. Así también el almacén de lubricantes y combustibles.



Ya en el almacén la ubicación de los accesorios y repuestos se encuentran asignados por localizaciones; esta localización se compone por tres componentes: tramo–ubicación - gaveta; sólo en el caso del almacén a intemperie que utiliza coordenadas de posición o sectores.

Según indica el jefe de almacenes, toda información está disponible y es de observancia general para la superintendencia, jefaturas del departamento de mantenimiento, en el sistema de administración de calidad SAC, bajo registro SAC-LP-AL-CA-02, al cual no se pudo tener acceso por estricta confidencialidad.

El Layout del almacén principal (diseño del esquema de almacenes) se incluye en el anexo 11, página 201.

#### **2.5.5.2. Condiciones de almacenamiento por área**

Existen tres condiciones de almacenamiento en los almacenes:

##### **a) Cuarto seco**

Es una construcción ubicada en el almacén 01 que por medio de sus instalaciones, aísla de humedad, calor y polvo a los materiales o repuestos contenidos en él, además posee conexiones a tierra que permite la manipulación de piezas electrónicas. Esta área puede almacenar, cojinetes, tarjetas y equipos electrónicos.

##### **b) Almacén techado**

Es una construcción que posee techos, paredes, puertas, ventanas y estanterías que aísla a los accesorios o repuestos que almacena, de las inclemencias del tiempo, tales como lluvia, granizo, tierra, insectos, etc. Ejemplo de los

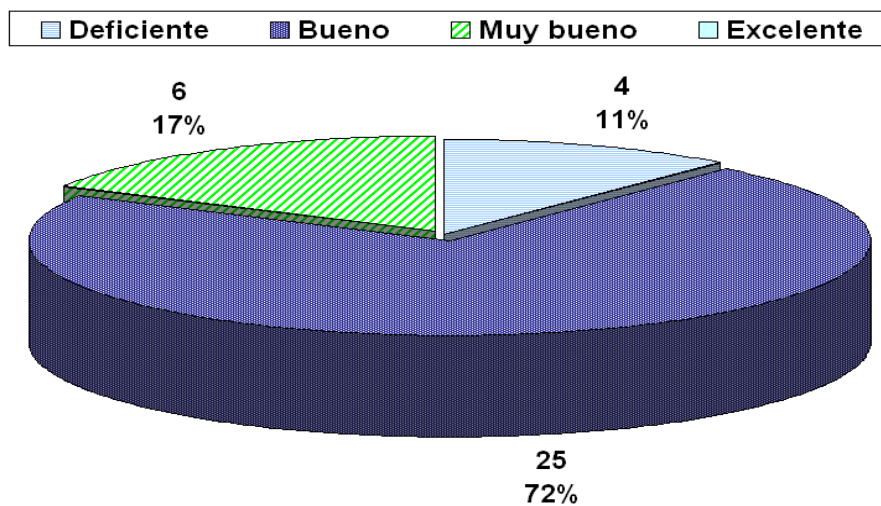
materiales contenidos en estos pueden ser: tornillería, motoredutores, motores eléctricos, alambre, etc.

**c) Almacén a intemperie**

Es el área al aire libre que es utilizada para almacenar a la intemperie los accesorios y repuestos de maquinaria y equipo que ya no están en funcionamiento dentro de la planta, pero pueden utilizarse para otros mantenimientos.

En la gráfica 15 se muestra la opinión de los 35 colaboradores que conforman el personal de planificación, jefes, supervisores y personal operativo, del departamento de mantenimiento.

**Gráfica 15**  
**Condiciones de almacenamiento de accesorios y repuestos**



Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

A pesar de los controles que mencionó el jefe de almacén en el inciso 2.5.5.1 Página 104; el 72% de las 35 personas encuestadas, opina que las condiciones de almacenamiento son buenas para los accesorios y repuestos que utilizan en los mantenimientos de la maquinaria y equipos, otro 11% contradice totalmente lo expuesto por el jefe de almacenes.

Tanto el superintendente, como jefes y supervisores de mantenimiento comentan que hay mucha oportunidad de mejora en las condiciones de almacenamiento, pero que confían en la unión de esfuerzos para cumplir con el plan de resultados rápidos, con el afán que las condiciones de almacenamiento mejoren, y se optimice el rendimiento de la maquinaria y equipos.

La imagen 15 muestra las condiciones de almacenaje de cojinetes y chumaceras para el mantenimiento de la maquinaria y equipo. Se evidencia una oportunidad de mejora, tanto en limpieza, ordenamiento, reclasificación, tal como comentó el personal encuestado del departamento de mantenimiento en la gráfica 15, página 106.

**Imagen 15**  
**Almacenamiento actual de cojinetes y chumaceras**



Fuente: Material visual propio del investigador. Empresa Cementera. Octubre 2009

El uso del método de la observación a través de la guía estructurada, así como la técnica de entrevista para el superintendente del departamento de mantenimiento y otras personas ajenas a este departamento, pero con relación en torno a la gestión de inventarios, además de las encuestas dirigidas al personal administrativo y operativo; proporcionaron valiosa información al tema de investigación y aunque no fue posible acceder a algunos documentos específicos por su carácter de confidencialidad, los datos obtenidos son suficientes para determinar que existen oportunidades de mejora en el departamento de mantenimiento, las cuales se describen a continuación:

- El personal del área de planificación necesita reforzar sus conocimientos teóricos y prácticos en el tema de abastecimiento de inventarios dentro del sistema computarizado SAP.
- Existe una tendencia a priorizar el requerimiento de abastecimiento de inventario con base a archivos auxiliares y con información procesada en hojas electrónicas de excel.
- No existe un modelo de fijación de parámetros de planificación de necesidades (mínimo, máximo, punto de pedido, tiempos de entrega) para alimentar el sistema SAP.
- La base de datos del sistema computarizado SAP está saturada de códigos (PNS) con saldo cero y otros con saldo pero poca rotación. Se necesita una depuración masiva de la base de datos para consignar datos reales y una planificación de necesidades confiable.

- Existe un valor del inventario alto, debido a la gran cantidad de accesorios y/o repuestos obsoletos almacenados, que según muestra la imagen 13, página 100, es de Q18,492,987.90 al cierre del mes de agosto 2009.

Ante la información obtenida en el diagnóstico y de acuerdo a los resultados expuestos, se tiene una base sólida para la propuesta de un modelo de abastecimiento de inventarios acorde a las necesidades del departamento de mantenimiento en una empresa productora de cemento.

### **CAPÍTULO III**

#### **MODELO DE ABASTECIMIENTO DE INVENTARIOS BAJO UNA METODOLOGÍA BASADA EN CONSUMO, EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CEMENTO**

En este capítulo se presenta un modelo de abastecimiento de inventarios propuesto para el desarrollo de las actividades, mejoramiento de los controles y presentación de los beneficios administrativos y financieros que la empresa productora de cemento obtendrá con su aplicación.

Para el desarrollo del modelo propuesto se requiere del software el sistema SAP y el de Microsoft de Excel, y continuar con el siguiente procedimiento; en primer lugar, desde SAP se debe generar el reporte de los pronósticos de la demanda de accesorios y repuestos PNS (individual o por rangos). El dato obtenido representa la demanda, la cual es un componente para el cálculo del lote óptimo de compras que se deberá realizar en la hoja electrónica de Excel. En segundo lugar se procederá haciendo uso de Excel para el cálculo de los parámetros de planificación de necesidades de repuestos y accesorios, entendiéndose inventario mínimo, punto de pedido, inventario máximo. Por último, deberán digitarse los datos obtenidos de los parámetros del punto anterior en la vista de planificación de necesidades de SAP (ver imagen 18, página 127).

Posteriormente, a través de la persona que ocupa el puesto de administrador del sistema en el módulo administración de inventarios (MM), se deben configurar, es decir dar forma en el customizing (parametrizaciones internas de SAP) la información necesaria en los campos de la vista de planificación para generar procesos e informes de los PNS por accesorios y repuestos. Esto permitirá al planificador del departamento de mantenimiento generar el proceso de la planificación por abastecimiento de inventarios de accesorios y repuestos

directamente del sistema de SAP, sustituyendo los controles manuales existentes.

El proceso de integración para la implementación del modelo de abastecimiento basado en consumo, se abordará en su orden a partir del inciso 3.3. y se presenta la secuencia lógica en el esquema 14, página 131.

### **3.1. Objetivos**

- Proporcionar las herramientas de la administración de operaciones, que permitan el establecimiento de un modelo de abastecimiento de inventario basado en consumo adecuado a las necesidades del departamento de mantenimiento.
- Facilitar el procedimiento adecuado que deberá utilizar personal del área de planificación del departamento de mantenimiento para el abastecimiento de inventario basado en consumo.
- Utilizar los conocimientos teóricos científicos, para presentar soluciones viables a los problemas que afronta el departamento de mantenimiento de la empresa unidad de análisis en el tema de abastecimiento de inventarios.

### **3.2. Modelo basado en consumo**

La planificación de necesidades de abastecimiento basado en consumo utiliza sencillos procedimientos que pueden adaptarse para alcanzar o fijar objetivos con relativamente poco esfuerzo. Por lo tanto se adecua a la necesidad del departamento de mantenimiento para generar procesos de aprovisionamiento

externo a través de proveedores, quienes suministran las piezas de recambio, como accesorios y repuestos.

### **3.3. Parámetros de pronóstico**

Al analizar una serie de valores de consumo de accesorios y repuestos en los controles auxiliares en la unidad de análisis, se detectaron determinadas tendencias. A partir de estos patrones y confirmando lo expuesto por personal de planificación en la página 90, se manifiesta un de flujo demanda constante de los repuestos y accesorios.

En función de lo anterior, en el departamento de mantenimiento la planificación de necesidades sobre consumo, debe basarse en valores de consumos históricos y utilizar el pronóstico u otros procedimientos estadísticos para establecer necesidades futuras. Los procedimientos de la planificación de necesidades sobre consumo deben formar parte del plan maestro de mantenimiento. Es decir, el cálculo de necesidades netas de accesorios y repuestos no se lanza por necesidades primarias, sino, debe ser parte de los recursos necesarios incluidos en el banco de datos de la maquinaria y equipo, la cual a su vez sirva de soporte para requerimientos de estos accesorios y repuestos e incluirlos en las órdenes de mantenimiento generadas.

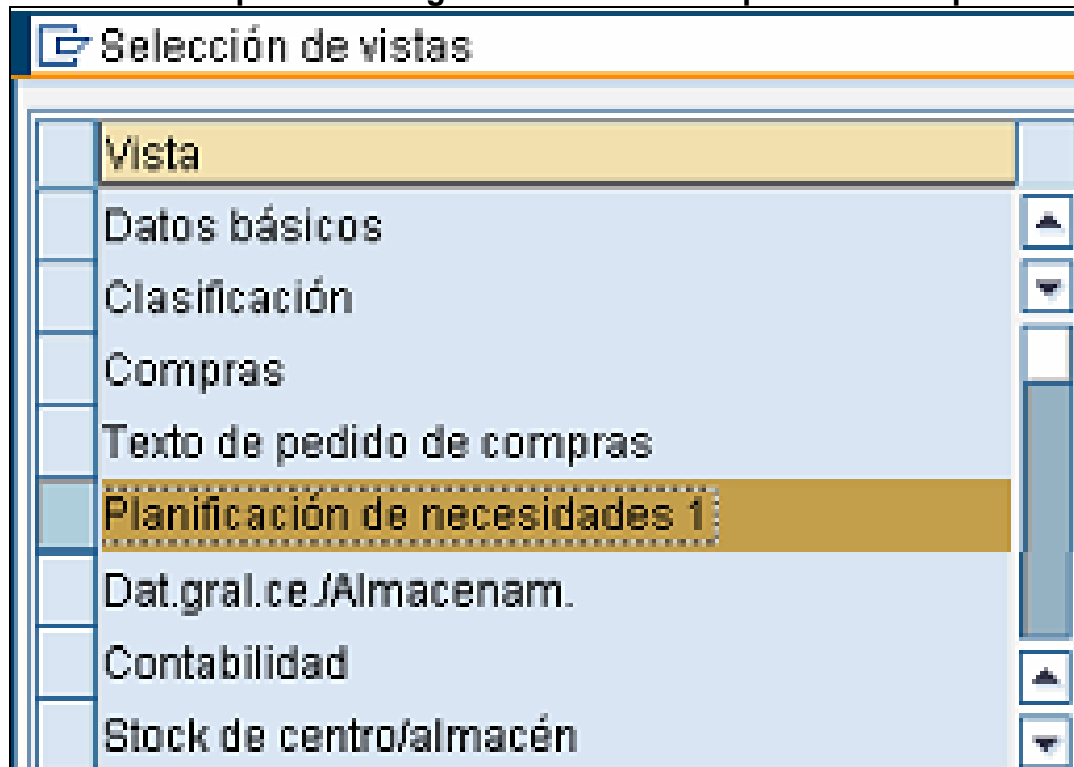
El sistema SAP genera el cálculo y lanza estos requerimientos cuando los niveles de stock caen por debajo de un punto de pedido predefinido o por necesidades de pronóstico calculadas mediante valores de consumo pasados. Para la generación de estos reportes, se debe alimentar los datos principales de cada código PNS en las vistas principales del sistema SAP.

La imagen 16 muestra la lista de vistas (pantallas) necesarias para alimentar el banco de datos de un código PNS para un accesorio o repuesto; entre ellas



aparece la vista Planificación de necesidades 1, que al darle click muestra los campos de toda la vista, tal como se observa en la imagen 18, página 127.

**Imagen 16**  
**Vistas para un código PNS sistema computarizado Sap**



Fuente: Material visual propio del investigador. Empresa Cementera. Octubre 2009

### **3.3.1. Pronóstico de necesidades de demanda**

Como se evidenció en la gráfica 11, página 85, el personal del departamento de mantenimiento desconoce la fuente de dónde se genera la información histórica de un año de la demanda por accesorios y repuestos que se utilizan en el mantenimiento de la maquinaria y equipo. A continuación se presenta la opción para generar dicha información directamente del sistema SAP, través del reporte ZMM55 (ver imagen 17, página 115), dejando a un lado los controles manuales existente de Excel. Para esto, el comportamiento de consumo debe ser




constante o lineal con pocas irregularidades; es decir dependiendo del estado del repuesto o accesorio a veces no es necesario cambiar todas las piezas durante un mantenimiento. Este requisito se cumple en la unidad de análisis, tal como lo comentó el personal del departamento de planificación con relación a la demanda en la página 89.

Por la variedad y comportamiento en la demanda de los accesorios y repuestos que se requieren para el mantenimiento de la maquinaria y equipo, el listado se debe generar a nivel centro (para efectos de este documento planta La Pedrera, LP); así mismo se puede generar para códigos de repuestos en forma individual o por rangos. La imagen 18 muestra los campos obligatorios para generar el reporte ZMM55 dentro del sistema SAP.









- a) El código o rango de códigos PNS
- b) Centro (Planta o sede)
- c) Almacén
- d) Clase de movimiento, código que identifica la operación (inventarios)
- e) Fecha contabilización, es el periodo que se incluirá en el reporte
- f) Nombre del usuario
- g) Clase de operación, en este caso WL (demanda de materiales)

**Imagen 17**  
**Datos de cabecera reporte ZMM55 de SAP**





**Lista documentos material**

**Datos de posición**

Material	5705-0061	a		
Centro	LP	a		
Almacén	02	a		
Lote		a		
Proveedor		a		
Cliente		a		
Clase de movimiento	201	a		
Stock especial		a		


**Datos cab.**

Fe.contabilización	01-01-2009	a	31-12-2009	
Nombre del usuario	PLANICADORTM	a		
Clase de operación	WL	a		
Referencia		a		

**Opciones de visualización**

Disposición

**Fuente de datos**

Base de datos  
 Doc.breves  
 Releer doc.breves en archivo  
 Estr.info archivo  

Fuente: Versión 4.6 de Sap. Planta La Pedrera, octubre 2009.

### **3.3.1.1. Planificación de necesidades**

La planificación de accesorios y repuestos debe efectuarse a nivel de centro o planta, en la planificación se tiene en cuenta todo el inventario disponible en el centro (de ahora en adelante denominado inventario en almacén disponible). Sin embargo, la delimitación de repuestos y accesorios específicos para el mantenimiento de la maquinaria y equipo por parte del departamento de mantenimiento, que es el objeto de esta investigación, se debe segmentar por grupos planificadores, el universo de estos grupos se presenta en el cuadro 3, página 64.

Para la generación de informes dentro del sistema SAP se utilizan procesos, estos procesos llamados transacciones se ejecutan y generan una acción dentro de la planificación de necesidades. Las acciones principales y su respectiva transacción se muestran en el cuadro 8, página 130.

#### **3.3.1.1.1. Tamaño del lote**

Los cálculos del tamaño del lote estándar están disponibles en el catálogo de opciones del sistema SAP, en la vista de planificación, no obstante, para efectos de la presente propuesta se debe utilizar reposición hasta el stock máximo (HB), tal como se muestra en la imagen 18, página 127.

Tal como se indicó en el inciso 3.2., página 111; para la implementación del modelo de abastecimiento propuesto, se necesita de la integración de datos extraídos directamente del sistema SAP, como lo es la demanda; y otros que tienen que ser calculados a través de modelos matemáticos y trasladado a hojas electrónicas de Excel, como el lote económico de compras (LOC) y los parámetros de planificación de necesidades para el establecimiento de políticas de inventario.

### 3.3.2. Lote óptimo de compras LOC

A partir de este tema se presenta la forma y cálculos de la fórmula para la aplicación del modelo de abastecimiento de inventarios propuesto. Todos estos cálculos se generan en el programa Excel tomando como referencia para ingresar estos resultados las columnas de datos propuestos que aparecen en el cuadro 7, página 126. Posteriormente se traslada a la vista de planificación de necesidades 1 del sistema SAP. Este proceso de traslado puede ser por vía manual (tal como se muestra en la imagen 18, página 127), o batch input (carga en lote) con el apoyo del personal técnico del departamento de informática de la corporación. Ver proceso de integración de la información en esquema 14, página 131.

Para llegar a obtener el dato del lote óptimo de compras (LOC), se requiere de los datos de costo de pedido, que es de \$25.00 y del costo de oportunidad del 18%; estos valores fueron proporcionados por el superintendente de compras y almacenes en entrevista realizada e incluida en el inciso 2.5.1. y 2.5.2., página 97. Estos datos son de relevancia para la aplicación de la fórmula del lote óptimo de compra, que finalmente es la propuesta del modelo de abastecimiento de inventarios por accesorios y repuestos para el departamento de mantenimiento.

Fórmula del lote óptimo de compras

$$\text{LOC} = \sqrt{\frac{2Da \times CP}{Cm}}$$

Para efectos de esta propuesta se tomará de ejemplo el código PNS 5705-0061, perteneciente al cable 7/8" tipo 18 6x37 hilos, tomado del cuadro 4 página 91, así como los datos de la demanda y precio unitario en dólares, fueron obtenidos del mismo cuadro. Se tomaron 30 días (1 mes) de imprevistos, según la

información proporcionada por el superintendente de mantenimiento e incluida en el segundo párrafo, página 85 de este documento.

**Los elementos que integran la fórmula del LOC son:**

**Da** = demanda o consumo anual

**Cp** = costo por pedido

**Cm** = costo de mantenimiento (% costo de oportunidad x precio unitario)

Desarrollando la fórmula:

$$\text{LOC} = \sqrt{\frac{2 ( 1,236 ) \times 25}{0.18 \times 8.99}}$$

$$\text{LOC} = 195.40 \quad \text{por aproximación} \quad \boxed{195 \text{ Pies}}$$

de cable 7/8" tipo 18 6x37 hilos

### 3.3.2.1. Solución en Excel para aplicación del modelo basado en consumo

Con la ayuda de hojas de cálculo en Excel, en el cuadro 5 se muestran los cálculos para el lote económico de compras LOC, del modelo de abastecimiento propuesto para los accesorios y repuestos del departamento de mantenimiento de la unidad de análisis.

Los datos sobre la demanda anual, el costo de pedido, costo de oportunidad, precio unitario, los días de trabajo anuales de la maquinaria y equipo incluidos

en los planes de mantenimiento, así como tiempos de suministro para el repuesto identificado con el código PNS 5705-0061 que se tomará de muestra, y que fueron obtenidos de la demanda anual proyectada, información de los superintendentes de compras, almacenes y mantenimiento, se introducen en las celdas B3 a B8. Las fórmulas apropiadas del modelo basado en consumo para el cálculo del LOC, y los parámetros de planificación de necesidades que determinan la política óptima de inventario, se colocan en las celdas B13 a B22.

Además el cuadro 6 página 121, presenta los resultados de las pruebas realizadas con el código PNS 5705-0061 que se utilizó de muestra, juntamente con otro grupo de códigos con distintas cantidades de demanda a distinto precio, aplicando los mismos cálculos que al código de muestra.

**Cuadro 5**  
**Hoja de cálculo para el modelo de abastecimiento propuesto**

	A	B	C	D	E
1	<b>DATOS GENERALES ESTA ESTABLECER EL LOTE ECONÓMICO DE COMPRAS</b>				
2	Demanda mensual	103	U		
3	Demanda anual	1,236	U		
4	Costo por pedido	25	\$		
5	Costo de oportunidad	18	%		
6	Precio unitario	8.99	\$		
7	Días de trabajo al año	300	DIAS		
8	Tiempo de entrega	30	DIAS		
9					
10					
11	<b>RESULTADOS DEL LOC Y PARÁMETROS DE UNA POLÍTICA DE INVENTARIO ÓPTIMO</b>				
12					
13	Cantidad económica de compra (LOC)	U	195	=SQRT(2*B3*B4/(B5/100*B6))	
14	Costo anual por mantener en inventario	\$	158	=(1/2)*B13*(B5/100*B6)	
15	Costo anual por orden	\$	158	=(B3/B13)*B4	
16	Costo total anual	\$	316	=B15+B14	
17	Inventario mínimo	U	103	=(B2/30)*B8	
18	Nivel de inventario máximo	U	298	=B13+B17	
19	Nivel de inventario promedio	U	149	=B18/2	
20	Punto de reorden o de pedido	U	124	=(B3/B7)*B8	
21	Número de órdenes por año	veces	6.32	=B3/B13	
22	Tiempo de ciclo	días	47.43	=B7/B21	

Fuente: Elaboración propia. Depto. de mantenimiento. Empresa productora de cemento. Octubre 2009.

El resultado de estas operaciones para el cálculo del lote económico de compras del modelo de abastecimiento propuesto aparecen en el cuadro 6, página 121; así mismo los parámetros de planificación de necesidades que también aparecen resumidos en el mismo cuadro 5, se desarrollarán a continuación para una mejor interpretación de sus resultados a partir del inciso 3.3.3.



**Cuadro 6**  
**Datos para el cálculo del lote económico de compras LOC**

Código SAP	Descripción	Días laborales por año	Demanda Anual (SAP)	Demanda Mensual	Costo de mantener inventario (%)	Costo de pedido ( \$ )	Precio Unitario (Q)	Precio Unitario ( \$ )	Lote óptimo de compra (LOC)	Órdenes por año	Tiempo de Ciclo entre pedidos (días)
5705-0061	CABLE 7/8" TIPO 18 6x37 HILOS	300	1236	103	0.18	25	71.95	8.99	195	6	47
5302-0112	CAMISA MA 1208 CAT 25Z100-D11	300	84	7	0.18	25	1395.00	174.38	12	7	41
5302-0113	CAMISA NU213C3 CAT 25Z100-D6	300	96	8	0.18	25	527.00	65.88	20	5	63
5319-0168	COJINETE 598	300	36	3	0.18	25	597.97	74.75	12	3	96
5319-0636	COJINETE 749S	300	36	3	0.18	25	943.20	117.90	9	4	77
5319-0880	COJINETE 5216	300	48	4	0.18	25	1914.62	239.33	12	4	75
5319-1876	COJINETE 6019 2RS	300	72	6	0.18	25	693.75	86.72	15	5	63
6129-0002	SHAFT WITH GEAR 3"X25 1F3938F1	300	72	6	0.18	25	10960.10	1370.01	18	4	75
6767-0008	TRUCK GEAR 1H4285	300	72	6	0.18	25	13234.60	1654.33	18	4	75
6767-0010	BEARING HYATT A5212TS No. PARTE 25Z111D8	300	48	4	0.18	25	1249.49	156.19	12	4	75

Fuente: Elaboración propia. Depto. de mantenimiento. Empresa productora de cemento. Octubre 2009.

### **3.3.3. Parámetros de planificación de necesidades**

Como puede visualizarse en la gráfica 7 (página 66), el personal del área de planificación desconoce los parámetros teóricos necesarios para planificación de necesidades, lo que genera deficiencia en el proceso de abastecimiento y el flujo de información dentro de su sistema computarizado SAP, por lo que, se presentan a continuación las fórmulas para el cálculo de estos parámetros y el ciclo lógico para ingresar la información a la vista de planificación dentro del sistema computarizado SAP.

Para efectuar los cálculos del inventario mínimo, punto de pedido, inventario máximo e incluirlos manualmente (para efecto de esta demostración) en los campos de los parámetros de planificación en la vista de planificación de necesidades del sistema SAP (ver imagen 18, página 127) , se tomará como base el mismo código PNS del ejercicio anterior.

En la planificación de necesidades por punto de pedido, se define manualmente tanto el nivel de punto de pedido, como el nivel del stock de seguridad (inventario mínimo) en las especificaciones de un código PNS para un accesorio o repuesto (maestro de materiales de SAP). Los campos para capturar la información de estos resultados se presentan en la imagen 18 página 127.

#### **3.3.3.1. Inventario mínimo (IMIN)**

En este parámetro el planificador debe indicar manualmente la cantidad que debe cubrir una necesidad elevada no prevista en el período de cobertura; El stock de seguridad (para SAP), o inventario mínimo le permite cubrir consumos excesivos de material dentro del plazo de reaprovisionamiento y cualquier necesidad adicional que pueda surgir debido a los retrasos en las entregas. Por tanto, el stock de seguridad se incluye en el nivel de la cantidad del nuevo pedido lo que le permitirá disminuir el riesgo de que surjan cantidades faltantes.

En algunos documentos también llamado stock mínimo. El cálculo se hace bajo la ecuación:

$$\text{Inventario mínimo} = \text{Días imprevistos (Demanda mensual / 30)}$$

Donde:       Días imprevistos = 30 (1 mes)  
              Consumo o demanda mensual = 103

Sustituyendo Valores:

$$\text{IMIN} = 30 ( 103 / 30 ) = \boxed{103 \text{ pies}}$$

**de cable 7/8" tipo 18 6x37 hilos**

Para este resultado el inventario mínimo corresponde al mismo dato de la demanda mensual, debido a que los días de imprevistos también son 30 días. Este dato es el resultado de los cálculos de la propuesta para el abastecimiento basado en consumos, incluido en el cuadro 7, página 126, y se debe incluir manualmente en el campo stock mínimo en la vista de planificación de necesidades en el sistema SAP, tal como se muestra en la imagen 18, página 127.

Otro de los parámetros de la planificación de necesidades y que indica el nivel de reposición del inventario, es el punto de pedido.

### **3.3.3.2. Punto de pedido ( r )**

El encargado de planificación del departamento de mantenimiento marcará un determinado código PNS o un grupo de códigos para la planificación de necesidades, para el presente caso se utilizará individualmente el mismo código PNS 5705-0061 del ejercicio anterior.

Para estos cálculos se deberá tomar la información de la demanda de los **datos generales actuales** incluidos en el cuadro 4, página 91. La ecuación para el cálculo del punto de pedido para los accesorios y repuestos con una tasa de demanda constante y un tiempo de entrega fijo, como se evidencia en la unidad objeto de estudio, se debe realizar con la ecuación:

$$r = dm$$

Donde:        r = punto de pedido  
               d = demanda diaria (1236 / 300 días de operación)  
               m = Tiempo de entrega 30 días (1 mes)

Sustituyendo valores:

$$r = ( 4.12 ) ( 30 ) = 123.6 \quad \text{por aproximación} \quad \boxed{124 \text{ pies}}$$

**de cable 7/8" tipo 18 6x37 hilos**

Este resultado se debe agregar en el campo punto de pedido en la vista de planificación de necesidades en el sistema SAP, tal como se observa imagen 18, página 127.

Con la combinación del dato obtenido del lote económico de compras de 195 pies, más el dato resultado del cálculo del inventario mínimo, se obtiene el último de los parámetros necesarios para completar la información en la vista de planificación de necesidades en el sistema SAP, este dato es el inventario máximo.

### **3.3.3.3. Inventario máximo (IMAX)**

El tamaño de lote máximo determina la **cantidad más grande posible** para la cantidad de aprovisionamiento. Si una necesidad excede el tamaño del lote máximo registrado para la posición de cuota, se crearán varias propuestas de

aprovisionamiento para el tamaño de lote máximo hasta cubrir toda la necesidad del inventario máximo. Si queda una cantidad restante más pequeña que el tamaño de lote máximo, se creará la última propuesta de aprovisionamiento para cubrir esta cantidad restante.

Continuando las pruebas con el mismo repuesto (cable 7/8" tipo 18 6x37 hilos) bajo código PNS 5705-0061, el cual evidencia en la fase de diagnóstico una tasa de demanda constante y un tiempo de entrega fijo, el planificador de necesidades del departamento de mantenimiento debe indicar la cantidad que resulte de la ecuación:

$$\text{Inventario Máximo} = \text{Inventario Mínimo} + \text{lote óptimo de compra (LOC)}$$

Donde: Inventario mínimo = 103

Lote económico de compras (LOC) = 195

Sustituyendo valores:

$$\text{IMAX} = 103 + 195 = 298.38 \text{ por aproximación } \boxed{298 \text{ pies}}$$

**de cable 7/8" tipo 18 6x37 hilos**



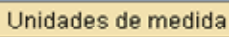
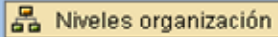


Todos los cálculos matemáticos anteriores de los parámetros, inventario mínimo, punto de pedido, inventario máximo, para el establecimiento de una política óptima de inventarios, se incluyen en las columnas de datos propuestos del cuadro 7, página 126, de Excel; luego de estos cálculos se procede a ingresar manualmente en cada campo en la vista de planificación del sistema SAP, tal como se muestra en la imagen 18, página 127.

**Cuadro 7**  
**Comparación datos de parametrización actuales contra datos propuestos**

DATOS PNS		DATOS GENERALES					DATOS ACTUALES			DATOS PROPUESTOS		
Código SAP	Descripción	Tiempo de entrega (días)	Precio Unitario (Q)	Precio Unitario (\$)	Demanda mensual	Demanda Anual	Inventario Mínimo	Punto de Pedido	Inventario Máximo	Inventario Mínimo	Punto de Pedido	Inventario Máximo
5705-0061	CABLE 7/8" TIPO 18 6x37 HILOS	30	71.95	8.99	103	1236	440	1,320	1,980	103	124	298
5302-0112	CAMISA MA 1208 CAT 25Z100-D11	30	1,395.00	174.38	7	84	12	24	36	7	8	19
5302-0113	CAMISA NU213C3 CAT 25Z100-D6	30	527.00	65.88	8	96	15	30	45	8	10	28
5319-0168	COJINETE 598	30	597.97	74.75	3	36	2	4	8	3	4	15
5319-0636	COJINETE 749S	30	943.20	117.90	3	36	2	4	4	3	4	12
5319-0880	COJINETE 5216	30	1,914.62	239.33	4	48	8	24	12	4	5	16
5319-1876	COJINETE 6019 2RS	30	693.75	86.72	6	72	2	5	10	6	7	21
6129-0002	SHAFT WITH GEAR 3"X25 1F3938F1	30	10,960.10	1370.01	6	72	2	3	12	6	7	24
6767-0008	TRUCK GEAR 1H4285	30	13,234.60	1654.33	6	72	12	24	36	6	7	24
6767-0010	BEARING HYATT A5212TS No. PARTE 2	30	1,249.49	156.19	4	48	5	10	15	4	5	16

Fuente: Elaboración propia con base a registros departamento de mantenimiento. Empresa productora de cemento. Octubre 2009

**Imagen 18**  
**Vista de planificación de necesidades sistema computarizado SAP**

 <b>Modificar material 5705-0061 (Planificación de necesidades)</b>			
 <b>Textos breves</b>		 <b>Unidades de medida</b>	
 <b>Niveles organización</b>		 <b>Verif.datos imagen</b>	
Material	5705-0061	CABLE 7/8" TIPO 18 6x37 HILOS	
Centro	LP	LP CEMENTOS PROGRESO, S.A.	
<b>Datos generales</b>			
Unidad medida base	'	Pie	Grupo planif.nec.
Grupo de compras	JIM		Indicador ABC
Stat.mat.especif.ce.			Válido de
<b>Método-planif-nec.</b>			
Caract.planif.nec.	VB	Planif.manual del punto-pedido	
Punto de pedido	124.000	Horiz.planif.fijo	
Ciclo planif. nec.		Planif.necesidades	T08
<b>Datos de tamaño de lote</b>			
Tam.lote planif.nec.	HB	Reposición hasta el stock máximo	
Tamaño-lote mínimo		Tamaño lote máximo	
Tamaño lote fijo		Stock máximo	298.000
Costes lote fijo		Costes almacenaje	
Rechazo conjunto (%)		Cadencia	
Perfil de redondeo		Valor de redondeo	
Grupo un.medida			
<b>Programación</b>			
Tmpo.tratamiento EM		Días	Plazo entrega prev.
Clave de horizonte			30 Días
			Calendario planific.
<b>Cálculo necesidades netas</b>			
Stock de seguridad	103.000	Nivel servicio (%)	
Stock seguridad mín.		Perfil de cobertura	
Indicador marg.seg.		Margen seg./Cob.real	
Perf.per.margin seg.			Días

Fuente: Versión 4.6 de Sap. Planta La Pedrera, octubre 2009.

#### **3.3.3.4. Característica de planificación de necesidades en SAP**

Esta clave dentro del sistema SAP es la que determina si para un accesorio o repuesto se planifican las necesidades y de qué forma, es decir manual o automática. Para la aplicación del modelo propuesto, se debe utilizar la característica de planificación de necesidades manual por punto de pedido (VB), tal como se muestra en la imagen 18, página 127.

#### **Proceso de control generado internamente por el sistema SAP**

1. La supervisión continua del stock de almacén disponible dentro de la planificación de necesidades por punto de pedido se efectúa dentro de la Gestión de stocks del sistema SAP.
2. Cada vez que se toma un accesorio o repuesto del almacén, el sistema SAP verifica si el retiro del repuesto o accesorio ha causado que los niveles de stock disminuyan por debajo del nivel de pedido.
3. El sistema calcula las necesidades netas, comparando el punto de pedido, el stock disponible a nivel de centro (incluido el stock de seguridad) y las entradas fijas que ya se han planificado (los pedidos, las órdenes de compra, las solicitudes de pedido fijas, etcétera). Si la suma del stock más las entradas es menor que el punto de pedido, existirá una nueva infracobertura de inventario (lanzamiento de una nueva solicitud para inventario).



### **Generación del proceso de planificación**

Una vez que ya están alimentados los datos de parametrización en la vista de planificación de necesidades (ver imagen 18, página 127), el sistema SAP está listo para generar los procesos de planificación para el abastecimiento de inventario. Para ello se deben ejecutar operaciones que funcionan como acciones internas o instrucciones para el sistema SAP.

El cuadro 8 página 131, describe las principales acciones por procesos de sistema SAP relacionados con la planificación de necesidades basado en consumo. Dentro de estas acciones son dos las más indispensables, siendo estas MD01 y MD06.

**Transacción MD01:** Cuando se inicia el proceso de planificación, el sistema utiliza la fecha registrada en el fichero del sistema SAP, además para verificar qué repuestos o accesorios van a planificarse realmente. Para calcular esta fecha se utiliza el ciclo de planificación de necesidades. La acción principal de este proceso es que el accesorio o repuesto no sólo se pronostica hasta la fecha de la planificación registrada en el fichero interno, sino que también evalúa si el stock está por debajo del punto de pedido debido a salidas del inventario, lo cual implica que el material se incluirá en el próximo proceso de planificación.

**Transacción MD06:** Al ejecutar esta transacción, el sistema lanza la lista de requerimientos (solicitudes) en un orden cronológico de acuerdo a la fecha de entrega y sirve de enlace con el departamento de compras, para que éste posteriormente contacte la fuentes de aprovisionamiento externo.

**Cuadro 8**  
**Principales códigos de operación para la planificación de**  
**necesidades en el sistema SAP**

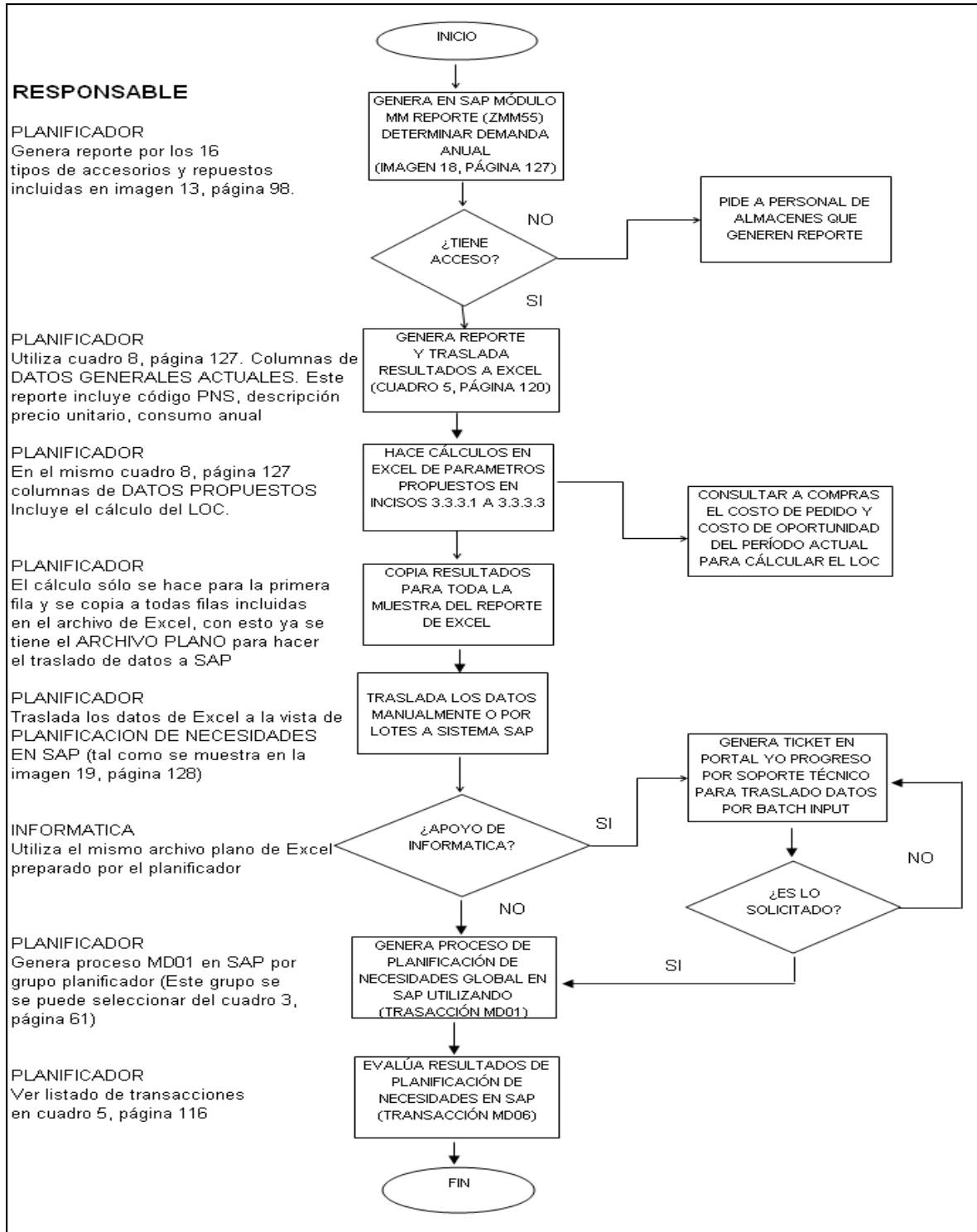
<b>Transacción</b>	<b>Acción</b>
MD01	Ejecutar la planificación global online
MD03	Realizar una planificación individual de material de un nivel
MDBT	Realizar una planificación global en proceso de fondo
MD05	Visualizar la lista de planificación de necesidades
MD06	Acceder a la visualización colectiva de la lista de planificación de necesidades
MDLD	Imprimir la lista de planificación de necesidades
MD04	Visualizar la lista de necesidades/stocks actual
MD07	Visualización colectiva de la lista de necesidades/stocks actual

Fuente: Versión 4.6 de Sap. Planta La Pedrera, octubre 2009

El proceso completo del modelo de abastecimiento propuesto, que integra, tanto los datos del lote económico de compras, los parámetros para una política óptima de inventarios, calculados en el programa Excel, así como el traslado de información a la vista de planificación de necesidades del sistema SAP, se muestra en el esquema 14.

## Esquema 14

### Modelo de procedimiento para integrar información de SAP y Excel

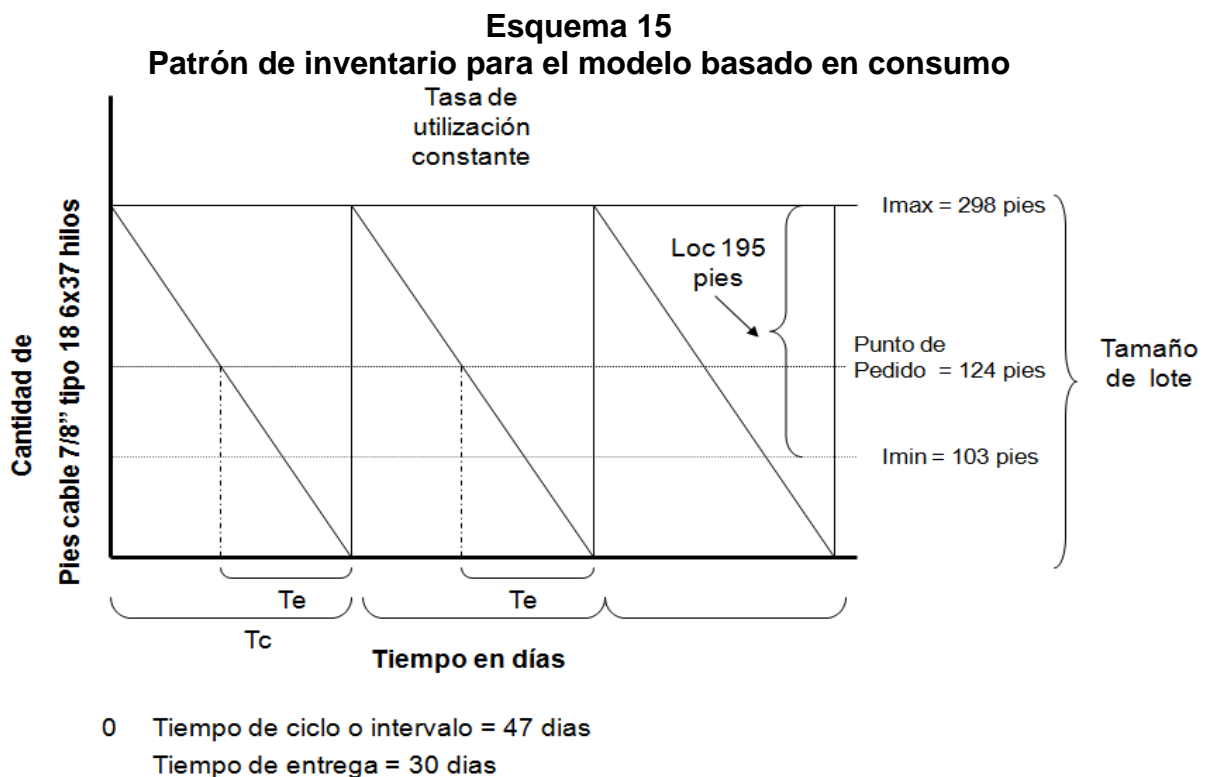


Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

### 3.4. Aplicación modelo basado en consumo

El proceso de abastecimiento de accesorios y repuestos para el departamento de mantenimiento debe iniciar con la optimización de sus procesos, por lo tanto uno de los objetivos propuestos en el presente documento es proporcionar las herramientas de la administración de operaciones, que permitan el establecimiento de un modelo de abastecimiento de inventario basado en consumo adecuado a las necesidades del departamento de mantenimiento.

El esquema 15 muestra el comportamiento del ciclo logístico de la función de abastecimiento para el código PNS 5705-0061 que se utilizó para los cálculos anteriores, combinando el lote económico de compras con los parámetros de planificación de necesidades para la optimización de una política de inventarios de accesorios y repuestos en la empresa unidad de análisis.



Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

### **3.4.1. Datos parámetros actuales contra datos propuestos**

Haciendo uso del formato modificación de parámetros, (que actualmente no se utiliza, formato 3, página 74), se deben incluir los datos parametrizados actuales y los propuestos en las columnas ya diseñadas, incluyendo los costos variables, esta relación da como resultado el incremento o disminución del valor promedio adicional del inventario.

#### **3.4.1.1. Ventaja de comparar datos de parámetros actuales contra datos propuestos a través de la aplicación del modelo de abastecimiento basado en consumo**

El cuadro 9, página 135 muestra el resultado de aplicar los mismos **10 códigos PNS** incluidos en el cuadro 7 página 126. Aquí se evidencia que al hacer requerimientos por abastecimiento de inventarios con base a datos empíricos manuales como se ejecuta actualmente, el costo promedio del valor del inventario se incrementaría en **Q479,469.40**; mientras que con los cálculos matemáticos con base a la demanda, los parámetros de planificación ajustan el lote óptimo de compra (LOC) en la planificación de necesidades del sistema SAP, reflejando una disminución potencial del promedio adicional del inventario de **(- Q191,979.72)**, evitando además excedentes de inventario.

El costo promedio de mantener el inventario en el tiempo es igual al promedio de la sumatoria del stock mínimo, stock máximo y punto de pedido, por el precio unitario:

$$\text{Costo promedio} = \text{costo unitario (IMIN + IMAX + PP) / 3}$$

Estos resultados se deben colocar en las columnas de datos propuestos, tal como se muestra en el cuadro 9, página 135.

### **3.4.2. Traslado de resultados del modelo de abastecimiento de inventarios propuesto**

Como ya se mencionó anteriormente, para la operación de los cálculos de los parámetros de planificación de necesidades que sirven de base para el cálculo del lote económico de compras (LOC), se necesita la aplicación de estos datos en el programa Excel. Estos resultados son integrados y trasladados al sistema SAP, que es finalmente la herramienta principal para la planificación de necesidades por accesorios y repuestos que debe utilizar el departamento de mantenimiento.

El proceso lógico de esta operación de integración, así como los responsables de llevarlo a cabo se presenta en el esquema 16, página 150.

**Cuadro 9**  
**Cálculos de parámetros de planificación de necesidades**

SOLICITUD DE MODIFICACION DE PARAMETROS DE MINIMOS, PUNTOS DE PEDIDO Y MAXIMOS															
DATOS GENERALES				ACTUAL				PROPUESTO				Incremento o disminución Promedio Adicional Inv (Q)	RAZON DEL INCREMENTO O DISMINUCION		
PNS	Descripción	Costo Variable	U/M Consumo Mensual	Stock Mínimo (SH)	Stock Máximo (MAX)	Pto Pedido (PP)	Costo Prom (Q)	Stock Mínimo (SH)	Stock Máximo (MAX)	Pto Pedido (PP)	Costo Prom (Q)				
5705-0061	CABLE 7/8" TIPO 18 6x37 HILOS	71.95	'	103	440	1,980.00	1,320.00	89,697.7	103	198	124	10,192.92	(79,504.75)	-79,504.75	Análisis anual del área industrial para actualizar parámetros de planificación
5302-0112	CAMISA MA 1208 CAT 25Z100-D11	1,395.00	U	7	12	36	24	33,480.0	7	19	9	16,275.00	(17,205.00)	-17,205.00	Análisis anual del área industrial para actualizar parámetros de planificación
5302-0113	CAMISA NU213C3 CAT 25Z100-D6	527	U	8	15	45	30	15,810.0	8	27	9	7,729.33	(8,080.67)	-8,080.67	Análisis anual del área industrial para actualizar parámetros de planificación
5319-0168	COJINETE 598	597.97	U	3	2	8	4	2,790.5	3	15	4	4,385.11	1,594.59	1,594.59	Análisis anual del área industrial para actualizar parámetros de planificación
5319-0636	COJINETE 749S	943.2	U	3	2	4	4	3,144.0	3	12	4	5,973.60	2,829.60	2,829.60	Análisis anual del área industrial para actualizar parámetros de planificación
5319-0880	COJINETE 5216	1,914.62	U	4	8	12	24	28,081.1	4	16	5	15,955.17	(12,125.93)	-12,125.93	Análisis anual del área industrial para actualizar parámetros de planificación
5319-1876	COJINETE 6019 2RS	693.75	U	6	2	10	5	3,931.3	6	21	7	7,862.50	3,931.25	3,931.25	Análisis anual del área industrial para actualizar parámetros de planificación
6129-0002	SHAFT WITH GEAR 3"X25 1F3938F1	10,960.10	U	6	2	12	3	62,107.2	6	24	7	135,174.57	73,067.33	73,067.33	Análisis anual del área industrial para actualizar parámetros de planificación
6767-0008	TRUCK GEAR 1H4285	13,234.60	U	6	12	36	24	317,630.4	6	24	7	163,226.73	(154,403.67)	-154,403.67	Análisis anual del área industrial para actualizar parámetros de planificación
6767-0010	BEARING HYATT A5212TS No. PARTE 25Z111D8	1,249.49	U	4	5	15	10	12,494.9	4	16	5	10,412.42	(2,082.48)	-2,082.48	Análisis anual del área industrial para actualizar parámetros de planificación
<b>TOTALES</b>								<b>479,469.40</b>				<b>366,994.43</b>	<b>-112,474.97</b>	<b>-191,979.72</b>	
Solicita:				Autoriza:				Vc.Bo.							
_____ Nombre / Firma Superintendente de Area				_____ Nombre / Firma Gerente de Planta				_____ Nombre / Firma Superintendente Almacén							

Fuente: Elaboración propia con base a registros departamento de mantenimiento. Empresa productora de cemento. Octubre 2009.

Recapitulando; en el inciso 3.4.2., página 134, se hizo mención de la prueba para aplicación de los cálculos matemáticos a 10 códigos PNS por accesorios y/o repuestos extraídos de los archivos auxiliares de Excel en el departamento de mantenimiento, de los cuales se muestran los resultados comparativos con números en el cuadro 7, página 126, y el impacto en la disminución potencial del inventario en el cuadro 9, página 135

### **3.4.3. Aplicación de cálculos al universo de accesorios y repuestos**

Al revisar a detalle la cantidad de códigos PNS por accesorios y/o repuestos consignados en la lista de planificadores activos (ver cuadro 3, página 64 de este documento); de los 24 planificadores, 16 tienen incluidos de manera empírica valores de parámetros propuestos de inventario mínimo, inventario máximo, punto de pedido a 1,166 códigos PNS; por lo que, haciendo uso de las mismas aplicaciones matemáticas a los 10 repuestos incluidos en los cuadros 7 y 9; el cuadro 10 presenta un resumen de los 1,166 códigos PNS por accesorios y/o repuestos con su respectivo potencial de disminución en valor por requerimientos para abastecimiento inventario.

En otras palabras, si se concretara la compra de estos requerimientos hechos por estos 1,166 accesorios y/o repuestos de forma empírica, el valor del inventario se incrementaría en Q6, 327,870.53.



**Cuadro 10**  
**Modificación de parámetros de planificación de necesidades**  
**en archivos auxiliares departamento de mantenimiento**

<b>PLANIFICADOR</b>	<b>CANTIDAD CÓDIGOS</b>		<b>DISMINUCIÓN EN VALOR</b>
T01	20	Q	41,755.77
T02	3	Q	18,479.17
T03	223	Q	827,459.44
T04	38	Q	51,195.87
T05	14	Q	124,536.26
T06	58	Q	227,851.55
T07	103	Q	796,362.11
T08	150	Q	1,537,548.73
T09	37	Q	173,845.72
T10	20	Q	216,230.40
T11	37	Q	914,578.77
T12	187	Q	1,280,628.36
P01	29	Q	(10,064)
P09	128	Q	178,152
P10	111	Q	(37,982)
P12	8	Q	(12,708)
<b>TOTALES</b>	<b>1,166</b>	<b>Q</b>	<b>6,327,870.53</b>

Fuente: Elaboración propia con base a registros departamento de mantenimiento. Empresa productora de cemento. Octubre 2009

### 3.5. Costo de mantenimiento

Como ya se describió en el inciso 3.3.2., página 117, el costo de mantenimiento unitario (Cm), se realiza el siguiente cálculo: **costo unitario de repuestos x el costo de oportunidad.**

Tal como se evidenció, en la gráfica 13, página 98, personal administrativo del departamento de mantenimiento desconoce el valor del inventario por accesorios y repuestos para el mantenimiento de la maquinaria y equipo que actualmente se encuentran en los almacenes. El conocimiento de esta

información es relevante para la toma de decisiones, así como para la presentación de informes periódicos de mantenimiento.

### **3.5.1. Evaluación del valor del inventario en la base de datos SAP**

Como ya se mencionó anteriormente, con información obtenida relacionada con el control del inventario, incluida en la gráfica 9, página 80, la cantidad de accesorios y/o repuestos con saldo al 31 de agosto del presente año 2009, dentro del sistema computarizado SAP es de 6,428 códigos (PNS).

La información anterior, así como de los archivos auxiliares de excel existentes en el departamento de mantenimiento, facilitaron la generación de un reporte dentro del sistema computarizado SAP, que mostrará la cantidad de códigos existentes y la última fecha de rotación de los mismos dentro del SAP. El resultado evidenció que de los 6,428 códigos con saldo al 30 de agosto, 5,265 corresponden al área industrial para el mantenimiento de maquinaria y equipos.

Esta información es de vital importancia para el análisis y propuesta de estrategias en la disminución de la obsolescencia y posibles excedentes de inventario. El resumen de este análisis del valor del inventario en el tiempo se presenta en el cuadro 11, página 139.

La propuesta consiste en la evaluación por parte de los técnicos del departamento de mantenimiento, de todos aquellos accesorios y repuestos que no han tenido movimiento en los últimos dos años. Con esto se evidencia una oportunidad de rebajar de la base de datos 2,910 códigos que no han tenido rotación dentro del sistema SAP, es decir más del 50% de la base de datos de los accesorios y repuestos que al cierre del mes de agosto 2009 tienen saldo; lo que equivale a Q6.264 millones, casi el 34% del valor del inventario.

**Cuadro 11**  
**Análisis del valor del inventario en el tiempo**

<b>AÑOS</b>	<b>CODIGOS (PNS)</b>	<b>VALOR EN MILLONES Q</b>
5 - más	1,176	2.294
3 - 5 años	991	1.609
2 años	743	2.361
1 año	879	2.324
< 1 año	1,476	9.904
	<b>5,265</b>	<b>18.492</b>

Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

**Ventajas:**

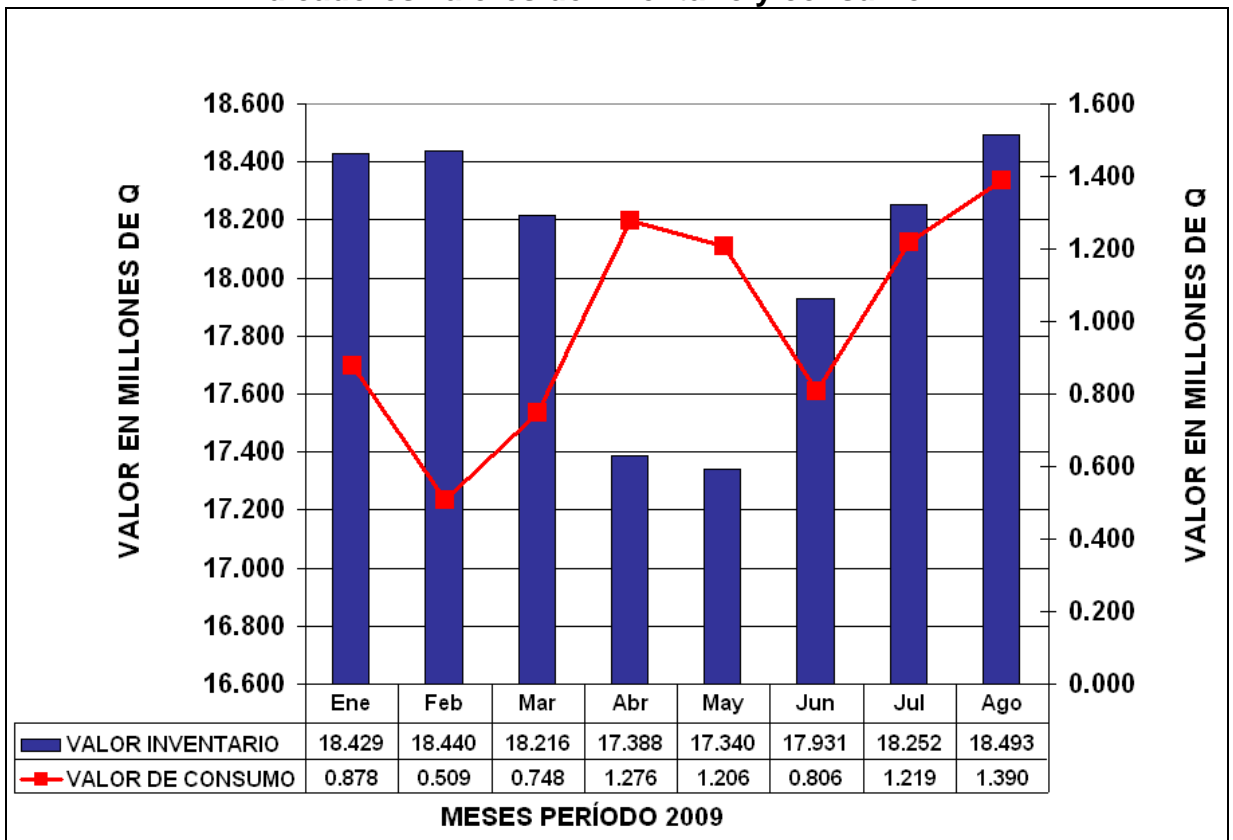
- A menor nivel de inventarios, menor capital invertido
- A menor capital invertido, mejor ROIC (Retorno de inversión de capital)
- Mayor espacio físico en bodegas para inventarios y menor pago por costo de almacenaje
- Mayor facilidad para manejo de inventarios
- Mayor confiabilidad en la planificación de necesidades de inventario.

**3.5.2. Evaluación del valor de consumo**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el diagnóstico con relación al conocimiento de la demanda anual, gráfica 12, página 89, el personal del departamento de mantenimiento desconoce la demanda de materiales y repuestos para el mantenimiento de la maquinaria y equipo. Sin embargo con datos extraídos de sus archivos auxiliares, se demostró que si cuentan con datos suficientes para conocer esta información. En virtud de esto, la gráfica 16 es una propuesta de la consolidación de los valores de inventario (V.I) y consumo (V.C.) mensual, para que se publiquen en el portal interno informativo (referencia imagen 9, página 52). La información del valor del inventario corresponde a la lista de tipos de accesorios y repuestos para mantenimiento que se muestran en la imagen 13, página 100; mientras que la información del

valor de consumo fue extraída de los archivos auxiliares de excel por historiales de mantenimiento de la maquinaria y equipo en el departamento de unidad de análisis.

**Gráfica 16**  
**Indicadores valores de inventario y consumo**



Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

La gráfica 16 de doble eje propuesta indica, que en el mes de agosto 2009, el valor del inventario total fue de Q18.493 millones (que es el mismo dato que aparece en la imagen 13, página 97), mientras que el valor del consumo para el mismo mes fue de Q1.390 millones, es decir, el inventario tuvo una rotación en ese mes del 7.52% en lo que respecta a accesorios y repuestos.

### **3.6. Indicadores claves de desempeño**

Una vez implementada la propuesta del modelo de abastecimiento basado en consumo, permitirá un mejor control de los requerimientos de abastecimiento de inventario por accesorios y repuestos para el mantenimiento de la maquinaria y equipo, para esto será necesario verificar que el mismo se esté desempeñando de manera óptima, lo cual puede hacerse a través de, por un lado, evaluar el desempeño del personal y por el otro, el de la maquinaria y equipo objeto del mantenimiento; tal como se comentó en el análisis del resultado de la gráfica 3, página 58 de este documento.

Para ello el superintendente, jefes y supervisores del departamento de mantenimiento deben utilizar mensual o semanalmente los indicadores que se detallan a continuación, o dependiendo del indicador. Las fórmulas propuestas se pueden llevar control en hojas electrónicas del programa Excel y hacerlos públicos en el portal informativo como parte de indicadores mensuales en la reunión mensual de operaciones.

#### **3.6.1. Productividad**

Se deberá medir el desempeño de los trabajadores en las tareas de mantenimiento, dicha productividad se determina de la siguiente manera:

$$P (\% ) = ( n U / 100 )$$

Donde:

P = porcentaje de productividad

n = porcentaje de eficiencia, (determinada cómo se explica en inciso 3.6.2.)

U = porcentaje de utilización (determinada cómo se explica en inciso 3.6.3.)

### 3.6.2. Eficiencia

Se deberá medir el tiempo utilizado para la ejecución de una tarea de mantenimiento, entre el tiempo planificado para efectuar dicho mantenimiento. Dicho tiempo se determina así:

$$n (\% ) = 100 ( T_p / T_u )$$

Donde:

n = porcentaje de eficiencia

T<sub>p</sub> = tiempo total planificado para la tarea (horas)

T<sub>u</sub> = tiempo total utilizado en la ejecución de la tarea (horas)

Por ejemplo: si el tiempo planificado para la realización del mantenimiento de un equipo específico es 8 horas y se invirtieron 10 horas en su realización la eficiencia sería:

$$n (\% ) = 100 \times 8 / 10 = 80\%$$

Si el tiempo empleado fuera 7.5 horas, la eficiencia sería:

$$n (\% ) = 100 \times 8 / 7.5 = 106\%$$

El tiempo planificado ( T<sub>p</sub> ) es el tiempo mínimo al realizar la misma tarea con diferentes cantidades de personal, bajo condiciones vigiladas de modo que el personal no se distraiga, y luego afectado por un factor de holgura. La cantidad de personal que permitió el tiempo mínimo, determinado en horas – hombre, es también la cantidad de personal que debe planificarse para futuras ejecuciones de la misma tarea. Este dato debe almacenarse al archivo de rendimiento de personal y mantenerse actualizado, realizando nuevas medidas cuando cambien las herramientas u otra condición de trabajo.

### 3.6.3. Utilización

Para medir la utilización se deberá calcular la cantidad de horas – hombre utilizadas en la ejecución de una tarea de mantenimiento dividida entre la cantidad de horas – hombre disponibles para ejecutarlas al momento de la realización de la misma. Determinándola de la siguiente forma:

$$U (\%) = 100 (HOu / HOd)$$

Donde:

U = Porcentaje de utilización

HOu = horas – hombre utilizadas en la realización de la tarea

HOd = horas – hombre totales disponibles en el departamento de mantenimiento

Este indicador se utilizará para vigilar que los recursos disponibles (horas – hombres, cantidad, condiciones y adecuación de las herramientas, adecuación de los métodos de trabajo) en el departamento de mantenimiento, sean los adecuados de conformidad con los programas y planes de trabajo para el mantenimiento.

Por ejemplo, actualmente el departamento de mantenimiento cuenta con 10 operarios y la jornada de cada uno es de 6.8 horas diarias (descontando 1.2 horas para almuerzo, descansos, etc.) entonces, se cuenta en total con 68 horas-operarios por día; si los trabajos de mantenimiento de un día cualquiera requirieron un total de 85 horas –operario, la utilización es de:

$$U (\%) = 100 \times 85 / 68 = 125\%$$

Esta utilización puede determinarse por semana, mes o por el periodo de programación considerado, según las jornadas y condiciones del trabajo de la empresa.

Cuando la productividad así calculada, en este caso  $P=106 \times 125 / 100 = 132.5$ , resulta muy diferente de 100%, esto puede indicar la presencia de una baja eficiencia por falta de dedicación del personal o indicar que la cantidad de horas-hombre utilizadas (se asignan muchos o pocos operarios a la realización de la tarea) son muy diferentes a las planificadas; también podría deberse a la falta o mal funcionamiento de las herramientas y/o equipos especiales requeridos, o a un mal uso de estos. En todo caso, la situación debe investigarse y corregirse las causas que se encuentren y que están provocando otras deficiencias en el mantenimiento de la maquinaria y equipo.

#### **3.6.4. Tasa de Rendimiento Total (TRT)**

Se deberá evaluar el desempeño de los equipos y maquinarias en la planta de producción a través de la TRT. Este indicador puede utilizarse también como un indicador indirecto de la calidad con que se efectúan las tareas de mantenimiento. Esta tasa se determina de la manera siguiente:

$$\text{TRT} = \text{DRC}$$

Donde:

D = Disponibilidad (determinada como se explica en inciso 3.6.5.)

R = Rendimiento (determinada como se explica en inciso 3.6.6.)

C = Calidad (determinada como se explica en inciso 3.6.7.)

Sustituyendo valores de acuerdo a los cálculos en los incisos antes mencionados, este porcentaje sería:

$$\text{TRT (\%)} = 0.93 \times 0.91 \times 1 = 0.8463 \text{ (100)}$$

**Por aproximación 85%**

Calculados todos en un periodo cualquiera, independientemente de esto, el periodo para el cálculo de la TRT se sugiere que sea mensual.



### 3.6.5. Disponibilidad

Se debe medir la relación entre el tiempo de operación, o sea el que un equipo trabaja en la producción y el tiempo disponible, es decir, aquel que pudo haber trabajado por encontrarse disponible en la planta.

$$D (\%) = ( TTD - TTE ) / TTD$$

Donde:

D = Porcentaje de disponibilidad neta

TTE = Tiempo que el equipo trabajó o pudo haber trabajado

TTD = Tiempo total disponible

Por ejemplo, si una maquinaria o equipo estuvo disponible las 24 horas en el mes, son 720 horas. Debido a fallas por causas internas y externas hubo necesidad de paros, estos paros representaron 48 horas en el mes. Entonces la disponibilidad es:

$$D (\%) = ( 720 - 48 ) / 720 = 93\%$$

Este porcentaje de disponibilidad se utiliza para el cálculo de la tasa de rendimiento total (TRT) indicado en el numeral 3.6.4.

### 3.6.6. Rendimiento

Se debe medir la relación que nos indica cuánto se está produciendo respecto a lo que se ha demostrado históricamente puede producir la maquinaria y equipo.

Es decir la relación entre la producción en un período ininterrumpido de producción no inferior a 24 horas (en el caso de la empresa bajo estudio), y la mejor práctica demostrada, por sus siglas en ingles best demonstrated practice (BDP).

La mejor práctica demostrada que se deberá tomar en cuenta es la mayor cantidad producida por el equipo durante los últimos 24 meses. Un cambio de BDP puede darse únicamente al principio de cada año.

$$R (\%) = ( TP / BDP )$$

Donde:

R = Porcentaje de rendimiento

TP = Toneladas producidas

BDP = Best demonstrated practice (mejor práctica demostrada)

Por ejemplo: la cantidad de toneladas producidas por la maquinaria y equipo en el mes de agosto 2009 fue de 300,000 toneladas, y es la mayor cantidad producida por la misma maquinaria y equipo durante los últimos 24 meses es de 330,000 toneladas. Entonces el rendimiento sería:

$$R (\%) = ( 300,000 / 330,000 ) = 91\%$$

Este porcentaje de rendimiento se utiliza para el cálculo de la tasa de rendimiento total (TRT) indicado en el numeral 3.6.4.

### **3.6.7. Calidad**

Se debe calcular la relación entre la calidad de unidades de producto terminado rechazadas por no llenar los requisitos de calidad y la cantidad total de unidades de producto terminado producidas. Para el caso de la empresa productora de cemento, unidad de análisis, se considera como constante 1, debido a que dentro del proceso de producción no contempla rechazos.

Este número constante se utiliza para el cálculo de la tasa de rendimiento total (TRT) indicado en el numeral 3.6.4.

### **3.7. Controles a implementar**

Si bien es cierto la propuesta está orientada a un modelo de abastecimiento de inventarios adecuado para el departamento de mantenimiento, también no hay que perder de vista que, en torno a un abastecimiento confiable de inventarios por accesorios y repuestos para dicho departamento en la empresa unidad de análisis, también es cierto que existen dos factores determinantes que lo condicionan y que fueron evidenciados en la fase de diagnóstico, e incluidos en la propuesta de mejoras en este documento, siendo estos, la *fijación de parámetros de planificación de necesidades*, incluido a partir del inciso 3.3.3, página 122; y la *evaluación del valor del inventario*, incluido en el inciso 3.5.1, página 138.

#### **3.7.1. Controles y proceso para implementar en la fijación de parámetros de necesidades**

Anualmente el personal de planificación del abastecimiento de accesorios y repuestos del departamento de mantenimiento, deben generar el reporte para evaluación de parámetros ZMM55 dentro del sistema SAP. Para esto deben tomar como base los 16 tipos de accesorios y repuestos incluido en la imagen 10, página 70. Este reporte genera los datos de (tiempo de entrega, precio unitario, consumo mensual). Tal como se indica en el esquema 16, página 150.

Con la opción de **exportar archivos a hoja de cálculo** se debe trasladar a excel la información proporcionada en la transacción ZMM55 (reporte de SAP) obtienen el listado de accesorios y repuestos que tienen asignados parámetros con planificación de necesidades en SAP;

El control relevante en este aspecto es el uso del formato de **Modificación de parámetros de planificación de necesidades en la base de datos SAP** incluido en formato 3, página 74. Posteriormente deben aplicar los cálculos

matemáticos descritos a partir del inciso 3.3, e incluidos en el cuadro 7 de la página 126.

Los datos obtenidos descritos en el párrafo anterior, sirven de archivo plano (base de datos) para hacer la carga de los nuevos parámetros de (mínimo, máximo y punto de pedido) en la vista de planificación de necesidades dentro de SAP.

Esta carga de datos se puede hacer manual (tal como se mostró en la imagen 18, página 127), o por lotes (batch input) a través del departamento de informática de la empresa unidad de análisis; para tal efecto se debe utilizar el mismo archivo plano que se hace referencia en el párrafo anterior, según proceso descrito en esquema 16, página 150.

Para llevar a cabo estas actividades se deben contemplar los recursos necesarios que garanticen el éxito de la implementación.

### **3.7.2. Recursos necesarios para fijación de parámetros de necesidades**

Para la implementación de controles en la fijación de parámetros, se excluye el recurso financiero, y los recursos humanos, físicos y tecnológicos existentes, son suficientes para cumplir el proceso de implementación, ya que la generación de reportes, así como la carga de datos al sistema SAP se puede realizar manualmente por personal de planificación, en su defecto, la carga de datos se hace anualmente por batch input con el apoyo de personal de informática de la misma corporación, tal como se describe en el esquema 16, página 150.

### **3.7.2.1. Humanos**

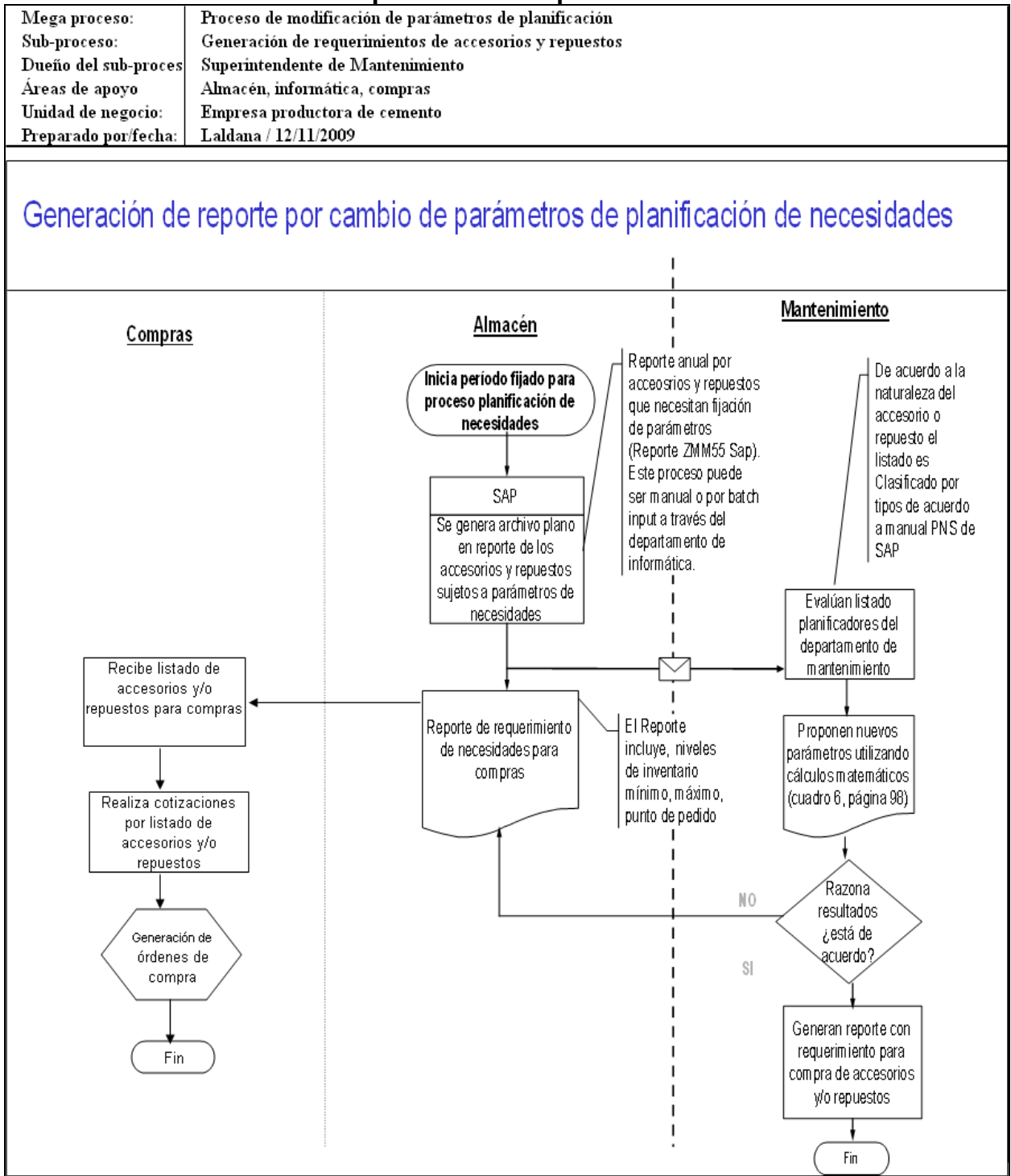
- Personal de planificación (asistentes y auxiliar), quienes deben generar el reporte ZMM55 de SAP para obtener la información tiempo de entrega, precio unitario, consumo mensual (que al multiplicar por 12 meses lo convierte en anual)
- Personal de informática de la corporación, que facilite la carga de información vía batch input (entrada por lotes) al sistema computarizado SAP.

### **3.7.2.2. Físicos y tecnológicos**

- Equipo de cómputo, que incluya software Oracle.
- Archivos auxiliares en hojas electrónicas para hacer la carga de los datos.
- Programa integrado SAP, con sus módulos PM (planned maintenance) y MM (management materials) que recibirá los datos de las hojas electrónicas.

## Esquema 16

### Proceso de modificación de parámetros de planificación de necesidades



Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

### **3.7.3. Controles a implementar en la reducción del valor del inventario**

#### **3.7.3.1. Identificación**

Identificar los excesos, baja rotación y la obsolescencia para actualizar y redefinir congruentemente la composición del inventario, esperando mejorar el espacio físico, así mismo recuperar una parte de la inversión muerta, depurar el maestro de materiales en el sistema con el fin de mejorar el tiempo de respuesta en la realización de consultas y transacciones, así mismo la dimensión física y sus respectivos registros en el maestro de materiales del sistema SAP deben constituir un mejor soporte para los departamentos de almacén, producción, mantenimiento, administración y servicios varios, manteniendo un mínimo y máximo de los materiales que tengan su respectiva clasificación bajo el criterio de evaluación CEDRO (ver anexo 10, página 200) con un stock razonable y ubicado adecuadamente.

#### **3.7.3.2. Evaluación**

Establecer una evaluación permanente del inventario que incluya: revisar, depurar, clasificar según la naturaleza y género de los distintos accesorios y repuestos que se consideran obsoletos reubicándolos adecuadamente, tomando en cuenta su funcionamiento para así formar un control especial de los mismos. Para esta evaluación se puede tener como punto de partida la información proporcionada por el superintendente de mantenimiento y los listados obtenidos que sirvieron de soporte para la elaboración de los cuadros 10 y 11, páginas 137 y 139 de este documento, y de los cuales fue entregada una copia al superintendente de mantenimiento como evidencia del estudio de campo en el departamento de mantenimiento.

Parte de esta evaluación incluye además el análisis y/o recorrido visual de los técnicos del departamento de mantenimiento a diferentes áreas de los almacenes, donde se debe tomar en cuenta el aspecto físico del accesorio y

repuesto, y el tiempo de no rotación incluidos en los listados mencionados en el párrafo anterior.

### **3.7.3.3. Proyección de resultados en la reducción del inventario**

Como ya se documentó en el cuadro 10, página 137; actualmente más del 50% de la base de datos con saldo dentro del sistema computarizado SAP está conformado por accesorios y repuestos que no han tenido rotación en más de dos años. En términos monetarios esto representa Q6.264 millones, casi el 34% del valor del inventario actual.

Al poner en práctica los controles y actividades propuestos en los incisos 3.7.3.1 y 3.7.3.2, combinado con el Proyecto de Resultados Rápidos (PRR) que se pretende poner en marcha en la unidad de análisis, los resultados de oportunidad de mejora descritos en el párrafo anterior se presentan en el cuadro 12. Además incluye los días propuestos para la evaluación de cada grupo de códigos de accesorios y repuestos PNS (Parts number system).

Es de de mencionar que cada código PNS representa a un accesorio o repuesto almacenado y que ocupa un espacio en la base de datos del sistema computarizado SAP.

Los 100 días disponibles dentro del PRR para la evaluación física, están distribuidos proporcionalmente de acuerdo a la cantidad de códigos PNS resumidos en el cuadro 12.

En conclusión, el cuadro 12 muestra una herramienta de análisis propuesta que confirman la necesidad y respaldan la decisión de la aplicación del PRR (plan de resultados rápidos), que según información obtenida en el inciso 2.4.3, página 81, tanto del superintendente de mantenimiento y jefe de almacenes, tienen



pensando emprender en planta La Pedrera en la primera semana del mes de noviembre de 2009.

**Cuadro 12**  
**Evaluación en el tiempo para reducción del inventario**

<b>AÑOS</b>	<b>CÓDIGOS PNS</b>	<b>VALOR EN MILLONES Q</b>	<b>VALOR EN MILLONES \$</b>	<b>DÍAS PRR</b>
5 - más	1,176	2.294	0.278	22
3 - 5 años	991	1.609	0.195	19
2 años	743	2.361	0.287	14
1 año	879	2.324	0.282	17
< 1 año	1,476	9.904	1.202	28
	<b>5,265</b>	<b>18.492</b>	<b>2.244</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

Los responsables y pasos para cumplir con el objetivo en la implementación de las actividades propuestas para evaluación del inventario se encuentran documentados en el esquema 17, página 155.

Las anteriores actividades conllevan el uso de recursos. En estos se excluyen los recursos financieros porque no requiere de inversión de capital.

### **3.7.4. Recursos necesarios para reducción del valor del inventario**

#### **3.7.4.1. Humanos**

- Comité de proyecto, integrado por personal de puestos estratégicos de la corporación (gerente de operaciones, gerente de planta, gerente financiero), así como el superintendente de compras y almacenes, superintendente de mantenimiento.
- Personal de planificación, asistente y auxiliar, jefes, supervisores, asistente de inventarios cíclicos del almacén. El cliente de la

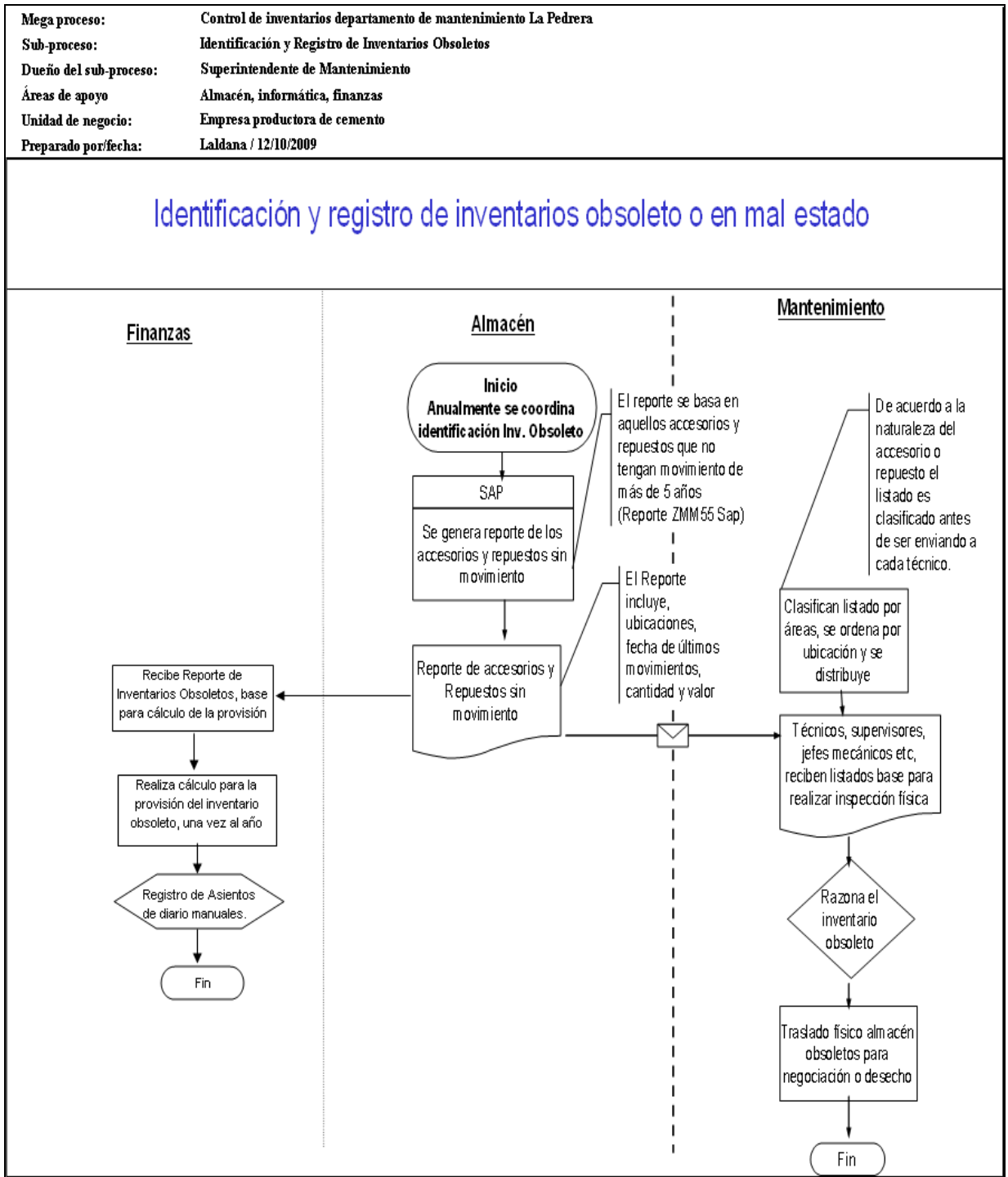
implementación es el superintendente del departamento de mantenimiento.

- Personal técnico experto del departamento de mantenimiento
- Comité o grupo multidisciplinario permanentemente para que investigue y estudie cada caso en particular de los accesorios y repuestos que actualmente se consideren obsoletos, así mismo se implementen políticas y procedimientos que den transparencia para definir, clasificar, reubicar y garanticen la forma de negociar lo que se considere vendible, esperando como mínimo recuperar la inversión. Así mismo la reclasificación del inventario de acuerdo a criterios de evaluación CEDRO, transacción CL30N en SAP (ver anexo 10).

#### **3.7.4.2. Físicos y tecnológicos**

- Equipo de cómputo, que incluya software Oracle.
- Programa integrado SAP versión 4.6, con su módulo y MM (management materials).
- Lugar de almacenamiento temporal para reubicar los posibles accesorios y repuestos considerados como obsoletos o para considerar su reubicación permanente

## Esquema 17 Proceso evaluación reducción del inventario



Fuente: Elaboración propia, estudio de campo. Empresa Cementera. Octubre 2009

### **3.7.5. Controles en el modelo de abastecimiento basado en consumos**

Después del cumplimiento en las fases: El control y proceso de la fijación de parámetros de necesidades (descritos en el esquema 16, página 150), y el proceso de evaluación para reducción del inventario, (descrito en el esquema 17, página 155); los cambios implementados deben ser permanentemente y debidamente supervisados, en un inicio con más intensidad, y en la medida que transcurra el tiempo dosificar con pequeñas capsulas informativas acerca del uso del modelo de abastecimiento y las cantidades de accesorios y repuestos sugeridas por el sistema SAP.

El superintendente de mantenimiento, a través de las jefaturas de área debe vigilar la forma de generación de la planificación de necesidades a través de monitoreos diarios, semanales, mensuales, de acuerdo a la periodicidad, la planificación y al grado de importancia de los accesorios y repuestos para la maquinaria y equipo, y que estos requerimientos sean a través de la planificación de necesidades del sistema SAP.

Los asistentes y auxiliares de planificación del departamento de mantenimiento se deben familiarizar con los procesos relacionados dentro del sistema integrado SAP, ya que para el desarrollo de sus actividades incluye dos módulos diferentes pero se relacionan, por un lado el módulo PM (Planned Maintenance) al generar la orden de mantenimiento y MM (management materials) con los archivos maestros, es decir los códigos PNS que identifican los diferentes accesorios y repuestos para la maquinaria y equipo.

Para asegurar el éxito del modelo a implementar, es necesario que los empleados relacionados con el modelo para abastecimiento de inventarios y que desempeñan puestos claves, se involucren de manera activa durante la fase

de implementación, y posterior en su fase de funcionamiento, esto con miras a obtener los resultados óptimos con el modelo de abastecimiento propuesto.

#### **3.7.5.1. La mejora continua**

Si bien es importante que para alcanzar los resultados óptimos de la implementación del modelo de abastecimiento propuesto, es necesario el equipo y otros recursos, debe incluirse la meta de la mejora continua; esta filosofía de trabajo permitirá el mejoramiento constante de todo el sistema de trabajo, personal y equipo, lo que a su vez redundará en el aumento de los indicadores de desempeño descritos a partir del inciso 3.6, página 141.

#### **3.7.6. Recursos necesarios para el modelo de abastecimiento basado en consumo**

##### **3.7.6.1. Humanos**

- Personal de planificación, asistente y auxiliar, jefes, supervisores, asistente de inventarios cíclicos del almacén. El cliente de la implementación es el superintendente del departamento de mantenimiento.
- Personal de informática de la corporación, que facilite la carga de información vía batch input (entrada por lotes) al sistema computarizado SAP.

##### **3.7.6.2. Físicos y tecnológicos**

- Equipo de cómputo, que incluya software Oracle
- Archivos auxiliares en hojas electrónicas para hacer la carga de los datos propuestos
- Programa integrado SAP, con sus módulos PM (Planned Maintenance) y MM (management materials) que recibirá los datos de las hojas electrónicas de excel.

### **3.8. Resultados generales a obtener**

**Destacar la importancia de la reducción de inventarios de repuestos para:**

- Mejorar la rentabilidad de la empresa
- Lograr las metas de planes estratégicos de empresa

**Beneficios que se obtienen con mejores controles de inventarios:**

- Menor nivel de inventarios, menor capital invertido
- Menor capital invertido, mejor ROIC (Retorno de la inversión de capital)
- Mejor rentabilidad con menor cantidad de recursos
- Mayor disponibilidad de área física para almacenamiento de inventarios

**Que se obtiene con parámetros de planificación confiables:**

- Abastecimiento de inventario oportuno
- Evitar el sobre inventario
- Rotación óptima del inventario
- Aumentar el rendimiento de la maquinaria y equipo
- Aumentar la productividad del trabajador.

Para integrar la información del modelo propuesto, es necesario, por un lado cálculos matemáticos en hojas electrónicas del programa Excel, para luego trasladar los resultados a campos específicos de la vista planificación de necesidades del sistema computarizado SAP. Este vaciado de información puede realizarse en forma manual, tal como se hicieron las pruebas en este documento, o por batch input (en forma masiva) con el apoyo del administrador del módulo MM del sistema SAP.

Para la implementación del modelo de abastecimiento de inventarios en el departamento de mantenimiento, es necesario tomar en cuenta factores relacionados como lo son la *de fijación de parámetros de planificación de necesidades* y la *rotación del inventario*. Para ambos temas se proponen controles de mejora y seguimiento, así como el beneficio de los resultados obtenidos en el corto el plazo.

Es de resaltar que los archivos de soporte que sirvieron para el análisis del valor del inventario por accesorios y repuestos para el mantenimiento de la maquinaria y equipo, y del cual se presenta el resumen de dicho análisis de la propuesta en el cuadro 12, página 153, sirvieron de base para la toma de decisiones por parte del superintendente de mantenimiento con relación al Proyecto de Resultados Rápidos (PRR), como parte de la propuesta de la reducción del inventario que exigía el gerente de operaciones en la empresa cementera unidad de análisis.

En este Capítulo 3 se incluyeron además, los recursos necesarios para la implementación de la propuesta. Es de considerar que la empresa unidad de análisis no necesita inversión de capital, ya que cuenta con los recursos, tanto humanos, físicos y tecnológicos necesarios para la implementación en el corto plazo de la propuesta detallada en este documento.

### **Logro de objetivos en la investigación**

Por lo anterior expuesto, se determinó que se alcanzaron los objetivos de la investigación, tanto general como específicos, pues toda la información documental y de campo obtenida en la unidad de análisis, permitió elaborar un diagnóstico sobre el abastecimiento de inventario actual de accesorios y repuestos, así mismo conocer los elementos necesarios, tales como planes de mantenimiento, costos relacionados, lo que facilitó la elaboración de la propuesta de un modelo de abastecimiento de inventarios bajo la metodología basada en consumo, acorde a las necesidades del departamento de mantenimiento.

En función de la evidencia presentada en el diagnóstico del Capítulo 2, se considera suficiente información para establecer las conclusiones y proponer recomendaciones que justifiquen la implementación del modelo de abastecimiento de inventarios acorde para el departamento de mantenimiento de la empresa unidad de análisis.



## Conclusiones

1. Actualmente en la unidad de análisis, no existe una buena transmisión de información escrita entre personal administrativo y operativo, por lo tanto, existe desconocimiento de los planes de mantenimiento que se aplican por parte de las diferentes áreas que conforman el departamento de mantenimiento.
2. Se determinó que la falta de repuestos y falta de planificación son las causas más significativas que provocan atrasos en el mantenimiento de la maquinaria y equipo, por lo que se comprueba la primera hipótesis, ya que no cuentan con un modelo adecuado de inventario.
3. Se constató que la mayoría del personal operativo, quien es el ejecutor de los trabajos de órdenes de mantenimiento, opina que son más los trabajos por órdenes correctivas con relación a los trabajos por órdenes preventivas.
4. Se estableció que actualmente el personal de planificación del abastecimiento de inventario por accesorios y repuestos en el departamento de mantenimiento, no está capacitado formalmente en el tema abastecimiento de inventarios dentro del sistema computarizado SAP, únicamente generan solicitudes manuales de reposición a través de controles auxiliares en hojas electrónicas; con lo que se soporta la comprobación de la segunda hipótesis, y la necesidad de implementar un modelo de abastecimiento de inventarios basado en consumos.
5. Se determinó que actualmente personal de planificación, jefes y supervisores en el departamento de mantenimiento, desconoce la

clasificación, costos y valor del inventario por accesorios y repuestos que hay almacenados, y, el excedente de inventario que ha inflado este valor debido a la falta de una planificación de necesidades; con esto se comprueba la primera y segunda hipótesis, y se justifica lo planteado en la tercera hipótesis.

6. Se constató que el personal del departamento de mantenimiento, no está de acuerdo con las condiciones actuales de almacenaje por los accesorios y repuestos para el mantenimiento, esto repercute en el rendimiento de la maquinaria y equipos.
7. Se estableció que existe un gran porcentaje de inventario de accesorios y repuestos sin rotación desde hace varios años, lo que genera un alto valor del inventario y un estancamiento del capital de trabajo debido al potencial de obsolescencia y al exceso de inventario. Con esto se comprueba la segunda hipótesis.

## **Recomendaciones**

1. Establecer los canales de comunicación adecuados para hacer llegar la información sobre los planes de mantenimiento a todos los niveles que integran el departamento de mantenimiento.
2. Implementar a la brevedad posible el modelo de abastecimiento propuesto en el presente documento y monitorear los resultados.
3. Llevar un record real de la cantidad de órdenes de mantenimiento preventivo y correctivo, para ejercer un parámetro de evaluación y mejorar el índice de mantenimientos preventivos.
4. Realizar capacitaciones, tanto para el personal de planificación, como para jefes y supervisores en el tema de abastecimiento de inventarios, tanto en la parte teórica, así como en la generación de reportes dentro del sistema computarizado SAP; dicha capacitación debe incluir la compatibilidad de las hojas electrónicas, tomando como punto de partida el modelo de abastecimiento de inventarios basado en consumo propuesto en este documento.
5. Lograr el involucramiento a nivel general de todo el personal del departamento de mantenimiento, en el conocimiento, tanto a costos de mantenimiento, como en valores de inventario por accesorios y repuestos almacenados. Para que las decisiones tácticas y operativas sean más acertadas, y se cree conciencia sobre la pérdida de capital de trabajo por el alto valor del inventario por accesorios y repuestos almacenados.

6. Implementar rutinas de inspección de las áreas de almacenaje, así como rutinas de mantenimiento periódico de los repuestos estratégicos almacenados. Estas rutinas tienen que ser diseñadas entre las jefaturas del departamento de mantenimiento y almacenes.
  
7. Conformar un grupo multidisciplinario permanente para que investigue y estudie cada caso en particular de los accesorios y repuestos que actualmente se consideren obsoletos, y excedentes de inventario, así mismo la implementación de políticas y procedimientos transparentes para definir, clasificar, reubicar y garanticen la forma de negociar lo que se considere vendible, esperando como mínimo recuperar la inversión y lograr tener un inventario óptimo para el mantenimiento de la maquinaria y equipo.

## GLOSARIO

**ADMINISTRADOR MÓDULO MM:** Persona experta responsable de las gestiones del software del modelo de administración de inventarios en el sistema computarizado SAP.

**AFR:** (Alternative Fuels and Raw Materials)

**ARCHIVO PLANO:** Archivo de Excel que contiene información específica para alimentar cargar por lote a otro programa compatible, por ejemplo SAP

**BANCO DE DATOS:** Conjunto de características propias de un elemento que lo diferencian de otro, sirve de medio auxiliar de consulta para la generación de reportes para toma de decisiones

**BATCH INPUT:** Proceso automatizado (entrada por lote)

**BDP:** Mejor práctica demostrada, por sus siglas en inglés (best demonstrated practice)

**CADI's:** (combustible alternos y desechos industriales)

**CBM:** Siglas en inglés (Condition Based Monitoring), Proceso de monitoreo basado sobre condiciones

**CLINKER:** Componente para la elaboración del cemento, compuesto de partículas de carbón

**CONTROL FOXBORO I-A.:** Sistema de monitoreo computarizado, dirigido desde el control central para equipos especiales en el proceso de la molienda del cemento

**CM:** Costo de mantenimiento

**CRITICIDAD:** Grado de prioridad e importancia que tiene un componente (partes de recambio) para la maquinaria y equipo dentro del proceso productivo.

**CUSTOMIZING DE SAP:** Procesador interno del sistema SAP que configura campos con datos parametrizados y conectados entre sí, que generan información consolidada en reportes para toma de decisiones.

**ENVASADORA ROTATIVA:** Envasadora de tipo semiautomática para el paletizado de bolsa en tarimas.

**ESQUISTO:** Roca de textura pizarrosa que se utiliza como materia prima en la elaboración del cemento.

**ESTOCÁSTICO:** proceso en el que un sistema cambia de forma aleatoria entre diferentes estados, a intervalos regulares o irregulares de tiempo, es un indicador en el análisis técnico que trata de pronosticar una nueva tendencia con base a consumos.

**HAC:** Código de activos para maquinaria y equipos, por sus siglas en inglés "Holderbank Asset Code"

**HARINA CRUDA:** Mezcla pulverizada de minerales a altas temperaturas como parte del proceso de cemento

**HORNOS LARGOS VÍA SECA:** Horno rotativo de la línea de producción de cemento con revestimiento de ladrillo refractario para cocimiento a altas temperaturas

**INFRACOBERTURA:** Lanzamiento de un nuevo requerimiento dentro del sistema SAP para el abastecimiento de inventarios, a través de una característica de planificación manual por punto de pedido.

**KPI:** Indicador clave de desempeño, por sus siglas en inglés Key Performance Indicator

**MAC:** Mantenimiento de Cemento

**MANUAL PNS:** (Parts number system) Manual que contiene toda la codificación que identifica materiales, accesorios y repuestos por grupos homogéneos

**MATERIAL ES CALCINADO Y SEMI-FUNDIDO:** Material sometido a altas temperaturas superiores a los 1450°C (grados centígrados).

**MÉTODO CEDRO:** Criterio de clasificación de accesorios y repuestos por características similares en el comportamiento del inventario y costo

**MODELO GEOESTADÍSTICO:** Sistema computarizado de control extractivo de los minerales y la composición química de la cantera.

**MOLIENDA DE CEMENTO:** Proceso en forma conjunta con otros minerales que le confieren propiedades específicas al cemento. El yeso, por ejemplo, es utilizado para el tiempo de fraguado (o endurecimiento) de la mezcla de cemento y agua, para permitir su manejo.

**MM:** Módulo dentro del sistema computarizado SAP relacionado con las actividades de la administración del inventario. Por sus siglas en inglés management materials

**MOLINOS DE BOLAS:** Molino que utiliza un sistema de esferas de hierro fundido para la trituración de partículas de los minerales componentes del cemento

**PM:** Módulo dentro del sistema computarizado SAP relacionado con las Actividades de mantenimiento planificado, por sus siglas en inglés (Planned Maintenance)

**PMR:** Rutinas de mantenimiento preventivo. Sus siglas en inglés Preventive maintenance routines

**PNS:** Por sus siglas en inglés (Parts number sistem). Manual de codificación para accesorios y repuestos del sistema computarizado SAP

**PRR:** Proyecto de Resultados Rápidos.

**PREDICTIVO:** Tipo de mantenimiento dirigido a los instrumentos de medición y lubricación de la maquinaria y equipo

**PREHOMOGENIZACIÓN:** Composición química de la mezcla de minerales es determinada en línea, a través de un analizador de neutrones

**RBM:** Mantenimiento basado en riesgo, por sus siglas en inglés Risk Based Maintenance



**ROIC:** Retorno de la inversión de capital, por sus siglas en inglés return on inversión capital

**ROLLER PRESS:** Sistema de rodamiento a gran escala en forma de prensa que forma parte de molinos de mezcla

**ROP:** Punto de reorden. Por sus siglas en inglés Reorder point

**RESERVA:** Solicitud del analista de mantenimiento, dirigida al departamento de almacenes, que para este significa una demanda. La reserva es equivalente a la necesidad total de un accesorio o repuesto, para un plan de mantenimiento específico

**SAC:** Sistema de Administración de Calidad

**SAP:** Sistema computarizado integrado de origen Alemán, su sistema operativo está integrado por módulo, por sus siglas en inglés (System Application and Programs)

**SEPARADORES SEPAX:** Sistema de separadores a gran escala para los molinos finales de bolas, aumentando la capacidad y eficiencia de producción.

**SICCOD:** Sistema corporativo de codificación utilizado para las unidades de negocios en la empresa Cementos Progreso

**SISTEMA EXPERTO KCE DE POLYSIUS:** Sistema automatizado digital monitoreado desde el control central

**SISTEMA POLCID:** Sistema de control que acelera la temperatura gradualmente de los hornos rotativos

**SISTEMA STRIPPED DOWN Y FAST TRACK:** Sistema de búsqueda del mejor concepto técnico y económico instalado en la tercera línea de producción en la Planta San Miguel

**TAMAÑO DE LOTE:** Cantidad a ordenar en el modelo de inventario de producción

**TIEMPO DE ENTREGA O DE SUMINSTRO:** Tiempo entre la colocación de un pedido y su recepción en el sistema de inventario

**TIEMPO DEL CICLO:** Tiempo que transcurre entre la colocación de dos pedidos consecutivos

**TRANSACCIÓN MD01:** Codificación alfa numérica que identifica una transacción en línea de la planificación de necesidades dentro del sistema SAP

**TORRE DE PRECALENTADORES:** Equipo parte del proceso del cocimiento de la harina cruda, previo al proceso de molienda

**TPD:** Toneladas producción diaria

**TRT ( OEE)** Indicador clave de desempeño que significa Tasa de Rendimiento Total, o Overall Equipment Efficiency

**VISTA DE SAP:** Conjunto de pantallas que contienen campos con información dentro del maestro de materiales propios de un código PNS del sistema SAP.

## Bibliografía

1. Anderson, D. R., Sweeney, D. J. y Williams, T. A. 2004. MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LOS NEGOCIOS. 9ª. Edición. Thomson Editores. 822 páginas.
2. Chase, Richard, B. Jacobs, F. Robert, Aquilano, Nicholas, J. ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION Y OPERACIONES PARA UNA VENTAJA COMPETITIVA. Décima edición. México 2005. McGraw Hill interamericana. 848 páginas
3. Control de inventarios. (En línea). Consultado el 06 de agosto de 2009. Disponible:  
[www.uady.mx/~contadur/.../FN03\\_admonfinancieradelinventario.ppt](http://www.uady.mx/~contadur/.../FN03_admonfinancieradelinventario.ppt)
4. Everett E. Adam, Jr, Ebert Ronal J. Administración DE LA PRODUCCIÓN Y LAS OPERACIONES. 4ta. Edición. México. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 1991. 739 páginas
5. Guía de Planificación basada en consumos de Managment Materiales, Holcim. Información S.A. de Venezuela. Resumida Sap versión 4.6 para Guatemala. Disponible en  
[http://help.sap.com/saphelp\\_46c/helpdata/es/7d/c279b9454011d182b400](http://help.sap.com/saphelp_46c/helpdata/es/7d/c279b9454011d182b400)
6. Instituto Nacional de Estadística  
<http://www.ine.gob.gt/index.php/industriacontruccion>
7. Mantenimiento de equipos, consultado el 07 de agosto de 2009, disponible en:  
<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/modelo-abastecimiento.pdf>
8. Piloña, Ortiz, Gabriel, Alfredo. RECURSOS ECONOMICOS DE GUATEMALA Y CENTRO AMERICA. Tercera edición. Guatemala 2000. Centro de Impresos Gráficos CIMGRA. 325 paginas.
9. Revista Granito de arena (Edición especial de colección) diciembre 2007.  
[www.revistagranito@cempro.com](http://www.revistagranito@cempro.com)
10. Revista Granito de arena, edición especial 100 años, octubre 2001 (historia de cementos progreso). [www.grevistaranito@cempro.com](http://www.grevistaranito@cempro.com)

11. Robledo, César. TECNICAS Y PROCESO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA. 2da. Edición. Guatemala 2000. Litografía Mercagraf. 229 paginas
12. Seminario Taller Internacional “Almacenamiento de clase mundial”. Ing. Luis Aníbal Mora. Enero 2008.
13. Seminario Taller “Maintenance Key Performance Indicators”. Versión I.Ie. abril 1,999. MAC Team HGMC-GI.
14. Wikipedia, la enciclopedia libre. Calidad. [www.es.wikipedia.org](http://www.es.wikipedia.org). 05 de agosto 2009
15. Wikipedia, la enciclopedia libre. Indicadores. [http://en.wikipedia.org/wiki/Key\\_performance\\_indicators](http://en.wikipedia.org/wiki/Key_performance_indicators). Consultado 11 de agosto 2009.

**ANEXOS**




**BOLETA DE ENCUESTA APLICADA A:  
PERSONAL DE PLANIFICACIÓN, DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO  
EMPRESA PRODUCTORA DE CEMENTO**

**OBJETIVO:** Obtener información desde el punto de vista técnico y operativo que ayude a evaluar el abastecimiento de inventarios por materiales y repuestos en el departamento de mantenimiento, y a la vez sirva de soporte para formular, a través de un análisis inductivo-deductivo, recomendaciones para solucionar las diversas causas que afectan la correcta y eficaz gestión del abastecimiento de inventarios de accesorios y repuestos.

**INSTRUCCIONES:** Se le presenta una serie de preguntas, en las cuales debe colocar en el espacio asignado la respuesta indicada por parte de la persona encuestada para determinar sus opiniones al respecto. Si alguna pregunta no es comprendida por parte de la persona entrevistada, puede plantearla de manera más sencilla para obtener su respuesta. Al finalizar, agradecer de manera cordial su participación.

**ASPECTOS GENERALES**

1. ¿Cuántas personas laboran en el departamento de mantenimiento?

2. ¿Nivel Académico?

Medio  Superior  Maestría  Otro

3. ¿Cuánto tiempo tiene de trabajar en el departamento de mantenimiento?

0 a 1 años  2 a 5 años  6 a 10 años  11 años o más

**PLANES DE MANTENIMIENTOS**

4. ¿Existen planes de mantenimiento para maquinaria y equipo?

SI  continuar NO  pasar a pregunta 8

5. ¿Conoce qué tipos de planes de mantenimiento para maquinaria y equipos aplican?

Maestro  Anual  Mensual  Otro  \_\_\_\_\_

6. ¿Existen mantenimientos preventivos y correctivos para maquinaria y equipos en el departamento de mantenimiento?

SI  NO

7. ¿Qué porcentaje de órdenes de mantenimiento considera que aplican a cada tipo?

**Preventivo:** 10 a 25%  30 a 50%  55 a 75%  80 a 100%

**Correctivo:** 10 a 25%  30 a 50%  55 a 75%  80 a 100%

8. ¿Cuál cree que sea la causa que provoca retrasos en la actividad de mantenimiento de la maquinaria y equipo?

Falta de capacitación  Falta información  Falta de personal

Falta de repuestos  Demoras almacén  Falta supervisión

Otro (especificar): \_\_\_\_\_

### **ABASTECIMIENTO DE INVENTARIOS**

9. ¿Existe un programa de abastecimiento de inventarios para accesorios y repuestos en el departamento de mantenimiento?

SI  NO

10. ¿Ha recibido capacitación en el tema de abastecimiento de inventarios dentro del sistema SAP?

SI  NO

11. ¿Tienen reuniones para discutir el abastecimiento de inventarios de accesorios y repuestos incluidos en los planes de mantenimiento de la maquinaria y equipo?

SI  conteste pregunta 11 NO  pasar a pregunta 12

11. ¿Con qué frecuencia?: Diario  semanal  mensual  otro: \_\_\_\_\_

¿Quiénes participan? \_\_\_\_\_

12. ¿Cuál es el tiempo de entrega de accesorios y repuestos por parte del proveedor?

LOCAL: 5 -10 días  11 - 20 días  21 - 30 días  30 ó mas días

IMPORTACION: 30- 45días  46 - 60 días  61 - 75 días  76 - 100 días  100 ó más

13. ¿Cuál es el mecanismo para actualizar el banco de datos de accesorios y repuestos para maquinaria y equipos?

Historial de mantenimiento  Catálogo de proveedores  Listas de repuestos  otro: \_\_\_\_\_

### **ALMACENAMIENTO, CLASIFICACIÓN Y VALOR DEL INVENTARIO**

14. ¿Cómo calificaría las condiciones de almacenamiento de accesorios y repuestos?

Deficiente  Bueno  Muy Bueno  Excelente

Comentario: \_\_\_\_\_

15. ¿Cómo clasificaría el inventario de accesorios y repuestos actual en los almacenes?

Consumible  Estratégico  Desgaste  Reemplazo  Obsoleto

16. ¿Utilizan el método ABC para clasificar el inventario de accesorios y repuestos?

SI  NO

17. ¿Tienen establecida la demanda anual de accesorios y repuestos para el mantenimiento de maquinaria y equipo?

SI  NO

Comentario: \_\_\_\_\_

18. ¿Sabe a cuánto asciende el valor del inventario en accesorios y repuestos para el mantenimiento de maquinaria y equipos?

SI  responder pregunta 19 NO  pasa pregunta 20

¿Comentario? \_\_\_\_\_

19. ¿Con qué frecuencia evalúan el valor del inventario de accesorios y repuestos para mantenimiento de maquinaria y equipos?

Mensual  Trimestral  Semestral  Anual  otro: \_\_\_\_\_

**PARAMETROS MEDICION GESTION DE INVENTARIOS Y COSTOS**

20. ¿Tienen establecidos parámetros de medición para la gestión de inventarios por accesorios y repuestos?

SI  continuar NO  pasa a pregunta 24

21. ¿Sabe cómo establecen el tamaño del lote óptimo?

SI  NO

Comentario: \_\_\_\_\_

22. ¿Sabe cómo establecen el punto de pedido?

SI  NO

Comentario: \_\_\_\_\_

23. ¿Sabe cuál es el manejo en unidades del inventario de accesorios y repuestos por mínimos y máximos?

SI  NO

Comentario: \_\_\_\_\_

24. ¿Con qué frecuencia generan solicitudes de pedido por accesorios y repuestos?

a diario  7 días  15 días  30 días

25. ¿Tienen cuantificado el costo de pedido (o costo por orden de compra)?

SI  NO  Cuánto: \_\_\_\_\_

26. ¿Tienen cuantificado el costo de oportunidad?

SI  NO  Cuánto: \_\_\_\_\_

27. ¿Tienen cuantificado el costo de mantenimiento?

SI  NO  Cuánto: \_\_\_\_\_






**BOLETA DE ENCUESTA APLICADA A:  
 JEFES Y SUPERVISORES, DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO  
 EMPRESA PRODUCTORA DE CEMENTO**

**OBJETIVO:** Obtener información desde el punto de vista técnico y operativo que ayude a evaluar el abastecimiento de inventarios por materiales y repuestos en el departamento de mantenimiento, y a la vez sirva de soporte para formular a través de un análisis inductivo-deductivo recomendaciones para solucionar las diversas causas que afectan la correcta y eficaz gestión del abastecimiento de inventarios de accesorios y repuestos.

**INSTRUCCIONES:** Se le presenta una serie de preguntas, en las cuales debe colocar en el espacio asignado la respuesta indicada por parte de la persona encuestada para determinar sus opiniones al respecto. Si alguna pregunta no es comprendida por parte de la persona entrevistada, puede plantearla de manera más sencilla para obtener su respuesta. Al finalizar, agradecer de manera cordial su participación.

**ASPECTOS GENERALES**

1. ¿Cuántas personas laboran en el departamento de mantenimiento?
2. ¿Nivel Académico?  
 Medio  Superior  Maestría  Otro
3. ¿Cuánto tiempo tiene de trabajar en el departamento de mantenimiento?  
 0 a 1 años  2 a 5 años  6 a 10 años  11 años o más

**PLANES DE MANTENIMIENTOS**

4. ¿Existen planes de mantenimiento para maquinaria o equipos?  
 SI  continuar NO  pasar a pregunta 8
5. ¿Qué tipos de planes de mantenimiento para maquinaria y equipos aplican en el departamento de mantenimiento?  
 Maestro  Anual  Mensual  Otro  \_\_\_\_\_
6. ¿Existen mantenimientos preventivos y correctivos en el departamento de mantenimiento?  
 SI  NO
7. ¿Qué porcentaje de órdenes de mantenimiento considera que aplican a cada tipo?  
**Preventivo:** 10 a 25%  30 a 50%  55 a 75%  80 a 100%   
**Correctivo:** 10 a 25%  30 a 50%  55 a 75%  80 a 100%
8. ¿Cuál cree que sea la causa que provoca retrasos en la actividad de mantenimiento de maquinaria y equipo?  
 Falta de capacitación  Falta información  Falta de personal   
 Falta de repuestos  Demoras almacén  Falta supervisión   
 Otro (especifique): \_\_\_\_\_

**ABASTECIMIENTO DE INVENTARIOS**

9. ¿Existe un programa de abastecimiento de inventarios para accesorios y repuestos en el departamento de mantenimiento?

SI  NO

¿Cuál?: \_\_\_\_\_

10. ¿Existe personal capacitado en el tema de abastecimiento de inventarios de accesorios y repuestos dentro del sistema computarizado que actualmente se utiliza en el departamento de mantenimiento?

SI  NO

11. ¿Tienen reuniones para discutir el abastecimiento de inventarios de accesorios y repuestos incluidos en los planes de mantenimiento de maquinaria y equipos?

SI  conteste pregunta 12 NO  pase pregunta 13

12. ¿Con qué frecuencia?: Diario  semanal  mensual  otro: \_\_\_\_\_

¿Quiénes participan? \_\_\_\_\_

13. ¿Cómo calificaría la planificación del abastecimiento de inventarios actual en el departamento de mantenimiento?

Deficiente  Bueno  Muy Bueno  Excelente

14. ¿Se han quedado sin existencia de algún repuesto estratégico?,

SI  NO

15. ¿En qué costos han incurrido? \_\_\_\_\_

16. ¿Cuál es el tiempo de entrega de accesorios y repuestos por parte del proveedor?

LOCAL: 5 -10 días  11 - 20 días  21 - 30 días  30 ó mas días

IMPORTACION: 45 - 60 días  61 - 75 días  76 - 100 días  100 ó más

17. ¿Cuál es el mecanismo para actualizar el banco de datos de accesorios y repuestos a la maquinaria y equipos?

Historial de mantenimiento  Catálogo de proveedores  Listas de repuestos  otro: \_\_\_\_\_

**ALMACENAMIENTO, CLASIFICACION Y VALOR DEL INVENTARIO**

18. ¿Cómo calificaría las condiciones de almacenamiento de accesorios y repuestos?

Deficiente  Bueno  Muy Bueno  Excelente

Comentario: \_\_\_\_\_

19. ¿Cómo clasificaría el inventario de accesorios y repuestos actual en los almacenes?

Consumible  Estratégico  Desgaste  Reemplazo  Obsoleto

20. ¿Utilizan el método ABC para clasificar el inventario de accesorios y repuestos?

SI  NO

21. ¿Tienen establecida la demanda anual de accesorios y repuestos para el mantenimiento de maquinaria y equipo?

SI  NO

**Comentario:** \_\_\_\_\_

22. ¿Sabe a cuánto asciende el valor del inventario en accesorios y repuestos para el mantenimiento de maquinaria y equipos?

SI  responder pregunta 23 NO  pasa pregunta 24

¿Comentario? \_\_\_\_\_

23. ¿Con qué frecuencia evalúan el valor del inventario de accesorios y repuestos para el mantenimiento de la maquinaria y los equipos?

Mensual  Trimestral  Semestral  Anual  otro: \_\_\_\_\_

**PARAMETROS MEDICION GESTION DE INVENTARIOS Y COSTOS**

24. ¿Tienen establecidos parámetros de medición para la gestión de inventarios por accesorios y repuestos?

SI  continuar NO  pasa a pregunta 28

25. ¿Sabe cómo establecen el tamaño del lote óptimo?

SI  NO

**Comentario:** \_\_\_\_\_

26. ¿Sabe cómo establecen el punto de pedido?

SI  NO

**Comentario:** \_\_\_\_\_

27. ¿Sabe cuál es el manejo en unidades del inventario de accesorios y repuestos para mínimos y máximos?

SI  NO

28. ¿Con qué frecuencia generan solicitudes de pedido por accesorios y repuestos?

7 días  15 días  30 días  45 días  más de 60 días

29. ¿Tienen cuantificado el costo de pedido (o costo por orden de compra)?

SI  NO  Cuánto: \_\_\_\_\_

30. ¿Tienen cuantificado el costo de oportunidad?

SI  NO  Cuánto: \_\_\_\_\_

31. ¿Tienen cuantificado el costo de mantenimiento?

SI  NO  Cuánto: \_\_\_\_\_




**BOLETA DE ENCUESTA APLICADA A:  
 PERSONAL OPERATIVO, DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO  
 EMPRESA PRODUCTORA DE CEMENTO**

**OBJETIVO:** Obtener información desde el punto de vista técnico y operativo que ayude a evaluar el abastecimiento de inventarios por materiales y repuestos en el departamento de mantenimiento, y a la vez sirva de soporte para formular a través de un análisis inductivo-deductivo recomendaciones para solucionar las diversas causas que afectan la correcta y eficaz gestión del abastecimiento de inventarios de accesorios y repuestos.

**INSTRUCCIONES:** Se le presenta una serie de preguntas, en las cuales debe colocar en el espacio asignado la respuesta indicada por parte de la persona encuestada para determinar sus opiniones al respecto. Si alguna pregunta no es comprendida por parte de la persona encuestada, puede plantearla de manera más sencilla para obtener su respuesta. Al finalizar, agradecer de manera cordial su participación.

**ASPECTOS GENERALES**

1. ¿Nivel Académico?

Medio  Superior  Maestría  Otro

2. ¿Cuánto tiempo tiene de trabajar en el departamento de mantenimiento?

0 a 1 años  2 a 5 años  6 a 10 años  11 años o más

**PLANES DE MANTENIMIENTOS**

3. ¿Existen planes de mantenimiento para maquina y equipo?

SI  continuar NO  pasar a pregunta 7

4. ¿Conoce qué tipos de planes de mantenimiento para maquina y equipos aplican?

Maestro  Anual  Mensual  Otro  \_\_\_\_\_

5. ¿Existen mantenimientos preventivos y correctivos en el departamento de mantenimiento?

SI  NO

6. ¿Qué porcentaje de órdenes de mantenimiento considera que aplican a cada tipo?

**Preventivo:** 10 a 25%  30 a 50%  55 a 75%  80 a 100%

**Correctivo:** 10 a 25%  30 a 50%  55 a 75%  80 a 100%

7. ¿Cuál cree que sea la causa que provoca retrasos en la actividad de mantenimiento de la maquinaria y los equipos?

Falta de capacitación  Falta información  Falta de personal

Falta de repuestos  Demoras almacén  Falta supervisión

Otro (especifique): \_\_\_\_\_

### **ABASTECIMIENTO DE INVENTARIOS**

8. ¿Ha recibido capacitación en el tema de abastecimiento de inventarios por accesorios y repuestos?

SI  NO

9. ¿Tienen reuniones para discutir el abastecimiento de inventarios por accesorios y repuestos para los planes de mantenimiento de maquinaria y equipos?

SI  NO  pasar a pregunta 10

¿Con qué frecuencia?: Diario  semanal  mensual  otro: \_\_\_\_\_

¿Quiénes participan?: \_\_\_\_\_

10. ¿Cómo calificaría la planificación del abastecimiento de inventarios actual por accesorios y repuestos en el departamento de mantenimiento?

Deficiente  Bueno  Muy Bueno  Excelente

11. ¿En alguna oportunidad han dejado de cambiar un repuesto o accesorio, por falta de existencias en el almacén?

SI  NO

12. ¿Existe algún mecanismo de retroinformación para el planificador del abastecimiento de inventarios de accesorios y repuestos, después de realizar el mantenimiento a la maquinaria y equipos?

SI  NO

Comentario: \_\_\_\_\_

### **ALMACENAMIENTO Y CLASIFICACION DEL INVENTARIO**

13. ¿Cómo calificaría las condiciones de almacenamiento de los accesorios y repuestos?

Deficiente  Bueno  Muy Bueno  Excelente

14. ¿Cómo clasificaría el inventario actual de accesorios y repuestos en los almacenes?

Consumible  Estratégico  Desgaste  Reemplazo  Obsoleto




**ENTREVISTA DIRIGIDA A:  
SUPERINTENDENTE, DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO  
EMPRESA PRODUCTORA DE CEMENTO**

**OBJETIVO:** Obtener información desde el punto de vista técnico y operativo que ayude a evaluar el abastecimiento de inventarios por materiales y repuestos en el departamento de mantenimiento, y a la vez sirva de soporte para formular a través de un análisis inductivo-deductivo recomendaciones para solucionar las diversas causas que afectan la correcta y eficaz gestión del abastecimiento de inventarios de accesorios y repuestos.

**PERSONAL Y MANTENIMIENTO**

1. ¿Cuántas personas laboran en el departamento de mantenimiento?

---



---

2. ¿Existe un programa de abastecimiento de inventarios computarizado en el departamento de mantenimiento?

---



---

3. ¿Existe personal capacitado en el tema de abastecimiento de inventarios en el departamento de mantenimiento?

---



---

4. ¿Existen mantenimientos preventivos y correctivos en el departamento de mantenimiento?,

---



---

5. ¿Qué porcentaje de órdenes de mantenimiento considera que aplican a cada tipo?

**Preventivo:** 10 a 25%  30 a 50%  55 a 75%  80 a 100%

**Correctivo:** 10 a 25%  30 a 50%  55 a 75%  80 a 100%

6. ¿Cuál cree que sea la causa que provoca retrasos en la actividad de mantenimiento de la maquinaria y equipo?

Falta de capacitación  falta información  falta de personal

Falta de repuestos  demoras almacén  falta supervisión

Otro (especifique): \_\_\_\_\_

**ABASTECIMIENTO DE INVENTARIOS**

7. ¿Cómo calificaría la planificación del abastecimiento de inventarios de accesorios y repuestos actual en el departamento de mantenimiento?

Deficiente  Bueno  Muy Bueno  Excelente

8. ¿Cuál es el tiempo de entrega de accesorios y repuestos por parte del proveedor?

LOCAL: 5 -10 días  11 - 20 días  21 - 30 días  30 ó mas días

IMPORTACION: 30- 45días  46 - 60 días  61 - 75 días  76 - 100 días  100 ó más

9. ¿Cuál es el mecanismo para actualizar el banco de datos de accesorios y repuestos a la maquinaria y equipos?

Historial de mantenimiento  Catálogo de proveedores  Listas de repuestos  otro: \_\_\_\_\_

10. Se han quedado sin existencia de algún repuesto estratégico?, ¿en qué costos se han incurrido?

SI  NO

---

### **ALMACENAMIENTO, CLASIFICACIÓN Y VALOR DEL INVENTARIO**

11. ¿Cómo calificaría el almacenamiento de inventarios por accesorios y repuestos?

Deficiente  Bueno  Muy Bueno  Excelente

12. ¿Cómo clasificaría el inventario actual de accesorios y repuestos en los almacenes?

Consumible  Estratégico  Desgaste  Reemplazo  Obsoleto

13. ¿Tienen establecida la demanda anual de accesorios y repuestos para el mantenimiento de maquinaria y equipo?

SI  NO

---

14. ¿Sabe a cuánto asciende el valor del inventario en accesorios y repuestos para el mantenimiento de maquinaria y equipo?

SI  NO

Comentario: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

15. ¿Con qué frecuencia evalúan el valor del inventario de accesorios y repuestos para el mantenimiento de equipos?

Mensual  Trimestral  Semestral  Anual  otro: \_\_\_\_\_

Comentario: \_\_\_\_\_

**PARAMETROS MEDICION GESTION DE INVENTARIOS Y COSTOS**

16. ¿Tienen establecidos parámetros de medición para la gestión de inventarios por accesorios y repuestos?

SI  continuar NO

17. ¿Sabe cómo establecen el tamaño del lote óptimo?

SI  NO

---

18. ¿Sabe cómo establecen el punto de pedido?

SI  NO

---

19. ¿Con qué frecuencia generan solicitudes de pedido por accesorios y repuestos?

---

20. ¿Tienen cuantificado el costo de pedido (o costo por orden de compra)?

SI  NO

¿Cuánto? \_\_\_\_\_

21. ¿Tienen cuantificado el costo de oportunidad?

SI  NO

¿Cuánto? \_\_\_\_\_

20. ¿Tienen cuantificado el costo de mantenimiento?

¿Cuánto? \_\_\_\_\_

**MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

Nombre entrevistador: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_



**GUÍA DE OBSERVACIÓN**  
**ABASTECIMIENTO DE INVENTARIOS EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**  
**EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CEMENTO.**

Área:	Evaluador:
Fecha:	Sede:

**Frecuencia de los planes de mantenimiento**

- Anual
- Mensual
- Semanal
- Otro

**Elementos de abastecimiento de inventarios**

- Tiempos de entrega (local o importado)
- Reporte planificación de necesidades
- Listas de materiales
- Actualización de parámetros (mínimos, máximos, puntos de pedido)

**Comunicación Efectiva:**

- Personal capacitado en abastecimiento de inventarios
- Informes de valores de inventario
- Almacén de repuestos
- Informes de rotación de inventarios

**Documentos:**

- Órdenes de trabajo
- Reportes periódicos
- Listas de componentes para activos
- Catálogos de los equipos
- Tecnología para abastecimiento de inventarios (programas, software)
- Rutinas de inspección mantenimiento de equipos

Otra no incluida en la lista: \_\_\_\_\_

---

## DESCRIPCIÓN DE PUESTO

## I. DATOS GENERALES

<b>Unidad:</b>	PLANIFICACIÓN LP	<b>Empresa:</b>	Cementos Progreso
<b>Función:</b>	Planifica mantenimientos	<b>Puesto:</b>	SUPERINTENDENTE DE MANTENIMIENTO
<b>Reporta a:</b>	Gerente de Planta	<b>Supervisa a:</b>	Todo el personal depto de mantenimiento
<b>Fecha elaboración:</b>	Mayo, 2008	<b>Fecha modificación:</b>	
<b>Horario:</b>	Turnos rotativos		

## II. OBJETIVO PRINCIPAL

Responsable de la aplicación e integración del conocimiento global a los planes de mantenimiento mecánico, eléctrico y otros. Garantizar la correcta alimentación, procesamiento, análisis y reportes del módulo PM de SAP. Garantizar que los procedimientos de mantenimiento sean congruentes con el sistema de gestión de MAC. Administrar el sistema de información técnica de los equipos, en forma confiable y adecuada. Todo lo anterior tiene como propósito contribuir a la eficiencia de la TRT de la planta y el EBITDA (earnings before interests, taxes and depreciations).

## III. ACTIVIDADES

PLANIFICAR	GRADO	FRECUENCIA				
Desarrollar, establecer parámetros y directrices que mejoren y mantengan el funcionamiento de los planes de mantenimiento de todas las áreas de la planta	8	D	S	M	A	0
Elaborar el presupuesto mensual y anual del área	7	D	S	M	A	0
Recomendar y asesorar a la empresa en la compra de equipo del área a la que esté asignado	8	D	S	M	A	0
Diseñar y facilitar la elaboración del plan maestro de mantenimiento de acuerdo al plan de negociación de la empresa.	8	D	S	M	A	0
Planificar actividades del área asignada, en forma anual, mensual, y semanal	8	D	S	M	A	0
COORDINAR	GRADO	FRECUENCIA				
Coordinar y asesorar el desarrollo y diseño del plan anual de mantenimiento de acuerdo al plan de negocios de la empresa	9	D	S	M	A	0
Coordinar la asignación de recursos para la planta con todos los planificadores	9	D	S	M	A	0
CONTROLAR	GRADO	FRECUENCIA				
Interpretar los indicadores de mantenimiento, recomendar y tomar acciones para mejorarlos y que sean sostenibles	8	D	S	M	A	0
Garantizar que todos los equipos nuevos y la modificaciones de equipos, queden documentadas adecuadamente	8	D	S	M	A	0
Controlar la contratación, supervisión y evaluación de terceros para toda la planta.						
Garantizar el uso de estándares y requerimientos de MAC y planificación, por medio de la estrecha supervisión de la alimentación y salidas de ambos sistemas	7	D	S	M	A	0
EJECUTAR	GRADO	FRECUENCIA				
Responsabilizarse por el aprovisionamiento de material y equipo necesario para el buen desenvolvimiento de labores del área a cargo. Actualizar conocimientos de pan BDPS	7	D	S	M	A	0
Optimizar los procedimientos del área	7	D	S	M	A	0
Velar porque el stock de herramientas para el funcionamiento de mantenimiento sea el adecuado	7	D	S	M	A	0
Recomendar la contratación de terceros cuando se necesite	7	D	S	M	A	0
Garantizar la integración del sistema, por medio de la enseñanza de estándares a los planificadores de área.						
Proponer la contratación de técnicos especializados cuando exista la necesidad en su área	7	D	S	M	A	0
Cumplir con los turnos de trabajo que se le asignen	7	D	S	M	A	0
ADMINISTRACION DE PERSONAL	GRADO	FRECUENCIA				
Autorizar permisos de vacaciones y permisos previamente elaborados por los jefes de área	7	D	S	M	A	0
Sugerir la creación de plazas nuevas	7	D	S	M	A	0
Hacer que se cumpla el reglamento de seguridad e higiene industrial en su área	7	D	S	M	A	0
Participar en el diseño, ejecución y evaluación de programas de capacitación para su área.	7	D	S	M	A	0
Responsabilizarse por la adecuada selección de personal, participando activamente en el proceso de selección del mismo	7	D	S	M	A	0

#### IV. ALCANCES

AREA	DESCRIPCION	GRADO
AMBITO DE PENSAMIENTO	Procedimientos sustancialmente diversificados y estándares especializados/tareas heterogéneas. En situaciones diferenciadas que requieren de análisis para encontrar soluciones o aplicaciones dentro de cosas aprendidas.	4
RESPONSABILIDAD	Sujeto en forma amplia a políticas funcionales y consecución de metas y/o dirección general. Las relaciones interpersonales son importantes pues son utilizadas para desarrollar y motivar personas y/o para negociar asuntos delicados.	6
IMPACTO DENTRO DE LA ORGANIZACIÓN	Participa con otros dentro o fuera de su unidad organizacional, en logros finales de la empresa. Servicios importantes de asesoría o diagnóstico. Procedimientos sustancialmente diversificados y estándares especializados / tareas heterogéneas. Situaciones diferenciadas que requieren de análisis para encontrar soluciones o aplicaciones dentro de cosas aprendidas.	2

#### V. CUALIFICACIONES

Licencias	Certificación de ISO 9000 / 14,000
Idiomas	Inglés, lectura, escritura, comprensión y conversación con 85 puntos en Michigan
Computación	3.1.1 Windows sistema operativo 3.1.2 Word básico 3.1.7 Excel avanzado 3.1.8 Power Point 3.1.9 Outlook
SAP	3.2.1 ABC de SAP, 3.2.2.4 Sistemas de Información en FI, 3.2.3.1 ABC de Costos, 3.2.3.4 Sistemas de Información en CO, 3.2.4.1 ABC de MM , 3.2.4.2 Gestión de Stocks, Compras, planificación sobre consumo, valoración de materiales, gestión de almacenes 3.2.4.4 Sistemas de información en MM, 3.2.5.1 ABC de PM, 3.2.5.2 Estructura de sistemas técnicos y Mantenimiento Preventivo, 3.2.5.4 sistemas de información de PP 3.2.5.6 Sistemas de información en PM, 3.2.6.1 ABC de PP, 3.2.6.2 Planeación de producción y datos básicos de la producción discreta, 3.2.7.1 ABC de HR, 3.2.7.2 datos maestros, captura de tiempos, contratación de personal, gestión de la estructura organizativa, cualificaciones – carrera – sucesión, gestión de actos, planeación de horarios de trabajo y asignación de personal
MAC	4.1.1 Sabe conceptos y entiende cuando se hace referencia al programa, 4.2.1 Conoce qué es una OT y para qué sirve, 4.2.2 Retroalimentar adecuadamente las Ordenes de Trabajo, 4.2.3 Describir el significado de la compresión del tiempo cíclico y conocer cómo se lleva a cabo, 4.2.4 Ejecutar rutina de mantenimiento preventivo de acuerdo a la instrucción de trabajo, 4.2.5 Saber realizar avisos, 4.2.6 Conocer el propósito de la planeación diaria, semanal y plan maestro y cómo se lleva a cabo, 4.2.7 Conocer como se realiza un círculo DADA, 4.2.8 Conocer para qué se realiza un Análisis FMEA y cómo se lleva a cabo, 4.2.9 Describir el concepto de "ventana móvil de 13 semanas", 4.2.10 Saber interpretar el gráfico de indicadores de eficiencia y utilización, TRT, MTBF y MTTR, 4.2.11 Saber interpretar el pareto de fallas, 4.2.12 Conocer de los indicadores siguientes: MTBF, Disponibilidad, rendimiento, cumplimiento del plan, utilización, eficiencia, % RPM
EDUCACION FORMAL:	Título de Ingeniero Industrial (de preferencia) o Ingeniero Mecánico con tres años de experiencia en la empresa cementera y manejo de personal. Estudios de Postgrado en áreas Gerenciales.

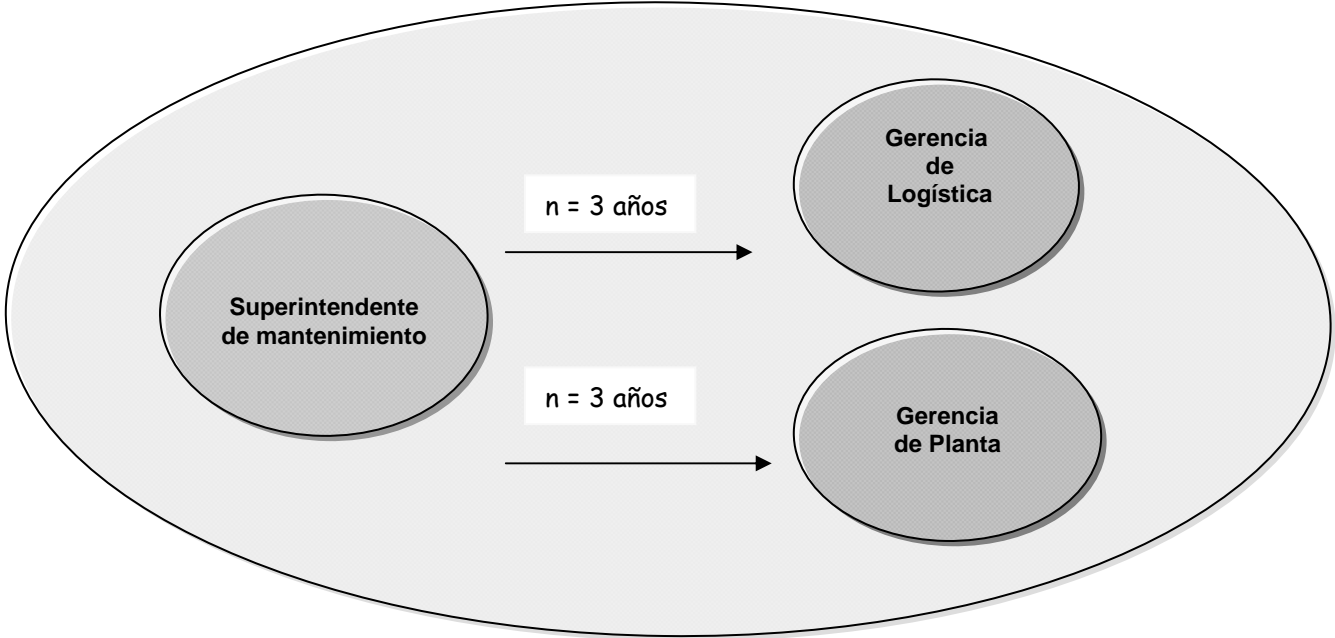
CONOCIMIENTO		GRADO
<b>AREA TECNICA</b> <b>(Operación y funcionamiento de equipos)</b>		
OPERACION DEL MODULO PM DE SAP PARA PLANIFICACION, EJECUCION, RETRO-ALIMENTACIÓN Y REPORTE DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, CORRECTIVO Y MODIFICACIONES DE EQUIPOS		9
MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACION DE BIBLIOTECAS DE MANUALES Y PLANOS DE INSTALACION Y MONTAJE DE LA MAQUINARIA		8
<b>AREA TECNICA</b> <b>(Optimización y comportamiento de procesos)</b>		
MANTENIMIENTO DE TRITURADORAS DE IMPACTO Y GIRATORIAS		7
MANTENIMIENTO DE MOLINOS DE BOLAS		7
MANTENIMEINTO DE MOLINOS VERTICALES DE RODILLOS		7
MANTENIMEINTO DE HORNOS DE CLINCKER		7
MANTENIMIENTO DE ENVASADORAS DE CEMENTO Y CAL		7
MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE TRANSPORTE POR BANDAS DE HULE Y METALICAS		7
MANTENIMIENTO DE ELEVADORES DE CANGILONES		7
MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE TRANSPORTE NEUMÁTICO		7
<b>CONOCIMIENTOS GENERALES</b>		
SISTEMAS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL		9
PLANIFICACION Y CONTROL DE PRESUPUESTOS		8
MANEJO Y CONTROL DE INVENTARIOS		7
ADMINISTRACION DE PERSONAL		7

DEFINICIONES		N/A	USO ESCASAMENTE NECESARIO			USO NECESARIO		USO INDISPEN		DEBE ENSEÑAR A OTROS	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P E R S	<b>CAPACIDADES INTELECTUALES</b> <u>Solución de Problemas:</u> Implica la capacidad para solucionar problemas en forma estructurada y tomar decisiones tanto individuales como grupales										
	<b>EJECUCION DEL TRABAJO</b> <u>Autocontrol:</u> Implica la capacidad para administrar el tiempo, controlar sus emociones y manejar stress en situaciones laborales										
A C T  - O R G A N I Z A C I O N	<b>RELACIONES PERSONALES EN EL TRABAJO</b> <u>Comunicación efectiva:</u> Implica la capacidad para mantener la eficiente comunicación verbal y escrita a todo nivel de la organización										
	<u>Estructura y habilidades de discusión:</u> Capacidad para discutir problemas, evaluar y proveer retroalimentación de la ejecución del trabajo										
	<u>Negociación:</u> Capacidad para definir objetivos y estrategias, que aseguren el logro de acuerdos en las negociaciones										
A D M O N - L I D E R A Z	<b>TRABAJO EN EQUIPO</b> <u>Liderazgo y trabajo en equipo:</u> Implica la capacidad para adaptar el estilo de liderazgo a situaciones específicas y liderar equipos de trabajo en forma eficiente										
	<b>DIRECCION Y CONTROL</b> <u>Orientación a resultados:</u> Implica la capacidad de planear e implementar planes y/o proyectos evaluando los resultados a través de indicadores cuantificables										
	<u>Optimización de procesos, personas y recursos:</u> Implica obtener el máximo provecho de los procesos, personas y recursos que tiene disponibles										
	<u>Control de desempeño:</u> Implica evaluar sistemáticamente el desempeño de los colaboradores										
	<u>Selección de Personal:</u> Capacidad de estructurar un proceso de selección e inducción que permita contar con el mejor personal dando resultados en corto plazo										

**DOMINIO REQUERIDO:**

0 No valorado	1 Muy escaso	2 Escaso	3 Rudimentario	4 Suficiente	5 Promedio	6 Superior al promedio	7 Superior	8 Muy superior	9 Sobresaliente
------------------	-----------------	-------------	-------------------	-----------------	---------------	---------------------------	---------------	-------------------	--------------------

**VI PLAN DE CARRERA DEL PUESTO**



## DESCRIPCIÓN DE PUESTO

## I. DATOS GENERALES

<b>Unidad:</b>	PLANIFICACIÓN LP	<b>Empresa:</b>	CEMENTOS PROGRESO
<b>Función:</b>	Coordina recursos de mantenimiento	<b>Puesto:</b>	PLANIFICADOR DE MANTENIMIENTO
<b>Reporta a:</b>	SUPERINTENDENTE DE MANTO.	<b>Supervisa a:</b>	Auxiliar de planificación
<b>Horario:</b>	Turnos rotativos		
<b>Fecha elaboración:</b>	16/10/2008	<b>Fecha modificación:</b>	

## II. OBJETIVO PRINCIPAL

Asegurar la adecuada ejecución y flujo de información de los planes, programas y controles de mantenimiento del área asignada dentro de los procesos. Siguiendo los principios de planificación de MAC y SAP con el fin de que la disponibilidad de los equipos sea la óptima, y la TRT de la planta sea alta y sostenible. El éxito de esta posición, depende de una estrecha relación con el área asignada.

## III. ACTIVIDADES

PLANIFICAR	GRADO	FRECUENCIA				
Actualización y logística de nuevas instalaciones de su área, con la colaboración de el auxiliar de planificación (UTS, HAC, señalización de equipos, documentación técnica, implementación en SAP)	7	D	S	M	A	O
Revisión, adecuación y elaboración periódica de hojas de ruta para nuevos equipos o cambios en mantenimientos, haciendo énfasis en la elaboración de claves modelo y PMR's.	7	D	S	M	A	O
Administrar el planning board (puestos de trabajo en SAP) de su área	7	D	S	M	A	O
Administrar los planes de mantenimiento en SAP	7	D	S	M	A	O
Obtener características de nuevos equipos, definir BOM, hojas de ruta, y sus respectivos planes de manto.	7	D	S	M	A	O
COORDINAR	GRADO	FRECUENCIA				
Participar y orientar las RDC dirigidas por el superintendente del área	7	D	S	M	A	O
Coordinar con las distintas áreas de la planta la administración de recursos para los mantenimientos, con el fin de que su área de trabajo optimice recursos humanos, materiales y terceros	7	D	S	M	A	O
Orientar al Asistente Administrativo en la elaboración, actualización y reporte de los planes, programas anuales, maestros semanal y diario, del área asignada	7	D	S	M	A	O
CONTROLAR	GRADO	FRECUENCIA				
Supervisar la actualización continua de las listas de componentes de SAP	7	D	S	M	A	O
Interpretar los indicadores de mantenimiento, recomendar acciones para mejorarlos y que sean sostenibles	8	D	S	M	A	O
Supervisar el muestreo de aceite y hacer la interpretación de resultados para toma de decisiones en planes de mantenimiento	7	D	S	M	A	O
Administrar los puestos de trabajo en SAP	7	D	S	M	A	O
Administrar planes de mantenimiento en SAP	7	D	S	M	A	O
Verificar que las OT's sean ejecutadas de acuerdo a estándares y especificaciones planificadas	7	D	S	M	A	O
EJECUTAR	GRADO	FRECUENCIA				
Realizar rutinas de inspección en campo de ejecución de planificación del área asignada						
Asegurarse de que la información técnica de su área se encuentre al día y disponible	7	D	S	M	A	O
Repartir asignaciones OTS						
Revisar avisos de necesidades de mantenimiento en SAP	7	D	S	M	A	O
Hacer el seguimiento a la implementación del sistema de gestión de mantenimiento en SAP para cada área	7	D	S	M	A	O
Generar hojas de ruta y actualizar información necesaria para éstas en base a manuales y/o experiencia	7	D	S	M	A	O
Revisión y elaboración de listas de lubricación del área a cargo, implementando las PMR's necesarias, dándole seguimiento al lubricador del área	7	D	S	M	A	O
Entregar y recibir a tiempo las OT's generadas, para entregarlas al asistente administrativo para la actualización diaria	7	D	S	M	A	O
Participar y colaborar en la ejecución de estudios de FMEA, CTC y los que sean necesarios para mejor implementación del sistema de gestión	7	D	S	M	A	O
Generar y actualizar listas de materiales BOM	7	D	S	M	A	O
Generar planes de mantenimiento semanales	7	D	S	M	A	O
Cumplir con turnos rotativos de acuerdo al programa establecido	7	D	S	M	A	O
ADMINISTRACION DE PERSONAL	GRADO	FRECUENCIA				
Colaborar en el proceso de administración del personal de su área		D	S	M	A	O

#### IV. ALCANCES

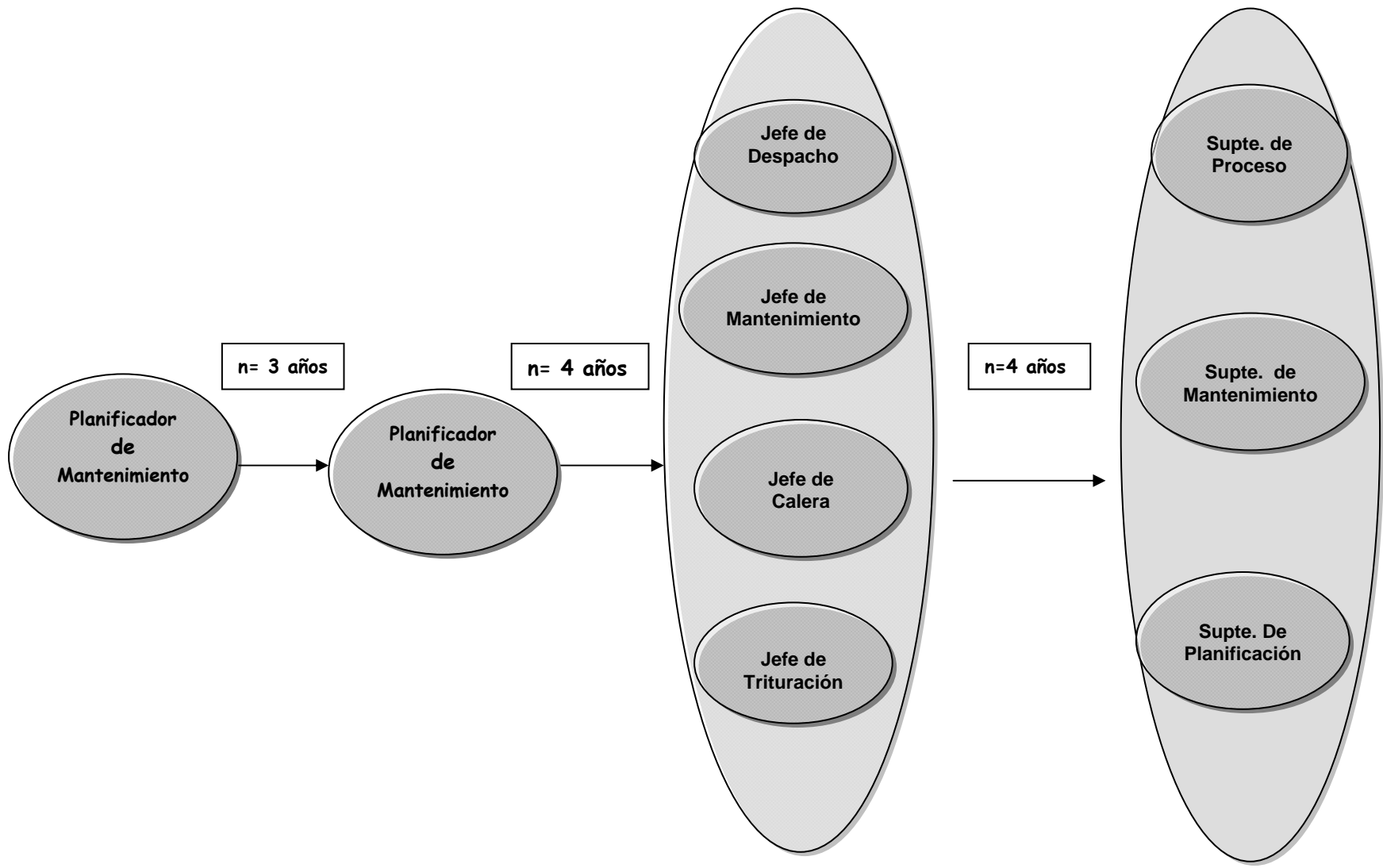
AREA	DESCRIPCION	GRADO
AMBITO DE PENSAMIENTO	El ámbito del pensamiento del puesto está guiado por semi rutinas basadas en procedimiento y precedentes definidos y algo diversificados, debe de ser capaz de razonar en situaciones diferenciadas que requieren de análisis para encontrar soluciones y/o aplicadas dentro de cosas aprendidas	3
RESPONSABILIDAD	Su libertad de acción es genericamente regulada, es decir, está sujeto a prácticas y procedimientos cubiertos por precedentes y aprobación del superintendente de planificación y del área en la que esté asignado.	5
IMPACTO DENTRO DE LA ORGANIZACIÓN	El impacto de su trabajo es la prestación de interpretación y asesoramiento, presenta información usada por otros para actuar, y la magnitud de su responsabilidad llega hasta servir de apoyo de información y registro.	2

#### V. CUALIFICACIONES

Licencias	No aplica
Idiomas	Lectura, escritura, comprensión y conversación con 85 puntos en Michigan
Computación	3.1.1 Windows sistema operativo 3.1.2 Word básico 3.1.7 Excel avanzado 3.1.8 Power Point 3.1.9 Outlook
SAP	ABC de SAP, todos los cursos de SAP mantenimiento de planta y ABC de MM
MAC	MAC completo
EQUIPO	ABC de proceso de producción de cemento y el del área asignada
EDUCACION FORMAL:	Estudiante pendiente de tesis y/o Ingeniero industrial, mecánico o mecánico industrial , eléctrico o electrónico con 2 a 3 años de experiencia en mantenimiento industrial

DEFINICIONES		N/A	USO ESCASAMENTE NECESARIO			USO NECESARIO		USO INDISPEN		DEBE ENSEÑAR A OTROS	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P E R S	<b>CAPACIDADES INTELECTUALES</b> <u>Solución de Problemas:</u> Implica la capacidad para solucionar problemas en forma estructurada y tomar decisiones tanto individuales como grupales										
	<b>A C T</b> <b>EJECUCION DEL TRABAJO</b> <u>Autocontrol:</u> Implica la capacidad para administrar el tiempo, controlar sus emociones y manejar stress en situaciones laborales										
	<b>O R G A N I Z A C</b> <b>RELACIONES PERSONALES EN EL TRABAJO</b> <u>Comunicación efectiva:</u> Implica la capacidad para mantener la comunicación verbal y escrita efectiva a todo nivel de la organización <u>Estructura y habilidades de discusión:</u> Capacidad para discutir problemas, evaluar y proveer retroalimentación de la ejecución del trabajo <u>Negociación:</u> Capacidad para definir objetivos y estrategias que aseguren el logro de acuerdos en las negociaciones										
A D M O N - L I D E R A Z G O	<b>TRABAJO EN EQUIPO</b> <u>Liderazgo y trabajo en equipo:</u> Implica la capacidad para adaptar el estilo de liderazgo a situaciones específicas y liderar equipos de trabajo en forma eficiente										
	<b>DIRECCION Y CONTROL</b> <u>Orientación a resultados:</u> Implica la capacidad de planear e implementar planes y/o proyectos, evaluando los resultados a través de indicadores cuantificables <u>Optimización de procesos, personas y recursos:</u> Implica obtener el máximo provecho de los procesos, personas y recursos que tiene disponibles										
	<u>Control del desempeño:</u> Implica evaluar sistemáticamente el desempeño de los colaboradores										
	<u>Selección de Personal:</u> Capacidad de estructurar un proceso de selección e inducción, que permita contar con el mejor personal dando resultados en corto plazo										

## VI PLAN DE CARRERA





## DESCRIPCIÓN DE PUESTO

## I. DATOS GENERALES

<b>Unidad:</b> PLANIFICACIÓN LP	<b>Empresa:</b> CEMENTOS PROGRESO
<b>Función:</b> Coordina actividades de mantenimiento	<b>Puesto:</b> JEFE DE MANTENIMIENTO
<b>Reporta a:</b> Superintendente de mantenimiento	<b>Supervisa a:</b> Supervisor, planificador, asistente de manto.
<b>Fecha elaboración:</b> 26/03/2008	<b>Fecha modificación:</b>

## II. OBJETIVO PRINCIPAL

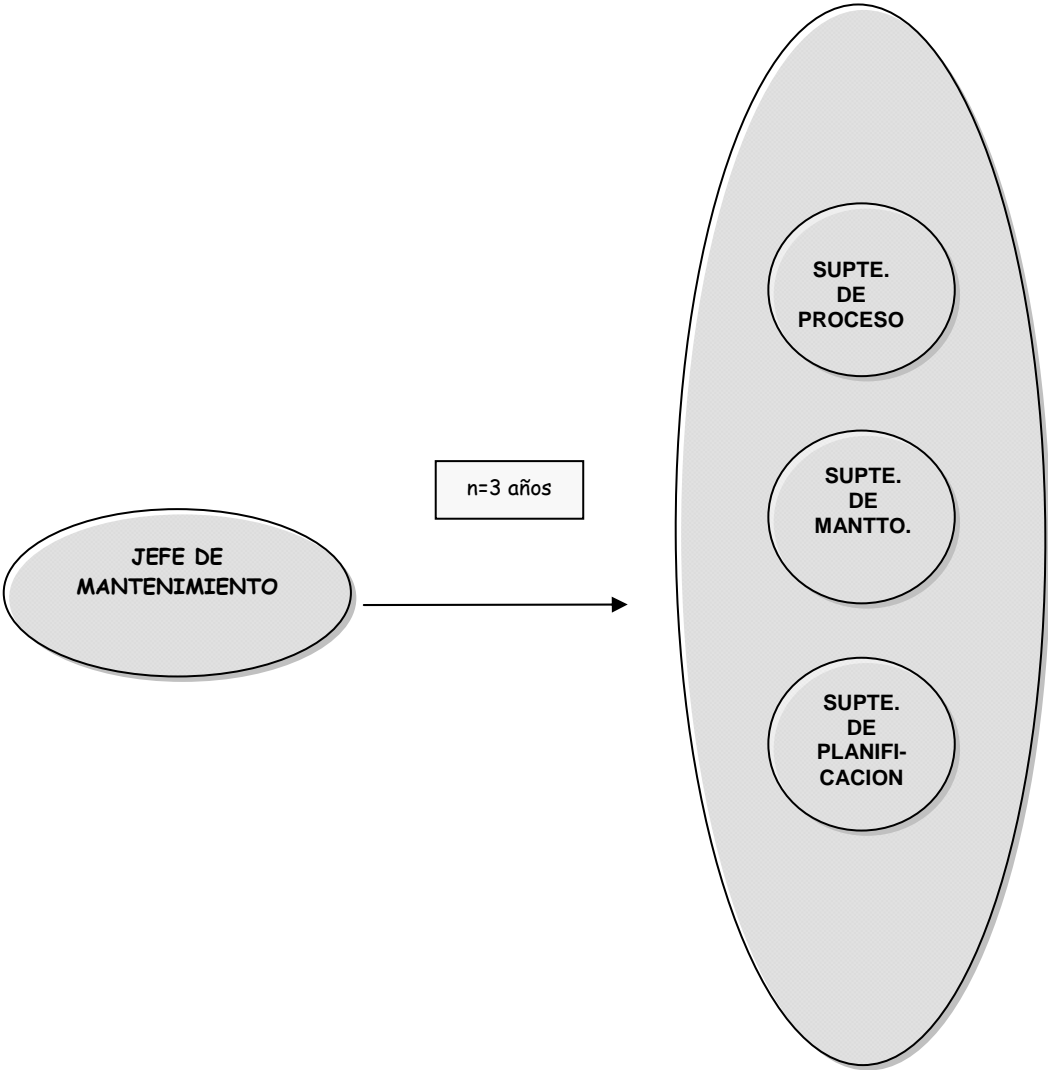
Garantizar a la organización, el ingreso y actualización de planes y abastecimiento de programas de mantenimiento por área, de acuerdo a los requerimientos de los planificadores de área y las directrices de planificación, con el fin de asignar los recursos necesarios a las OT's que genera SAP PM y a las generadas por otra causa todo a fin de tener una TRT alta y sostenible.

## II. ACTIVIDADES

PLANIFICAR	GRADO	FRECUENCIA				
Planificar adecuadamente el orden de alimentación del sistema	7	D	S	M	A	O
COORDINAR	GRADO	FRECUENCIA				
No aplica		D	S	M	A	O
CONTROLAR	GRADO	FRECUENCIA				
Controlar la correcta alimentación de información de ejecución del plan de mantenimiento en el sistema, Claridad de la información.		D	S	M	A	O
EJECUTAR	GRADO	FRECUENCIA				
Ingresar los recursos necesarios (humanos y materiales) para el mantenimiento del área asignada, bajo la dirección del planificador del área	7	D	S	M	A	O
Ingresar y actualizar plan maestro, semanal y diario de cada área, bajo las directrices del planificador del área y el superintendente de planificación	7	D	S	M	A	O
Ingresar a SAP modificaciones y nuevas hojas de ruta, lista de materiales BOM, planes de mantenimiento, información de equipos nuevos y lista de lubricaciones	7	D	S	M	A	O
Elaborar reportes de trabajo diario	7	D	S	M	A	O
Actualizar la lista de componentes de equipo en SAP	7	D	S	M	A	O
Actualizar hojas de ruta por equipo	7	D	S	M	A	O
Conclusión técnica, notificación de horas hombre en OT's y tickets de tiempo	7	D	S	M	A	O
Elaboración de reportes de costos de mantenimiento (servicios, horas extra y otros)	7	D	S	M	A	O
Calcular KPI's de mantenimiento. Ejecutar programa e imprimir reportes de KP's	7	D	S	M	A	O
Ingresar a SAP modificaciones y nuevas hojas de ruta	7	D	S	M	A	O
Ingresar a SAP listas de materiales	7	D	S	M	A	O
Ingresar a SAP planes de mantenimiento	7	D	S	M	A	O
Ingresar información de equipos nuevos a SAP	7	D	S	M	A	O
Generar impresiones de OT's preventivas, correctivas, de fabricación y modificación, a través de los avisos de mantenimiento	7	D	S	M	A	O
Participar dinámicamente en reuniones programadas por área	7	D	S	M	A	O
Auxiliar al bodeguero en el proceso de inventario de herramienta por área	7	D	S	M	A	O
Actualizar el tablero del plan maestro en el taller mecánico	7	D	S	M	A	O
Actualizar la cartelera de seguridad y de indicadores de operación y mantenimiento de acuerdo a información suministrada	7	D	S	M	A	O
Participar en los estudios de FMEA, CTC y los que sean necesarios, para una mejor implementación del sistema de gestión de mantenimiento	7	D	S	M	A	O
ADMINISTRACION DE PERSONAL	GRADO	FRECUENCIA				



**VI PLAN DE CARRERA**



# DESCRIPCIÓN DE PUESTO

## I. DATOS GENERALES

<b>Unidad:</b>	Mantenimiento Eléctrico	<b>Empresa:</b>	Cementos Progreso
<b>Función:</b>	Eléctrica	<b>Puesto:</b>	Electricista
<b>Reporta:</b>	Jefe de Mantenimiento	<b>Supervisa a:</b>	No aplica
<b>Horario:</b>	Trabaja en turnos rotativos	<b>Elaborado por:</b>	María Muñoz
<b>Fecha elaboración:</b>	Mayo, 2008	<b>Fecha modificación:</b>	

## II. OBJETIVO PRINCIPAL DEL PUESTO

Realizar el mantenimiento preventivo, correctivo y modificaciones de las instalaciones eléctricas de la maquinaria y la planta, para garantizar su buen funcionamiento en el aspecto eléctrico, con el fin de mantener una TRT alta y sostenible de la planta, minimizando los costos de Mantto. y elevando el EBITDA de la organización.

## III. ACTIVIDADES

PLANIFICAR		FRECUENCIA				
Planificar el trabajo asignado para el día		D	S	M	A	O
DIRIGIR		FRECUENCIA				
No aplica		D	S	M	A	O
COORDINAR		FRECUENCIA				
No aplica		D	S	M	A	O
CONTROLAR		FRECUENCIA				
No aplica		D	S	M	A	O
EJECUTAR		FRECUENCIA				
<b>Montaje de Instalaciones eléctricas</b>	<b>GRADO: 9</b>					
Interpretar planos eléctricos		D	S	M	A	O
Calcular materiales para instalaciones eléctricas, con base en el respectivo plano		D	S	M	A	O
Tender cables eléctricos		D	S	M	A	O
Hacer conexiones de elementos eléctricos : base, lámparas y fusibles		D	S	M	A	O
Instalar circuitos de alimentación principal de acuerdo a las normas de la NEK y NFA		D	S	M	A	O
Realizar diferentes montajes de circuitos eléctricos en tubería, bandejas y PVC de alumbrado incandescente, fluorescente, y de fuerza motriz		D	S	M	A	O
Realizar montajes de circuitos de control y potencia de arranques directos		D	S	M	A	O
Realizar montajes de circuitos de control y potencia automáticos controlados por PLC's y tensión reducida		D	S	M	A	O
Detectar averías en sistemas electromagnéticos de control de motores eléctricos		D	S	M	A	O
Dar mantenimiento a instalaciones eléctricas						
Reemplazar partes eléctricas: selenoides, sensores de proximidad o movimiento, termostatos, relés, fusibles, interruptores, lámparas e indicadores pilotos		D	S	M	A	O
Dar mantenimiento a subestaciones, interruptores de potencia, limitadores de corriente, mantenimiento de arrancadores, mantenimiento de motores de media tensión, transformadores, centros de control de motores, arrancadores de motores de baja tensión, equipo de protección, instalaciones de conducción de cables		D	S	M	A	O
Calcular la potencia y energía en circuitos de corriente directa y corriente alterna		D	S	M	A	O
Limpiar paneles		D	S	M	A	O
<b>Motores</b>	<b>GRADO: 9</b>					
Cambiar cojinetes		D	S	M	A	O
<b>Realizar pruebas eléctricas de aislamiento</b>		D	S	M	A	O

<b>Desconectar y conectar motores</b>	D	S	M	A	O
Limpiar y barnizar motores interna y externamente	D	S	M	A	O
Dar mantenimiento a las botoneras de arranque y paro	D	S	M	A	O
Revisar bornes de motores	D	S	M	A	O
Rebobinar motores	D	S	M	A	O
<b>Sistemas de control</b>	<b>GRADO: 8</b>				
Aplicar conocimientos de principios básicos de programación de PLC's	D	S	M	A	O
Aplicar conocimientos de sistemas de control distribuido ( Foxboro)	D	S	M	A	O
Aplicar conocimientos sobre lógica de relés	D	S	M	A	O
<b>Mediciones Eléctricas</b>	<b>GRADO: 9</b>				
Medir la tensión, intensidad, resistencia, potencia y energía, calor usando los equipos megger, fasímetro, hi-pot, analizador de potencia, calibrador de relés	D	S	M	A	O
Realizar mediciones de diferentes magnitudes eléctricas, utilizando el multímetro digital	D	S	M	A	O
Calcular las magnitudes eléctricas fundamentales: (tensión, intensidad y resistencias ) en circuitos serie, paralelos y mixtos	D	S	M	A	O
Calcular la potencia de energía eléctrica en diferentes circuitos eléctricos	D	S	M	A	O
Aplicar principios fundamentales eléctricos para resolución de problemas	D	S	M	A	O
Aplicar la ley de Ohm para diferentes circuitos eléctricos	D	S	M	A	O
Aplicar fórmulas de potencia monofásica y trifásica	D	S	M	A	O
Aplicar fórmulas de potencia para uso de tablas eléctricas	D	S	M	A	O
<b>ADMINISTRAR PERSONAL</b>					<b>FRECUENCIA</b>
No aplica	D	S	M	A	O

#### IV. ALCANCES DEL PUESTO

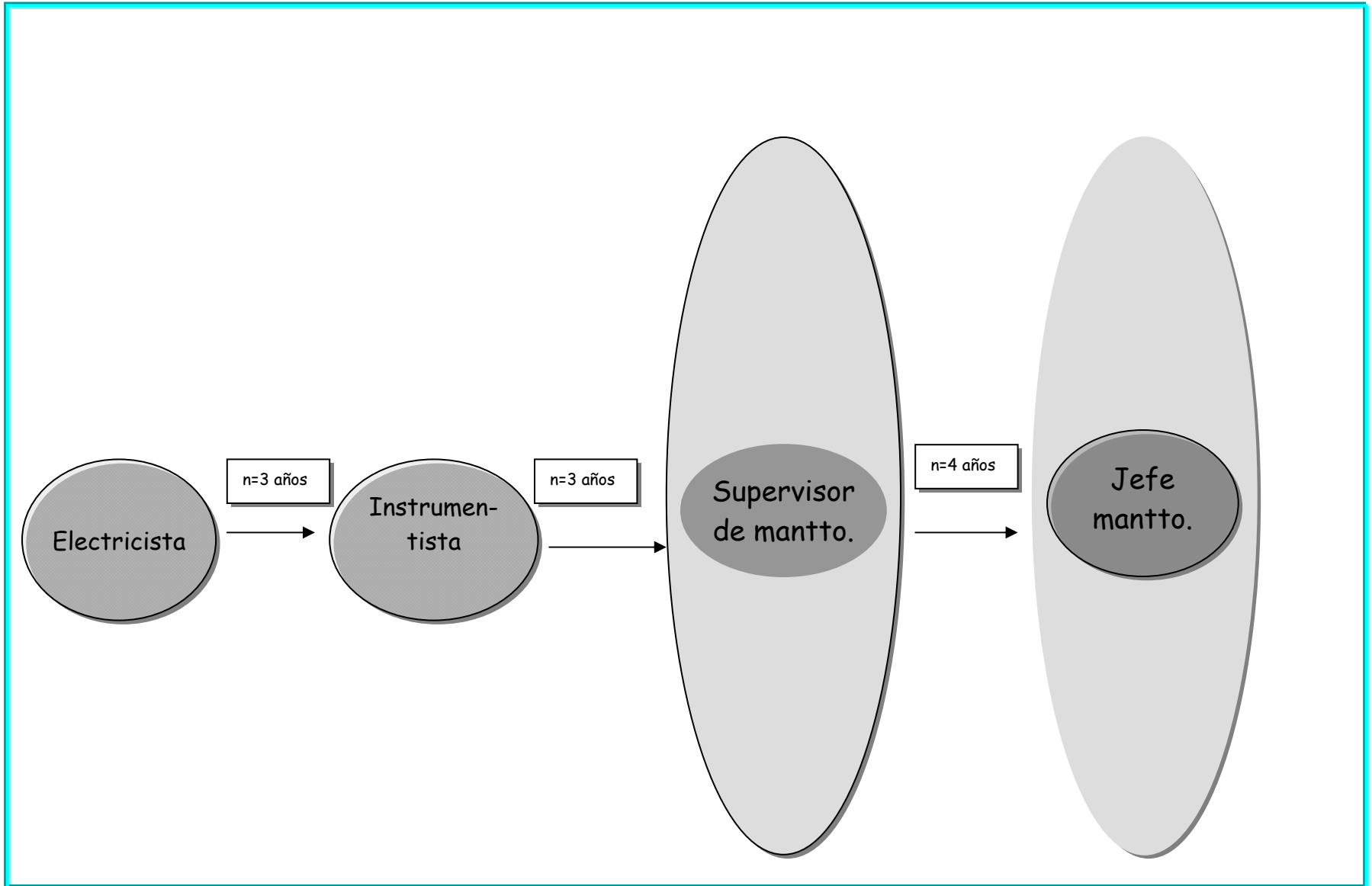
		Grado
HABILIDAD EN GERENCIA	Ejecución y/o supervisión de una actividad o actividades específicas en cuanto a objetivos y contenido con apropiados conocimientos de las actividades relacionadas.	0
HABILIDAD EN RELACIONES HUMANAS	Cortesías, tacto y eficacia en relaciones diarias	3
AMBITO DE PENSAMIENTO	Su trabajo es semirutinario.	4
	Enfrenta situaciones diferenciadas que requieren discernimiento para encontrar soluciones o aplicaciones dentro de cosas aprendidas	3
RESPONSABILIDAD	LIBERTAD PARA ACTUAR: Puesto sujetos a procedimientos estandarizados y se supervisa el avance del trabajo y resultados.	4
	IMPACTO SOBRE RESULTADOS FINALES: Participa con otros dentro o fuera de su unidad organizacional en logros finales de la empresa.	6
	MAGNITUD: Operación y mantenimiento de equipos mayores, de uno o varios departamentos, normalmente de interpretación.	6

## V. CUALIFICACIONES DEL PUESTO

		Grado
Licencias	Certificación interna para manejo de montacargas licencia particular C	9
Idiomas	Lectura técnica básica en idioma Inglés	8
Computación	3.1.1 Windows sistema operativo	9
SAP	ABC de SAP, ABC de MM y ABC de PM	9
MAC	ABC de MAC MAC operación completo	9 7
EQUIPO	✓ ABC de proceso de producción ✓ ABC de equipos de producción	7 9
EDUCACION FORMAL:	Bachiller Técnico y Perito Industrial en Electricidad	9

	DEFINICIONES	N/A		USO ESCASAMENTE NECESARIO			USO NECESARIO		USO INDISPEN		DEBE ENSEÑAR A OTROS	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
P E R S	<b>CAPACIDADES INTELECTUALES</b> <u>Solución de Problemas:</u> Implica la capacidad para solucionar problemas en forma estructurada y tomar decisiones tanto individuales como grupales											
	<b>EJECUCION DEL TRABAJO</b> <u>Autocontrol:</u> Implica la capacidad para administrar el tiempo, controlar sus emociones y manejar stress en situaciones laborales											
A C T  O R G A N I Z A C	<b>RELACIONES PERSONALES EN EL TRABAJO</b> <u>Comunicación efectiva:</u> Implica la capacidad para mantener la comunicación verbal y escrita efectiva a todo nivel de la organización											
	<u>Estructura y habilidades de discusión:</u> Capacidad para discutir problemas, evaluar y proveer retroalimentación de la ejecución del trabajo											
	<u>Negociación:</u> Capacidad para definir objetivos y estrategias, que aseguren el logro de acuerdos en las negociaciones											
A D M O N - L I D E R A Z G O	<b>TRABAJO EN EQUIPO</b> <u>Liderazgo y trabajo en equipo:</u> Implica la capacidad para adaptar el estilo de liderazgo a situaciones específicas y liderar equipos de trabajo en forma eficiente											
	<b>DIRECCION Y CONTROL</b> <u>Orientación a resultados:</u> Implica la capacidad de planear e implementar planes y/o proyectos evaluando los resultados a través de indicadores cuantificables											
	<u>Optimización de procesos, personas y recursos:</u> Implica obtener el máximo provecho de los procesos, personas y recursos que tiene disponibles											
	<u>Control de desempeño:</u> Implica evaluar sistemáticamente el desempeño de los colaboradores											
	<u>Selección de Personal:</u> Capacidad de estructurar un proceso de selección e inducción que permita contar con el mejor personal dando resultados en corto plazo											

VI. PLAN DE CARRERA DEL PUESTO



## Criterios clasificación de accesorios y repuestos

### Método CEDRO

Anexo 10

Clasificación	Definición	Ejemplos	Comportamiento
<b>Consumibles</b>	Los que se utilizan regularmente en cualquier mantenimiento, repuestos comunes en varios equipos y de utilización frecuente y bajo precio, además de accesibles en el mercado. Se comportan con un consumo estadísticamente normal.	Tubería y Accesorios, Lubricantes, Wipe, Tornillería, Filtros, Cojinetes comunes, etc.	Tienen un consumo normal (estadísticamente), permanente y no cíclico.
<b>Estratégicos</b>	Son aquellos materiales, normalmente repuestos, que en equipos críticos, pueden fallar sin poderse predecir con anterioridad su condición y con dificultad de compra o largos tiempos de entrega.	Rodo del Horno	Tienen un consumo muy lento, poco probable, no pronosticable.
<b>Desgaste</b>	Son aquellos que con el tiempo de uso pierden sus medidas originales sin perder por ello la posibilidad de utilizarse para la operación para la cual fueron diseñados. Se puede controlar la medida conforme a su uso y por medio de pronósticos (extrapolación)	Ladrillo Refractario, Coraza de Molino, Mantos de Trituradora	Tienen un consumo no frecuente, cíclico y pronosticable.
<b>Reemplazable</b>	Repuestos específicos de un equipo, que al deteriorarse pueden hacer que el equipo falle, cambiables con cierta periodicidad o de falla periódica frecuente, no reparables sino de reemplazo total.	Cojinetes Especiales	Consumo cíclico y pronosticable, a veces predecible.
<b>Obsoletos</b>	Repuestos Maquinaria Inexistente, Repuestos que ya no van a ser utilizados por modificaciones en los equipos o procesos, Inventario sin movimiento en ___ años, repuestos o materiales con fechas de expiración vencidas, de no compatibles a la visión ecológica	Repuestos Terex (ya no se fabrican) Generadoras GM (ya no existe en el mercado)	No tienen consumo, ni equipo en ___ donde utilizarse.

Fuente: Departamento de mantenimiento, planta La Pedrera, octubre 2009.



