

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS  
EQUIPOS DE UNA PLANTA DE CONCRETO**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO**

**ELABORADO POR:**

**LUIS ALEXIS BUSTIOS ORELLANA**

**PROMOCIÓN 2006-II**

**LIMA – PERÚ**

**2014**

*A qui n' tant h qu rido, mi familia.*

*Pu i mpr m han qu rido,*

*pu i mpr m han uidack .*

*, a p ar qu' la di tan ia l l ido,*

*upimo ha r pu nt n nu tr abraz .*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>PROLOGO.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	3
1.2 OBJETIVOS.....	5
1.2.1 Objetivo General .....	5
1.2.2 Objetivos Específicos.....	5
1.3 ALCANCE DEL INFORME .....	5
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL INFORME.....	6
1.5 METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	7
<b>2. FUNDAMENTO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
2.1 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS.....	8
2.1.1 Definición de Mantenimiento .....	8
2.1.2 Tipos de Mantenimiento .....	9
2.1.2.1 Mantenimiento Correctivo.....	10

2.1.2.2	Mantenimiento Preventivo.....	10
2.1.2.3	Mantenimiento Predictivo.....	11
2.1.2.4	Mantenimiento Proactivo.....	12
2.1.2.5	Mantenimiento Productivo Total.....	12
2.1.3	Mantenimiento Preventivo .....	14
2.1.3.1	Objetivo .....	14
2.1.3.2	Tareas.....	14
2.1.3.3	Metodologías .....	17
2.1.3.4	Ventajas .....	19
2.1.3.5	Equilibrio de costos .....	20
2.2	CONCRETO .....	21
2.2.1	Definición de Concreto .....	21
2.2.1.1	Cemento .....	21
2.2.1.2	Agua.....	22
2.2.1.3	Agregados o áridos .....	22
2.2.1.4	Aditivos.....	23
2.2.2	Diseños de Mezcla .....	23
2.3	PLANTAS DE CONCRETO .....	24
2.3.1	Definición de Planta de Concreto .....	24
2.3.2	Clasificación de las Plantas de Concreto .....	25

2.3.2.1	Por el tipo de concreto producido.....	25
2.3.2.2	Por su movilidad.....	26
2.3.3	Componentes de una Planta de Concreto.....	28
2.3.3.1	Silos de Almacenamiento de Cemento .....	30
2.3.3.2	Tolvas de Almacenamiento de Agregados .....	31
2.3.3.3	Tornillo sinfín.....	32
2.3.3.4	Correa transportadora .....	33
2.3.3.5	Skip .....	34
2.3.3.6	Mezclador .....	35
2.3.3.7	Transporte de Agua y Aditivos.....	35
2.3.3.8	Equipos Auxiliares.....	36
2.3.4	Operación de una Planta de Concreto .....	36
2.3.4.1	Responsables.....	36
2.3.4.2	Mano de obra, equipos y materiales .....	37
2.3.4.3	Producción de Concreto.....	39
2.3.4.4	Planificación de la Producción de Concreto .....	39
2.3.4.5	Recepción de los materiales a usarse en el concreto .....	40
2.3.4.6	Operaciones para la producción de concreto .....	41
2.3.4.7	Entrega del concreto .....	43
2.3.4.8	Puesta en marcha de la Planta de Concreto .....	44

2.3.5	Mapa de Procesos.....	44
<b>3.</b>	<b>DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA PLANTA DE CONCRETO.....</b>	<b>47</b>
3.1	DEFINICIÓN DEL EQUIPO.....	47
3.1.1	Características técnicas generales .....	47
3.1.2	Ubicación geográfica .....	47
3.1.3	Disposición general de la Planta de Concreto.....	49
3.2	LISTADO DE PRINCIPALES COMPONENTES.....	50
3.2.1	Silos.....	51
3.2.2	Mezclador de un eje con doble espiral.....	52
3.2.3	Bomba de agua.....	53
3.2.4	Compresor .....	53
3.2.5	Enfriador de agua (Chiller) .....	54
3.3	ANÁLISIS DE CONDICIÓN DEL EQUIPO.....	54
3.3.1	Cálculo de la Efectividad Global del Equipo (OEE) .....	54
3.3.2	Auditoria del Equipo .....	56
3.4	MANTENIMIENTO CORRECTIVO EJECUTADO CON MAYOR INCIDENCIA EN LA OPERACIÓN.....	58
3.4.1	Cambio de la válvula neumática dosificadora de Aditivo por rotura... 58	
3.4.2	Cambio del retén del eje del Mezclador por rotura.....	58

3.4.3	Cambio de la válvula de paso de Agua por rotura .....	60
3.4.4	Cambio de las palas de la Espiral por desgaste.....	60
3.5	GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO .....	61
3.5.1	Disminuir las esperas .....	61
3.5.2	Mejorar los flujos productivos .....	62
3.5.3	Gestión eficaz de los recursos humanos.....	62
3.6	INDICADORES DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO .....	62
3.6.1	Efectividad del Planeamiento.....	62
3.6.2	Competencia del personal .....	64
3.6.3	Recursos (talleres y herramientas).....	66
3.6.4	Procesos de Gestión .....	68
3.6.5	Aplicación de la Política de Equipos .....	69
3.6.6	Clima y cultura organizacional .....	70
3.6.7	Seguridad y manejo del entorno.....	72
3.6.8	Sistemas .....	74
3.7	OPORTUNIDADES DE MEJORA .....	75
3.7.1	Mano de obra calificada.....	75
3.7.2	Tiempo de aprobación de requisiciones.....	76
3.7.3	Tiempo de entrega.....	76
3.7.4	Indicadores del Mantenimiento.....	76

3.7.5	Planes de Lubricación y Mantenimiento.....	77
<b>4.</b>	<b>PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>78</b>
4.1	ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	78
4.1.1	Ficha técnica.....	78
4.1.2	Tipos de actividades.....	78
4.1.3	Check-list del Operador.....	80
4.1.4	Reportes del Personal de Mantenimiento (Rol de Actividades) .....	80
4.1.5	Historial de actividades.....	80
4.1.6	Descripción de las principales actividades por componente.....	81
4.1.6.1	Silos de Almacenamiento de Cemento .....	81
4.1.6.2	Tornillo sinfín .....	81
4.1.6.3	Correa transportadora .....	82
4.1.6.4	Skip.....	82
4.1.6.5	Mezclador .....	83
4.1.6.6	Sistema Neumático .....	85
4.1.7	Orden de trabajo.....	86
4.1.8	Indicadores de mantenimiento .....	87
4.1.8.1	Confiabilidad operacional (ICO).....	88
4.1.8.2	Costo de mantenimiento (ICM).....	89

4.1.8.3	Capacidad operativa/productiva (ICP).....	89
4.1.9	Mejora de los procesos (PHVA) .....	90
4.1.10	Política de Equipos.....	92
4.1.11	Plan de Limpieza.....	92
4.1.12	Plan de Lubricación.....	94
4.1.13	Plan de Repuestos .....	95
4.1.13.1	Tipos de repuestos .....	95
4.1.13.2	Criterios de selección.....	95
4.2	FORMATOS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	97
4.2.1	Ficha técnica.....	97
4.2.2	Check-list diario del Operador .....	97
4.2.3	Reportes del Personal de Mantenimiento (Rol de Actividades) .....	100
4.2.3.1	Reporte diario (Actividades de Operación) .....	101
4.2.3.2	Reporte semanal (Actividades de Parada) .....	104
4.2.3.3	Reporte mensual/semestral/anual (Actividades de Renovación) .....	107
4.2.4	Historial de actividades .....	108
4.2.5	Orden de trabajo.....	108
4.2.6	Solicitud de Repuestos y Materiales .....	108
4.3	SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	112
4.3.1	Análisis de riesgos .....	112

4.3.1.1	Riesgos al Personal .....	112
4.3.1.2	Riesgos al Medio Ambiente.....	113
4.3.2	Precauciones generales.....	113
<b>5.</b>	<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA.....</b>	<b>115</b>
5.1	COSTOS ACTUALES.....	115
5.1.1	Composición de Costos.....	115
5.1.1.1	Producción de Concreto.....	115
5.1.1.2	Talleres.....	116
5.1.1.3	Equipos involucrados en la producción de concreto .....	116
5.1.2	Registros.....	118
5.1.2.1	Registro de Mantenimiento Correctivo.....	118
5.1.2.2	Registro económico del Mantenimiento Correctivo mensual.....	118
5.1.2.3	Evolución económica del Mantenimiento Correctivo .....	118
5.2	COSTOS CON MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO .....	124
5.2.1	Tabla de costos anuales.....	124
5.2.2	Equilibrio de costos de mantenimiento.....	127
5.2.3	Indicadores de mantenimiento .....	129
5.2.3.1	Confiabledad operacional (ICO).....	129
5.2.3.2	Costo de mantenimiento (ICM).....	129
5.2.3.3	Capacidad operativa/productiva (ICP).....	129

5.3	AHORRO ECONÓMICO.....	130
6.	CONCLUSIONES.....	131
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	133
8.	ANEXOS .....	134

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 - Listado de principales componentes de Planta de Concreto en estudio ..	50
Tabla 3.2 - Características de los pilos .....	51
Tabla 3.3 - Características del Mezclador .....	52
Tabla 3.4 - Características del Enfriador de agua .....	54
Tabla 3.5 - Auditoria de la Planta de Concreto .....	57
Tabla 3.6 - Efectividad del Planeamiento .....	62
Tabla 3.7 - Competencia del Personal .....	64
Tabla 3.8 - Recursos materiales .....	66
Tabla 3.9 - Procesos de Gestión .....	68
Tabla 3.10 - Aplicación de la Política de Equipos .....	69
Tabla 3.11 - Clima y cultura organizacional .....	71
Tabla 3.12 - Seguridad y manejo del entorno .....	72
Tabla 3.13 - Sistemas .....	74
Tabla 3.14 - Resumen de los Indicadores del Mantenimiento .....	76

Tabla 4.1 - Tipo de actividades de Mantenimiento Preventivo .....	79
Tabla 4.2 - Mejora de los procesos .....	91
Tabla 4.3 - Flujo de Limpieza .....	93
Tabla 4.4 - Flujo de Lubricación.....	94
Tabla 4.5 - Flujo de selección de los repuestos.....	96
Tabla 4.6 - Ficha técnica de equipos.....	98
Tabla 4.7 - Check-list diario del Operador.....	99
Tabla 4.8 - Check-list diario del Personal de Mantenimiento.....	101
Tabla 4.9 - Check-list semanal del Personal de Mantenimiento.....	104
Tabla 4.10 - Check-list mensual del Personal de Mantenimiento.....	107
Tabla 4.11 - Historial del equipo.....	109
Tabla 4.12 - Orden de trabajo (OT) .....	110
Tabla 4.13 - Formato de Solicitud de repuestos y materiales .....	111
Tabla 4.14 - Análisis de riesgos al personal.....	112
Tabla 4.15 - Análisis de riesgos al medio ambiente.....	113
Tabla 5.1 - Composición de la producción del Concreto.....	115
Tabla 5.2 - Composición de los Talleres.....	116
Tabla 5.3 - Composición de los equipos .....	117
Tabla 5.4 - Registros del Mantenimiento Correctivo.....	119

Tabla 5.5 - Costo mensual del Mantenimiento Correctivo y de las pérdidas por paradas.....	122
Tabla 5.6 - Costos anuales del MP.....	125
Tabla 5.7 - Costo mensual de las partes de la Planta de Concreto.....	126
Tabla 5.8 - Costo del Mantenimiento en función de la cantidad de actividades.....	127

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1 - Logo de LBCD .....	5
Ilustración 2.1 - Tendencias en la Gestión de Mantenimiento.....	9
Ilustración 2.2 - Equilibrio de costos de mantenimiento .....	20
Ilustración 2.3 - Planta de Concreto Estacionaria típica .....	26
Ilustración 2.4 - Planta de Concreto Móvil en transporte .....	27
Ilustración 2.5 - Planta de Concreto Móvil instalada.....	27
Ilustración 2.6 – Principales componentes de una Planta de Concreto estacionaria..	29
Ilustración 2.7 - Partes de un Silo de Cemento .....	30
Ilustración 2.8 - Partes de una Tolva de Agregados.....	31
Ilustración 2.9 - Tornillos sinfín típicos.....	32
Ilustración 2.10 - Partes de una Faja Transportadora.....	33
Ilustración 2.11 - Ubicación del Skip.....	34
Ilustración 2.12 - Mezclador de un eje y espiral doble .....	35
Ilustración 2.13 - Mapa de Procesos de una Planta de Concreto .....	46

Ilustración 3.1 – Vista general del Área Industrial de LBCD .....	48
Ilustración 3.2 - Disposición general de la Planta de Concreto LBCD .....	49
Ilustración 3.3 - Silo de Cemento Kurz.....	51
Ilustración 3.4 - Mezclador de Concreto Elba EMS 2000 H .....	52
Ilustración 3.5 - Bomba Centrífuga Sea Land CN 50 .....	53
Ilustración 3.6 - Compresor de pistón Kaeser EPC 1500-500 .....	53
Ilustración 3.7 - Chiller tipo container Höermann .....	54
Ilustración 3.8 - Válvula dosificadora rota.....	58
Ilustración 3.9 - Vista interna del apoyo del eje del Mezclador.....	59
Ilustración 3.10 - Vista externa del apoyo del eje del Mezclador .....	59
Ilustración 3.11 - Válvula de paso rota .....	60
Ilustración 3.12 - Pala desgastada .....	61
Ilustración 5.1 - Registro económico del Mantenimiento Correctivo .....	121
Ilustración 5.2 - Producción vs Mantenimiento Correctivo .....	123
Ilustración 5.3 - Evolución económica del Mantenimiento Correctivo .....	124
Ilustración 5.4 - Zona de equilibrio del MC vs MP .....	128

## ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 3.1 - Efectividad global de los equipos (OEE).....	55
Fórmula 4.1 - Índice de Interferencia Correctiva.....	88
Fórmula 4.2 - Índice de interferencia Preventiva (Planificadas).....	88
Fórmula 4.3 - Índice de Confiabilidad Operacional.....	88
Fórmula 4.4 - Costo de Mantenimiento .....	89
Fórmula 4.5 - Capacidad Productiva.....	90

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I : PLOT PLAN .....	135
Anexo II : FICHA DE PROCESO DE UNA PLAMTA DE CONCRETO.....	136
Anexo III : DISEÑOS DE MEZCLA DE CO CRETO .....	137
Anexo IV : FICHA TÉCNICA DE PLANTA DE CO CRETO EN ESTUDIO....	138
Anexo V : PLAN DE MANTENIMIE TO PREVENTIVO DE CAMIONES MIXER POR HORAS TRABAJADAS .....	139
Anexo VI : PLAN DE LUBRICACIÓN PREVENTIVA DE CAMIO E MIXER POR HORAS TRABAJADAS .....	158
Anexo VII : POLÍTICA DE CALIDAD DEL PROYECTO .....	162

## PRÓLOGO

El presente informe busca demostrar las ventajas de implementar un programa de Mantenimiento Preventivo para los equipos de una Planta de Concreto en una empresa de construcción.

Todos datos vertidos en este informe fueron recogidos durante los dos años que duró mi participación en el proyecto civil Tercer Anillo Vial en la ciudad de Trípoli, capital de Libia, al norte de África, a cargo de la empresa brasileña Odebrecht. En este proyecto fui responsable por la operación y mantenimiento de todas las Plantas Industriales, dentro de las cuales estaban las dos Plantas de Concreto designadas exclusivamente para este proyecto, y además tomé cuenta del Taller Industrial.

Para alcanzar los objetivos planteados se verificarán los resultados obtenidos al trabajar únicamente con un programa de Mantenimiento Correctivo, como se llevó a cabo durante el proyecto, y se compararán con los calculados al implementar un programa de Mantenimiento Preventivo, con este fin he dividido el informe en cinco capítulos.

En el Capítulo I, Introducción, se detallan todos los antecedentes del proyecto en el cual se basa este informe, así como también listamos los objetivos del mismo y su alcance.

En el Capítulo II desarrollo todo el fundamento teórico para el informe, desde la definición de Mantenimiento y sus tipos así como el concepto de Concreto y los tipos de plantas de concreto.

En el Capítulo III, se detallan las características de la Planta de Concreto en estudio y hago un diagnóstico del estado actual de la misma, y también, un diagnóstico de la Gestión de Mantenimiento que se viene aplicando.

En el Capítulo IV, se presenta el programa de Mantenimiento Preventivo a proponer, explicando cada una de las actividades y su periodicidad así como las medidas de seguridad que se deben tener durante ejecución las mismas.

Finalmente, en el Capítulo V, realizo una evaluación económica partiendo primero en los gastos incurridos en el estado actual y proyecto los mismos en un escenario donde implementamos el programa de mantenimiento preventivo propuesto.

# Capítulo I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

La empresa Constructora Norberto Odebrecht fue fundada en 1944 en la ciudad de Bahía, Brasil, e inició su actuación internacional en Perú en 1979.

Tiene como misión el ser una organización líder en Ingeniería y Construcción en América Latina, con presencia en África, Norte América, Europa y Asia, con la misión principal de satisfacer a sus clientes, generándoles mayores y mejores soluciones a sus necesidades.

Su visión hacia el 2020 es convertirse en una de las 50 organizaciones más admiradas en el mundo, manteniendo una misma cultura organizacional, Tecnología Empresarial Odebrecht (TEO), indistintamente donde se encuentren, conquistando la confianza del cliente y las comunidades con una capacidad realizadora cada vez mayor. También, buscan convertirse en una organización conformada por 300 mil personas de conocimiento, personas diferenciadas que informan, se comunican, toman decisiones y hacen

acontecer, teniendo como principal foco la satisfacción del cliente, a través de soluciones innovadoras que contribuyen para un mundo mejor.

El siguiente informe está basado en la experiencia recogida en el proyecto del Tercer Anillo Vial (cuyo nombre oficial es Third Ring Road), ejecutado por la empresa **Libyan Brazilian Construction and Development** (LBCD) consorcio de la empresa brasileña Constructora Norberto Odebrecht (60%) y el gobierno Libio (40%), consiste en un corredor vial que cruza la ciudad de Trípoli (Libia, África) cuyo fin principal es aliviar el tránsito en los otros 2 anillos viales existentes además de unir otras zonas de la ciudad exentas de vías de alta velocidad.

El consorcio LBCD, cuyo logo se muestra en la Ilustración 1.1, está formado por 1,726 trabajadores de 30 nacionalidades siendo el idioma oficial en la empresa es el inglés. Dada la variedad de nacionalidades, la comunicación es uno de los mayores problemas que afectan el ritmo de producción de la obra, puesto que no todos los trabajadores, ya sean ingenieros, capataces u obreros, dominan el idioma inglés. Así mismo, se vive en la empresa un ambiente poli-cultural que se ve mayormente influenciado por la cultura árabe y sus estrictas reglas religiosas

Otro de los problemas es que dado al tipo de contrato (Contrato por Administración), los procesos administrativos por parte del Cliente son bastante lentos lo que se ve reflejado en el avance de la obra.



Ilustración 1.1 - Logo de LBCD

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo General

Elaborar un programa de Mantenimiento Preventivo de los equipos de una planta de concreto de una empresa de construcción civil, y con esto optimizar la confiabilidad de la maquinaria, y generar un ahorro comparativo entre el mantenimiento correctivo que se realiza y el mantenimiento preventivo propuesto.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Estudio y análisis de los elementos críticos de la planta de concreto.
- Elaboración del programa de mantenimiento preventivo.
- Explicar teóricamente las operaciones de una planta concreto.

## 1.3 ALCANCE DEL INFORME

El presente informe se centrará en el estudio y análisis del sistema de producción de concreto de la planta de concreto. Comprenderá la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo para el sistema de producción de

concreto, el mismo que servirá para optimizar la confiabilidad de los equipos. Se confeccionarán los documentos necesarios para las labores de mantenimiento, así como los de operación de los equipos.

Los documentos a desarrollar comprenderán los check-list diarios, check-list semanales/mensuales, orden de trabajo, solicitud de repuestos y materiales, reporte semanal de mantenimiento e historial de los equipos). Asimismo, se elaborará la estructuración de costos del programa de mantenimiento.

#### **1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL INFORME**

La aplicación de un sistema organizado de mantenimiento permite comparar los costos actuales en que vienen incurriendo en el mantenimiento de sus equipos y luego poder optimizarlos y reducirlos.

Un adecuado programa de mantenimiento desarrollará un aumento de la calidad de los procesos y seguridad y preservación del medio ambiente; además de disminuir las paradas intempestivas que conllevan a pérdidas de tiempo y por lo tanto a pérdidas de capital.

La elaboración de un procedimiento de Operación que señale la correcta manera de operar será de gran utilidad para la conservación de la maquinaria, economía de tiempo de trabajo.

Por lo anterior, cada una de las máquinas y equipos que forman parte de la planta de concreto deberá contar con un alto valor de confiabilidad para reducir paradas y así evitar pérdidas de productividad.

## 1.5 METODOLOGÍA DE TRABAJO

La realización del presente informe, se inicia con el análisis de los antecedentes de mantenimiento aplicado al sistema de producción de concreto. Para este efecto se identificó problemas de ocurrencia frecuente, analizándolos desde los puntos de vista: administrativo, organizacional, de las políticas de operación, de los registros y análisis de fallas, de la administración de reparables, de las políticas de stock de repuestos, etc.

Se formularán alternativa de solución para la problemática identificada, se efectuará un análisis de la criticidad de los equipos instalados; luego con esta clasificación se desarrollaran las actividades de mantenimiento a realizar para cada equipo, sistema y/o componente, la forma de preparar el programa de mantenimiento, las directivas técnica , el establecimiento del stock mínimo, la implementación de las órdenes de trabajo, y la implementación de los sistema de control. Además, se va a hacer una estructuración de costos de los servicios y materiales necesarios para la ejecución del programa al igual que el nivel de inversión para la adecuada implantación, así mismo se determinará el tiempo de recuperación de la inversión.

## Capítulo II

# FUNDAMENTO TEÓRICO

### 2.1 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

#### 2.1.1 Definición de Mantenimiento

Un proceso de mantenimiento es un conjunto de actividades de mantenimiento que deben realizarse para mantener la funcionalidad de un elemento o sistema durante su vida útil.

Entonces, orientado esto al tema que nos cierne, podemos concluir que de un buen proceso de mantenimiento, depende no solo un eficiente funcionamiento de una Planta de Concreto, sino que además es preciso llevar las tareas de mantenimiento buscando llevar el control de la vida útil de las plantas sin exceder el presupuesto económico destinado para mantenerlas por lo que las estrategia convencionales reparar cuando se produzca la falla ya no es válida por los altos costos que esto genera tanto en el mantenimiento, la producción, la calidad, etc.

## 2.1.2 Tipos de Mantenimiento

En la Ilustración 2.1 se muestra la evolución de los tipos de mantenimiento con el paso de los años. Así, existen muchas maneras de distinguir los distintos tipos de mantenimiento que existen, podemos discriminar los procesos de mantenimiento por el carácter de las tareas que incluyen en:

- Correctivo,
- Preventivo,
- Predictivo, y
- Proactivo.

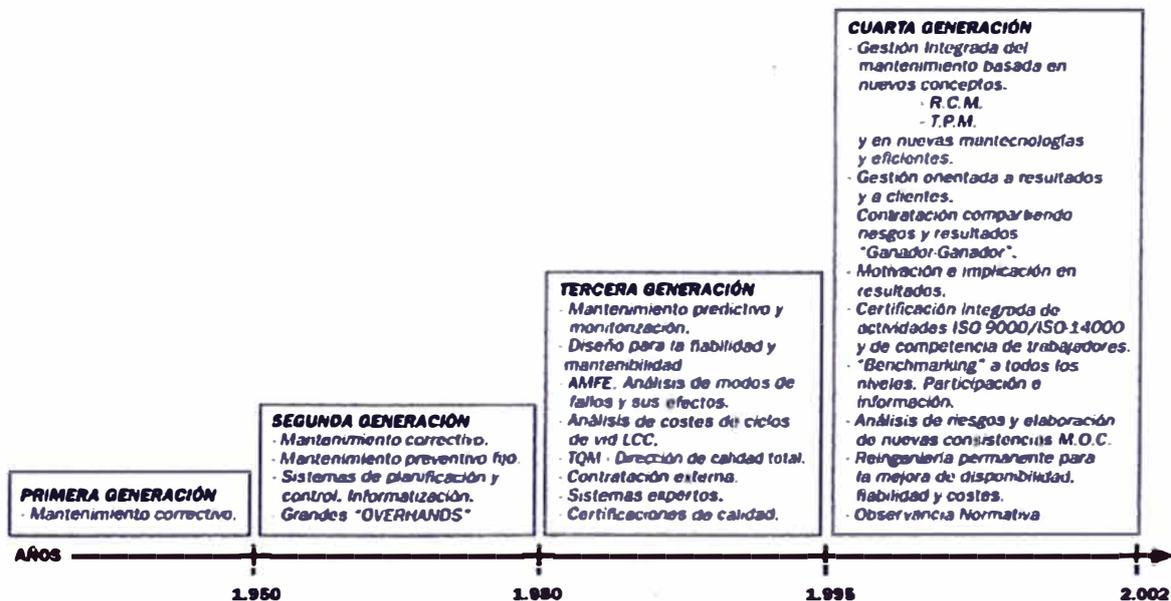


Ilustración 2.1 - Tendencias en la Gestión de Mantenimiento

O bien, podemos diferenciarlos por la ocurrencia de un evento o para evitar la ocurrencia del mismo, por lo que pueden ser:

- Reactivos (Correctivo), y

- Proactivos (Preventivo y Predictivo).

#### **2.1.2.1 Mantenimiento Correctivo**

Es el método efectuado a un equipo cuando la avería ya se ha producido, restituyéndole a condición admisible de utilización, es decir, ceñirse a reparar aquello que se avería; e conocida también como reparación de fallos.

Puede ser un mantenimiento Programable (o diferido) o inmediato (o urgente). Así, puede llamársele sorpresivo cuando se produce el percance o fallo de forma imprevista para los del tipo Inmediato, o Programado cuando sabemos que el fallo existe pero no ha conllevado una disfuncionalidad grave en el equipo y podemos programar su reparación.

#### **2.1.2.2 Mantenimiento Preventivo**

Es un método que busca realizar las reparaciones sin tener que interferir en el tiempo de producción, ya que se puede realizar en los momentos en que la maquinaria se encuentra parada, o bien planificar la parada de producción, teniendo en cuenta cuando se va a producir.

El objetivo fundamental en esta actividad es minimizar las paradas de producción no prevista y encontrar los problemas que pudiesen existir más rápidamente, ya que una de las ventajas del mantenimiento preventivo es que

identifica los problemas de la maquinaria con mayor facilidad y por consiguiente en menor tiempo.

### **2.1.2.3 Mantenimiento Predictivo**

Es un método basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda (predecir<sup>1</sup>), para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Está conformado por una serie de acciones que se toman y las técnicas que se aplican con el objetivo de detectar las fallas y defectos de maquinaria en sus etapas incipientes. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc.

El requisito para que se pueda aplicar una técnica predictiva es que la falla incipiente genere señales o síntomas de su existencia, tales como; alta temperatura, ruido, ultrasonido, vibración, partículas de desgaste, alto amperaje, etc.

Para que un programa de mantenimiento predictivo se considere efectivo este debe incrementar la confiabilidad (reliability) y el desempeño operacional de la maquinaria mientras que al mismo tiempo se reducen costos de producción incluyéndose los costos de mantenimiento.

---

<sup>1</sup> Según RAE (<http://www.rae.es>), Predecir: Anunciar por revelación, ciencia o conjetura algo que ha de suceder.

Para diseñar e implementar un programa de mantenimiento predictivo efectivo es necesario determinar en qué; Equipos, Máquinas o Procesos se justifica la implementación del programa tanto técnica como económicamente.

#### **2.1.2.4 Mantenimiento Proactivo**

Es aquel método que es planificado<sup>2</sup> y programado<sup>3</sup> cuando que la administración del mantenimiento sea más eficiente estando a cargo no solo del área de Mantenimiento sino de toda la empresa en su totalidad.

El mantenimiento proactivo conlleva tareas preventivas que son servicios rutinarios que van desde la limpieza y la lubricación hasta reparaciones menores, todas estas en nuestro caso se realizan en intervalos de un número determinado de horas (250, 500, 1000 y 2000 horas).

La meta es alcanzar el 100% de cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo.

#### **2.1.2.5 Mantenimiento Productivo Total**

Es un mantenimiento productivo que implica la total participación de sus gestores que son cada uno de los empleados, además perfecciona permanentemente la

---

<sup>2</sup> Según RAE (<http://www.rae.e>), Planificar: Plan general, metódicamente organizado y frecuentemente de gran amplitud, para obtener un objetivo determinado, tal como el de arrollo armónico de una ciudad, el desarrollo económico, la investigación científica, el funcionamiento de una industria, etc.

<sup>3</sup> Según RAE (<http://www.rae.e>), Programar: Formar programas, previa declaración de lo que se piensa hacer y anuncio de la parte de que se ha de componer un acto o una serie de ello .

efectividad global de los equipos con la activa participación de sus operadores.

El moderno mundo de alta competitividad requiere que las administraciones de empresas atiendan con responsabilidad los siguientes requerimientos:

- Mejorar los equipos a su más alto nivel de rendimiento
  - Determinar el rendimiento y condición actual del equipo
  - Identificación de los problemas (analizar pérdidas)
  - Desarrollar mejoramientos
  - Usar técnicas de resolución de problemas
  - Utilizar todos los recursos disponibles (operadores, mantenimiento, ingenieros, supervisores, proveedores, contratistas)
- Mantener los equipos al más alto nivel de disponibilidad
  - Sistema efectivo de mantenimiento preventivo (con o sin TPM)
  - Mantenimiento predictivo
  - Inspeccionando continuamente los equipos (detección de los defectos escondidos)
  - Conservando de sus equipos limpios.

- Utilizando sus dos mejores recursos: mantenedores y operadores.

Con esto, las metas del TPM son:

- Cero tiempos de parada no planeados.
- Cero productos defectuosos causados por equipos.
- Cero pérdidas de velocidad de equipos.

### **2.1.3 Mantenimiento Preventivo**

#### **2.1.3.1 Objetivo**

Minimizar el tiempo que se puede perder en paradas de producción, hasta el punto de no tener ninguna parada de producción no planificada.

Siempre es necesario tener un mínimo de mantenimiento para evitar un colapso en el sistema de producción, este puede incluir lubricación y ciertos ajustes que eviten una parada total o parcial de la producción.

#### **2.1.3.2 Tareas**

El mantenimiento preventivo aplicado a las Plantas de Concreto debe llevar consigo una planificación de las siguientes tareas:

- Limpieza

Dada las condiciones de trabajo de las plantas de concreto por su exposición a polvo generado por los

agregados y, más crítico aún, el cemento, la limpieza debe ser una rutina de mínimo dos veces al día

- Lubricación

Todo personal que forma parte del personal de la Planta de Concreto debe tener un conocimiento de lubricantes, sus funciones y aplicaciones, al menos básico, para así poder estar en capacidad de seleccionar aceites y grasas de acuerdo a las condiciones de operación.

Se debe reconocer sus propiedades para determinar su estado de utilización y qué factores afectan las propiedades de los aceites y grasas; para luego, a través de análisis de muestras de aceites podemos comprender las causas originadoras de distintas fallas en los equipos, los tipos de desgaste, reconociendo su origen y sabiendo cómo eliminarlos.

- Inspección visual

Uno de los métodos históricos, y que seguirá siempre siendo útil, para detectar precozmente fallos es la pura y simple observación visual. Esta visión directa, a medida que han ido evolucionando las técnicas de ayuda, se han ido complementando con elementos de acceso a zonas difíciles basados en endoscopías que se

fundamentan en incorporar un sistema de fibra óptica con una lente

- Ajustes

Los operadores son quienes se encuentran en mejor posición para asegurar diariamente que todos los elementos de sujeción estén correctamente tensados..

Para iniciar un programa de ajuste se debe llegar a un acuerdo acerca de cuáles deberían ser las calibraciones normales de los equipos.

Los ajustes deben llevarse a cabo sobre la base de mediciones o lecturas tales como el desgaste de las herramientas o componentes, mantenimiento de la temperatura o de la presión, mediciones/tolerancia de piezas, etc.

El hacer demasiados ajustes puede ser indicio de las necesidades de mejoramiento del equipo.

- Reparaciones menores

Por trabajos de reparación se entienden todas las medidas que contribuyan a restaurar el estado teórico del equipo.

La reparación planificada se lleva a cabo cuando en la Inspección Visual se ha constatado un estado real que

permita suponer que pronto va a producirse una falla. En este caso se puede planificar y preparar las medidas necesarias de mantenimiento, con la ventaja de que la reparación se puede ejecutar en forma rápida y racional.

### **2.1.3.3 Metodologías**

Existen varias metodologías del mantenimiento preventivo. Estas buscan mantener un nivel dado de rendimiento por parte de la maquinaria y se elige aquella política que proporciona el menor costo total. La aplicación de las mismas varía según el tiempo y cargas de trabajo que se le asignan a la maquinaria.

Es posible utilizar más de una política de mantenimiento preventivo para una maquinaria.

- Metodología del mantenimiento periódico

Esta metodología consiste en que cada cierto tiempo o cada determinada cantidad de trabajo se hace necesario hacer una revisión de las piezas y, si es necesario, llevara cabo los cambios de aceite, lubricación y el reemplazo de las piezas desgastadas.

- Metodología del reemplazo por grupo

A menudo es factible tener un plan de reemplazo por grupo cuando un gran número de artículos idénticos

y de bajo costo tienen una tendencia creciente a fallar con su uso. Cuando se hace un reemplazo de grupo, todos los artículos del grupo son reemplazados a la vez, independientemente de la edad.

- Metodología del reemplazo individual

Para aplicar este tipo de metodología es necesario conocer la distribución de descompostura de la única pieza. Independientemente de utilizar una política de reemplazo individual o de grupo se debe tener en cuenta los costos de reemplazo y que cuando los artículos fallan durante un intervalo, se reemplacen durante el mismo.

- Metodología de máquinas de reserva

La previsión de poner en operación una máquina de reserva cuando falla una máquina de la línea es otra forma de mantener el servicio. Esta alternativa no toma el lugar del mantenimiento de rutina; sirve para asegurar la producción y esta política se utiliza normalmente cuando no se tiene un programa de mantenimiento preventivo.

Esta metodología tiene la desventaja de que la máquina de reserva ocupa espacio, debe revisarse periódicamente y el valor de la máquina se deprecia aun cuando no se esté utilizando. Todo esto lleva a un

incremento en los costos, lo que no hace muy atractivo utilizar esta política.

#### **2.1.3.4 Ventajas**

Al tener un programa de mantenimiento preventivo y ejecutarlo se tiene un menor índice de paradas de producción no planificadas, o se eliminan por completo, logrando con esto todos los beneficios del mantenimiento preventivo tales como:

- Se disminuyen los costos por no haber tiempos ociosos.
- Aumenta la vida útil de la maquinaria.
- Aumenta la capacidad instalada.
- Se facilita la identificación de los problemas que pueda presentar la maquinaria.
- Al tener identificados los problemas aumenta la seguridad de los trabajadores dentro de la planta.
- Si se tienen paradas, existe un costo de oportunidad, el cual, al tener mantenimiento preventivo se elimina.
- Se tiene mayor seguridad de cumplir con la producción por lo que se disminuyen inventarios.
- Al tener un nivel regular de producción y un control sobre la maquinaria, se logra un mejor nivel de calidad del producto y disminución en los niveles de desperdicio.

### 2.1.3.5 Equilibrio de costos

Dadas las ventajas analizadas anteriormente que provee el Mantenimiento Preventivo y los efectos ya conocidos que se tienen a causa del Mantenimiento Correctivo, es aconsejable el implementar un mantenimiento preventivo para reducir los costos por reparaciones y fallas en la maquinaria. Para conocer hasta qué punto es aconsejable aplicar el mantenimiento preventivo depende de una evaluación previa.

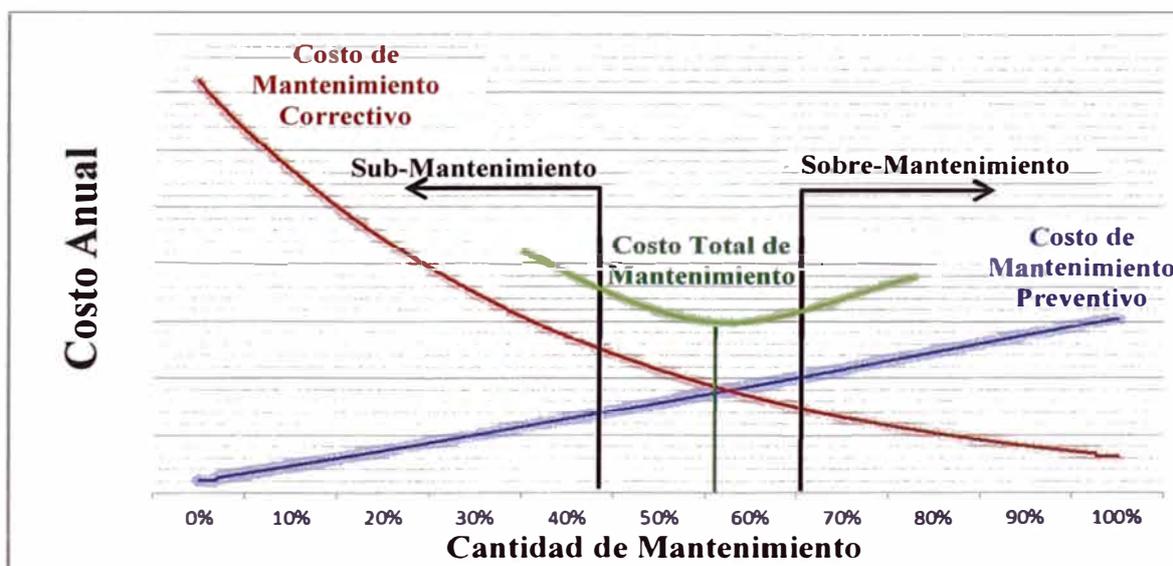


Ilustración 2.2 - Equilibrio de costos de mantenimiento

Como se observa en la Ilustración 2.2, los costos de mantenimiento correctivo disminuyen, al igual que el costo total de mantenimiento, pero se llega a un punto donde el gasto adicional de mantenimiento preventivo es antieconómico dado que el dinero que se ahorra por

descomposturas ya no es mayor al dinero que se gasta en el mantenimiento. Por consiguiente el punto mínimo del costo total de mantenimiento es el punto óptimo, ya que aplicando mantenimiento preventivo se ahorra en mayor cantidad que lo que se gasta en reparaciones.

## **2.2 CONCRETO**

### **2.2.1 Definición de Concreto**

El concreto u hormigón puede definirse como la mezcla de un material aglutinante (Cemento), agregados, agua y eventualmente aditivos que al endurecerse forma un todo compacto (piedra artificial) y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión.

Entre las principales características y funciones de los componentes del Concreto tenemos:

#### **2.2.1.1 Cemento**

El cemento más empleado es el del tipo Portland el cual tiene propiedades tanto adhesivas como cohesivas que le dan capacidad de aglutinar los agregados o áridos para conformar el concreto. Estas propiedades dependen mucho de su composición química, grado de hidratación, finura de la partículas, velocidad de fraguado, calor de hidratación y la resistencia mecánica capaz de desarrollar.

### **2.2.1.2 Agua**

El agua es el elemento que hidrata las partículas de cemento y hace que éstas desarrollen sus propiedades aglutinantes.

Al mezclarse el agua con el cemento se produce la pasta, la cual puede ser más o menos diluida, según la cantidad de agua que se agregue. Al endurecer la pasta, como consecuencia del fraguado, parte del agua queda fija (agua de hidratación) en la estructura rígida de la pasta y el resto queda como agua evaporable.

### **2.2.1.3 Agregados o áridos**

Pueden tomarse en consideración todos aquellos materiales que poseen una resistencia propia, no perturban ni afectan el proceso de endurecimiento del cemento, es decir que son inertes y garantizan una adherencia suficiente con la pasta de cemento endurecida. Estos materiales pueden ser naturales o artificiales, dependiendo de su origen.

Los agregados actúan como material de relleno haciendo más económica la mezcla; además, en combinación con la pasta fraguada, también proporcionan parte de la resistencia mecánica característica a la compresión, debido a que éstos tienen una resistencia propia que aportan al concreto como masa endurecida. Cuando la mezcla de concreto pasa

del estado plástico al endurecido durante el proceso de fraguado, los agregados controlan los cambios volumétricos de la pasta, evitando que se generen agrietamientos por retracción plástica que puedan afectar la resistencia al concreto.

#### **2.2.1.4 Aditivos**

Pueden ser reductores de agua, retardantes o acelerantes, inclusores de aire, las puzolanas, los colorantes, etc.

Éstos pueden ser utilizados para modificar las propiedades del concreto de manera que lo hagan más adecuado para las condiciones de trabajo. Pero, también ser usados por razones de orden económico, ya que permiten, en algunos casos reducir los costos de fabricación del concreto.

#### **2.2.2 Diseños de Mezcla**

Es la proporción de mezclas de concreto, proceso que consiste de pasos dependientes entre sí:

- Selección de los ingredientes convenientes (cemento, agregados, agua y aditivos).
- Determinación de sus cantidades relativas “proporción” para producir un, tan económico como sea posible, un concreto de trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada.

de acuerdo al grado de dureza que se quiere obtener en el concreto curado según la aplicación en la que se va a emplear el concreto.

### **2.3.2 Clasificación de las Plantas de Concreto**

Existen distintos tipos de plantas de concreto, en general se pueden clasificar distinguiendo el tipo de concreto producido y la movilidad del equipo.

#### **2.3.2.1 Por el tipo de concreto producido**

Según el tipo de concreto entregado, podemos clasificar las plantas de concreto en:

##### **Plantas Mezcladoras**

Son aquellas plantas que manipulan los agregados que forman el concreto y entregan como producto final el concreto ya mezclado pudiéndose utilizar este directamente en una línea de producción o bien para transportarse en camiones.

##### **Plantas Dosificadoras**

Son aquellas plantas que a diferencia de las mezcladoras no cuentan con una tolva de mezclado sino que la mezcla de los agregados del concreto se da en el Camión Mixer donde se va a transportar.

### 2.3.2.2 Por su movilidad

Y, a su vez, estos dos tipos de plantas pueden distinguirse conforme su movilidad, facilidad en el transporte y montaje:

Plantas Estacionarias, ver Ilustración 2.3.

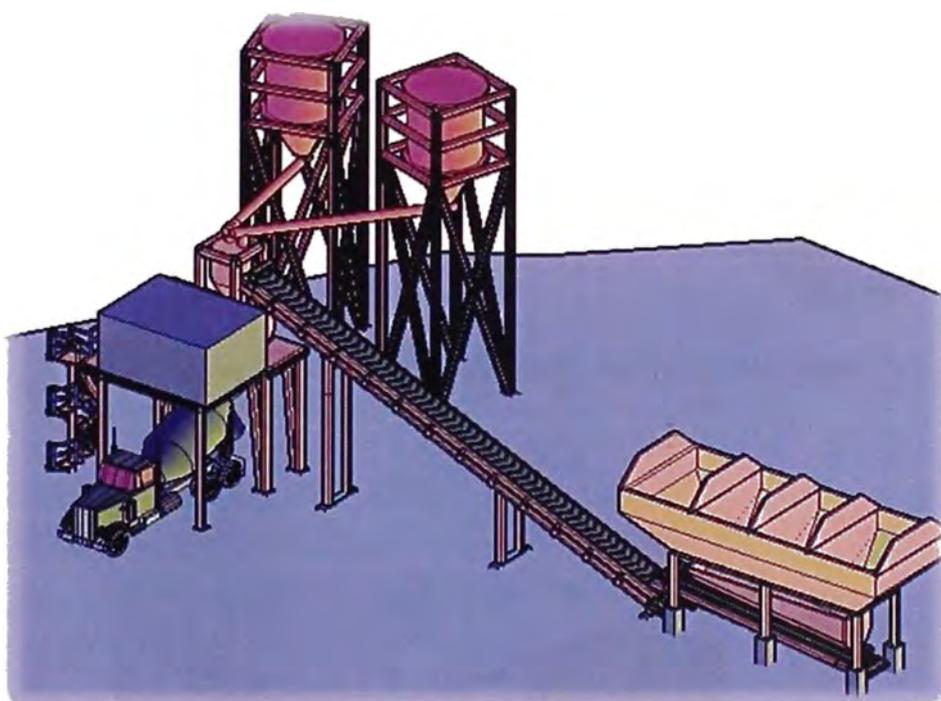


Ilustración 2.3 - Planta de Concreto Estacionaria típica

Plantas Móviles, ver Ilustración 2.4 y 2.5.



Ilustración 2.4 - Planta de Concreto Móvil en transporte

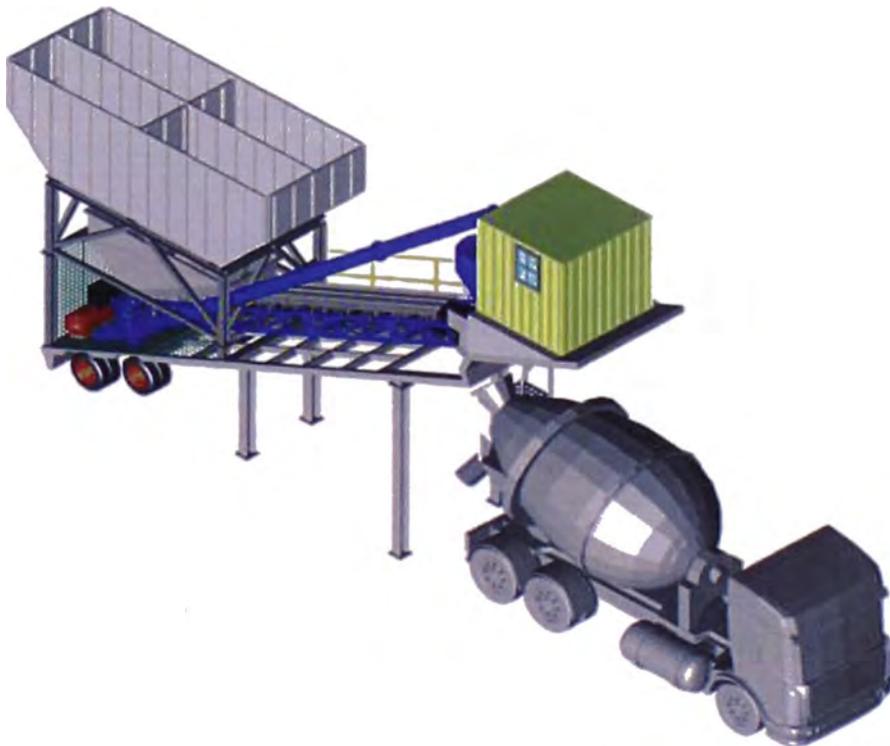


Ilustración 2.5 - Planta de Concreto Móvil instalada

### **2.3.3 Componentes de una Planta de Concreto**

A continuación, describiremo cada uno de los distintos sistemas que forman parte de una planta de concreto estándar del tipo mezcladora estacionaria, elegimo las platas de concreto del tipo estacionarias ya que es este tipo el que abarca la mayor cantidad de equipos a diferencia de una planta dosificadora.

La ubicación de cada uno de estos componentes se muestra en la Ilustración 2.6.

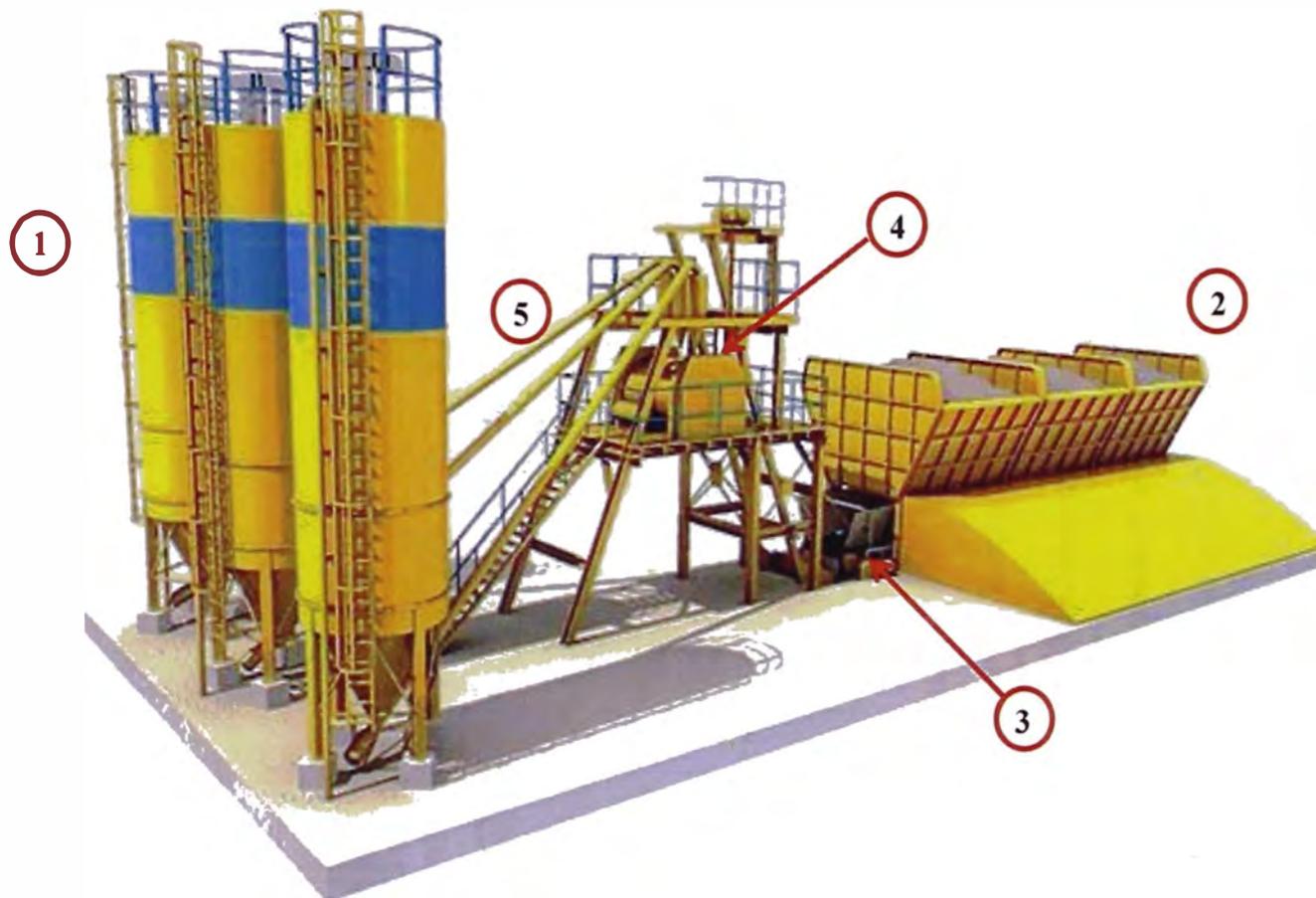


Ilustración 2.6 – Principales componentes de una Planta de Concreto estacionaria

(1) Almacenamiento de Cemento

(2) Almacenamiento de Agregados

(3) Skip

(4) Mezclador

(5) Tornillo sinfín

(6) Correa transportadora

### 2.3.3.1 Silos de Almacenamiento de Cemento

El cemento a granel es almacenado en Silos y es retirado a través de un tornillo sinfín, hasta el Mezclador.

Un silo es un cuerpo cilíndrico metálico cerrado apoyado en cuatro pies. El cemento a granel es transportado por camiones (conocidos coloquialmente como Bombonas), el llenado del Silo se realiza mediante aire comprimido por una tubería que desemboca en la parte alta del silo; durante el llenado, el aire contenido en el silo escapa por un filtro de mangas ubicado en lo alto del silo. Ver la Ilustración 2.7.

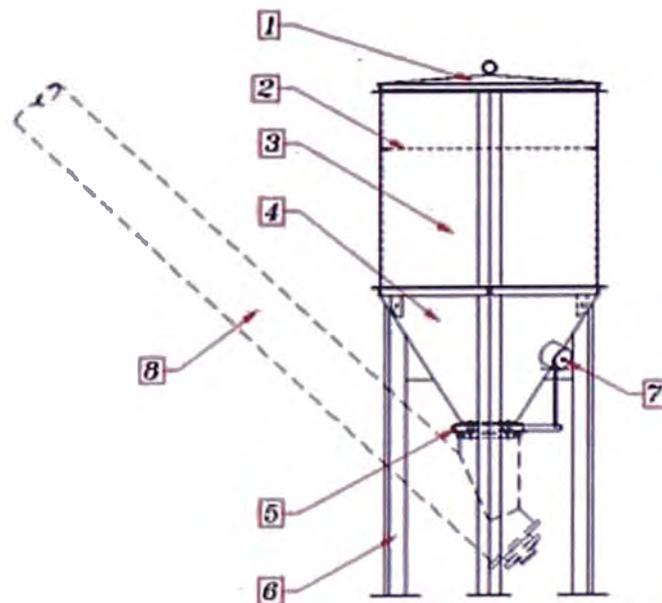


Ilustración 2.7 - Partes de un Silo de Cemento

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| (1) Tapa boca de carga. | (5) Válvula de cierre  |
| (2) Rejilla Superior.   | (6) Pata de apoyo      |
| (3) Cilindro.           | (7) Fluidificador      |
| (4) Cono                | (8) Tornillo extractor |

### 2.3.3.2 Tolvas de Almacenamiento de Agregados

Los agregados (piedras y arena) son almacenados en Tolvas las cuales son llenadas, por Cargadores Frontales que acceden a estas a través de una rampa lateral. Las tolvas cuentan con unas compuertas en la parte inferior accionadas por válvulas electro neumáticas que regulan la salida de los agregados, de acuerdo al tipo de concreto a preparar, a una faja transportadora que lleva el material hasta el Skip. Las partes de las tolvas se muestran en la Ilustración 2.8.

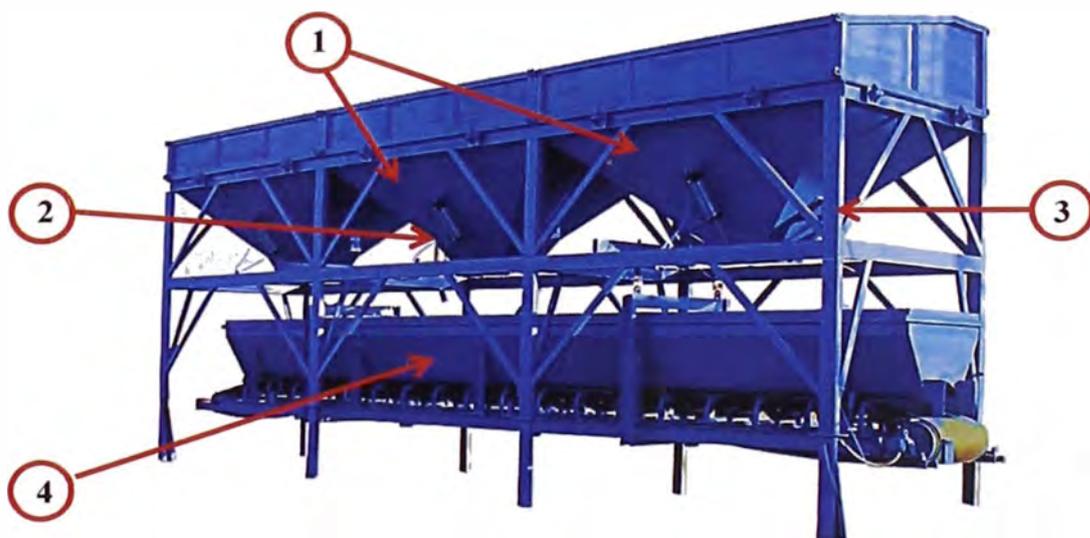


Ilustración 2.8 - Partes de una Tolva de Agregados

(1) Tolvas

(2) Mecanismo de  
apertura de tolva

(3) Vibrador

(4) Chute de recepción

### 2.3.3.3 Tornillo sinfín

El cemento es transportado desde la base del silo hasta la balanza de cemento por un tornillo sinfín para luego pasar al Mezclador donde es pesado de acuerdo al diseño del concreto que se va a preparar.

El tornillo de cemento es un tubo provisto de toberas de entrada y salida, en el cual gira un tornillo metálico cuyo eje está sostenido en sus extremos por cojinetes. La rotación es accionada por un motorreductor que actúa en un extremo del eje, sea directamente o bien por intermedio de poleas o correas. Los modelos típicos en la Ilustración 2.9.



Ilustración 2.9 - Tornillos sinfín típicos

### 2.3.3.4 Correa transportadora

Su principio es el transporte de material sobre una banda flexible (telas de algodón, nylon, o poliéster, con o sin coberturas de goma, pvc, o poliuretano; mallas de acero o plásticas, enrejadas o en láminas; etc.), la cual se adapta a las necesidades y características del material. La banda se desliza sobre una cuna de rodillos, los cuales acompañan y guían la banda en todo su recorrido, como se ve en la Ilustración 2.10. La trayectoria puede ser horizontal, inclinado, o una combinación de estas direcciones.

En las Plantas de Concreto, su función es la de llevar los agregados de las tolvas de almacenamiento y alimentar el skip.

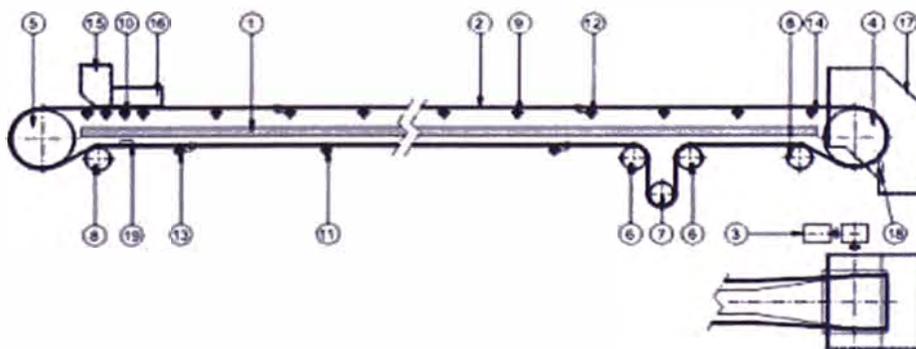


Ilustración 2.10 - Partes de una Faja Transportadora

- |                          |                                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| (1) Estructura           | (11) Rodillo de retorno             |
| (2) Cinta transportadora | (12) Rodillo de carga autoalineante |
| (3) Grupo motriz         | (13) Rodillo de retorno             |
| (4) Polea motriz         |                                     |

- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| (5) Polea de cola       | autoalineante            |
| (6) Polea de desvío     | (14) Transición          |
| (7) Contrapeso          | (15) Tolva de carga      |
| (8) Rolo de abrace      | (16) Cargador            |
| (9) Rodillo de carga    | (17) Tolva de descarga   |
| (10) Rodillo de impacto | (18) Rascador            |
|                         | (19) Rascador de retorno |

### 2.3.3.5 Skip

El Skip es un carro movable que traslada verticalmente los agregados. Es alimentado por la faja transportadora que está debajo de las tolvas y descarga en el mezclador el mismo que es accionado por un motor reductor acoplado a una polea excéntrica con frenos. Su ubicación en la Ilustración 2.11.



Ilustración 2.11 - Ubicación del Skip

### 2.3.3.6 Mezclador

El Mezclador es aquel tambor donde se juntan tanto el cemento, los agregados, el agua y los aditivos y se encarga de mezclar estos hasta homogenizar la mezcla a través de unas paletas que tiene en su interior, ver en la Ilustración 2.12.

Está montado en la parte superior de la planta de manera que los Camiones Mixer puedan ubicarse debajo de él para el llenado con el concreto producido.

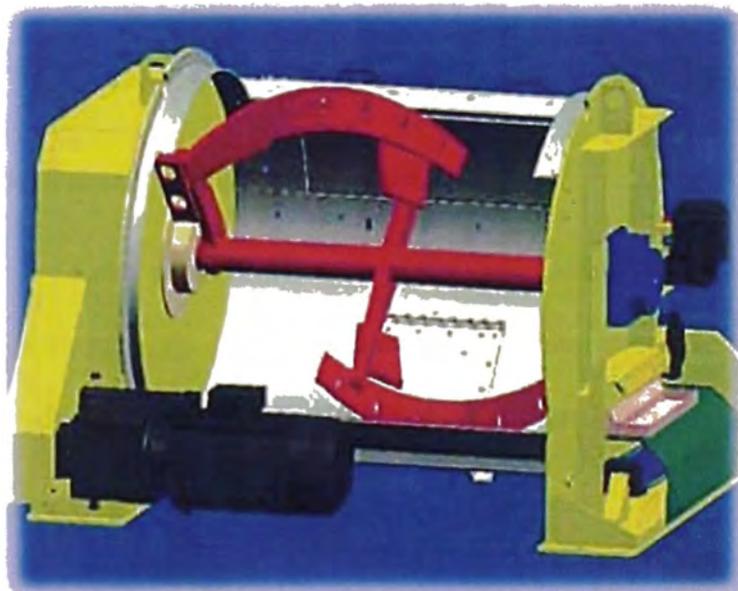


Ilustración 2.12 - Mezclador de un eje y espiral doble

### 2.3.3.7 Transporte de Agua y Aditivos

El agua es dosificada en el reservorio a través de una válvula electro neumático hasta alcanzar el peso de agua adecuado, la dosis de agua puede ser hecha volumétricamente por instrumento que mide la cantidad a través de pulso o

bien por una balanza. Luego de esto, esta agua es descargada, a través de una bomba, en el mezclador parcialmente por gravedad y otra por pulverización a presión esto ayuda para agilizar la homogenización de la mezcla.

De manera similar se trabaja con los aditivos químicos que requiera el concreto a preparar.

#### **2.3.3.8 Equipos Auxiliares**

Como equipo auxiliares a la planta se tienen Sistema de Compresor y Secador de Aire, Bomba de Agua, Bomba de Aditivos, Generador eléctrico y otros afines a la planta.

### **2.3.4 Operación de una Planta de Concreto**

Este procedimiento deberá estar implicado al contrato y se compondrá de las condiciones de puesta en marcha, planificación, producción, secuencia, tiempo de procesamiento y control.

#### **2.3.4.1 Responsables**

Actualmente son pocas las empresas que cuentan con procedimientos para la producción siendo éste una exigencia si se quiere alcanzar por una Gestión de Calidad Total.

GE	Gerencia de Equipos
IE	Ingeniero de Equipos
GSSTMA	Gerencia de Seguridad, Salud y Medio Ambiente

## GCC Gerencia de Control de Calidad

La GE deberá coordinar con el IE y asegurar que se cuentan con los recursos necesarios para por ejecutar el procedimiento aprobado.

El IE deberá asegurar que las distintas actividades son conducidas de acuerdo con el procedimiento aprobado.

La GSSTMA, a través de sus Técnicos en Seguridad, asegurará la implementación de todos los procedimientos de SSTMA relacionados a la naturaleza del trabajo evitando así cualquier incidente.

La GCC, a través de sus Inspectores de Laboratorio, verificará las distintas actividades durante la ejecución de este procedimiento, llevando el registro correspondiente de estas actividades.

### **2.3.4.2 Mano de obra, equipos y materiales**

Los tipos y cantidades de los siguientes ítems serán dimensionados de acuerdo a los requerimientos solicitados, siendo unos consecuencia de otros, dependiendo del tipo de proyecto en que se esté trabajando basado en un análisis de costo y tiempo de servicio se puede optar bien por compra de equipos y contratación de personal o bien alquilar los equipos y subcontratar al personal.

## Mano de obra

Ingeniero de Equipos, Supervisor de Planta de Concreto, Operadores de Planta, Operadores de Camión Mixer, Operadores de Bomba de Concreto, Operadores de Cargador sobre ruedas y Ayudantes.

Para el dimensionamiento de las cantidades de la mano de obra consideraremos los siguientes factores:

- Volumen diario de producción
- Turnos de producción (8 o 12 horas, diurno y/o nocturno, etc.)

## Equipos

Planta de Concreto, Camiones Mixer, Bomba de Concreto y Cargador sobre ruedas.

Las cantidades de estos equipos deben ser calculados tomando en cuenta:

- Volumen diario de producción
- Turnos de producción (8 o 12 horas, diurno y/o nocturno, etc.)
- capacidad de producción de la planta (consecuencia del requerimiento diario de producción)
- Distancias de transporte (considerar número de frentes de servicio)

- **Materiales**

Cemento, Agregados, Arena, Agua y Aditivos.

Las cantidades de éstos serán dimensionados en base a la producción mensual de la planta considerando el abastecimiento diario de los mismos.

**2.3.4.3 Producción de Concreto**

Los diferentes tipos de diseños de mezcla de hormigón fabricado por la Plantas se identifican por su grado de resistencia y debe estar listados en el documento Diseños de mezcla de Concreto, aprobado por la GCC. En caso de cualquier cambio se deberá informar al IE para hacer los ajustes correspondientes en la Planta.

La calidad del cemento, arena y agregados utilizados en los diseños de concreto deberán ser aprobados por los Inspectores de la GCC en el sitio de trabajo con la periodicidad necesaria de acuerdo con los condiciones climáticas del lugar, características de los materiales y procedimientos internos de la compañía.

**2.3.4.4 Planificación de la Producción de Concreto**

El IE deberá recibir la Programación Semanal de producción de Concreto que será enviada por el área de Planeamiento, y este programa debe ser actualizado de

acuerdo como las solicitudes de concreto confirmadas por los frentes de trabajo a lo largo de la semana, regidos por las fechas estipuladas para concluir todos los trabajos.

#### **2.3.4.5 Recepción de los materiales a usarse en el concreto**

Antes de comenzar la fabricación de concreto se debe determinar quién será el responsable de la recepción de cemento, agregados, arena y aditivos, el IE deberá llevar un control del stock de materiales y actualizarlo de acuerdo a los pedidos diarios.

En el caso de los agregado y la arena, se debe chequear la información de la Nota de Entrega y compararla con la Orden de Compra y hacer una inspección visual y junto al personal de GCC hacer las pruebas de laboratorio necesarias, junto con Q D y la comparación con muestra previamente aprobado. Después de la recepción satisfactoria de los agregados y la arena, se procederá a la aprobación, continuando con la descarga en el lugar de almacenamiento previamente identificada. En el lugar de almacenamiento, se separan los diferentes tipos de agregados según su granulometría para evitar la mezcla de ellos, y contaminarlas.

En el caso del cemento, se debe cotejar la información en la Nota de Entrega frente a la Orden de Compra para confirmar la fecha, cantidad y tipo de cemento, también e

necesario comprobar la temperatura del cemento. El sitio de almacenamiento será en Silos y sus entradas deben permanecer siempre cerradas para mantener el cemento en condiciones apropiadas para su utilización en la producción de concreto

Para estos dos materiales, los camiones (conocidas coloquialmente como bombonas) que los transportan deben ser pesados antes y después de la descarga para confirmar la cantidad que se está entregando.

En el caso de los aditivos, de la misma manera, se debe comprobar la información en la Nota de Entrega con la Orden de Compra, fecha de producción, volumen y de ignación, y también confirmar que todo el envase se encuentra en buenas condiciones identificado con la etiqueta correcta, tomando nota de su fecha de caducidad.

#### **2.3.4.6 Operaciones para la producción de concreto**

El concreto debe ser preparado por medios mecánico mezcladores, con materiales que respeten todas las disposiciones legales, de conformidad con la norma técnica seleccionada.

El orden en la adición de los materiales podrán variar según el tipo de diseño de la mezcla, en los casos en general

se puede establecer el siguiente orden, primero los agregados, seguido por el cemento y por último el agua y los aditivos.

El tiempo de mezclado deberá ser verificado por Operador de Planta y éste no debe ser superior a los valores recomendados por el fabricante de la planta; en general, se puede considerar 15seg por batch.

La composición de la mezcla no debe ser modificada después de ser descargada en el Camión Mixer, con excepción del agua. La cantidad de agua deberá ser corregida por el personal de Laboratorio de acuerdo con la variación de la humedad de los agregados a fin de respetar la relación agua-cemento especificada en el diseño del concreto. El valor de la Humedad deberá ser hallada todos los días al comenzar la jornada de trabajo se le informará al Operador para cambiar los parámetros de la planta.

La consistencia normal del concreto, verificada por el método del cono de Abrams, y la cantidad de agua se determinará mediante ensayos con el fin de corroborar la resistencia a la compresión siendo verificado en la Planta como en el lugar de vaciado. Esta consistencia deberá ser comprobada por la GCC en cada uno de los camiones mixer cargados por la planta.

Se deberán generar dos copias de la Nota de Entrega del hormigón producido, una para el usuario final en el sitio y la otra que se quedará en la planta para los registros internos. Esta Nota de Entrega deberá contener la siguiente información.

- Código de la Planta de Concreto
- Número Nota de Entrega
- Cantidad de concreto (m<sup>3</sup>)
- Fecha y hora de producción
- Tipo de diseño de la mezcla de concreto
- Detalle de la cantidad de cada uno de los materiales

#### **2.3.4.7 Entrega del concreto**

La distancia entre la Planta de Concreto y los lugares de vaciado será lo más cercana posible. El IE deberá establecer un plan de transporte, mencionando el tipo de transporte a utilizar, la ruta a seguir y el tiempo estimado de la mezcla antes de su cura.

Para asegurar la calidad del concreto, además de un entrenamiento a los conductores de camiones mixer, ya que son ellos los responsables por el concreto de la planta hasta el lugar de vaciado.

Se considera que los camiones deberán estar preparados para mantener una mezcla uniforme, evitando la segregación,

además de permitir chequear y añadir agua en caso sea necesario.

#### **2.3.4.8 Puesta en marcha de la Planta de Concreto**

Se considera adecuado para la puesta en marcha de la producción de concreto la verificación de las condiciones básicas de la Planta de Concreto y su correcta instalación. Después del montaje, será considerado como lista para la entrega técnica de la Planta si el proveedor asegura que el equipo instalado en el lugar de trabajo tiene los cuenta litros y celdas de carga correctamente calibrados en las distintas tolva de para cada tipo de agregado así como en la balanza de cemento, a fin de cumplir con las cantidades exactas para los diseños de mezcla aprobados.

Además, después de cada 6 meses junto con la Gerencia de Control de la Calidad se deberá calibrar las celda de carga de la Planta, si es necesario, deberá solicitar la asistencia técnica del representante de proveedor de la Planta para hacer cualquier corrección en su calibración.

#### **2.3.5 Mapa de Procesos**

Un mapa de procesos es una representación que contribuye a hacer visible el trabajo que se lleva a cabo con esto podemos percatarnos de tareas o pasos que a menudo pasan desapercibidos en el día a día, y que sin embargo, afectan positiva o negativamente el

resultado final del trabajo; además, nos permite identificar claramente los individuos que intervienen en el proceso, la tarea que realizan, a quién afectan cuando su trabajo no se realiza. Con esto, en la Ilustración 2.13 se muestra el mapa de procesos de una planta de concreto.

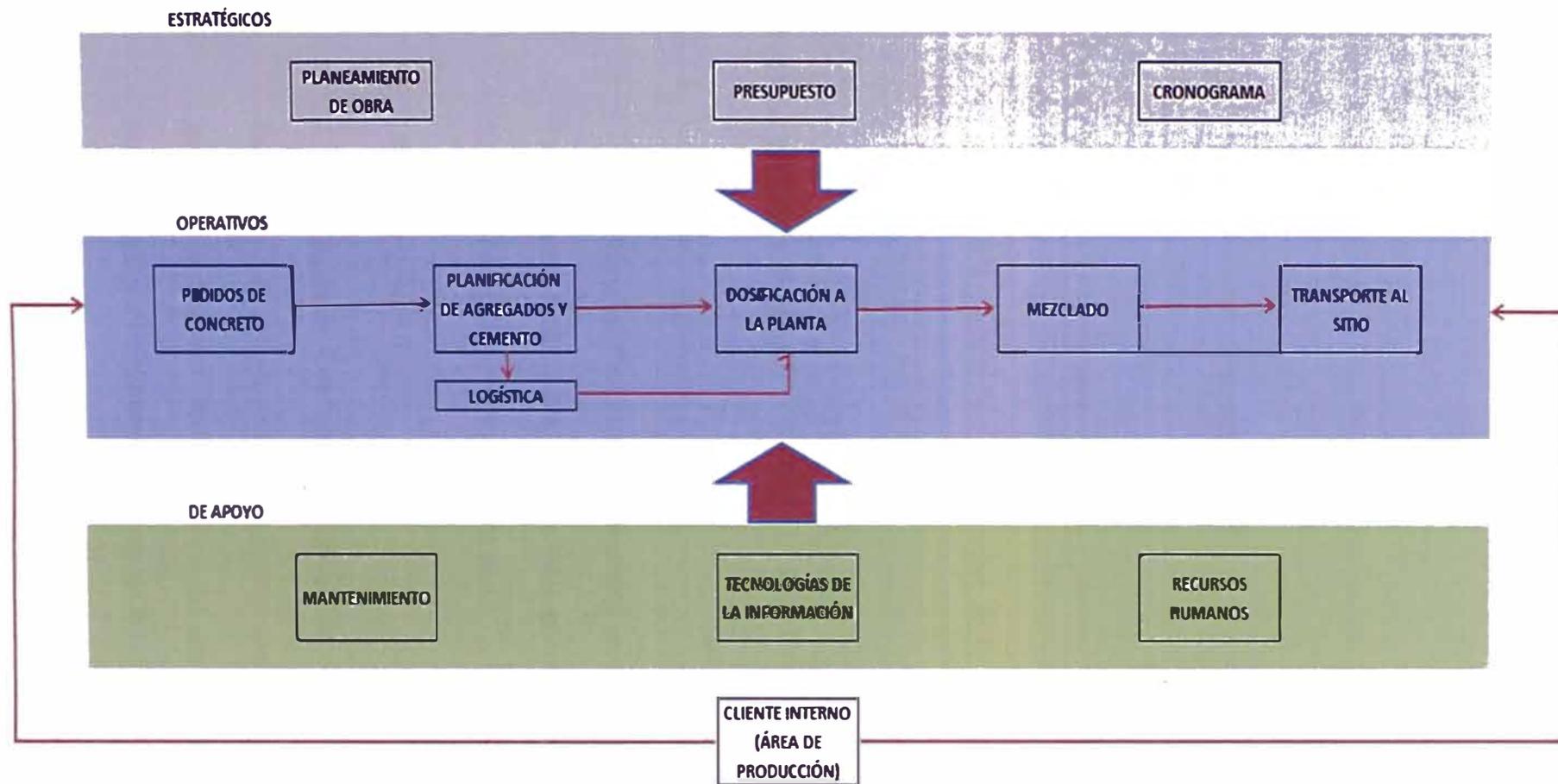


Ilustración 2.13 - Mapa de Procesos de una Planta de Concreto

## Capítulo III

# DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA PLANTA DE CONCRETO

### 3.1 DEFINICIÓN DEL EQUIPO

#### 3.1.1 Características técnicas generales

La Planta de Concreto dimensionada para abastecer al proyecto Tercer Anillo Vial cuenta con dos (02) Mezcladores para producir Concreto a un ratio de  $105\text{m}^3/\text{hr}$  cada uno.

#### 3.1.2 Ubicación geográfica

La Planta de Concreto está ubicada en el Área Industrial<sup>4</sup>, ver Ilustración 3.1, del proyecto en la misma ciudad de Trípoli en una zona de crecimiento inmobiliario a 10 minutos del Aeropuerto Internacional y a 10 minutos del centro de la ciudad.

---

<sup>4</sup> Ver <http://goo.gl/maps/Ld6BF>

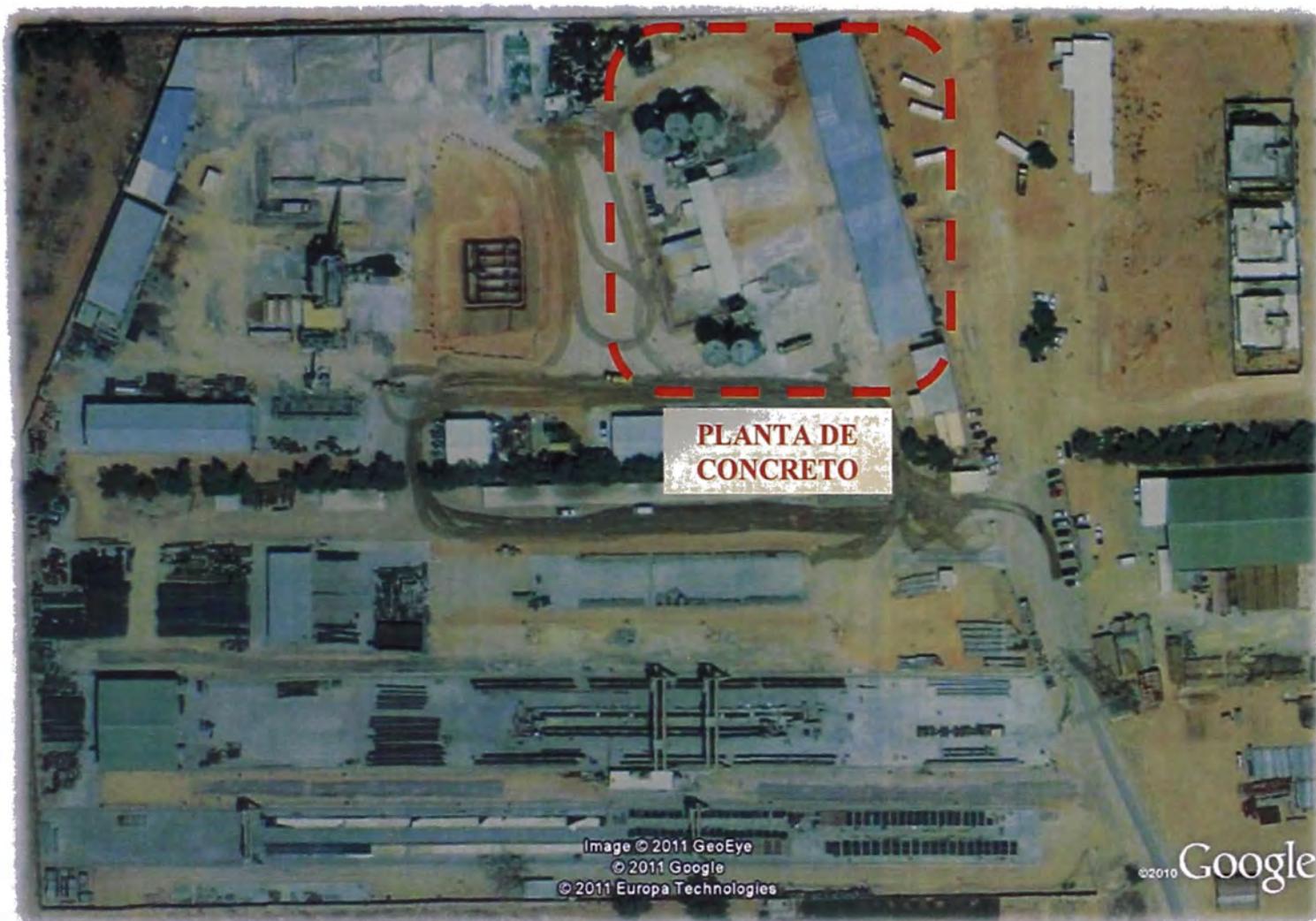


Ilustración 3.1 – Vista general del Área Industrial de LBCD

### 3.1.3 Disposición general de la Planta de Concreto

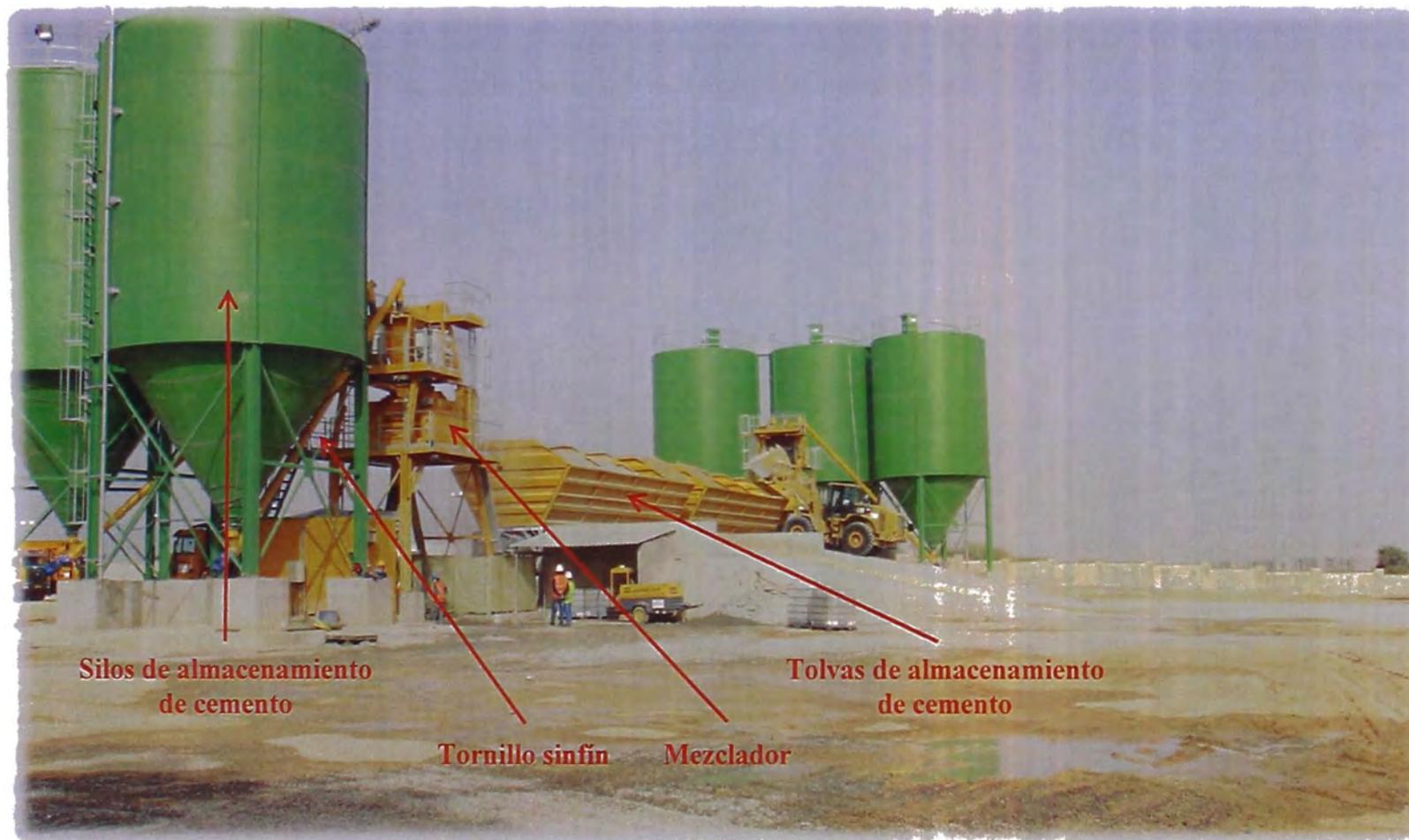


Ilustración 3.2 - Disposición general de la Planta de Concreto LBCD

### 3.2 LISTADO DE PRINCIPALES COMPONENTES

Tabla 3.1 - Listado de principales componentes de Planta de Concreto en estudio

<i>Equipo</i>	<i>Marca</i>	<i>Modelo</i>	<i>Código Interno</i>
Planta de Concreto N°1	Elba	EBCD105C	22.105.001
Planta de Concreto N°2	Elba	EBCD105C	22.105.002
Silo de Cemento	Kurz	Bolted	70.500.001
Silo de Cemento	Kurz	Bolted	70.500.002
Silo de Cemento	Kurz	Bolted	70.500.003
Silo de Cemento	Kurz	Bolted	70.500.004
Silo de Cemento	Kurz	Bolted	70.500.005
Chiller	Höermann		08.015.001
Camión Mixer de Concreto	Astra / Cifa	SL9	14.009.001
Camión Mixer de Concreto	Astra / Cifa	SL9	14.009.002
Camión Mixer de Concreto	Astra / Cifa	SL9	14.009.003
Camión Mixer de Concreto	Astra / Cifa	SL9	14.009.004
Camión Mixer de Concreto	Astra / Cifa	SL9	14.009.005
Camión Mixer de Concreto	Astra / Cifa	SL9	14.009.006
Camión Mixer de Concreto	Astra / Cifa	SL9	14.009.007
Camión Mixer de Concreto	Astra / Cifa	SL9	14.009.008
Camión Mixer de Concreto	Astra / Cifa	SL9	14.009.009
Camión Mixer de Concreto	Astra / Cifa	SL9	14.009.010
Camión Bomba de Concreto	Astra / Cifa	PA 1506	14.150.001
Camión Bomba de Concreto	Astra / Cifa	PA 1506	14.150.002
Cargador Frontal	Caterpillar	966H	09.966.005

### 3.2.1 Silos

Tabla 3.2 - Características de los Silos

<i>Equipo</i>	<i>Marca</i>	<i>Modelo</i>	<i>Código Interno</i>
Silo de Cemento	Kurz	Bolted Silo Ø7000, 60°, 381m <sup>3</sup>	70.500.001
Silo de Cemento	Kurz	Bolted Silo Ø7000; 60°; 381m <sup>3</sup>	70.500.002
Silo de Cemento	Kurz	Bolted Silo Ø7000; 60°; 381m <sup>3</sup>	70.500.003
Silo de Cemento	Kurz	Bolted Silo Ø7000; 60°; 381m <sup>3</sup>	70.500.004
Silo de Cemento	Kurz	Bolted Silo Ø7000; 60°; 381m <sup>3</sup>	70.500.005



Ilustración 3.3 - Silo de Cemento Kurz

### 3.2.2 Mezclador de un eje con doble espiral

Tabla 3.3 - Características del Mezclador

<i>Equipo</i>	<i>Marca</i>	<i>Modelo</i>	<i>Número de Serie</i>
Mezclador de concreto	Elba	EMS 2000 H	420.05-1905.0 420.05-1906.0
Año de fabricación	2,008	Voltaje	400 / 600 V x 50 Hz
Peso aproximado	7,600 kg	Amperaje	2 x 67 A
Volumen Seco/Concreto	3,000 / 2,000 m <sup>3</sup>	Potencia	2 x 37 kW

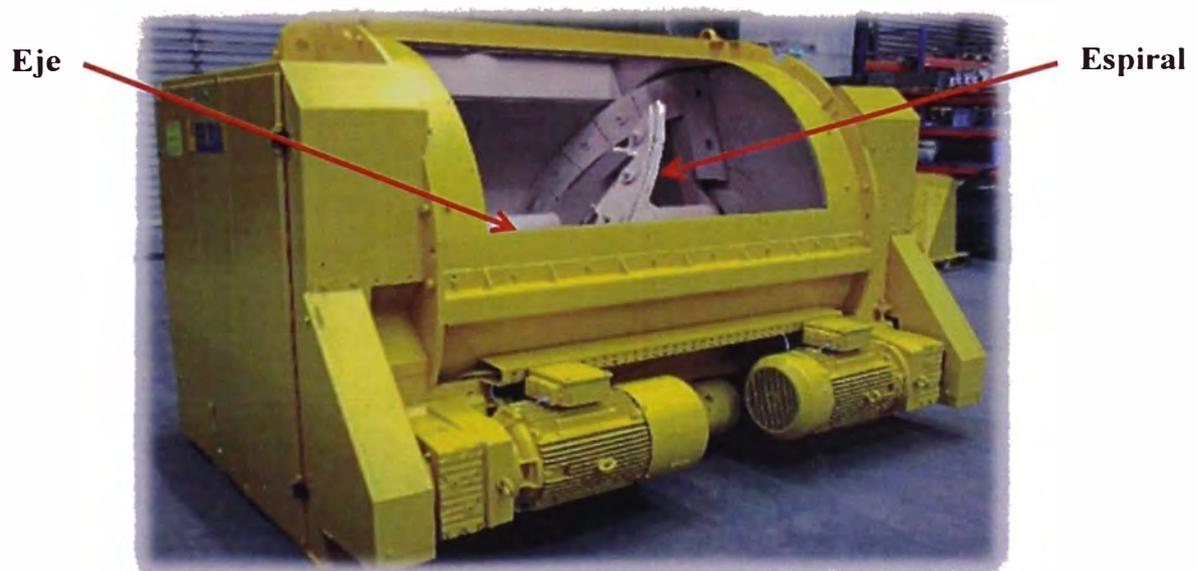


Ilustración 3. 4- Mezclador de Concreto Elba EMS 2000 H

### 3.2.3 Bomba de agua

<i>Equipo</i>	<i>Marca</i>	<i>Modelo</i>	<i>Número de Serie</i>
Bomba centrífuga de agua	Sea Land	CN 50	1208007186 0208007509
Año de fabricación	2,008	Voltaje	400 V x 50 Hz
Peso aproximado	67.5 kg	Amperaje	2 x 67 A
Diámetro de In/Out	65.00 / 50.00 mm	Potencia	7.5 hp (5.5 kW)



Ilustración 3.5 - Bomba Centrífuga Sea Land CN 50

### 3.2.4 Compresor

<i>Equipo</i>	<i>Marca</i>	<i>Modelo</i>	<i>Número de Serie</i>
Compresor de pistón	Kaeser	EPC 1500-500	1123 1135
Año de fabricación	2,008	Voltaje	400 V x 50 Hz
Presión máxima	10 bar	Volumen	1,500
Caudal efectivo	1,050 lt/min @ 6 bar	Potencia	7.5 kW



Ilustración 3.6 - Compresor de pistón Kaeser EPC 1500-500

### 3.2.5 Enfriador de agua (Chiller)

Tabla 3.4 - Características del Enfriador de agua

<i>Equipo</i>	<i>Marca</i>	<i>Modelo</i>	<i>Número de Serie</i>
Enfriador de agua	Höermann	Por Amonio	S/N
Capacidad de enfriar	15,000 lt/hr	Voltaje	400 V x 50 Hz
Rango de enfriamiento	de 50°C a 1°C	Compresor	HN 6 WA
Capacidad refrigeración	240 kW/hr	Potencia	55 kW

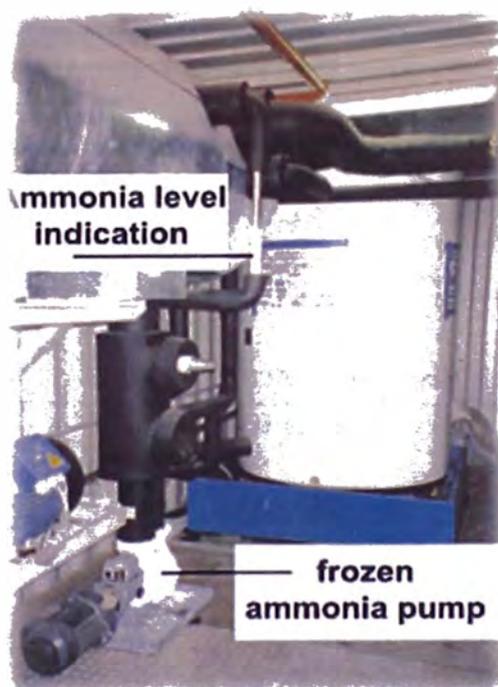


Ilustración 3.7 - Chiller tipo container Höermann

## 3.3 ANÁLISIS DE CONDICIÓN DEL EQUIPO

### 3.3.1 Cálculo de la Efectividad Global del Equipo (OEE)

La medición de la OEE permite esclarecer en todos los niveles de una empresa, los problemas actuales, el potencial para su solución y los beneficios a ganar. Esto exige técnicas de medición que puedan

aislar los problemas y el potencial de mejora en cada departamento en cualquier momento. La efectividad se mide por dos razones:

- Para ayudar a establecer prioridades entre proyectos de mejora; y
- Para reflejar sus resultados precisa y razonablemente.

Hallé la Efectividad Global del Equipo (OEE) por medio de los cálculos de la producción ya que por el servicio que ofrece la planta que solo funciona cuando se va a producir concreto y que los tiempos muertos son técnicamente nulos a no ser que se dé una falla en el equipo, falla que no ocurrió durante la semana que se observó el equipo.

Fórmula 3.1 - Efectividad global de los equipos (OEE)

$$OEE = \frac{\text{Output Real}}{\text{Output Teórico}} \times 100\%$$

Donde, Output es la capacidad de producción de la Planta de Concreto.

$$OEE = \frac{1.33 \text{ m}^3/\text{min}}{1.75 \text{ m}^3/\text{min}} \times 100\% = 76\%$$

Se debe indicar que para el valor de Output Real se consideró estrictamente el tiempo que la planta demora para producir cada batch de 2.00 m<sup>3</sup> de concreto puesto que hay factores ajenos a la planta (toma de muestras por parte del Laboratorio, tiempo de mezcla en los Camiones Mixer y otros) que pueden hacer más prolongado el tiempo

total de producir los 8.00 m<sup>3</sup> de concreto que es la capacidad total que cada uno de los Camiones Mixer puede transportar.

### **3.3.2 Auditoria del Equipo**

Para evaluar la condición actual de los equipos realicé un “análisis de condición” que se muestra en la Tabla 3.5, permite verificar:

- La confiabilidad.
- La capacidad.
- La condición general.
- Aspecto y limpieza.
- Facilidad de operación.
- Seguridad y medio ambiente.

La condición actual del equipo se mide según la siguiente escala de clasificación:

- (1) MALO (Por debajo de toda norma; no se debería utilizar).
- (2) REGULAR (Apenas aceptable, por debajo de toda norma).
- (3) PROMEDIO (Cumple con los requisitos, se puede mejorar).
- (4) BUENO (Podría mejorarse para lograr un mejor funcionamiento).
- (5) EXCELENTE (Cumple o excede todas las expectativas).

Tabla 3.5 - Auditoria de la Planta de Concreto

Equipo Nro. : 22.105.001		Descripción del Equipo: PLANTA DE CONCRETO					
Fecha : 11/01/2009		Evaluado por : ALEXIS BUSTIOS ORELLANA					
Escala de Calificación	1 Malo	2 Regular	3 Promedio	4 Bueno	5 Excelente	Puntaje Global	
	-----	-----	-----	-----	-----		
	1	2	3	*	4	5	3.6
<b>Confiabilidad</b>							
<i>Confiabilidad</i>						3.0	
Comentarios							
A pesar de que el equipo tiene menos de 6 meses de operación, aproximadamente 280.00 horas, sin embargo estamos teniendo algunas reparaciones en el equipo que se han efectuado en los días de descanso con lo que se ha podido mantener una disponibilidad mecánica de aproximadamente 80%, estas reparaciones han sido efectuadas con piezas de reposición que teníamos en stock pero de no tener los repuestos podrían hacer que la planta esté detenida por varios días.							
<b>Capacidad del Equipo</b>							
<i>¿Qué piensa que podría hacer su equipo?</i>						4.0	
Comentarios							
La capacidad teórica de la planta es de 1.75.00 m <sup>3</sup> /min (105 m <sup>3</sup> /hr) con lo que se podría producir hasta 650.00 m <sup>3</sup> de concreto aproximadamente, actualmente la producción promedio es de 250.00 m <sup>3</sup> por día (un turno de 8 horas).							
<b>Condición general del equipo</b>							
<i>Apariencia / Limpieza</i>						3.0	
<i>Facilidad de Operación</i>						5.0	
<i>Seguridad / Medio ambiente</i>						3.0	
Comentarios							
Actualmente la planta se encuentra limpia, hemos empezado a usar un desincrustante de concreto (Sika Decap) que ayuda a mantener las superficies limpias sin embargo todavía tenemos mucho por limpiar sobre todo las vigas de acero que fungen de columna del mezclador.							
Su operación es muy sencilla por el panel de control que tiene todo claramente explicado. Es chequeado constantemente por los Supervisores de Seguridad quienes nos dan el visto bueno con respecto a la operación general de la planta. En lo referente al Medio Ambiente, aún tenemos algunos puntos por levantar dado que nuestras fosas de decantación están presentando algunos problemas de atoro por sólidos, actualmente estamos trabajando en eso.							

### **3.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO EJECUTADO CON MAYOR INCIDENCIA EN LA OPERACIÓN**

#### **3.4.1 Cambio de la válvula neumática dosificadora de Aditivo por rotura**

El golpe de ariete que genera la Bomba de Aditivo sometía a vibración la Válvula Neumática dosificadora de aditivo lo que provocó que esta válvula se quiebre en el lado donde se fijaba como se puede apreciar en la Ilustración 3.8.



Ilustración 3.8 - Válvula dosificadora rota

#### **3.4.2 Cambio del retén del eje del Mezclador por rotura**

Se rompió el sello del Eje de las aletas al lado interno del Mezclador; al estar la fuga de grasa al interior del Mezclador solo pudo ser apreciada al hacer una limpieza profunda del Mezclador y

sacar todo el concreto pegado en las paredes del mismo como se muestra en la Ilustración 3.9; al exterior no se notaba la falla, ver la Ilustración 3.10.



Ilustración 3.9 - Vista interna del apoyo del eje del Mezclador



Ilustración 3.10 - Vista externa del apoyo del eje del Mezclador

### 3.4.3 Cambio de la válvula de paso de Agua por rotura

Esta válvula de paso regula mecánicamente el volumen de agua a adicionar a la mezcla del concreto en función de la señal que envíe la Balanza de Agua. Sin embargo al dañarse el sello de jebes de la válvula, este no permitía cerrar la válvula al estar obstruido la mariposa del a misma tal como se muestra en la Ilustración 3.11.



Ilustración 3.11 - Válvula de paso rota

### 3.4.4 Cambio de las palas de la Espiral por desgaste

La falta de limpieza en el Mezclador hizo que se incruste el concreto en las palas de la espiral lo que evitaba notar el nivel de desgaste de estas palas, ver Ilustración 3.12, y esto provocó que sea necesario hacer un cambio de las mismas en su totalidad en una

parada no programada para evitar a í el de gaste del soporte de las palas.



Ilustración 3.12 - Pala desgastada

### 3.5 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

La Gestión del Mantenimiento que viene aplicando la Gerencia; diríamo que está enfocado en *la filosofía de la Oportunidad y de la Producción*.

i deseamos alcanzar un Mantenimiento enfocado en la filosofía de Calidad Total, en primer lugar deberíamos corregir alguna características de nuestra estrategia para así poder mejorar nuestra productividad.

#### 3.5.1 Disminuir las esperas

Disminuir las espera al tratar de mantener un stock de piezas de reposición y solicitar el apoyo del área de Logística para que cumpla plazos de entrega.

### 3.5.2 Mejorar los flujos productivos

Mejorar los flujos productivos con tiempos de intervención mínimos con personal más calificado o bien con una supervisión más estricta por parte de los encargados.

### 3.5.3 Gestión eficaz de los recursos humanos

Tenemos que dar un énfasis en la Gestión eficaz de los recursos humanos.

## 3.6 INDICADORES DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

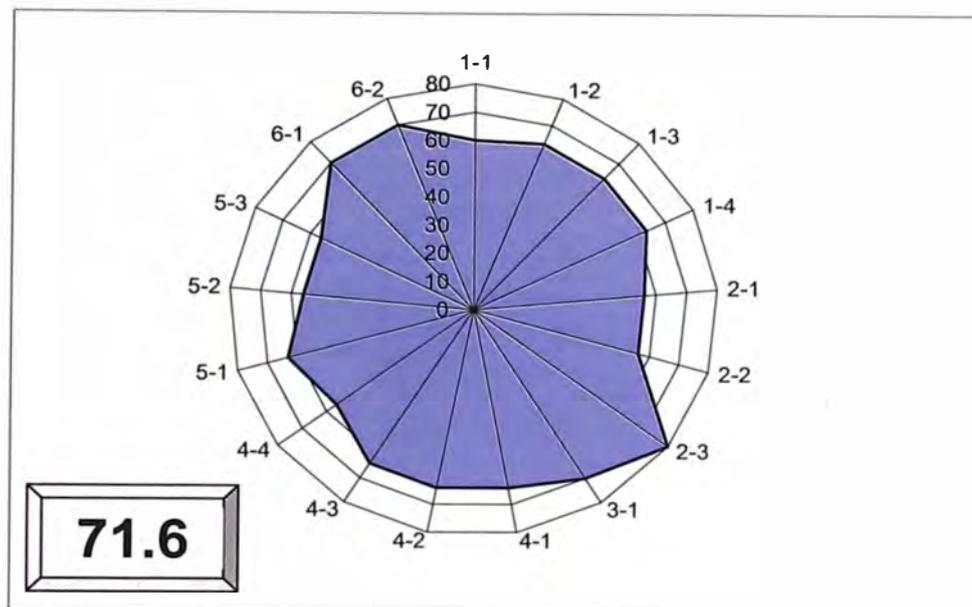
### 3.6.1 Efectividad del Planeamiento

La totalidad de equipos y plantas industriales tienen menos de 1 año de servicio, por lo que se viene trabajando con los planes de mantenimiento impuestos por el fabricante por estar dentro de Garantía. Esto hace que la ejecución del Planeamiento de mantenimiento sea estricta en la mayoría de los casos. Los puntajes alcanzados se muestran en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6 - Efectividad del Planeamiento

#	Componente	Peso (0/10)	Puntaje (0/10)	Puntaje ponderado (%)
1-1	Educación técnica personal de Planeamiento	10	6	60
1-2	Técnicas de entrenamiento del personal	9	7	63
1-3	Sistemas de entrenamiento	9	7	63

#	Componente	Peso (0/10)	Puntaje (0/10)	Puntaje ponderado (%)
1-4	Características del personal de planeamiento	9	7	63
2-1	Campo de control	8	7	56
2-2	Apoyo del empleado	8	7	56
2-3	Estructura de la organización	10	8	80
3-1	Definición de la orden de trabajo	10	7	70
4-1	Planeamiento de materiales	8	8	64
4-2	Planeamiento de la mano de obra	8	8	64
4-3	Planeamiento del equipo de mantenimiento	8	8	64
4-4	Planeamiento de la logística	8	7	56
5-1	Técnicas de la programación	9	7	63
5-2	Programación de las utilidades	8	7	56
5-3	Programación de la tarea	8	7	56
6-1	Documentación de la tarea	10	7	70
6-2	Retroalimentación de datos de trabajo	10	7	70
<b>TOTAL</b>		<b>150</b>	<b>122</b>	<b>71.6%</b>



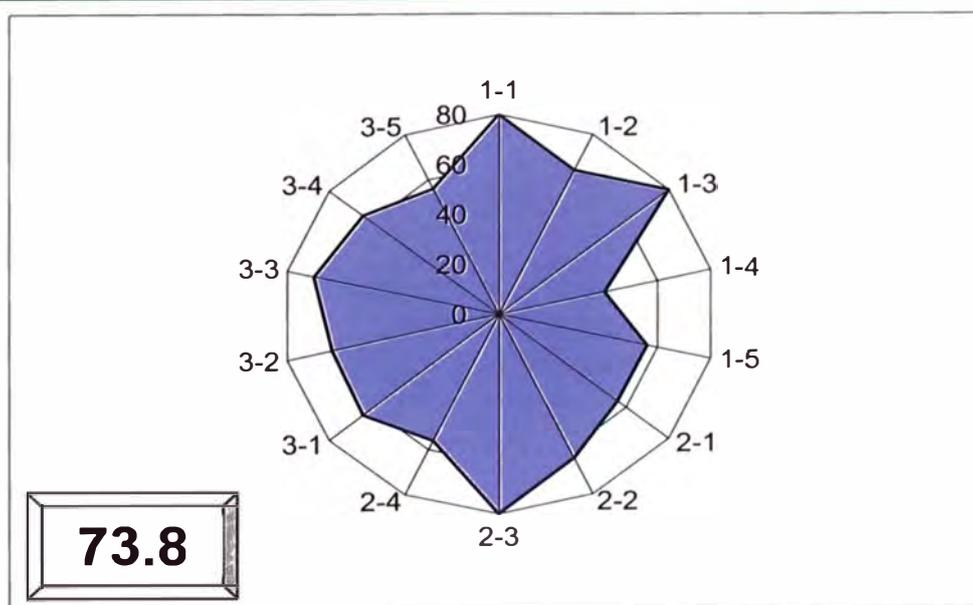
### 3.6.2 Competencia del personal

La Mano de Obra está por debajo de los estándares que se requieren para ejecutar servicios de calidad, es aquí que los Capataces que sí cuentan con la formación adecuada, imponen su experiencia para liderar sus grupos para brindar buenos servicios. Los puntajes alcanzados se muestran en la Tabla 3.7.

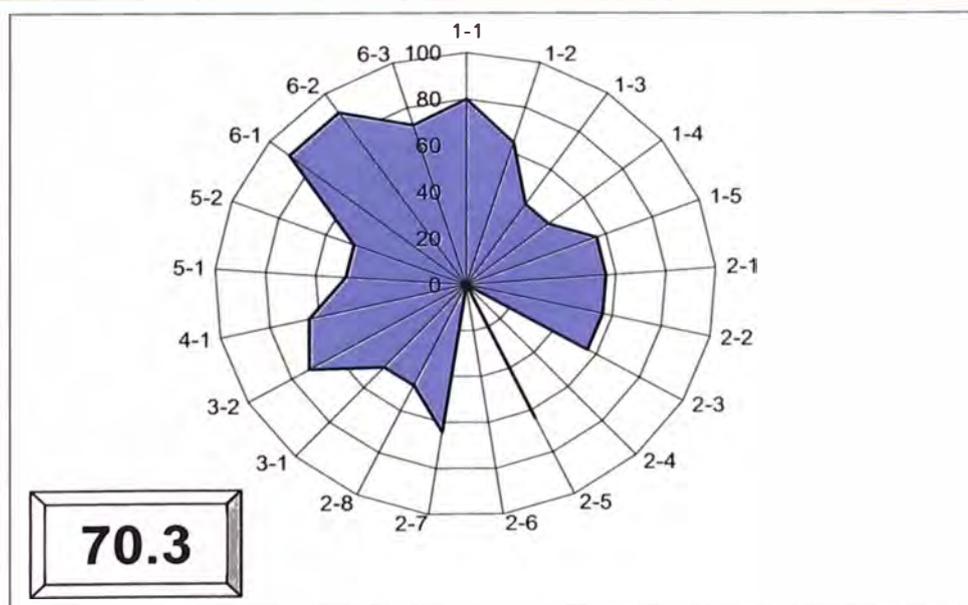
Tabla 3.7 - Competencia del Personal

#	Componente	Peso (0/10)	Puntaje (0/10)	Puntaje ponderado (%)
1-1	Educación Ingenieros de Mantenimiento	10	8	80
1-2	Trayectoria de crecimiento de la carrera	8	8	64
1-3	Educación Técnicos de Mantenimiento	10	8	80
1-4	Educación Obreros de Mantenimiento	8	5	40
1-5	Experiencia Ingenieros, Técnicos y Obreros	8	7	56

#	Componente	Peso (0/10)	Puntaje (0/10)	Puntaje ponderado (%)
2-1	Entrenamiento Directivo	8	7	56
2-2	Habilidades de negociación	8	8	64
2-3	Habilidades para resolver problemas y tomar decisiones	10	8	80
2-4	Habilidades de gestión de tiempo	8	7	56
3-1	Habilidades técnicas en MP	8	8	64
3-2	Habilidades técnicas en MPd	9	7	63
3-3	Habilidades técnicas en análisis de fallas	10	7	70
3-4	Habilidades técnicas en control de costos	8	8	64
3-5	Control del Mantenimiento	8	7	56
<b>TOTAL</b>		<b>121</b>	<b>103</b>	<b>73.8%</b>



#	Componente	Peso (0/10)	Puntaje (0/10)	Puntaje ponderado (%)
3-1	Apoyo de personal de oficina	6	8	48
3-2	Equipos de cómputo	9	8	72
4-1	Iluminación Talleres	8	8	64
5-1	Control del almacén de herramientas	8	6	48
5-2	Control del sub- almacén	8	6	48
6-1	Manuales de mantenimiento	10	9	90
6-2	Manuales de partes	10	9	90
6-3	Planos de diseño	8	9	72
<b>TOTAL</b>		<b>165</b>	<b>146</b>	<b>70.3%</b>

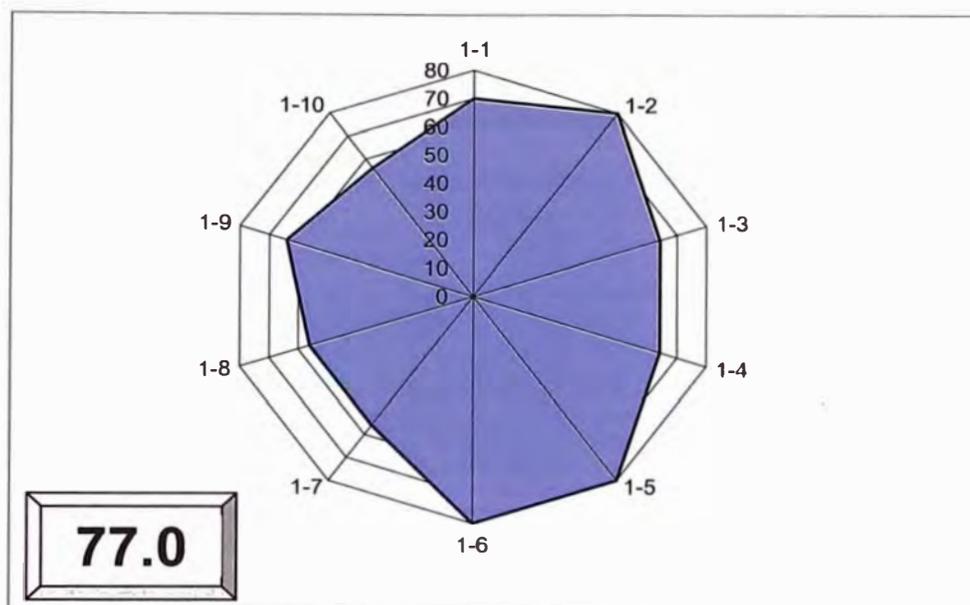


### 3.6.4 Procesos de Gestión

Dentro de los Procesos de Gestión se tiene clara tanto la misión como la visión del área, en lo que tenemos que poner énfasis primero al entrenamiento del personal para después poder hacer la Medición del desempeño. Los puntajes alcanzados se muestran en la Tabla 3.9

Tabla 3.9 - Procesos de Gestión

#	Componente	Peso (0/10)	Puntaje (0/10)	Puntaje ponderado (%)
1-1	Visión y misión de la organización	10	7	70
1-2	Visión y organización del Departamento de Mantenimiento	10	8	80
1-3	Valores esenciales	8	8	64
1-4	Metas y objetivos	8	8	64
1-5	Presupuesto	10	8	80
1-6	Indicadores de Mantenimiento	10	8	80
1-7	Medición del desempeño	8	7	56
1-8	Entrenamiento	8	7	56
1-9	Comunicación	8	8	64
1-10	Organigrama	7	8	56
<b>TOTAL</b>		<b>87</b>	<b>77</b>	<b>77.0%</b>



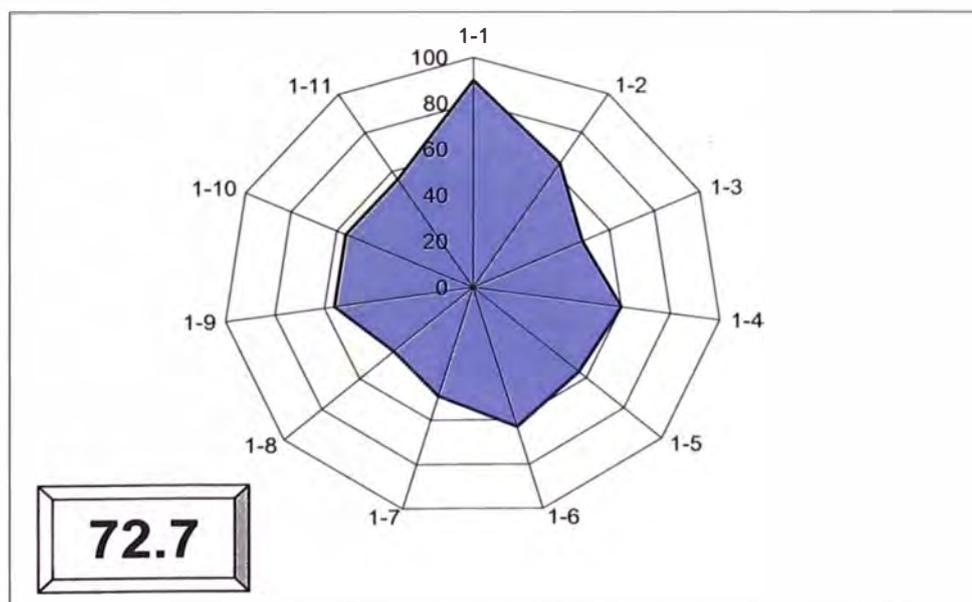
### 3.6.5 Aplicación de la Política de Equipos

Lo referente a la aplicación de la Política todavía es un proceso emergente dado que, como ya se comentó, recién se está trabajando en la formulación de esta política. Los puntajes alcanzados se muestran en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10 - Aplicación de la Política de Equipos

#	Componente	Peso (0/10)	Puntaje (0/10)	Puntaje ponderado (%)
1-1	Política general de mantenimiento	10	9	90
1-2	Procedimientos de mantenimiento	8	8	64
1-3	RCM	8	6	48
1-4	Análisis de datos de mantenimiento	10	6	60
1-5	Técnicas de análisis de datos de mantenimiento	8	7	56

#	Componente	Peso (0/10)	Puntaje (0/10)	Puntaje ponderado (%)
1-6	Política de confiabilidad	9	7	63
1-7	Política de MP	7	7	49
1-8	Política de MPd	7	6	42
1-9	Política de reemplazo	7	8	56
1-10	Política de reparación	7	8	56
1-11	Política de overhaul	7	8	56
<b>TOTAL</b>		<b>88</b>	<b>80</b>	<b>72.7%</b>



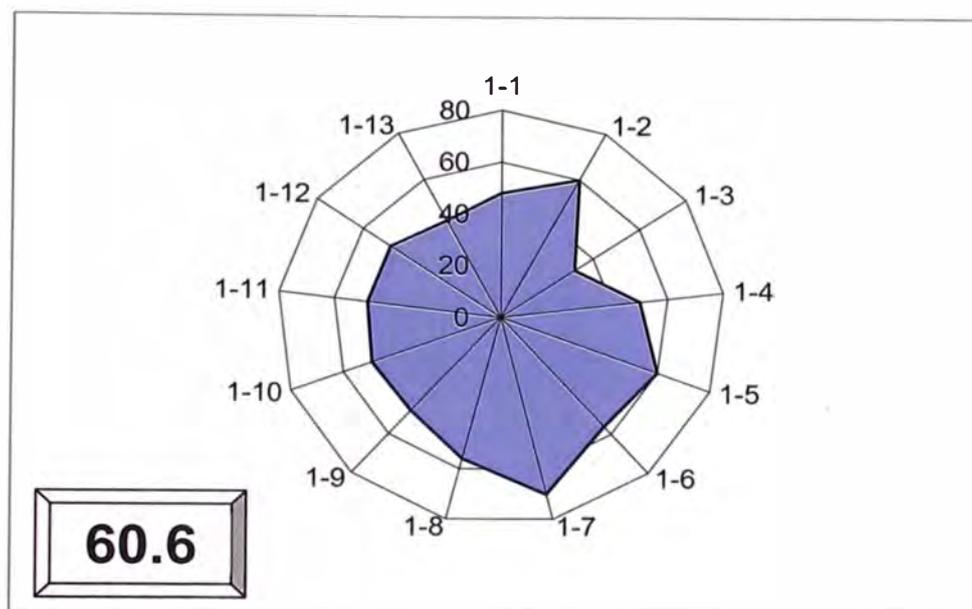
### 3.6.6 Clima y cultura organizacional

En el Clima Organizacional del área podemos observar que aún falta trabajar en equipo para poder obtener mejores resultados lo está influenciando en la productividad y calidad de servicio que se presta al cliente. Por otra parte, se está trabajando con los colaboradores,

tratando de influenciarlos con la filosofía de la empresa para poder mejorar la forma de trabajo y por ende para obtener mejores resultados: trabajos de calidad, económicos y seguros. Los puntajes alcanzados se muestran en la Tabla 3.11.

Tabla 3.11 - Clima y cultura organizacional

#	Componente	Peso (0/10)	Puntaje (0/10)	Puntaje ponderado (%)
1-1	Trabajo en equipo	8	6	48
1-2	Actitud	10	6	60
1-3	Productividad	8	4	32
1-4	Creatividad	10	5	50
1-5	Sensibilidad al cambio	10	6	60
1-6	Respuesta a los desarrollos tecnológicos	8	7	56
1-7	Motivación	10	7	70
1-8	Relaciones en el Departamento	8	7	56
1-9	Relaciones con otros Departamentos	8	6	48
1-10	Confianza	7	7	49
1-11	Ética	8	6	48
1-12	Calidad	8	6	48
1-13	Condiciones de trabajo	7	6	42
<b>TOTAL</b>		<b>110</b>	<b>79</b>	<b>60.6%</b>



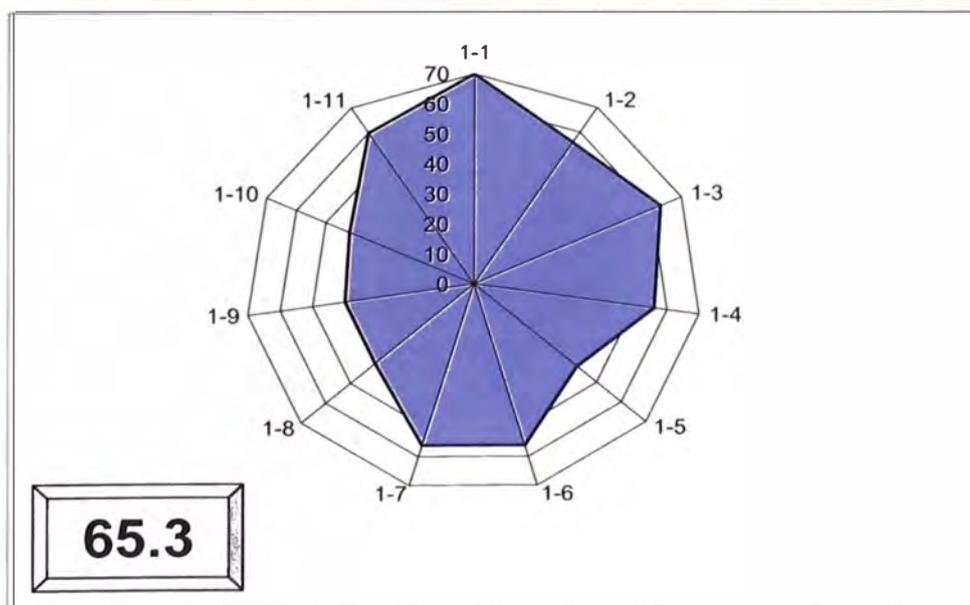
### 3.6.7 Seguridad y manejo del entorno

En lo que respecta a la Seguridad, se está trabajando con los estándares que la empresa tiene pero aún se observa que falta desarrollar algunos aspectos con la mano de obra calificada (operadores y ayudantes). Todas estas deficiencias podemos observar que son debido a la deficiente comunicación por la variedad cultural entre los trabajadores (30 nacionalidades con costumbres e idiomas diferentes). Los puntajes alcanzados se muestran en la Tabla 3.12.

Tabla 3.12 - Seguridad y manejo del entorno

#	Componente	Peso (0/10)	Puntaje (0/10)	Puntaje ponderado (%)
1-1	Política de seguridad	10	7	70
1-2	Procedimientos de seguridad	8	7	56
1-3	Prevención de riesgos	9	7	63

#	Componente	Peso (0/10)	Puntaje (0/10)	Puntaje ponderado (%)
1-4	Capacitación y seguridad	8	7	56
1-5	Cuadrilla de primeros auxilios	7	6	42
1-6	Señalizaciones de seguridad	7	8	56
1-7	Equipos contra incendios	7	8	56
1-8	Equipos de seguridad personal	8	5	40
1-9	Uso del equipo de seguridad personal	8	5	40
1-10	Planes de contingencia	7	6	42
1-11	Concientización del personal	10	6	60
<b>TOTAL</b>		<b>89</b>	<b>72</b>	<b>65.3%</b>



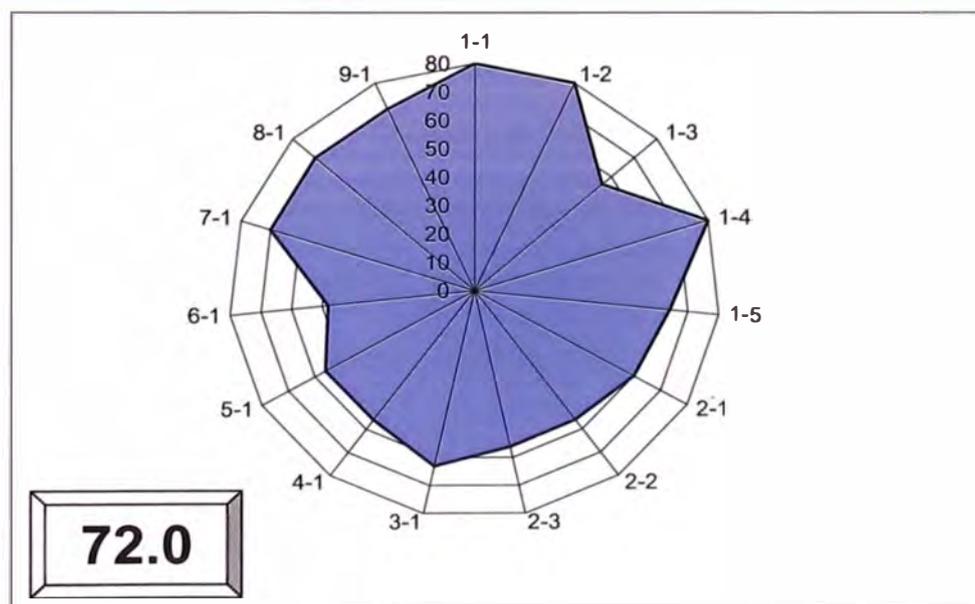
### 3.6.8 Sistemas

Los Sistemas del área que en esta empresa se maneja en la división de Control de Mantenimiento llevan un estricto control de la numeración, repuestos, y monitoreo de los equipos pero tiene que dar mejoras aún en lo que respecta al sistema de órdenes de trabajo así como del control de costos. Los puntajes alcanzados se muestran en la Tabla 3.13.

Tabla 3.13 - Sistemas

#	Componente	Peso (0/10)	Puntaje (0/10)	Puntaje ponderado (%)
1-1	Registro del equipo	10	8	80
1-2	Numeración física del equipo	10	8	80
1-3	Clasificación del equipo	7	8	56
1-4	Repuestos del equipo	10	8	80
1-5	Uso del equipo	8	8	64
2-1	Sistema de órdenes de trabajo	10	6	60
2-2	Documentación órdenes de trabajo	8	7	56
2-3	Retroalimentación de datos del trabajo	8	7	56
3-1	Programación de órdenes de trabajo	9	7	63
4-1	Control de existencias	8	7	56
5-1	Gestión de trabajo	8	7	56
6-1	Control de costos	8	6	48

#	Componente	Peso (0/10)	Puntaje (0/10)	Puntaje ponderado (%)
7-1	Monitoreo de equipos	10	7	70
8-1	Historial del equipo	10	7	70
9-1	Sistema de información	10	7	70
<b>TOTAL</b>		<b>134</b>	<b>108</b>	<b>72.0%</b>



### 3.7 OPORTUNIDADES DE MEJORA

He identificado algunos factores críticos que debemos mejorar a nivel empresarial y que se verá reflejado en un mejor servicio por parte del área de Mantenimiento.

#### 3.7.1 Mano de obra calificada

La mano de obra calificada en este momento está por debajo de lo esperado tanto cuantitativa como cualitativa.

### 3.7.2 Tiempo de aprobación de requisiciones

Los tiempos de aprobación de las solicitudes de compra de materiales; como ya fue mencionado, todo el proceso de aprobación por parte del Cliente es bastante burocrático.

### 3.7.3 Tiempo de entrega

Los tiempos de entrega de materiales; el limitado mercado de insumos y materiales hace que las compras sean mayormente por importación pero dado el tipo de gobierno que tiene Libia se tiene prohibido tener relacionamiento comercial con algunos países como por ejemplo: Suiza o Israel, con lo que el mercado de compras se ve más reducido aún.

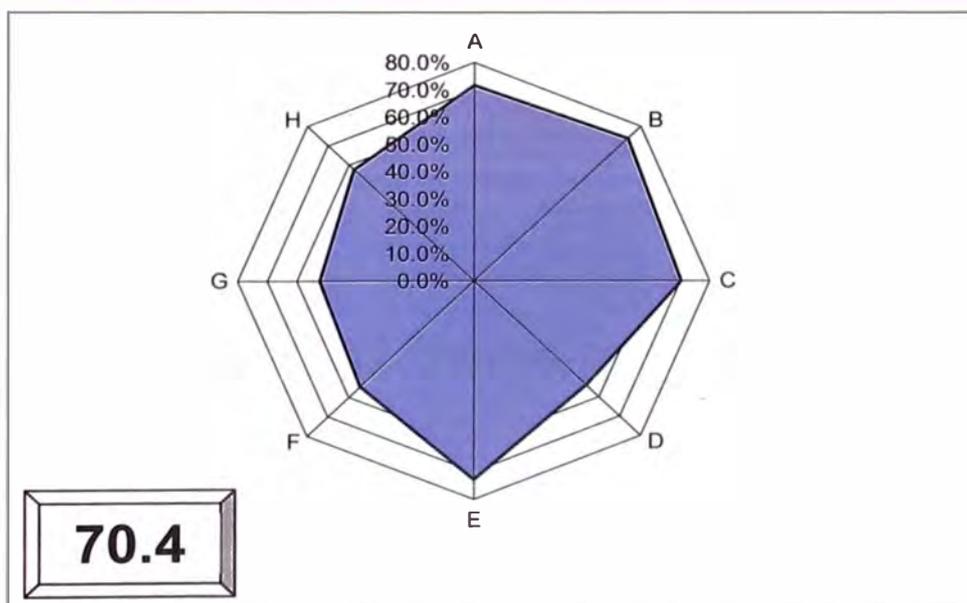
### 3.7.4 Indicadores del Mantenimiento

En la Tabla 3.14 se detalla el resumen de los Indicadores de la Gestión Mantenimiento calculados en el ítem 3.6.1.

Tabla 3.14 - Resumen de los Indicadores del Mantenimiento

#	Componente	Peso (0/10)	Puntaje (%)	Puntaje ponderado (%)
A	Efectividad del Planeamiento	10	71.6%	71.6%
B	Especialización y competencia del personal	10	73.8%	73.8%
C	Recursos	10	70.3%	70.3%
D	Procesos de gestión	7	77.0%	53.9%
E	Aplicación de la política	10	72.7%	72.7%

#	Componente	Peso (0/10)	Puntaje (%)	Puntaje ponderado (%)
F	Clima y cultura organizacional	9	60.6%	54.6%
G	Seguridad y manejo del entorno	8	65.3%	52.2%
H	Sistemas	8	72.0%	57.6%
<b>TOTAL</b>		<b>72</b>		<b>70.4%</b>



### 3.7.5 Planes de Lubricación y Mantenimiento

Tenemos que poner énfasis en estandarizar los Planes de Lubricación y Mantenimiento ya que a la fecha solo se cuentan con estos tipos de planes para los equipos móviles, se tienen que generar estos planes también para todos los equipos industriales como es la Planta de Concreto. En la sección Anexos se muestran los Planes de Mantenimiento y Lubricación de los Camiones Mixer.

## Capítulo IV

# PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

### 4.1 ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

#### 4.1.1 Ficha técnica

Una de las tareas principales antes de comenzar los trabajos en mantenimiento es tener a todos los equipos completamente identificados, es decir una buena codificación que describa claramente el equipo, su función dentro de la planta y su área de ubicación. Es también llamada Hoja de Datos del equipo.

#### 4.1.2 Tipos de actividades

En la Tabla 4.1 se explican los tipos y sus características.

Tabla 4.1 - Tipo de actividades de Mantenimiento Preventivo

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>INTENSIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>COMPLEJIDAD</b>	<b>COSTO</b>
<b>OPERACIÓN</b>	La más alta del programa	Por turnos, diarias, semanales o por equivalencia en horas	Más breve duración de 1 a 20 minutos promedio	Básicamente de inspección y control <b>NO INTERRUPE LA PRODUCCION</b>	La de menor costo del programa
<b>PARADA</b>	La intermedia del programa	Quincenal, mensual, bimensual, trimestral, semestral o equivalente en horas	De mediana duración relativa de 30 minutos a 2 horas	Basada en revisiones o cambios de materiales o partes no estructurales <b>PUEDE INTERRUPIR LA PRODUCCION</b>	Tiene un costo relativamente mayor que el de las operaciones
<b>RENOVACIÓN</b>	La más baja o lejana del programa	Semestral, anual, bianual o equivalente en horas	La de más larga duración y establecida por la complejidad de su ejecución	Basada en recambio estructural de partes piezas y componentes <b>INTERRUPTA LA PRODUCCION</b>	Es el de mayor costo relativo en el programa

### **4.1.3 Check-list del Operador**

El Check-list es un listado de verificación donde se constata la condición del equipo antes y después de un turno de trabajo. Esta verificación puede ser realizada por el Operador del equipo o bien por un personal del equipo de Mecánicos y se realiza exclusivamente a los procesos básicos de la Planta, que debería ser la prioridad más importante del turno.

Su finalidad es la de detectar cualquier problema antes de empezar las operaciones y así dar el mantenimiento preventivo necesario, y no uno correctivo.

### **4.1.4 Reportes del Personal de Mantenimiento (Rol de Actividades)**

Son aquellos reportes que sirven para registrar los servicios efectuados ya sean diarios, semanas, mensuales, etc. y llevar así un mejor control de los trabajos de prevención y de los costos de los materiales empleados.

Este reporte debe contener el código del equipo, la fecha de los servicios, el número de orden de trabajo y los materiales.

### **4.1.5 Historial de actividades**

Luego de cada intervención en la Planta, se debe registrar en el documento Historial, la fecha, los servicios, los materiales usados y demás información relevante. Este historial también servirá para

controlar la operación y calidad y de ser necesario modificar el programa de mantenimiento.

#### **4.1.6 Descripción de las principales actividades por componente**

##### **4.1.6.1 Silos de Almacenamiento de Cemento**

Limpiar semanal la Válvula de Seguridad, Filtro de Mangas y el área alrededor de este.

Verificar el buen funcionamiento de la aireación de los silos.

##### **4.1.6.2 Tornillo sinfin**

Revisar mensualmente el nivel de aceite en el reductor. El primer cambio se debe realizar a las 50 horas, luego de esto deberá ser cada 2,000 horas o tres (03) años, lo que ocurra primero.

También engrasar los puntos de engrase en la cabeza y al medio del tornillo.

Verificar mensualmente el estado de las mangas de unión entre la salida del tornillo y la balanza de cemento, comprobar que no estén reseca o dañada

Al finalizar cada turno se deberá cerrar la compuerta del tornillo y se deberá vaciar el cemento que quede dentro de este.

#### **4.1.6.3 Correa transportadora**

- Limpiar diariamente la banda y alrededor de esta al final de cada jornada de trabajo.
- Revisar visualmente cada semana el estado y alineamiento de la banda, y el buen funcionamiento de los rodillos de carga.
- Lubricar semanalmente los cojinetes de las poleas motriz y de cola.
- Semanalmente también se deben revisar la tensión en los tirantes de las balanzas acopladas a la correa transportadora, en caso de presentar un juego se deberán regular con los patrones del fabricante.
- Verificar mensualmente el nivel del aceite del reductor. Cambiarlo cada tres (03) años, usar CPL220.
- Se calibrarán todas balanzas cada seis (06) meses o bien antes en caso estas sufrieran algún daño.

#### **4.1.6.4 Skip**

- Verificar mensualmente el apriete de los pernos del sujetador de cable en el tambor de enrollado. Como referencia se debe considerar que con el skip en posición de carga

- Verificar, también mensualmente, las holguras en el freno, la holgura entre la lona debe ser de máximo 12.00mm y entre la bobina, 0.30mm.
- Cambiar la lona del freno cuando esta tenga un espesor menor a 10.00mm. Se debe tener en cuenta que al cambiar la lona se deben efectuar nuevamente todos los ajustes en las holguras.
- Revisar diariamente el funcionamiento de los sensores de fin de curso.

#### **4.1.6.5 Mezclador**

- Lavado y limpieza

Cada vez que se produzca una parada en la fabricación de concreto mayor a una hora, se deberá proceder al lavado de la tolva de mezclado, y también cada vez que se fabriquen concretos con distintas dosificaciones o características para así asegurar la calidad del producto final.

El lavado se hará haciendo uso de agua a presión, buscando dejar limpias las aletas mezcladoras así como toda el área interior de la tolva.

Una vez concluido el servicio, se dará aviso al Operador quien pondrá en marcha las aletas mezcladoras

y así retirar toda el agua residual proveniente del lavado abriendo la compuerta de salida de la tolva.

El agua residual podrá encausarse hacia el sumidero de la planta de concreto o bien almacenarse en un Camión Mixer para luego eliminarla en un tanque de sedimentación<sup>5</sup>.

- Bolsa de aire

Limpiar la bolsa de aire del mezclador y cambiar en caso esté ya saturado (con mucho material incrustado).

- Reductor mecánico

Verificar mensualmente el nivel de aceite y la calidad del mismo a través de un Análisis, completar en caso sea necesario. Cambiar de aceite cada tres (03) años, usar aceite del tipo CPL220.

También, se debe revisar el estado de la cadena de transmisión y si la misma está debidamente tensionada. Su engrase debe ser mensual.

- Palas de desgaste

Verificar el juego de las palas, el cual debe estar en 3.00mm o como máximo 5.00mm, en caso esté fuera de

---

<sup>5</sup> Tanque de sedimentación: Tanque en el que se deja reposar agua con sólidos durante un tiempo para que dichas partículas en suspensión puedan hundirse y asentarse en el fondo del tanque.

esas medidas se deberá hacer el ajuste necesario o bien el cambio de las mismas.

- Sistema de lubricación

Comprobar que el nivel de la grasa en el contenedor de la Bomba de engrase automático esté dentro del límite permisible.

Diariamente se debe engrasar el rodamiento interno del eje del mezclador, su compuerta de descarga y la puerta de inspección.

#### **4.1.6.6 Sistema Neumático**

- Purgar semanalmente el agua acumulada dentro del Tanque de aire
- Limpiar el filtro de aire del compresor cada dos semanas. También limpiar los respiraderos y el cuerpo de las válvulas solenoides.
- El primer cambio de aceite del cabezal del compresor debe darse a las 50 horas de operación, luego de esto deberá realizarse cada 500 horas usando aceite SAE 5W30.

#### **4.1.7 Orden de trabajo**

La Orden de Trabajo es un documento importante para el éxito de un Mantenimiento Preventivo, por lo que se debe establecer un procedimiento claro y sólido para su adecuada utilización.

El procedimiento de las órdenes de trabajo debe guardar concordancia con la realidad de las exigencias técnicas y administrativas de la planta, en especial en lo referente a información fluida, completa y confiable, la eficiencia en el cumplimiento de metas y al control de costos.

Así, las órdenes de trabajo encajan dentro del sistema de administración del mantenimiento, del cual es una valiosa fuente de datos y posibilita la planificación estandarizada, el control específico de costos y el trabajo basado en presupuestos. Se debe interactuar con el sistema de materiales. Las salidas de almacén y las recepciones por pedido directo retiradas por mantenimiento llevan como dato obligatorio el número de la OT.

Una vez completada la OT, se debe calcular el trabajo estimado en horas-hombre, de cada una de las actividades y de la OT total y llevar un registro de estos.

#### **4.1.8 Indicadores de mantenimiento**

Al principio de todo mejoramiento se exige como primera etapa, que se adquiera conciencia de la propia realidad; posteriormente, definir los objetivos a alcanzar y los medios para ello.

Una vez iniciado el proceso de implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo es necesario monitorear el progreso alcanzado. Ello se hace a través de observación y comparación a lo largo del tiempo, de parámetros que definan claramente el grado de calidad de nuestro desempeño sin subjetivismos, verificando si estamos en una posición mejor que la inicial o no.

Sabemos que el mantenimiento es un conjunto de actividades orientadas a garantizar, al menor costo posible, la máxima disponibilidad del equipamiento para la Operación o Producción en su máxima capacidad, dentro de límites de alta seguridad y protección al medio ambiente previniendo la ocurrencia de fallas e identificando y solucionando las causas de rendimientos deficientes.

De este concepto podemos extraer los tres aspectos importantes que deben ser necesariamente reflejados en los índices a seleccionar :

- Confiabilidad operacional;
- Costo de mantenimiento; y
- Capacidad operativa/productiva

#### 4.1.8.1 Confiabilidad operacional (ICO)

Es un aspecto directamente afectado por la Eficacia del Mantenimiento; por lo tanto, debe ser capaz de asegurar la *máxima disponibilidad* para la operación o producción, mediante una menor tasa de intervenciones posibles en el proceso operativo / productivo. Para minimizar el tiempo y costo de estas intervenciones, es necesario que ellas sean antes que nada, en tanto sea posible, *planificadas*.

Fórmula 4.1 - Índice de Interferencia Correctiva

$$IMC = \frac{HC}{HO + HC + HP} \times 100\%$$

Fórmula 4.2 - Índice de interferencia Preventiva (Planificadas)

$$IMP = \frac{HP}{HO + HC + HP} \times 100\%$$

Fórmula 4.3 - Índice de Confiabilidad Operacional

$$ICO = \frac{HO}{HO + HC + HP} \times 100\%$$

dónde:

HO : Horas de Operación productiva

HC : Horas de parada por intervenciones Correctivas

HP : Horas de intervenciones Preventivas (planificadas)

#### 4.1.8.2 Costo de mantenimiento (ICM)

Se determina con la Fórmula 4.4 para un periodo de tiempo específico en estudio, es la relación de los costos del mantenimiento correctivo y preventivo más el costo por la indisponibilidad productiva debido al mantenimiento en función del costo de reposición del equipo.

Fórmula 4.4 - Costo de Mantenimiento

$$ICM = \frac{CM}{CR} \times 100\%$$

dónde:

CM : Costo de Mantenimiento en el período de análisis (Costo de mantenimiento correctivo más preventivo y Costo de indisponibilidad productiva por mantenimiento)

CR : Costo de Reposición de la Planta que se está analizando.

#### 4.1.8.3 Capacidad operativa/productiva (ICP)

Aspecto que debe ser considerado con mucha precisión, debido a que si un equipamiento NO desempeña su plena capacidad, esto puede generar en problemas mucho mayores que pérdidas de producción.

Calculada con la Fórmula 4.5 también para un período de análisis específico.

#### Fórmula 4.5 - Capacidad Productiva

$$ICP = \frac{CPR}{CPN} \times 100\%$$

dónde:

CPR : Capacidad Productiva Real

CPN : Capacidad Productiva Nominal

#### **4.1.9 Mejora de los procesos (PHVA)**

Consiste en planear el propósito de la mejora, hacer lo planificado, verificar la efectividad de lo hecho y actuar para corregir las desviaciones y actualizar el proceso. En la Tabla 4.2 se muestran las mejoras de los procesos de la Planta de Concreto importantes.

Tabla 4.2 - Mejora de los procesos

ACTIVIDADES		
	Actividades que realiza actualmente	Mejoras Actividades que <u>además</u> debería realizar
PLANIFICAR	Cronograma de producción de concreto	Metas de disponibilidad de equipos
	Dimensionamiento de equipos y mano de obra	Premios por productividad dentro del presupuesto
	Composiciones de costos	Antecedentes históricos
HACER	Delegación de trabajos	Educación para el trabajo
	Solicitud de materiales	Formar sustito
	Inspección diaria de equipos	Reuniones con personal operativo
VERIFICAR	Programación de producción	Acompañar estatus de los equipos críticos
	Stock de materiales	Conocimientos en SSTMA
	Indicadores de producción y mantenimiento	
ACTUAR	Calibración de elementos de medición	Evaluación de habilidades
	Absolver no conformidades	Certificación de equipos y colaboradores
	Mejorar las facilidades	

#### **4.1.10 Política de Equipos**

La política<sup>6</sup> de equipos son los lineamientos generales de acuerdo a los cuales se guía la correcta administración de los equipos al interior de una empresa. Por tanto, es la guía a observar en la toma de decisiones, sobre algún problema que se repite una y otra vez

En este sentido, las políticas son criterios generales de ejecución que auxilian al logro de los objetivos y facilitan la implementación de las estrategias.

#### **4.1.11 Plan de Limpieza**

Dada las condiciones de trabajo de las plantas de concreto por su exposición a polvo generado por los agregados y, más crítico aún, el cemento, la limpieza debe ser una rutina de mínimo dos veces al día.

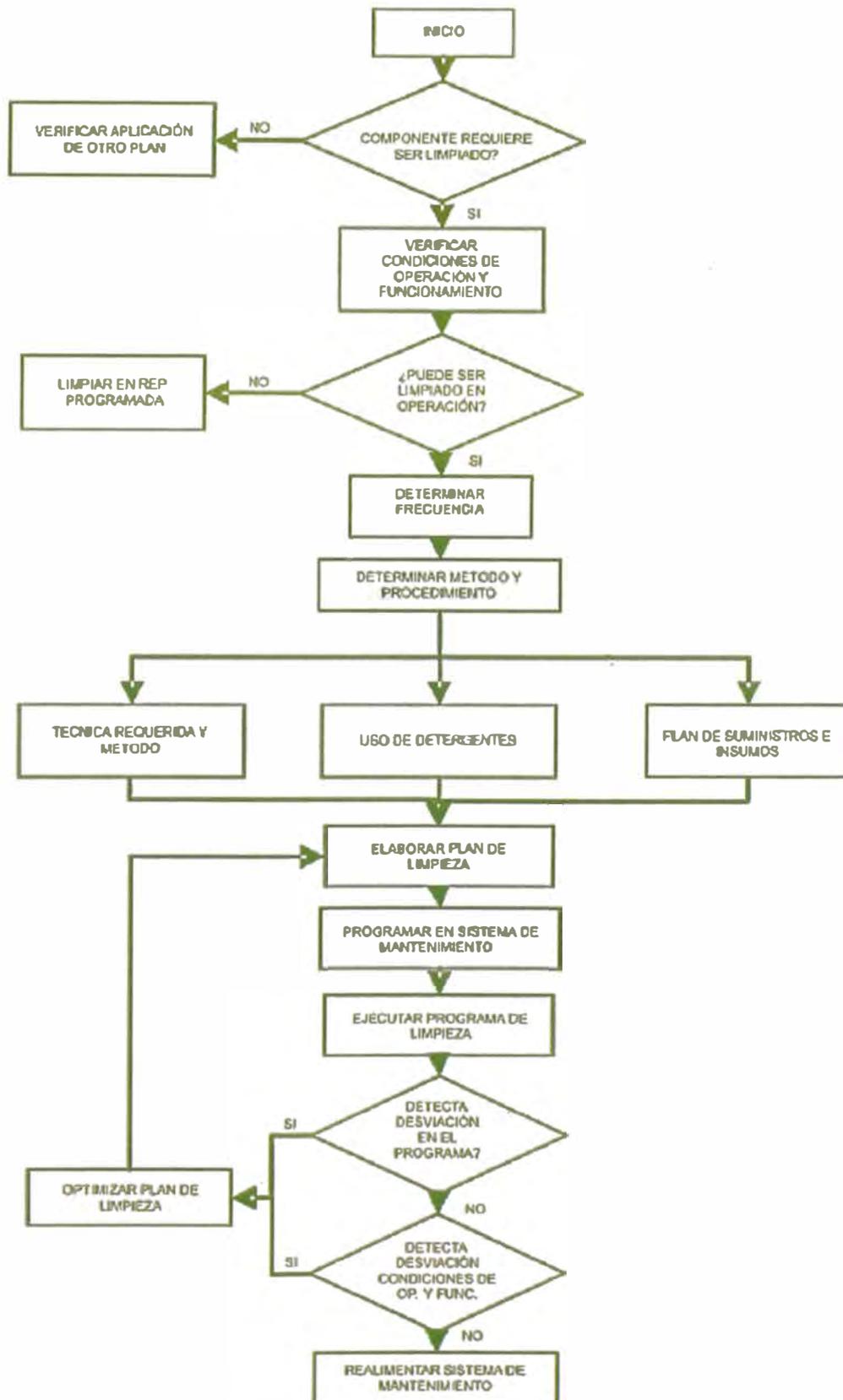
El plan consiste en programar la limpieza de los distintos equipos expuestos a la acumulación de suciedad para así facilitar las labores de inspección y a la vez conservar las condiciones de higiene y seguridad requeridas.

En la Tabla 4.3 se muestra el flujo de actividades del Plan de Limpieza.

---

<sup>6</sup> Según RAE (<http://www.rae.es>), Política: Orientaciones o directrices que rigen la actuación de una persona o entidad en un asunto o campo determinado.

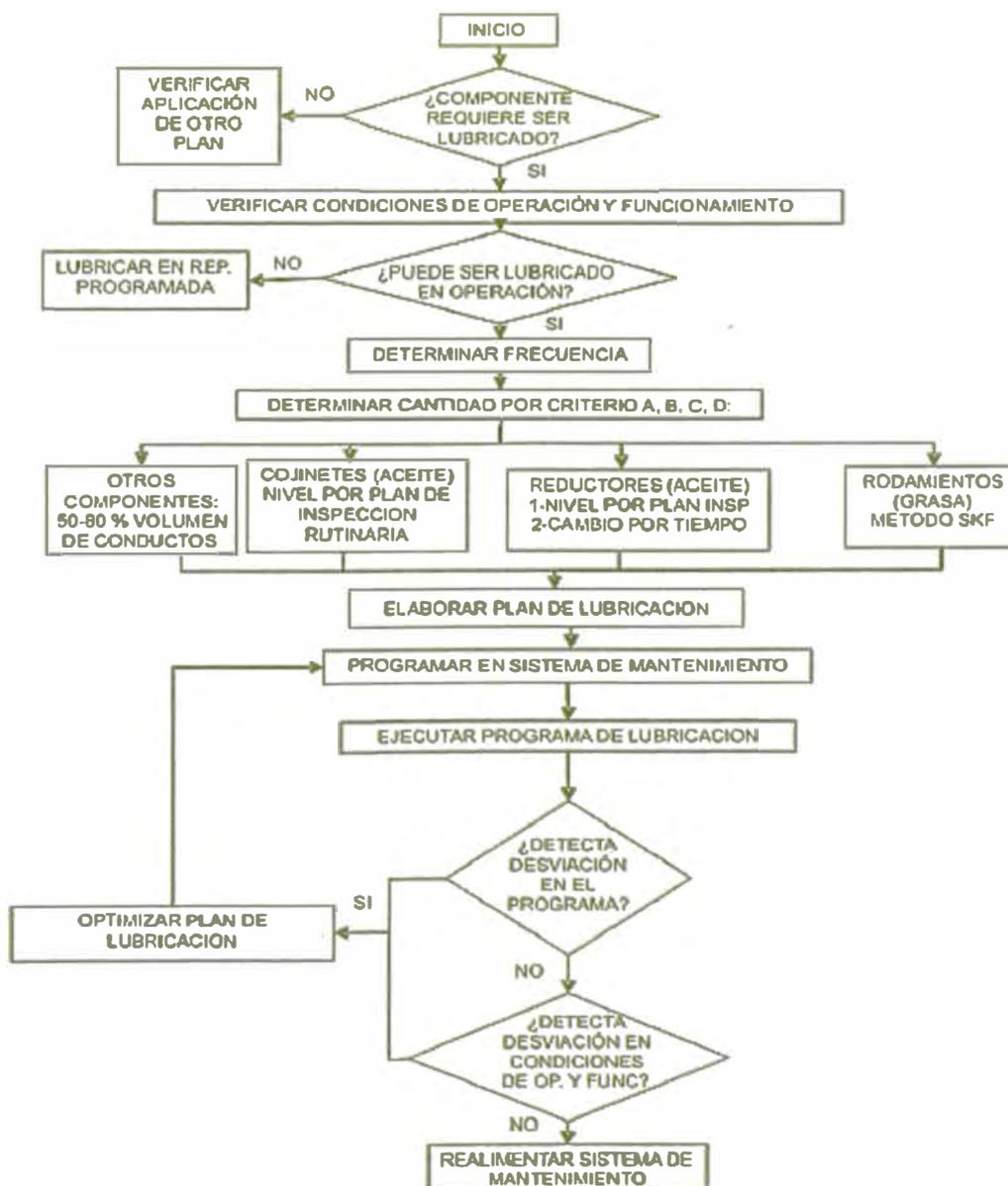
Tabla 4.3 - Flujo de Limpieza



#### 4.1.12 Plan de Lubricación

Este plan identifica componentes a ser lubricados, la frecuencia para hacerlo, el fluido a usar, la cantidad de lubricante y el método para hacerlo. Si el flujo de la Tabla 4.4 donde se establece la frecuencia de restitución o sustitución del lubricante, se respeta las especificaciones de los fabricantes en cuanto al tipo de lubricante.

Tabla 4.4 - Flujo de Lubricación



### **4.1.13 Plan de Repuestos**

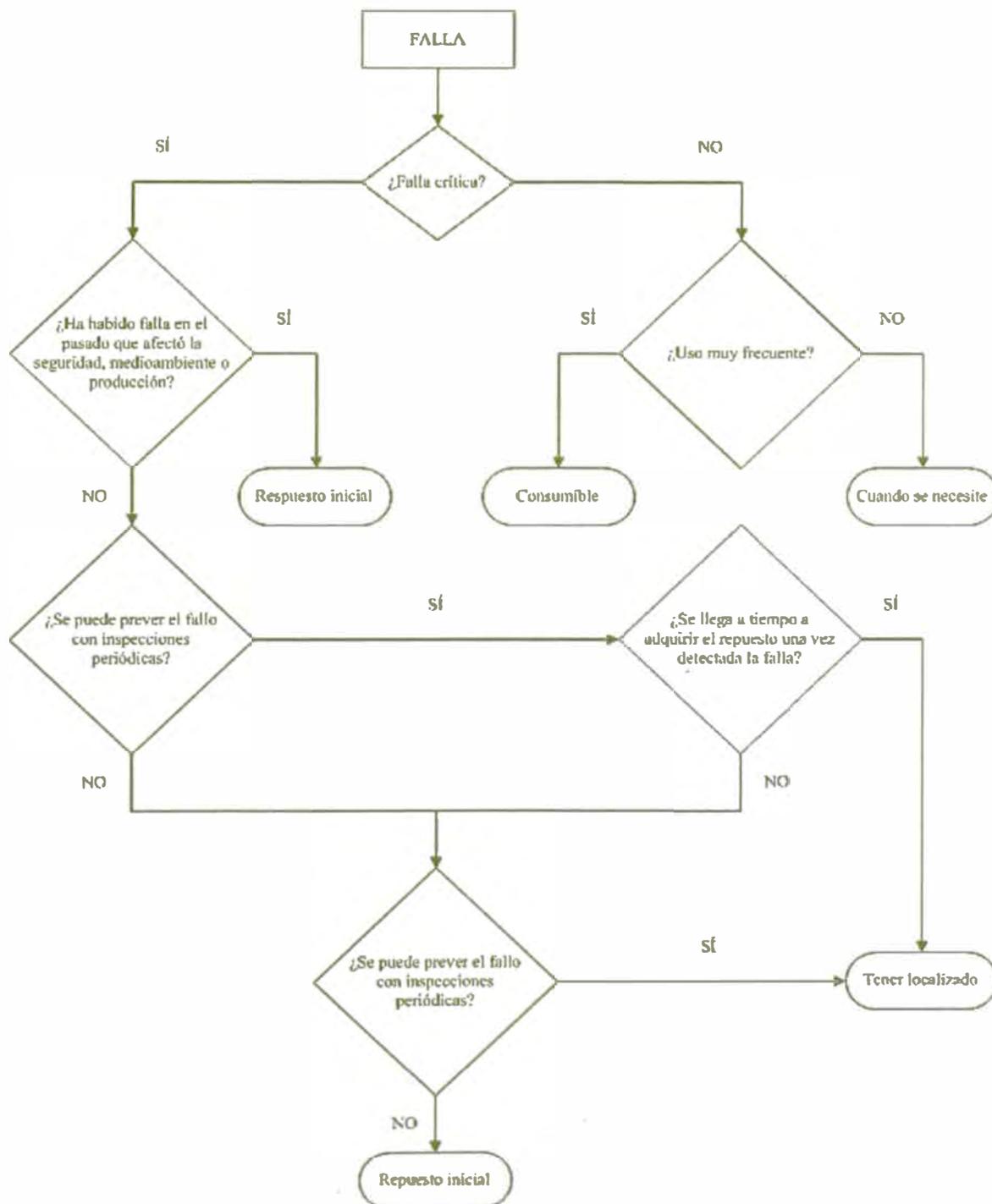
#### **4.1.13.1 Tipos de repuestos**

- Que son necesarios tener en stock en la Planta porque una falla supondrá una pérdida de producción inadmisibles.
- Que no son necesarios tener en stock pero que es necesario tener localizados.
- De consumo habitual
- Que no es necesario prever.

#### **4.1.13.2 Criterios de selección**

- Criticidad del fallo, cuyo fallo afecta a la seguridad, al medio ambiente o a la producción.
- Consumo, aquellos que se consumen habitualmente y de bajo costo, fácilmente identificable por el Historial.
- Plazo de aprovisionamiento, los que se fabrican a pedido y pueden demorarse meses en su entrega.
- Costo de la pieza, los repuestos de un alto costo no deberían mantenerse en stock en la Planta.
- En la Tabla 4.5 se desarrolla el flujo para la selección de repuestos.

Tabla 4.5 - Flujo de selección de los repuestos



## **4.2 FORMATOS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

### **4.2.1 Ficha técnica**

Una Ficha Técnica en mantenimiento preventivo es un documento en el que se describe claramente el equipo, su función dentro de la planta y su área de ubicación.

En la Tabla 4.6 se muestra un formato de ficha técnica.

### **4.2.2 Check-list diario del Operador**

El Check-list diario es un listado de actividades de verificación donde se constata la condición del equipo antes y después de un turno de trabajo.

La Tabla 4.7 muestra el conjunto de tareas que se deben realizar diariamente.

Tabla 4.6 - Ficha técnica de equipos

FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS				
<b>DATOS TÉCNICOS</b>				
Código	<input style="width: 100%;" type="text"/>			
Nombre del Equipo	<input style="width: 100%;" type="text"/>			
Función del Equipo	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Capacidad / Velocidad	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Ubicación	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Parte del Proceso / Línea	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Tamaño [m]	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Marca	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Peso [kg]	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Modelo	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Potencia	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Nr. de Serie	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Voltaje	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Proveedor	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Lectura de su Vida Útil	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Teléfono	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
<b>FECHAS</b>				
Fecha de Fabricación	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Fecha de Instalación	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Fecha Límite de Garantía	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Fecha de Última Actualización	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
<b>DATOS DE CONDICIÓN</b>				
Efectividad Actual	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Importancia Crítica	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Estado del Equipo	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Responsable Directo	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
<b>DOCUMENTOS DISPONIBLES</b>				
	<i>Si / No</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Idioma</i>	
Historia	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Planos	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Manuales	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
<b>COMPONENTES</b>				
<i>Nombre</i>	<i>Nro Serie</i>	<i>Proveedor</i>	<i>Características</i>	<i>Costo</i>
<input style="width: 100%;" type="text"/>				
<input style="width: 100%;" type="text"/>				
<input style="width: 100%;" type="text"/>				
<input style="width: 100%;" type="text"/>				
<input style="width: 100%;" type="text"/>				

Tabla 4.7 - Check-list diario del Operador

Código del Equipo : _____	<b>CHECK LIST DIARIO DEL OPERADOR - PLANTA CONCRETO</b>																												 ليبيا برازيليان للتشييد والتطوير LIBYAN BRAZILIAN CONSTRUCTION AND DEVELOPMENT 	
Realizado por : _____																														
Fecha de Inicio : ___/___/___ Horometro Inicio : _____																														
Fecha de Fin : ___/___/___ Horometro Fin : _____																														
<b>OBS.:</b> - En todos los items, verificar visualmente - Usar el reverso de esta hoja para anotar ocurrencias	Semana							Semana							Semana							Semana								
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo		
	<b>GENERAL (Verifique visualmente)</b>																													
	Área de la Planta, identificar piezas sueltas, fugas de cemento, agregados, concreto, aceite, aditivos o bien cables eléctricos descubiertos. Identifique la causa probable y comuniqué.																													
	Las estructuras de soporte, pasamanos, escaleras, varandas, etc.																													
	Si la banda de la faja transportadora no está en contacto con la estructura metálica.																													
	Las balanzas deben estar suspendidas únicamente por las celdas de carga no debe haber interferencia mecánica.																													
	Los rodillos de la faja transportadora																													
	La polea de retorno de la faja transportadora																													
	Los sensores de fin de curso y pulsadores de emergencia																													
Todos los reguladores de presión del Sistema Neumático																														
El estado de las bombas de aditivos y agua																														
Los tanques y tuberías de los aditivos, fugas, daños, piezas sueltas, etc.																														
Funcionamiento de las luminarias.																														

### **4.2.3 Reportes del Personal de Mantenimiento (Rol de Actividades)**

Reportes que sirven para registrar los servicios efectuados ya sean diarios, semanas, mensuales, etc. y llevar así un mejor control de los trabajos de prevención realizados por el personal de Mantenimiento y de los costos de los materiales empleados.

A continuación se presentarán uno a uno los tipos de reportes, así en la Tabla 4.8 está el reporte diario, en la Tabla 4.9 el semanal y en la Tabla 4.10 el mensual/semestral/anual.

### 4.2.3.1 Reporte diario (Actividades de Operación)

Tabla 4.8 - Check-list diario del Personal de Mantenimiento

Código del Equipo : _____ Realizado por : _____ Fecha de Inicio : ___/___/___ Horometro Inicio : _____ Fecha de Fin : ___/___/___ Horometro Fin : _____		<b>CHECK LIST MANTENIMIENTO PLANTA CONCRETO</b>																									
OBS: - En todos los items, verificar visualmente - Usar el reverso de esta hoja para anotar ocurrencias		Semana _____				Semana _____				Semana _____				Semana _____													
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
<b>SILOS DE CEMENTO</b>																											
Purgar separador de agua del aire comprimido																											
Luces y alarma de silo lleno																											
Presión del sistema de aire, máximo 6 bar																											
Funcionamiento de la válvula neumática fluidizadora																											
Funcionamiento de la válvula de seguridad en lo alto del silo para transilaje del cemento. Limpie de ser necesario																											
Funcionamiento y condiciones del sistema de filtro de mangas. Pulsos 28 seg.																											
<b>BALANZA DE CEMENTO</b>																											
Interferencias con partes fijas																											
Vibradores																											
Válvula de descarga																											
<b>TOLVAS DE ALMACENAMIENTO</b>																											
Cilindros neumáticos																											
Desgaste de las compuertas																											
Válvulas de acción rápida																											
Lubricar articulaciones																											
Motovibrador y su fijación																											





### 4.2.3.2 Reporte semanal (Actividades de Parada)

Tabla 4.9 - Check-list semanal del Personal de Mantenimiento

Código del Equipo : _____ Realizado por : _____ Fecha de Inicio : ___/___/___ Horometro Inicio : _____ Fecha de Fin : ___/___/___ Horometro Fin : _____		<b>CHECK LIST MANTENIMIENTO PLANTA CONCRETO</b>																												 شركة ليبيا البرازيلية للتطوير LIBYAN BRAZILIAN CONSTRUCTION AND DEVELOPMENT	
		Semana							Semana							Semana							Semana								
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo		
<b>SILOS DE CEMENTO</b>																															
Accionar válvula de paso de descarga del pulmón de aire del filtro																															
Sistema interno del filtro, deberá estar seco																															
<b>TORNILLO SINFIN</b>																															
Nivel de aceite del reductor. Completar de ser necesario																															
<b>BALANZA DE CEMENTO</b>																															
Fijación de las celdas de carga																															
Acumulación de cemento en la válvula de descarga																															
Lubricar celdas de carga																															
Lubricar barras estabilizadoras																															
<b>TOLVAS DE ALMACENAMIENTO</b>																															
Funcionamiento del Sensor de nivel. Limpiar																															
Planchas de desgaste																															
Fijación de los cilindros en las compuertas																															
Lubricar visagras																															
Funcionamiento de las electroválvulas																															
<b>FAJA TRANSPORTADORA</b>																															
Estado y funcionamiento de la polea motriz																															
Operación del sensor de fin de curso																															

OBS.:

- En todos los ítems, verificar visualmente
- Usar el reverso de esta hoja para anotar ocurrencias



OBS.:

- En todos los ítems, verificar visualmente
- Usar el reverso de esta hoja para anotar ocurrencias

	Semana _____							Semana _____							Semana _____							Semana _____						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>MEZCLADOR</b>																												
Rayaduras o grietas en los elementos de jebe del acople del reductor.																												
<b>CHUTE DE DESCARGA DE CONCRETO</b>																												
Visagras de la compuerta																												
Limpiar los Sensores de la compuerta																												
Inspeccionar ducto de salida																												
<b>SISTEMA NEUMÁTICO</b>																												
Tensión y estado de las fajas																												

### 4.2.3.3 Reporte mensual/semestral/anual (Actividades de Renovación)

Tabla 4.10 - Check-list mensual del Personal de Mantenimiento

Código del Equipo : _____ Realizado por : _____ Fecha de Inicio : ___/___/___ Horometro Inicio : _____ Fecha de Fin : ___/___/___ Horometro Fin : _____		<b>CHECK LIST MANTENIMIENTO PLANTA CONCRETO</b>																												 شركة لبنية برازيلية للتجارة والتطوير LBS FAKH BRAZILIAN CONSTRUCTION AND DEVELOPMENT										
		Semana							Semana							Semana							Semana																	
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
<b>TORNILLO SINFIN</b>																																								
Chumacera intermedia																																								
Chumacera en la descarga																																								
Fijación del motor en su base																																								
<b>FAJA TRANSPORTADORA</b>																																								
Alineamiento de la banda																																								
Pulsadores de seguridad (Emergencia)																																								
Fijación del motor en su base																																								
<b>SKIP</b>																																								
Pulsadores de seguridad (Emergencia)																																								
Fijación del motor en su base																																								
<b>MEZCLADOR</b>																																								
Fijación del motor y reductor en su base																																								
Desnivel entre los reductores (máximo 1.00 mm)																																								

OBS.:

- En todos los items, verificar visualmente
- Usar el reverso de esta hoja para anotar ocurrencias

#### **4.2.4 Historial de actividades**

Documento donde se deben la fecha, los servicios, los materiales usados y demás información relevante de cada intervención en la Planta. Un modelo de este documento se muestra en la Tabla 4.11.

#### **4.2.5 Orden de trabajo**

Una orden de trabajo es una solicitud que se genera para la ejecución de un mantenimiento o solución de un desperfecto,

Las órdenes de trabajo serán recibidas por los técnicos encargados de realizar dichas actividades, un modelo de orden es la Tabla 4.12.

#### **4.2.6 Solicitud de Repuestos y Materiales**

Documento generalmente se hace por triplicado, exigida por el almacenista para la solicitud de compra y entrega de la materia prima con destino a un trabajo específico. Una de las copias de esa solicitud queda en poder del almacenista, y las otras dos se envían a los departamentos de contabilidad y de Costos. Se establece así un control más efectivo de los materiales que se suministran a producción.

Estas solicitudes toma diversas formas de acuerdo con el tamaño y la naturaleza de la empresa, un modelo se muestra en la Tabla 4.13



Tabla 4.12 - Orden de trabajo (OT)

		<b>ORDEN DE TRABAJO PLANTA DE CONCRETO</b>		Orden de Trabajo N° :		
				Código del Equipo :		
<b>TAREA :</b>						
Solicitada por :			Autorizada por :			
Código :	Fecha de Solicitud :	Código :	Fecha de Solicitud :			
Ejecutada por :			Supervisor :			
Código :	Fecha Planificada :	Código :	Fecha de Inicio :			
TAREAS A EJECUTAR						
Descripción		Tiempo estimado	Tiempo real	OK		
REPUESTOS REQUERIDOS						
Código	Descripción	Cantidad Planificada	Cantidad utilizada	Unidad		
PERSONAL PARA LA EJECUCIÓN DE LA TAREA						
Cargo	Código	Nombre	Horas planificadas	Horas ejecutadas	Horas normales	Horas extras
MEDIDAS DE SEGURIDAD			OBSERVACIONES			
FINALIZACIÓN DEL TRABAJO						
Revisado	Fecha	Firma	Aprobado	Fecha	Firma	

Tabla 4.13 - Formato de Solicitud de repuestos y materiales

Item		Código	Unidad	Descripción	Cantidad			Observaciones
Proveedor / Fabricante		Lugar de Entrega INDUSTRIAL SITE			Fecha de entrega requerida		Prioridad	
Solicitado por		Nombre	Firma	Registro No.	Fecha	Fecha del Almacén		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
Solicitado por		Alexis Bustios O.		816-8				
Aprobado por el Gerente del Área		Ricardo Cunha		1160-6				

	<b>THIRD RING ROAD PROJECT</b> <b>MATERIALS &amp; FIXED ASSET DEPARTMENT</b> <b>RQT - REQUISITION MATERIAL / EQUIPMENT</b>		Fecha : _____
	<b>TODOS LOS CAMPOS EN VERDE DEBEN SER LLENADOS</b>		RQT No : _____
Solicitado por (Área) : <b>PLANTA DE CONCRETO</b>		UA : _____	<b>Clasificación</b> <input type="text"/> Material <input type="text"/> Equipos fijos <input type="text"/> Herramientas <input type="text"/> Otros _____
Número de control del Área : _____		AOQ : _____	

## 4.3 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

### 4.3.1 Análisis de riesgos

Se presentan dos tipos de riesgos, uno de índole personal donde se ven involucrados las personas afines a la Planta de Concreto, y otro referido al Medio Ambiente.

#### 4.3.1.1 Riesgos al Personal

En la Tabla 4.14 se detallan los tipos de riesgos a los que expuestos el personal y las medidas de control que debemos tomar en cada uno de estos casos.

Tabla 4.14 - Análisis de riesgos al personal

Riesgo	Medidas de control
<b>Caída de material</b>	Instrucción al personal sobre uso correcto de los EPP. Instruir y señalizar zonas de tránsito peatonal y áreas peligrosas.
<b>Caída del mismo nivel</b>	Control de superficies en el área de trabajo.
<b>Problemas respiratorios por partículas en suspensión</b>	Uso de implementos de seguridad para la protección respiratoria.
<b>Atrapamiento</b>	Revisar diariamente el estado

#### 4.3.1.2 Riesgos al Medio Ambiente

Así mismo, en la Tabla 4.15 se detallan los tipos de riesgos a los que expuestos el medio ambiente y las medidas de control que debemos tomar.

Tabla 4.15 - Análisis de riesgos al medio ambiente

Residuos	Medidas de control
<b>Desechos metálicos, restos de cartón y otros</b>	<p>Depósito provisorio en cilindros clasificados según manual de manejo de residuos sólidos.</p> <p>Traslado y almacenamiento posterior en un centro autorizado.</p>
<b>Lubricantes y aditivos</b>	<p>Control de derrames en caso de abastecimiento empleando galoneras y elementos absorbentes, como pueden ser arena o paños, los cuales se almacenarán en cilindros para su posterior traslado a un centro de autorizado.</p>

#### 4.3.2 Precauciones generales

Durante toda actividad de mantenimiento se debe tomar en cuenta las siguientes previsiones:

- Coordinar con el Operador de la Planta sobre la actividad que se va a realizar, y así se desconecte de forma total todo funcionamiento de la planta y a su vez dé la autorización para inicio del servicio.
- Toda actividad debe ser realizada con el uso obligatorio de los EPP propios de cada servicio, en este caso:

- Casco de seguridad
  - Lentes de seguridad
  - Guantes de goma
  - Traje impermeable
  - Botas de goma con suelas antideslizantes
- Una vez concluido el servicio, se deberá dar aviso al Operador de la Planta.

## Capítulo V

# EVALUACIÓN ECONÓMICA

### 5.1 COSTOS ACTUALES

#### 5.1.1 Composición de Costos

##### 5.1.1.1 Producción de Concreto

En la Tabla 5.1 se muestra cómo se llega al costo de 1.00m<sup>3</sup> de concreto, el cual está compuesto por el costo por mano de obra, materiales, equipos y talleres.

Tabla 5.1 - Composición de la producción del Concreto

Descripción	Unid	Índice	Costo Unitario Insumo	Costo Unitario por Composición	Productividad
<b>Planta de Concreto</b>	<b>M3</b>			<b>50.66</b>	
<b>Mão de Obra</b>		<b>0.1310</b>		<b>0.47</b>	
Peon	H	0.1190	3.52	0.42	8.40 M3/H
Operador (Especializado)	H	0.0119	4.68	0.06	84.00 M3/H
<b>Material</b>				<b>44.96</b>	
Herramientas y Utensilios	US\$	0.0100	1.00	0.01	100.00 M3/USD
Agregados para Concreto	M3	1.4000	32.11	44.95	0.7143 M3/M3
<b>Equipamento</b>				<b>4.95</b>	
Cargador Neumático CAT 962G 207hp 3.1m <sup>3</sup>	H	0.0157	57.49	0.90	63.84 M3/H
Central Concreto Dosificadora - 105 m <sup>3</sup> /h	H	0.0119	205.54	2.45	84.00 M3/H
Grupo Electrogenerador Maquiçeral MAQ1807 162hp 150kva	H	0.0119	51.30	0.61	84.00 M3/H
Compresor Portatil Atlas Copco XA136 250pcm 84hp	H	0.0238	41.58	0.99	42.00 M3/H
<b>Reversão</b>				<b>0.28</b>	
Taller Mecánico	H	0.0044	19.48	0.09	226.28 M3/H
Taller Lubricación	H	0.0147	11.03	0.16	67.89 M3/H
Taller Industrial	H	0.0029	9.45	0.03	339.43 M3/H

### 5.1.1.2 Talleres

La Tabla 5.2 abre los costos involucrados en el cálculo del costo horario de los distintos talleres responsables del mantenimiento de la planta de concreto.

Tabla 5.2 - Composición de los Talleres

Descripción	Unid.	Índice	Costo Unitario Insumo	Costo Unitario por Composición	Productividad
<b>Taller Mecánico</b>	<b>H</b>			<b>19.48</b>	
<b>Mano de Obra</b>		<b>1.2800</b>		<b>9.15</b>	
OPERARIO MECANICO EQUIPO PESADO	H	0.6000	7.23	4.34	1.67 H/H
OPERARIO ELECTRICISTA EQUIPO	H	0.4000	7.23	2.89	2.50 H/H
OPERARIO LLANTERO	H	0.2000	5.89	1.18	5.00 H/H
CAPATAZ TALLER MECANICO	H	0.0800	9.25	0.74	12.50 H/H
<b>Material</b>				<b>0.34</b>	
HERRAMIENTAS MANUALES	GLB	0.1300	1.00	0.13	7.69 H/GLB
MATERIALES VARIOSDE CONSUMO	GLB	0.2100	1.00	0.21	4.76 H/GLB
<b>Equipamento</b>				<b>9.99</b>	
Camión Grua 10 tm VW 17220 250 hp	H	0.1428	48.26	6.89	7.00 H/H
GRUA MADAL 8 TONELADAS	H	0.0714	29.45	2.10	14.00 H/H
GRUPO ELECTROGENO CUMMINS 50 KWA	H	0.0714	13.90	0.99	14.00 H/H
<b>Taller de Lubricación</b>	<b>H</b>			<b>11.03</b>	
<b>Mano de Obra</b>		<b>1.2000</b>		<b>6.49</b>	
OPERARIO GRIFERO DE EQUIPOS	H	0.5000	5.89	2.95	2.00 H/H
OFICIAL LAVADOR DE EQUIPOS	H	0.1000	4.37	0.44	10.00 H/H
OFICIAL LUBRICADOR	H	0.5000	4.37	2.19	2.00 H/H
Capataz Taller de Lubricacion	H	0.1000	9.25	0.93	10.00 H/H
<b>Material</b>				<b>0.24</b>	
HERRAMIENTAS MANUALES	GLB	0.1200	1.00	0.12	8.33 H/GLB
MATERIALES VARIOSDE CONSUMO	GLB	0.1200	1.00	0.12	8.33 H/GLB
<b>Equipamento</b>				<b>4.29</b>	
CAMION CONVOY LUBRICACION VOLKS 15.180	H	0.0890	48.26	4.29	11.24 H/H
<b>Taller Industrial</b>	<b>H</b>			<b>9.45</b>	
<b>Mano de Obra</b>		<b>1.2200</b>		<b>7.52</b>	
OFICIAL SOLDADOR	H	0.4000	4.37	1.75	2.50 H/H
OPERARIO SOLDADOR	H	0.7000	7.23	5.06	1.43 H/H
OPERARIO TORNERO	H	0.0200	5.89	0.12	50.00 H/H
OPERARIO PINTOR DE EQUIPOS	H	0.1000	5.89	0.59	10.00 H/H
Capataz Taller Industrial	H	0.1000	9.25	0.93	10.00 H/H
<b>Material</b>				<b>0.37</b>	
HERRAMIENTAS MANUALES	GLB	0.1071	1.00	0.11	9.34 H/GLB
MATERIALES VARIOSDE CONSUMO	GLB	0.2677	1.00	0.27	3.74 H/GLB
<b>Amortización</b>				<b>0.38</b>	
Depreciación Técnica	H	0.4712	0.80	0.38	2.12 H/H
<b>Equipamento</b>				<b>0.26</b>	
Camión Grua 10 tm VW 17220 250 hp	H	0.0054	48.26	0.26	186.92 H/H

### 5.1.1.3 Equipos involucrados en la producción de concreto

Y, en la Tabla 5.3 se detalla cómo está compuesto el costo de los equipos involucrados en la producción del concreto.

Tabla 5.3 - Composición de los equipos

Descripción	Unidad	Índice	Costo Unitario Insumo	Costo Unitario por Composición	Productividad
<b>Cargador Neumático CAT 962G 207hp 3.1m3</b>	<b>H</b>			<b>57.49</b>	
<b>Mano de Obra</b>		<b>1.2000</b>		<b>5.62</b>	
Operador (Especializado)	H	1.2000	4.68	5.62	0.83 H/H
<b>Material</b>				<b>24.30</b>	
Petroleo D2	L	22.0000	0.90	19.80	0.0455 H/LT
Aceite Lubricante Motor/Hidráulico	L	0.5000	1.67	0.84	2.0000 H/LT
Grasas	KG	0.0500	2.46	0.12	20.00 H/KG
Neumático 23.5X25 (16)L E3	UN	0.0016	2,211.90	3.54	625.00 H/UN
<b>Subempreiteiro</b>				<b>0.37</b>	
SC- Seguro de Equipos	US\$	0.3700	1.00	0.37	2.7027 H/USD
<b>Amortización</b>				<b>22.36</b>	
Depreciación Técnica	H	1.0000	22.36	22.36	1.00 H/H
<b>Reversión</b>				<b>4.84</b>	
Taller Mecánico	H	0.2100	19.48	4.09	4.76 H/H
Taller Lubricación	H	0.0220	11.03	0.24	45.45 H/H
Taller Industrial	H	0.0540	9.45	0.51	18.52 H/H
<b>Central Concreto Dosificadora - 105 m3/h</b>	<b>H</b>			<b>205.54</b>	
<b>Mano de Obra</b>		<b>1.2000</b>		<b>8.68</b>	
Operador (Especializado)	H	1.2000	7.23	8.68	0.83 H/H
<b>Material</b>				<b>1.45</b>	
Aceite Lubricante Motor/Hidráulico	L	0.5000	1.67	0.84	2.0000 H/LT
Grasas	KG	0.2500	2.46	0.62	4.00 H/KG
<b>Subempreiteiro</b>				<b>0.65</b>	
SC- Seguro de Equipos	US\$	0.6500	1.00	0.65	1.5385 H/USD
<b>Amortización</b>				<b>136.10</b>	
Depreciación Técnica	H	1.0000	136.10	136.10	1.00 H/H
<b>Equipamiento</b>				<b>50.67</b>	
Grupo Electrogeno Maquiñeral MAQ 1201 60hp 55 kva	H	1.0000	50.67	50.67	1.00 H/H
<b>Reversión</b>				<b>7.99</b>	
Taller Mecánico	H	0.1250	19.48	2.43	8.00 H/H
Taller Lubricación	H	0.1560	11.03	1.72	6.41 H/H
Taller Industrial	H	0.4060	9.45	3.84	2.46 H/H
<b>Compresor Portatil Atlas Copco XA136 250pcm 84hp</b>	<b>H</b>			<b>41.58</b>	
<b>Mano de Obra</b>		<b>1.5000</b>		<b>7.02</b>	
Operador (Especializado)	H	1.5000	4.68	7.02	0.67 H/H
<b>Material</b>				<b>20.56</b>	
Petroleo D2	L	22.0000	0.90	19.80	0.0455 H/LT
Aceite Lubricante Motor/Hidráulico	L	0.4500	1.67	0.75	2.2222 H/LT
Grasas	KG	0.0050	2.46	0.01	200.00 H/KG
<b>Subempreiteiro</b>				<b>0.11</b>	
SC- Seguro de Equipos	US\$	0.1100	1.00	0.11	9.0909 H/USD
<b>Amortización</b>				<b>10.22</b>	
Depreciación Técnica	H	1.0000	10.22	10.22	1.00 H/H
<b>Reversión</b>				<b>3.67</b>	
Taller Mecánico	H	0.1640	19.48	3.19	6.10 H/H
Taller Lubricación	H	0.0320	11.03	0.35	31.25 H/H
Taller Industrial	H	0.0130	9.45	0.12	76.92 H/H
<b>Grupo Electrogeno Maquiñeral MAQ1807 162hp 150kva</b>	<b>H</b>			<b>51.30</b>	
<b>Mano de Obra</b>		<b>1.2000</b>		<b>5.62</b>	
Operador (Especializado)	H	1.2000	4.68	5.62	0.83 H/H
<b>Material</b>				<b>29.54</b>	
Petroleo D2	L	32.4000	0.90	29.16	0.0309 H/LT
Aceite Lubricante Motor/Hidráulico	L	0.2000	1.67	0.33	5.0000 H/LT
Grasas	KG	0.0200	2.46	0.05	50.00 H/KG
<b>Subempreiteiro</b>				<b>0.04</b>	
SC- Seguro de Equipos	US\$	0.0400	1.00	0.04	25.0000 H/USD
<b>Amortización</b>				<b>12.43</b>	
Depreciación Técnica	H	1.1000	11.30	12.43	0.91 H/H
<b>Reversión</b>				<b>3.67</b>	
Taller Mecánico	H	0.1640	19.48	3.19	6.10 H/H
Taller Lubricación	H	0.0320	11.03	0.35	31.25 H/H
Taller Industrial	H	0.0130	9.45	0.12	76.92 H/H

## **5.1.2 Registros**

### **5.1.2.1 Registro de Mantenimiento Correctivo**

A continuación, en la Tabla 5.4, se detallan uno a uno los gastos incurridos en los trabajos de Mantenimiento Correctivos ejecutados en el periodo de estudio. Se están presentando para cada uno de estos sus costos en mano de obra, materiales y parados de producción.

### **5.1.2.2 Registro económico del Mantenimiento Correctivo mensual**

En la Tabla 5.5 se detalla el costo del Mantenimiento Correctivo efectuado mes a mes y el costo de las pérdidas en producción generadas por estas paradas no programadas.

Con estos datos se genera la gráfica de costos mensuales que se muestra en la Ilustración 5.1.

### **5.1.2.3 Evolución económica del Mantenimiento Correctivo**

La Ilustración 5.3 muestra costo acumulado incurrido en Mantenimiento Correctivo y las Pérdidas por Paradas, y en la Ilustración 5.2 lo compara con la Producción Real.

Tabla 5.4 - Registros del Mantenimiento Correctivo

	MANO DE OBRA						Taller [USD]
	Horas	Taller Mecánico	Horas	Taller de Lubricación	Horas	Taller Industrial	
Cambio del retén del eje del Mezclador por rotura	6.00	19.48	4.00	11.03	5.00	9.45	208.22
Cambio de la válvula neumática dosificadora de Aditivo por rotura	9.00	19.48	6.00	11.03	8.00	9.45	317.05
Cambio de la válvula de paso de Agua por rotura	10.00	19.48	6.00	11.03	8.00	9.45	336.53
Cambio de las palas de la Espiral por desgaste	16.00	19.48	5.00	11.03	12.00	9.45	480.17
						<i>Subtotal</i>	<i>1,341.97</i>

	<b>MATERIALES</b>	<b>PRODUCCIÓN</b>		
	<b>Repuestos [USD]</b>	<b>Horas Paradas</b>	<b>Costo Horario</b>	<b>Paradas [USD]</b>
Cambio del retén del eje del Mezclador por rotura	10,776.00	8.00	4,255.71	34,045.68
Cambio de la válvula neumática dosificadora de Aditivo por rotura	7,528.50	12.00	4,255.71	51,068.52
Cambio de la válvula de paso de Agua por rotura	6,022.80	13.00	4,255.71	55,324.23
Cambio de las palas de la Espiral por desgaste	21,552.00	20.00	4,255.71	85,114.19
	<i>45,879.30</i>		<i>Subtotal</i>	<i>225,552.62</i>

	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>PRODUCCIÓN</b>	<b>MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>
	<b>Taller [USD]</b>	<b>Repuestos [USD]</b>	<b>Paradas [USD]</b>	<b>Costo Total [USD]</b>
Cambio del retén del eje del Mezclador por rotura	208.22	10,776.00	34,045.68	45,029.90
Cambio de la válvula neumática dosificadora de Aditivo por rotura	317.05	7,528.50	51,068.52	58,914.07
Cambio de la válvula de paso de Agua por rotura	336.53	6,022.80	55,324.23	61,683.56
Cambio de las palas de la Espiral por desgaste	480.17	21,552.00	85,114.19	107,146.37
	<i>1,341.97</i>	<i>45,879.30</i>	<i>225,552.62</i>	<i>272,773.89</i>

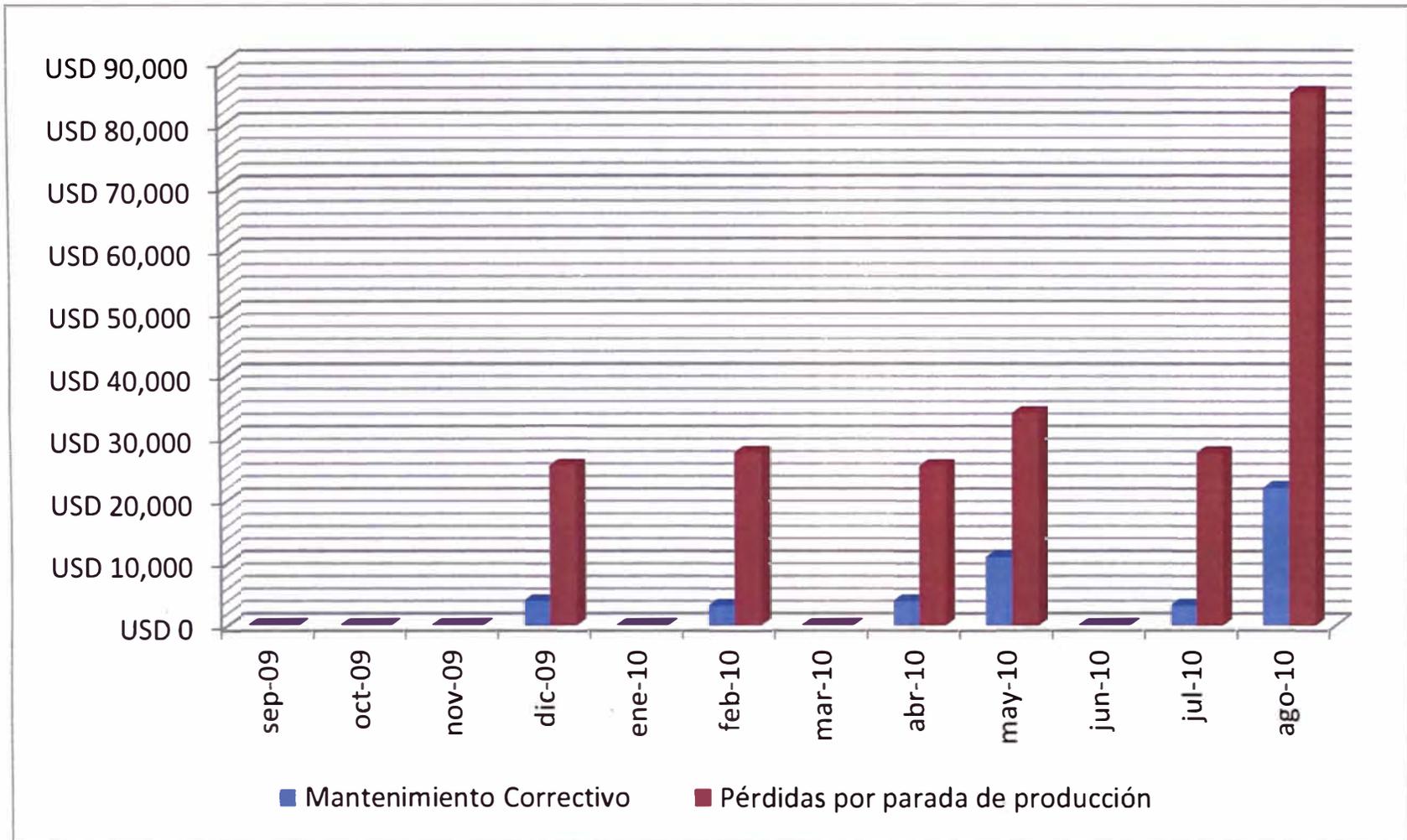


Ilustración 5.1 - Registro económico del Mantenimiento Correctivo

Tabla 5.5 - Costo mensual del Mantenimiento Correctivo y de las pérdidas por paradas

<b>Mantenimiento Correctivo</b>	<i>sep-09</i>	<i>oct-09</i>	<i>nov-09</i>	<i>dic-09</i>	<i>ene-10</i>	<i>feb-10</i>	<i>mar-10</i>	<i>abr-10</i>	<i>may-10</i>	<i>jun-10</i>	<i>jul-10</i>	<i>ago-10</i>	<i>Totales</i>
Cambio del retén del eje del Mezclador por rotura									10,984				10,984
Cambio de la válvula neumática dosificadora de Aditivo por rotura				3,923				3,923					7,846
Cambio de la válvula de paso de Agua por rotura						3,180					3,180		6,359
Cambio de las palas de la Espiral por desgaste												22,032	22,032
<i>Subtotales</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>3,923</i>	<i>0</i>	<i>3,180</i>	<i>0</i>	<i>3,923</i>	<i>10,984</i>	<i>0</i>	<i>3,180</i>	<i>22,032</i>	<b>47,221</b>

<b>Pérdidas por parada de producción</b>	<i>sep-09</i>	<i>oct-09</i>	<i>nov-09</i>	<i>dic-09</i>	<i>ene-10</i>	<i>feb-10</i>	<i>mar-10</i>	<i>abr-10</i>	<i>may-10</i>	<i>jun-10</i>	<i>jul-10</i>	<i>ago-10</i>	<i>Totales</i>
Cambio del retén del eje del Mezclador por rotura									34,046				34,046
Cambio de la válvula neumática dosificadora de Aditivo por rotura				25,534				25,534					51,069
Cambio de la válvula de paso de Agua por rotura						27,662					27,662		55,324
Cambio de las palas de la Espiral por desgaste												85,114	85,114
<i>Subtotales</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>25,534</i>	<i>0</i>	<i>27,662</i>	<i>0</i>	<i>25,534</i>	<i>34,046</i>	<i>0</i>	<i>27,662</i>	<i>85,114</i>	<b>225,553</b>

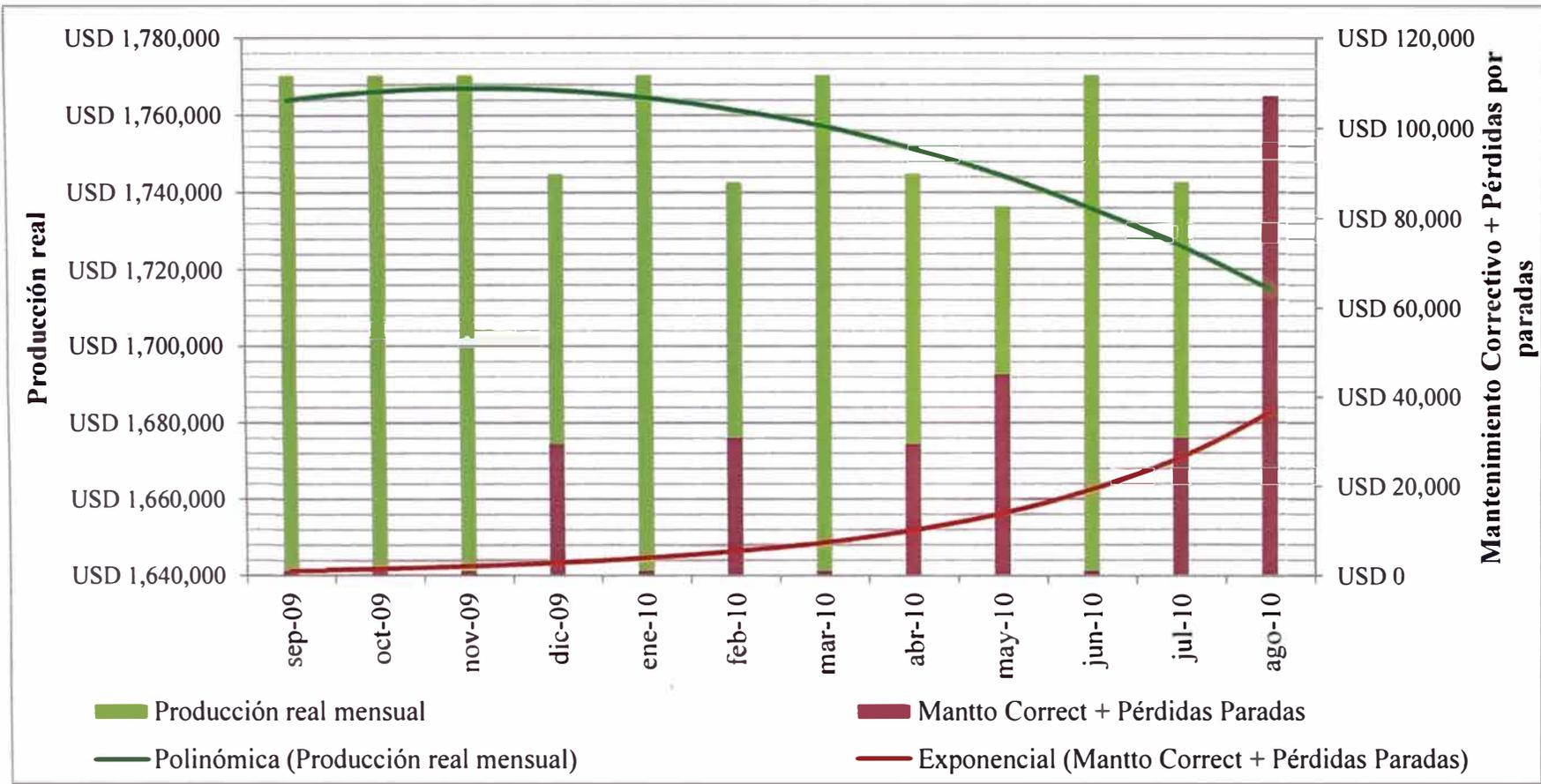


Ilustración 5.2 - Producción vs Mantenimiento Correctivo

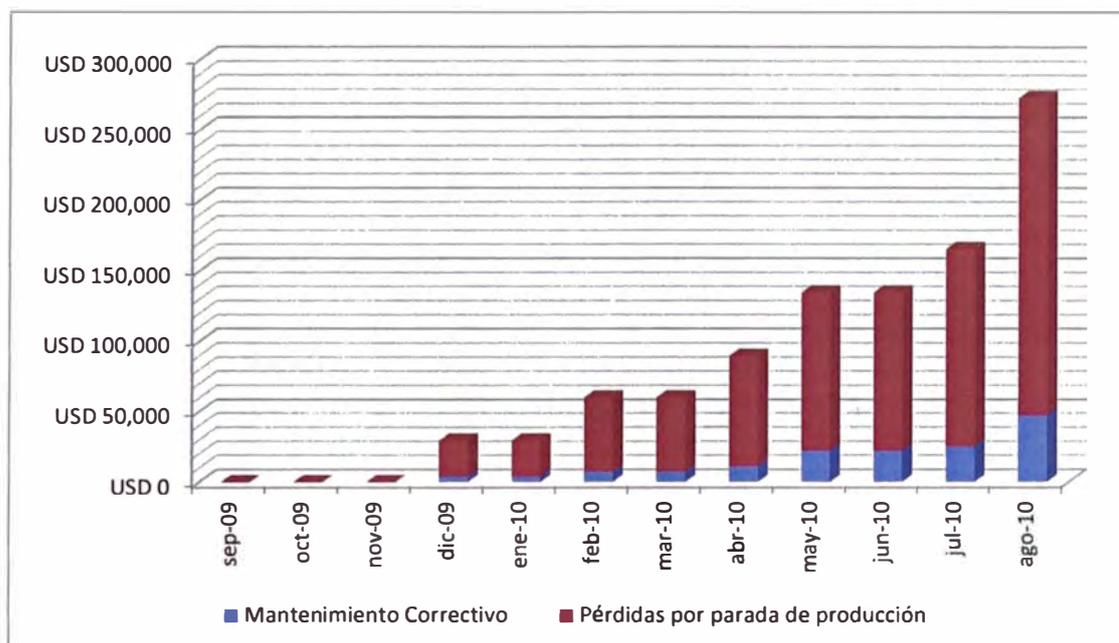


Ilustración 5.3 - Evolución económica del Mantenimiento Correctivo

## 5.2 COSTOS CON MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO

### 5.2.1 Tabla de costos anuales

En la Tabla 5.6 se detallan los costos anuales incurridos en el Mantenimiento Preventivo propuesto.

Tabla 5.6 - Costos anuales del MP

Parte	Actividad	Frecuencia	Duración de la Actividad [hr]	Taller Mecánico [USD]	Taller de Lubricación [USD]	Taller Industrial [USD]	Repuestos [USD]	Horas no producidas [USD]	Costo por Actividad [USD]	Actividades al año	Costo Total [USD]
SILOS DE CEMENTO, TORNILLO SINFÍN y BALANZA DE CEMENTO	Operación	Semanal	0.25	5	3	2	0	0	10	53	543
	Parada	Mensual	0.50	10	6	5	50	1,064	1,134	12	13,613
	Renovación	Semestral	1.00	19	11	9	500	2,128	2,669	6	16,013
TOLVAS DE ALMACENAMIENTO, FAJA TRANSPORTADORA y BALANZA DE AGREGADOS	Operación	Semanal	0.25	5	3	2	0	0	10	53	543
	Parada	Mensual	0.50	10	6	5	75	1,064	1,159	12	13,913
	Renovación	Anual	2.00	39	22	19	750	4,256	5,088	1	5,088
SKIP	Operación	Semanal	0.25	5	3	2	0	0	10	53	543
	Parada	Mensual	0.75	15	8	7	60	1,596	1,687	12	20,239
	Renovación	Anual	2.00	39	22	19	600	4,256	4,938	1	4,938
MEZCLADOR y CHUTE DE DESCARGA DE CONCRETO	Operación	Semanal	0.75	15	8	7	0	0	31	53	1,628
	Parada	Mensual	1.25	24	14	12	250	2,660	2,961	12	35,532
	Renovación	Semestral	2.50	49	28	24	2,500	5,320	7,922	6	47,532
											<b>160,123</b>



### 5.2.2 Equilibrio de costos de mantenimiento

Como explicamos en el ítem 2.1.3.5, los costos de mantenimiento correctivo disminuyen al aumentar los costos de mantenimiento preventivo pero se llega a un punto donde el gasto adicional de mantenimiento preventivo es antieconómico.

En función a los datos tabulados en la Tabla 5.8 obtenemos la gráfica mostrada Ilustración 5.4 donde es fácilmente identificable que el punto de equilibrio de costos se data alrededor del 65% de actividades preventivas

Tabla 5.8 - Costo del Mantenimiento en función de la cantidad de actividades

COSTO [USD]	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Mantenimiento Preventivo	16,012	16,012	32,025	48,037	64,049	80,062	96,074	112,086	128,098	144,111	160,123
Mantenimiento Correctivo	272,774	245,496	218,219	190,942	163,664	136,387	109,110	81,832	54,555	27,277	27,277

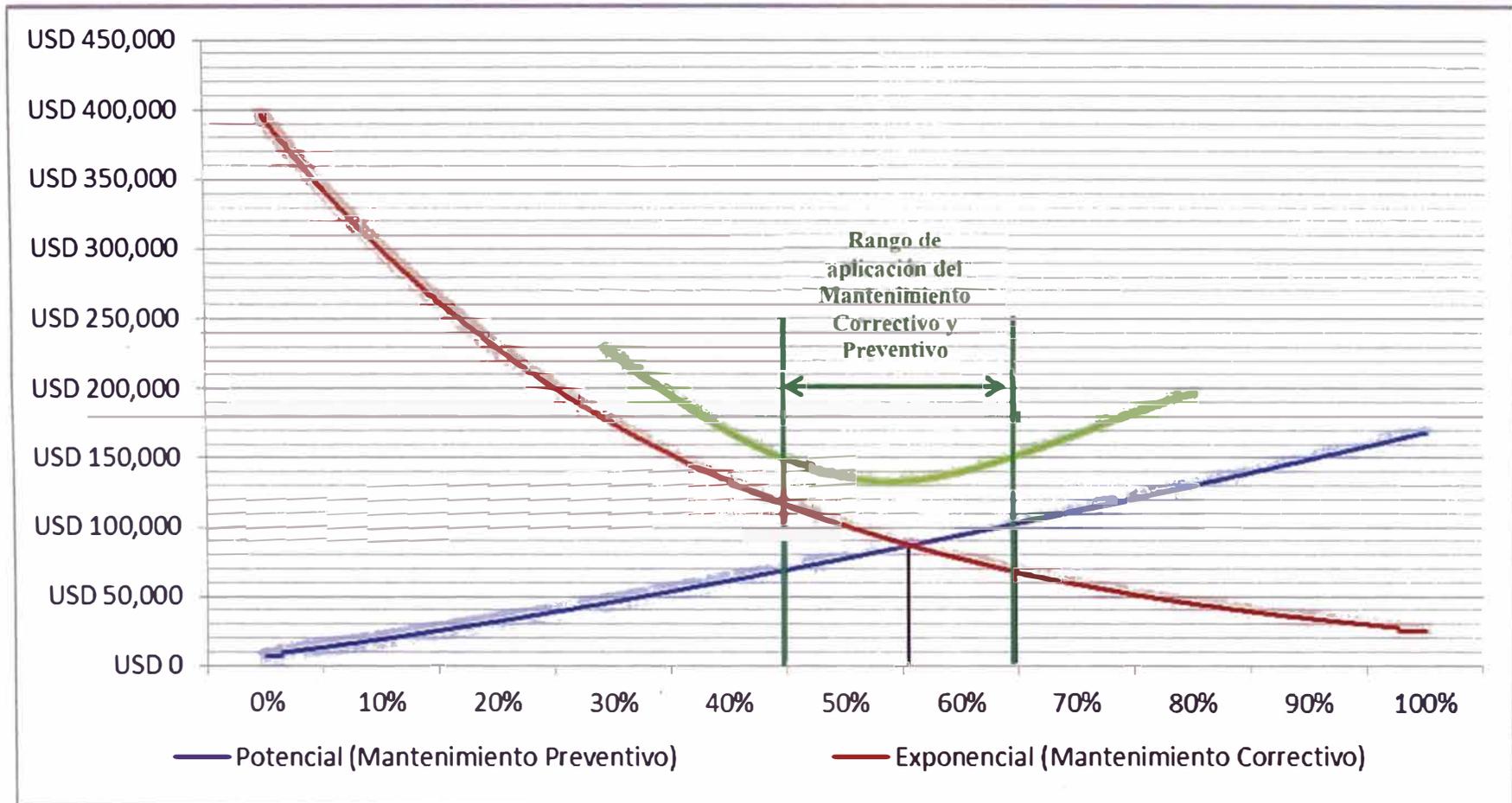


Ilustración 5.4 - Zona de equilibrio del MC vs MP

### 5.2.3 Indicadores de mantenimiento

En el rango de aplicación del Mantenimiento Preventivo y Correctivo ya seleccionado, obtenemos preliminarmente los siguientes valores para los indicadores de mantenimiento.

#### 5.2.3.1 Confiabilidad operacional (ICO)

$$IMC = \frac{19}{2451 + 19 + 9} \times 100\%$$

$$IMC = 0.77\%$$

$$IMP = \frac{9}{2451 + 19 + 9} \times 100\%$$

$$IMP = 0.34\%$$

$$ICO = \frac{2451}{2451 + 22 + 8} \times 100\%$$

$$ICO = 98\%$$

#### 5.2.3.2 Costo de mantenimiento (ICM)

$$ICM = \frac{104080 + 95471}{2553603} \times 100\%$$

$$ICM = 7.81\%$$

#### 5.2.3.3 Capacidad operativa/productiva (ICP)

$$ICP = \frac{2451}{2496} \times 100\%$$

$$ICP = 98\%$$

### 5.3 AHORRO ECONÓMICO

En el rango de aplicación del Mantenimiento Preventivo y Correctivo ya seleccionado vemos que preliminarmente el costo de mantenimiento en un año:

Tipo de Mantenimiento	Costo Anual Real [USD]	Costo Anual Propuesto [USD]
Preventivo	0	104,080
Correctivo	272,773	95,471
	<b>272,773</b>	<b>199,551</b>

$$\Delta \text{Costos} = \text{Mantenimiento Actual} - \text{Mantenimiento Propuesto}$$

$$\Delta \text{Costos} = 272,773 - 199,551$$

$$\Delta \text{Costos} = 73,222$$

Así mismo, esta propuesta implica además una disminución de horas por máquina parada, aumentando así la disponibilidad de la Planta.

Tipo de Mantenimiento	Pérdidas en Producción [hr]	Paradas programadas [hr]
Preventivo	0	25.75
Correctivo	53.00	18.50
	<b>53.00</b>	<b>44.25</b>

$$\Delta \text{Horas Mantenimiento} = \text{Mantto Actual} - \text{Mantto Propuesto}$$

$$\Delta \text{Horas Mantenimiento} = 53.00 - 44.25$$

$$\Delta \text{Horas Mantenimiento} = 8.75$$

## CONCLUSIONES

1. Se calcula un ahorro de USD 73,000 en el gasto por mantenimiento lo que arroja una relación Beneficio/Costo de 1.004, pasando así de un costo de USD 272,773 por Mantenimiento Correctivo a solo USD 199,551 por Preventivo y Correctivo. El monto ahorrado y la relación B/C van a ir creciendo con las mejoras que se le vaya dando al *programa de mantenimiento sugerido* durante su ejecución.
2. Esta ventaja no es solo de índole económico sino que también se ve reflejada en un aumento en la disponibilidad mecánica del equipo dado que al implementar el programa de mantenimiento preventivo hubo una reducción de 8.75 hr en labores de mantenimiento, fuera de que se estima que toda parada por mantenimiento será programada por lo que con una buena coordinación no afectará el suministro de concreto en los frentes de trabajo.
3. Por tanto, queda demostrado que tanto desde el punto de vista técnico como económico es más rentable la implementación de un programa de mantenimiento preventivo frente a uno exclusivamente correctivo, sin embargo se deberá dar una seguimiento a este nuevo programa para buscar mejoras en el mismo.

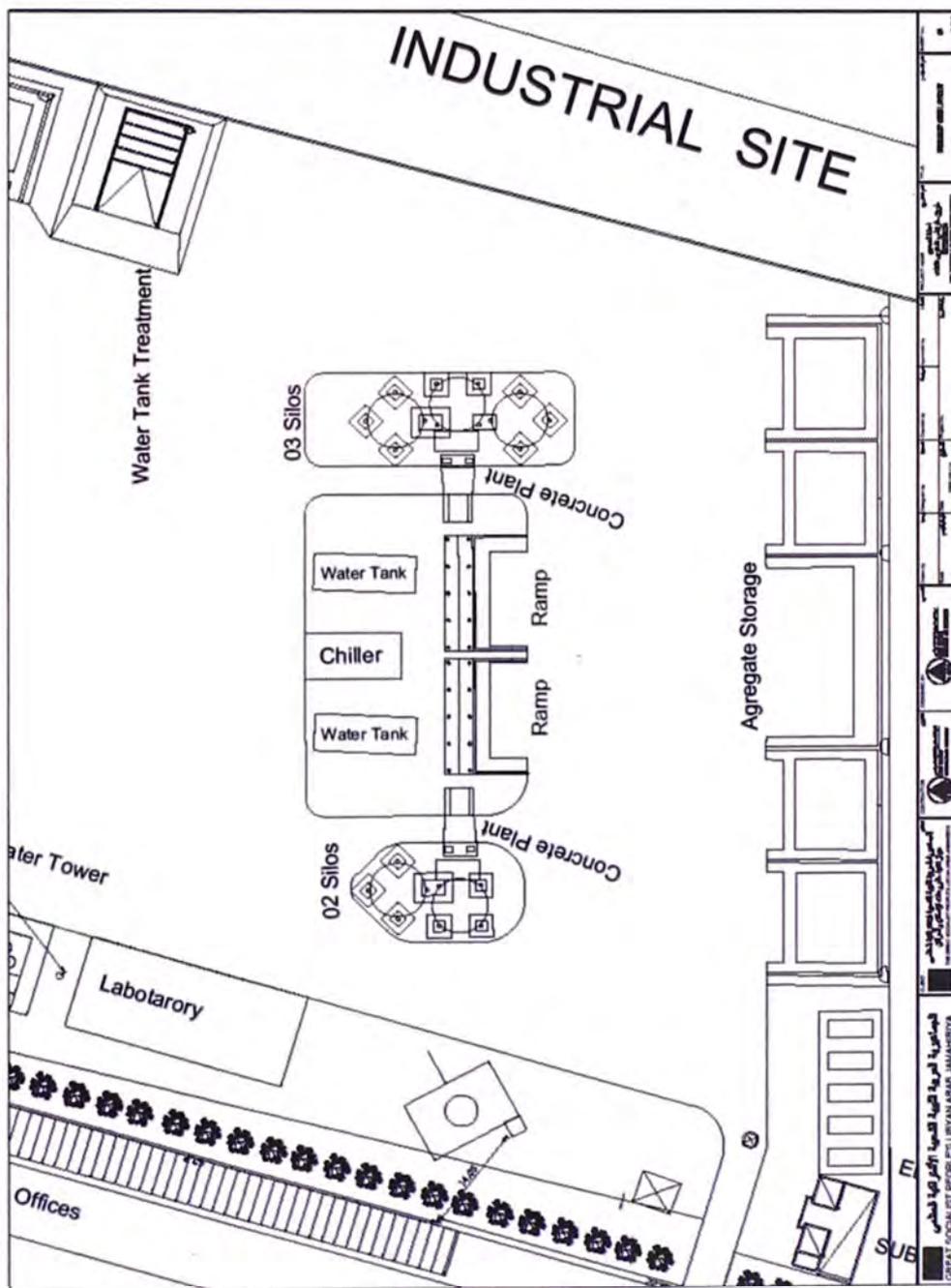
4. Una vez implementado el programa de Mantenimiento Preventivo, dado el seguimiento respectivo y corregidas las fallas, se recomienda pasar al siguiente escalón del mantenimiento, el Mantenimiento Predictivo donde se emplearán toda la información recolectada durante el Preventivo.
  
5. Actualmente existen muchos equipos que podrían automatizar algunas de las tareas propias del mantenimiento como pueden ser bombas automáticas de engrase, sensores de nivel, alarmas, etc. Se sugiere que una vez implementado el programa de Mantenimiento Preventivo se haga un análisis de la inversión y verificar que tan rentables serían estas herramientas dentro de nuestro presupuesto.

## BIBLIOGRAFÍA

1. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, RANIEL J. VÍR; 2005; **Teoría y práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado**; 2da Edición. Madrid; Fundación Confemetal; ISBN : 84-96169-49-9
2. NORMAN GAITHER & REE RAZI R; 2000; **Administración de producción y operaciones** ; 4ta edición; International Thomson editor ; ISBN-13: 978-9706860316
3. ROS MORENO, ANTONIO 2010; **Mantenimiento Industrial**; Aragón, España, Colección de Ingeniero de Mina
4. ANÍBAL ZIDUERMÁN, DIAGO; 1991; **Tecnología del concreto y del mortero**; 5ta edición; Santafé de Bogotá; Bhandar Editor Ltda.; ISBN : 958-9247-04-0

## ANEXOS

# Anexo I : PLOT PLAN





## Anexo III : DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO

CLIENT		ENGINEER		THE GREAT SOCIALIST PEOPLE'S LIBYAN ARAB JAMAHIRIYA								CONTRACTOR	
				Project: Third Ring Road									
				Contract: HIB/4/2007									
Concrete Mix Designs													
Item N°.	Type of Concrete	Cement Type I 42.5 MPa	Sand	Coarse Agg. 0 (2-8 mm.)	Coarse Agg. 1 (5 -15 mm.)	Coarse Agg. 2 (15 -25 mm.)	Water	Admixture Rheobuild 561-BASF	Admixture Rheobuild 1000-BASF	W/C	Slump (mm)	Remarks	
1 (A)	C-25/30	400 kg	720 kg	-	710 kg	390 kg	200 kg	6.20 kg	-	0.50	180-240	Pile	
2 (A)	C-30/37	420 kg	685 kg	-	710 kg	390 kg	195 kg	6.50 kg	-	0.46	180-220	Foundations, columns, terra armata panels	
3 (A)	C-16/20	280 kg	700 kg	-	720 kg	400 kg	200 kg	4.20 kg	-	0.71	180-220	Lean concrete (Terra armata foundations)	
4 (A)	C-30/37	405 kg	596 kg	255 kg	588 kg	393 kg	163 kg	4.05 kg	4.05 kg	0.40	180-220	Terra armata (New mix design)	
5	C-35/45	475 kg	498 kg	213 kg	771 kg	193 kg	200 kg	6.65 kg	-	0.42	180-220	Beam (Alternative A)	
6 (A)	C-35/45	475 kg	548 kg	235 kg	784 kg	197 kg	167 kg	4.75 kg	5.23 kg	0.35	180-220	Beam (Alternative B)	
7	C-12/15	250 kg	607 kg	372 kg	646 kg	277 kg	186 kg	3.50 kg	-	0.74	170-230	Lean concrete	
8	C-16/20	280 kg	592 kg	362 kg	642 kg	276 kg	188 kg	3.36 kg	-	0.67	170-230	New lean concrete (Terra armata foundations)	
9	C-30/37	420 kg	518 kg	222 kg	785 kg	197 kg	200 kg	3.78 kg	-	0.48	170-230	Foundations, columns, cross beams, Slab on Site	
10	C-25/30	400 kg	535 kg	229 kg	779 kg	195 kg	200 kg	4.00 kg	-	0.50	170-230	Pile (New mix design)	
11	C-35/45	475 kg	581 kg	198 kg	651 kg	279 kg	180 kg		7.13 kg	0.38	180-220	Beam (Alternative C) Precast	
12	C-30/37	420 kg	605 kg	202 kg	651 kg	283 kg	180 kg		5.46 kg	0.43	180-220	Terra armata/Deck Slab/Lateral Barter	
13	C-20/25	330 kg	640 kg	214 kg	662 kg	287 kg	185 kg	2.41 Kg.		0.56	180-220	Manhole-Catch Pit	
REMARK: (A) THESE MIX DESIGN ARE NOT USED:													
LABORATORY LBCD			CONSTRUCTION MANAGER LBCD				QC MANAGER LBCD			REPRESENTATIVE OF QU-BKS			
_____ Executed By Name, sign and date			_____ Executed By Name, sign and date				_____ Review By Name, sign and date			_____ Acceptance By Name, sign and date			

## Anexo IV FICHA TÉCNICA DE PLANTA DE CONCRETO EN ESTUDIO

### FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS

#### DATOS TÉCNICOS

Código	22.105.001		
Nombre del Equipo	PLANTA DE CONCRETO		
Función del Equipo	PRODUCCIÓN	Capacidad / Velocidad	105m <sup>3</sup> /hr
Ubicación	ÁREA INDUSTRIAL	Parte del Proceso / Línea	PRODUCCIÓN DE CONCRETO
Tamaño [m]	28.0x5.0x10.0	Marca	ELBA
Peso [kg]	45,000	Modelo	EBCD 105C
Potencia	240kVA / 97kW	Nr. de Serie	418.65-1204.0
Voltaje	380V	Proveedor	ELBA-WERK
Lectura de su Vida Útil	673 hr	Teléfono	+49 (0) 724372491

#### FECHAS

Fecha de Fabricación	MARZO 2008	Fecha de Instalación	SEPTIEMBRE 2008
Fecha Límite de Garantía	1 AÑO	Fecha de Última Actualización	ENERO 2010

#### DATOS DE CONDICIÓN

Efectividad Actual	80%	Importancia Crítica	Muy Crítico
Estado del Equipo	Bueno	Responsable Directo	Sr. Vallataphan

#### DOCUMENTOS DISPONIBLES

	<i>Si / No</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Idioma</i>
Historia	SÍ	Oficina de Mantenimiento Industrial	INGLÉS
Planos	SÍ	Oficina de Mantenimiento Industrial	INGLÉS
Manuales	SÍ	Cabina de Mando	INGLÉS

#### COMPONENTES

<i>Nombre</i>	<i>Nro Serie</i>	<i>Proveedor</i>	<i>Características</i>	<i>Costo</i>
COMPRESOR EPC 1500-500	1.5076.30340	KAESER	10bar 1050lt/min	USD 128,000
BOMBA DE AGUA CN 50-75 HP7.5	17040.4BO	SEA LAND	7.5hp 75m <sup>3</sup> /hr	USD 5,800

## Anexo V : PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CAMIONES MIXER POR HORAS TRABAJADAS



**ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION**  
 6245 CENTRAL EQUIPOS  
 20166012687  
 AV. VICTOR ANDRES BELAUNDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIM 00000001  
 TEL: 256-1688 FAX: 256-1688

JASCENIO  
 EQP0930E  
 24/09/2013  
 PAG. 01

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

<b>EQUIPO:</b>	11.170	CAMION MECLADOR IVECO 170B22 / JUSTO JU-500 PMP	0500A
<b>HOROMETRO PROGRAMADO:</b>	— A — + — B — = — C —	<b>HOROMETRO DE EJECUCION:</b>	— A — + — B — = — C —

#### CONTROLADOR DE MANUTENCIÓN

- >> Verifique histórico de fichas de los componentes.
- >> Verifique consumo de aceite lubricante.
- >> Consulte resultados de analisis de aceite

COMPONENTE	ACCIÓN	OBSERVACION	
TREN DE FUERZA	<b>INSPECCIONAR MOTOR:</b> Sistema de refrigeración. - Radiador de agua, limpieza del tanque de reserva. - Tapas, mangueras, abrazaderas y deflectores. - Fugas de la bomba de agua. - Estado y fijación de los protectores del ventilador. - Funcionamiento del embrague del ventilador. - Tensionar, regular y ver desgastes de las correas. Sistema de admisión. - Funcionamiento del indicador de restricción y estado de conservación de las mangueras, tuberías y abrazaderas. Sistema de combustible. - Fijación y fugas en el tanque, estado de conservación de tapa, mangueras y terminales. Sistema de escape. - Estado y fijación del colector, tuberías, silenciador, soportes, abrazaderas y cojinetes. Sistema de lubricación. - Presión y fugas. <b>EMBRAGUE:</b> - Funcionamiento. <b>CAJA DE MARCHA:</b> - Ruido, ajuste y fugas. - Juego de palanca y articulaciones del control. - Apriete y observación del estado de los cojinetes y tornillos de fijación de caja de marcha. <b>CARRAN:</b> - Fijación y juegos, de las bridas/mangas, rodamientos y crucetas. <b>DIFERENCIAL:</b> - Ruidos y fugas.		
SISTEMA DE DIRECCION	<b>INSPECCIONAR COLUMNA, CRUZETA, BARRA y TERMINALES:</b> - Fijación y juegos.		
<b>FECHA EMISION</b>	<b>FECHA DE EJECUCION</b>	<b>RESPONSABLE POR SERVICIO</b>	<b>EQUIPO LIBERADO ?</b>
24/09/2012	___/___/___		SI ___ NO ___

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

<b>EQUIPO:</b>	11.170	<b>CAMION MBECLADOR IVBCO 170B22 / JUSTO JU-500 PMP 0500A</b>	
<b>HOROMETRO PROGRAMADO:</b>	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	<b>HOROMETRO DE EXECUCION:</b>	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C
<b>COMPONENTE</b>	<b>ACCIÓN</b>		<b>OBSERVACIÓN</b>
	<b>BOMBA HIDRÁULICA:</b> - Fugas. <b>DIRECCION:</b> - Funcionamiento y fugas. <b>MANGUERAS:</b> - Cortes y fugas.		
<b>EJES</b>	<b>INSPECCIONAR</b> <b>EJE TRASERO:</b> - Fijación y verificación del estado de las ruedas, aros y trabas. <b>EJE DELANTERO:</b> - Fijación y verificación del estado de las ruedas, aros y trabas.		
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>	<b>INSPECCIONAR</b> <b>SISTEMA DE REFRIGERACION:</b> - Fijación, limpieza y fuga del radiador de aceite. - Estado de las paletas del ventilador. - Funcionamiento del motor eléctrico y termostato. <b>RESERVOCIO DE ACEITE:</b> - Fijación, limpieza y fuga. - Funcionamiento vacuometro. <b>BOMBA Y MOTOR HIDRÁULICO:</b> - Funcionamiento, fijación y fugas. <b>VÁLVULAS:</b> - Regulación y fugas de la válvula reductora de presión, válvula de alivio y de dirección. <b>CONEXIONES HIDRADLICAS:</b> - Si hay daños o fugas en las conexiones hidráulicas, tuberías y en las mangueras.		
<b>SISTEMA ELECTRICO VEHICULAR</b>	<b>PANEL DE INSTRUMENTOS:</b> - Verificar funcionamiento de los sensores, manómetros, termómetros e indicadores, cambiar si es necesario.		
<b>PANELES ELECTRICOS</b>	<b>INSPECCIONAR</b> <b>PANEL DE INSTRUMENTOS:</b> - Funcionamiento de los sensores, manómetros, termómetros e indicadores.		
<b>CHASIS Y ESTRUCTURAS</b>	<b>INSPECCIONAR</b> <b>SUSPENSION:</b> - Alineamiento y fijación de ballestas. <b>CABINA:</b> - Fijación y averías, de cubiertas, gomas, tapetes, cerraduras y tiradores. - Fijación y estado de conservación de		
<b>FECHA EMISIÓN</b>	<b>FECHA DE EJECUCIÓN</b>	<b>RESPONSABLE POR SERVICIO</b>	<b>EQUIPO LIBERADO ?</b>
24/09/2013	___/___/___		sí ___ NO ___



ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
 6245 CENTRAL EQUIPOS  
 20166012687  
 AV. VICTOR ANDRES BELAUNDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIM 00000001  
 TEL: 296-1688 FAX: 356-1688

JASCENCO  
 EQP0930E  
 24/09/2013  
 PAG. 01

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

<b>EQUIPO:</b>	11.170	<b>CAMION MBECLADOR IVECO 170B22 / JUSTO JU-500 PMP</b>	<b>0500A</b>
<b>MOROMETRO PROGRAMADO:</b>	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	<b>MOROMETRO DE EXECUCION:</b>	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C

COMPONENTE	ACCION	OBSERVACION	
	los asientos. <b>CHASIS:</b> - Corrosión, rajaduras y deformaciones. <b>SOBRE EL CHASIS:</b> - Apriete de los tornillos y tuercas para el chasis del camión. - Fijación de la escalera. <b>CABELLETES:</b> - Apriete de las tuercas de las grapas de fijación de los caballetes en la estructura. <b>RODILLOS DE APOYO:</b> - Fijación, limpieza y desgaste. <b>GLOBO:</b> - Apriete de tornillos de fijación del tambor al reductor. - Tambor giratorio si hay oscilación. <b>ELEMENTOS DE CARGA Y DESCARGA:</b> - Ajuste y movimiento de la bisagra de la sona del surtidor. - Fijación, limpieza y estado del canal articulado, de descarga, tolva de descarga y apoyo de seguridad. - Fijación del canal de repuesto, y parachoques. <b>IMPLEMENTO:</b> - Fijación de tornillos y reapriete de pernos de estructura de carga. - Estado de mangueras y tuberías hidráulicas. - Estado de estabilizadores y apoyos metálicos. - Estado de cadenas de isaje y de anclajes.		
<b>SISTEMA DE FRENO</b>	<b>INSPECCIONAR</b> <b>FRENO DE PARQUEO:</b> - Funcionamiento. <b>FRENO DE SERVICIO:</b> - Probar sistema. - Capas y ajuste.		
<b>SISTEMA NEUMATICO</b>	<b>INSPECCIONAR</b> <b>COMPRESOR DE AIRE:</b> - Fugas. <b>RESERVORIO Y LINEAS DE AIRE:</b> - Fugas y drenar sistema. <b>CAMARA NEUMATICA:</b> - Fugas y fijación.		
<b>SISTEMA DE AGUA Y NEUMATICO</b>	<b>INSPECCIONAR</b> <b>RESERVORIO DE AGUA:</b>		
<b>FECHA EMISION</b>	<b>FECHA DE EJECUCION</b>	<b>RESPONSABLE POR SERVICIO</b>	<b>EQUIPO LIBERADO ?</b>
24/09/2013	___/___/___		SI ___ NO ___



**ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION**  
 6345 CENTRAL EQUIPOS  
 20164012687  
 AV. VICTOR ANDRES BELAUNDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIM 00000001  
 TEL: 356-1688 FAX: 356-1688

JASCENCO  
 ECP0930E  
 24/09/2013  
 PAQ. 04

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

<b>EQUIPO:</b> 11.170		<b>CAMION MECLADOR IVBEO 170B22 / JUSTO JU-500 FMP 0500A</b>	
HOROMETRO PROGRAMADO: <u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C		HOROMETRO DE EXECUCION: <u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	
<b>COMPONENTE</b>	<b>ACCION</b>	<b>OBSERVACION</b>	
	- Apriete de los tornillos de fijación del soporte del tanque. <b>CONEXIONES DE AGUA/AIRE:</b> - Regulación de presión de aire, limpieza y funcionamiento. - Funcionamiento y hacer limpieza del filtro, si hay daños o fugas de agua / aire en las conexiones, tuberías y en las mangueras. Hidrómetro.		
<b>REDUCTOR</b>	<b>INSPECCIONAR REDUCTOR:</b> - Funcionamiento, fijación y fugas.		
<b>COMANDOS MECANICOS, PALANCAS</b>	<b>INSPECCIONAR UNIDAD DE MANDO:</b> - Funcionamiento y limpieza. - Manejo fácil y correcto posicionamiento de los cubos.		

**ATENCION**

- >> Consulte al operador sobre el estado del equipo.
- >> En la revisión, asegúrese de seguir las instrucciones del fabricante.
- >> Utilice sólo agua destilada en las baterías.

<b>FECHA EMISION</b>	<b>FECHA DE EJECUCION</b>	<b>RESPONSABLE POR SERVICIO</b>	<b>EQUIPO LIBERADO ?</b>
24/09/2013	___/___/___		sí ___ no ___



ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
 6345 CENTRAL EQUIPOS  
 20166013687  
 AV. VICTOR ANDRES BELAUNDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIM 00000001  
 TEL: 356-1688 FAX: 356-1688

JASCENCO  
 EQP0930E  
 24/09/2013  
 PAG. 05

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

<b>EQUIPO:</b>	11.170	CAMION MECLADOR IVBCO 170B22 / JUSTO JU-500	PMP	1000A
HOROMETRO PROGRAMADO:	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	HOROMETRO DE EXECUCION: <u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C		

#### CONTROLADOR DE MANUTENCIÓN

- >> PMP 1.000 horas puede ser ejecutado en el taller.
- >> Verifique histórico de fichas de los componentes.
- >> Verifique consumo de aceite lubricante.
- >> Consulte resultados de analisis de aceite.

COMPONENTE	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
TREN DE FUERZA	INSPECCIONAR MOTOR: Sistema de refrigeración. - Radiador de agua, limpieza del tanque de reserva. - Tapas, mangueras, abrazaderas y deflectores. - Fugas de la bomba de agua. - Estado de las paletas y fijación de los protectores del ventilador - Regulación y desgaste de las correas y tensor. Sistema de admisión. - Funcionamiento del indicador de restricción y estado de conservación de las mangueras, tuberías y abrazaderas. Sistema de combustible. - Fijación y fugas en el tanque, estado de conservación de tapa, mangueras y terminales. - Control de accionamiento electrónico de acelerador y parada de motor. Sistema de escape. - Estado y fijación del colector, tuberías, silenciador, soportes, abrazaderas y cojinetes. Sistema de lubricación. - Verificar presión de lubricación y fugas. EMBRAGUE: - Funcionamiento y ruido. CAJA DE MARCHA: - Ruido, ajuste y fugas. - Juego de palanca y articulaciones del control. - Apriete y observación del estado de conservación de los cojinetes y tornillos de fijación de caja de marcha. CARBAN: - Fijación y juegos, de las bridas/mangas, rodamientos y crucetas. DIFERENCIAL: - Ruidos y fugas.	

FECHA EMISIÓN	FECHA DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE POR SERVICIO	EQUIPO LIBERADO ?
24/09/2013	___/___/___		SÍ <u>    </u> NO <u>    </u>



ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
 C.M.S CENTRAL EQUIPOS  
 20168012687  
 AV. VICTOR ANDRÉS BELLAUNDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIMA 00000001  
 TEL: 356-1688 FAX: 356-1688

JASCENCO  
 EQP0930E  
 24/09/2013  
 PAG. 06

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

<b>EQUIPO:</b>	11.170	CAMION MECLADOR IVECO 170B22 / JUSTO JU-500	PMP	1000A
HOROMETRO PROGRAMADO:	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	HOROMETRO DE EXECUCION:	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	
<b>COMPONENTE</b>	<b>ACCIÓN</b>		<b>OBSERVACIÓN</b>	
SISTEMA DE DIRECCION	INSPECCIONAR COLUMNA, CRUZETA, BARRA y TERMINALES: - Fijación y juegos. BOMBA HIDRÁULICA: - Fugas. DIRECCION: - Funcionamiento y fugas. MANGUERAS: - Cortes y fugas.			
TRANSMISIÓN	INSPECCIONAR CARDAN: - Juego en el eje cardan y crucetas.			
EJES	INSPECCIONAR EJE TRASERO: - Verificación del estado de conservación de las ruedas, aros y trabas. EJE DELANTERO: - Verificación del estado de conservación de las ruedas, aros y trabas.			
SISTEMA HIDRAULICO	INSPECCIONAR SISTEMA DE REFRIGERACION: - Fijación, limpieza y fuga del radiador de aceite. - Estado de las paletas del ventilador. - Funcionamiento del motor eléctrico y termostato. - Fijación del protector. RESERVOCIO DE ACEITE: - Fijación, hacer limpieza y fuga. - Funcionamiento vacuometro. BOMBA Y MOTOR HIDRÁULICO: - Funcionamiento, fijación y fugas. VÁLVULAS: - Regulación y fugas de la válvula reductora de presión, válvula de alivio y de dirección. CONEXIONES HIDRAULICAS: - Si hay daños o fugas en las conexiones hidráulicas, tuberías y en las mangueras.			
SISTEMA ELECTRICO VEHICULAR	INSPECCIONAR ARRANCADOR Y ALTERNADOR: - Funcionamiento y fijación. BATERÍA: - Limpieza, cubrir los bornes con vaselina y revisar su densidad. LLAVE DE CONTACTO/ INTERRUPTORES/			
FECHA EXISTEN	FECHA DE EJECUCION	RESPONSABLE POR SERVICIO	EQUIPO LIBERADO ?	
24/09/2012	/ /		SÍ NO	



ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
 OMS CENTRAL EQUIPOS  
 20166012687  
 AV. VICTOR ANDRES BELAUNDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIM 00000001  
 TEL: 356-1688 FAX: 356-1688

JASCENCIO  
 EQP0930E  
 24/09/2013  
 PAG. 07

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

<b>EQUIPO:</b>	11.170	CAMION MECLADOR IVBEO 170B22 / JUSTO JU-500	PMP	1000A
HOROMETRO PROGRAMADO:	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	HOROMETRO DE EXECUCION: <u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C		

COMPONENTE	ACCION	OBSERVACION
	SOLENOIDES/ FUSIBLES/ CABLES: - Funcionamiento , fijaciones y aislamientos. ALARMAS DE RETROCESO/ BOCINA: - Funcionamiento. FAROS / LINTERNAS: - Funcionamiento y averías.	
PANELES ELECTRICOS	INSPECCIONAR PANEL DE INSTRUMENTOS: - Funcionamiento de los sensores, manómetros, termómetros e indicadores.	
CHASIS Y ESTRUCTURAS	INSPECCIONAR SUSPENSION: - Alineamiento y fijación de ballestas. - Estado y fijación de los amortiguadores y estabilizadores. CABINA: - Fijación, corrosión, abolladuras y rajaduras de cojinetes. - Fijación y averías, de cubiertas, gomas, tapetes, cerraduras y tiradores. - Asientos, tapicería y estructura. CHASIS: - Fijación de los soportes, corrosión y rajaduras. SOBRE EL CHASIS: - Apriete de los tornillos y tuercas para el chasis del camión. - Fijación del parachoques trasero. - Fijación de la escalera. CABELLETES: - Apriete de las tuercas de las grapas de fijación de los caballetes en la estructura. RODILLOS DE APOYO: - Fijación, limpieza, desgaste y juego de los rodamientos. GLOBO: - Apriete de tornillos de fijación del tambor al reductor. - Tambor giratorio si hay oscilación. - Estado de la pista de rodamientos de los roletas. ELEMENTOS DE CARGA Y DESCARGA: - Fijación y movimiento de la zona de articulación del surtidor. - Fijación, limpieza y estado, en el surtidor articulado, surtidor y tolva	

FECHA EMISION	FECHA DE EJECUCION	RESPONSABLE POR SERVICIO	EQUIPO LIBERADO ?
24/09/2012	___/___/___		SI ___ NO ___



ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
 CMAS CENTRAL EQUIPOS  
 20166012687  
 AV. VICTOR ANDRES BELAUNDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIM 00000001  
 TEL: 256-1688 FAX: 356-1688

JASCENIO  
 ECP0930E  
 24/09/2013  
 PAG. 08

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

<b>EQUIPO:</b>	11.170	<b>CAMION MECLADOR IVBCO 170B22 / JUSTO JU-500 PMP</b>	<b>1000A</b>
<b>HOROMETRO PROGRAMADO:</b>	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	<b>HOROMETRO DE EXECUCION:</b>	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C
<b>COMPONENTE</b>	<b>ACCION</b>		<b>OBSERVACION</b>
	de descarga, tapa de llenado y apoyo de seguridad. - Estado de la hoja de goma. - Fijar la defensa del conductor de repuesto. <b>IMPLEMENTO:</b> - Fijacion de tornillos y reapriete de pernos de estructura de carga. - Estado de mangueras y tuberias hidraulicas. - Estado de estabilizadores y apoyos metalicos. - Estado de cadenas de isaje y de anclajes.		
<b>SISTEMA DE FRENOS</b>	<b>INSPECCIONAR</b> <b>FRENO DE PARQUEO:</b> - Funcionamiento. <b>FRENO DE SERVICIO:</b> - Realizar prueba en el sistema. - Evaluar desgaste y regulacion de los tambores y capas.		
<b>SISTEMA NEUMATICO</b>	<b>INSPECCIONAR</b> <b>COMPRESOR DE AIRE:</b> - Ruidos y fugas. <b>RESERVORIO Y LINEAS DE AIRE:</b> - Fijacion del reservorio, fugas y drenar sistema. <b>CAMARA NEUMATICA:</b> - Fugas y fijacion. <b>FRENO DE MOTOR:</b> - Funcionamiento y eficiencia.		
<b>SISTEMA DE AGUA Y NEUMATICO</b>	<b>INSPECCIONAR</b> <b>RESERVORIO DE AGUA:</b> - Apriete de los tornillos de fijacion del soporte del tanque. <b>CONEXIONES DE AGUA/AIRE:</b> - Regulacion de presion de aire, limpieza y funcionamiento. - Funcionamiento y hacer limpieza del filtro del hidrometro. - Funcionamiento de las valvulas. - Si hay danos o fugas de agua / aire en las conexiones, tuberias y en las mangueras.		
<b>REDUCTOR</b>	<b>INSPECCIONAR</b> <b>REDUCTOR:</b> - Funcionamiento, fijacion y fugas.		
<b>COMANDOS MECANICOS, PALANCAS</b>	<b>INSPECCIONAR</b> <b>UNIDAD DE MANDO:</b>		
<b>FECHA EMISION</b>	<b>FECHA DE EJECUCION</b>	<b>RESPONSABLE POR SERVICIO</b>	<b>EQUIPO LIBERADO ?</b>
24/09/2013	/ /		SI <u>    </u> NO <u>    </u>



ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
 EDAS CENTRAL EQUIPOS  
 20166012687  
 AV. VICTOR ANDRES BELLAUNDE 200 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIM 00000001  
 TEL: 356-1688 FAX: 356-1688

JASCENCIO  
 EOP0920E  
 24/09/2013  
 PAG. 10

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

<b>EQUIPO:</b>	11.170	CAMION MECLADOR IVBCO 170E22 / JUSTO JU-500	PMP	2000A
HOROMETRO PROGRAMADO:	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	HOROMETRO DE EXECUCION: <u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C		

#### CONTROLADOR DE MANUTENCIÓN

- >> PMP 2000 horas debe ser ejecutado en taller.
- >> Efectuar evaluación técnica (TA) antes de intervenir el equipo.
- >> Verifique histórico de fichas de los componentes.
- >> Verifique consumo de aceite lubricante.
- >> Consulte resultados de analisis de aceite.

COMPONENTE	ACCIÓN	OBSERVACIÓN	
TREN DE FUERZA	INSPECCIONAR MOTOR: - Funcionamiento y ruido. - Apriete de los tornillos de fijación de culata. - Ajuste de los juegos de válvulas. Sistema de refrigeración - Radiador de agua, limpieza del tanque de reserva. - Tapas, mangueras, abrazaderas y deflectores. - Fugas de la bomba de agua. - Estado de las paletas y fijación de los protectores del ventilador. - Funcionamiento del embrague viscoso del ventilador. - Regulación y desgaste de las correas y tensor. Sistema de admisión. - Funcionamiento del indicador de restricción y estado de conservación de las mangueras, tuberías y abrazaderas. Sistema de combustible. - Fijación y fugas en el tanque, estado de conservación de tapa, mangueras y terminales. - Control de accionamiento electrónico de acelerador y parada de motor. - Verificar si hay códigos de falla en la memoria ECM Sistema de escape. - Estado y fijación del colector, tuberías, silenciador, soportes, abrazaderas y cojinetes. - Coloración de los gases. Sistema de lubricación. - Verificar presión de lubricación y fugas. - Apriete de los tornillos de fijación del motor y observar estado de los cojines. EMBRAGUE: - Funcionamiento y ruido		
FECHA EMISIÓN	FECHA DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE POR SERVICIO	EQUIPO LIBERADO ?
24/09/2013	___/___/___		SI ___ NO ___

**ODEBRECHT**  
Infraestructura

ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
6345 CENTRAL EQUIPOS  
20166012687  
AV. VICTOR ANDRES BELAUNDE 200 SAN ISIDRO  
LIMA - LIMA 000000001  
TEL: 356-1688 FAX: 356-1688

JASCENCIO  
EOP0930E  
24/09/2013  
PAG. 11

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

<b>EQUIPO:</b> 11.170		<b>CAMION MECLADOR IVECO 170B22 / JUSTO JU-500 PMP 2000A</b>	
HOROMETRO PROGRAMADO: <u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C		HOROMETRO DE EXECUCION: <u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	
<b>COMPONENTE</b>	<b>ACCION</b>	<b>OBSERVACION</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desgaste en el plato, discos y rodamientos.</li> <li>CAJA DE MARCHA: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar ruidos y fugas.</li> <li>- Juego en las articulaciones y palanca de control.</li> <li>- Rajaduras de los cojinetes.</li> <li>- Fijación de la caja de marcha.</li> </ul> </li> <li>CARDAN: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fijación y juegos, de las bridas/mangas, rodamientos y crucetas.</li> </ul> </li> <li>DIFERENCIAL: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ruidos y fugas.</li> </ul> </li> </ul>		
<b>SISTEMA DE DIRECCION</b>	<b>INSPECCIONAR COLUMNA, CRUZETA, BARRA y TERMINALES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fijación y juegos.</li> </ul> <b>BOMBA HIDRAULICA:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fugas.</li> </ul> <b>DIRECCION:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funcionamiento y fugas.</li> </ul> <b>MANGUERAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cortes y fugas.</li> </ul>		
<b>TRANSMISION</b>	<b>INSPECCIONAR CARDAN:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Juego en el eje cardan y crucetas.</li> </ul>		
<b>EJES</b>	<b>INSPECCIONAR EJE TRASERO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Juego en los rodamientos y cubos.</li> <li>- Verificación del estado de las ruedas, aros y trabas.</li> </ul> <b>EJE DELANTERO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Juego en los rodamientos y cubos.</li> <li>- Verificación del estado de las ruedas, aros y trabas.</li> </ul>		
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>	<b>INSPECCIONAR SISTEMA DE REFRIGERACION:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fijación, limpieza y fuga del radiador de aceite.</li> <li>- Estado de las paletas del ventilador.</li> <li>- Funcionamiento del motor eléctrico y termostato.</li> <li>- Fijación del protector.</li> </ul> <b>RESERVOCIO DE ACEITE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fijación, hacer limpieza y fuga.</li> <li>- Funcionamiento vacuometro.</li> </ul> <b>BOMBA Y MOTOR HIDRAULICO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funcionamiento, fijación y fugas.</li> </ul> <b>VÁLVULAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regulación y fugas de la válvula</li> </ul>		
<b>FECHA EMISION</b>	<b>FECHA DE EJECUCION</b>	<b>RESPONSABLE POR SERVICIO</b>	<b>EQUIPO LIBERADO ?</b>
24/09/2013	___/___/___		SI <u>    </u> NO <u>    </u>



ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
 CMA CENTRAL EQUIPOS  
 20166012687  
 AV. VICTOR ANDRES BELAUNDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIM 00000001  
 TEL: 356-1668 FAX: 356-1668

JASCENCO  
 EQP0930E  
 24/09/2013  
 PAG. 12

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

<b>EQUIPO:</b>	11.170	<b>CAMION MRECLADOR IVECO 170B22 / JUSTO JU-500 FMP</b>	<b>2000A</b>
<b>HOROMETRO PROGRAMADO:</b>	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	<b>HOROMETRO DE EXECUCION:</b>	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C
<b>COMPONENTE</b>	<b>ACCION</b>		<b>OBSERVACION</b>
	reductora de presión, válvula de alivio y de dirección. <b>CONEXIONES HIDRAULICAS:</b> - Si hay daños o fugas en las conexiones hidráulicas, tuberías y en las mangueras.		
<b>SISTEMA ELECTRICO VEHICULAR</b>	<b>INSPECCIONAR ARRANCADOR Y ALTERNADOR:</b> - Funcionamiento y fijación. <b>BATERIA:</b> - Limpieza, cubrir los bornes con vaselina y revisar su densidad. <b>UNIDAD DE MODULO ELECTRONICO:</b> - Funcionamiento. <b>LLAVE DE CONTACTO/ INTERRUPTORES/ SOLENOIDES/ FUSIBLES/ CABLES:</b> - Funcionamiento, fijaciones y aislamientos. <b>ALARMAS DE RETROCESO/ BOCINA:</b> - Funcionamiento. <b>FAROS / LINTERNAS:</b> - Funcionamiento y averías.		
<b>PANELES ELECTRICOS</b>	<b>INSPECCIONAR PANEL DE INSTRUMENTOS:</b> - Funcionamiento de los sensores, manómetros, termómetros e indicadores.		
<b>CHASIS Y ESTRUCTURAS</b>	<b>INSPECCIONAR SUSPENSION:</b> - Alineamiento y fijación de ballestas. - Estado y fijación de los amortiguadores y estabilizadores. <b>CABINA:</b> - Fijación, corrosión, abolladuras y rajaduras de cojinetes. - Fijación y averías, de cubiertas, gomas, tapetes, cerraduras y tiradores. - Asientos, tapicería y estructura. <b>CHASIS:</b> - Fijación de los soportes, corrosión y rajaduras. <b>SOBRE EL CHASIS:</b> - Apriete de los tornillos y tuercas para el chasis del camión. - Fijación del parachoques trasero. - Fijación de la escalera. <b>CABELLETES:</b> - Apriete de las tuercas de las grapas de fijación de los caballetes en la		
<b>FECHA EMISION</b>	<b>FECHA DE EJECUCION</b>	<b>RESPONSABLE POR SERVICIO</b>	<b>EQUIPO LIBERADO ?</b>
24/09/2013	___/___/___		SI ___ NO ___



ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
 6345 CENTRAL EQUIPOS  
 20164012687  
 AV. VICTOR ANDRES BELAUNDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIM 00000001  
 TEL: 356-1688 FAX: 356-1686

JABSCENCO  
 6090920E  
 24/09/2013  
 PAG. 13

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

<b>EQUIPO:</b>	11.170	<b>CAMION MECLADOR IVECO 170B22 / JUSTO JU-500 FMP 2000A</b>	
<b>HOROMETRO PROGRAMADO:</b>	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	<b>HOROMETRO DE EXECUCION:</b>	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C
<b>COMPONENTE</b>	<b>ACCION</b>		<b>OBSERVACION</b>
	estructura. <b>RODILLOS DE APOYO:</b> - Fijación, limpieza, desgaste y juego de los rodamientos. <b>GLOBO:</b> - Apriete de tornillos de fijación del tambor al reductor. - Tambor giratorio si hay oscilación. - Estado de la pista de rodamientos de los roletas. <b>ELEMENTOS DE CARGA Y DESCARGA:</b> - Fijación y movimiento de la sona de articulación del surtidor. - Fijación, limpieza y estado, en el surtidor articulado, surtidor y tolva de descarga, tapa de llenado y apoyo de seguridad. - Estado de la hoja de goma. - Fijar la defensa del conductor de repuesto. <b>IMPLEMENTO:</b> - Fijacion de tornillos y reapriete de pernos de estructura de carga. - Estado de mangueras y tuberias hidraulicas. - Estado de estabilizadores y apoyos metalicos. - Estado de cadenas de isaje y de anclajes.		
<b>SISTEMA DE FRENOS</b>	<b>INSPECCIONAR</b> <b>FRENO DE PARQUEO:</b> - Funcionamiento. <b>FRENO DE SERVICIO:</b> - Realisar prueba en el sistema. - Evaluar desgaste y regulación de los tambores y capas.		
<b>SISTEMA NEUMATICO</b>	<b>INSPECCIONAR</b> <b>COMPRESOR DE AIRE:</b> - Ruidos y fugas. <b>RESERVORIO Y LINEAS DE AIRE:</b> - Fijación del reservorio, fugas y drenar sistema. <b>CAMARA NEUMATICA:</b> - Fugas y fijación. <b>FRENO DE MOTOR:</b> - Funcionamiento y eficiencia.		
<b>SISTEMA DE AGUA Y NEUMATICO</b>	<b>INSPECCIONAR</b> <b>RESERVORIO DE AGUA:</b> - Apriete de los tornillos de fijación		
<b>FECHA EMISION</b>	<b>FECHA DE EJECUCION</b>	<b>RESPONSABLE POR SERVICIO</b>	<b>EQUIPO LIBERADO ?</b>
24/09/2013	___/___/___		SI ___ NO ___



ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
 C245 CENTRAL EQUIPOS  
 20166313687  
 AV. VICTOR ANDRES BELAUNDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIMA 00000001  
 TEL: 356-1688 FAX: 356-1688

JASCENIO  
 EQP0930E  
 24092013  
 PAG. 14

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

**EQUIPO:** 11.170 **CAMION MECLADOR IVECO 170B22 / JUSTO JU-500 FMP 2000A**

**HOROMETRO PROGRAMADO:**      A +      B =      C **HOROMETRO DE EXECUCION:**      A +      B =      C

COMPONENTE	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
	del soporte del tanque. - Deformación, corrosión y roturas del tanque. CONEXIONES DE AGUA/AIRE: - Regulación de presión de aire, limpieza y funcionamiento. - Funcionamiento y hacer limpieza del filtro del hidrómetro. - Funcionamiento de las válvulas. - Si hay daños o fugas de agua / aire en las conexiones, tuberías y en las mangueras.	
REDUCTOR	INSPECCIONAR REDUCTOR: - Funcionamiento, fijación y fugas.	
COMANDOS MECANICOS, PALANCAS	INSPECCIONAR UNIDAD DE MANDO: - Funcionamiento y limpieza. - Manejo fácil y correcto posicionamiento de los cubos.	

#### ATENCIÓN

- >> Consulte al operador sobre el estado del equipo.
- >> En la revisión, asegúrese de seguir las instrucciones del fabricante.
- >> Utilice sólo agua destilada en las baterías.

FECHA EMISIÓN	FECHA DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE POR SERVICIO	EQUIPO LIBERADO ?
24/09/2012	___/___/___		sí <u>    </u> no <u>    </u>



**ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION**  
 6245 CENTRAL BOUQUOS  
 20168012687  
 AV. VICTOR ANDRES BELAUNDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIM 00000001  
 TEL: 356-1688 FAX: 356-1688

JASCIENCO  
 EQP0930E  
 24/09/2013  
 PÁG. 15

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

**EQUIPO:** 11.170 CAMION MECLADOR IVNCO 170B22 / JUSTO JU-500 PMP 5000A

HOROMETRO PROGRAMADO:  $\frac{\quad}{A} + \frac{\quad}{B} = \frac{\quad}{C}$       HOROMETRO DE EXECUCION:  $\frac{\quad}{A} + \frac{\quad}{B} = \frac{\quad}{C}$

#### CONTROLADOR DE MANUTENCIÓN

- >> PMP 5000 horas debe ser ejecutado en taller.
- >> Efectuar evaluacione técnica (TA) antes de intervenir el equipo.
- >> Verifique histórico de fichas de los componentes.
- >> Verifique consumo de aceite lubricante.
- >> Consulte resultados de analisis de aceite.

COMPONENTE	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
MOTOR	<p><b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza general de colmena y cambiar revestimientos, limpieza internas de radiador .</li> <li>- Realizar prueba a la válvula termostática, cambiar si es necesario.</li> <li>- Verificar estado de tapas, mangueras y abrasaderas, cambiar si es necesario.</li> <li>- Verificar si hay fugas en la bomba de agua, cambiar o reparar si es necesario.</li> </ul> <p><b>COMPONENTES AUXILIARES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar estado de las paletas y fijación de los protectores del ventilador.</li> <li>- Evaluar desgaste de las correas y tensor, cambiar si es necesario.</li> <li>- Funcionamiento del embrague viscoso del ventilador.</li> </ul> <p><b>SISTEMA DE ADMISION:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar unidad rotativa del turboalimentador.</li> <li>- Evaluar estado del indicador de restricción, mangueras y abrazaderas, cambiar si es necesario.</li> </ul> <p><b>SISTEMA DE ESCAPE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar estado del colector, tuberías, silenciador y abrasaderas, cambiar si es necesario.</li> </ul> <p><b>SISTEMA DE ALIMENTACIÓN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar códigos de fallas en la memoria ECM y realizar prueba de eficiencia en las unidades inyectoras.</li> <li>- Revisar bomba de transferencia, cambiar si es necesario.</li> <li>- Quite las boquillas des carbonizadas.</li> <li>- Hacer prueba en banco.</li> <li>- Hacer limpieza y verificación de líneas en el tanque de combustible.</li> </ul> <p><b>SISTEMA DE LUBRICACIÓN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar presión de lubricación, si es necesario revisar bomba.</li> <li>- Eliminar fugas.</li> </ul>	
FECHA EMISIÓN	FECHA DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE POR SERVICIO
24/09/2013	___/___/___	
		EQUIPO LIBERADO ?
		SI ___ NO ___



ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
 6245 CENTRAL EQUIPOS  
 20166012897  
 AV. VICTOR ANDRES BELAUNDE 290 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIM 00000001  
 TEL: 356-1688 FAX: 356-1688

JASCENCIO  
 EQP0930E  
 24/09/2013  
 PAG. 16

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

<b>EQUIPO:</b>	11.170	<b>CAMION MEZCLADOR IVCO 170B22 / JUSTO JU-500 PMP 5000A</b>
<b>HOROMETRO PROGRAMADO:</b>	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	<b>HOROMETRO DE EXECUCION:</b> <u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C
<b>COMPONENTE</b>	<b>ACCION</b>	<b>OBSERVACION</b>
	<b>CULATA:</b> - Torquear tornillos de fijación de culata. - Hacer regulación de las válvulas. <b>MONOBLOCK:</b> - Verificar si hay fugas, cambiar sellos si es necesario. - Hacer apriete y examinar cojinetes, como tornillos de fijación del motor, cambiar si es necesario. - Aprobar y ajustar desempeño del motor.	
<b>EMBRAGUE</b>	<b>EMBRAGUE:</b> - Verificar funcionamiento, efectuar intervenciones si es necesario.	
<b>SISTEMA DE DIRECCION</b>	<b>BOMBA HIDRAULICA:</b> - Verificar funcionamiento y fugas. <b>DIRECCION:</b> - Verificar funcionamiento y fugas. <b>MANGUERAS:</b> - Verificar estado de conservación de las mangueras, tubos y conexiones, cambiar si es necesario. <b>COLUMNA, CRUZETA, BARRA y TERMINALES:</b> - Verificar fijaciones y juegos, cambiar si es necesario.	
<b>TRANSMISION</b>	<b>CAJA DE MARCHAS:</b> - Verificar funcionamiento e intervenir componente si es necesario. - Evaluar juego de palanca y articulación de control, revisar si es necesario. - Realizar apriete de los tornillos de fijación de los soportes de caja. - Examinar cojinetes y cambiar si es necesario. <b>ARBOL DE TRANSMISION:</b> - Verificar fijación y evaluar desgaste de las bridas/mangas, rodamientos y crucetas, cambiar si es necesario.	
<b>EJES</b>	<b>EJE TRASERO:</b> - Evaluar desgaste de los rodamientos y cubos. Cambiar si es necesario. <b>EJE DELANTERO:</b> - Evaluar desgaste de los bujes y camisas de los ejes, cambiar si es necesario. - Evaluar desgaste de los rodamientos de los cubos, cambiar si es necesario.	
<b>FECHA EMISION</b>	<b>FECHA DE EJECUCION</b>	<b>RESPONSABLE POR SERVICIO</b>
24/09/2013	___/___/___	
		<b>EQUIPO LIBERADO ?</b> SÍ ___ NO ___



ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
 C/AS CENTRAL EQUIPOS  
 20166012687  
 AV. VICTOR ANDRES BELAUNDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIM 00000001  
 TEL: 356-1688 FAX: 356-1688

JASCENCO  
 EOP0920E  
 24/09/2013  
 PAG. 17

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

<b>EQUIPO:</b>	11.170	CANTON MECLADOR IVECO 170B22 / JUSTO JU-500 PMP		5000A
HOROMETRO PROGRAMADO:	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	HOROMETRO DE EXECUCION:		<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C
<b>COMPONENTE</b>	<b>ACCION</b>		<b>OBSERVACION</b>	
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>	<p>- Verificar fijación y estado de los aros y trabas de las ruedas, cambiar si es necesario.</p> <p><b>SISTEMA DE REFRIGERANCION:</b></p> <p>- Hacer limpieza del radiador de aceite, cambiar cojinetes de fijación si es necesario.</p> <p>- Verificar estado de las paletas del ventilador.</p> <p>- Funcionamiento del motor eléctrico y termostato, cambiar si es necesario.</p> <p>- Verificar fijación del protector.</p> <p><b>RESERVOCIO DE ACEITE:</b></p> <p>- Revisar, hacer limpieza y cambiar sellos.</p> <p>- Verificar funcionamiento vacuometro, cambiar si es necesario.</p> <p><b>BOMBA Y MOTOR HIDRAULICO:</b></p> <p>- Evaluar si es necesario renovar en función de la medición de la eficiencia del sistema hidráulico por análisis técnico.</p> <p><b>VÁLVULAS:</b></p> <p>- Revisar válvula reductora de presión, válvula de alivio y de dirección, cambiar kit de reparación.</p> <p><b>CONEXIONES HIDRAULICAS:</b></p> <p>- Verificar estado general de mangueras, cortes y sellos, cambiar si es necesario.</p>			
<b>SISTEMA ELECTRICO VEHICULAR</b>	<p><b>ARRANCADOR Y ALTERNADOR:</b></p> <p>- Verificar funcionamiento y fijación, revisar si es necesario.</p> <p><b>BATERIA:</b></p> <p>- Hacer limpieza, cubrir los bornes con vaselina y revisar su densidad.</p> <p><b>LLAVE DE CONTACTO/ INTERRUPTORES/ SOLENOIDES/ FUSIBLES/ CABLES:</b></p> <p>- Verificar funcionamiento, fijaciones y aislamientos.</p> <p><b>ALARMA DE RETROCESO/ BOCINA:</b></p> <p>- Verificar funcionamiento, cambiar si es necesario.</p> <p><b>FAROS / LINTERNAS:</b></p> <p>- Verificar funcionamiento y averías.</p>			
<b>PANELES ELECTRICOS</b>	<p><b>PANEL DE INSTRUMENTOS:</b></p> <p>- Verificar funcionamiento de los sensores, manómetros, termómetros e indicadores, cambiar si es necesario.</p>			
<b>FECHA EMISION</b>	<b>FECHA DE EJECUCION</b>	<b>RESPONSABLE POR SERVICIO</b>		<b>EQUIPO LIBERADO ?</b>
24/09/2013	___/___/___			SÍ ___ NO ___



ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
 CAS CENTRAL EQUIPOS  
 20166012687  
 AV. VICTOR ANDRES BELAUNDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIM 00000001  
 TEL: 394-1668 FAX: 394-1668

JABOENICIO  
 EOP0910E  
 24/09/2013  
 PAG. 18

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

<b>EQUIPO:</b>	11.170	<b>CAMION MRECLADOR IVBCO 170B22 / JUSTO JU-500 PMP</b>	<b>5000A</b>
<b>HOROMETRO PROGRAMADO:</b>	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	<b>HOROMETRO DE EXECUCION:</b>	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C
<b>COMPONENTE</b>	<b>ACCION</b>	<b>OBSERVACION</b>	
<b>CHASIS Y ESTRUCTURAS</b>	<p><b>SUSPENSION:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar alineamiento y eficiencia de las ballestas, revisar si es necesario.</li> <li>- Verificar estado y fijación de los amortiguadores y estabilizadores.</li> </ul> <p><b>CABINA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificación fijación, corrosiones, abolladuras y rajaduras, revisar si es necesario.</li> <li>- Verificar forros, gomas, tapetes, vidrios, cerraduras y perillas de puerta. Cambiar si es necesario</li> <li>- Verificar funcionamiento de limpia parabrisas, revisar si es necesario.</li> <li>- Verificar estado y fijación de los asientos, cinturones de seguridad, revisar si es necesario.</li> </ul> <p><b>CHASIS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar corrosiones, rajaduras y deformaciones, revisar si es necesario.</li> </ul> <p><b>SOBRE EL CHASIS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar estado de los tornillos y tuercas de fijación del chasis del camión y observar si hay deformaciones, rajaduras y corrosión, revisar si es necesario.</li> <li>- Verificar fijación, deformación, corrosión y rajaduras del parachoques trasero. revisar si es necesario.</li> <li>- Verificar corrosión y roturas en la escalera y plataforma, reparar si es necesario.</li> </ul> <p><b>CABELLETES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar deformaciones, rajaduras y corrosiones, reparar si es necesario.</li> <li>- Analizar estado de las grampas y tuercas de fijación de los caballetes a la estructura. Cambiar si es necesario.</li> </ul> <p><b>RODILLOS DE APOYO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de desgaste de los rodillos y juegos de los rodamientos, cambiar si es necesario.</li> </ul> <p><b>GLOBO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Examinar espesor de las paredes del tambor, reparar si es necesario.</li> <li>- Examinar desgaste de las hélices del tambor, cambiar si es necesario.</li> <li>- Analizar estado de los tornillos de</li> </ul>		
<b>FECHA EMISION</b>	<b>FECHA DE EJECUCION</b>	<b>RESPONSABLE POR SERVICIO</b>	<b>EQUIPO LIBERADO ?</b>
24/09/2013	___/___/___		SI ___ NO ___



ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
 EDAS CENTRAL EQUIPOS  
 20146012687  
 AV. VICTOR ANDRES BELLAUNDE 280 SAN ISIDRO  
 LMA - LIM 000000001  
 TEL: 326-1688 FAX: 326-1688

JASCENCIO  
 EOP0930E  
 24/09/2013  
 PAG. 19

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

<b>EQUIPO:</b>	11.170	<b>CANTON MECLADOR IVICO 170B22 / JUSTO JU-500 PMP</b>	<b>5000A</b>
<b>HOROMETRO PROGRAMADO:</b>	$\frac{\quad}{A} + \frac{\quad}{B} = \frac{\quad}{C}$	<b>HOROMETRO DE EXECUCION:</b>	$\frac{\quad}{A} + \frac{\quad}{B} = \frac{\quad}{C}$
<b>COMPONENTE</b>	<b>ACCION</b>		<b>OBSERVACION</b>
	<p>fijación del tambor en el reductor, cambiar si es necesario.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar tambor de giro si hay alguna oscilación, cambiar si es necesario rodamiento del soporte delantero.</li> <li>- Evaluar desgaste de la pista del rodamiento de los rodillos.</li> </ul> <p><b>ELEMENTOS DE CARGA Y DESCARGA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar sonda articulada de surtidor.</li> <li>- Fijación y movimiento de la sonda de articulación del surtidor.</li> <li>- Verificar desgaste y rajadura fijación, limpieza y estado, en el surtidor articulado, surtidor y tolva de descarga, tapa de llenado y apoyo de seguridad.</li> <li>- Verificar el estado de la hoja de goma, cambiar si es necesario.</li> <li>- Verificar desgaste y fijación del guardabarros y cuneta de repuesto, cambiar si es necesario.</li> </ul> <p><b>IMPLEMENTO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fijación de tornillos y reapriete de pernos de estructura de carga.</li> <li>- Verificar mangueras y tuberías hidráulicas.</li> <li>- Verificar estabilizadores y apoyos metálicos.</li> <li>- Verificar cadenas de izaje y de anclajes.</li> </ul> <p><b>PINTURA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar pintura si es necesario.</li> </ul>		
<b>SISTEMA DE FRENOS</b>	<p><b>FRENO DE PARQUEO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar funcionamiento, revisar si es necesario.</li> </ul> <p><b>FRENO DE SERVICIO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar prueba en el sistema.</li> <li>- Evaluar tambores y lonas, cambiar si es necesario.</li> <li>- Verificar rendimiento y juego de sujetadores, ejes, bujes y resortes. Cambiar si es necesario.</li> </ul>		
<b>SISTEMA NEUMATICO</b>	<p><b>COMPRESOR DE AIRE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar funcionamiento y eliminar fugas.</li> </ul> <p><b>RESERVORIO Y LINEAS DE AIRE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Drenar sistema y verificar fugas.</li> </ul>		
<b>FECHA EMISION</b>	<b>FECHA DE EJECUCION</b>	<b>RESPONSABLE POR SERVICIO</b>	<b>EQUIPO LIBERADO ?</b>
24/09/2013	___/___/___		SÍ _____ NO _____



ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
 C/AS CENTRAL EQUIPOS  
 20144012687  
 AV. VICTOR ANDRES BELAUNDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIM 00000001  
 TEL: 356-1488 FAX: 356-1686

JASCENCIO  
 EOP0920E  
 24/09/2013  
 PAG. 20

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

<b>EQUIPO:</b>	11.170	CAMION MBECLADOR IVECO 170B22 / JUSTO JU-500	PMP	5000A
HOROMETRO PROGRAMADO:	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	HOROMETRO DE EXECUCION:	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	
<b>COMPONENTE</b>	<b>ACCION</b>		<b>OBSERVACION</b>	
	CAMARA NEUMATICA: - Verificar fugas, revisar si es necesario.			
SISTEMA DE AGUA Y NEUMATICO	RESERVORIO DE AGUA: - Verificar estado de los tornillos de fijación del soporte, cambiar si es necesario. - Verificar deformación, corrosión y rajaduras en el tanque, sustituir si es necesario. CONEXIONES DE AGUA/AIRE: - Revisar regulador de presión de aire. - Verificar funcionamiento y hacer limpieza del filtro del hidrómetro. - Revisar válvulas. - Verificar estado general, cortes y sellos de los tubos y mangueras, cambiar si es necesario.			
REDUCTOR	REDUCTOR: - Verificar funcionamiento, ruidos, fugas y fijación. Revisar si es necesario.			
DIFERENCIAL	DIFERENCIAL: - Verificar ruidos y fugas.			
COMANDOS MECANICOS, PALANCAS	UNIDAD DE MANDO: - Revisar comando. - Verificar manejo fácil y correcto posicionamiento de los cubos, cambiar si es necesario.			

#### ATENCIÓN

- >> Consulte al operador sobre el estado del equipo.
- >> En la revisión, asegúrese de seguir las instrucciones del fabricante.
- >> Utilice sólo agua destilada en las baterías.

FECHA EMISIÓN	FECHA DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE POR SERVICIO	EQUIPO LIBERADO ?
24/09/2013	___/___/___		sí ___ NO ___

## Anexo VI : PLAN DE LUBRICACIÓN PREVENTIVA DE CAMIONES MIXER POR HORAS TRABAJADAS



**ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION**  
 8243 CENTRAL EQUIPOS  
 20166012887  
 AV. VICTOR ANDRES BELLAUNDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIMA 02000001  
 TEL: 256-1688 FAX: 256-1688

JASCENIO  
 EQP0300  
 24/09/2013  
 PAG. 01

### PLAN DE LUBRICACION

<b>EQUIPO :</b>	11.170	CAMION MECLADOR IVNCO 170E22 / JUSTO JU-500	PL	0250R
<b>HOROMETRO PROGRAMADO:</b>	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	<b>HOROMETRO DE EXECUCION:</b>	<u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	
<b>ACEITE LUBRICANTES</b>		<b>OBSERVACIÓN</b>		
REDUCTOR DE TROMPO	- Verificar Nivel.			
MOTOR	- Cambiar 12 Lts. de aceite SAE 15W40 (API CH-4) / Retirar muestra.			
CAJA DE CAMBIO	- Verificar Nivel.			
DIFERENCIAL TRASERO I	- Verificar Nivel.			
SISTEMA HIDRAULICO	- Verificar Nivel.			
SISTEMA HIDRAULICO DE TROMPO	- Verificar Nivel.			
SISTEMA DE DIRECCION	- Verificar Nivel.			
<b>FILTROS / RESPIROS</b>		<b>OBSERVACIÓN</b>		
FILTRO DE COMBUSTIBLE	- Cambiar 01 und filtro 2994048.			
FILTRO SEPARADOR DE AGUA	- Drenar			
FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	- Cambiar 01 und filtro 2992242.			
RESPIRADERO DEL MOTOR	- Limpiar.			
PREFILTRO DE COMBUSTIBLE	- Cambiar 01 und filtro 7146717.			
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	- Limpiar (segun indicador) / Probar indicador de restricción de aire.			
RESPIRO DE CAJA DE CAMBIO	- Limpiar.			
RESPIRO DE DIFERENCIAL	- Limpiar.			
REJILLA DEL TANQUE	- Limpiar.			
HIDRAULICO DEL TROMPO				
<b>OTROS</b>		<b>OBSERVACIÓN</b>		
PUNTOS DE LUBRIFICACION	- Lubricar.			
TANQUE DE COMBUSTIBLE	- Drenar agua y condensación.			
EQUIPO COMPLETO	- Lavar.			
TANQUE DE AIRE	- Drenar agua de condensación / Verificar presencia de aceite.			

#### ATENCIÓN

- >> No mezclar lubricantes de diferentes fabricantes
- >> Utilice sólo filtros originales o filtros indicados por CEQ.
- >> Filtro de aire primario, sustituir si es necesario 01 und 503104426.
- >> Nunca limpiar filtro de aire secundario.
- >> Sustituir junto con el filtro primario, 01 und 503106176.
- >> Radiador: Siempre complete con líquido refrigerante (aditivo + agua potable la mezcla recomienda por el fabricante del aditivo.
- >> Cambiar el líquido refrigerante en el periodo recomendado por el fabricante del aditivo.
- >> Mezcle el aditivo con agua, nunca al inverso, mezcle en continuo movimiento.
- >> Neumáticos: calibrar frío.
- >> No lavar el equipo con motor caliente.
- >> Durante el período de garantía, el período de cambio de aceites lubricantes y filtros, deben de seguir las recomendaciones del fabricante.
- >> Revisar los extintores de incendio.

FECHA EMISIÓN	FECHA DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE POR SERVICIO	EQUIPO LIBERADO ?
24/09/2013	___/___/___		sí ___ NO ___



ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
 8243 CENTRAL EQUIPOS  
 20164012687  
 AV. VICTOR ANDRES BELALCANDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LIMA 000000001  
 TEL: 256-1688 FAX: 256-1688

JASCENCO  
 EQP09300  
 24/09/2013  
 PAG. 02

### PLAN DE LUBRICACION

<b>EQUIPO :</b> 11.170		<b>CANTON MEZCLADOR IVECO 170B22 / JUSTO JU-500 PL 0500R</b>	
HOROMETRO PROGRAMADO: <u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C		HOROMETRO DE EXECUCION: <u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	
<b>ACEITES LUBRICANTES</b>		<b>OBSERVACION</b>	
REDUCTOR DE TROMPO	- Verificar Nivel.		
MOTOR	- Cambiar 12 Lts. de aceite SAE 15W40 (API CH-4) / Retirar muestra.		
CAJA DE CAMBIO	- Verificar Nivel.		
DIFERENCIAL TRASERO I	- Verificar Nivel.		
SISTEMA HIDRAULICO	- Verificar Nivel.		
SISTEMA HIDRAULICO DE TROMPO	- Verificar Nivel / Tomar Muestra.		
SISTEMA DE DIRECCION	- Verificar Nivel.		
<b>FILTROS / RESPIROS</b>		<b>OBSERVACION</b>	
FILTRO DE COMBUSTIBLE	- Cambiar 01 und filtro 2994048.		
FILTRO SEPARADOR DE AGUA	- Cambiar 01 und filtro 1908547.		
FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	- Cambiar 01 und filtro 2992242.		
RESPIRADERO DEL MOTOR	- Limpiar.		
PREFILTRO DE COMBUSTIBLE	- Cambiar 01 und filtro 7146717.		
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	- Limpiar (segun indicador) / Probar indicador de restriccion de aire.		
RESPIRO DE CAJA DE CAMBIO	- Limpiar.		
RESPIRO DE DIFERENCIAL	- Limpiar.		
REJILLA DEL TANQUE	- Limpiar.		
HIDRAULICO DEL TROMPO			
FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO DE TROMPO	- Cambiar 01 und filtro 011204.		
<b>OTROS</b>		<b>OBSERVACION</b>	
PUNTOS DE LUBRIFICACION	- Lubricar.		
TANQUE DE COMBUSTIBLE	- Drenar agua y condensacion.		
EQUIPO COMPLETO	- Lavar.		
TANQUE DE AIRE	- Drenar agua de condensacion / Verificar presencia de aceite.		

#### ATENCION

- >> No mezclar lubricantes de diferentes fabricantes
- >> Utilice sólo filtros originales o filtros indicados por CEQ.
- >> Filtro de aire primario, sustituir si es necesario 01 und 502104426.
- >> Nunca limpiar filtro de aire secundario.
- >> Substituir junto con el filtro primario, 01 und 502106176.
- >> Radiador: Siempre complete con líquido refrigerante (aditivo + agua potable la mezcla recomienda por el fabricante del aditivo.
- >> Cambiar el líquido refrigerante en el periodo recomendado por el fabricante del aditivo.
- >> Mezcle el aditivo con agua, nunca al inverso, mezcle en continuo movimiento.
- >> Neumáticos: calibrar frío.
- >> No lavar el equipo con motor caliente.
- >> Durante el periodo de garantía, el periodo de cambio de aceites lubricantes y filtros, deben de seguir las recomendaciones del fabricante.
- >> Revisar los extintores de incendio.

FECHA EMISION	FECHA DE EJECUCION	RESPONSABLE POR SERVICIO	EQUIPO LIBERADO ?
24/09/2012	___/___/___		SI ___ NO ___



**ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION**  
 6245 CENTRAL EQUIPOS  
 20164012687  
 AV. VICTOR ANDRES BELALCANDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LHM 000000001  
 TEL: 254-1688 FAX: 254-1688

JASCENCO  
 EQP09300  
 24/09/2013  
 PAG. 03

### PLAN DE LUBRICACION

<b>EQUIPO :</b> 11.170		<b>CAMION MBECLADOR IVECO 170B22 / JUSTO JU-500 PL 1000R</b>	
MOROMETRO PROGRAMADO: <u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C		MOROMETRO DE EXECUCION: <u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	
<b>ACEITE LUBRICANTES</b>		<b>OBSERVACION</b>	
REDUCTOR DE TROMPO	- Cambio 8,5 Lts. de aceite SAE-90 (API GL-5) / Retirar muestra.		
MOTOR	- Cambiar 12 Lts. de aceite SAE 15W40 (API CM-4) / Retirar muestra.		
CAJA DE CAMBIO	- Cambiar 9 Lts. de aceite 80W90 / Retirar muestra.		
DIFERENCIAL TRASERO I	- Cambiar 18 Lts. de aceite SAE 80W140 (API GL-5) / Retirar muestra.		
SISTEMA HIDRAULICO	- Verificar Nivel.		
SISTEMA HIDRAULICO DE TROMPO	- Cambio 25 Lts. de aceite ISO VG68 / Retirar muestra.		
SISTEMA DE DIRECCION	- Verificar Nivel.		
<b>FILTROS / RESPIROS</b>		<b>OBSERVACION</b>	
FILTRO DE COMBUSTIBLE	- Cambiar 01 und filtro 2994048.		
FILTRO SEPARADOR DE AGUA	- Cambiar 01 und filtro 1908547.		
FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	- Cambiar 01 und filtro 2992242.		
RESPIRADERO DEL MOTOR	- Limpiar.		
PREFILTRO DE COMBUSTIBLE	- Cambiar 01 und filtro 7146717.		
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	- Limpiar (segun indicador) / Probar indicador de restriccion de aire.		
RESPIRO DE CAJA DE CAMBIO	- Limpiar.		
RESPIRO DE DIFERENCIAL	- Limpiar.		
REJILLA DEL TANQUE HIDRAULICO DEL TROMPO	- Limpiar.		
FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO DE TROMPO	- Cambiar 01 und filtro 011304.		
FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO DE DIRECCION	- Cambiar 01 und filtro 42527024.		
<b>OTROS</b>		<b>OBSERVACION</b>	
PUNTOS DE LUBRIFICACION	- Lubricar.		
TANQUE DE COMBUSTIBLE	- Drenar agua y condensacion.		
EQUIPO COMPLETO	- Lavar.		
TANQUE DE AIRE	- Drenar agua de condensacion / Verificar presencia de aceite.		

#### ATENCION

- >> No mezclar lubricantes de diferentes fabricantes
- >> Utilice sólo filtros originales o filtros indicados por CEQ.
- >> Filtro de aire primario, sustituir si es necesario 01 und 502104436.
- >> Nunca limpiar filtro de aire secundario.
- >> Substituir junto con el filtro primario, 01 und 502106176.
- >> Radiador: Siempre complete con líquido refrigerante (aditivo + agua potable la mezcla recomienda por el fabricante del aditivo.
- >> Cambiar el líquido refrigerante en el periodo recomendado por el fabricante del aditivo.
- >> Mezcle el aditivo con agua, nunca al inverso, mezcle en continuo movimiento.
- >> Neumáticos: calábrar frío.

FECHA EMISION	FECHA DE EJECUCION	RESPONSABLE POR SERVICIO	EQUIPO LIBERADO ?
24/09/2013	___/___/___		SI ___ NO ___



ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
 6245 CENTRAL EQUIPOS  
 20186012687  
 AV. VICTOR ANDRES BELAUNDE 280 SAN ISIDRO  
 LIMA - LMA 000000001  
 TEL: 354-1688 FAX: 356-1688

JASCENCIO  
 EQP09300  
 24092013  
 PAG. 05

### PLAN DE LUBRICACION

EQUIPO : 11.170 CAMION MECLADOR IVBCO 170B22 / JUSTO JU-500 PL 2000R	
HOROMETRO PROGRAMADO: <u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C	HOROMETRO DE EXECUCION: <u>    </u> A + <u>    </u> B = <u>    </u> C
ACEITE LUBRICANTES	OBSERVACION
REDUCTOR DE TROMPO	- Cambio 8,5 Lts. de aceite SAE-90 (API GL-5) / Retirar muestra.
MOTOR	- Cambiar 12 Lts. de aceite SAE 15W40 (API CH-4) / Retirar muestra.
CAJA DE CAMBIO	- Cambiar 9 Lts. de aceite 80W90 / Retirar muestra.
DIFERENCIAL TRASERO I	- Cambiar 18 Lts. de aceite SAE 80W140 (API GL-5) / Retirar muestra.
SISTEMA HIDRAULICO	- Cambiar 25 Lts. de aceite SAE 68 / Retirar muestra.
SISTEMA HIDRAULICO DE TROMPO	- Cambio 25 Lts. de aceite ISO VG68 / Retirar muestra.
REDUCTOR DE GIRO	- Cambiar 11,5 Lts de aceite SAE 85W140 (API GL-5) / Tomar muestra.
SISTEMA DE DIRECCION	- Cambiar 3 Lts. de aceite ATF 220 tipo A / Retirar muestra.
FILTROS / RESPIROS	OBSERVACION
FILTRO DE COMBUSTIBLE	- Cambiar 01 und filtro 2994048.
FILTRO SEPARADOR DE AGUA	- Cambiar 01 und filtro 1908547.
FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	- Cambiar 01 und filtro 2992242.
RESPIRADERO DEL MOTOR	- Limpiar.
PREFILTRO DE COMBUSTIBLE	- Cambiar 01 und filtro 7146717.
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	- Limpiar (segun indicador) / Probar indicador de restriccion de aire.
RESPIRO DE CAJA DE CAMBIO	- Limpiar.
RESPIRO DE DIFERENCIAL	- Limpiar.
REJILLA DEL TANQUE HIDRAULICO DEL TROMPO	- Limpiar.
FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO DE TROMPO	- Cambiar 01 und filtro 011304.
FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO DE DIRECCION	- Cambiar 01 und filtro 42527024.
FILTRO SECADOR DE AIRE	- Cambiar 01 und filtro 299226.
OTROS	OBSERVACION
PUNTOS DE LUBRIFICACION	- Lubricar.
TANQUE DE COMBUSTIBLE	- Drenar agua y condensacion.
EQUIPO COMPLETO	- Lavar.
TANQUE DE AIRE	- Drenar agua de condensacion / Verificar presencia de aceite.

#### ATENCIÓN

- >> No mezclar lubricantes de diferentes fabricantes
- >> Utilice sólo filtros originales o filtros indicados por CEQ.
- >> Filtro de aire primario, sustituir si es necesario 01 und 502104426.
- >> Nunca limpiar filtro de aire secundario.

FECHA EMISION	FECHA DE EJECUCION	RESPONSABLE POR SERVICIO	EQUIPO LIBERADO ?
24/09/2013	___/___/___		SI ___ NO ___

## Anexo VII : POLÍTICA DE CALIDAD DEL PROYECTO

### POLÍTICA DE CALIDAD

Conquistar y satisfacer a los CLIENTES a través de la provisión de productos y servicios con enfoque a la **calidad, costos y plazo**, considerando:

- La efectiva **atención** a los requisitos de los **Clientes**,
- Los **Objetivos de la Calidad** y su revisión,
- La **revisión** de esta Política **con el enfoque** en su permanente **adecuación**, y;
- La **mejora continua** de la eficiencia del Programa (Sistema de Gestión) de la Calidad.

Antonio Roberto Gavioli  
*Director*