

Universidad Nacional de Ingenieria

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



“ Mantenimiento de Ingenios Azucareros ”

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

RUBEN HUGO AGUIRRE NORIEGA

PROMOCION: 1979 - I

LIMA PERU • 1990

CONTENIDO

	Pág.
PROLOGO	
CAPITULO I: INTRODUCCION	
1.1 Fabricación de Azúcar	5
1.2 Extracción por Difusor	5-7
1.3 Descripción del Equipo	7-8
1.3.1 Equipo de Preparación de Caña	
1.3.2 Equipo de Difusión	
1.3.3 Equipo de Desague de Bagazo	
1.4 Proceso	9-12
1.4.1 Recorridos.	
1.4.2 Condiciones.	
1.4.2.1 Tiempo	
1.4.2.2 Temperatura	
1.4.2.3 PH	
CAPITULO II: SISTEMA DE ORGANIZACION EL MANTENIMIENTO	
2.1 Generalidades	13
2.2 Departamento de Mantenimiento de Lavaderos y Difusión	13-20
2.2.1 Alcance.	
2.2.2 Función.	
2.2.3 Responsabilidad.	
2.2.4 Descripción de las Responsabilidades	
2.3 Organización	20-37
2.3.1 Jefe Departamento.	
2.3.2 Oficinista.	
2.3.3 Almacenero.	
2.3.4 Supervisor de Turno.	
2.3.5 Supervisor por Día.	
2.3.6 Mecánico del Lavadero "B"	
2.3.7 Mecánico del Difusor.	
2.3.8 Mecánico del Lavadero "A"	
2.3.9 Operadores Torre de Control de Lava- deros.	
2.3.10 Mayordomos.	
2.3.11 Mecánico por Día.	
2.3.12 Soldador.	
2.4 Políticas de Operación para la Administra- ción del Departamento	37-41
2.4.1 Políticas de Acuerdo a la Ubicación del Trabajo	

2.4.2	Sistema de Programación.	
2.4.3	Mantenimiento Preventivo.	
2.4.4	Ingeniería Preventiva.	
2.5	Políticas con Relación a la Fuerza de Trabajo.	41-42
2.5.1	Fuerza de Trabajo.	
2.5.2	Personal de Turno.	
2.5.3	Reclutamiento y Adiestramiento de Personal.	
2.6	Políticas de la Relaciones entre los Departamentos	43-44
2.6.1	Participación en la Selección de Equipos.	
2.6.2	Autoridad para Detener el Equipo con Fines de Mantenimiento.	
2.6.3	Responsabilidad de Seguridad.	
2.6.4	Instrumentación.	
2.7	Políticas con Respecto al Control	44-46
2.7.1	Comunicaciones.	
2.7.2	Uso de Manuales y Hojas de Prácticas Estándar	
2.7.3	Control de Costos.	
2.8	Prácticas de Operación que Sigue el Mantenimiento.	46-49
2.8.1	Carga de Trabajo.	
2.8.2	Control de las Ordenes de Trabajo	
2.8.3	Prácticas Normal en el Manejo de Ordenes de Trabajo.	
2.8.4	Programación y Pronosticación.	
2.9	Informes de Mantenimiento a la Superintendencia de Ingenio e Interdepartamentales.	49-57
2.9.1	Informe de Prioridad.	
2.9.2	Informe de Retraso o Adelanto del Programa.	
2.9.3	Informe de Retraso.	
2.9.4	Informe de Pronóstico de Mano de Obra.	
2.9.5	Relación entre el Departamento de Lavaderos y Difusión y el de Contabilidad.	
2.9.5.1	Informe de los Costos de Mantenimiento a la Superintendencia de Ingenio.	
2.9.5.2	Informe de Costo con Fines de Control Interno.	

2.9.6 Relación con la División de Ma-
teriales y Utiles.

CAPITULO III: MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1	Inventario de Equipos.	59-60
3.2	Diseño del Programa de Mantenimiento Preventivo	60
3.3	Función Básica	60
3.4	Alcance del Programa de Mantenimiento Preventivo	60-64
3.4.1	Equipos de Lavadero "B" y Difusor	
3.4.2	Equipos de Lavadero "A".	
3.4.3	Equipos de Seguridad.	
3.4.4	Equipos	
3.4.5	Tanques y Equipos Accesorios.	
3.4.6	Edificios de Planta y Equipos - de Carga.	
3.4.7	Equipos de Protección contra In- cendio.	
3.5	Lista de Comprobación	64
3.6	Ciclos de Frecuencia.	64-67
3.6.1	Análisis de Ingeniería.	
3.6.2	Ajuste Gradual.	
3.6.3	Comprobación Estadística.	
3.7	Programación	67-68
3.7.1	División de Inspección y Funcio- nes del Mantenimiento Preventivo	
3.8	Informes de Inspección y su Tramitación	68-69
3.9	Trámites Administrativos para el Mante- nimiento Preventivo	69-70
3.10	Trabajo Administrativo del Manteni- miento Preventivo	70
3.11	Otras Técnicas Aplicadas al Manteni- miento Preventivo	70-73
3.11.1	Investigación de Materiales.	
3.11.2	Cambio en el Diseño.	
3.11.3	Adiestramiento del Personal.	
3.11.4	Ensayos no Destructivos.	
3.11.5	Estandarización	
3.11.6	Recuperación de Piezas.	
3.11.7	Análisis de los Registros.	
3.12	Ajuste del Programa de Mantenimiento - Preventivo	73-76
3.12.1	Optimización.	
3.12.2	Obtención de Costos.	
3.12.3	Comprobación de las Frecuencias de Inspección.	
3.12.4	Instrucciones Específicas.	

- 3.12.5 Empleo de Códigos de Reparación.
- 3.12.6 Empleo de Equipos para Ensayos no Destructivos.
- 3.12.7 Empleo de Técnicas de Ingeniería Industrial.
- 3.12.8 Empleo de Técnicas de Estadísticas.
- 3.12.9 Diseño de Mantenimiento.

CAPITULO IV: PLANIFICACION Y PROGRAMACION DE DE LOS TRABAJOS DE MA. TENIMIENTO

- 4.1 Autorización y Control de Trabajos 77-85
 - 4.1.1 Elementos Básicos.
 - 4.1.2 Planificación del Trabajo.
 - 4.1.3 Sistema de Ordenes de Trabajo.
 - 4.1.3.1 Orden de Trabajo de Mantenimiento.
 - 4.1.3.2 Control de Costos de Materiales.
 - 4.1.4 Asignación de Prioridad de Trabajo.
 - 4.1.5 Estimación del Tiempo de Mantenimiento.
 - 4.1.6 Programación de Reparación General
 - 4.1.7 Programación Detallada.
 - 4.1.8 Control de Horas.
 - 4.1.9 Medición del Trabajo.
 - 4.1.10 Controles de Funcionamiento.
- 4.2 Tiempo Estándar. 85-93
 - 4.2.1 Métodos para Establecer Tiempos Estándar de Mantenimiento
 - 4.2.2 Análisis Estadísticos.
 - 4.2.2.1 Trabajos Rutinarios.
 - 4.2.2.2 Trabajos Repetitivos.
 - 4.2.2.3 Trabajos Diversos.
 - 4.2.2.4 Trabajos Estimados.
 - 4.2.3 Determinación de los Valores Estándar.
 - 4.2.3.1 Ordenes para Trabajos Rutinarios.
 - 4.2.3.2 Trabajos Repetitivos.
 - 4.2.3.3 Trabajos No Repetitivos.
 - 4.2.3.4 Trabajos Estimados.
 - 4.2.4 Utilización de los Tiempos Estándar.
 - 4.2.4.1 Planificación Sucesiva.
 - 4.2.4.2 Planificación Formalizada.
 - 4.2.5 Control de Trabajos de Mantenimiento.
- 4.3 Hojas de Trabajo 93-104

- 4.3.1 Inventario del Equipo.
- 4.3.2 Registros del Equipo.
- 4.3.3 Ordenes de Trabajo.
- 4.3.4 Ordenes de Trabajo Permanentes.
- 4.3.5 Tarjetas de Tiempo.
- 4.3.6 Formas para Inspección de Mantenimiento Preventivo.
 - 4.3.6.1 Inspección en Marcha.
 - 4.3.6.2 Inspección con Interrupción de Trabajo.
- 4.3.7 Programas de Inspección del Mantenimiento Preventivo.
- 4.3.8 Informes de Tiempo Perdido.
- 4.3.9 Planificación y Programación.
 - 4.3.9.1 Trabajos de Rutina.
 - 4.3.9.2 Trabajos de Mantenimiento en Reparaciones Menores.
 - 4.3.9.3 Reparación Anual.
 - 4.3.9.4 Modificaciones a Largo Plazo.
 - 4.3.9.5 Interrupciones y Reparaciones de Emergencia.
 - 4.3.9.6 Informe Mensual de las Inspecciones de Mantenimiento Preventivo.
- 4.4 Estimación de los Costos de Mantenimiento y Reparación. 104-112.
 - 4.4.1 Clasificación del Trabajo.
 - 4.4.1.1 Trabajos de Mantenimiento Planificados y Repetitivos.
 - 4.4.1.2 Servicios de Emergencia.
 - 4.4.2 Utilización de las Estimaciones.
 - 4.4.3 Costo de Carencia de Mantenimiento.
 - 4.4.4 Estimaciones por Parte de la Jefatura.
 - 4.4.5 Técnicas de Estimación.
 - 4.4.5.1 Análisis.
 - 4.4.5.2 Opiniones.
 - 4.4.5.3 Estimaciones del Costo de Carencia de Mantenimiento.
 - 4.4.5.4 Valores Unitarios.
 - 4.4.6 Selección de un Método de Estimación.
- 4.5 Proceso Manual de Datos de Mantenimiento. 112-118
 - 4.5.1 Objetivos del Sistema
 - 4.5.2 Establecimiento del Sistema.
 - 4.5.3 Procedimientos.
 - 4.5.4 Ventajas.

4.5.5 Desventajas.

CAPITULO V: MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS

5.1 Limpieza de Oficinas de Lavaderos y Difusión	119-125
5.1.1 Personal, Herramientas y Suministros.	
5.1.2 Programas de Trabajo.	
5.2 Mantenimiento de Techos.	125
5.3 Mantenimiento de Paredes, Rampas, Escaleras y Pasamanos.	126-127
5.3.1 Paredes.	
5.3.2 Rampas.	
5.3.3 Escaleras y Pasamanos.	
5.3.4 Inspección.	
5.4 Pinturas.	127-140
5.4.1 Definición.	
5.4.2 Selección de Pinturas.	
5.4.3 Sistema de Pintado.	
5.4.4 Preparación de Superficie.	
5.4.5 Factores que Afectan la Performance de un Sistema de Pintado.	
5.4.6 Determinación del Método más Práctico de Aplicación.	
5.4.7 Sistema de Mantenimiento.	
5.4.8 Recomendaciones Diversas.	
5.5 Mantenimiento de Pisos de Concreto	140-142
5.5.1 Agrietamiento	
5.5.2 Cementación de Equipos.	
5.5.3 Mantenimiento de Limpieza de los Pisos.	

CAPITULO VI: MANTENIMIENTO ELECTRICO

6.1 Conexión a Tierra del Sistema Eléctrico	143-153
6.1.1 Métodos Utilizados en Nuestro Sistema.	
6.1.1.1 Conexión Sólida a Tierra.	
6.1.1.2 Conexión a Tierra a Través de Resistencias.	
6.1.2 Métodos de Conexión a Tierra Sugeridos.	
6.1.2.1 Sistema de Baja Tensión.	
6.1.2.2 Sistema de Media Tensión.	
6.1.2.3 Lugar de la Conexión a Tierra.	
6.1.3 Conexión a Tierra de Equipos.	

6.1.3.1	Barra Colectora para Co - nexión a Tierra en Inte - riores.	
6.1.3.2	Conexción a Tierra de Es- tructuras.	
6.1.3.3	Conexción a Tierra de Moto res.	
6.2	Motores Eléctricos.	153-161
6.2.1	Motores de Corriente Alterna.	
6.2.2	Deslizamiento.	
6.2.3	Momento de Torsión.	
6.2.4	Voltaje y Frecuencia. ,	
6.2.5	Devanados del Estator.	
6.2.6	Devanados del Rotor.	
6.3	Aislamiento	161-166
6.3.1	Limpieza y Secado del Aislamiento	
6.3.2	Secado del Aislamiento.	
6.4	Chumaceras y Lubricación	166-168
6.5	Mantenimiento de Aparatos de Control	168-176
6.5.1	Mantenimiento Preventivo	
6.5.2	Registros de Inspección.	
6.5.3	Mantenimiento del Equipo.	
6.5.4	Arrancadores para Motores.	
6.5.4.1	Arrancadores para Motores Eléctricos de Corriente Alterna.	
6.5.5	Contactores.	
6.6	Distribución de Fuerza.	176
6.7	Mantenimiento de los Dispositivos de Control	177-179
6.7.1	Disyuntores.	
6.7.2	Mantenimiento de los Transformado res.	
CAPITULO VII: MANTENIMIENTO MECANICO		
7.1	Grúa Hilo	180-183
7.1.1	Especificaciones Técnicas.	
7.1.2	Inspección y Reparación.	
7.2	Conductor Mesa	183-186
7.2.1	Especificaciones Técnicas.	
7.2.2	Inspección y Reparación.	
7.3	Conductor N°1	186-187
7.3.1	Especificaciones Técnicas.	
7.3.2	Inspección y Reparación.	
7.4	Carda	187-189

7.4.1	Especificaciones.	
7.4.2	Inspección y Reparación.	
7.5	Conductor N°2	190-191
7.5.1	Especificaciones Técnicas.	
7.5.2	Inspección y Reparación.	
7.6	Nivelador	191
7.6.1	Especificaciones Técnicas.	
7.7	Tambores de Peinado.	191-192
7.7.1	Especificaciones Técnicas.	
7.7.2	Inspección y Reparación.	
7.8	Extractores de Tierra	192-193
7.8.1	Especificaciones Técnicas.	
7.8.2	Inspección y Reparación.	
7.9	Faja de Tierra	194-196
7.9.1	Especificaciones Técnicas.	
7.9.2	Inspección y Reparación.	
7.10	Extractor de Hojas Superior	196
7.10.1	Especificaciones Técnicas.	
7.11	Extracción de Hojas Inferior	196-197
7.12	Conductor de Hojas	197-198
7.12.1	Especificaciones Técnicas.	
7.12.2	Inspección y Reparación.	
7.13	Conductor N°3	198-200
7.13.1	Especificaciones Técnicas.	
7.13.2	Inspección y Reparación.	
7.14	Bombas de Recuperación de Agua	200-201
7.14.1	Especificaciones Técnicas.	
7.14.2	Inspección y Reparación.	
7.15	Machetes y Conductor N°4	201-205
7.15.1	Especificaciones Técnicas.	
7.15.2	Inspección y Reparación.	
7.16	Buster y Fiberizer	205-222
7.16.1	Descripción.	
7.16.2	Instalación.	
7.16.3	Operación.	
7.16.4	Accionamiento Principal.	
7.16.5	Accionamiento del Rollo Alimentador del Fiberizer.	
7.16.6	Lubricación.	
7.16.7	Especificaciones Técnicas del Buster.	
7.16.8	Especificaciones Técnicas de los Rollos Alimentadores del Buster.	

7,16.9	Especificaciones Técnicas del Fiberizer.	
7.16.10	Especificaciones Técnicas del Rollo Alimentador del Fiberizer.	
7.16.11	Mantenimiento.	
7.16.12	Mantenimiento Diverso.	
7.16.13	Especificaciones Técnicas del - Aceite para Rodamientos del Bus ter y Fiberizer.	
7.16.14	Lista de Lubricación y Manteni- miento.	
7.17	Conductor N°5	222-223
7.17.1	Especificaciones Técnicas.	
7.18	Conductor N°6	223-224
7.18.1	Especificaciones Técnicas.	
7.18.2	Inspección y Reparación.	
7.19	Faja N°7	224-226
7.19.1	Especificaciones Técnicas.	
7.20	Faja N°8	226-227
7.20.1	Especificaciones Técnicas.	
7.21	Conductor N°9	227-228
7.21.1	Especificaciones Técnicas.	
7.22	Conductor N°10	228-229
7.22.1	Especificaciones Técnicas.	
7.23	Conductor N°11	
7.23.1	Especificaciones Técnicas.	
7.24	Faja N°13	230-231
7.24.1	Especificaciones Técnicas.	
7.25	Difusor	231-237
7.25.1	Especificaciones Técnicas.	
7.25.2	Inspección y Reparación.	
7.26	Molino N°1	237-239
7.26.1	Especificaciones Técnicas.	
7.26.2	Inspección y Reparación.	
7.27	Molino BMA	239-256
7.27.1	Turbina de Vapor KKK	
7.27.2	Reductor FALK.	
7.27.3	Reductor BMA.	
7.27.4	Molino BMA.	

CAPITULO VIII: LUBRICACION

8.1	Generalidades	257-258
-----	---------------	---------

8.2 Aspectos Teóricos	259-272
8.2.1 Tipos de Ficción.	
8.2.2 Tipos de Rozamiento.	
8.3 Lubricación de los Equipos	273-290
8.3.1 Molino BMA.	
8.3.2 Turbina de Vapor KKK.	
8.3.3 Cuadros de Lubricación.	
CAPITULO IX: INSTRUMENTACION	
9.1 Generalidades	291
9.2 Principios Utilizados en los Equipos para Ensayos No Destructivos en la Industria Azucarera.	291-292
9.3 Medidor Digital de Espesores.	293-294
9.4 Detector Ultrasónico de Fallas.	294-295
9.5 Balanceador Dinámico	295-296
9.6 Detector Ultrasónico de Fugas.	296-297
9.7 Analizadores de Vibración.	297-300
CAPITULO S: SOLDADURA	
10.1 Introducción a la Tecnología de la Soldadura de Mantenimiento Preventivo	301-307
10.1.1 Soldadura de Producción o Fabricación.	
10.1.2 Soldadura de Mantenimiento.	
10.2 Mecanismo de Desgaste.	307-318
10.2.1 Abrasión	
10.2.2 Impacto.	
10.2.3 Fricción.	
10.2.4 Corrosión.	
10.2.5 Calor.	
10.2.6 Erosión.	
10.2.7 Cavitación.	
10.3 Selección de Recubrimientos Protectores	318-325
10.3.1 Sistemas de Aleaciones Resistentes al Desgaste.	
10.3.1.1 Fases Duras en Matrices de Distintas Composiciones.	
10.3.1.2 Aceros con Estructuras Templadas.	
10.3.1.3 Aceros Autoendurecibles Austeníticos.	
10.3.2 Selección de Recubrimientos en Aplicaciones Anticorrosivas.	
10.3.3 Modelo Cualitativo para el Análisis de Casos.	

10.4 Soldabilidad de los Metales Empleados en la Industria del Azúcar.	325-343
10.4.1 Fierro Fundido.	
10.4.2 Soldabilidad del Fierro Fundido	
10.4.3 Acero.	
10.4.4 Aceros Inoxidables.	
10.4.5 Soldadura de Aceros Inoxidables	
10.4.6 Diagrama de SCHEFFLER.	
10.4.7 Bronces.	
10.5 Aplicaciones de la Terología en la Industria Azucarera.	343-352
10.5.1 Procesos y Sistemas para la Aplicación de Recubrimientos Protectores.	
10.5.2 Aplicaciones de la Terología en la Industria Azucarera.	

CAPITULO XI: CORROSION

11.1 Generalidades	353
11.2 Equipos de Extracción de Jugos.	353-360
11.2.1 Mesas del Molino BMA	
11.2.2 Bombas.	
11.2.3 Sistemas de Tuberías	
11.2.4 Molino BMA.	
11.2.5 Cadenas de Arrastre.	
11.3 Corrosión Atmosférica.	360-363

CAPITULO XII: COSTOS Y PRESUPUESTOS

12.1 Registros, Resumen y Distribución de los Datos de Costos.	364-378
12.1.1 Definiciones.	
12.1.2 Procesamientos de los Costos.	
12.1.3 Resumen de los Datos de Costos.	
12.2 Elaboración de Presupuestos	378-386
12.2.1 Presupuestos de Reparación.	
12.2.2 Tiempo Cubierto por los Presupuestos.	
12.2.3 Elaboración de los Presupuestos de Reparación.	
12.2.4 Responsabilidad para el Funcionamiento del Mantenimiento bajo los Presupuestos.	
12.2.5 Reportes del Funcionamiento Vs. el Presupuesto.	
12.2.6 Recolección de la Información.	
12.2.7 Procesamiento de la Información y Control de Costos.	

12.2.8 Interpretación de los Datos.	
12.3 Control de Costos para la Operación - Efectiva.	386-396
12.3.1 Objetivos y Organización.	
12.3.2 Determinación de los Costos His- tóricos de Mantenimiento.	
12.3.3 Beneficios.	
12.4 Índice de Confiabilidad.	396-397
12.5 Determinación del Índice de Confiabi- lidad.	397-401
12.5.1 Inspección Visual.	
12.5.2 Pruebas y Mediciones.	
12.5.3 Edad del Equipo.	
12.5.4 Medio Ambiente y Ciclo de Traba- jo.	
12.6 Sustitución de Equipos.	401-402
12.7 Reconstrucción y Mejoramiento de Equi- pos.	402
CONCLUSIONES	403-406
BIBLIOGRAFIA	
PLANOS	

RELACION DE FIGURAS Y PLANOS

- FIGURA N°1.1 Difusor Silver En Marcha
FIGURA N°1.2 Diagrama De Flujo Del Difusor Silver
- FIGURA N°2.1 Organigrama De La CAA Casa Grande Ltda.
FIGURA N°2.2 Organigrama Del Dpto. Lavaderos y Difusión
FIGURA N°2.3 Informe De Prioridad (Trabajo De Emergencia)
FIGURA N°2.4 Informe Del Programa De Acatamiento
FIGURA N°2.5 Fuerza De Trabajo Semanal E Informe De Retraso
- FIGURA N°3.1 Registro de Equipo
FIGURA N°3.2 Programa Semanal De Mantenimiento
FIGURA N°3.4 Informe Del Supervisor Al Jefe De Mantenimiento
FIGURA N°3.5 Registro Del Costo De Mantenimiento
- FIGURA N°4.1 Orden De Trabajo De Mantenimiento
FIGURA N°4.2 Consumo De Materiales
FIGURA N°4.3 Informe Diario De Tiempo
FIGURA N°4.4 Informe De Horas De Mantenimiento
FIGURA N°4.5 Tiempos Standard De Trabajos Rutinarios
FIGURA N°4.6 Tiempos Standard De Trabajos Repetitivos
FIGURA N°4.7 Tiempos Standard De Trabajos No Repetitivos
FIGURA N°4.8 Informe De Horas Gastadas
FIGURA N°4.9 Hoja Descriptiva Del Campo De Actividad
FIGURA N°4.10 Registro De Equipo y Especificaciones Técnicas
FIGURA N°4.11 Lista De Piezas De Repuestos
FIGURA N°4.13 Registros De Inspección De Mantenimiento Preventivo.
FIGURA N°4.14 Frecuencia De Inspección
FIGURA N°4.15 Hoja De Tiempo Perdido
FIGURA N°4.16 Informe Mensual De Las Inspecciones DE MP
FIGURA N°4.17 Método De Estimación
- FIGURA N°5.1 Estado Actual De Los Techos En El Dpto. Lavaderos y Difusión
FIGURA N°5.2 Estado Actual De Los Pisos De Concreto Del Dpto. Lavaderos y Difusión
- FIGURA N°6.1 Calibre De Los Conductores A Tierra
FIGURA N°6.2 Relación De Motores Electricos
PLANO N°6.3 Diagrama Electrico Unifilar Del Dpto. Lavaderos y Difusión
- PLANO N°7.1 Grúa Hilo
PLANO N°7.2 Pines Para Cadenas De Arrastre
PLANO N°7.3 Extractores De Tierra Lav. "A"
PLANO N°7.4 Bombas De Recuperación De Agua Lav. "B"
PLANO N°7.5 Machetes Lav. "B"

PLANO N°7.6 Martillos Buster y Fiberizer
PLANO N°7.7 Ajuste Yunques Fiberizer
PLANO N°7.8 Yunques Inferiores Del Fiberizer
PLANO N°7.9 Yunques Superiores Para El Fiberizer
PLANO N°7.10 Yunques Inferiores Para Buster Lavaderos "A" y "B"
PLANO N°7.11 840" Silver Difusor Anillo Sección Transversal
PLANO N°7.12 Molino Pre-Desaquador De 8'6"Ø x 7'6" Long.
PLANO N°7.13 Turbinas KKK De Accionamiento Del Molino BMA
PLANO N°7.14 Molino BMA-Mazas De 1,120 mm Ø x 2,240mm Long.

FIGURA N°8.1 Rozamiento Por Deslizamiento
FIGURA N°8.2 Rozamiento De Contacto o Rodación
FIGURA N°8.3 Distribución De Las Tensiones De Un Cilindro
FIGURA N°8.4 Fuerzas En Un Cilindro Rodante
FIGURA N°8.5 Perfil De Velocidades En Flujos Newtonianos
FIGURA N°8.6 Tipos De Rozamiento
PLANO N°8.7 Chumacera De Bronce-Maza Superior Molino BMA
PLANO N°8.9 Circuito De Aceite De La Turbina KKK-Molino BMA

FIGURA N°9.1 Conductor N°1 Lav. "A"
FIGURA N°9.2 Conductor N°3 Lav. "A"
FIGURA N°9.3 Mediciones De Vibraciones - Turbina KKK
FIGURA N°9.4 Mediciones De Vibraciones

FIGURA N°10.1 Diagrama De Schaeffler
FIGURA N°12.1 Tarjeta De Distribución Del Tiempo Del Dpto.
FIGURA N°12.2 Formato Para Resumir La Distribución De
Mano De Obra Por Trabajos
FIGURA N°12.3 Orden De Trabajo Interdepartamental
FIGURA N°12.4 Flujo Del Procedimiento De Ordenes De Trabajo
FIGURA N°12.5 Costos De Ordenes De Trabajo
FIGURA N°12.6 Reglas de Inspección Visual - Motores
FIGURA N°12.7 Pruebas Y Mediciones Aplicados a Motores
Electricos.

PROLOGO

Cada persona vinculada al azúcar debe saber del vital papel económico que este producto juega en su departamento, en su región y en su país.

Los que trabajamos y dependemos de la Industria Azucarera tenemos la obligación de desarrollarla y robustecerla y para ello debemos cuestionar todos los procedimientos en el campo, ingenio, comercialización y administración.

No debemos dejar que métodos enseñados por nuestros predecesores, se conviertan en métodos permanentes de hacer las cosas. La mente inquisidora, investigadora e inventiva es esencial en nuestra industria, la cual - históricamente ha luchado entre montañas y valles de oferta y precios.

Actualmente vivimos en el punto bajo del "Ciclo del Azúcar". Grandes stocks de azúcar existentes en el mundo y la aparición de los edulcorantes han originado un descenso en los precios del producto del cual dependemos.

En estas circunstancias, nuestra industria debe optimizarse, buscando en cada fase de nuestro ciclo de producción, economías y mayor eficiencia, a fin de conseguir una mejor productividad. En el presente trabajo presentamos a nuestra industria, herramientas y algunas experiencias para lograr los objetivos de mayor productividad y mayores ahorros.

Las máquinas de nuestro ingenio, pueden funcionar en forma eficiente si son mantenidos de manera apropiada.

Mediante el mantenimiento, cuidadosamente plani

ficado e implementado, nuestra industria podrá sobrevivir exitosamente este ciclo económico y sabrá emerger.

Fuerte y bien posicionada para lograr un mejor crecimiento y mayores utilidades.

Espero, pues que la utilidad de este estudio, es té acorde con el esfuerzo realizado en su ejecución, para así colmar las expectativas que me indujeron a realizarlo

EL AUTOR

CAPITULO I

I N T R O D U C C I O N

El presente trabajo, es fruto de la experiencia profesional del suscrito y abarca aspectos fundamentales del mantenimiento de Ingenios Azucareros; preferentemente en el campo de equipos de recepción, limpieza y preparación de caña de azúcar así como equipos de extracción de jugos y secado de bagazo.

Como quiera que durante muchos años ha sido Casa Grande el primer productor de azúcar del Perú, resulta ser nuestro Ingenio, un lugar representativo del sector azucarero, en esta clase de trabajos.

Dentro del desarrollo del tema propósito de este estudio, nos referimos específicamente a las técnicas de mantenimiento mecánico, destacando preferentemente el preventivo, correctivo y predictivo. Es importante remarcar que gracias a las técnicas de reparación impuestas en estas actividades, se ha conseguido prolongar la vida útil de los equipos, hasta límites que sobrepasan las indicaciones originales de los fabricantes.

A través de inspecciones y controles periódicos programados, el mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo dan lugar a reparaciones oportunas, minimizando fuertes desembolsos de dinero expresados como repuestos, tiempos de parada y pérdida de eficiencia que se producen debido a los estragos que causa el desgaste sobre partes y piezas vitales para la operación de ingenios azucareros..

Dentro del Mantenimiento Correctivo se distinguen dos campos diferenciados.

1.- Los trabajos de mantenimiento realizados en el lugar de operación; durante las reparaciones menores semanal. Esta actividad se denomina "Mantenimiento en el Sitio".

2.- Los trabajos de mantenimiento en el taller, comprende las reparaciones de gran envergadura, reconstrucción y recuperación de equipos.

A continuación presentamos las nociones fundamentales sobre la extracción de jugos de caña de azúcar mediante el sistema de difusión.

1.1.- FABRICACION DE AZUCAR

Como la difusión es un paso en la fabricación del azúcar de caña, conviene tener un concepto general de la totalidad del proceso.

La caña esencialmente es una mezcla de tres componentes:

- 1.- Sólidos insolubles.
- 2.- Sólidos Solubles (entre ellos el azúcar).
- 3.- Agua.

La fabricación de azúcar consiste en eliminar de esta mezcla los sólidos insolubles, el agua y aquellos sólidos solubles que no sean azúcar.

La separación entre sólidos solubles e insolubles, ambos acompañados por cierta cantidad de agua, se llama extracción y se puede realizar en un trapiche o un difusor.

La separación entre el azúcar por una parte, el agua y los sólidos solubles no azúcares por otra, se llama elaboración y se realiza en la casa de cocimientos.

1.2.- EXTRACCION POR DIFUSION

El trabajo del difusor se basa en dos principios:

- 1.- El fenómeno de la difusión.
- 2.- La extracción en contra corriente

1.- La difusión consiste en la tendencia de una -

sustancia disuelta de establecer una concentración única en la solución mientras que ésta se halle en forma continua

Ejemplo: Una cucharada de jarabe endulzará a una taza de café aún sin agitación.

Existe un caso especial de difusión que consiste en el movimiento de sustancias disueltas a través de ciertas membranas orgánicas.

Este caso ocurre con parte del azúcar a través de las paredes celulares de la caña y se llama osmosis.

Para extraer una sustancia soluble con un solvente puro se necesitaría gran cantidad de éste.

Ejemplo: Considérese la cantidad de agua necesaria para desplazar de una taza una cucharada de jarabe, solo diluyendo y tomándola, sin voltear la taza.

2.- La extracción en contra corriente consiste en el uso de un mínimo de líquido solvente, aprovechando las diferencias de concentración que existen entre varias etapas de la difusión.

Ejemplo: Tres mecánicos, teniendo que lavarse las manos con tres litros de agua, lograrán un mejor grado de limpieza lavándose los tres primero en el primer litro, luego en el segundo y acabando de enjuagarse en el tercero.

Basta pues que el solvente tenga una concentración menor que la sustancia soluble que se quiere extraer para que haya movimiento de

difusión.

Para que el principio de extracción en contra corriente funcione, hay que mantener una cierta diferencia de concentraciones entre solvente y sustancia por extraer a lo largo de todo el proceso.

1.3.- DESCRIPCION DEL EQUIPO

El equipo de difusión consiste de tres partes principales:

- A.- Equipo de Preparación.
- B.- Equipo de Difusión.
- C.- Equipo de Desague de Bagazo.

1.3.1.- El equipo de preparación consiste de:

- 1.- Machetero.
- 2.- Buster.
- 3.- Fiberizer.

La función del equipo de preparación es de reducir la caña a un estado donde la mayor parte del jugo almacenado en las células sea accesible a la difusión, con o sin osmósis. Sin embargo, debe retener suficiente fuerza la estructura fibrosa de la caña para garantizar la formación de un colchón con buenas características de percolación.

1.3.2.- El equipo de difusión consiste de:

- 1.- El tambor rotatorio con su equipo de alimentación y evacuación.
- 2.- Bombas y distribuidores para la circulación del jugo.

La función de este equipo es de exponer al colchón que viaja en el tambor a lavados con jugo de concentraciones sucesivamente menores. La concentración de la caña baja a lo largo de su camino, mientras la concentración de azúcar en el jugo aumenta. Además este equipo sirve para someter al jugo al calentamiento y filtración necesaria para realizar la clarificación.

1.3.3.- El equipo de desague de bagazo consiste de:

- 1.- Molino I ó Pre- desaguador
- 2.- Molino II ó Desaguador (Molino BMA)
- 3.- Clarificador de jugo de Molinos.

La función de este grupo de equipo es sacar el jugo diluido del bagazo y acondicionarlo mediante clarificación para su uso en la extracción contra corriente.

Además da al bagazo el contenido de humedad tolerable para su consumo como combustible.

1.4.- PROCESO

1.4.1.- RECORRIDOS

1.- La caña: Resumiendo que la caña preparada entre al tambor con un pol de jugo de 19, es regada enseguida con igual -- cantidad de jugo con pol de 17,.

Por difusión dentro del colchón de caña se establece un pol de 18, que luego es regada por jugo con pol de 18, -- sin que se cambia el pol del jugo en la caña.

(Este pase extra se hace para dar una filtración al jugo que se va a bombear a la fábrica.) Al pasar a la siguiente ducha la caña es regada con jugo de 16 de pol y en el jugo de la caña se establece un pol de 17. Así el proceso sigue sucesivamente a través de todas las etapas, hasta que la caña, con un pol de 3 en su jugo, pase a la ducha.

1.- Ahí el jugo de la caña sera rebajado a un pol de 2, y al tratarse con agua en las dos últimas duchas, a un - pol de 1 y menos.

En ese estado el bagazo es evacuado del tambor.

Se notará que sale con un 85% de humedad. Al reducir esto al 50% en los - molinos, se recuperan alrededor de 70 - TM de agua por cada 100 TM de bagazo húmedo.

Esta agua, junto con el agua intro-

ducida al proceso desde afuera, es la base del proceso de extracción.

- 2.- El Agua: El agua que sale de las dos primeras duchas da con una caña de un pol de 2 en su jugo. Gracias al fenómeno de la difusión el agua y la caña luego adquieren un pol promedio de 1. El agua ó jugo diluído que en esta parte sale del tambor pasa a la ducha N°1. Desde ahí diluye el jugo de la caña que viene con 3 de pol en su jugo y con que se cruza en su camino. Así sigue el proceso hasta que el jugo llegue a las concentraciones más elevadas.

Cabe anotar que en realidad no existe una coincidencia tan exacta entre el numero de la etapa de extracción y el pol de material. Se la ha asumido aquí únicamente para ilustrar la secuencia del proceso.

1.4.2. CONDICIONES

1.- Tiempo: La base para el tiempo del proceso en el tiempo requerido para establecer equilibrio en las diferentes etapas de la extracción por difusión. Este tiempo es disponible para la percolación del jugo a través de un colchón de caña de cierto espesor, que resulta ser aproximadamente 1.50m. La suma de los tiempos de percolación de todas las etapas da el tiempo de recorrido completo que normalmente es de 40 min.

Obsérvese la mayor distancia entre distribuidores y bombas de una misma etapa hacia el extremo del bagazo. Esto es para compensar por la percolación más lenta en el colchón compactado.

Es evidente que reduciendo la velocidad del tambor se reduce a capacidad de caña por hora, aumentándose el grado de extracción.

- 2.- Temperatura: La temperatura ideal para el proceso es de 75°C. A temperatura menores hay peligro de desarrollo de bacterias, y a temperaturas mayores, de disolver sólidos normalmente insolubles, con las consecuencias correspondientes sobre la pureza y color de los jugos.

La temperatura adecuada se mantiene calentando el jugo circulante en varios puntos de su recorrido. Tanto el agua de alimentación como el jugo de molinos se calientan antes de entrar al propio proceso. Se calientan también los jugos de las bombas 6,7,9, y 11. Todos estos materiales a 75°C. Los jugos de las bombas 17 y 18, que son los primeros de dar con la caña fría, se calientan a 88°C., para calentar la caña a 75°C., lo antes posible.

- 3.- PH: Para realizar dentro del difusor la clarificación se requieren además de condiciones de temperatura ciertas condiciones de ph. El término ph. es una expresión numérica, inversamente proporcional a la acidez de una sustancia, siendo 0 el valor más ácido y 7 el valor neutral. (El agua tiene un ph. de 7.).

El jugo de caña tiene un ph. de entre 5 y 6 para clarificación se necesita un ph. de 7 ó algo más. Para subir el ph. se agrega lechada de cal, tanto en el Buster como en el distribuidor 17.

Ilustramos este capítulo con dos (2) figuras:

Fig. 1.1 Difusor Silver en marcha.

Fig. 1.2 Diagrama del Flujo del Difusor Silver.

CAPITULO II

SISTEMA DE ORGANIZACION DEL MANTENIMIENTO

2.1- GENERALIDADES

El funcionamiento de nuestro sistema de mantenimiento es totalmente autónomo e independiente pero eficazmente coordinado con todos los medios de producción y de dirección de la empresa, es decir practicamos un mantenimiento autónomo.

La justificación de tener una División de Ingeniería de Mantenimiento consiste en tener a disponibilidad las máquinas, edificios y necesidades de servicio a fin de producir una inversión eficiente en maquinarias, materiales y mano de obra sobre todo en estos momentos en que el alto costo de mantenimiento tiende a convertirse en una parte importante del costo total de fabricación de azúcar.

El sistema de mantenimiento propuesto está diseñado para un ingenio azucarero con planta de Lavaderos de Caña y Extracción de Jugos de Caña mediante Difusión.

A continuación se presentará las funciones de nuestro Departamento considerados en el Organigrama de la Superintendencia de Ingenio de la CAA CASA GRANDE LTDA.

2.2- DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO LAVADEROS Y DIFUSION

2.2.1. ALCANCE.- El alcance del Departamento de Ingeniería de Mantenimiento de Lavaderos y Difusión incluye el mantenimiento de los equipos de: Recepción y Descarga, Limpieza, Sistema Lavado y Extracción de Hojas, preparación y desfibración de caña, Extracción de jugos y secado de bagazo. Construcción y su

pervisión de modificaciones. Producción y distribución de equipos. Diversas etapas de servicio en la operación de la planta.

2.2.2. FUNCION .- La función de nuestro Departamento de Ingeniería de Mantenimiento de Lavaderos y Difusión,,es proporcionar los servicios técnicos y de operación para la marcha confiable y eficiente de la planta.

2.2.3. RESPONSABILIDAD.- Es responsabilidad de nuestro Departamento de Ingeniería de Mantenimiento de:

a.-Programación y ejecución del Mantenimiento Preventivo, Reparaciones Menores Semanal, Reparación General Anual, Construcciones Nuevas y Modificaciones, así como Reposición o Renovación de Equipos.

b.-Administración y Supervisión de grupos de trabajo.

c.-Trabajos de Ingeniería y Supervisión del avance y ejecución de proyectos (Construcciones Nuevas y Modificaciones).

d.-Apoyo Técnico sobre problemas electromecánicos a la División de Producción.

e.-Dar protección contra incendio de la planta en coordinación con el Dpto de Seguridad Industrial Higiene, así como con tactos con las Cias de Seguros contra Incendios.

f.-Implementar registros adecuados referentes a: tiempo perdido, consumo de materiales, horas-hombres empleados, desgaste de maquinaria

g.-Desarrollar todas las funciones mencionadas en forma segura y eficiente.

2.2.4. DESCRIPCIÓN DE LAS RESPONSABILIDADES

A.-Los principales objetivos de nuestro Departamento de Ingeniería de Mantenimiento son

a.1.-Proporcionar seguridad de que no va a haber tiempo perdido durante la molienda.

a.2.-Mantener los equipos en óptimas condiciones operativas.

a.3.-Mantener los equipos en su eficiencia máxima de operación.

a.4.-Reducir al mínimo el tiempo perdido.

a.5.-Reducir al mínimo el costo del mantenimiento que esté de acuerdo con las especificaciones anteriores.

a.6.-Ejecutar los programas de reparaciones (semanal, anual) manteniendo un alto nivel de ingeniería práctica.

Para lograr estos fines se requieren:

- Un Ingeniero Jefe Departamento adecuadamente asesorado y supervisado por un Ingeniero General y una Consultoría Internacional o Nacional en Mantenimiento de Ingenios Azucareros (opcional).
- Un Programa de Mantenimiento Preventivo.
- Un Plan de Reparaciones Menores y General de acuerdo con las condiciones normales
- Investigación continua de las causas y remedios de las fallas: mecánicas, eléctricas y de operación, etc.

- Recibir capacitación e información técnica acerca de las prácticas de la industria azucarera, avances técnicos, nuevos métodos, equipos y materiales.
- Coordinación permanente con los Ingenieros de Producción, para satisfacer los requerimientos.

B.-Administración y supervisión de grupos de trabajo para manejar el trabajo mecánico en Lavaderos y Difusión se requiere una fuerza de trabajo adecuada y adiestrada que disponga del equipo y herramientas y que esté correctamente supervisada. Esta fuerza de trabajo se compone de 3 turnos y personal por día (Taller), cada uno con su propio equipo y supervisión.

La responsabilidad total de la administración correcta de esta fuerza de trabajo se encuentra en el Jefe Departamento y los supervisores de turno y de día. Los cuales deben:

b.1.-Programar y coordinar la distribución de trabajo con el personal del departamento y los servicios del: Taller de Mecánica, Taller Eléctrico, Mecánica Fina, Producción, Tractores Ingeniería Civil, etc.

b.2.-Reparar los equipos (bombas, auto-cane, cámaras de enfriamiento, etc) en nuestro taller de personal de día y en los talleres de Maestranza General, Taller Eléctrico, Mecánica Fina, etc

b.3.-Organizar y desarrollar programas para el adiestramiento de los Supervisores, Mecánicos, Calderos, Soldadores en coordinación con el Departamento de Capacitación Profesional Extraordinaria.

b.4.-Mantener la relación con otros departamentos de la Superintendencia de Ingenio y de la Empresa en general

La supervisión de los grupos de trabajo es responsabilidad del Supervisor ya sea en el Lavadero A, Lavadero B ó Difusión. La Supervisión del Personal de Limpieza corresponde a los Mayordomos, ambos deben informar o reportar a la Jefatura el desarrollo de los trabajos asignados.

C.3.- Trabajos de Ingeniería y Supervisión de Proyectos en Construcción - debemos conocer todos los proyectos bajo consideración o ejecución que eventualmente se conviertan en parte de la planta. En coordinación con el Dpto. de: Diseño y Talleres de Maestranza, la jefatura de Lavaderos puede manejar los principales proyectos en construcción, los cuales al culminar deben registrarse en los registros contables e inventarios de bienes.

D.4.- Administración de otros equipos de servicios son los siguientes:

D.1.-Almacén.

El departamento de mantenimiento se responsabiliza del mantenimiento y administración de un almacén.

El tipo y cantidad de artículos empleados se determina considerando: la evaluación técnico-económico, las economías de los lotes de compra, frecuencia de uso, tiempo de envío y disponibilidad. La responsabilidad final del control de inventarios de almacén pertenece a Lavaderos y a la División de Operaciones contables de la Superintendencia Administrativa.

D.2.-Patios, Carreteras, Desagues.

Es responsabilidad del departamento de Ingeniería de mantenimiento conservar en buenas condiciones todos los patios existentes, carreteras de entradas y salidas de trailers, sistemas de desagues de la calera; Lavaderos y el Difusor.

Estos trabajos son realizados con personal de la Volante de Fábrica e Ingeniería Civil.

D.3.-Disposición Recolección de Sobrantes y Recuperación de Piezas.

Es responsabilidad del departamento proporcionar la recolección adecuada de piezas que han cumplido su ciclo de vida, sobre una base rutinaria y programada para evitar la acumulación indebida de desperdicio en las localizaciones designadas para ello, ya sea;

el Depósito de Materiales usados o nuestro depósito para piezas descartadas.

Todas las ventas de estos materiales usados se manejan a través del departamento de Ventas.

Se realizan recuperación de cadenas de arrastre (pines, eslabones), cuchillas de molinos, dientes de mazas de molino mediante soldadura.

E.- Apoyo Técnico sobre problemas mecánicos de supervisión de la producción.

F.- Dar protección adecuada contra incendio de la planta, incluyendo contacto con los representantes de las Cias de Seguro contra incendios.

La responsabilidad de la protección contra incendios de la planta, de las actividades para sofocar incendios y la relación con las compañías aseguradoras contra incendio caen dentro del departamento de Seguridad Industrial.

El Jefe de Seguridad Industrial es responsable de establecer y mantener una rutina adecuada de inspección del equipo contra incendio y un grupo de voluntarios contra incendios, organizado, adiestrado y adecuadamente equipado, que preste servicio las 24 horas del día y los 7 días de la semana.

na. También maneja los contratos con la oficina principal de la Cia, en relación con recomendaciones de seguro Contra Incendio, y colabora con el departamento de Contabilidad en aspectos relacionados con las reclamaciones provenientes de los incendios.

G.- Contabilidad de los bienes.

Establecer y mantener registros e informes de:

Equipos, Trabajos en ejecución y trabajos terminados necesario para proporcionar a la División de Operaciones contables toda la información requerida de acuerdo con las prácticas de la Empresa.

2.3- ORGANIZACION

La organización para manejar la Ingeniería de Mantenimiento ha sido diseñada para satisfacer las situaciones específicas técnicas y de personal se presentan en Organigrama de la Empresa en la (Fig. 2.1) y un organigrama de nuestro Departamento en la (Fig. 2.2).

A continuación presentamos en forma resumida las funciones de cada uno de nuestro personal considerados en el organigrama del Servicio de Mantenimiento propuesto (Fig. 2.2).

2.3.1. JEFE DEPARTAMENTO

PUESTO.- Ingeniero de Mantenimiento

DEPARTAMENTO.- Lavaderos y Difusión

FUNCION PRINCIPAL.- Administrar y coordinar todas las actividades correspondientes al trabajo de mantenimiento y Reparación con los departamentos de: Talleres de Mecánica, Mecánica Fina e Instrumentación, Electrico, lubricación, Diseño, Materiales y utiles, Producción.

OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES

1.- Es responsable de la Organización, funcionamiento del Departamento y de la coordinación de las actividades con el personal proveniente de los Departamentos anteriormente mencionados.

Su trabajo debe ser eficaz y perfectamente coordinado con las órdenes emanadas de la Dirección de la Empresa.

2.- Mediante los datos informativos, controlar la aplicación de los costos (directos, indirectos y generales) de mantenimiento; controlar sistemas, costos unitarios y totales del departamento.

3.- Por medio de la división Técnica - del trabajo, controlar la calidad y cantidad de personal empleado en el servicio, su adiestramiento y responsabilidad en las tareas asignadas.

4.- Cumplir las normas e instrucciones técnicas de mantenimiento y conservación de todos los equipos de nuestra dependencia, así como el programa de reparaciones menores semanal y programa de reparación anual, usando cuadros y gráficos estadísticas de con

trol, siempre y cuando sea posible.

5.- Control del empleo correcto y conservación de stock de repuestos y piezas.

6.- Control coordinado de reparaciones estableciendo las prioridades necesarias a través de reuniones periódicas con los Supervisores.

7.- Control de consumo en: energía, combustibles, lubricantes, materiales, repuestos etc. para analizar anomalías y corregirlas oportunamente.

8.- Analizar y confeccionar el plan de Reparaciones Menores Semanal y General Anual en coordinación con los Supervisores para ser aprobado por la jefatura de División y Superintendencia de Ingenio.

9.- Establecer Políticas y normas para ascensos del personal y ayudar al departamento de Capacitación Profesional Extraordinaria en la formulación y aplicación de Programa de adiestramiento.

10.- Interpretar políticas de relaciones obrero patronales para el personal. Asi mismo apoyar en la solución de quejas.

11.- Apoyar al departamento de Seguridad Industrial en el establecimiento, revisión y aplicación de todos los programas de seguridad sobre nuestra planta.

12.- Preparar el plan de Inversiones Anual. Finalmente, el jefe de mantenimiento debe programar y orientar sus actividades de tal forma que se cumpla sin dificultades su objetivo principal, cual es el aumento cons-

tante del rendimiento y productividad de los equipos e instalaciones y por ende contribuir a bajar los costos de producción, para ello, hay que agregar a las actividades de conservación y cuidado de los equipos e instalaciones la preocupación constante por racionalizar movimientos y eliminar distancias; control y normalización de partes y piezas; especificar funciones y verificar su correcto cumplimiento, capacitar personal y lograr su máximo rendimiento; racionalización de servicios y sus récords para evitar paradas totales o parciales, etc. La jefatura de mantenimiento habrá logrado su propósito, dentro del contexto de la empresa, si consigue liberar a los elementos de producción de toda preocupación por concepto de tiempo perdido de Molienda.

2.3.2. OFICINISTA

PUESTO.- Empleado de Oficina

DEPENDE DE.- Ingeniero de Mantenimiento

FUNCION PRINCIPAL.- Realizar trabajos de oficina con relación al seguimiento administrativo y económico del programa de mantenimiento en coordinación directa con el jefe Departamento.

OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES

Bajo dirección, llevar a cabo las funciones que se enumeran a continuación:

1.- Llevar el archivo del Departamento y la correspondencia emanada de la jefatura, Supervisores.

2.- Controlar la asistencia de todo el -

personal asignado al Departamento.

3.- Confección de planillas de horas extras trabajadas y récord de trabajos realizados por equipo o por especialización.

4.- Confección de la documentación de régimen interno que afecta el mantenimiento en su administración y seguimiento.

5.- En coordinación con la jefatura establecer el sistema de costos y analizar permanentemente buscando su mejor ambiente y flúides según frecuencia establecida.

6.- De acuerdo al período de tiempo que estime la Jefatura se preparará informes valorados de los trabajos realizados efectivos y analizados comparativamente con los trabajos y reparaciones contenidos en el programa de mantenimiento.

Igualmente, informes valorados de averías y de trabajos no programados.

7.- Pasar las órdenes de trabajo y aplicar el plan general de cuentas.

8.- Elaborar cuidadosamente el cuadro general anual de costos de mantenimiento.

9.- Tomar notas y resumir las actas de las reuniones.

10.- Preparar las Planillas de Molienda, gráficos é informes, de tiempo perdido planillas de tierra y ceniza, planillas de Operación de gruas PH y palas mecánicas.

11.- Confeccionar Rol de Vacaciones Anual del personal.

12.- Contestar el Teléfono

13.- Otras funciones que le asigne el Jefe

de Departamento,

2.3.3. ALMACENERO

PUESTO,- Almacenero

DEPENDE DE.- Ingeniero de Mantenimiento

FUNCION PRINCIPAL.- Ayuda en obtención y -
distribución de todos los materiales de man-
tenimiento así como herramientas.

OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES

1.- Confección de vales de materiales
y órdenes internas de trabajo.

2 - Préstamo de herramientas.

3.- Confección de salidas autorizadas

4.- Confección de guias de remisión pa-
ra la salida de materiales.

5.- En coordinación con el Ingeniero -
preparar requisiciones con especificaciones
adecuadas para:

A.- Materiales que no se encuen-
tran en los almacenes de la Di-
visión materiales y útiles.

B.- Nuevos artículos que se deben
añadir a las existencias de -
los almacenes previa evalua -
ción del Ingeniero de Manteni-
miento.

C.- Artículos que se necesitan ade-
más de las existencias de alma-
cen.

6.- A la fecha de datos técnicos de ca-
da equipo o instalación agregará en ficha -
separada o al reverso de aquella, el control
de partes y repuestos de mayor desgaste y -

de frecuente reposición; es decir; por recomendaciones del fabricante o por experiencia propia, anotará los repuestos de mayor uso - debidamente codificados y por especialización (Mecánico, Eléctrico, general), con cuyos la División Materiales y Utiles confeccionará - sus respectivos Stocks.

7.- Mantenerse en contacto con la sección de Compras y pedidos (División Materiales y Utiles) en relación con las partes, a fin de tenerlos disponibles.

8.- En coordinación con el Ingeniero revisar periódicamente los pedidos al exterior sobre: Renovación de equipos, ampliaciones en la planta o maquinaria extra.

9.- Apoyar al ingeniero en la preparación de presupuestos, a través de una revisión y cálculo de los costos de materiales.

10.- Ayudar a mantener una existencia adecuada del almacén a través de:

A.- Pronósticos mensuales de materiales de mantenimiento.

B.- Consumo estimado de nuevos renglones de existencia.

C.- Mantenerse en contacto con los supervisores, en relación con la aceptación de cancelaciones y eliminaciones.

11.- Asumir acciones para corregir las variaciones en el tamaño del lote, tolerancia calidad, etc. según las inspecciones.

12.- Contribuir a reducir los costos de materiales a través de la sustitución de par-

tes y materiales.

13.- Cualquier otra función asignada por el Ingeniero de Mantenimiento.

2.3.4. SUPERVISOR DE TURNO

PUESTO .- Supervisor de Turno

DEPENDE DE.- Ingeniero de Mantenimiento.

EJERCE AUTORIDAD.- Tiene a su cargo Mayor domos Mecánicos, Operadores de Torre Lavaderos, Gruístas, Operadores de palas mecánicas, Vigilantes de maquinaria, personal de limpieza.

FUNCION PRINCIPAL.- Dirigir y supervisar las labores del personal a su cargo.

OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES

1.- Analizar y formular las órdenes de reparación con lo referente a métodos, técnicas, materiales y herramientas; preparar una estimación de los requerimientos de tiempo y mano de obra tanto para la programación de reparaciones menores así como para la reparación anual.

2.- Formular requisiciones de materiales y repuestos en coordinación con el Ingeniero de Mantenimiento.

3.- Confeccionar el plan de reparaciones menores semanal para su discusión y formulación con el Ingeniero de Mantenimiento, de acuerdo al tiempo de parada, obra y disponibilidad de material.

4.- Es responsable de la cantidad, calidad y terminación de todo el trabajo asignado a su personal según programación.

5.- Es responsable del adiestramiento de su personal lo cual incluye:

A.- Orientación

B.- Uso adecuado de herramientas, equipos y prácticas estandarizadas de mantenimiento. Nombrar en coordinación con el Ingeniero de Mantenimiento al personal que asistirá a los cursos organizados por el Departamento de Calificación Profesional Extraordinaria.

6.- Distribuir el tiempo de su personal de acuerdo con el plan de cuentas y en coordinación con el Apuntador. Así mismo atiende vacaciones y reemplazos de personal.

7.- Apoyar al ingeniero de Mantenimiento en la formulación de políticas a fin de obtener buenas relaciones de trabajo. Así como también en el manejo de quejas.

8.- Realizar reuniones con su personal a fin de enseñar el buen uso del Reglamento de trabajo, Normas técnicas, Seguridad (en coordinación con el Supervisor de Seguridad Industrial).

9.- Coordinar con los maestros mecánicos y el Ingeniero de Mantenimiento la emisión de ordenes de trabajo para la preparación de piezas y repuestos.

10.- Colaborar permanentemente con el Ingeniero de mantenimiento en la planificación del mantenimiento.

11.- Supervisar diariamente las repara-

ciones por paradas intempestivas durante la Molienda.

12.- Anotar las ocurrencias diarias durante la Molienda.

13.- Garantizar el normal funcionamiento de la planta.

14.- Otras actividades que le asigne el Ingeniero Jefe de Mantenimiento.

2.3.5. SUPERVISOR POR DIA

PUESTO.- Supervisor por Día

DEPENDE DE .- Ingeniero de Mantenimiento

EJERCE AUTORIDAD.- Tiene a su cargo mecánicos de banco, soldadores, ayudantes Mecánicos.

FUNCION PRINCIPAL.- Dirigir y Supervisar las reparaciones mecánicas asignadas a su personal

OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES

1.- Recepcionar las órdenes internas de trabajo y supervisar la ejecución de reparaciones: Bombas, Turbinas, Molino BMA, recuperación de cadenas de arrastre, etc. a realizar en el taller de Lavaderos y Difusión.

2.- Controlar los materiales y repuestos a ser usados en las reparaciones, los cuales deben ser registrados en la tarjeta correspondiente.

3.- Distribuir y Supervisar al personal de acuerdo al programa de reparaciones semanal y anual.

4.- Reemplazar al Supervisor de turno en su ausencia.

5.- Coordinar con el ingeniero de Mante-

nimiento las modificaciones para mejorar la eficiencia y costos del mantenimiento de: - Bombas, Turbinas, Molino BMA y recuperación de piezas.

6.- Otras funciones que le asigne el jefe de Mantenimiento.

2.3.6. MECANICO LAVADERO B.

PUESTO.- Mecánico

DEPENDE DEL.- Supervisor de Turno

EJERCE AUTORIDAD.- Tiene a su cargo ayudantes mecánicos.

FUNCION PRINCIPAL.- Realizar las reparaciones ante cualquier interrupción a fin de lograr una operación normal y continua del Lavadero B.

OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES

1.- Vigilar que el Lavadero B en todas sus instalaciones y equipos funcionen normalmente.

2.- Detectar la causa de una posible interrupción y repararlo en el momento oportuno a fin de evitar mayor tiempo perdido.

3.- Realizar los pedidos de materiales a ser usados en las reparaciones a través de ordenes internas de trabajo mediante vales de serie, previa autorización del Supervisor de turno y visto bueno del Ingeniero de Mantenimiento.

4.- Informar a Supervisor de turno de las maquinarias e instalaciones que necesitan reparación para ser incluidas en el programa de Reparaciones Menores semanal y Anual.

5.- Solicitar mediante ordenes de traba-

jo la preparación de repuestos previa autorización del Supervisor e Ingeniero de Mantenimiento.

6.- Ayudar en las interrupciones que se presentan tanto en el Lavadero A como en el Difusor

7.- Efectuar trabajos de soldadura a corriente y Oxiacetilénica.

8.- Reemplazar al mecánico del Difusor en caso de ausencia.

9.- Ejecutar trabajos durante las reparaciones Semanal y Anual según programa.

10.- Otras labores que le ordene el Supervisor de turno, o el Ingeniero de Mantenimiento.

2.3.7 MECANICO DEL DIFUSOR

PUESTO.- Mecánico

DEPENDE DEL.- Supervisor de Turno

EJERCE AUTORIDAD.- Tiene a su cargo ayudantes mecánicos.

FUNCION PRINCIPAL.- Realizar las reparaciones ante cualquier interrupción a fin de lograr una operación normal y continua del Difusor.

OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES

1.- Vigilar que el Difusor en todas sus instalaciones y equipos funcionen normalmente.

2.- Reparación y/o mantenimiento del Difusor durante las interrupciones y Reparaciones menores Semanal y reparación General Anual

3.- Realizar los pedidos de materiales a ser usados en las reparaciones a través de

ordenes internas de trabajo mediante vales de serie, previa autorización del Supervisor de turno y visto bueno del Ingeniero de Mantenimiento.

4.- Informar al Supervisor de turno de los equipos y/o instalaciones que necesitan mantenimiento y/o reparaciones para que se incluya en la Programación de Reparaciones Menores Semanal o Reparación General Anual

5.- Solicitar mediante órdenes de trabajo la preparación de respuesta previa autorización del Supervisor e Ingeniero de Mantenimiento

6.- Ayudar en las interrupciones que se presentan tanto en el Lavadero A como en el Lavadero B.

7.- Efectuar trabajos de soldadura a corriente y Oxiacetilénica.

8.- Ejecutar trabajos durante las reparaciones semanal y anual según programa.

9.- Otras labores que el supervisor de turno o el Ingeniero de mantenimiento la asigne.

2.3.8 MECANICO DEL LAVADERO A

PUESTO.- Mecánico

DEPENDE DEL.- Supervisor de turno

EJERCE AUTORIDAD.- Tiene a su cargo ayudantes mecánicos.

FUNCION PRINCIPAL- Realizar las reparaciones ante cualquier interrupción a fin de lograr una operación normal y continua del Lavadero A

OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES

- 1.- Vigilar que el Lavadero A en todas sus instalaciones y equipos funcionen normalmente.
- 2.- Detectar la causa de una posible interrupción y repararlo en el momento oportuno a fin de evitar mayor tiempo perdido.
- 3.- Realizar los pedidos de materiales a ser usados en las reparaciones a través de órdenes internas de trabajo, mediante vale de serie, previa autorización del supervisor de turno y visto bueno del Ingeniero de mantenimiento.
- 4.- Informar al Supervisor de turno de las maquinarias e instalaciones que necesitan reparación para ser incluidas en el programa de reparaciones Menores; Semanal y Anual.
- 5.- Solicitar mediante órdenes de trabajo la preparación de repuestos previa autorización del Supervisor e Ingeniero de mantenimiento.
- 6.- Ayudar en las interrupciones que se presentan tanto en el Lavadero B como en el Difusor.
- 7.- Efectuar trabajos de Soldadura a Corriente y Oxiacetilénica.
- 8.- Reemplazar al Mecánico del Lavadero B en su ausencia.
- 9.- Ejecutar trabajos durante la reparación semanal y anual según programa.

10 - Otras labores que el Supervisor de turno o el Ingeniero de mantenimiento le asigne,

2.3.9 OPERADORES TORRE CONTROL DE LAVADEROS:

PUESTO : Operador Torre Control.

DEPENDE DEL : Supervisor de Turno.

FUNCION PRINCIPAL: Operar el panel eléctrico de control y señalización de Lavaderos durante su turno

OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES:

- 1.- Informar al Supervisor de turno de: cualquier interrupción de Molienda que se presente, falta de caña, falta de agua.
- 2.- Observar en forma permanente los conductores de caña y proceder a detenerlos en presencia de piedras o materia extraña.
- 3.- Proporcionar información al Ingeniero de Turno, Laboratorio cuando lo requieran.
- 4.- Operar el panel eléctrico de lavaderos - evitando pérdidas de molienda por atoros.
- 5.- Reemplazar al Operador del panel del Difusor durante su ausencia.
- 6.- Otras funciones que el Supervisor de turno o el Ingeniero de mantenimiento les asigne.

2.3.10 MAYORDOMOS DE LAVADEROS Y DIFUSION :

PUESTO : Mayordomo.

DEPENDE DEL : Supervisor de Turno.

EJERCE AUTORIDAD : Tiene a su cargo el personal de limpieza.

FUNCIÓN PRINCIPAL: Mantener la limpieza de las instalaciones y equipos de Lavaderos y Difusión, así como controlar el normal abastecimiento de caña.

OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES:

- 1.- Apoyar a los mecánicos en las interrupciones que por avaros se presentaran tanto en Lavaderos como en el Difusor.
- 2.- Recepción y control de cal.
- 3.- Anotar y presentar el cuaderno de Ocurrencias diariamente al Jefe del Departamento
- 4.- Controlar diariamente en una libreta los carros de caña volteados por las grúas hilo y los carros que quedan en el patio (datos tomados a las 4 a.m.). Esta libreta es presentada al Jefe de Departamento diariamente.
- 5.- Registrar en una libreta diariamente, la cantidad de piedras encontradas en los conductores y el nombre del trabajador que las halló, libreta que será presentada al Jefe Departamento para el pago de gratificación correspondiente (esto es exclusivamente para el personal de limpieza)
- 6.- Controlar las horas de operación, gasto de combustible y lubricantes de las palas mecánicas y grúas PH. Anotar el trabajo y la cuenta correspondiente.
- 7.- Registrar en una libreta los viajes de ho

ja, tierra y ceniza que realizan los carros particulares.

8.- Otras tareas que le asigne el Supervisor de turno o el Ingeniero de Mantenimiento

2.3.11 MECANICO POR DIA

PUESTO : Mecánico.

DEPENDE DEL : Supervisor por Día.

EJERCE AUTORIDAD : Tiene a su cargo ayudantes mecánicos.

FUNCION PRINCIPAL : Reparación de: bombas, molino BMA, turbina y recuperación de cadenas de arrastre.

OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES :

- 1.- Efectuar labores de mecánico de banco de acuerdo a las órdenes internas que le asigne el Supervisor de Día y/o el Ingeniero de Mantenimiento.
- 2.- Efectuar labores de soldadura a corriente y oxiacetilénica.
- 3.- Efectuar trabajos de reparación y ajuste en el molino BMA y turbina de acuerdo a la programación semanal y/o anual.
- 4.- Recuperar cadenas de arrastre para los conductores de Lavaderos y D fusión.
- 5.- Reemplazar al Supervisor de Día.
- 6.- Otras tareas que el Supervisor de Día o el Ingeniero de Mantenimiento le asigne.

2.3.12 SOLDADOR :

PUESTO : Soldador.

DEPENDE DEL : Supervisor.

FUNCION PRINCIPAL : Es responsable de la calidad de los trabajos que se le asigna y del buen uso de su máquina y electrodos.

OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES :

- 1.- Ejecutar las órdenes de trabajo aprobadas de acuerdo a las indicaciones del Ingeniero de Mantenimiento.
- 2.- Coordinar con el calderero acerca de la ejecución de los trabajos de soldadura.
- 3.- Coordinar con el Supervisor sobre cualquier dificultad que hubiere en el desempeño de su tarea.
- 4.- Efectuar pedido de electrodos de acuerdo a la magnitud del trabajo a realizar con el visto bueno del Supervisor (Orden Interna) y del Ingeniero (vale de serie).

2.4- POLITICAS DE OPERACION PARA LA ADMINISTRACION DEL DEPARTAMENTO

Las políticas básicas en que opera nuestro Departamento de Ingeniería de Mantenimiento de Lava-deros y Difusión se pueden agrupar en:

2.4.1. POLITICAS DE ACUERDO A LA UBICACION DE TRABAJO

Con el objeto de mejorar nuestra eficiencia utilizamos la programación de trabajo desde lo que va a asignarles un Supervisor a su personal en un día de trabajo hasta el planeamiento necesario para una Repa-

ración Semanal y Reparación Anual.

Realizamos una programación detallada considerando trabajos imprevistos. La ejecución del programa en un setenta a ochenta y cinco por ciento indica que la programación es efectiva.

Nuestros programas de Reparaciones Menores Semanal se elaboran en términos de horas-hombres y en días-hombre el programa de Reparación Anual.

En la programación de Reparaciones Menores utilizamos tanto los pequeños trabajos como los grandes. En la programación de Reparación Anual incluyen solamente los trabajos grandes, en los que la cantidad de personas y el tiempo empleado son considerables.

Siempre mantenemos disponible una parte de nuestra fuerza de trabajo para los trabajos imprevistos u otros trabajos que merecen prioridad y que no han sido considerados en el momento de la programación.

2.4.2. SISTEMA DE PROGRAMACION

Antes de iniciar cualquier programación debemos formalizar el método de requisición de trabajo de nuestro departamento. La descripción del trabajo, el requerimiento de personal y equipo se extrae del cuaderno de Ocurrencias Diarias de los Supervisores y Planillas de tiempo perdido de la Torre de Lavaderos y Panel del Difusor.

En la programación incluimos: la cantidad de horas-hombre, el tipo de cuadrilla,-

el tiempo oportuno, la relación entre cuadrillas, la localización y disponibilidad de equipo.

También incluimos cualquier requerimiento especial de la División de Operaciones de Producción con respecto a mejorar la extracción de jugos y con respecto al arranque de la planta.

Asimismo se debe informar sobre los trabajos no terminados, que están convirtiéndose en parte del retraso en la ejecución del programa y que por consiguiente se le debe considerar en la nueva programación.

Al finalizar la ejecución del programa (Trabajos de Reparación), se debe tomar nota del tiempo real consumido por la cuadrilla en nuestra programación establecemos también un factor importante que son las prioridades y que se resuelven a través de reuniones entre la División de Mantenimiento y la División de Operaciones de Producción, sin fricciones con el único objetivo de lograr una programación eficiente.

2.4.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo nos ha permitido una importante reducción en los costos de mantenimiento y en el mejor ambiente de la confiabilidad del equipo.

Nuestro programa es muy exhaustivo pues cubre cada uno de los elementos componentes de los equipos, con inspecciones periódicas que incluyen el registro de partes deterioradas. Estos registros son im-

portantes para mantener los equipos en buenas condiciones mientras están en operación, señalando la necesidad de reparaciones mayores y reemplazos. Antes de las interrupciones. Asimismo, tenemos un Programa de Lubricación acompañado de un examen superficial de los defectos principales.

Con respecto a nuestras bombas utilizamos un programa de reemplazo de unidades el cual nos ha producido costos más bajos, pues el mantenimiento preventivo en estos casos es impráctico.

También sacamos partido de una interrupción en alguna parte de la línea para llevar a cabo inspecciones y reemplazos vitales que tengan igual duración que la interrupción. Muchas de las veces se continúa moliendo con parte del equipo malogrado hasta que quede inservible que proceder a una interrupción cuando se tiene caña acumulada, esto hay que considerarlo siempre y cuando no implique ningún peligro para la seguridad del personal o del equipo.

2.4.4. INGENIERIA PREVENTIVA

Es una de las herramientas más importantes en la minimización del tiempo perdido de molienda y la reducción de costos.

A parte de manejar las reparaciones menores y otras actividades cotidianas, nos damos tiempo para analizar las causas de las interrupciones o paros imprevistos para determinar donde se necesita realmente el esfuerzo. Posteriormente a través de

las modificaciones coordinadas con el Departamento de Diseño, la sustitución, cambios, especificaciones y procedimientos nuevos se evalúan de acuerdo a la reducción de la frecuencia de fallas y los costos de reparación.

Decidimos de acuerdo a un análisis técnico-económico el equipo de nuestra línea de producción en el cual vamos a invertir dinero y tiempo con el objeto de obtener un mejor rendimiento.

En nuestro departamento hemos logrado mejores empaquetamientos, ejes de larga duración y mejoramiento de los sistemas de lubricación.

2.5- POLITICAS CON RELACION A LA FUERZA DE TRABAJO

2.5.1. FUERZA DE TRABAJO.- Tenemos fuerza de trabajo propia, un pequeño taller en nuestro Departamento. Así también contamos con el apoyo de personal de taller de mecánica, mecánica fina, taller eléctrico, etc., de acuerdo al requerimiento técnico especializado de trabajo.

2.5.2. PERSONAL DE TURNO.- Nuestra planta debido a que funciona durante 24 horas diarias (3 turnos) y durante 6 días a la semana, surge la dificultad de proporcionar más personal para el mantenimiento sobre todo durante el tiempo perdido ocasionado por los paros imprevistos.

El trabajador es más eficiente durante el día; todo el trabajo que sea posible debe ser realizado durante el día. La supervi

si3n t3cnica adecuada se proporciona cuando se justifica, caso contrario esta responsabilidad es transferida al Ingeniero de turno.

2.5.3. RECLUTAMIENTO Y ADIESTRAMIENTO DE PERSONAL

Contamos con una fuerza de trabajo estable. En caso de reemplazos por jubilaci3n u otro motivo se selecciona el personal considerando: la edad, aptitud mec3nica, experiencia, educaci3n y el nivel general de inteligencia.

El personal que no tenga experiencia y haya sido escogido y reconocido por sus cualidades se adiestrará en nuestro taller a3rdenes del Supervisor de D3a con el fin de crear una fuente de personal competente.

Se considera de vital importancia la confianza en s3 mismo y la estabilidad de car3cter. En cuanto a la motivaci3n, que sea un gusto real por el tipo de trabajo, en lugar de que sea el deseo de ganar m3s dinero, seguridad, prestigio o alg3n otro factor.

Existe un programa sencillo, efectivo y reconocido para adiestrar aprendices patrocinado por el SENATI, a trav3s del Departamento de Calificaci3n Profesional Extraordinaria que proporciona toda la informaci3n necesaria, as3 como adaptar un programa de entrenamiento de acuerdo al requerimiento del Departamento Lavaderos y Difusi3n

2.6- POLITICAS DE LAS RELACIONES ENTRE LOS DEPARTAMENTOS

2.6.1. PARTICIPACION EN LA SELECCION DE EQUIPOS DE PRODUCCION.-

Tenemos un valor estimable dentro del grupo de diseño, primero debido a los registros sobre cada uno de los equipos que tiene nuestra planta y segundo por la habilidad que hemos adquirido producto del trabajo en lo que respecta a seguir cambios que reduzcan los problemas y costos de mantenimiento.

2.6.2. AUTORIDAD PARA DETENER EL EQUIPO CON FINES DE MANTENIMIENTO.-

Normalmente este tipo de decisiones se toman en coordinación con: la División de Operaciones de Producción y la Superintendencia de Ingenio, ya que el objetivo de todos es el mismo y el problema de paralizar la molienda ante una falla de cualquiera de los equipos con fines de mantenimiento debe resolverse en relación con los logros que se obtengan con este objetivo, o sea, producción máxima al costo mínimo en un ambiente seguro.

2.6.3. RESPONSABILIDAD DE SEGURIDAD.-

Es uno de los aspectos más importante de nuestra administración. La responsabilidad del Programa de Seguridad se encuentra a cargo del Departamento de Seguridad e Higiene Industrial. Con el fin de trabajar sobre una base de seguridad concedemos la mayor prioridad a las requisiciones de trabajo que tienen que ver con nuestra seguridad.

2.6.4. INSTRUMENTACION.-

Debido a que la instrumentación en nuestra planta incluye conocimientos de Electro Neumática y componentes electrónicos complejos sobre todo en Automatización y Control, la Mecánica Fina e Instrumentación constituye un departamento aparte.

2.7- POLITICAS CON RESPECTO AL CONTROL

2.7.1- COMUNICACIONES.-

Utilizamos desde la palabra hablada, memorandums, teléfono, llama personas, (CLAVE MORSE), micrófonos hasta radio. Además realizamos reuniones formales e informales con el fin de tratar nuestros problemas de una manera unificada, para lo cual, se prepara: una agenda sobre los asuntos a tratar, períodos de preguntas y respuestas y así mantener la reunión en su cauce. La información sigue el curso ascendente hasta donde sea necesario para lograr la efectividad en la acción.

2.7.2. USO DE MANUALES Y HOJAS DE PRACTICAS ESTANDAR

Debido a la gran cantidad de bombas que tenemos y que requieren un tipo repetitivo de reparación hemos preparado Hojas de Reparación Stándar de acuerdo al manual de los fabricantes y medidas correctivas adquiridas por experiencia.

El abastecimiento de copias de manuales de los fabricantes de: bombas, turbinas etc., son alcanzados únicamente a los Supervisores que son responsables directos del

mantenimiento de estos equipos.

Los planos de las Plantas de Lavaderos y Difusión se encuentran disponibles en la Sala de Diseño tanto para los mecánicos como los Supervisores e Ingenieros para una evaluación rápida de la realización de los trabajos. Las modificaciones se evalúan a fin de quedar registradas.

2.7.3. CONTROL DE COSTOS.-

La medición de los costos de Mantenimiento es función de: las necesidades de la planta, capital invertido, toneladas de caña producidas, costos de producción, energía consumida y del porcentaje de ventas, totales. Estos factores son influenciados por la buena planeación, por la ingeniería eficiente y por la administración adecuada.

Nuestra administración considera el costo de mantenimiento como función de los siguientes índices:

- 1.- Valor del equipo conservado.
- 2.- Toneladas de caña desfibrada producidos.
- 3.- Toneladas de jugo producidos.
- 4.- Toneladas de bagazo producidos.
- 5.- Costo total de producción.
- 6.- Costo total de conversión.
- 7.- Energía consumida.
- 8.- La razón de costo de mano de obra a costo de materiales en la labor de mantenimiento.
- 9.- La comparación de las horas utilizadas al nivel de actividad de la planta.
- 10.- Tiempo perdido del equipo expresado como porcentaje del tiempo total programado

do de operación.

El método convencional que empleamos actualmente de costo de trabajo es el que acumula los renglones de gastos de mano de obra, accesorios y servicios en una cuenta especificada. Este cargo acumulado, en unión con los gastos indirectos y fijos, proporciona la base de la distribución del costo para el plan contable de la Empresa.

2.8- PRACTICAS DE OPERACION QUE SIGUE EL MANTENIMIENTO

Constituye una serie de apartados, los cuales considerados en conjunto cubren los principios de realización del: trabajo, control de costos, ingeniería de mantenimiento, prácticas normales de mantenimiento correctivo, (implica mejoramiento de diseños y mejores materiales de ejecución), planeamiento y medición.

2.8.1. CARGA DE TRABAJO.-

Para determinarlo tenemos información de los registros de ocurrencias diarias desarrollando en todo el equipo de producción y accesorios de nuestra planta, durante un tiempo considerable (semanal, anual, etc.), así como en los servicios a las reparaciones que se desarrollan durante la producción. Para las construcciones menores (modificaciones) a parte de la carga de trabajo también es necesario considerar el personal, equipo, herramientas, métodos y programación.

2.8.2 CONTROL DE LAS ORDENES DE TRABAJO-

Una vez de terminada la carga de trabajo, formulado y aprobado la programación se procede a reali-

zar las órdenes de trabajo para la ejecución ordenada de la carga de trabajo. La forma de nuestra orden de trabajo proporciona espacio suficiente para cubrir la descripción de trabajo, los materiales, cuenta de acuerdo al plan contable, nombre de los operarios, espacios para la aprobación de la supervisión y mantenimiento.

2.8.3. PRACTICA NORMAL EN EL MANEJO DE ORDENES DE TRABAJO.-

- 1.- TITULO: Control de órdenes de trabajo.
- 2.- DEFINICION: Es un medio por el cual se ejecuta cada tipo de trabajo de mantenimiento, ya sea con personal nuestro o con personal del taller de mecánica, taller de mecánica fina, taller eléctrico, etc; esto se hace a través de una orden de trabajo a realizar, nombre del operario responsable y la aprobación que es otorgado por el Jefe de Departamento y Supervisores de Turno o de Día.
- 3.- OBJETIVO: Nos permite analizar y programar los trabajos, proporcionar sin medio de revisar los trabajos en cuanto a costos, necesidad, magnitud, etc, tanto antes como después de haberse realizado. Proporciona a la supervisión de mantenimiento los medios para estimar y programar el trabajo, de acuerdo con los requerimientos de nuestra planta.
- 4.- ALCANCE: El control de órdenes de trabajo se asegura a través del uso de 3 tipos de órdenes:

- a. Una Orden Normal. Se emite para cubrir trabajos no repetitivos que requieren más de cuatro horas-hombre. La responsabilidad para terminar el trabajo corresponde al supervisor a cargo de la cuadrilla.
- b. Una Orden emitida por el departamento y aprobada para cubrir una serie de trabajos normales programados y repetitivos (orden de trabajo por trabajo varios.).
- c. Una Orden de machote se prepara por el Supervisor para cubrir trabajos básicamente no repetitivos que requieren menos de cuatro horas-hombre. También pueden ser usados por los mayordomos para trabajos pequeños.

5.- RESULTADOS:

- a. Proporciona un contrato escrito para realizar trabajos.
- b. Establece un procedimiento donde las aprobaciones definitivas se hacen necesarias.
- c. Ofrece una trayectoria para el progreso y terminación del trabajo.
- d. Utiliza los registros disponibles de todo el trabajo realizado, en lo referente a costo de mano de obra y materiales.

Hay muchos pequeños trabajos que pueden realizarse bajo órdenes de machote, especialmente para elevarlas hacia el final del día para cubrir el esquema de un día de trabajo y mantener el perso -

nal ocupado en forma adecuada. Después de determinar la carga de trabajo y tener una forma de control de trabajo, es importante que se eliminen todos los factores que significan tiempo perdido para asegurar una realización adecuada del trabajo. Esto se logra a través de la programación diaria y de los pronósticos semanales.

2.8.4. PROGRAMACION Y PRONOSTICACION.-

La base para programar el trabajo son las ocurrencias diarias.

En la programación se describen los trabajos de acuerdo al mayor tiempo perdido que han ocasionado, estimando el personal y horas de trabajo necesario.

Luego de la ejecución del programa, el Supervisor debe anotar las horas reales, el cual será usado como base para el mejoramiento y corrección de los futuros programas.

Los pronósticos y programación semanal incluyen cuotas de trabajo para el personal de: Taller de Mecánica, Sala de Diseño, Mecánica Fina e Instrumentación, Taller Eléctrico. Por ello es necesario que el trabajo sea coordinado adecuadamente. Esta coordinación se establece en una junta semanal presidida normalmente por el Jefe del Dpto Lavaderos y Difusión.

2.9-- INFORMES DE MANTENIMIENTO A LA SUPERINTENDENCIA DE INGENIO E INTERDEPARTAMENTALES

Los informes a la Superintendencia de Ingenio intentan mantenerla informada de manera que

pueda llevar adelante su función de coordinar y controlar las actividades con la mayor eficiencia.

Estos informes son importantes hasta el grado en que nuestras obligaciones asignadas son entendidas y se asume la responsabilidad de su terminación exitosa. El propósito de estos informes es que nuestros superiores controlen la parte del negocio del cual es responsable. El objetivo en la recopilación de datos es buscar puntos críticos que necesiten acción correctiva y facilitar el control por transmisión de información.

2.9.1. INFORME DE PRIORIDAD.-

Está dirigido a la Superintendencia de Ingenio con copias de información al Jefe de División, Extracción, Talleres, Mantenimiento y Montaje.

Con el objeto de mejorar la efectividad del trabajo de mantenimiento programado.

El informe que presentamos en la Figura N°-2.3 nos indica la cantidad de órdenes de trabajo emitidas semanalmente.

Normalmente el trabajo lo hemos clasificado en tres (3) grados de URGENCIA.

1.- EMERGENCIA: Trabajo que debe realizarse para:

- a. Prevenir el tiempo perdido.
- b. Prevenir averías peores en el equipo
- c. Corregir un peligro extremo en la seguridad.

2.- URGENTE: Trabajo que, dentro de la programación y planeación normales de reparaciones menores, debe determinarse cuanto antes. Estos trabajos es para realizarlo dentro de las veinticuatro o

cuarenta y ocho horas después de la recepción de la orden. Su fecha de terminación es de no más de tres días.

3.- NORMAL: Puede durar más de cuarenta y ocho horas se programa de acuerdo a los requerimientos de producción y considerando la disponibilidad de la fuerza de trabajo de mantenimiento para su utilización máxima.

Es importante conocer las horas incluidas o el porcentaje de horas no planeadas. Importante desde el punto de vista económico con el fin de controlar el menor costo de la realización de nuestro programa de reparaciones menores.

Un análisis realista nos puede decir cual es la cantidad óptima de trabajo de emergencia para nuestra planta.

El trabajo de emergencia expresado como porcentaje del total de horas-hombre de semana a semana, nos indicará las ganancias o pérdidas en la efectividad del mantenimiento.

El control del trabajo de emergencia es una responsabilidad conjunta de mantenimiento y producción. Los informes de prioridad nos sirven para señalar lo bien que se está llevando a cabo esta tarea conjunta, para coordinar los esfuerzos cuando se requieran y para comprobar que se están logrando los resultados deseados

2.9.2. INFORME DEL RETRASO O ADELANTO DEL PROGRAMA

Está dirigido a los departamentos de

la Superintendencia de Ingenio con copias de información a la Superintendencia y Jefatura de División.

El objetivo de este informe es medir la efectividad de planeación y programación. En la figura N°2.4 podemos ver.

- 1.- Las horas-hombre programadas por cuadrilla, como cantidad total y como porcentaje de horas-hombre disponibles. Esta medición es básicamente una información del control de mantenimiento.
- 2.- Las horas-hombre programada por cuadrillas, comparadas con las horas-hombre realmente trabajadas, tal y como se las programo.

Los trabajos de emergencia, las estimaciones incorrectas y las circunstancias reducen el porcentaje de acatamiento, - éste nunca llegará al 100%, hemos logrado un 85-90% muy satisfactorio.

El mayor provecho de este tipo de información es la consideración de las requisiciones de tiempo para las operaciones y requisiciones de terminación, mucho - más reales.

4.3.3. INFORME DE RETRASO.-

Dirigido a los diferentes departamentos de la Superintendencia de Ingenio con el objeto de resumir el retraso de trabajo de las fuerzas de mantenimiento para nivelar la carga de trabajo y mejorar la utilización de la fuerza de trabajo.

El informe de retraso de la figura N°2.5 se - basa en una acumulación de órdenes de traba

jo autorizadas de prioridad baja, junto con los requerimientos de mano de obra. Al comparar los requerimientos de la fuerza de trabajo con la mano de obra disponible, se puede llegar a un retraso que se expresa en días ó semanas.

Si tiene significado el retraso, desglosamos por cuadrillas idealmente, el retraso en cada cuadrilla debería ser de (4) a (6)-semanas, para nivelar más efectivamente el trabajo y utilizar mejor a los trabajadores. La tendencia del informe del retraso es más importante que cualquier cifra semanal.

El mantenimiento preventivo MP futuro programado es incluido en el retraso sólo hasta el grado en que esa parte puede realizarse dentro del período de retraso.

2.9.4. INFORME DEL PRONOSTICO DE MANO DE OBRA.-

Está dirigido a la Superintendencia de Ingenio con el objeto de permitir la planeación y comparación de la futura fuerza de trabajo con la carga de trabajo estimada y conocida y la fuerza laboral disponible.

A través de este informe tratamos el equilibrio continuo de la fuerza de trabajo y de la carga de trabajo. Los datos son una combinación del retraso de una proyección del informe semanal y de la fuerza de trabajo.

Este informe es un instrumento de control de mantenimiento. Se emite cada semana para información de: cuotas de fuerza de trabajo, fuerza de trabajo total, fuerza de trabajo disponible para programación y las horas-hombre realmente programadas. También

desglosa las horas-hombre empleadas en el mantenimiento preventivo (MP).

El pronóstico de mano de obra en una distribución semanal durante todo el año versus las cantidades de trabajadores, se calcula semanalmente y se reproduce cada cuatro (4) semanas y se envía a la Superintendencia de Ingenio como informe normal.

La historia registrada y los roles de Producción futuro forman la base sobre la cual se puede planificar situaciones que requieren acción correctiva oportuna. La exactitud del pronóstico de nuestra mano de obra depende básicamente de nuestra experiencia.

Normalmente el pronóstico lo hacemos con un año de anticipación mediante estimaciones y aproximaciones y está sujeto a revisión semanal. Este pronóstico es la base para programar vacaciones tiempo de reprocesamiento y otras planeaciones a largo plazo.

Asimismo, nos permite sugerir a la Superintendencia de Ingenio con varios meses de anticipación, en relación con hechos como la necesidad de trabajadores o en caso de superávit en la fuerza de trabajo.

2.9.5. RELACION ENTRE EL DPTO. DE LAVADEROS Y DIFUSION Y EL DE CONTABILIDAD.

La acumulación de los datos de mantenimiento se hace normalmente con la División de Operaciones Contables y por intermedio del Departamento de Costos como servicio a nuestro Departamento de Mantenimiento en donde se elaboran los informes. Desde nuestro punto de vista hay dos (2) tipos de in-

formes sobre costos de mantenimiento:

- 1.- Informe a la Superintendencia de Inge -
nio.
- 2.- Informes sobre control de costos inter-
nos dentro de nuestro departamento.

2.9.5.1. INFORME DE LOS COSTOS DE MANTENI -
MIENTO A LA SUPERINTENDENCIA DE IN
GENIO.-

El objetivo de este informe es proporcionar información de cos -
tos que permitan a la Superinten -
dencia juzgar la ejecución del man -
tenimiento como un servicio del De -
partamento. El costo total del man -
tenimiento, y la tendencia del cos -
to por tonelada de caña desfibrada
y por tonelada de jugo, es la úni -
ca medida verdadera de la realiza -
ción del mantenimiento.

Una totalización del trabajo
de mantenimiento, materiales, con -
tratos, transportes, accesorios y
otros costos definidos como mante -
nimiento, es controlable si es una
medida real de la ejecución del -
mantenimiento. Los objetivos expre -
sados sobre mejoramiento del costo
de mantenimiento por tonelada de -
caña desfibrada o tonelada de jugo
se comparan mensualmente.

2.9.5.2. INFORME DE COSTO CON FINES DE CON -
TROL INTERNO.-

La información de costos que
recibimos para controlarlos han si -
do elaborados por Contabilidad y -

procesados por I.B.M. debido a que de esta forma resulta a un costo mucho menor.

Pensamos particularmente que el control de nuestros costos de mantenimiento deben ser diseñados y administrados por nosotros mismos con coordinaciones y apoyo de los Departamentos de Contabilidad e I.B.M.; esta responsabilidad hará de nuestros costos nuestra principal preocupación y entonces pensaremos en términos de INTIS, DOLARES, etc., aunque estemos hablando de horas-hombre, toneladas de caña desfibrada o toneladas de jugo.

2.9.6. RELACION CON LA DIVISION DE MATERIALES Y UTILES.-

El objetivo de esta División es contribuir con nuestro departamento de optimizar las inversiones en repuestos y material de reparación, de acuerdo con las requisiciones emitidas por nuestro departamento.

El control del material de mantenimiento es básicamente una actividad de la División de M.U. que emplee el uso de datos, salidas y registros de inventario para mantener la existencia económica óptima.

Mediante un programa de estandarización contribuimos a la eliminación de duplicación de existencias.

Actualmente estamos implementando una historia de fallas y costos de reparación por equipo. Esto se usará para justificar una selección específica de equipo. Los da

tos los recopilamos en los archivos de manten
nimiento

CAPITULO III

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Nuestra definición básica incluye las actividades principales de:

- 1.- Inspección periódica de los activos y de los equipos de nuestra planta Lavaderos y Difusión, para descubrir las causas de futuros paros imprevistos de molienda o depreciación perjudicial.
- 2.- Conservar la planta, repararla o modificarla para una mejor eficiencia.

Nuestra planta es altamente mecanizada por consiguiente los costos de mantenimiento de sus equipos y los costos por tiempo perdido de molienda son significativos.

Nuestro programa de MP está diseñado tal que sus beneficios sobrepasen los costos de implementación. Esto lo hemos podido constatar a través del tiempo perdido de molienda, que es menor con el MP que sin el.

La eficiencia del MP depende de como se integre con otras funciones del mantenimiento como son: adecuada administración, planeación y programación, adiestramiento, medición del trabajo, informes de control y disponibilidad de talleres y herramientas.

Los principales beneficios que el MP ha producido son:

1. Disminución del tiempo perdido de molienda, debido a menos paros imprevistos.
2. Disminución de pagos por tiempo extra de los trabajadores.
3. Menor acumulación de fuerza de trabajo, es

decir, menor número de reparaciones repetitivas y menor número de reparaciones en gran escala.

4. Disminución de los costos de reparaciones de los desperfectos sencillos ejecutados antes de los paros imprevistos.
5. Mejor extracción de jugos, mejor preparación de caña debido a la correcta adaptación del equipo.
6. Mejor conservación de los activos e incremento de la vida útil de los mismos.
7. Reducción de los costos de mantenimiento, de obra y materiales, para las partidas de activos que se encuentran en el programa.
8. Identificación de las partidas con los altos costos de mantenimiento, es cual lleva a investigar y corregir causas como:
 - (1) Aplicación inadecuada.
 - (2) Abuso del operador.
 - (3) Obsolescencia.
9. Mayor seguridad para los trabajadores y mejor protección para la planta.
10. Menor costo unitario de producción de azúcar

Este programa de MP que recién hemos implementado tomará varios años para que funciones totalmente.

3.1- INVENTARIO DE EQUIPOS

Antes de aplicar el MP a nuestra planta, tenemos que poner a nuestros equipos en buenas condiciones de funcionamiento. Esto nos puede tomar doce (12) a dieciocho (18) meses o más, contando con todos los recursos necesarios.

Debemos tener un registro de cada uno de los equipos como se muestra en la Fig. (3-1), esto re -

sulta importante para medir el costo de reacondi -
cionamiento cargado al MP y el tiempo que se nece -
sita.

Como conclusión de este inventario, necesita -
mos más fuerzas de mantenimiento para estar a tono
con la mayor carga de reparación.

3.2- DISEÑO DEL PROGRAMA DE MP

En nuestro diseño damos preferencia a las con -
sideraciones económicas con el fin de guiar y si -
es posible dictar normas sobre las consideraciones
de ingeniería; con el objeto de lograr un menor -
costo de producción del azúcar y una mejor calidad
de la misma.

Asimismo, nuestro programa MP ha sido diseña -
do para satisfacer nuestros requisitos individua -
les

El diseño es de acuerdo a la siguiente secuencia:

- 1) Análisis de nuestros problemas.
- 2) Construcción del programa MP paso a paso (equi -
po por equipo).
- 3) Empezamos por el equipo que más necesita el MP.

3.3- FUNCION BASICA

El MP tiene como función básica la de minimi -
zar los paros imprevistos, la depreciación excesi -
va de los equipos y por consiguiente de la planta,
a través de inspecciones periódicas para descubrir
y corregir las condiciones desfavorables.

3.4- ALCANCE DEL PROGRAMA MP

Nuestra planta de Lavaderos y Difusión, resu -
me el alcance de su programa de MP en forma deta -
llada.

3.4.1. EQUIPOS DEL LAVADERO B Y DIFUSOR

a.- Equipo de Recepción y Descarga:

- Grúa Hilo.
- Mesa Alimentadora
- Conductor # 1.
- Carda.
- Conductor # 2.
- Nivelador.

b.- Sistema de Limpieza en Seco:

- Peines.
- Extractores de Tierra.
- Faja Tierra.

c.- Sistema de Lavado y Extracción de Hoja:

- Extractores de Hojas Superior é Inferior.
- Conductor # 3.
- Bombas de Recuperación de Agua.
- Bombas para Agua de Piscina.
- Sistema de Duchas.
- Conductor de Hojas.

d.- Equipos de Preparación de Caña:

- Machetes.
- Conductor # 4.
- Rollos Alimentadores del Buster.
- Buster.
- Conductor # 5.
- Rollo Alimentador del Fiberizer.
- Fiberizer.
- Conductor # 6.

e.- Equipo del Difusor:

- Faja # 7.
- Faja # 8.
- Conductor # 9.

- Difusor Silver.
- Olla del Difusor.
- Plataformas Hidráulicas A y B.
- Elevadores.
- Descargador.
- Tanque de Agua de Alimentación.
- Bombas de Agua de Alimentación y Sistema de Tuberías.
- Divertor de Jugo.
- Bombas de Circulación de Jugo.
- Bombas de Recirculación de Jugo.
- Bombas de Jugo Fábrica.
- Sistema de Tuberías de Vapor 2 Ate.
- Calentadores.
- Conductor # 10.

f.- Sistema de Secado de Bagazo:

- Conductor # 11.
- Molino I
- Molino BMA.
- Bombas de Jugo del Molino BMA.
- Turbina KK K.
- Cedazos DSM.
- Faja # 13.

g.- Sistema de Clarificación:

- Decantador.
- Bombas de Jugo Decantado.
- Clarificador.
- Tanque de Jugo Colado.
- Bombas de Jugo Colado.

h.- Sistema de Encalamiento

3.4.2. EQUIPO DEL LAVADERO A

Idéntico al Lavadero B hasta el Conductor # 5 más:

- Faja Colectora.
- Faja # 1.
- Faja # 2.

3.4.3. EQUIPO DE SEGURIDAD:

Válvulas de seguridad de 32 ate y 2 ate en líneas de vapor, válvulas de cierre rápido en turbinas, sistemas de emergencia y primeros auxilios.

3.4.4. EQUIPOS :

- Turbinas.
- Motores Eléctricos.
- Sub Estaciones de Transformación de Tensión.
- Sistema de Tuberías de agua, vapor, jugo, aire, comprimido, etc.

3.4.5. TANQUE Y EQUIPOS ACCESORIOS:

- Tanques de: jugo colado, jugo decantado, agua fría, agua caliente.
- Sistema de Tuberías.
- Acequias.

3.4.6. EDIFICIOS DE PLANTA Y EQUIPOS DE CARGA:

- Areas de almacenamiento de tierra, hojas, palas mecánicas, grúas PH, etc.

3.4.7. EQUIPO DE PROTECCION CONTRA INCENDIO

- Abastecimiento de agua.
- Bombas.
- Extinguidores auxiliares.
- Sistemas de alarma.

Se ha considerado todo equipo que se deteriore o que sea factible de causar tiempo perdido, por consiguiente las actividades

innecesarias las omitimos.

Las partes definidas de cada equipo para su inspección han sido coordinadas con los mecánicos y utilizando también el manual de operación y mantenimiento que envía el fabricante de cada equipo.

Guías valiosísimas sobre que inspeccionar cuando hacerlo, como instalarlo, prestar servicios y conservar el equipo.

3.5- LISTA DE COMPROBACION

Después de haber elaborado una lista de máquinas, equipos y los puntos que se deben inspeccionar, procedemos al uso de una lista de comprobación, lista de mucha utilidad para el mecánico que realiza la inspección. Contiene todos los puntos que deben comprobarse en cualquier equipo, también proporciona espacios para fechas ó iniciales para mostrar, cuándo se inspeccionó y por quien se realizó.

Además proporcionan las siguientes ventajas:

- Inspecciones uniformes y completas.
- Información independiente de quien lo hace.

3.6- CICLOS DE FRECUENCIAS

La decisión de cuán a menudo inspeccionar tiene máxima importancia en los costos y economías de nuestro programa de MP, pues la inspección excesiva ocasiona un gasto innecesario y puede incrementar más el tiempo perdido de producción que un paro de emergencia. La subinspección produce más paros imprevistos de molienda y más reemplazos prematuros.

Por consiguiente necesitamos un buen equili_

brio para obtener los ahorros óptimos.

Para establecer nuestra lista de equipos y ciclos de frecuencia hemos considerado los siguientes valores:

- Edad de nuestra planta de Lavaderos y Difusión.
- Tipo de equipo en la industria azucarera.
- Ambiente (polvo en suspensión)
- Tipo de operación (24 horas diarias, 28 días al mes, 300 días al año).

3.6.1. ANALISIS DE INGENIERIA

Consideramos que es primer paso en la fijación del ciclo de frecuencia de cada uno de nuestros equipos desde los siguientes puntos de operación:

1. Edad, condición actual y costo de equipo.
2. Severidad del servicio.
3. Requisitos de seguridad.
4. Horas de operación, sugerimos ciclos de frecuencia, basados en un día de molienda de 22 horas diarias de operación en promedio.
5. Susceptibilidad de deterioro.
6. Susceptibilidad de siniestro, si el equipo está sometido a vibraciones, sobrecargas.
7. Susceptibilidad de perder el ajuste. De acuerdo a tolerancias fijadas, por el fabricante se fijan los ciclos de inspección.

En base a esto, fijamos nuestras condiciones de planta, la cual seguiremos hasta tener razones de causa para alterarlas.

Asimismo buscamos los datos suficientes para llevar a cabo los siguientes procedimientos:

1. Registros de servicio: costos, registros de equipos, registros de tiempo perdido, programas de mantenimiento rutinario.
2. Ordenes de trabajo de mantenimiento: analizar la naturaleza de las reparaciones
3. Aprovechar la experiencia de los supervisores, lubricadores, etc.
4. División de Operaciones de Producción: información necesaria sobre el rol de mollienda.
5. Gráficas de Producción.
- 6 Información Técnica sobre otros ingenios azucareros.

3.6.2. AJUSTE GRADUAL

Definido los ciclos de frecuencia, tenemos que comprobar continuamente los resultados y estar dispuestos a modificarlos de acuerdo a las necesidades de nuestra producción. Es decir, tenemos que poner al día nuestra frecuencias y adaptarlas a una economía mejor para nuestra planta.

Para lograr un buen ajuste desarrollamos los siguientes procedimientos:

1. Una vez inspeccionada o reparada una unidad, decidimos cuando se volverá a inspeccionar nuevamente.
2. En equipos nuevos, revisar frecuentemente hasta que se asiente.
3. Solicitar a los supervisores indiquen en sus informes si el ciclo se debe resumir o puede prolongarse.

3.6.3. COMPROBACION ESTADISTICA

Análisis personal de los resultados reales con respecto al sobre mantenimiento o inframantenimiento. Para lograr un equilibrio nos apoyamos en las consideraciones económicas.

Si no hay reparaciones, significa que existe un sobre mantenimiento y si hay muchas reparaciones significa que las inspecciones no están llegando a la raíz del problema.

Otra forma de evaluar el MP es, comparándolo con el mantenimiento no programado (de emergencia). Demasiado trabajo no programado implica falta de MP. Una buena relación es de 80 a 90% de horas-hombre sobre el trabajo programado.

3.7- PROGRAMACION

El paso siguiente en la elaboración de un programa de trabajo, consiste en: que incluir en cada renglón de MP (veáanse la Fig. N°3.2) y los requerimientos de frecuencia (fechas de inspección) en la forma más eficiente. El diseño del programa debe ser con el objeto de mantener la molienda al menor costo posible.

3.7.1 DIVISION DE INSPECCION Y FUNCIONES DEL MP

Se pueden dividir en tres (3) grupos:

1. Conservación rutinaria: este tipo de trabajo se realiza en tiempos muy cortos, incluye: limpieza, lubricación, iluminación filtros, durante molienda o paracas imprevistas de la planta.

2.- Inspecciones periódicas: el trabajo se realiza a intervalos de tiempo bien determinados, incluye: inspecciones visuales, reparaciones, reemplazos de elementos mecánicos desgastados ó defectuosos.

3.- Trabajo contingente: cuando la planta paraliza por diferentes razones y se incluye trabajos a intervalos de tiempo definidos. Cuanto mas trabajo del MP esta categoría será menos costosa.

El diseño de nuestra programación es de la forma total o sea enlistamos en una hoja grande todos los equipos de nuestra planta con cada uno de sus elementos. Incluye en la parte superior, días, semanas, meses y desglosa cada uno de los equipos en la margen izquierda. Las fechas de inspección se muestran por una señal (según se indica), se usa un símbolo diferente para identificar limpieza, ajuste, reparación general y otros aspectos.

Este cuadro (Fig. 2.2) es una lista maestra para generar las órdenes de trabajo de MP durante todo el año.

3.8- INFORMES DE INSPECCION Y SU TRAMITACION

El objetivo de estos informes es reducir el aspecto administrativo al mínimo pero que narre la historia completa.

En la Fig. 3.4 se muestra una forma de informe que estamos usando, tiene encabezados y espacios para ser llenados con los datos generales sobre nuestro departamento, máquinas y otros datos semejantes

Abajo hay espacios libres para elementos que necesiten atención. Puede usarse para cada uno de los tipos de equipo que necesitamos.

Lo principal de estos informes es averiguar la causa de las fallas ó defectos y planear las soluciones y mejorar el diseño de las máquinas o los métodos de inspección.

La tramitación de los informes de inspección tienen como objetivo engranar la acción con la necesidad. Estos informes se tamizan a través de los supervisores para:

- 1.- Mantenerse al día sobre las condiciones de los equipos.
- 2.- Comprobar que la necesidad es severa ó urgente.
- 3.- **Coordinar** la programación de las reparaciones.
- 4.- Decidir sobre las órdenes de **Trabajo**.

3.9- TRAMITES ADMINISTRATIVOS PARA EL M.P.

El costo del aspecto administrativo estará justificado en la medida de que consigamos buenos resultados.

Se deben mantener: los registros al día (sistema manual), el archivo ordenado convenientemente, la colaboración de dos empleados permanentemente.

Nuestro sistema administrativo sigue las siguientes directivas:

- 1.- Minimizar y concretizar la cantidad de información.
- 2.- Integrar nuestro sistema MP con el mantenimiento normal de la planta y con el trabajo de ingeniería.
- 3.- Contabilizar los costos de todas las actividades de inspección.

4.- Realizar informes de control (semanal, mensual, etc.) para verificar lo ejecutado en el MP. El informe resume:

- Cantidad de inspecciones programadas.
- Cantidad de inspecciones terminadas.
- Cantidad de inspecciones no terminadas.
- Cantidad de órdenes originadas por MF.
- Cantidad de órdenes terminadas.

3.10- TRABAJO ADMINISTRATIVO DEL MP

Nuestro programa de MP incluye:

- Registro de equipo.
- Lista de comprobación.
- Programas de inspección.
- Informe de inspección.
- Costo de mantenimiento.

En la mayor parte de nuestros equipos combinamos convenientemente el inventario de equipo, el programa de inspección y el registro de costo de equipo en una sola forma, según la Fig. 3.5. Usamos una de las formas, la función de cada forma es de fácil interpretación. El diseño de nuestro sistema administrativo de MP, es por medio de tarjetas. Consideramos que esta forma es la más sencilla y la más económica en nuestra administración, sin sacrificar la efectividad. Dos (2) empleados manejan todo el aspecto administrativo de mantenimiento, incluyendo los trabajos rutinarios de MP.

3.11- OTRAS TECNICAS APLICADAS AL MP

A parte de las inspecciones normales, utilizamos otras formas especiales por medio de las cuales logramos un mejor programa de MP. Claro está

cuando los costos adicionales se justifiquen .

3.11.1. INVESTIGACION DE MATERIALES.-

Utilizamos mejores materiales para evitar: servicios repetitivos y recambio de repuestos muy frecuentes. Para lo cual constantemente se investiga las fallas de los materiales y se eliminan sus causas.

Como resultado hemos reducido las frecuencias de fallas disminuido los costos de mantenimiento y mejorado la seguridad del personal.

3.11.2. CAMBIOS EN EL DISEÑO.-

Pueden ser realizados con los mismos materiales u otros tipos de materiales. En el caso de conductores y equipos de nuestra planta se realiza analizando la frecuencia de falla, las causas que lo originan, pues estas fallas provienen de otras razones que no son exactamente de diseño.

3.11.3. ADiestRAMIENTO DEL PERSONAL.-

Con el objeto de lograr una colaboración eficiente de parte de los trabajadores y supervisores se les imparte un adoc trinamiento breve, pero firme sobre la ideología del MP, sus objetivos y procedimientos generales.

Los supervisores de nuestra planta han participado en la instalación de la misma, razón por la cual nos facilita la operación y reparación de nuestros equipos.

3.11.4. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Mediante este tipo de ensayos dismi

nuimos el tiempo de inspección de MP. Métodos de ultrasonido para detectar fallas ocultas, inspección por pintura contrastante, medición de espesores, detectar fallas mediante equipos de ultrasonido antes que ocurra la falla.

3.11.5. ESTANDARIZACION.-

Con la estandarización de especificaciones, equipo industrial y materiales hemos simplificado: el problema de MP, el almacenamiento y la obtención de refacciones.

Mediante la estandarización se aceleran las inspecciones del MP, y mejora el servicio. También buscamos uniformizar las especificaciones de partes, la accesibilidad de las inspecciones o reparaciones, la protección contra daños físicos o elementos nocivos y la seguridad en la operación.

3.11.6. RECUPERACION DE PIEZAS.-

El fin de los métodos de recuperación es prolongar la vida del equipo por medio de recubrimientos especiales contra el desgaste. Lo que más usamos son los recubrimientos duros mediante soldaduras especiales, metalizados, etc.

3.11.7. ANALISIS DE LOS REGISTROS.-

El análisis periódico de los registros de equipo nos revela:

- 1) Qué artículos ó equipos tienen altos costos de mantenimiento.
- 2) Que equipos tienen excesivo tiempo per

dido.

3) Qué equipos sufren fallas repetitivas.

Los datos anteriores nos precisa que acciones debemos tomar de acuerdo con los siguientes aspectos:

1. Revisar la frecuencia de inspección.
2. Rediseñar la parte débil.
- 3 Reemplazar por mejores materiales
- 4 Cambiar los métodos de operación
5. Usar una unidad mejor.

La revisión la realizamos por lo menos una vez al año.

3.12- AJUSTE DEL PROGRAMA DE MP.

Nuestro programa de MP, cuidadosamente planeado, es dinámico, es decir periódicamente realizamos su comprobación y ponemos al día su funcionamiento.

Señalamos a continuación algunas directrices que nos ha permitido ajustar nuestro programa de MP.

3.12.1. OPTIMIZACION.-

Para encontrar el nivel óptimo de aplicación del MP, graficamos los costos de MP, de reparaciones y pérdidas de producción a diferentes niveles de actividad del MP. El nivel óptimo se encuentra en el punto de la suma mínima de estos tres costos. Este nivel lo obtenemos para cada uno de nuestros equipos y para toda nuestra planta.

3.12.2. OBTENCION DE COSTOS.-

Los costos están desglosados de la

siguiente manera:

- Reparaciones normales.
- Actividades de MP.
- Mantenimiento de operación.
- Pérdidas por tiempo ocioso.
- Mejoras y trabajo nuevo.
- Paradas imprevistas.

Calculando estos costos, estamos en condiciones de encontrar el nivel óptimo. Esto nos permite conocer el valor y el alcance de la aplicación del MP.

3.12.3. COMPROBACION DE LAS FRECUENCIAS DE INSPECCION. -

La regla de inspección al inicio de nuestro programa MP, se realizó en exceso para estar seguro. En el caso de algunos registros de nuestros equipos, no muestra otros costos mas que las inspecciones del MP, se considera la prolongación del intervalo de inspección.

Los cambios del Rol de Producción justifican una alargamiento o recorte en los intervalos de inspección.

3.12.4. INSTRUCCIONES ESPECIFICAS. -

Se realizan con el objeto de facilitar la carga de trabajo de los supervisores. Empleamos los manuales de servicio de la mayoría de equipos, se preparan las hojas de procedimientos para descubrir todos los aspectos difíciles ó complejos de los trabajos del MP. Asimismo, se elaboran listas de comprobación, las cuales se revisan periódicamente en búsqueda de omisiones.

3.12.5. EMPLEO DE CODIGOS DE REPARACION.-

Son códigos contables de 6 dígitos - que señalan en cada orden de mantenimiento (MP ó reparación) la máquina y parte en - que se trabaja, la naturaleza de la reparación, causa probable, tiempo por cuadrilla, costos de materiales, costos de mano de obra. Todo esto nos sirve para analizar los problemas de mantenimiento.

La revisión periódica de estos costos nos permitirán detectar los equipos - de más alto costo y esto nos creara la necesidad de cambios en el MP, o un rediseño del MC (Mantenimiento Correctivo).

3.12.6. EMPLEO DE EQUIPOS PARA ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.-

Con el objeto de simplificar y acelerar nuestras inspecciones utilizamos equipos especiales como: indicadores de espesor, analizadores de vibraciones y aparatos de sonidos que no sean destructivos.

3.12.7. EMPLEO DE TECNICAS DE INGENIERIA INDUSTRIAL.-

Establecemos estándares de tiempo para los trabajos repetitivos, Desarrollamos procedimientos para las inspecciones y revisiones generales que señalan las formas de trabajo, la secuencia del mismo, herramientas, materiales, equipos auxiliares. Usamos el método del camino crítico para programar las tareas entre 30 a 50 horas.

3.12.8. EMPLEO DE TECNICAS DE ESTADISTICAS.-

Hemos empezado a establecer datos pa

ra graficar los tipos de curva de fallas de nuestros equipos desgastados y como influyen en nuestro programa de MP. Se ha implementado libros auxiliares que nos ayuden a determinar el mejor número de inspecciones o de ciclos de reparaciones generales para adaptación o reemplazos.

3.12.9. DISEÑO DE MANTENIMIENTO.-

El objetivo es: minimizar la carga de trabajo, el diseño de mantenimiento (término medio que se necesita para reparar), mejorar la disponibilidad de nuestros equipos. El diseño de confiabilidad (tiempo medio para señalar la falla) reduce la frecuencia de fallas. Los costos de mantenimiento nos permite justificar los costos de adquisición. Los elementos de los equipos que están más propensos a fallar, deben estar accesibles, fáciles de reponer o recuperar. Esta política de MP nos permite lograr una alta disponibilidad de equipos en nuestra planta.

CAPITULO IV

PLANIFICACION Y PROGRAMACION DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

4.1- AUTORIZACION Y CONTROL DE TRABAJOS

La finalidad de esta técnica es prever y controlar los costos de mantenimiento. A continuación presentamos el método utilizado que cubre nuestras necesidades. Se trata de un enfoque básico, elemental que ha sido adoptado a las condiciones de nuestra planta.

4.1.1. ELEMENTOS BASICOS.-

La autorización y control de trabajos de mantenimiento se realizan de acuerdo a los siguientes elementos básicos (se encuentran en orden de acuerdo a su aplicación de un (a):

1. Planificación del trabajo.
2. Sistema de ordenes de trabajo.
3. Sistema de prioridad de los trabajos.
4. Procedimiento de estimación de la magnitud de las tareas.
5. Programa general, para relacionar el total de tareas autorizadas con el tiempo y mano de obra disponible.
6. Procedimiento de programación de detalle (para los trabajos importantes) establecen la semana de trabajo.
7. Procedimiento de control de horas, para saber los costos reales en comparación con los estimados.
8. Medición del trabajo, que nos permite comparar el avance de los trabajos con -

el gasto ocasionado.

9. Sistema de información, para registrar el cumplimiento, efectividad y las variaciones.

En nuestro departamento la función de control de trabajo es de responsabilidad en parte del tiempo total de trabajo del oficinista.

4.1.2. PLANIFICACION DEL TRABAJO.-

Es el primer paso en la Autorización y Control del Trabajo de Mantenimiento. Esta función trabajando en coordinación con los Ingenieros de: Producción, Talleres (Mecánica, Electricidad y Mecánica Fina) nos permite establecer un plan general para las operaciones de mantenimiento. Como parte de esta responsabilidad la planificación se encarga de emitir todas las autorizaciones de trabajo (Ordenes de Trabajo de Mantenimiento).

La planificación analiza todos los requerimientos de trabajo que puedan producir carga de trabajo adicional. Una vez determinado todos los factores en cada requerimiento de trabajo, se asigna el personal de cada grupo o unidad de trabajo, se estiman - las horas-hombre necesarias en cada caso, - la prioridad de trabajo, las fechas de comienzo y terminación posibles. En el caso - de trabajos imprevistos (ya sean nuevos o - que se trate de cambios en tareas existentes) la planificación será capaz por si misma de emitir autorizaciones de trabajo nuevas o revisadas. La función de planificación tiene la responsabilidad de asegurar - que:

- a) Se realice el trabajo necesario.
- b) Que éste se cumpla del modo más efectivo.

4.1.3. SISTEMA DE ORDENES DE TRABAJO.-

Es el segundo paso en el cual se define la clase de trabajos de mantenimiento - aprobados. Se establecen un sistema de cargas de tiempo para proporcionar una buena - identificación a cada partida de trabajo - llevado a cabo por mantenimiento.

Un sistema satisfactorio de carga de - tiempo permitirá una acumulación de costos en el número de orden de trabajo señalado y cuenta correspondiente. Estos números nos - proporcionarán un análisis del por que las estimaciones se sobrepasan o disminuyen.

4.1.3.1 Orden de Trabajo de Mantenimiento

Se establece un "documento formal para autorizar el trabajo de mantenimiento (orden de trabajo). Cada - orden de trabajo definirá la naturaleza general del trabajo (Fig. 4.1) con anotaciones de horas-hombre y - costo del material, fecha de inicio y fecha de terminación

4.1.3.2 Control de Gasto de Materiales

El consumo de los materiales de mantenimiento se autorizan y controlan a través de órdenes internas, por - entrega del detalle, llamado Vale - de Materiales que acompaña a todos los trabajos donde el costo de los materiales sea una partida significativa (Fig. N°4.2).

4.1.4. ASIGNACION DE PRIORIDAD DE TRABAJO.-

Para que se realice el trabajo necesario de la Planificación, hemos establecido un sistema de prioridades, las cuales se asignan a cada trabajo y al mismo tiempo se emiten las órdenes de trabajo.

El sistema de prioridades es simple en su aplicación e interpretación. Consideramos tres clases:

Prioridad 1 : Preceden al resto de trabajos y representan tareas que son obligatorias para el buen desempeño de la empresa.

Prioridad 2 : Son las tareas que deben completarse lo antes posible y preceden al resto de las tareas excepto a las de prioridad 1.

Prioridad 3 : Son trabajos interesantes pero que se pueden ejecutar cuando sea conveniente, generalmente durante paradas de molienda por otras razones.

4.1.5. ESTIMACION DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO.-

El objetivo de la estimación es reducir cada tarea a sus elementos de trabajos básicos y establecen valores para cada elemento. La suma de los elementos de la estimación de la tarea total. Al principio hemos hecho unos "cálculos aproximados" más que estimaciones, pero a medida que hemos adquirido datos reales los trabajos se comparan con las estimaciones. Es posible afinar estos valores hasta obtener una exactitud total de más

o menos de un 5%.

Es necesario una revisión continua de todas las variantes entre los tiempos reales y los tiempos estimados para asegurar un éxito continuo en las estimaciones. Una forma resulta dirigir informes escritos a la Superintendencia de Ingenio, sobre las razones de las variaciones en cada caso en el que el valor real esté por encima o por debajo de lo estimado en más de un 5%. El estudio de estos casos y las razones por las cuales se presentan, nos indicaran las acciones correctivas que nos permitan mejorar la exactitud de las estimaciones futuras.

4.1.6. PROGRAMACION DE REPARACION GENERAL.-

Lo fundamental de esta programación es mantener un balance de acuerdo entre la capacidad de trabajo y las cargas de trabajo. Anualmente se prepara una programación de reparación general de nuestra planta, la cual muestra la descripción y magnitud de cada parte de tarea de reparación y construcción para un tiempo total dado. El total de horas hombre requeridas para cada parte se deduce del total de mano de obra disponible con el objeto de obtener una distribución de "trabajos" que de un trabajo razonable para cada cuadrilla y para que estos lo puedan cumplir.

Esta programación es flexible, pues es tentativo y sujeto a cambios, ya que las condiciones a futuro pueden variar de las estimadas antes de ser realidad. Nuestra programación general la establecemos sobre la base de 45 días.

Nuestra programación nunca estará basada en la utilización del 100% de mano de obra disponible para los trabajos de alta prioridad. Mantenemos siempre un remanente de mano de obra asignado a trabajos de "prioridad 3", el cual está entre el 15 y 20% de la mano de obra total disponible. Esto nos permitirá realizar redistribuciones periódicas de mano de obra para corregir los trabajos que queden retrasados en la programación.

4.1.7. PROGRAMACION DETALLADA.-

Una vez autorizado y definido los trabajos mediante órdenes, aplicamos una programación detallada para los trabajos que lo necesitan, separando en unidades de tiempo más pequeñas el tiempo señalado en el programa de reparación general. Esto nos permite establecer una semana adecuada de las diferentes fases de los trabajos importantes para así asegurar que cada tarea se cumplirá de la forma más efectiva.

Nuestra programación considera ideas objetivas basadas en datos reales. Es flexible y su objetivo es mantener el balance adecuado entre la capacidad y la carga de trabajo. Igual que la programación general no es conveniente programar un 100% de la mano de obra disponible en trabajos ineludibles. Esto nos permite observar fluctuaciones inesperadas en la carga de trabajo, es decir existirá nominalmente una amortización de un 15% programada para los trabajos con prioridad 3.

4.1.8. CONTROL DE HORAS.-

Como parte del control de trabajo hemos

establecido un sistema de control de horas para obtener la acumulación diaria del costo, cargando cada hora de mantenimiento al número de trabajo designado y ha su cuenta respectiva. Esto también nos proporcionará un análisis detallado de como están distribuidas las horas en cada una de las órdenes de trabajo, esto a su vez nos permite determinar cuándo y porqué las estimaciones se sobrepasan o disminuyen.

Cada supervisor enviará al control de trabajo un informe diario que nos muestre la distribución del tiempo de sus empleados, con la cantidad de horas asignadas de los trabajos realizados durante dicho día (ver Fig. N°4.3).

Los informes de las horas acumuladas diarias pueden resumirse cada semana como "informe de funcionamiento" semanal mostrando el tiempo real en comparación con el tiempo estimado para cada trabajo directo (ver Fig. N°4.4).

Un resumen separado de las horas empleadas en trabajos indirectos proporcionará un informe de los gastos generales de mano de obra de mantenimiento (ver Fig. N°4.4).

El porcentaje empleado en cada trabajo lo comparamos cada semana con el estudio, como comprobante de la situación laboral de nuestro departamento.

4.1.9. MEDICION DEL TRABAJO.-

Tenemos un plan para medición del trabajo, que esperamos sea el mejor para conseguir una buena realización del control de trabajo y que nos permita una comparación

exacta del progreso con los gastos de mano de obra y de materiales.

El método que se ha usado, es el establecimiento de tiempos estándar para todos los elementos posibles de trabajos de mantenimiento en nuestra planta. Las horas empleadas realmente pueden compararse con las permitidas u horas normales para medir semanalmente la eficiencia aparente del departamento de mantenimiento.

4.1.10. CONTROLES DE FUNCIONAMIENTO.-

Se ha establecido este sistema como un paso muy importante dentro del control de trabajo. Estos controles de funcionamiento en esencia es un medio periódico de información corriente del cumplimiento y efectividad del mantenimiento, y de investigación de todas las variaciones importantes.

En la Fig. N°4.8 presentamos un resumen semanal de trabajos de los grupos reales en comparación con las estimadas (para cada grupo), resumidas de acuerdo con las prioridades de trabajo 1, 2 y 3. Hemos preparado un resumen separado mostrando las horas reales y las permitidas empleadas en todas las cuentas generales para proporcionar un informe al corriente de las cargas de mantenimiento.

También presentamos semanalmente un informe de condición del trabajo, el cual informa sobre los trabajos individuales. En este informe se anota resumidamente todos los problemas existentes en cada trabajo y nos muestra el tiempo realmente invertido hasta la fecha, tiempo libre hasta la fecha, el

porcentaje de tiempo libre que se ha utilizado y la estimación del porcentaje del total del trabajo realizado del análisis de este informe obtenemos los puntos que tengan dificultades (trabajos en que el porcentaje de tiempo empleado exceda demasiado del tiempo normal de terminación del trabajo). También se investigará cualquier trabajo donde el porcentaje de trabajo realizado sea considerablemente más alto que el porcentaje estimado.

4.2- TIEMPOS ESTANDAR

Como pretendemos reducir y controlar nuestros costos de mantenimiento hemos establecido valores estándar de mantenimiento, los cuales en la práctica nos está deparando muchas ventajas.

Un tiempo estándar en mantenimiento es el tiempo que se debe emplear para realizar un trabajo específico de mantenimiento.

Estos valores de tiempo estándar lo usamos para:

- 1.- Planificar y programar nuestros trabajos de mantenimiento.
- 2.- Proporcionar las horas-hombre convenientes.
- 3.- Medir el rendimiento o efectividad de los grupos de trabajo.
- 4.- Proporcionar incentivos para nuestro personal.

4.2.1. METODOS PARA ESTABLECER TIEMPOS ESTANDAR DE MANTENIMIENTO.-

En nuestra planta hemos utilizado una combinación de los métodos siguientes: Suposiciones, Estimaciones, Análisis Estadísticos de rendimientos anteriores, Estudio de-

tiempos, observación o comprobación. La elección está influenciada por : los datos que disponemos actualmente, el tipo de control de mantenimiento, nuestra mano de obra disponible, y otras consideraciones. Las consideraciones económicas determinarán la selección de tal ó cual método para el trabajo requerido.

Los valores estándar creados son los suficientemente aproximados que lo usamos como base de justificación para una política de incentivos dentro de nuestro personal. Una vez que nuestros valores encontrados cumplan este pre-requisito, serán los valores adecuados para efectos de nuestra programación de trabajos. La asignación de personal y otros controles que se quieren implementar.

4.2.2. ANALISIS ESTADISTICOS

En base a datos históricos de nuestra planta combinado con las estimaciones y suposiciones, hemos establecido valores estándar bien aproximados.

Como primer caso se diseñó e instaló un sistema de órdenes de trabajo. Para cada uno de los trabajos se escribe su respectiva orden externa y/o interna. En la Fig. N° 4.1 presentamos el tamaño y estilo de nuestras órdenes en las cuales presentamos espacios para la siguiente información:

- 1.- Fechas (de emisión, de iniciación y de terminación).
- 2.- Departamento en el que se realiza el trabajo.

- 3.- Forma del solicitante.
- 4.- Número de cuenta que se carga los costos
- 5.- Número de la orden de trabajo.
- 6.- Firma autorizando la expedición de la orden (Jefe Departamento, Jefe División) y firma del Jefe Dpto. que va a realizar el servicio.
- 7.- Operarios asignados para realizar el trabajo.
- 8.- Descripción completa del trabajo requerido.
- 9.- Espacios para la acumulación de horas de trabajo, costo del trabajo y costo del material.

Procuramos siempre que cada hora de mantenimiento debe estar correctamente registrada y cargada a la orden de trabajo correspondiente.

Las horas realmente empleadas para cada tipo de trabajo se acumulan por un período de 6 meses, en hojas de resumen de trabajo para cada clasificación de trabajo. Con estos datos como base establecemos valores estándar de trabajo basándonos en rendimientos anteriores.

El trabajo de mantenimiento se deduce de las siguientes clasificaciones de trabajo:

- 1.- Ordenes para trabajos rutinarios.
- 2.- Trabajos repetitivos.
- 3.- Trabajos diversos.
- 4.- Trabajos estimados.

4.2.2.1 Trabajos Rutinarios.-

Trabajos que no están en contacto normalmente con los trabajos de manteni -

miento para así separar los costos de horas-hombre de las verdaderas actividades de mantenimiento.

A continuación presentamos una lista de este tipo de órdenes:

- Servicio de vigilancia de la planta.
- Limpieza de la planta.
- Inventario de activos fijos.
- Inventario de herramientas.
- Engrase rutinario.
- Inspección rutinaria.
- Lectura de los contadores de agua, kilowatt-hora.
- Cambio de fluorescentes, bombas de luz eléctrica.
- Inspección de motores

4.2.2.2 Trabajos Repetitivos.

Son aquellos que se repiten por lo menos una vez al mes, al final de cada período, las órdenes de trabajo que cubren estos trabajos se clasifican por tipos y oficios:

- Carpinteros: Reparar escaleras, puertas, etc.
Reponer palos de algarrobo en las mesas alimentadoras de caña.
Reparar arrastradores de caña.
- Mecánicos: Reponer fajas de transmisión
Reparar bombas, válvulas etc.
Alinear y templar cadenas de arrastre.

- Caldereros : Cambiar machetes.
Parchar planchas de fondo y laterales de los conductores.
Reparar sistema de tuberías.
- Electricistas : Reparar motores, interruptores.
Instalaciones eléctricas.
Reemplazar fusibles.
Detectar fallas.

4.2.2.3 Trabajos Diversos.-

Se considera todos los trabajos realizados, previa orden escrita, considerados como no repetitivos y que se realizan en menos de 96 horas (12 jornadas normales). Dichos trabajos los clasificamos según el tiempo.

Hasta 8 horas.

De 8 a 16 horas.

De 16 a 32 horas.

De 32 horas a 48 horas.

De 48 a 96 horas.

4.2.2.4 Trabajos Estimados.-

Todos los trabajos que requieren más de 96 horas se consideran trabajos estimados, los valores estándar, se establecen por medio de un estándar experto, combinando datos normalizados, conversaciones con los supervisores, tanto de nuestro Departamento como de otros departamentos que realizan los trabajos y posiblemente otros factores.

4.2.3. DETERMINACION DE LOS VALORES ESTANDAR.-

A excepción de los trabajos estimados, los valores estándar de los otros trabajos se han determinado por medio de análisis estadísticos de los resultados de trabajos anteriores, durante un período base de doce (12) meses. A continuación presentamos el procedimiento seguido:

4.2.3.1 Ordenes para Trabajos Rutinarios.-

En una hoja de resumen semanal se anotan las horas realmente empleadas. Al final de los doce (12) meses de período de base, se computa el promedio de horas por día, semana, o por unidad y se convierte en estándares. En el cuadro N°4.5 presentamos un ejemplo de valores estándar para trabajos en nuestra planta.

4.2.3.2 Trabajos Repetitivos.-

Las órdenes de trabajo que cubren todos los trabajos repetitivos se acumulan durante 12 meses (período base). Al final del período base se computa el total de horas reales utilizadas en todos los trabajos y el promedio de tiempo por trabajo es el valor estándar. En este instante se realizará un escrutinio de todos los trabajos de naturaleza repetitiva y todos los trabajos en los cuales las horas reales son excesivas se suprimirán y transferirán el grupo de trabajos diversos.

En el cuadro N°4.6 presentamos un ejemplo de estos valores.

4.2.3.3 Trabajos no Repetitivos.-

Durante el período base se acumulan las órdenes de todos los trabajos no repetitivos y se calcula el tiempo promedio por trabajo para cada clasificación de tiempo, este promedio es el valor estándar de estos valores .

4.2.3.4 Trabajos Estimados.-

Todos los trabajos que pasan de las doce (12) jornadas normales (96) horas, su valor estándar se encuentra mediante estimación. Los trabajos estimados se enumeran, agrupados en elementos de trabajo. Los datos estándar se acumulan de experiencias pasadas y de libros que contengan procedimientos de estimación. Para usar estos valores de una manera efectiva en nuestra planificación y programación, clasificamos las actividades mediante tanteos.

4.2.4. UTILIZACION DE LOS TIEMPOS ESTANDAR

Los principales objetivos de nuestra planificación son:

1. Proporcionar a cada Supervisor una tabla de planificación para que en coordinación con nuestra Jefatura se asigne trabajo al personal.
2. Asegurar que en lo posible se designe el trabajo para todo el día, para cada empleado, un día antes que el trabajo tenga que realizarse.

3. Trasladar el trabajo requerido en órdenes de trabajo en términos de horas-hombre, número de empleados necesarios y tiempo necesario.
4. Determinar la prioridad de trabajo.
5. Asignar cada uno de los trabajos de acuerdo a la especialidad, mano de obra disponible y prioridad del trabajo.
6. Seguir el curso del trabajo hasta que se complete.
7. Evaluar al final de la ejecución de una programación, las fuerzas de mantenimiento y para que se usen como guía en:
 - Aumentos y disminuciones de fuerza de mantenimiento.
 - Asignación de horas de sobretiempo.
 - Sub-contratos de trabajo.

La programación de las actividades de reparaciones menores la realizamos mediante una planificación sucesiva y la reparación general mediante una planificación formalizada.

4.2.4.1 Planificación Sucesiva.-

Nos referimos a la planificación de trabajos de reparaciones menores, cuyas necesidades se presentan semanalmente. Cuando las órdenes de trabajo las recibe el Supervisor, se analizan detenidamente y se determina el orden de prioridad.

4. Planificación Formalizada.-

En nuestra planta, donde las necesidades de mantenimiento son mayores y necesitan de realizar trabajos importantes e *reparación* y de nueva construcción. Todo trabajo grande -

se proyectará en una hoja de proyecto de planificación (Gráfica de Gant) mostrando la secuencia de las operaciones, el número de empleados requeridos por el trabajo y la sucesión por oficios. La realización de estos trabajos se supervisan diariamente y el porcentaje de avance se anotará en una (1) tabla. Este tipo de planificación la realizamos anualmente en nuestro Rol de Parada Anual. Una aplicación efectiva nos disminuye las horas extras o el trabajo de reparación menores semanal. Realizamos reuniones con los Supervisores semanalmente para efectos de programación y planificación del trabajo.

4.2.5. CONTROL DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO.-

Los tiempos estándar para trabajos de mantenimiento proporcionan una base para establecer el control sobre las manos. Semanalmente se resumen los tiempos reales para cada uno de los trabajos y se comparan con el estándar u horas ganadas.

En el cuadro N° 4.8 presentamos un informe de horas gastadas que muestra efectividad del departamento de mantenimiento.

4.3- HOJAS DE TRABAJO

Con el fin de obtener un funcionamiento y control apropiado en nuestras operaciones de mantenimiento hemos implementado unas hojas de trabajo, las cuales cumplirán una función importante en el Control de Personal materiales o costos de cada

uno de los trabajos.

4.3.1. INVENTARIO DEL EQUIPO.-

Con el objeto de que nuestra planificación y programación sean eficaces, disponemos de registros completos de cada uno de nuestros equipos (ver Fig. N°4.10). Cada uno de nuestros equipos tiene un número de inventario.

Para simplificar los procedimientos de inventario definimos los datos requeridos sobre una hoja de instrucción (Fig. N°4.9) Esta hoja es llenada por el empleado de mantenimiento (oficinista), es revisada y/o complementada por esta Jefatura. De esta hoja se extraen datos para la hoja de registro permanente del equipo (Fig. N°4.10).

4.3.2. REGISTROS DEL EQUIPO.-

Son muy importante para nuestra planta para la programación de reparaciones cambios y piezas de repuesto; así como la asignación de programas de inspección.

Nuestro procedimiento es mantener una serie de registros en nuestra planta y una serie de duplicidad en la Superintendencia de Ingenio.

En caso de paro, pueden conseguirse inmediatamente especificaciones exactas de la máquina y las piezas de recambio primordial que han de almacenarse, el nombre y dirección de los fabricantes, también tenemos: dimensiones, pesos, lubricación, transmisión de potencia, elementos de protección o fecha de adquisición.

Como el número de piezas de nuestros equipos es grande, se anotan en una hoja se-

parada que se adjunta al registro del equipo (Fig. N°4.11).

Esta lista de repuestos es una ayuda necesaria para nosotros que tenemos la responsabilidad del mantenimiento y el empleo del almacén para el control de existencias.

En la cara posterior del registro de equipo se usa para registrar las reparaciones y cambios, costos de mano de obra y de material. Después de haberse usado durante 12 meses (período base) los registros, el historial de reparaciones y cambios indicará si cada uno de los equipos está funcionando adecuadamente y sobre una base económica.

La programación de la frecuencia de inspección en la hoja del registro del equipo proporcionará un registro de equipo indicará lo siguiente:

1. Costo de Mantenimiento (normal ó excesivo)
2. Necesidad de Proyectos de Modificación ocasionado por el mantenimiento excesivo o demasiado frecuente.
3. Necesidad de sustitución para asegurar el tamaño apropiado.
4. Necesidad de sustitución para asegurar el equipo correcto.
5. Necesidad de sustitución a causa de ineficiencia

Se proveerá también de los datos de costos para los in es a la Superintendencia de Ingenio, mostrarán como ahorrar tiempo de producción en máquinas que dan problemas

constantemente, indicando las causas mayores de molestia.

El Registro que aparece en la Fig. N°4.10 es el tipo que consideramos más conveniente para nuestra industria.

4.3.3. ORDENES DE TRABAJO.-

Son peticiones escritas de servicios a cumplir por el personal de nuestro Departamento o del Taller de Mecánica, Taller Eléctrico, Mecánica Fina e Instrumentación, etc. Establecen tanto para el mantenimiento como para la dirección, la información de que ha de hacerse un trabajo. Proporcionan: un registro del costo de estos servicios, datos sobre los cuales se preparan las demandas de material y se hacen asignaciones de tareas al personal.

Una vez que se han realizado los trabajos y se han hecho todas las anotaciones se elaboran los informes correspondientes que sirven a nuestro departamento para nuestro control y distribución de gastos. Todas las órdenes son por escrito, ver Fig. N°4.1 y Fig. N°4.2 presindiendo del volumen de los trabajos. Esto nos permite una planificación y programación apropiada y nos sirve para determinar los trabajos pendientes. En caso de emergencia las órdenes pueden ser verbal pero se regulariza inmediatamente de tal manera que se cubran las cargas de labor y material a tiempo.

Las órdenes de trabajo se hacen por triplicado. La primera y segunda copia al Departamento que los va a realizar el servicio. La tercera copia la retenemos para

efecto de nuestro archivo.

El oficinista de mantenimiento imprime un número de orden de trabajo en ambas co - pias. La segunda copia se asigna al perso - nal que realiza el trabajo.

Los numeros de la orden de trabajo se - inician al comienzo de cada año y siguen - consecutivamente hasta el 31 de Diciembre.

Cuando se requiere material para una ta - rea específica el mecánico presenta la or - den de trabajo al Supervisor, le solicita - el material, luego el almacenero le prepara un vale de serie para salida de material co - rrespondiente, este vale es visado por el Jefe de Departamento. A continuación el me - cánico con este vale de serie saca el mate - rial del almacén N°36 de la División de Ma - teriales y Utiles.

Todas las órdenes de trabajo finaliza - das son devueltas al oficinista de manteni - miento, quien separa los datos, comprueba - finalización de la tarea, y pasa las órde - nes de trabajo al Jefe de Departamento para su aprobación y aceptación de la tarea. El oficinista resume los costos de mano de obra y material de la tarea y asienta estos car - gos en la hoja de registro del equipo.

4.3.4. ORDENES DE TRABAJO PERMANENTE.-

Aplicamos a trabajos de rutina o repeti - tivos tales como inspecciones, ajustes de má - quinas y tareas como: ajuste de bombas, lu - bricación, limpieza de equipos, calibración de balanzas.

Se les asigna un número a cada una de - las órdenes de trabajo permanente, estos nu

meros se usan cada año sin cambio alguno. - Esto permite que los mecánicos recuerden el número y asocien directamente con los tipos de trabajo que representan.

Usamos números de cuenta codificados para cubrir la lista de orden de trabajo permanente (ver figura N°4.12).

4.3.5. TARJETAS DE TIEMPO.-

Todos los trabajos están sujetos a la comprobación del tiempo y para ello cada uno tiene una tarjeta de tiempo (Fig. N°4.3) para cubrir las asignaciones de trabajo diarias.

Si el trabajo es realizado sin orden de trabajo, el oficinista puede indicar el lugar en la primera columna, las horas trabajadas (aproximadamente hasta el cuarto de hora) y los comentarios sobre la naturaleza del trabajo deben ser incluidos por el mecánico después de la finalización de cada asignación.

4.3.6. FORMAS PARA INSPECCION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.-

En nuestra planta utilizamos dos formas, proyectadas para registros e informes de las decisiones de los supervisores de planta. Cada registro cubre un determinado equipo y contiene una lista de puntos a comprobar.

En la información hay que considerar:

- La situación actual del equipo.
- El valor del equipo en mantener una mo - lienda contínua.
- La frecuencia de inspección.

- La carga de trabajo de mantenimiento.

En la Fig. N°4.13 se ilustran las (02) dos formas de registro que empleamos.

4.3.6.1 Inspección en Marcha.-

Consiste en que los equipos están moliendo durante la inspección, por lo cual no se realiza un examen completo y total. Este tipo de inspección nos permite localizar piezas flojas, vibración, falta de alineamiento, deterioro, falta de limpieza falta de lubricación, etc.

4.3.6.2 Inspección con Interrupción de Trabajo.-

Se realiza cuando el equipo está parado. Se inspeccionan todas las piezas de los equipos sin necesidad de desmontaje, Ejemplo: cojinetes, engranajes, manguitos, pernos, vástagos, tensión de correas, fajas transportadoras, conductores de arrastre, planchas de fondo, platinas líneas guías y lubricación.

Una de cada tres inspecciones que realizamos es del tipo con interrupción de trabajo. El estado actual y la edad del equipo tienen una gran parte de conexión con el tipo de inspección y la frecuencia.

La inspección incluye ajuste a la máquina y reparaciones menores que se realizan durante el cambio de martillos del Buster y Fiberizer (tiempo 3 horas) o durante las paradas de molienda por interrupciones mecánicas y/o eléctricas.

Todas las inspecciones del equipo mecánico se realizan con mecánicos de nuestra planta (turno y por día). Como comprobación en el trabajo de inspección y para asegurar una revisión completa nunca asignamos el mismo mecánico, dos inspecciones consecutivas en el mismo equipo. Las inspecciones de mantenimiento preventivo se usan con ventaja para reforzar el conocimiento y la facultad de todo el personal mecánico de nuestra planta.

Las inspecciones de los equipos eléctricos lo realizamos con electricistas de turno, quienes conocen perfectamente nuestras instalaciones eléctricas de planta.

4.3.7. PROGRAMAS DE INSPECCION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

La frecuencia de la inspección de los equipos está en función de: la edad del equipo, estado actual, horas diarias de operación, y la importancia del equipo en la línea de producción, de Lavadero "A" y "B" y Difusor. Estas frecuencias se establecen por conversaciones entre el personal de producción e ingeniería de mantenimiento. Las frecuencias son estimadas luego revisadas después del análisis de resultados de los informes de inspección de mantenimiento preventivo bajo condiciones de operación y exigencias específicas. Ver figura N°4.13.

La efectividad de nuestros programas de inspección se basa en la reducción de cos -

tos de mantenimiento, reducción de tiempo perdido y el aumento en la duración de los equipos.

4.3.8. INFORMES DE TIEMPO PERDIDO.-

En nuestra planta registramos el tiempo perdido en producción ya sea por: fallas mecánicas, fallas eléctricas, atoros, etc- Ver Fig. N°4.15.

El tiempo perdido en producción es cuando una interrupción de uno de nuestros equipos afecta la molienda o sea la paraliza. El tiempo mecánico perdido es el periodo de tiempo registrado en minutos; cuando un equipo es parado para su reparación o sustitución por el personal de mantenimiento de nuestra planta.

Los informes del tiempo mecánico perdido se confeccionan para dar a los mecánicos de mantenimiento por turno, un método uniforme mediante el cual informar del tiempo perdido en máquinas y equipo. Ver Fig. N° 4.15.

Los datos contenidos en el informe se revisan diariamente para determinar si la causa que originó la interrupción fue debida a operación deficiente, falla de material o algo más y se procura evitar una repetición del fallo.

El análisis de las hojas de tiempo perdido, nos dirá si un equipo determinado, se encuentra constantemente en la necesidad de reparación y ajuste. Si las causas de estas exigencias pueden eliminarse reparando el equipo, se programa inmediatamente.

Las hojas de tiempo perdido se acumu -

lan y resumen diariamente, semanalmente y mensualmente.

4.3.9. PLANIFICACION Y PROGRAMACION.

Una correcta planificación y control - adecuado nos ha permitido conseguir benefi - cios de nuestro programa de mantenimiento - preventivo.

Los datos necesarios lo hemos acumula - do de: los registros de equipo, los infor - mes de inspección periódica, registros de - nuestro departamento, los estudios de tiem - po y otras fuentes; para indicar cuanto tra - bajo puede planificarse y programarse, el - mantenimiento puede fraccionarse en diver - sos tipos de tareas:

4.3.9.1 Trabajos de Rutina.

Se planifican y programan fácilmen - te. Se usan las órdenes de trabajo permanente. Los mecánicos de nues - tro departamento cubren la totali - dad de este tipo de trabajos. **Ejem - plo:** reponer machetes, cambiar - arrastradores.

4.3.9.2 Trabajos de Mantenimiento en Repara - ciones Menores.

Se realizan bajo órdenes de trabajo presentados. Estos trabajos se pla - nifican y programan sobre una base de prioridad. Se preparan sobre una base diaria, semanal, mensual y - anual

El trabajo de reparaciones menores de fin de semana debe planificarse y programarse con varios días de an

icipación para asignar el personal conveniente y preparar el material necesario para completar el trabajo en el tiempo mas corto y al costo - más bajo.

4.3.9.3 Reparación Anual.-

Los programas deben determinarse mediante los informes del mantenimiento preventivo y las reparaciones menores. Se planifican con seis meses de anticipación o un año antes para concordar con los programas de producción y la planificación de ventas, cuando falta mano de obra, nos apoyamos con el personal de otros departamentos de la empresa y/o también personal contratado.

4.3.9.4 Modificación a Largo Plazo.-

La planificación a largo plazo para mejoras importantes en nuestra planta normalmente es realizada en coordinación de nuestro departamento de diseño. Los proyectos definitivos y aprobados son construídos por nuestro departamento en coordinación con el Dpto. de Talleres de Mecánica, Taller Eléctrico, Mecánica Fina e Instrumentación, Ingeniería Civil, etc.

4.3.9.5 Interrupciones y Reparaciones de Emergencia.-

Estos tipos de trabajo resulta imposible de planificar, pero debido a que paralizan la molienda se les da la primera prioridad. Cuando ocurre

este tipo de interrupciones, se asigna el personal necesario inmediatamente, las órdenes de trabajo se preparan tan rápido como sea posible y el programa de reparaciones menores se ajusta tomando en cuenta esta emergencia.

4.3.9.6 Informe Mensual de las Inspecciones de Mantenimiento Preventivo.

Nuestro programa de reparaciones menores que incluyen trabajos de mantenimiento preventivo, son comprobados periódicamente para ver si son eficaces. Para lo cual hemos desarrollado un modelo de "Informe Mensual" de las inspecciones de mantenimiento preventivo (ver Fig. N°4.16) Este informe nos sirve como lista de comprobación. El resumen de las inspecciones completas, inspecciones incompletas, puntos críticos llamados, trabajos que se originan y trabajos terminados, se comparan mes a mes.

4.4- ESTIMACION DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIONES

En mantenimiento la estimación es el proceso de predecir los costos antes de realizar los trabajos. La efectividad de este proceso depende de la confirmación de los hechos reales.

El control de los costos de mano de obra en nuestra planta lo hemos conseguido estableciendo niveles, programando la sucesión de trabajos con el objeto de limitar las horas de sobretiempo, ra-

cionalizar el número de trabajadores y conseguir - que se trabaje con plena ocupación, todo esto basado en costos estimados

Por consiguiente, la estimación constituye la base para la administración del trabajo de mantenimiento. Para estimar un costo de mantenimiento nos basamos en dos factores:

- 1.- Las necesidades, contenido, condiciones, prioridad de los trabajos.
- 2.- La utilización de la estimación.

Estos dos factores nos permiten determinar qué técnica de estimación vamos a aplicar y qué grado de detalle se requerirá. Por consiguiente, un estudio sobre como estimar el costo de un trabajo de mantenimiento incluye las siguientes consideraciones generales.

4.4.1. CLASIFICACION DEL TRABAJO. -

Semanalmente se planifican los trabajos de reparaciones menores aprovechando el cambio de martillos de los desfibradores - con la mayor información posible a fin de - conseguir mejores estimaciones y en general mejores costos.

También consideramos trabajos imprevistos o de emergencia que tienen que ser definidos, programados y estimados sus costos. Si analizamos semana a semana estas estimaciones, nos daremos cuenta que por lo menos alguno de los trabajos de mantenimiento de cada instalación puede ser considerado como "planificado o repetitivo" Estos trabajos pueden ser planificados y estimados con la precisión que requiera la utilización que - debe hacerse de las estimaciones.

4.4.1.1 Trabajos de Mantenimiento Planificado Y Repetitivos.-

- Recambio y/o reparación repetitiva de equipos específicos como son martillos de los desfibradores, arrastradores de conductores, machetes, bombas, motores, pantallas.
- Trabajos rutinarios como lubricación, limpieza, protección e inspección.
- Reparaciones de los equipos planificados.
- Reparaciones de los equipos auxiliares y edificios.
- Cuidado del terreno asignado a nuestra planta.
- Reparaciones planificadas no repetitivas.
- Reubicación de equipos.
- Modificaciones y mejora de los equipos e instalaciones.
- Reparaciones menores en general.

4.4.1.2 Servicios de Emergencia.-

Aplicamos de una manera positiva procedimientos de estimación a trabajos de emergencia.

Ejemplo: la reparación de chumaceras inferiores de elevadores del Difusor en este caso la clave para poder tener una estimación precisa, es que este tipo de trabajo se repite igual o en situación semejante, su costo es elevado y se repite casi mensualmente.

4.4.2. UTILIZACION DE LAS ESTIMACIONES.-

El uso de las estimaciones depende del grado de detalle de la estimación y, por lo tanto, lo que debe gastarse en la misma. Para determinar el grado relativo de detalle comparamos con una lista guía que nos sirve de referencia y la cual está preparada de modo que aproximadamente sigue un grado de detalle creciente. Cuando se tenga que hacer la selección se deben considerar junto con otros criterios.

- 1.- Determinación del monto requerido, ejem plo aproximadamente \$ 500.
- 2.- Evaluación de las órdenes de trabajo pendientes.
- 3.- Previsiones a largo plazo.
- 4.- Evaluación del plan de inversiones.
- 5.- Decisiones de comprar o construir equipos con un presupuesto anual limitado.
- 6.- Programación de trabajos mediante el me todo del camino crítico.
- 7.- Programas semanales, provisiones de trabajo, carga y distribución de mano de obra.
- 8.- Informes de control de costos de la ejecución de los trabajos.
- 9.- Informes de control de costos a nivel de departamento.
- 10.- Informes de control de costos por equipo.
- 11.- Distribución diaria de mano de obra y programas de trabajo.
- 12.- Decisiones de fabricar o comprar repuestos presupuesto anual.
- 13.- Incentivos de grupos de trabajo a nivel

mentos o partes constituyentes convirtiéndolo en una serie de tareas a las cuales se les estima un tiempo.

4.4.5.2. Opiniones.- A lo anterior tratamos de precisar adecuadamente con opiniones basadas en experiencias personales. Para obtener buenos resultados es esencial tener una clara definición del alcance del trabajo y un análisis conveniente.

4.4.5.3. Estimaciones del Costo de Carencia de Mantenimiento.-

El costo de carencia de la molienda perdida y de los posibles daños que se puede ocasionar en los equipos o en el azúcar a causa de la falta de mantenimiento pueden ser calculados. Es muy importante considerar los gastos fijos y obtener una valoración aproximada, práctica y útil de las pérdidas en material o azúcar, utilizando relaciones promedio entre el costo de la mano de obra y el de los materiales.

4.4.5.4. Valores Unitarios.-

El concepto de valores estándar unitario es muy amplio e incluye una gran variedad de procedimientos de estimación.

Estos valores pueden ser:

4.4.5.4.1. Valores Promedio o Índice a Nivel de Industria

Incluye datos tales como

el costo total de mantenimiento por tonelada de producción de azúcar por hora de trabajo de equipo. Aún cuando las limitaciones de las estimaciones de las estimaciones basadas en estas cifras son bastante obvias son muy útiles para planeamientos preliminares o para control.

4.4.5.4.2. Valores Estándar Comparativos

Es uno de los métodos más eficaces para alcanzar un grado de exactitud razonablemente óptimo, es decir una estimación con un costo mínimo. Los trabajos de reparación en equipos similares, que cubren un amplio margen de los costos totales por tarea, pueden estar referidos a una o dos causas determinantes sencillas, comparándolos con valores estándares que hemos hallado en nuestra planta.

4.4.5.4.3. Valores Estándar Específico

El muestreo de los trabajos o el estudio de tiempo

pos nos da una medida -
del trabajo que se ha -
realizado por día en un
campo específico tal co-
mo por las averías, meca-
nicas ocurridos en nues-
tra planta.

El número de averias por
día o las horas de traba-
jo de los equipos por -
día resultan una cifra -
de estimación que puede
ser bastante exacta siem-
pre que las condiciones
no cambien sustancialmen-
te. Estos valores son va-
riados periódicamente.

4.4.5.4.4. Datos Básicos de una Ope- ración

Muchas operaciones de -
mantenimiento son repeti-
tivas aunque formen par-
te de una tarea que en -
su conjunto puede no ser
lo.

Un grupo de operaciones
estándar puede dar un ca-
mino relativamente rápi-
do para hallar el valor
estándar de una tarea -
completa.

4.4.5.4.5. Datos Básicos Elementa- les.-

La estimación de los cos-
tos de reparación y man-

tenimiento también se pueden obtener a través de la aplicación de datos elementales básicos. La exactitud y consistencia que se alcanza con este método está de acuerdo con las exigencias más precisas. En forma práctica utilizamos datos existentes, propios de nuestra planta. El costo de aplicación es proporcional al grado de detalle y exactitud que se desea obtener.

4.4.6. SELECCION DE UN METODO DE ESTIMACION.-

La consideración mas importante que se hace al establecer un programa de estimación es la selección del método más adecuado a cada caso en particular. En el cuadro N°4.17 se resume los criterios para la selección del mejor método.

1°) Acerca del trabajo, se está o no está de finido.

2°) Utilización que se hará de la estimación

El método que se debe usar viene indicado en la tabla.

4.5- PROCESO MANUAL DE DATOS DE MANTENIMIENTO

La industria azucarera está orientada actualmente hacia un mejor control y una reducción de costos. Nuestra Superintendencia necesita poseer datos

para tomar decisiones.

El proceso de datos es la recopilación y proceso de la información financiera e histórica que sea útil para publicar informes fidedignos y para tener un archivo de datos,

4.5.1. OBJETIVOS DEL SISTEMA.-

Una vez que realizamos el proceso de datos, estos son estudiados y analizados, con el fin de reducirlos en lo posible con una mejor programación de trabajos, mejor supervisión y control de materiales y mano de obra. Una vez que nuestro sistema básico esté funcionando y realizando su trabajo, pueden empezar a tenerse en cuenta las mejoras y las añadiduras al sistema.

La eficiencia de nuestro sistema puede medirse por los ahorros de los costos finales resultantes.

4.5.2. ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA.-

Al establecer nuestro sistema básico de proceso de datos en mantenimiento, todos nuestros costos giran alrededor de los trabajos y del material necesario para efectuar dichos trabajos.

Por consiguiente, establecemos objetivos para recoger y publicar la siguiente información:

- 1.- Costo de cada trabajo en lo referente a materiales y mano de obra.
- 2.- Costo mensual de los trabajos en mano de obra y materiales del departamento.
- 3.- Archivado de los costos de reparación de equipos y piezas de repuesto muy específicos y predeterminados.

Esta información nos resulta útil para establecer los presupuestos de trabajo y para identificar las áreas de costo elevado que causen grandes variaciones en el presupuesto. Los equipos de elevados costos de reparación, o de reparaciones muy frecuentes, son seleccionados para aplicarles una mejora de sus costos.

4.5.3. PROCEDIMIENTOS.-

Tenemos un sistema de órdenes de trabajo para establecer un sistema de proceso de datos. En la figura N°4.1 presentamos un formulario de orden de trabajo que utilizamos en un sistema de recepción de costos de mantenimiento.

El mecánico expone sus necesidades de mantenimiento al Supervisor, quien autoriza la solicitud de una orden de trabajo al oficinista del departamento; orden que es visada por el Supervisor, Jefe de Dpto. y Jefe de División. La orden de trabajo es recibida por el Jefe de Dpto. que va a realizar el trabajo, cuyo valor es estimado, donde sigue el camino de nuevo a las oficinas donde recibe un número de recepción. El número de orden de trabajo se saca de un código de ocho dígitos. El código se utiliza para compilar datos e identificar costos. El número de la orden de trabajo se establece tal como:

<u>Dígitos</u>	Corresponde a
1 - 2 - 3	Centro de costos de operación o cuenta de gastos indirectos
4	Año en que se abrió la orden de trabajo.

las horas de trabajo empleadas en cada orden de trabajo.

Una vez concluido el trabajo el encargado de mantenimiento devuelve su copia de orden de trabajo a la oficina de mantenimiento, que a su vez notifica al Departamento de Contabilidad (Oficina de Costos). Cada mes se confeccionan una lista de órdenes de trabajo finalizadas para cada cuenta de costos. Esta lista nos proporciona:

- 1.- Una breve descripción de cada una de las órdenes de trabajo.
- 2.- El número de la orden de trabajo.
- 3.- El costo de la mano de obra.
- 4.- El costo de los materiales empleados.
- 5.- El costo estimado del trabajo.
- 6.- El costo total real del trabajo.

Mensual todos los costos de producción son empleados como costos de producción de cada trabajo. Los costos que varían grandemente de los presupuestados son analizados y justificados. El informe mensual de las órdenes de trabajo, nos resulta útil para encaminar las cuentas de costos elevados, para determinar la causa y mejorar la planificación y realización de los mismos.

Se ha elaborado una relación de costos de reparación de todas las piezas importantes de cada uno de los equipos. Cuando recibimos la lista total de costos mensual, se anota el costo de cada pieza de los equipos en su respectiva tarjeta. (Fig. N°4.2). Estas tarjetas constituyen un buen sistema para las inspecciones de mantenimiento preventivo y constituyen una referencia de los ar

chivos de ingeniería de equipos.

Los archivos de la historia de los equipos nos permite determinar cual de ellos tiene elevado costo de reparación, para lo cual - desarrollamos programas de mantenimiento para reducir estos costos.

4.5.4. VENTAJAS.-

1. El sentimiento personal que experimenta el oficinista hacia la función de mantenimiento. Cuando una cosa sale de su funcionamiento normal, el oficinista es el primero en darse cuenta y debe comunicar a la Jefatura.
2. Es un sistema flexible, cuando se requiere saber un costo o cualquier otra información en forma inmediata sobre la base de una información diaria, el oficinista puede obtenerla.
3. Una vez que los procedimientos estén establecidos y funcionando manualmente, - pueden transferirse de forma rápida a mé todos mecánicos.
Esto puede hacerse inmediatamente ya sea en parte o totalmente.
4. Es fácil poder comprobar de tiempo en tiempo, los datos originales para comprobar que las personas que trabajan en el no han realizado cambios o errores que no sean notados por los demás.

4.5.5. DESVENTAJAS

1. Es muy caro en personal de oficina. Si - necesitamos obtener más datos, necesitamos más personal y por consiguiente el -

costo: sube.

2. Es lento, los costos mensuales de reparación se reciben varios días después que se hayan concluido.
3. Está sujeto a errores humanos, por tratarse de un sistema manual.

CAPITULO V

MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS

5.1- LIMPIEZA DE OFICINAS: LAVADEROS Y DIFUSION

El objetivo de nuestros programas de limpieza es crear un medio ambiente apropiado para los trabajadores y visitantes, además de la cooperación de los trabajadores. Los requisitos básicos para que nuestros programas de limpieza tengan éxito incluyen: (1) una Organización, (2) Supervisor, (3) Personal, (4) herramientas, (5) programas y (6) - apoyo del Personal Volante de Fábrica.

También hemos calculado, interpretado y retenido los datos de costos de operación. Los datos son registrados semanalmente, datos como: gastos de supervisión, horas de trabajo y dinero gastado en material, herramientas y mano de obra. Cuando estos gastos se aplican a la totalidad de metros cuadrados, se obtiene un factor unitario que se puede utilizar para comparación; estos registros nos permite evaluar las efectividades anteriores y actuales, así como determinar las metas reales de mejora y predecir los futuros costos.

5.1.1. PERSONAL, HERRAMIENTAS Y SUMINISTROS:

El mayordomo por turno, es el encargado de manejar la gente de limpieza, de entrenar su personal, de desarrollar y generar entusiasmo en cada uno de sus subordinados de suerte de que se gane el respeto y sea aceptado por su personal.

Asimismo, debe inspeccionar continuamente los programas de limpieza, para ver si son apropiados y si se está realizando los trabajos.

El Mayordomo debe ver que el trabajo de limpieza en el departamento debe efectuarse con prontitud, eficiencia y seguridad. El es responsable de lo que se obtenga de cada Inti que se gasta en mano de obra, material y herramientas.

Por turno contamos con (6) seis personas para limpieza de los Lavaderos. Además contamos con el apoyo del Personal Volante Fábrica (6) para limpieza del Difusor. Debido a los requisitos, generalmente son bajos de inteligencia. Los obreros que hubieran probado ser insatisfactorios en otras clasificaciones de trabajo debido a: falta de experiencia, falta de formación técnica, o debido a la edad. Las herramientas son del material adecuado y cantidad suficiente para el personal de cada turno y disponibles cerca del punto de trabajo. Estas herramientas se encuentran en el cuarto de los Mayordomos estratégicamente localizado junto a los Lavaderos con inventarios periódicos.

5.1.2. PROGRAMAS DE TRABAJO.-

El primer paso lo constituye la preparación de una lista completa de todas las operaciones de limpieza que se efectuarán en cada área de trabajo.

Para cada operación se establece un tiempo estándar y se asigna una frecuencia de funcionamiento. Después de realizar esto, será posible determinar la tarea individual de cada empleado y el número de empleados requeridos. Las frecuencias que aparecen en las listas siguientes se utilizan como base

la evaluación de los trabajos nos determinará si el trabajo debe efectuarse con mayor o menor frecuencia que lo especifica en la lista.

A.- Programa de Limpieza de Oficinas

Comprende oficinas del: Jefe del Dpto., Supervisores de Turno, Oficinista y almacenero.

Diariamente:

1. Vaciar los basureros.
2. Vaciar y limpieza de ceniceros.
- 3 Desmanchar las puertas, paredes, etc.
- 4 Limpieza de los escritorios, mesas de dibujo.
- 5 Sacudir los mobiliarios, las ventanas, persianas, cortinas, etc.
6. Limpieza de lavatorios, urinarios y excusadores.

Semanalmente:

7. Lavar los vidrios de las ventanas.
8. Limpieza de los archivos, ventiladores, etc.
- 9 Encerar y lustrar los pisos.
10. Limpieza con ácido los excusadores y urinarios.

Trimestralmente:

11. Lavar y pulir el mobiliario de madera.

Semestralmente:

- 12 Lavar las lámparas, persianas, papeleras, vidrios, etc.

Anualmente:

13. Lavar paredes, cielos rasos.

Quando se Requiere:

14. Lavar, encerar y lustrar a máquina los pisos.

B.- PROGRAMA DE LIMPIEZA DEL DIFUSOR

1.- Rutina Diaria

Lo realizamos con cuatro personas, en horario de 7 a 11 a.m.

HORA	HOMBRE #1	HOMBRE #2	HOMBRE #3	HOMBRE #4
07-08	Barrer el Molino BMA	Lavar los Cédazos DSM, conductores #9 y 10, Molino I	Barrer conductores #7 y #8	Lavar plataformas alrededor de la Balanza de caña (faja #8)
08-09	Barrer piso de la Casa de Molinos.	Lavar Molino BMA, plataformas.	Juntar fierros y basura del Difusor.	Lavar los pisos alrededor de los calentadores de jugo.
09-10	Juntar fierros y basura de la Casa de Molinos.	Lavar piso alrededor de reductores FALK y BMA	Cargar basura del Difusor y Casa de Molinos.	Lavar bombas de jugo.
10-11	Lavar piso de la Casa de Molinos.	Lavar y barrer piso del Difusor		

4.- Rutina Semanal

En horario de 1:00 hasta las 5.00 horas p.m todos los días se realiza con 4 personas.

Lunes: Lavar pasadizos y estructuras de las fjas #7 y #8.

Martes: Lavar pasadizos, techo y paredes laterales del Difusor.

Miércoles: Limpieza de paredes y estructura del edificio de la Casa de Molinos.

Jueves: Lavar paredes exteriores del Clarificador, Decantador y Tanque de jugo colado.

Viernes: Tiempo disponible para imprevistos

3.- Rutina de Liquidación

Grupo I) Se realiza con 2 hombres y en un tiempo de (4) horas.

- a) Barrer y lavar el molino BMA, con las bombas de jugo en marcha.
- b) Lavar los cedazos DSM para jugo del molino BMA.
- c) Lavar el descargador estando en marcha.
- d) Lavar el conductor #10, estando en marcha (el bagazo queda repartido en el conductor #11).
- e) Lavar el molino I, incluyendo el interior de la tina.
- f) Lavar las bombas de cachaza.
- g) Lavar los tubos de los calentadores, uno por uno.
- h) Desatorar desfogues y respiraderos de los calentadores

Grupo II) Se realiza con (2) hombres, en un tiempo de (4) horas.

- a) Lavar cabezales de las fajas #7 y #8, tener cuidado con los motores eléctricos, deben estar protegidos por el agua.
- b) Lavar el conductor #9, estando en marcha.
- c) Abrir todas las compuertas en la cubierta del Difusor.
- d) Lavar espacio entre elevadores y compuerta de espalda del Difusor.
- e) Lavar planchas perforadas de aluminio, de los distribuidores, desde el interior del Difusor.
- f) Lavar los distribuidores.
- g) Drenar y lavar tanques medidores de agua, jugo decantado, jugo colado.

h) Lavar tinas #1 al #18 de jugo de circulación, tinas # 19 y # 20 de jugo fábrica.

i) Revisar tanques parte interior, tuberías.

4.- Rutinas Especiales

a) Limpieza parte interior del clarificador, tuberías, etc.

b) Limpieza parte interior del tanque de agua de alimentación.

C.- LIMPIEZA DE LOS LAVADEROS A y B

1.- Rutina Diaria

Lo realizamos con el personal por turno (6 hombres por cada turno) durante 24 horas diarias, seis (6) días a la semana. Se utiliza el apoyo de dos (2) palas mecánicas.

a) Limpieza de los pasadizos de los conductores de caña.

b) Limpieza de tacos de caña debajo de las cadenas de arrastre, previa parada del conductor para evitar des carrilamiento .

c) Limpieza de las ramflas de los peines y extractores - de tierra.

d) Limpieza de hojas, tierra y caña del piso de Lavaderos con el apoyo de (2) palas mecánicas.

e) Limpieza del conductor de hojas, coia del conductor N° 2 y mesa alimentadora.

2.- Rutina Semanal

Se realiza en liquidación semanal.

a) Limpieza de conductores de caña, pasadizos, etc.

b) Limpieza de los túneles de las fajas de tierra.

c) Limpieza y lavado de los tanques de agua sucia de los conductores N°3 y conductores de hojas.

d) Limpieza de la acequia de Lavaderos.

e) Limpieza de los buzones, desagües, etc.

f) Limpieza del conductor de basura.

Estos trabajos de limpieza se realizan en liqu dación planta parada y con doce (12) personas, generalmente durante 5 horas de trabajo.

5.2- MANTENIMIENTO DE TECHOS

Para determinar el procedimiento de manteni - miento a seguir, primero tenemos que ver la situa - ción en que se encuentra la superficie del techo, impermeabilización y accesorios, asimismo ver el - sistema de techado y de los materiales involucra - dos.

COMPONENTES Y MATERIALES

Todos los techos de nuestra planta, referente a: Casa de Molinos, faja N°1 y 2, comedor, vestua - rios, baños del personal están compuestos de:

- I.- El sub-estrato estructural (cubierta), es de (perfiles de fierro) con vigas de madera.
- II.- El sistema de techado es a base de láminas de eternit que van empernados en la estructura. Las oficinas de: Jefatura, Supervisores y Ofi - cinista, son de material noble.

INVESTIGACION

Determinado la naturaleza de los compcnentes y materiales de nuestros techos, se efectúa una - inspección de todos los edificios.

En la Fig. N°5.1 detallamos el estado actual de los techos en nuestra planta; con estos resulta dos aplicamos los métodos apropiacos del manteni - miento requerido.

En nuestro caso aplicamos el mantenimiento co rrectivo que implica la total sustitución de las - secciones dañadas físicamente o deterioradas..

5.3- MANTENIMIENTO DE PAREDES, RAMPAS, ESCALERAS Y PASAMANOS

5.3.1. PAREDES

Las paredes de los edificios de nuestra planta son de concreto (hormigón), por consiguiente, no se prestan fácilmente como otros tipos a reparaciones baratas. El concreto proporciona excelente resistencia al fuego y se mantiene bien en presencia del jugo de caña de azúcar, sin embargo esto mismo pueden dañar las paredes.

5.3.2. RAMPAS.-

Las rampas para el tráfico de los trailers, han sido construído para soportar todas las cargas requeridas por el movimiento de equipo caña. Las rampas tienen una pendiente de entrada trailera (1:13), salida de trailer (1:15). Se han instalado guarniciones de 0.56 metros de altura y 0.350m. de ancho. El ancho de la rampa en la entrada de Lavaderos es de 3.65 m.

5.3.3. ESCALERAS Y PASAMANOS.-

Las escaleras están diseñadas para soportar una carga de 500 Kg/m^2 (100 Lb/pie^2) aproximadamente, tiene un ancho de 90 cm. (35.4 pulg.) aproximadamente entre las caras interiores de las barandelas. Los travesaños metálicos son de $6 \frac{1}{4}'' \times \frac{1}{2}''$.

Las dimensiones de las huellas son de 28 cm. y los peraltes son de 20 cm. proporcionando un ángulo de 45° . El ángulo mínimo de nuestras escaleras es de 35° y el máximo es de 50° . Las alturas de los peraltes y los anchos de las huellas deberán ser uniformes -

dentro de un edificio dado.

Se han colocado pasamanos en los lados abiertos de todas las escaleras y plataformas.

Tienen una altura de 106.6 cm. (42") en las plataformas y 115 cm. (45.3") sobre la nariz de la huella en las escaleras. Los pasamanos son capaces de sostener una carga de 91 Kg. (200 Lb) aplicada en cualquier punto y en cualquier dirección.

5.3.4. INSPECCION.-

Generalmente una vez al año inspeccionamos las paredes, rampas, escaleras, plataformas y pasamanos. Se observan cuidadosamente las paredes, tanto exterior como interior buscando las grietas, las cuales tendrán que ser parchadas, el fierro de las escaleras y pasamanos deberán mantenerse limpios y bien pintados.

Para evitar accidentes, las escaleras deberán limpiarse de residuos de aceite y material deslizante.

Las rampas se limpian mediante máquinas del Dpto. de Tractores, previa regada con agua, para humedecer la torta de tierra acumulada encima de las rampas.

La frecuencia de la inspección y realización de este tipo de trabajos dependerá de la naturaleza de los trabajos realizados en la planta, así como el grado de seguridad que pretenda elevar nuestro Dpto. así como también el de producción.

5.4- PINTURAS

5.4.1. DEFINICION.-

Las pinturas de mantenimiento industrial -

son diseñadas para combatir y/o disminuir el problema de corrosión, ya sea inhibiendo la corrosión o retardando la velocidad de corrosión del metal, impermeabilizando la superficie. Estos recubrimientos protectivos son aplicados sobre superficies nuevas y ya existentes para resistir ambientes químicos, calor y climas adversos.

5.4.2. SELECCION DE PINTURAS.-

Para seleccionar una pintura para la protección de superficies metálicas es necesario que cumpla algunos requisitos:

- Que la película tenga buena adherencia sobre el metal.
- Que sea impermeable al paso de agentes corrosivos.
- Que sea resistente a la corrosión y con - tenga inhibidores.
- Que sea estable y duradera en las condiciones de explotación.
- Que su aplicación sea rentable.

5.4.3. SISTEMA DE PINTADO.-

Es la combinación de imprimantes, bases anticorrosivas y esmaltes de acabado para pintar una superficie con fines protectivos.

1. Anticorrosivos o Primers (Primarios)

Se utilizan para satisfacer una necesidad definida, nos puede señalar el tipo de pintura que debe ir sobre el. Evita la oxidación, proporciona una buena superficie para la pintura, ayuda a proporcionar espesor de la película al trabajo acabado; formar una buena barrera contra la humedad y cuando se utilizan sobre -

oxidación profunda (deterioración) tal como herrumbe tiene un gran poder de imprimación para una penetración completa. Se aplican directamente sobre la superficie metálica y deben procurar la adherencia del sistema de sustrato metálico. Son recubrimientos orgánicos formulados con segmentos inhibidores de corrosión y que retardan la velocidad de corrosión del metal.

2. Pinturas de Fondo.-

Unen el primero con el acabado y aumentan el espesor de la película de recubrimiento.

3. Esmaltes o Acabados.-

Son pinturas protectoras de acabado que actúan como barrera entre el anticorrosivo o primer y el medio ambiente, es decir defienden el sistema del ataque ambiental. Deben cumplir además las exigencias de calor, brillo, etc.

5.4.4. PREPARACION DE SUPERFICIE

Llámesse así al trabajo de limpieza y/o tratamiento que debe darse a una superficie antes de ser recubierta con una pintura.

Es fundamentalmente importante porque de la buena preparación que se haga, depende la buena performance del sistema de pintura que se aplique, tiene ingerencia directa en la buena adhesión de la película de pintura, y es normalmente una de las causas por las que falla un sistema de pintado.

1. Tipos de Preparación.-

Los tipos de limpieza son muy variados y

obedecen a varias razones tales como - grado de oxidación, exigencia de preparación del sistema a emplearse, posibilidades físicas de usar el método y el aspecto económico, los tipos de limpieza más usados en nuestra planta son:

1.a. Limpieza Mecánica:

Es un método económico, pero no el más efectivo. Se usa elementos mecánicos, como escobillas de esmeril, martillo y rascadores.

1.b. Limpieza Mediante Chorreado de Arena a Presión:

Existen cuatro (4) tipos de limpieza y su efectividad va de acuerdo a su costo.

- Arenado al blanco
- Arenado cercano al blanco.
- Arenado comercial.
- Arenado simple.

En cualquiera de los métodos, se debe - asegurar que el material esté seco y no haya posibilidades de condensación que el instrumento de limpieza esté libre de humedad y grasa y que la aplicación de la primera capa de recubrimiento se realice en el menor tiempo posible.

Posterior a la limpieza mecánica debe - aplicarse un solvente apropiado para eliminar cualquier vestigio de grasas en la superficie metálica.

El grado de preparación superficial necesario para cada recubrimiento es especificado por los fabricantes y debe ser - cumplido estrictamente para aprovechar -

al máximo las cualidades protectoras del sistema.

2. Perfil de Superficie.-

Es la rugosidad o contorno de la superficie y es producida en la medida que se - ataque a la superficie, dependiendo de los diferentes tipos de limpieza. se expresa en milésimas de pulgada.

5.4.5. FACTORES QUE AFECTAN LA PERFORMANCE DE UN SISTEMA DE PINTADO

1. Una mala preparación de superficie impide un buen anclaje de las capas y no permite una buena protección.
2. Un "espesor de película" diferente: en defecto al recomendado, resta tiempo de protección a la película de pintura.
3. Una mala "adherencia" facilita el ingreso de oxígeno, poniéndose en contacto con el metal, oxidándolo.
4. Una falta de "uniformidad de película" origina fallas en ciertas zonas, las que se extienden y deterioran el total de la película protectora.
5. Una mala "selección del sistema de pintado" origina una mala protección, por cometer la pintura a un medio ambiente agresivo para el que no está diseñado.

5.4.6. DETERMINACION DEL METODO MAS PRACTICO DE APLICACION

Depende de los siguientes factores:

- Características de la pintura.
- Configuración de la superficie.
- Medio ambiente.
- Personal capacitado.

- Factor tiempo.
- Factor económico.

5.4.7. SISTEMA DE MANTENIMIENTO

5.4.7.1. Recomendaciones para la Limpieza de Superficie

Para lograr un eficiente sistema de pintado, tenemos que considerar los siguientes factores:

- Limpieza y tratamiento de la superficie.
- Buenas condiciones climatológicas al momento de hacer el pintado.

La calidad de la preparación de la superficie depende del método empleado, del medio ambiente, seriedad de mismo y factibilidad de su ejecución.

1.- Superficies Metálicas

Las superficies de nuestra planta son en su mayoría de hierro y acero, y son limpiadas por dos (2) métodos de los diez (10) que fueron establecidos por la "Steel Structures Painting Council" en 1952 y que son bien consideradas en todo el mundo.

Damos a continuación una breve descripción de los métodos utilizados.

- a) SSPC - SP - 3 - 63 Limpieza Mecánica
Eliminación de óxido suel-

to, escoria (mill scale), pintura suelta por medio de rasquetado, lijado o cepillado manual.

- b) SSPC - SP - 5 - 63 Arenado al Metal Blanco-Equivalente a Sa3 en la Escala Suca Eliminación de todo óxido y escoria (mill scale), - pintura y demás suciedades visibles por medio de arenado. Este método debe ser usado en casos donde la corrosión es muy severa y su costo sea factible.

II.- Superficies no Metálicas

1. Paredes Tarrajeadas con Cemento

Antes de proceder a pintar las, las paredes deben estar completamente curadas. Para proporcionar una su - perficie suave y uniforme, debemos aplicar una mano de "Sellacor para Muros" B49VLP2 ó para un acabado perfectamente liso y de calidad, aplicar la pa - sta mu - ra Kem, N81WLP3 de Sher - w - i - n Williams.

2. Aceites y Grasas

Las superficies contaminadas con aceite con agua - rrás mineral R1K4, usando

trapos limpios. Cambie ó enjuague los trapos y el solvente con frecuencia.

3. Mugre y Sustancias Extrañas

Deben ser eliminadas completamente en forma manual o mecánica y usando agua o solvente según sea el caso. Evite esparcir la mugre sobre la superficie

4. Superficies Brillantes

Las películas de pintura vieja brillante deberán ser lijadas para matarles el brillo y proporcionar mejor adhesión a las capas subsiguientes. También se puede usar una solución con agua de fosfato trisódico enjuagando perfectamente con agua limpia.

5. Paredes con Pintura Vieja

Cuando la pintura vieja está descascarada, suelta o polvorienta, se recomienda rasquetear, lijar completamente y en casos muy severos, aplicar el sellador para muros, B49VLP2.

5.4.7.2 Anticorrosivos

1. Anticorrosivo KEM KROMIK B50N2

Combina la probada calidad de la composición de los siguientes : (Cromato de Zinc, Oxido de Hierro y Aluminio), con un vehículo a base de resinas alcuídicas y fenólicas especialmente formuladas para un secado extra rápido.

Posee además un buen poder de penetración en grietas y juntas, agujeros de remache, asegurando una excelente adhesión de las manos sucesivas.

2. Preparación de la Superficie

Una limpieza a fondo es esencial para un buen resultado, es necesario que toda la suciedad, óxido, polvo, sean quitados por completo para que el Kem Kromix se adhiera a la superficie.

Esta limpieza deberá ser hecha de acuerdo a la especificación SSPC-SP-3-63, limpieza mecánica. Sin embargo, en algunos casos usamos un arenado tipo comercial pues nos proporciona una mejor preparación de la superficie. Aplicar el anticorrosivo Kem Kromik inmediatamente después de la limpieza.

3. Características

Color: Café

Aplicación: Pistola convencional o Airless, Brocha o Rodillo.

- Reducción: brocha, rodillo o pistola airless, ninguna pistola convencional, reducir 1/8 gl. de aguarrás mineral RIK4 por galón de pintura.
- Secamiento: Al tacto: 1 a 2 horas.
Recubrir: 4 a 6 horas
- Brillo :Cáscara de huevo.
- Espesor de: 1.7 mils. secos (3.5 Película mils húmedos) por mano.
- Rendimiento: Aproximadamente 45 m²/gl. sin considerar pérdidas por aplicación, trasegado del producto y dependiendo de la porosidad y forma de la superficie
- Resistencia al Calor : Hasta 93 °C (200-°F).
- Acabados Re: Esmalte Kem Lustral y esmalte metálico
- Solvente para: RIK4 o Aguarrás Limpieza mineral.

5.4.7.3 Esmalte.-

1. Esmalte Sintético Kem Lustral

Es un esmalte sintético de primera calidad, formulado con resinas alquídicas del tipo medio en

aceite que provee protección y brillo duradero a interiores y exteriores sobre madera y metal.

2. Usos Recomendados

En mantenimiento industrial para maquinarias, identificación de tuberías, colores de seguridad, escaleras, pasamanos, equipo industrial, extinguidores, tomas de agua, equipo rodante de carga, tractores, etc.

3. Características

- Aplicación : Brocha, pistola convencional o inmersión (para objetos pequeños).
- Reducción :- Brocha, normalmente ninguna, de ser necesario usar 10% de R1K4 ó R1K3.
 - Pistola convencional reducir 15-25% con recuctor industrial **R1K3 ó R1K4.**
 - Inmersión, reducir 15-25% con aguarras mineral.
- Secamiento : Al tacto : 1 hora.
Completo : 3 a 5 horas.
Repintar : 14 a 16 horas.
- Rendimiento: Aproximadamente 50 m²/gl. a 1.0 mils -

secos, sin considerar pérdidas por aplicación, trasgado del producto y dependiendo de la porosidad de la superficie.

-Espesor de Película: 1.0 mil seco (3.0 mils. húmedos)

-Resistencia al Calor: Hasta 120 °C (250 F°)

-Bases Recomendadas: Superficies de hierro: Ant. Kem Kromik B50N2 y Ant. Cromato de Zinc B50YKP1.

-Color: Verde.

5.4.7.4 Recubrimientos Temporales

Son fáciles de eliminar, logran una protección adecuada para los casos en que se necesita la protección de equipos e instalaciones durante períodos relativamente cortos.

Estos hechos ocurren frecuentemente durante las reparaciones generales de los ingenios azucareros; cada caso debe analizarse desde el punto de vista económico.

Los productos cercanos han sido utilizados con singular éxito en la obtención de recubrimientos temporales, fundamentalmente, lo que mantienen un estado de plasticidad aceptable en un rango elevado de temperaturas. Actual

mente en Cuba se han elaborado estos recubrimientos temporales a partir de jabones de cera de caña y sus aceites con tiempos de protección similares a los de los productos comerciales. Se están estudiando la factibilidad económica de tales recubrimientos en diversas piezas y equipos de la industria azucarera. Dentro de los recubrimientos, los más conocidos por sus cualidades son las PINTURAS.

5.4.8. RECOMENDACIONES DIVERSAS

Un aspecto importante al seguir las recomendaciones de los fabricantes es el espesor de la película estipulado. Con el conocimiento del espesor de la película húmeda, puede predecirse el espesor de la película seca a través de la fórmula:

$$ES = \frac{EH}{SOL} \times 100$$

Donde: ES: espesor de la película seca.

EH: espesor de la película húmeda

SOL: % de sólidos en volumen de la pintura.

En la aplicación de una pintura, además de los requisitos del fabricante en cuanto a preparación superficial, métodos de aplicación, propiedades protectoras, tiempo de secado y espesor de cada capa, deben tenerse en cuenta algunos aspectos importantes :

- No debe aplicarse un recubrimiento si:
 - . la humedad relativa excede el 85%.
 - . en presencia de neblina.

- Las pinturas deben agitarse fuertemente hasta que se logre una consistencia homogénea (a menos que se indique otra cosa).
- Deben asegurarse las condiciones higiénico sanitarias necesarias para la preparación superficial y la aplicación de los sistemas.

En la industria azucarera se han realizado algunos estudios de evaluación de sistemas de pintura en los distintos climas, pero los resultados son en general, de una marcada tendencia pragmática. Algunos investigadores han dado los primeros pasos en el estudio comparativo de primarios para las condiciones azucareras y se han recomendado los vehículos óptimos en cada caso.

Estos resultados son aún preliminares y el estudio de los sistemas de pintura óptimos para cada aplicación necesita todavía de mucha experimentación y de mucho tiempo, para la obtención de resultados generales. La selección de un sistema u otro, por el momento, está condicionada por las recomendaciones de los fabricantes, la experiencia técnica y la evaluación económica.

5.5- MANTENIMIENTO DE PISOS DE CONCRETO

Algunas fallas que se presentan durante la construcción repercuten con efectos que se pueden corregir con las reparaciones apropiadas.

5.5.1. AGRIETAMIENTO.-

Las grietas en los pisos o base de las estructuras de nuestra planta se pueden clasificar como:

1.- Grietas estructurales: se originan en la base y se extienden a través del acabado. Son causadas por asentamiento.

2.- Grietas confinadas: originadas por desgaste, es de naturaleza superficial.

Lo que hacemos en estos casos es remover el área afectada y reemplazarlo con material nuevo.

Al parchar los pisos de concreto, se raspa la vieja superficie hasta una profundidad de 2.5 cm. y limpiar la superficie de todas las partículas sueltas y saturarla con agua por varias horas antes de colocar el nuevo concreto. El área que circunda el parche también debe mojarse.

5.5.2. CEMENTACION DE EQUIPOS.-

Están fijados en los pisos de concreto con pernos de expansión. Para conseguir buenos resultados, el concreto debe ser de tal calidad que resista los esfuerzos desarrollados por el equipo que se va a fijar. En el caso que se emplean pernos largos, éste deberá estar bien proporcionado con más de 6 gal. (23 lts.) de agua por saco de cemento para proporcionar un buen grado de concreto.

El procedimiento usual es marcar la posición de los pernos en el piso después de que ha endurecido y ha sido curado y después perforar hasta la profundidad adecuada para la inserción de las placas de expansión.

5.5.3. MANTENIMIENTO DE LIMPIEZA DE LOS PISOS.-

La limpieza periódica es esencial para la durabilidad ya que los jugos de caña, grasas, aceites, malogran el acabado y aceleran

el grado de desgaste. En nuestra planta es necesario echar agua todos los días utilizan manguera.

Las superficies de las pistas de tránsito de trailers de caña, no deberán acumular una costra de mugre. Los trailers transitan disparejamente sobre estas obstrucciones, imponiendo esfuerzos indebidos de impacto en el acabado de la pista e incrementando el esfuerzo de tracción de los trailers.

El piso del taller se ensucian frecuentemente con aceite por lo general, el aceite no actúa en detrimento del piso si el concreto está fabricado apropiadamente, pero su presencia afea la apariencia y hace que la superficie sea peligrosamente resbalosa. Entonces se debe fregar el piso completamente con agua jabonosa tibia.

Los pisos de nuestras oficinas deben limpiarse con agua jabonosa tibia; previamente a su empleo y en intervalos subsiguientes que dependen de la severidad del servicio. En la Fig. N°5.2 presentamos el estado actual de nuestros pisos en Lavaderos y Difusión.

CAPITULO V.

MANTENIMIENTO ELECTRICO

6.1- CONEXION A TIERRA DEL SISTEMA ELECTRICO

La conexión correcta a tierra en el sistema - de distribución eléctrica de nuestra planta, es un factor de máxima importancia para la seguridad del personal y del equipo eléctrico. Desde este punto de vista, todo el sistema está conectado a tierra.

El término "conectado a tierra" denota una conexión directa e intencional a tierra diferente de las conexiones para mediciones de potencial o dispositivos indicadores. Nuestro sistema de distribución de energía eléctrica con conexión a tierra - tiene por lo menos uno de los conductores o algún punto del sistema conectado intencionalmente a tierra, ya sea en forma firme y directa ó a través de algún dispositivo limitador de corriente.

En los sistemas monofásicos y en ciertos circuitos trifásicos el punto de conexión a tierra es generalmente el hilo central o el punto central - del embobinado de un transformador.

Los datos registrados tienden a confirmar el hecho de que se producen menor número de accidentes por choques eléctricos en los circuitos con conexión a tierra.

Estos sistemas tienen menos peligros de incendio que los no conectados. Esto se debe a que el conductor que tiene fuga a tierra pierde su energía mientras que en las instalaciones que carecen de esta unión, al presentarse fallas en dos puntos diferentes y entre fases opuestas, pueden ocasionar una corriente de tierra que suele ser insuficiente para disparar los dispositivos de seguridad, pero capaz de tener la intensidad necesaria para iniciar

un incendio si fluye a través de material combustible.

En estas condiciones la corriente de tierra - puede también crear un potencial de tensión bastante apreciable entre partes adyacentes que al ser - punteadas por el contacto del cuerpo de una persona, le ocasionarán un choque eléctrico bastante intenso.

La máxima seguridad se obtiene conectando el hilo neutro del sistema a tierra, a la tubería de abastecimiento de agua, a una parrilla de tierra y a dispositivos de tierra sepultados. Para evitar - la formación de arcos eléctricos, la tensión de las partes conductoras adyacentes deben mantenerse dentro de un límite de 8 voltios.

6.1.1 Métodos Utilizados en Nuestro Sistema

En nuestras instalaciones, la unión a tierra se efectúa conectando el hilo neutro del sistema, en uno o varios puntos, a tierra. En la práctica utilizamos (2) dos métodos básicos en nuestro sistema: contacto a tierra sólida, contacto a tierra mediante resistencia.

6.1.1.1 Conexión Sólida a Tierra

Es un método de conexión directa a tierra del punto neutro del generador, transformador o polo neutro en cualquier sistema, sin intervención alguna de dispositivos de impedancia existente entre el sistema y la tierra, es sólo la propia del transformador o generador, cuyo punto neutro se conecta a tierra y la efectividad de esta conexión se mide por la capacidad del transformador o generador

con respecto al resto del sistema. La conexión a tierra debe ser lo suficientemente efectiva como para producir una corriente de falla entre las líneas y la tierra equivalentes por lo menos al 25% de la corriente de falla trifásica.

Se debe tener especial cuidado al conectar a tierra el punto neutro de un generador, que la eventual fuga sencilla (monofásica) entre la línea y la tierra no exceda la corriente de falla en el embobinado del generador. Para evitar daños en éste, se recomienda conectar el neutro a tierra a través de un elemento de pequeña impedancia, suficiente para limitar la corriente de fuga a la intensidad de las fallas trifásicas o menos.

6.1.1.2 Conexión a Tierra a Través de Resistencias

El punto neutro se conecta a tierra a través de resistencias en uno o más puntos, con el fin de limitar la magnitud de la corriente de falla a un valor relativamente bajo, y sin embargo, de tal manera intensa que sea suficiente para detectar y eliminar fugas a tierra. El tamaño de la resistencia se elige tal que la corriente de fuga a tierra se mantenga entre 5 y 20% de la corriente de falla trifásica, pero es también importante que la corriente de falla a

tierra conserve la intensidad suficiente para el accionamiento de relevadores.

Este tipo de conexión evita la presencia de sobrevoltajes pasajeros y la corriente de fugas a tierra por fallas es por lo común de la misma magnitud independientemente del lugar de la falla en el sistema.

Las razones para utilizar este tipo de conexiones es que se basa en lo siguiente:

1. Reducir los efectos que ocasiona la fusión del elemento eléctrico malogrado. Ejemplo: dispositivos de distribución, cables y máquinas rotatorias.
2. Reducir los esfuerzos mecánicos en los circuitos y aparatos que conducen corriente de fallas.
3. Reducir los peligros de choques eléctricos al personal, ocasionados por corrientes vagabundas o dispersas procedentes de fallas a tierra, en su recorrido de retorno.
4. Reducir la caída momentánea de voltaje en las líneas que puede ser ocasionada por la súbita presencia o eliminación de fugas a tierra.

6.1.2 Métodos de Conexión a Tierra Sugeridos

Con la experiencia de nuestras instalaciones del personal a cargo se han ido desarrollando métodos confiables de conexión a tierra -

bien definidos y aplicables a nuestro sistema industrial de distribución eléctrica que están basados en el voltaje de operación.

6.1.2.1 Sistema de Baja Tensión

Nuestros sistemas con tensión de hasta 500 V, son conectados a tierra en forma directa. Este método resulta ser bastante barato, pues no se requieren dispositivos neutros. La razón primordial para la conexión directa radica, sin embargo, en que los dispositivos de protección contra fallas de tierra empleados en estos circuitos son del tipo de reveladores de disparo de conexión en serie y se requieren fuertes corrientes de fuga para operarlos. La conexión sólida o directa a tierra se hace necesaria para desarrollar estas corrientes altas. Es necesario que la ruta de retorno de la corriente de fuga tenga una resistencia baja.

6.1.2.2 Sistema de Media Tensión

Los sistemas de voltaje intermedio, entre los niveles 2.3KV, 6.3 KV y 16 KV, se conectan generalmente a tierra a través de resistencias, porque en nuestra planta lo que se desea es limitar la magnitud de la corriente de fuga a tierra, sin embargo, en sistemas chicos en los que la corriente de fugas por fallas es reducida, se aplican las conexiones a tierra a través de reactancias o se hacen en forma directa.

El tamaño de la resistencia para el polo neutro debe seleccionarse de suerte que la intensidad de corriente sea suficiente para el accionamiento de relevadores y, al mismo tiempo, para limitar la magnitud de la corriente a tal grado que los datos que pudieran ocasionarse en el punto de falla queden restringidos.

6.1.2.3 Lugar de la Conexión a Tierra

Para conseguir todas las ventajas que ofrece la conexión a tierra, del punto neutro tienen que unirse a tierra todos los puntos neutros del voltaje y todos los posibles puntos de fuerza del sistema. El generador, transformador o al punto neutro del transformador elegido para la conexión a tierra del sistema tienen que conectarse a ésta en tal forma que aseguran en todo momento la efectividad de la unión o, en todo caso, se unirán a tierra tantos puntos de la instalación como sea necesario para tener la seguridad de que por lo menos uno de ellas ofrecerá una conexión efectiva en cualquier momento. En instalaciones en las que operan diferentes secciones separadas se deberán unir a tierra cada una de éstas en el punto conveniente, y la conexión habrá de mantenerse en condiciones de efectividad en todo momento.

Resulta mas ventajoso que la co

nexión a tierra se haga en la fuente de fuerza y no en los puntos de carga. Aunque sean unidades a tierra varias unidades de la carga, es posible que sean más tarde desconectadas si se aísla el sistema de su unión a tierra. En cambio si la fuente de suministro es la conectada a tierra, esta unión se hará notar en cuanto haya fuerza disponible.

Otra ventaja más de la conexión a tierra de la fuente de suministro, es que la corriente de falla tiene el mismo sentido de flujo que la corriente originada por una falla de fase.

6.1.3 Conexión a Tierra de Equipos

El objetivo principal de esta conexión se concreta a la obtención de seguridad para el personal de operación, asegurándose de que en las estructuras, bastidores de maquinarias, carcazas de equipos electromecánicos y cualquier otra clase de cuerpos metálicos que encierran circuitos eléctricos o están en su inmediata cercanía, se mantengan al mismo nivel de tensión que en tierra, en todo momento.

La conexión a tierra tiene que ser suficiente, tanto para la corriente normal como para la que se puede producir por efecto de fallas.

La resistencia de los elementos de interconexión entre cuerpos de metal y tierra tiene que mantenerse dentro de valores muy bajos, para sostener la efectividad de la unión a tierra. El objetivo es lograr que la diferen

cia de potencial sea lo más reducida posible para obtener el máximo de corriente hacia tierra en el momento dado. En las instalaciones grandes, el conductor a tierra no debe sobrepasar de 0.5 a 1.0 Ohms, mientras que en instalaciones chicas puede ser tolerable una resistencia hasta de 0.5 Ohms. El potencial a tierra, debe controlarse frecuentemente para ver si se encuentra dentro de los límites prudentes de seguridad.

En nuestra planta de Lavaderos y Difusión incluimos la conexión a tierra de los siguientes equipos:

6.1.3.1. Barra Colectora para Conexión a Tierra en Interiores.-

En nuestras instalaciones interiores se coloca una barra colectora adentro del edificio, tendida por toda la periferie del mismo. El conductor a tierra es de cobre estirado, en forma de alambre o de platinas que se unen en dos ó más puntos por medio de electrodos de conexión a tierra, además de su interconexión con la estructura del edificio. La resistencia de la barra colectora de conexión a tierra debe ser menor que 1 Ohm y cada piso en el caso de los edificios tiene su propia barra colectora de unión a tierra.

La barra está colocada a 46 cm. abajo de la los, debajo de la estructura y ahogada en el concreto.

Por razones de orden mecánico, el conductor colector para conexión a tierra no debe ser menor el número 2/0 AWG- La capacidad conductiva de corriente de la barra colector de conexión a tierra, no debe ser menor del 25% de la corriente máxima de régimen en servicio continuo de cualquiera de los elementos de carga de la planta.

Ejemplo: los tableros del sistema auxiliar y baja tensión de los Lavaderos A y B, tiene una platina de puesta a tierra de 30 mm. x 12.5 mm. de Cu; esta platina está conectado mediante un cable de Cu a la estructura del edificio.

6.1.3.2. Conexión a Tierra de Estructura

Todas las estructuras metálicas están conectadas con una barra o cable colector a tierra, que a su vez sirve para la conexión a tierra de otros elementos.

Las estructuras de acero de edificios se conectan a tierra en la base de cada una de las columnas que forman esquina y en los intermedios a una distancia de 18m.

Los ramales de unión son de cable de Cu de un calibre no menor que el número 2/0 AWG.

Las estructuras y cajas metálicas de los mecanismos de control, interruptores, transformadores, ra-

Las barras y elementos similares, se conectan individualmente a la barra o cable general de tierra en forma análoga a la estructura del edificio a los bastidores de los interruptores, que están atornillados directamente sobre elementos estructurales de acero, no necesitan conexión adicional a tierra, excepto en el caso que la tubería de operación de los interruptores de maniobras múltiples sean conectadas a tierra por medio de cable de Cu extraflexible del número 1/0 AWG o equivalente, directamente arriba de la palanca de accionamiento, y este cable se une a la parte más cercana de la estructura de soporte ya conectada a tierra.

6.1.3.3. Conexión a Tierra de Motores.-

Todas los armazones de los motores se conectan a tierra mediante un conductor equipado con una terminal de Cu, unida mediante un conector a presión, sujeto al motor por un terminal especial o por un tornillo especial de 8 mm. de diámetro mínimo atornillado en algún lugar adecuado de la carcasa del motor.

El otro extremo del conductor de tierra se conecta por medio de abrazadoras al elemento de unión a tierra más próximo.

El calibre de los conductores a -

tierra se eligen de acuerdo a la tabla siguiente (Fig. 6.1) en el renglón de conexión a tierra de ductos para conductores eléctricos.

Ejemplo: la puesta a tierra del motor del Buster Lavadero "A" en un alambre trenzado de Cu de 35 mm²

6.2- MOTORES ELECTRICOS

Cualquier motor o elemento eléctrico en general trabajará mejor, tendrá mayor duración y necesitará menos mantenimiento si se le conserva limpio y correctamente lubricado. Mientras que en el equipo de control del motor que es de vital importancia para su funcionamiento, una falla demanda menos tiempo que cuando se produce una falla de la armadura del motor, lo que ocasiona una demora en el servicio por varias horas y aún por varios días o semanas, dependiendo del tipo de falla que se produzca.

6.2.1. Motores de Corriente Alterna

Los motores más utilizados en nuestra planta son: el de rotor de jaula de ardilla y el de rotor embobinado.

Ambos tipos de motores tienen el elemento primario estacionario, bobinas distribuídas y entre hierros angostos. El motor de jaula de ardilla o corto circuito carece de conexiones externas o rotatorias, mientras que el motor con bobinas secundarias, o sea de rotor embobinado, está conectando generalmente por medio de anillos rozantes y escobillas a una resistencia graduable en alguna forma.

El principio fundamental de cualquier resistencia de mantenimiento eléctrico, es conservar los aparatos limpios y secos. El siguiente punto en importancia es la inspección periódica en la que es sumamente importante hacer pruebas con el equipo en condiciones normales de operación.

A continuación presentamos algunas de las características del motor de inducción, que son necesarias el conocerlas, pues nos ayudará a resolver cualquier problema de mantenimiento que pueda presentarse.

6.2.2. Deslizamiento (s).-

Es la diferencia que existe entre la velocidad de operación del motor de inducción con carga y la velocidad sincrónica del motor (en vacío, sin carga). El deslizamiento de cualquier motor de inducción es una función de la caída de tensión en el circuito secundario. Cuanto más alta sea la resistencia secundaria más alta será la tensión de arranque que con una corriente determinada; cuanto más alto sea el deslizamiento, más baja será la eficiencia.

6.2.3. Momento de Torsión.-

Existen dos características de torsión que debemos tomar en cuenta: el esfuerzo de torsión en el arranque y el momento de torsión límite. La torsión del motor en la etapa de diseño, tiene que ser balanceada contra la eficiencia y contra el factor de potencia. Un momento de torsión alto en el arranque da por resultado una eficiencia y un factor de potencia bajos, así como una mala regulación de la velocidad.

Por otro lado, si la torsión del arranque es demasiado baja, el motor no será capaz de arrancar con la carga, a su vez la torsión crítica de parada da por resultado un factor de potencia bajo y una corriente de arranque alta. Si el momento de torsión crítico es demasiado bajo, el motor se quedará parado con las sobrecargas ordinarias y puede quemarse el aislamiento.

6.2.4. Voltaje y Frecuencia.-

Para una buena operación, los motores de inducción tienen que trabajar con la frecuencia y tensión normal de asignación. Se pueden tolerar como límite, al 10% más o menos de la tensión indicada, más o menos el 5% de la frecuencia indicada, no deben variar ambos factores a la vez hasta los límites extremos permitidos, ni deben tampoco cambiar al mismo tiempo en direcciones opuestas. En la tabla que presentamos a continuación, se muestra el efecto de las variaciones de voltaje y la frecuencia sobre el rendimiento.

	Factor de Potencia	Deslizamiento	Momento de Torsión	Eficiencia a Plena Carga
Voltaje Alto	Disminuído.	Disminuído	Aumentado	Aprox. igual
Voltaje Bajo	Aumentado.	Aumentado	Disminuído	Aprox. igual
Frecuencia Aumentada	Aumentado	Igual	Disminuído	Aprox. igual
Frecuencia Disminuída	Disminuído	Igual	Aumentado.	Aprox. igual

Si se cambia la frecuencia debe hacerse un cambio correspondiente de tensión proporcional a la raíz cuadrada de la relación de frecuencia.

No es recomendable operar un motor a menos frecuencia con voltaje más bajo del normal, por el aumento de la corriente y por consiguiente la elevación de la temperatura.

6.2.5. Devanados del Estator

El estator de un motor de inducción es vulnerable. Los efectos que se presentan se deben a las siguientes causas: sobrecargas, operación en una sola fase, humedad, desperfectos en las chumaceras y defectos en el aislamiento.

Los factores que más activamente contribuyen a la aparición de fallas son generalmente el polvo y la suciedad, bagacillo en suspensión (pick), que son muy conductivas y llevan con facilidad al deterioro del aislamiento.

Además de las fallas del aislamiento producidas por adherencias de polvo conductor, la restricción de la libre ventilación que ocasionan al obstruccionar los pasos de aire conduce al sobrecalentamiento, lo que a su vez puede dar origen a fallas en el aislamiento, ocasionados por el exceso de temperatura. La limpieza periódica con aire limpio y seco es por lo general suficiente para mantener las acumulaciones de polvo reducidas a un mínimo tolerable. Sin embargo, el bagacillo en suspensión (pick) tienden a pegarse en los devanados y el sopletado con aire no conduce a una limpieza satisfactoria.

Otro enemigo natural del aislamiento, es la humedad. Por lo general es aconsejable mantener todo tipo de devanados en condiciones secas dentro de lo posible.

La vida del devanado depende de la forma en que se conserve su condición inicial de nuevo. En un motor nuevo, las bobinas están perfectamente ajustados en las ranuras, el aislamiento es flexible y, como ha sido tratado por medio de barnices, tiene una considerable resistencia contra los efectos dañinos de la humedad y el polvo. Estas condiciones pueden ser conservadas mediante una limpieza periódica.

Las vibraciones aceleran la formación de desperfectos en el aislamiento. Las vibraciones durante la operación pueden ocasionar el movimiento de las bobinas y resulta rupturas o el desgaste del material aislante. A medida que el motor se va volviendo viejo, el aislamiento se va reseca también y va perdiendo su elasticidad. Los esfuerzos mecánicos resultantes de los arranques, paros, así como los esfuerzos naturales que se desarrollan por el trabajo normal, precipitan la formación de cortocircuitos en las bobinas o fallas de cruzamiento a tierra. La aplicación periódica de barnices y tratamientos de secado ejecutados de manera adecuada, tienden a mantener a las bobinas en posición fija, reduciendo al mínimo sus movimientos.

6.2.6. Devanados del Rotor.-

Las consideraciones tomadas por el estator son válidas para el rotor, pero por ser un elemento móvil implica problemas adicionales de mantenimiento.

Todos los rotores con devanados tienen bobinas para tres fases, y por lo mismo, pueden tener fallas por la falta de corrientes.

te en una ó dos de ellas. Un circuito abierto en el rotor se hace notorio por la falta de fuerza de torsión y por la caída de la velocidad de rotación. Esta circunstancia es acompañada generalmente por un ruido sordo y en ocasiones el motor no es capaz de arrancar con carga. Si el circuito está abierto, esto se detecta en la resistencia secundaria o en las líneas externas del rotor. Un procedimiento rápido para hallar la falla consiste, encerrar el circuito de los tres (3) anillos rozantes del rotor y arrancar el motor, esto nos permitirá ver si el defecto está en el rotor o en los circuitos externos. Las conexiones de los anillos rozantes deben ser revisadas **también si** el circuito abierto se encuentra en esta sección.

En los rotores de mayor tamaño (motores de los desfibradores) las bobinas están hechas de platinas de cobre y se emplean piezas de contacto para unir las dos (2) mitades de la bobina, la superior y la inferior. Estos conectores se revisan periódicamente en busca de signos de sobrecalentamiento, que pudieran indicar una abertura parcial.

Un cruzamiento a tierra en el circuito del rotor no afectará el rendimiento del motor, sino hasta que se desarrolle una segunda fuga a tierra que tendrá los efectos equivalentes a un corto circuito. Esto romperá el equilibrio eléctrico del rotor ocasionando la pérdida de potencia en la torsión, vibraciones excesivas, chisporroteo en los anillos colectores y escobillas; des

gaste del colector. Para analizar un corto circuito en el devanado del rotor, lo que se hace es levantar las escobillas y aplicarle corriente al estator. Si el rotor está completamente libre de corto circuitos, tendrá muy poca o ninguna tendencia a girar, aún cuando el motor esté desacoplado de la carga. Pero si existe la tendencia a desarrollar una torsión considerable o a levantar velocidad, habrá necesidad de desmontar el rotor, abriendo las bobinas para localizar la falla.

Otro método utilizado con el rotor montado y con el estator con corriente consiste en levantar las escobillas y medir la tensión entre los anillos, para determinar si están balanceados. Al realizarse esta prueba el rotor debe girarse en posiciones diferentes con su respectiva lectura de tensión, para cada posición diferente, para tener la seguridad de que la tensión no varía con la posición relativa de las fases del rotor y estator.

Los motores con rotor en corto circuito requieren menos mantenimiento que los motores de rotores devanados; pero también pueden sufrir fallas debidos a circuitos abiertos o por puntos de alta resistencia entre las barras del rotor y los anillos de los extremos. Los síntomas de fallas son los mismos que los motores de rotor embobinado, o sean: momento de torsión disminuído y la tendencia a perder velocidad en la rotación con la carga. Un sobrecalentamiento en los anillos extremos es por lo común el resultante de estas condiciones que pueden

ser descubiertas si se para repentinamente el motor, después de haber operado con carga.

La ruptura de barras del rotor se producen casi siempre en el punto de conexión con el anillo de los extremos, o en donde sale la barra del paquete laminado. El sobrecalentamiento se nota también por la decoloración de las barras del rotor.

La característica de un motor de inducción viene ser su pequeño entrehierro. El tamaño de éste tiene una influencia directa sobre el factor de potencia del motor, y cualquier alteración que modifique la medida del entrehierro; por ejemplo: si se rectifican el cuerpo del rotor, o los dientes de los polos del estator, la corriente magnética aumentará mientras baja el factor de potencia.

Se debe controlar periódicamente el entrehierro con calibradores para determinar el desgaste de una chumacera, lo que puede ocasionar el roce del rotor con el campo. Estas mediciones se hacen del lado del acoplamiento o lado del impulso. Tiene que tomarse cuatro medidas del entrehierro, a 90° una medida de otra, y deben coincidir uno de estos puntos con el lado en el que la chumacera recibe la carga.

En los motores grandes es conveniente llevar un registro de las medidas tomadas del entrehierro de manera que nos permita tener un conocimiento del desgaste de los cojinetes. El roce resultante del desgaste puede generar el calor suficiente para ocasionar desperfectos en el aislamiento.

La sobrecarga de los motores a consecuencia de la demanda de carga por parte de la maquinaria impulsada, aumenta la temperatura de operación del motor y conduce a disminuir la vida del material aislante. Las sobrecargas momentáneas dentro de los límites de valores razonables, no causan por lo general daños, por lo tanto, un dispositivo de protección contra sobrecalentamientos, nos ofrecerá una mejor protección del motor. Por consiguiente, es necesario un dispositivo de protección térmica directamente en el devanado del motor, esto es protección contra sobrecarga.

La experiencia nos indica que la causa más frecuente de las fallas de aislamiento, es el arrastre del rotor contra el hierro del estator, lo que suele tener como causa el desgaste de las chumaceras.

En la Fig. N°6.2 presentamos una lista de las especificaciones de los motores eléctricos utilizados en el Lavadero "B" y Difusor.

6.3- AISLAMIENTO

Para poder solucionar un problema de aislamiento es necesario conocer la calidad de los materiales aislante, con el fin de descubrir las fallas incipientes antes que se presente un deterioro serio. En conclusión, un mantenimiento preventivo es mas importante que la reparación

El tipo de aislamiento que debe llevar el motor tiene que seleccionarse de acuerdo con las condiciones de trabajo y, al hacerse reparaciones, conviene emplear los materiales más adecuados para

satisfacer los requisitos de aplicación.

A continuación presentamos los estándares formulados sobre las temperaturas tolerables de operación a los que se deben limitar diferentes materiales de aislamiento.

MATERIAL	TEMPERATURA (°C)
Clase 0	90
Clase A	105
Clase B	130
Clase C	No se ha establecido el límite aún.
Clase H	180

En la práctica, tratamos de mantener la temperatura de operación más bajo del límite máximo, con el objeto de prolongar la duración. Toda clase de aislamiento que se emplea en las bobinas lleva un pegamento que es el que une los conductores. Este pegamento es el que mantiene al aislamiento vivo flexible, dentro de condiciones normales de servicio y tendrá una larga duración, mientras se mantengan inalterables sus cualidades de elasticidad. La operación a temperaturas muy altas o bajo condiciones atmosféricas que no son favorables durante largos períodos, afectará en forma desfavorable las propiedades de este pegamento, acortando su duración.

Realizamos una revisión periódica para determinar la presencia de humedad, suciedad, material carbonizado, etc. Las pruebas que se tienen que hacer para comprobar estas condiciones, deben ser de suerte que no causan averías u ocasionen fallas en el aislamiento, para que sean verdaderamente satisfactorias en el servicio de mantenimiento.

La prueba más común que empleamos es la medi-

ción de la resistencia de aislamiento. En determinadas circunstancias pueden justificarse otra clase de pruebas: dieléctrica, sobrepotencial, alta frecuencia o las de factor de potencia. En casos excepcionales, se requieren pruebas químicas, físicas o de laboratorio, para comprobar las fallas de aislamiento, estas actualmente no las hacemos.

La medición de resistencia proporciona un cuadro bastante exacto sobre el estado de aislamiento, sobre todo a la humedad y suciedad. Su valor varía de acuerdo al aparato de medición utilizado. Sin embargo, la importancia de estos valores está en las lecturas relativas del aislamiento que se toman bajo condiciones similares a diferentes horas.

La resistencia del aislamiento varía en forma inversa con la temperatura, siendo una regla aproximada que se reduce a la mitad con cada 10° de aumento en la temperatura del aparato. Los instrumentos más utilizados son: el mehonetro, ya sea de operación manual o motorizado, los instrumentos eléctricos, el método de resistencia en puente, o con miliamperímetro, voltímetros y con suministro de corriente continua.

La resistencia del aislamiento de los aparatos en servicio debe ser medida periódicamente, más o menos a la misma temperatura y bajo condiciones de humedad similares, para poder determinar el eventual progreso del deterioro del material aislante. Si estas condiciones arrojan variaciones considerables, debe buscarse de inmediato el origen tomando las medidas correctivas necesarias, para contrarrestar alguna falla del aislamiento.

Ningún equipo nuevo debe ponerse en operación si su aislamiento es menor de un (1) Megaohm. Una regla consiste en mantener la resistencia del ais-

lamiento en una proporción a aproximada de un (1) Megaohm por cada (KV) de trabajo con un mínimo valor de un (1) Megaohm.

6.3.1. Limpieza y Secado del Aislamiento.-

Es muy importante mantener los equipos eléctricos limpios y secos. La conservación de condiciones favorables en los locales de instalación, ventilación adecuada, aplicación de estufas para evitar la condensación de la humedad en el motor cuando que da fuera de servicio por algún tiempo. y por cubiertas apropiadas, son medidas que contribuyen a reducir la frecuencia de paros imprevistos y por lo tanto a disminuir los costos de mantenimiento.

Con el objeto de evitar la acumulación de tierra, pick, etc. de suerte que los ductos de ventilación permanezcan libres al paso del aire y no se formen focos de baja resistencia entre el embobinado, la limpieza debe ejecutarse en forma correcta. La limpieza que empleamos es por sopleteado con aire comprimido.

El método que ha de seguirse para la limpieza de los aislamientos de equipos eléctricos depende del tipo de aparato, de la clase del material aislante, de los elementos componentes de la suciedad y de otras condiciones especiales. A continuación se detallan los métodos más generalizados para la limpieza de aislamiento de maquinaria eléctrica:

1. Limpieza con trapo seco y limpio, si se trata de un motor chico, cuyas superficies son accesibles y la suciedad se de-

be al polvo seco.

2. Para sitios inaccesibles se utiliza el sopleteado de polvo con aire comprimido. Esto lo utilizamos para los motores grandes, el aire comprimido debe estar seco, pues de lo contrario el agua se depositará en sitios de las máquinas en los que puede originar desperfectos. Tampoco se pueden utilizar presiones mayores a los 3.5 Kg/cm^2 (50 Lb/pulg^2) porque pueden dañar el aislamiento e introducir suciedad entre las cintas flojas de éste.
3. El agua puede usarse para el lavado de motores que han quedado taponeados por lodos u otros materiales extraños durante su uso en la planta.

Los motores son lavados con agua por medio de una manguera, después de ser desarmados. La presión del agua para el chorro no debe pasar de 0.76 Kg/cm^2 (25 lb/pulg^2) Después las superficies deben secarse con un paño limpio.

6.3.2. Secado del Aislamiento

Después de limpiar el equipo eléctrico el aislamiento deberá secarse perfectamente antes de reanudar el servicio de maquinaria. El secado tiene que ejecutarse si la prueba de resistencia de aislamiento arroja valores más bajos que el mínimo de seguridad admisible.

Un motor nuevo requiere también del secado especial si ha sido expuesto al contacto con ambiente muy húmedo antes de entrar en servicio. Se puede recurrir a la aplicación de calor externo, inter-

no, o de ambos a la vez.

Como nuestro Incenio tiene un número considerable de motores eléctricos, tenemos en el Taller Eléctrico un horno que sirve para secar motores, transformadores, aparatos de control, etc.

6.4- CHUMACERAS Y LUBRICACION

Uno de los puntos básicos en el mantenimiento de motores eléctricos lo constituye el cuidado correcto de las chumaceras que incluye la lubricación como una condición natural.

Un análisis sobre las causas de fallas en los motores de inducción a través de un largo período nos demuestra que las chumaceras constituyen una de las principales fuentes de desperfectos y esto es aplicable en todos los motores.

Una lubricación inadecuada puede ocasionar un deterioro del aislamiento como consecuencia del escurrimiento de aceite al igual que originará fallas en las chumaceras mismas y otros desperfectos mecánicos. El desgaste en las chumaceras puede conducir al rozamiento o arrastre del rotor contra el estator, cosa que acarrea problemas adicionales de funcionamiento.

En forma distinta, empleamos en los motores de los machetes, material antifricción de babbit y en el motor del Buster, se utiliza rodamientos.

Para la ejecución de reparación de las chumaceras de babbit, hay que asegurarse de emplear una calidad de metal babbit, tal como lo recomienda el fabricante del motor, y no se debe hacer cambio alguno en la composición del babbit. Generalmente se utilizan dos tipos básicos de metal babbit, el de base de estaño, que contiene entre 80 y 90% de estaño y el resto de cobre y antimonio, aproximadamente

por partes iguales, y el de base de plomo, cuyo contenido es de 75% a 85%, con 5 a 10% de estaño y 10 a 5% de antimonio. Algunos fabricantes dan una tolerancia de 0.051 mm. (0.002 pulg.) por cada 25.4 mm. (1 pulg) de diámetro de flecha, a no ser que se trate de chumaceras muy pequeñas que requieren una tolerancia mayor. Otros fabricantes dan una tolerancia máxima diametral de 0.001 pulg. (0.025) - para flechas de 25 mm. (1 pulg) o menos y, para flechas más grandes de 0.001 más 0.001 pulg. (0.025 más 0.025 mm.) por cada 1 pulg. (25 mm) adicionales de diámetro, hasta llegar a un máximo de 0.152 mm. (0.006 pulg.).

El mantenimiento de las chumaceras antifricción incluye la lubricación, remoción, limpieza y reinstalación. Para instalar una chumacera nueva, en primer lugar se tiene que estar con las manos limpias, luego colocar prensándolo en el eje hasta ponerlo en su lugar, sin martillar.

Al inspeccionar un eje viejo, búsquense áreas endurecidas; las manchas son indicios de esta condición. Controlar el desgaste de los rodamientos, ver si tiene indicios de corrosión ocasionado por presencia de ácidos y áreas declaradas que puedan haberse formado por sobrecalentamientos. Cualesquiera de estos defectos es causa suficiente para su renovación.

Para hacerle el desmontaje de los rodamientos, se necesita un extractor que tiene la misma apariencia de un extractor de poleas. Aplíquese el tirón invariablemente en el anillo interno o pista que monta sobre el eje y no debe aplicarse jamás la fuerza tractiva sobre el anillo exterior.

Para el montaje de un rodamiento se necesita una prensa y un niple liso de tubo. Una vez que se ha alineado el rodamiento, escoja un niple del mis-

mo diámetro interior que la pista y colóquese entre la prensa y la caja; aplíquese entonces la presión de manera uniforme, con lo cual el rodamiento seguirá deslizándose hasta llegar a su sitio.

Algunos rodamientos necesitan calentarlos para su instalación. Se calientan en aceite para expandir el aro de la pista interior, de manera que pueda deslizarse en el pie hasta llegar a su sitio.

En lo que respecta a lubricación, el fabricante de los motores recomienda el tipo de lubricante que debe ser empleado. La mayoría de las chumaceras de casquillo metálico para motores eléctricos trabajan por el sistema de anillo lubricante que conduce desde un depósito de reserva hasta el eje. Estos anillos tienen que ser revisados periódicamente, para tener la seguridad de que giran, removiendo el aceite del depósito de reserva al eje y a la chumacera. Es necesario que si hay que reponer aceite, éste se encuentra limpio, pues el polvo y la suciedad son por naturaleza los principales enemigos de cualquier clase de chumacera.

Las consideraciones más importantes a tomarlas en cuenta sobre chumaceras son: manejarlas con el debido cuidado tanto para su desmontaje, como para el montaje y lubricarlas con los lubricantes apropiados.

El acceso a los manuales de manejo suministrados por el fabricante del equipo es absolutamente necesario.

6.5- MANTENIMIENTO DE APARATOS DE CONTROL

Disponemos de equipos eléctricos de buena calidad e instalados correctamente, dispuestos en forma tal que consideran futuras ampliaciones.

Contamos con el personal de mantenimiento nece

sario debidamente familiarizado con estos equipos, debidamente capacitado y entrenado, con conocimiento sobre el funcionamiento y operación de los equipos, a la vez que es capaz de hacer inspecciones y ejecutar reparaciones de menor importancia.

Se han establecido paros programados para mantenimiento preventivo, así como una comprobación periódica de todos los equipos eléctricos.

6.5.1. Mantenimiento Preventivo.-

Consiste en un sistema rutinario de inspección de equipos. Estas inspecciones de acuerdo con el tipo y aplicación que ha de darse a la maquinaria precisan también de pruebas de servicio, aplicando más concretamente el término significa la conservación del equipo, para evitar futuras fallas y problemas de operación, ejecutando por adelantado las reparaciones de menor importancia.

Se hacen estimaciones sobre el estado general de los diversos aparatos, conservando los registros correspondientes con el propósito de poder guardar y comparar estas anotaciones con los resultados de futuras inspecciones. Estos registros son de vital importancia para el funcionamiento de las inspecciones rutinarias.

6.5.2. Registros de Inspección.-,

Nuestro sistema que se plantea para un manejo con un mínimo de esfuerzo, tiene cinco registros básicos que pueden ser llevados por separado y que son:

1. El registro de equipos: se anota el fabricante, tipo, serie, tamaño, localización, repuestos, etc.

2. registro de costos de reparaciones.
3. Una lista de observaciones de las inspecciones.
4. El registro de la programación del mantenimiento.
5. Datos de inspecciones y control de pruebas de las labores de mantenimiento.

La programación apropiada del mantenimiento del equipo se basa en las recomendaciones del fabricante y en las condiciones de aplicación del citado equipo.

6.5.3. Mantenimiento del Equipo.-

El equipo eléctrico puede ser cañado con más facilidad a consecuencia de las condiciones de operación que cualquier otra clase de maquinaria.

El agua, el polvo, el calor, el bagacillo, las vibraciones afectan el funcionamiento y la duración de los aparatos eléctricos. Estos peligros inherentes al servicio, unidos a la negligencia y descuido en la conservación del equipo, dan por resultado las fallas prematuras y en algunos casos, la destrucción. Se pueden evitar reparaciones costosas observando las recomendaciones del fabricante para el mantenimiento y la operación. En la mayoría de los casos, las instrucciones incluirán estas reglas de importancia que deben observarse:

- Limpieza.
- Secado.
- Hermético y libre de fricciones.

6.5.4. Arrancadores para Motores.

El mantenimiento de estos equipos re-

quiere del establecimiento de un programa de inspecciones sistemáticas, las cuales se verifican con la debida frecuencia, a fin de poder evitar oportunamente alguna averia incipiente que puede convertirse en un desperfecto de consecuencias serias. En nuestra planta, la experiencia nos revela que los sistemas de arranque de los Desfibradores y Machetes, están sometidas a condiciones de operación muy severa y por consiguiente, son las que precisan de una frecuencia de inspección mayor.

A continuación enumeramos cinco puntos de manera genérica que tienen que ser aplicados para realizar trabajos de mantenimiento más eficientes.

- 1.- Antes de poner en servicio un equipo, se debe revisar toda la instalación con el fin de verificar que el trabajo realizado es correcto.
- 2.- Los equipos deben ser montados en lugares fácilmente accesibles para su revisión y reparación.
- 3.- Todas las cajas se seleccionan tomando en cuenta las condiciones de operación.
- 4.- Se tiene que contar con los repuestos adecuados.
- 5.- Mantener limpios y secos las centrales de mando.
- 6.- Reemplazar los contactos que se han quemado hasta quedar muy delgados, los que se han erosionado excesivamente y los que muestran picaduras.
- 7.- Los contactos tienen que mantenerse limpios.

- 8.- Manténganse apretados los contactos y todas las conexiones.
- 9.- No deben lubricarse las chumaceras de los interruptores ni de los relevadores, salvo que la lubricación sea un requisito del fabricante.
- 10.- Las bobinas deben trabajar a su voltaje nominal.
- 11.- Mantener en buenas condiciones las partes destinadas a cortar la formación de arcos y en posición correcta de operación.
- 12.- Reemplazar las derivaciones desgastadas y quemadas.
- 13.- Mantener limpios todos los amortiguadores.
- 14.- Condiciones correctas que causan temperaturas excesivas.
- 15.- Tener cuidado de las fugas indeseables a tierra de todos los circuitos, eliminándolas inmediatamente.

6.5.4.1. Arrancadores para Motores Eléctricos de Corriente Alterna.-

Los arrancadores más comunes utilizados en nuestras instalaciones son:

1. Electromagnéticos: arrancadores electromagnéticos a tensión reducida. Del tipo autotransformador.
2. Arrancadores del tipo estrella-delta.

Mantenimiento de Arrancadores a Tensión Reducida

- 1.- Examinar todas las piezas móvi-

les del mecanismo de relevo de baja tensión, comprobando su libre movimiento.

- 2.- El relevador de sobrecarga primario de tipo magnético, dotado de un amortiguador de líquido, para evitar el disparo del aparato por sobrecargas momentáneas. Tiene que inspeccionarse el amortiguador, cerciorándose de que el pistón no se ha pegado en las paredes del cilindro y que el amortiguador esté lleno hasta el punto correcto del pistón con el líquido amortiguador del grado requerido. El aceite es de tipo especial con una curva plana de relación viscosidad-temperatura.
- 3.- Revisar la graduación del dispositivo del relevador de sobre-carga, ésta no debe ser mayor de 125% de la corriente nominal del motor. El dispositivo tiene una marca en el amortiguador que coincide con una línea o indicador en la tapa.
- 4.- En algunos de nuestros arrancadores especiales, los contactos trabajan en baño de aceite. El depósito es llenado hasta la marca de nivel. Cuando el aceite se ha decolorado o carbonizado en forma notoria a consecuencia de la operación del arrancador, este debe ser restituído por un aceite nuevo, previa limpieza.

- 5.- En los arrancadores automáticos se emplea un relevador de limitación o un dispositivo de control de tiempo, para controlar éste en la derivación de arranque. En los sistemas que tienen un dispositivo amortiguador, se debe tener cuidado de que la cápsula ha sido llenada con el aceite necesario. Este aceite es del tipo muy ligero y no es recomendable utilizar sustitutos.
- 6.- En los transformadores de arranque, éstos están provistos de derivaciones, mediante las cuales es posible variar las tensiones de arranque. Las derivaciones correctas que deben usarse son aquellas que hacen elevar la velocidad del motor, sin exceder la capacidad del transformador de arranque. Si los períodos de arranque que sobrepasan los tiempos correctos, ocasionaran un serio sobrecalentamiento del transformador. En el caso de arrancadores nuevos, es necesario utilizar la combinación de derivaciones recomendadas por el fabricante y probar con las velocidades que imprimir el motor al arrancarlo.

6.5.5. Contactores.-

Los más utilizados en nuestra planta, -

son los de marca LAUR KNÜDSEN Tipo MW5 - 280A. Este contactor tiene las siguientes características:

Es de construcción simple, de fácil acceso, de dimensiones pequeñas. Tiempo de rebotamiento muy corto. Cámara apagachispas cerrada, de material resistente al arco voltaico y protegido contra corrientes de fugas. Contactos revestidos de óxido de cadmio/plata. Bobinas encerradas en masa de resina epoxídica.

El contactor consta de tres (3) polos, con dos puntos de ruptura en serie en los dos (2) polos extremos, y cuatro (4) puntos de ruptura en serie en el polo central. Esta disposición dará una extinción rápida y eficaz del arco voltaico una mayor duración del contactor. Por eso, el contactor corresponde a las exigencias a cierre y ruptura seguros estando bloqueado el rotor a carga máxima en el motor, según especifica la publicación IEC 158.

Los contactos fijos y móviles pueden inspeccionarse y sustituirse una vez quitada la tapa de la cámara apaga chispas sin que haga falta quitar los conductores.

El contactor va equipado con un sistema doble de imanes, con dos sistemas separados de articulaciones, lo que hace que el movimiento del inducido se verifique en sentido perpendicular al movimiento de los contactos

Aprovechándose de este principio, el contactor MV5 ha obtenido un equilibrio ideal entre la fuerza magnética y la fuerza de muelle, cierre sin rebotamiento, y gran

resistencia contra choques y vibraciones.

Como el contactor MV5 está dotado de un sistema doble de imanes, es necesario tener dos bobinas, por cada contactor.

En casos normales el contactor debe ser montado en plano vertical.

6.6- DISTRIBUCION DE FUERZA

El éxito de la operación de nuestro sistema eléctrico en su conjunto está ligado íntimamente a la eficiencia del sistema de distribución de energía eléctrica.

Utilizamos en nuestra planta el sistema radial simple (Plano N°6.3) con centros de carga, pues se requieren tramos de cable medianamente largos y las cargas de punta exceden de un (1) MVA, con este sistema se superan muchos inconvenientes, pues con la distribución de fuerza a los diferentes centros de tensión (6,300 voltios, 2,300 voltios, 500 voltios). La tensión de entrada se transforma a la tensión de trabajo por medio de transformadores situados en las sub-estaciones de distribución. Los transformadores están generalmente conectados con las líneas de alimentación de tensión primaria a través de un disyuntor. Asimismo, como la fuerza es distribuída a través de la planta a una tensión alta, la pérdida de energía en los cables es mucho más baja, requieren menos cobre en las instalaciones, la regulación mejora considerablemente y se eliminan los enormes interruptores de alimentación de baja tensión. Por las razones expuestas, el sistema que utilizamos es conveniente por ser el más barato.

6.7- MANTENIMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL

6.7.1. Disyuntores.-

De acuerdo a nuestra instalación, a la intensidad de carga, condiciones del ambiente, etc. se recomienda inspeccionar dos (2) veces por año; además es indispensable practicar una inspección detallada cada vez que el aparato se haya disparado a consecuencia de una fuerte corriente de corto circuito. Si un disyuntor tiene que permanecer abierto por mucho tiempo, o cerrado por algún motivo, debe operarse varias veces a intervalos periódicos, para asegurarse de que conserva sus aptitudes correctas de operación.

Antes de iniciar una inspección o ajuste de los disyuntores de los circuitos de suministro de fuerza, hay que tener la plena seguridad de que todas las líneas que alimentan a estos circuitos estén desconectados en su totalidad, tanto de las barras distribuidoras, como de las líneas principales. Comprobar que la conexión a tierra del armazón esté intacta y eléctricamente bien unida.

Revísese el aceite cada seis meses. Si el aceite tiene señales de humedad, carbonización o impurezas tiene que ser filtrado y sometido a pruebas. El nivel del aceite en los depósitos tiene que ser conservado a la altura correcta. Este indicador tendrá que verificarse semestralmente. Comprobar que no haya fugas de aceite en ninguno de los grifos ni en las juntas. Además se debe hacer pruebas del aceite después de la operación del disyuntor a su capacidad o muy cer

ca de su capacidad nominal.

Límpiese las superficies exteriores de los bujes. Si la superficie brillante del buje está opaca, picada, o si hay dudas sobre su condición operativa tendrá que realizarse una prueba de factor de potencia.

Compruébese que las vibraciones producidas por la operación del disyuntor no hayan originado desplazamiento en los bujes, lo que causaría un desalineamiento de los contactos.

En los interruptores de disparo magnético las piezas aislantes tienen que mantenerse limpias y secas. El polvo y otras materias extrañas que se lleguen a acumular en los elementos aislantes tienen que ser retirados.

Los contactos tienen que revisarse para verificar su alineamiento correcto, debiéndose mantener al mismo tiempo fijos, con presión uniforme. Los contactos que presenten superficies con picaduras o quemaduras deberán ser reemplazados; pero aquellos que tengan una superficie áspera se asentarán con una lima fina.

6.7.2. Mantenimiento de los Transformadores.-

Para todos los transformadores en general en cada turno deben revisarse los siguientes elementos:

Los indicadores del nivel de aceite y los que marcan la temperatura del ambiente; del aceite y de los embobinados, los valores de estos aparatos deben registrarse y deben estar dentro de los límites tolerables. El control constante de estos valores nos permitirá la prevención de desperfectos y es el método más apropiado para estar al tanto del

rendimiento y eficiencia del equipo.

Debe llevarse un control constante de la corriente normal de carga de los bancos de transformadores. La lectura de potencia no es un valor confiable, ya que el sobrecalentamiento queda definido por la tensión de carga y la corriente y no por la potencia de entrega.

En lo que respecta a la tensión, debe comprobarse que las derivaciones estén conectadas correctamente. Se deben verificar cada tres (3) meses.

Los relevadores deben revisarse cada 6 meses. Asimismo el equipo de protección contra sobretensión. Revisar que la resistencia de las líneas de conexión a tierra se mantengan bajas.

CAPITULO VII

MANTENIMIENTO MECANICO

Para ilustrar mejor el tipo de trabajo que realizamos en nuestra planta, detallamos a continuación los trabajos de reparación del Lavadero "B y Difusión.

7.1- GRUA HILO

Es el tipo de máquina que utilizamos para la descarga de caña que viene de nuestros campos. Las características principales son:

- 1.- Fuerza de levantamiento: es el peso máximo que pueda levantar la grúa en el extremo del garfio este es el elemento más importante que sirve para fijar la capacidad de la grúa. Las nuestras son de 40 Tons.
- 2.- Radio de acción: es la distancia horizontal entre el garfio de la grúa y la espalda del conductor Meza ó aproximadamente 2.8 metros.
- 3.- Altura máxima de toma: es la altura entre el extremo del garfio y el piso del patio cuando se levanta la tapa del cajón del trailer a la mayor altura posible aproximadamente 8.0 metros Esta grúa tiene dos (2) cables de acero con alma de cáñamo de 5/8" de diámetro y una longitud de 56 metros/cable.

En el plano 7.1 presentamos la posición del garfio de la grúa hilo con respecto a la carreta del trailer, que se encuentra en posición de descarga.

7.1.1. Especificaciones Técnicas

La grúa hilo consta de:

- Un (1) motor eléctrico, marca HINZ de 45 - KW (60 HP), 500 voltios, 50 HZ, factor po

tencia 0.88.

- Una (1) copla Voith, tipo 422.
- Un (1) sistema de freno eléctrico, que consta de un (1) motor de 1/4 HP, 500 V, 50 HZ, 2800 RPM, una (1) bomba de freno ELDR0, tipo ED 3-75-50, una (1) polea plana para freno de 330 mm. diámetro por 130 mm. de ancho, para zapatas.
- Un (1) reductor de velocidad, marca FLENDER, tipo SDNW 770, de 98 HP, de 1500/413 RPM.
- Dos (2) coplas de cadena paso de 2".
- Un eje de 90 mm. diámetro y 2,025 mm. de largo.
- Dos (2) chumaceras completas, marca SKF, tipo SN 520
- Dos (2) piñones de 16 dientes, paso de 2".
- Dos (2) cadenas de transmisión, marca HITACHI, tipo RC 160, paso de 2", de 2,600 mm. de largo.
- Un (1) sistema de limitador de carrera electromecánico con desconexión superior de inferior, para la carrera del garfio.
- Dos (2) piñones de 44 dientes, paso de 2"
- Dos (2) chumaceras hechizas.
- Dos (2) tambores para cables de acero de 5/8" Ø.
- Un (1) sistema hidráulico, para accionamiento de la plataforma de la Grúa Hilo. Accionado por un motor eléctrico, marca HINZ de 7.5 KW, 500 V, 1440 RPM. Un acoplamiento de cadera paso 1". Una (1) bomba de aceite con sus respectivos cilindros hidráulicos y accesorios.

7.1.2 Inspección y Reparación

Se presenta el siguiente problema: la Grúa Hilo funcionando con carga y sin carga tiene vibración fuera de lo normal.

Se ha realizado el desmontaje del motor eléctrico, el rotor tiene 2 rodamientos de apoyo, uno (1) NU 314 de rodillos cilíndricos (ubicado en la parte posterior del motor) y un (1) rodamiento 6313 de bolas, cuyas tolerancias han sido controladas, dando un juego interno radial de 0.025 mm., valor que se encuentra dentro del intervalo según normas para un ajuste normal (0.010-0.030 mm.) para agujeros desde 65 a 80 mm. Por consiguiente, ambos rodamientos pueden trabajar.

El rotor del motor se comprobó en el torno que tenía deformación circunferencial en la salida del eje de potencia, para lo cual se tiene que rebajar en el torno un (1) mm., recuperar el eje mediante soldadura, luego ser rectificado a su medida original de 60 mm. y hacer el canal chevetero respectivo.

La copla Voith 422, presenta un rodamiento 6018 en mal estado, por tanto se procede a su cambio.

Se cambia el suplemento de la copla, pues el que estaba trabajando presentaba deformación circunferencial en el agujero.

Se controló en el torno el eje de ataque del reductor de velocidad encontrándose en perfectas condiciones, igualmente los rodamientos de rodillos, realizándose los ajustes convenientes para su montaje. Se colocó lainas en las tapas del pinón de ataque, de

0.25 mm. por lado, de cobre.

7.2- CONDUCTOR MEZA

Consiste en un conductor muy ancho y corto, movido por un sistema de transmisión accionado por un motor eléctrico de 60PS.

Su planta es rectangular de 13m. de ancho x 15 m. de largo, el cabezal está a un nivel ligeramente superior a la parte cola del conductor. Tiene un ángulo de 22° con respecto a la horizontal.

La Grúa deposita la caña en este conductor y la mantiene alimentada a medida que se va descargando. La operación de este conductor así como todos los equipos de Lavaderos "A" y "B" son operados desde el panel de control de la Torre I.

La caña es transportada hasta el Conductor N° 1, que es un conductor auxiliar, que está a 90° con el conductor meza, es decir, es un conductor de cambio de dirección para el transporte de caña.

La operación del conductor meza es en forma - interrumpida. Actualmente por falta de caña permanece por cierto tiempo en paralización.

Para muestrear la caña de los agricultores particulares se hace un espacio libre en la meza al - iniciar y al final del cargamento de caña.

La superficie de la meza, está diseñada para una capacidad de:

$$S = 0.6 C$$

Donde : S = Superficie de la meza en m²

C = Trabajo de la fábrica en TCH.

El área de la meza del Lavadero "B" es de:

$$S = 13 \times 15 = 195\text{m}^2, \text{ para lo cual}$$

resulta una capacidad de 325 TCH.

Por razones de su anchura, la velocidad de la meza de alimentación, tiene que ser mucho menor -

que la del conductor principal.

Un valor razonable es de 3 a 6 m/minuto.

La potencia del motor se calcula aproximadamente:

$$T = S (0.5)$$

Donde:

T = HP del motor.

S = Superficie de la meza en (m²).

$$T = (195\text{m}^2) (0.5) = 97.5 \text{ HP.}$$

Este valor representa aproximadamente el do - ble de la potencia absorbida por el motor en opera - ción o sea:

$$\text{Potencia del motor requerida} = \frac{97.5}{2} \times \text{f.s.}$$

Donde: f.s = factor de servicio = 1.2

$$\text{Resulta igual a : } \frac{97.5}{2} \times 1.2 = 58.5 \text{ HP}$$

Potencia comercial del motor, es de 60 HP.

La velocidad de nuestro conductor meza es de 4.2 m/minuto.

7.2.1. Especificaciones Técnicas

- Un motor (1) marca HINZ, de 60 PS, 1465 RPM. 500 V.
- Una (1) pza. copla Voith 422.
- Un (1) reductor LINK BELT, modelo BD 2250-62, ratio 31.16, 91 HP, factor de servicio 1, 1500 RPM. Velocidad de entrada.
- Un (1) piñon de 13 dientes, paso de 3'
- Una (1) cadena tipo RC 240.
- Dos (2) chumaceras SKF.
- Un (1) soporte.
- Tres (3) piñones de 13 dientes, paso de 4 1/2"
- Una (1) cadena LINK BELT.
- Tres (3) piñones de 38 dientes, paso de -

4 1/2".

- Un (1) eje de distribución.
- Dos (2) pzas. coplas de 180 mm.
- Cuatro (4) pzas. chumaceras.
- 168 arrastradores de fe. l, con sus respectivas platinas de desgaste.
- Dos (2) cadenas de transmisión, marca SUBAK, tipo RD 635, de 84 eslabones cadena c/u.
- 12 pzas. cadenas de arrastre, marca Rivertless 698, de 222 eslabones por fila, - 1,664 eslabones en total.
- Doce (12) juegos segmentos de 10 dientes, para cadenas de arrastre 698.
- Dos (2) chumaceras SKF.
- Un (1) eje de cabezal.
- Una (1) pza. chumacera.
- 22 soportes para ruedas guías.
- 24 ruedas guías.

7.2.2. Inspección y Reparación.-

Se ha realizado el desmontaje de las cadenas de arrastre 698. Esta cadena es de acero SAE 1040 tratado térmicamente, con resistencia a la ruptura de 70,000 Lbs/pulg². la cual presenta: desgaste por fricción tanto en el eslabón como el pin, así como desgaste por abrasión originado por la presencia de tierra en la carga de cana. Ver plano 7.2. Por consiguiente, se procede a la recuperación de eslabones de cadena, mediante soldadura supercito de 1/8 y al cambio de pines y arrastradores.

Luego se realiza el montaje, trabajos de alineamiento y templado de cadenas. Para terminar con la prueba en vacío.

En cuanto al sistema de transmisión, se cambió dos (2) piñones de 13 y 53 dientes, paso de 3" así como las cadenas RC 240 que se encontraban desgastadas.

7.3- CONDUCTOR N°1

Es un conductor de 4.25 metros de ancho, 21.4 metros de largo; con ángulo de inclinación de 12° con su eje de cabezal colocado en ángulo recto con relación al eje de aquel de tal manera que descargue en él. Este conductor N°1 alimenta al conductor N°2 de la misma forma en que lo hace un afluente a la corriente más importante.

La velocidad de este conductor viene a ser aproximadamente la mitad de la del conductor principal

7.3.1. Especificaciones Técnicas

Un motor marca Hinz de 70 HP, 500 V, 1465 RPM, una copla Voith 422.

Un reductor de velocidad LINK BELT de 91 HP.

- Tipo BD 2250, ratio 31.16, 1500 RPM. Velocidad de entrada.
- Un piñón de 13 dientes, paso de 3".
- Una cadena de transmisión, marca LINK BELT, tipo RC 240, de 36 eslabones.
- Un (1) piñón de 53 dientes paso de 3".
- Dos (2) cadenas de transmisión, marca REX tipo 635, de 62 eslabones cada uno.
- Dos (2) piñones de 38 dientes, paso de 4 1/2"
- Tres (3) chumaceras.
- Cuatro (4) piñones, paso de 4 1/2 de 7 - dientes.
- Dos (2) pzas. eje de cabezal.
- 74 arrastradores de fierro.

- Tres (3) chumaceras.
- Cuatro (4) ruedas guías chicas.
- Un eje de distribución de 245 Ø.
- Dos (2) tambores guías intermedio.
- Tres (3) chumaceras.

7.3.2. Inspección y Reparación

Se ha medido el espesor de las planchas de fondo del conductor con el detector de espesores digital observándose que existe zonas desgastadas de 4 mm. de espesor, siendo la medida original de 0.5". Por tanto, se procedió a cambiar las planchas de fondo de las zonas más desgastadas.

7.4- CARDA

Es un tambor de 5.094 metros de largo y 1020 de diámetro exterior, con 74 martillos dispuestos en 4 hileras, a 90° una de otra. Este tambor tiene la función de romper el paquete de caña, mediante los martillos espaciadores de caña.

7.4.1. Especificaciones Técnicas

- Un motor marca BROWN BOVERI, 500 V, 100 HP, 1475 RPM. 108 A.
- Un acoplamiento EUPEX 180.
- Un reductor, marca LINK BELI, tipo BD 2250-62, 91 HP, 1500 RPM., ratio 31.16.
- Un acoplamiento de 350 mm. Ø.
- Dos chumaceras SK⁵ con rodamiento 23052CK con manguito de fijación HE 3052 para eje de 9" Ø.
- Un tambor con 74 martillos espaciadores de caña.
- Un vigilante eléctrico, marca SIEMENS.

7.4.2. Inspección y Reparación

Después de que han limpiado completamente, los rodamientos se someten a una inspección, encontrándose desgaste en los rodillos, motivo por el cual se caen del rodamiento, por consiguiente resulta más recomendable proceder a su reemplazo o generalmente es más económico instalar cojinetes nuevos que intentar el uso de cojinetes que tienen demasiado desgaste. El costo de desmontar una unidad, quitar los rodamientos y partes e instalar nuevos es a menudo mucho mayor que el costo del rodamiento.

El eje del tambor carda, en los puños donde se alojan los rodamientos, presentan rebabas que necesitan ser asentadas, pues de lo contrario evitará que el rodamiento sea asentado en forma apropiada o tenderá a asentar las partes de manera inapropiada - descuadrándolas, induciendo desalineamiento en los rodamientos.

Cuando se encuentra que los ejes o las chumaceras están muy desgastadas, se les puede recuperar por uno o varios métodos para poder proporcionar el ajuste del rodamiento original recomendado. Esta recuperación puede ser mediante soldaduras y luego maquinarse. Otro método es maquinar el eje a más del tamaño o menos del mismo y entonces instalar un buje y maquinar hasta el tamaño apropiado, mejor dicho embocinar el **eje.**

Es muy importante que se usen los ajustes apropiados sobre las pistas interiores y exteriores del rodamiento para obtener la

duración o comportamiento máximo del rodamiento que va sobre o dentro, del elemento giratorio debe tener un ajuste a presión y la pista que va sobre, o dentro del elemento estacionaria puede usualmente ser colocada con un ajuste ligero.

Cuando las chumaceras que han sido recuperadas mediante soldadura, tienen que ser maquinadas, se tiene que ver los agujeros sean alineados de manera apropiada. Si el alineamiento del agujero se encuentra dentro de los límites, las linternas entrarán. Si excede los límites, las linternas no entrarán. Hay otros dispositivos para verificar alineamiento. Estos usan indicadores de carátula para verificar un agujero contra otro o para comprobar los lados de la chumacera contra los agujeros, en el caso de cabezales para laminador de acero y los indicadores darán la cantidad real de descentramiento o desalineamiento de un agujero con respecto al otro agujero y con respecto al lado del cabezal.

El comportamiento se afecta en gran parte, si los rodamientos no están alineados de manera apropiada, los rodillos solo harán contacto con las pistas en los extremos o en pequeñas áreas cerca del extremo del rodillo en vez de a lo largo de su longitud. La condición de montaje del rodamiento causa que este contacto sea en el extremo pequeño del rodillo sobre un lado y en el grande a 180°. Si sólo se usa un tramo pequeño del rodillo, sólo se está utilizando una pequeña parte del rodamiento y se reducirá la capacidad de carga del rodamiento,

así como su vida útil estimada.

7.5- CONDUCTOR N°2

Es un conductor de 28°30' de pendiente, 21.5 m de largo, 4.5 m. de ancho. Es el conductor mas largo de la planta de Lavaderos y Difusión.

7.5.1. Especificaciones Técnicas

- Un motor marca BROWN BOVERI, 100 HP, 500V, 1475 RMP.
- Una copla Voith N°422.
- Un reductor marca LINK BELT, 91 HP, ratio 31.4, 1500 RPM, velocidad de entrada.
- Un vigilante eléctrico, marca SIEMENS, tipo K 1455.
- Un piñón de 13 dientes, paso 3
- Una cadena de transmisión marca REX 240, paso 3 de 45 eslabones.
- Un piñón de 53 dientes, paso 3"
- Tres chumaceras con rodamiento 23052 CK.
- Cuatro juegos de segmentos de 10 dientes paso 6", para cadenas de arrastre 698.
- Cuatro filas de cadenas de arrastre 698, con 1,144 eslabones.
- Tres chumaceras de bronce.
- Dos tambores de cola.
- Platinas guías de fro. de 1/2" x 4"

7.5.2. Inspección y Reparación

Se controló el desgaste del espesor de las planchas de fondo, por medio del detector de espesores digital obteniéndose lecturas mínimas de 5 mm., razón por la cual se procede a cambiar las partes más críticas, instalando planchas de 5/8 x 4' x 8'. Además se reponen platinas líneas guías de 1/2"

x 4" y platinas de desgaste en los arrastradores de fe. de 1/2" x 4" x 5".

7.6- NIVELADOR

Sirve para igualar la distribución de caña en el conductor y nivelar de cierta forma el colchón de caña. Se encuentra ubicado en el Conductor N°2.

Es un eje transversal al conductor que gira en sentido inverso al conductor. Su velocidad de rotación es de 41.5 RPM., normalmente la velocidad de un nivelador debe estar entre 40-50 RPM.

7.6.1. Especificaciones Técnicas

- Un motorreductor, marca BAUER, de 30 HP, 500 V, 1460/41.5 RPM.
- Un acoplamiento EUPEX A 350.
- Dos chumaceras SKF, SSN 532, con rodamientos 23232 CK.
- Un eje nivelador con 20 porta aletas.
- Veinte aletas de platina de fe. de 1" x 6"

7.7- TAMBORES DE PEINADO

Este sistema tiene por objeto abrir el paquete de caña, mediante el zarandeo de la caña, para extraer la tierra que viene con la carga. Consta de cinco tambores que giran a: 28.1, 36.36, 45.45, 50, 57.14 RPM. respectivamente el primer, segundo, tercer, cuarto y quinto peine en el sentido de trayectoria de la caña.

7.7.1. Especificaciones Técnicas

- Dos motores eléctricos, marca HINZ de 30 HP, 500 V, 1455 RPM.
- Dos coplas Voith N°366.
- Dos reductores de 33 HP, 1455/50 RPM.
- Un vigilante eléctrico marca SIEMENS, 500V

6A.

- Un piñón de 16 dientes, paso de 3"
- Diez chumaceras SKF, SN 532 con rodamientos 23232 CK.
- Cinco tambores de peinado (3 de 15 filas de aletas y 2 de 14 filas).
- Un piñón de 17 dientes, paso de 2".
- Dos cadenas de transmisión LINK BELT 160, de 30 eslabones cada uno.
- Dos piñones de 22 dientes, paso de 2".
- Un piñón de 20 dientes, paso de 2".
- Un piñón de 40 dientes paso de 1 1/2"
- Una cadena de transmisión LINK BELT 120, de 37 eslabones.
- Un piñón de 13 dientes, paso de 1 1/2".
- Un piñón de 14 dientes, paso de 2
- Una cadena de transmisión LINK BELT 160 de 27 eslabones.
- Un piñón de 16 dientes, paso de 2".
- Un piñón de 26 dientes, paso de 3".
- Una cadena de transmisión RC 240.

7.7.2. Inspección y Reparación

Se han cambiado tres tambores y se han reparado dos, calzando aletas y protegiendo la contra el desgaste mediante soldadura citodur 600 de 5%32".

Se revisaron chumaceras, rodamientos. Se cambió los elementos malogrados, así como piñones y cadenas de transmisión.

7.8- EXTRACTORES DE TIERRA

Consta de 5 polines que giran en el sentido de la carga de caña a: 43.6, 50.3, 58, 67 y 70.4 RPM. respectivamente, tiene una luz de 0 mm. entre po -

lín y sirven como su mismo nombre lo indica para extraer tierra. Ver plano N°7.3.

7.8.1. Especificaciones Técnicas

- Un (1) motor marca HINZ de 40 HP, 500 V, 1465 RPM.
- Una (1) copla Voith N°366.
- Un reductor, marca REDUREX, 33 HP, 1465/RPM*
- Un (1) vigilante eléctrico marca SIEMENS.
- Un (1) piñón de 17 dientes, paso 2".
- Una (1) cadena de transmisión de 23 eslabones, paso 2"
- Un piñón de 14 dientes paso 2".
- Cinco (5) piñones de 13 dientes, paso de 1 1/2".
- Una cadena de transmisión, marca HITACHI 120, 21 eslabones.
- Tres (3) piñones de 15 dientes, paso de 1 1/2".
- Una cadena de transmisión, marca HITACHI, tipo 120, de 20 eslabones en total.
- Cuatro (4) chumaceras.
- Un (1) limpiador giratorio.
- Dos (2) chumaceras de bronce.
- Cinco (5) tambores de 4900 mm. de largo aproximadamente.
- Diez (10) chumaceras de pared FY 211.

7.8.2. Inspección y Reparación

Se ha revisado chumaceras de pared, encontrándose los rodamientos averiados, los cuales se tuvo que cambiar; asimismo, los tambores presentan desgaste en los puños donde se alojan los rodamientos y en el tambor mismo. Por tanto se cambiarían los cinco (5) polines extractores de tierra, piñones

y cadenas de transmisión necesarios

7.9- FAJA DE TIERRA

Es una faja transportadora de tierra que cae de los extractores de tierra y de las parrillas del cabezal del conductor N°2. El material transportado es de 37.5 toneladas/hora, de tierra, a una temperatura de 36 °C como máximo, con un peso específico - de 1300 Kg/m³. La velocidad de la faja es de 126 metros /minuto.

7.9.1. Especificaciones Técnicas

- Un motorreductor marca BAUER, de 10 HP, 500 V, 1440/80 RPM.
- Un acoplamiento EUPEX 200.
- Dos chumaceras SKF, tipo SN 516.
- Un tambor cabezal.
- Un vigilante eléctrico, marca SIEMENS tipo K1455.
- Dos chumaceras SKF, tipo SN 516.
- Un polín templador,
- 20 polines de 105 mm.Ø x 1115 mm. - largo.
- 126 polines de avance de 130 mm. Ø x 38 mm. de largo.
- 6 chumaceras TV 314.
- 3 Tambores templadores.
- 105 metros de faja de 1000 mm. de ancho, cobertura superior de 3 mm., cobertura inferior de 2.5 mm. tipo EP 160, con bordes protegidos.
- Un tambor posterior.

7.9.2. Inspección y Reparación

La faja presenta desgaste uniforme de la cubierta, esto es debido a lo abrasivo

de la carga transportada y debido también a la tierra incrustada en los polines de avance, retorno y tambores.

La cubierta superior presenta gran número de roturas en el armazón de la faja - que se extiende a través de una capa o más, y esto se debe al paso de materiales entre los tambores y la faja. Materiales pegados a los tambores.

Los bordes de la faja están demasiado gastado, llegando hasta el armazón. En algunas partes se ven loras separadas, esto es debido a una alineación inapropiada, amontonamiento de material en los tambores y polines.

Se procedió primero a una limpieza de los polines, tambores y estructura en general con reposición de los polines deteriorados. Se tomarán medidas para prevenir el paso de materiales entre el tambor y la faja y la formación de materiales pegados a los tambores de cabezal y cola.

El alineamiento se corrige con carga, regulando las chumaceras corredizas del tambor de cola.

La reparación de daños en las cubiertas de jebe lo realizamos utilizando tiras NPL reforzadas del tipo NPL-10-110, son piezas rectangulares reforzadas, de borde biselados para la reparación de los desgarros longitudinales o de los bordes de las fajas transportadoras.

Sobre la avería se marca el contorno - del parche, se recorta la parte dañada de modo que al colocar el parche, quede éste -

algo mas profundo que la cubierta de goma.

Se raspa con el cepillo giratorio de alambre o con la carda de mano, una superficie mayor que la marcada.

Se aplica una mano bien saturada de pegamento KB 3000 con endurecedor sobre la lona y cubierta raspada, frotando con fuerza, con una brocha de cerda corta. Se deja secar el pegamento después de 20 minutos, se procede a colocar el parche y se presiona fuerte, con el rodillo desde su centro hacia los bordes. Dejar secar una hora en promedio, quedando listo para trabajar.

7.10- EXTRACTOR DE HOJAS SUPERIOR

Es un tambor de 4.73 m. de longitud y 0.6 m. de diámetro, que mediante presión de agua extrae la hoja que viene con la carga. Nos referimos a la caña que viene de pasar por los peines.

7.10.1. Especificaciones Técnicas

- Un motorreductor, marca Bauer de 5 HP, 1440/175 RPM, 500 V.
- Un acoplamiento Eupex.
- Dos chumaceras, marca SKF, tipo SSA 520 con rodamientos 22212 CK y manguito # 322.
- Un tambor.

7.11- EXTRACTOR DE HOJAS INFERIOR

Es un tambor de 4.73 m. de longitud y 0.6 m. de diámetro, que mediante presión de agua extrae la hoja que viene con la caña, procedente de los extractores de tierra.

Las especificaciones técnicas son idénticas

a las del tambor extractor de hojas superior.

7.12- CONDUCTOR DE HOJAS

Es un conductor de arrastradores de madera que transporta la hoja proveniente de los extractores de hoja superior e inferior. Consta de dos partes:

- a) Parte horizontal, de plancha perforada (7.0m. de longitud).
- b) Parte inclinada, plancha lisa (6.2 m. de longitud)

45°pendiente, ancho del conductor (2.0 m.). Esta hoja es utilizada como alimento para el ganado.

7.12.1. Especificaciones Técnicas

- Un motorreductor, marca Bauer, 10 HP, 500 V, 1420/40 RPM.
- Un piñón de 13 dientes, paso 2".
- Una cadena de transmisión, marca Hitachi, RC 120, paso 2", 33 eslabones.
- Un piñón de 40 dientes, paso de 2".
- Dos chumaceras, marca SKF, Tipo SNA - 532 con rodamiento 23232 CK y manguito de fijación H2332.
- Dos juegos de segmentos de 7 dientes para cadenas de arrastre 698.
- Un eje cabezal.
- Dos chumaceras, marca SKF, tipo SN 522, con rodamiento 22222 CK y manguito de fijación H 322.
- Dos cadenas de arrastre 698 (620 eslabones).
- Dos ruedas guías con rodamientos N°6012 C, con sus respectivos soportes.
- 25 arrastradores de madera.

- Platinas líneas guías de 1/2" x 5".
- Un tambor de cola.

7.12.2. Inspección y Reparación

Se encontró las planchas perforadas de fondo y lisa en mal estado. Asimismo, las platinas líneas guías. Por consiguiente se procedió a cambiar las planchas de fondo perforadas de fe. de 1/4 x 4' x 8' con agujero redondo de 6 mm. de diámetro, dispuesto en tresbolillo regular, margen de 20 x 30 mm.

- Seis (6) planchas de fe. lisas de 1/2" x 4' x 8'.
- Cuatro (4) Kg. de overcord de 3/16".
- Nueve (9) Kg. de cellocord de 3/16".
- Dos (2) Kg. de overcord de 3/16".
- Seis (6) Kg. de cellocord de 1/8".
- Doce (12) Kg. de supercito de 5/32".
- Seis (6) Kg. de supercito de 3/16".

7.13- CONDUCTOR N°3

Es un conductor de 10.75 m. de largo, 4,502 m. de ancho, con una pendiente de 19°, que consta de una parte superior (plancha de fondo) que tiene parte perforada y parte lisa. Igualmente parte inferior por donde retorna las cadenas de arrastre 468.

7.13.1. Especificaciones Técnicas

- Un motor eléctrico, marca HINZ, 1465 - RPM, 40 HP, 500 V.
- Una copla Voith, tipo 422.
- Un reductor de velocidad, marca REDUREX de 1350/35 RPM, 37 HP.

- Un vigilante eléctrico marca SIEMENS, -
K 1425.
- Un piñón de 13 dientes, paso de 3".
- Una cadena de transmisión, marca SUBAK -
RS 240, paso 3".
- Dos chumaceras SKF, con rodamientos -
23052 CK.
- Seis piñones de 10 dientes, paso 4".
- Un eje de cabezal.
- 120 arrastradores de fe.
- Seis filas de cadenas de arrastre N°468
especificaciones ver Plano N°7.2
- Dos chumaceras corredizas con rodamien-
tos 23140 CK y manguito de fijación -
H 3140.

7.13.2. Inspección y Reparación

Se encontró las planchas de fondo del conductor, deteriorados. Asimismo los perfiles de soporte, tanto de la parte superior como inferior.

Las cadenas de arrastre 468, se realizó el desmontaje para proceder a su recuperación mediante soldadura su percito de 1/8" y la aplicación de bocinas usadas. Las paredes laterales se encontraron totalmente desgastadas producto de la corrosión, ya que en este conductor se realiza el lavado de caña con agua y también desgaste producido por abrasión y fricción de la caña contra las paredes laterales.

Se utilizaron los siguientes materiales para su reparación:

- Siete planchas de fe. de 5/8" x 4' x 8'
- Cinco planchas de fe. de 1/2" x 4' x 8'

- Una plancha de fe. de 3/8" x 4' x 8'.
- Dos planchas perforadas de fe. de 3/8" x 4' x 8'. con agujero tipo oblongo horizontal de 3/8" x 1" en disposición alternada, margen de 20 x 30 mm.
- 15 Kg. de soldadura cellocord de 5/32"
- 12 Kg. de soldadura supercuto de 3/16"
- 12 Kg de soldadura cellocord de 3/16"
- 3 Kg. de soldadura supercuto de 5/32
- 3 Kg. de soldadura overcord M de 3/16

7.14- BOMBAS DE RECUPERACION DE AGUA

Estas dos bombas de 6" \emptyset , impulsor semiabierto, bomba del tipo inatascable, tienen su toma de succión del reservorio del conductor N°3 y del conductor de hojas y sirven para bombear el agua recuperada del primer lavado hacia un segundo lavado de la caña y para extraer hojas (ver Plano N° 7.4)

7.14.1. Especificaciones Técnicas

- Dos motores, marca HINZ, de 30 HP, 1455 RPM, 50 V, 32 A.
- Dos poleas de cuatro canales de 150 mm. \emptyset
- Ocho fajas B 60.
- Dos poleas de cuatro canales de 230 mm. \emptyset
- Dos bombas centrífugas de fe. fundido - de 6".

7.14.2. Inspección y Reparación

Se encontraron los ejes desgastados en la zona de empaque para lo cual se tiene que retornar el eje y embocinar con fe.

Los rodamientos se encuentran en pésimo estado, pues les ha ingresado agua, ocasionando la corrosión y desgaste prematuro. Se cambió los rodamientos y se reemplazan los retenes en el soporte de las bombas. Se recuperó mediante soldadura los impulsores, luego se contrapesaron. Se cambió con bronce la caja y el prensaestopas. Se cambió empaquetadura.

7.15- MACHETES Y CONDUCTOR N°4

La diferencia que existe entre cañas enteras y cañas chicas pasadas por los machetes es la misma que existe entre un puñado de palillos y un puñado de aserrín. La diferencia se muestra en sus respectivas densidades. Caña entera más o menos mezcladas: $125 - 150 \text{ Kg/m}^3$. Caña pasada por machetes: $250 - 300 \text{ Kg/m}^3$.

Los machetes ejecutan dos (2) funciones y tienen dos (2) ventajas:

- a) Favorecen la capacidad de los molinos transformando la caña en una masa compacta y homogénea.
- b) Mejoran la extracción de los molinos rompiendo la corteza de la caña y facilitando así su desintegración y la extracción de jugo en los trapiches. En cuanto a la planta de Lavaderos, mejora la preparación de caña y alivia el trabajo del Buster.

Sin embargo el valor de los machetes en el desarrollo de las dos funciones descritas, no es equivalente:

- a) En cuanto al aumento de capacidad que favorecen, son irremplazables. Si no hay machetes, el Buster tomará solo, el trabajo de preparación y tendrá mayor desgaste de martillos, yunques, superiores e inferiores.

b) En cuanto a la extracción mediante trapiches, la desmenuzadora y los molinos tienen precisamente el objeto de romper la caña y desmenuzar la corteza y los nudos. En particular, puede considerarse que el aumento obtenido en la extracción con el aumento de un juego de cuchillas es apreciablemente inferior al que se obtendría con la adición de un molino mas

Entonces principalmente para aumentar la capacidad de los molinos, por lo que se instalan los machetes.

El término PASO de los machetes, se aplica a la distancia media, medida paralelamente al eje, que separa dos (2) círculos de rotación sucesivos.

Los machetes son reemplazables y se instalan sobre el conductor de arrastre, de manera que la extremidad de los machetes quede separada del arrastrador, una distancia denominada AJUSTE.

El machetero tiene como objeto principal, aumentar el trabajo de los machetes disminuyendo su desgaste, para ello los machetes se recubren con CITODUR 600 para proteger al machete de la abrasión de la caña.

El ajuste se obtiene, más comúnmente, desplazando aleje de las cuchillas en sentido vertical, por medio de lanas de plancha de fe. en la base de las chumaceras.

El accionamiento del machetero, es por medio de un motor eléctrico de rotor bobinado con acoplamiento directo simple y económico.

El paso de los machetes es de 300 mm. por consiguiente, el número de hojas es:

$$N = \frac{L}{P} - 1$$

N = Número de hojas.
L = Ancho del conductor.
= 2,127 mm.

P = Paso de los machetes
= 300 mm.

Resulta seis (6) portamachetes, en consecuencia son 12 hojas, la velocidad de rotación es de 738 RPM.

Se ha visto que el ajuste sólo interviene en la profundidad, a la que las cuchillas se hunden en el colchón de caña. El ajuste de nuestro machetero es de 400 mm. con una altura de colchón de caña que varía de 1.2 m. a 1.5 m.

Las variaciones de potencia, son de acuerdo a la densidad de la carga de caña en el conductor N°4. Una carga brusca podría accionar el relé térmico. El sentido de rotación del machetero es antihorario.

Las hojas del machetero son de fe., con una aplicación de soldadura CITODUR 600 de 5/32 en los filos, previa biselada mediante máquina oxiacetilénica, adquiriendo una dureza de 57-62 Rockwell C. Las dimensiones de los machetes son de 450 mm x 170 mm x 15 mm. y deben estar bien equilibrados. Para la reposición de machetes en caso de desgaste o rotura por impacto de materia extraña, deben cambiarse por pares, a fin de montar en cada brazo - portamachete, dos machetes opuestos de peso semejante. Asimismo si se cambia un machete, debe quitarse la opuesta y reemplazarse ambas, por dos (2) nuevas o usadas, pero del mismo peso. el radio del cilindro de corte es de 915 mm.

La potencia consumida por el machetero no se pierde completamente, se recupera en los molinos (en caso del machetero del Lavadero "A" que muele con trapiches). El machetero es un equipo barato, de fácil instalación y mejora ligeramente la extracción, (ver Plano N°7.5).

7.15.1. Especificaciones Técnicas

- Un motor eléctrico, marca WESTINGHOUSE, de 500 V, 250 HP, 290 A.
- Un amortiguador de jebe circular.
- Un volante.
- Dos (2) chumaceras, fabricadas en Casa Grande de fe. dulce, con rodamiento 23136 CK y sus respectivos manguitos de fijación.
- Un eje de 3,090 mm. de largo y 200 mm. Ø
- Seis (6) portamachetes de plancha de fe. de 50 mm. de espesor, 1404 mm. de largo, 300 mm. de diámetro exterior y 219.8 mm de diámetro interior.
- Doce (12) machetes de fe. de 450 x 170 x 15 mm.
- Diez platinas líneas guías de fe. (parte superior) de 5/8" x 5".
- Diez platinas líneas guías de fe. (parte inferior) de 3/4" x 5"
- 40 arrastradores tipo U de 6 de fe.
- Un tambor de cola.
- Dos chumaceras corredizas, con rodamientos 22222 CK con su respectivo manguito de fijación.

7.15.2. Inspección y Reparación

Se revisó el conductor y se encontró que las paredes laterales de la parte trasera del conductor presentaban serios problemas de desgaste, para lo cual se procedió a reemplazar estas planchas, utilizando el siguiente material:

- Cuatro planchas de fe. de 5/8" x 4' x 8'
- Una plancha de fe. de 1/2" x 4' x 8'.

- Dos vigas I de 120.
- Siete pernos de $1/2'' \times 2^{1/2}''$
- Ocho (8) Kg. de soldadura Overcord $5/32''$.
- Dos (2) Kg. de soldadura Cellacord $1/8''$
- Cincuenta y dos Kg. de soldadura Cellacord $5/32''$.
- Once (11) Kg. de soldadura supercito $5/32''$.
- Dieciocho Kg. de soldadura supercito $3/16''$.

7.16- BUSTER Y FIBERIZER

7.16.1. Descripción

Son desfibradores, resistentes, de alta calidad, de martillos giratorios y yunques superiores e inferiores que forman el estator de la máquina. Diseñado para servicio continuo y pesado.

La estructura es un conjunto de partes soldadas, de planchas de acero, teniendo un tope de entrada de preferencia para enganchar o juntar el Shute de entrada y tiene en su base unos bordes para los pernos de anclaje.

El eje del rotor es de un acero forjado redondo, acanalado para el montaje del rotor y el motor de accionamiento.

El rotor está compuesto de: platos separadores de acero inoxidable que hacen la función de espaciadores y barras de dirección de acero inoxidable que son instalados a través de los platos separadores como soporte de los martillos.

Los martillos son de acero al manganeso fundido, revestido con soldadura y

equipado con bocinas de bronce y líneas de engrase. Sirven para desfibrar la caña a través de los yunques superiores e inferiores. El diámetro del círculo generado por el extremo del martillo es de 48 pulgadas (1200 mm).

Los yunques son de acero al manganeso fundido relleno con soldadura supercito y revestidos con recubrimiento duro CITODUR 600. Cada yunque tiene pernos ajustables de anclaje.

El eje del rotor, se apoya en dos (2) chumaceras con rodamientos de rodillos cónicos y manguito de fijación, montados en la parte exterior de la caja.

Los rollos alimentadores están montados en chumaceras con bocinas de bronce.

El Buster y/o el Fiberizer puede estar equipado con uno, dos o ningún rollo alimentador dependiendo de los requerimientos.

La instalación que tenemos, que en la que normalmente se usa, consiste de un BUSTER con dos rollos alimentadores y un FIBERIZER con un solo rollo alimentador. Los rollos realizarán la función de alimentación forzada de caña. Son accionados mediante un accionamiento de velocidad variable. Los rollos sirven para un control automático del rendimiento y tratar de que este sea constante.

El rollo alimentador individual del Fiberizer asegura una alimentación de caña uniforme dentro de la máquina, previniendo alguna tendencia de sobrecarga. Es

te rollo es accionado mediante un motor-reductor con acoplamiento directo.

El accionamiento del Buster y/o Fiberizer puede ser por medio de un motor eléctrico o turbina, en el caso nuestro, es mediante un motor eléctrico, la máquina puede ser accionada de un lado, el otro lado está adecuado para poder sacar barras de dirección para el cambio de martillos.

7.16.2. Instalación

El Buster y/o Fiberizer puede estar montado en una elevación, mientras que debajo de la máquina hay un espacio libre para el conductor de arrastre de 4 pies 6 pulgadas.

La cimentación y estructura está diseñada para vibración no disruptiva. Esta vibración se presenta cuando se rompe un martillo por presencia de pedazos de hierro, materia extraña o piedras que vienen del campo mezclado con la caña. En este caso la carga desbalanceada es aproximadamente de 30,000 Lbs. El Shute de carga (entrada) de la máquina debe tener lados derechos o ligeramente divergentes para prevenir los atoros.

El Fiberizer puede tener un Shute vertical o inclinado con un ángulo no menor de 50° con la horizontal. El Shute del Buster está diseñado cuidadosamente para que los rollos alimentadores funcionen a la entrada de la máquina.

Por existir presencia de fierros, ma-

teria éxtraña en la carga, es necesario utilizar un magneto en el Shute de entrada para prolongar la vida de los martillos y los yunques.

7.16.3. Operación

El Buster y/o Fiberizer están diseñados para ser operados a 1200 RPM. Velocidades superiores no pueden ser utilizados sin consulta previa al fabricante.

La preparación de caña se divide en dos partes: una preparación ruda y penetrante a lo largo del BUSTER y una preparación fina o FIBERIZACION en el FIBERIZER. Para una buena preparación de caña es necesario una longitud de fibra de 3 ó 4 pulgadas para una óptima extracción por difusión. Para determinar numéricamente esta adecuada preparación se realiza un examen del Índice de Desplacibilidad.

Los aspectos mas importantes de operación son:

1. Avance uniforme.
2. Correcto y adecuado diseño de la descarga.
3. Ajuste correcto de los yunques.
4. Mantenimiento de martillos.

1. Avance Uniforme

El trabajo de desfibración de caña está dividido entre el número total de martillos. El trabajo y potencia requerida por cada martillo depende del grado de preparación necesario. La energía potencial almacenada en cada uno de los martillos está limitado por su veloci-

dad de rotación y el peso correspondiente.

Una carga uniforme nos permite una mejor preparación y una carga suave para el motor eléctrico y una menor eficiencia. Si dentro de la caña, se presentan pedazos de fierro que llegan dentro de la máquina, estos absorben toda la energía almacenada en los martillos, y la máquina empieza a disminuir su velocidad con una parada brusca o desconexión del motor eléctrico. La carga de caña debe en lo posible estar uniformemente distribuida a lo ancho del conductor y no aglomerada a un lado en medio del conductor.

2. Adecuada Descarga

Desde la descarga del Buster y/o Fiberizer hasta dentro del conductor, es necesario tener cuidado con el diseño del conductor de sus elementos componentes tomando en cuenta que los conductores son del tipo cadenas de arrastre.

3. Ajuste Correcto de los Yunques

El ajuste nominal entre el círculo generado por el martillo y el yunque es de 1/4 pulgada. El grado de preparación varía de acuerdo al ajuste del espacio libre entre martillos-yunques, pues si el ajuste es menor, se tendrá un desgaste prematuro de los yunques.

Los extremos inferiores de los yunques pueden ser ajustados por adición o eliminación de lanas en los topes.

Los extremos superiores de los yunques

de igual forma se puede ajustar agregando o eliminando laines en la zona de los pernos de anclaje de la parte superior de los yunques.

4. Mantenimiento de los Martillos

Los martillos son revestidos en las caras desgastadas. El desgaste depende de la abrasión de la caña, con la cual trabaja la máquina. De acuerdo al círculo generado por el extremo del martillo, el consumo de laines puede subir y el grado de reparación puede bajar. La frecuencia del cambio de martillos nos permite determinar que después de 25,000 toneladas de caña molida se tiene que proceder a su cambio. Esto es al caer de 6 ó 7 días de molienda.

7.16.4. Accionamiento Principal

El motor principal puede estar localizado en cualesquiera de los lados de la máquina. En el caso del Buster y Fiberizer (Lavadero "B") están ubicados los motores eléctricos en el lado derecho y en el Buster (Lavadero "A") en el lado izquierdo. Los lados opuestos a los motores quedan como espacio libre para remover las barras de dirección necesarios para el cambio de martillos.

En el caso de utilizar turbinas de vapor para su accionamiento, se recomienda un acoplamiento tipo eje flotante, de esta manera facilita el cambio de rodamiento del rotor del Buster/Fiberizer sin perturbar el reductor de velocidad de la turbina.

Para el mantenimiento y operación de

la turbina o motor eléctrico es necesario consultar el Manual de Instrucciones del fabricante.

7.16.5. Accionamiento del Rollo Alimentador del Fiberizer

Cuando se usa el Fiberizer en conjunto con el Buster, está normalmente equipado con un simple rolo alimentador, el cual es accionado por un motorreductor de velocidad constante con acoplamiento directo al rolo. La velocidad es de 56 RPM

Un mantenimiento muy pequeño es requerido por esta unidad. El alineamiento del acoplamiento debe ser chequeado cuidadosamente en su instalación así como la lubricación del motor, el motorreductor y el acoplamiento.

7.16.6. Lubricación

Los rodamientos del rotor son lubricados por un sistema de circulación continua. Una bomba del tipo engranaje toma el aceite de un reservorio, previa filtración el aceite circula por un sistema de tuberías. Este sistema está diseñado para obtener una temperatura de aceite de salida de aproximadamente 70°. El aceite fluye a través de un filtro tipo papel desde una caja tipo vertedero que sirve para:

1. Dividir el flujo en partes iguales para los dos (2) rodamientos.
2. Alojarse al interruptor flotador de seguridad si el nivel o flujo de aceite baja por alguna razón el interruptor que controla el circuito debe abrir haciendo

do sonar una alarma o lámpara de señalización. Desde la caja de vertedero el aceite fluye por gravedad a cada uno de los rodamientos. La cantidad total de aceite que está dirigiéndose a cada rodamiento puede variar según se pueda abrir o cerrar las llaves de cada chumacera. El vertedero tiene en sus paredes laterales ventanas de PLEXIGLASS que hace que el flujo sea visible todo el tiempo. Desde los rodamientos por intermedio de una bomba, el aceite retorna al reservorio.

Conexiones para un termómetro esférico y un interruptor de temperaturas son proveídas en las chumaceras. La temperatura puede leerse directamente. A una temperatura alta (anormal) puede ser señalada mediante alarma en el panel de control.

Los rodamientos de los rollos alimentadores son lubricados con grasa, abastecido generalmente por un sistema de lubricación tipo TRABON centralizado. Este sistema es automático y continuo.

7.16.7. Especificaciones Técnicas Buster

- Un motor marca SIEMENS, tipo IRA7336, B3, P22, N°023214 VDE 0530, 600V, conexión Y. 99A, 880 KW, 985 RPM., factor de potencia de 0.91.
- Un acoplamiento Zapex.
- Dos chumaceras con rodamientos 22244-C3-W33.
- Un rotor compuesto de 16 placas circulares de 1 pulg. de espesor de acero

inoxidable y 7 barras soportes fijos de 2¹/₂ pulg. de diámetro y 6 barras de dirección desarmables de 2¹/₂ pulg. diámetro de acero ANTINIT.

- 102 martillos de acero al manganeso (ver Plano N°7.6).
- 9 yunques inferiores (ver Plano N°7.10),
- 4 yunques superiores.

7.16.8. Especificaciones Técnicas Rollos Alimentadores del Buster

- Un motor marca HINZ, tipo RD 225 M, 1465 RPM, 60 HP, 500 V.
- Dos acoplamientos EUPEX A 180.
- Un variador de velocidad electromagnético, tipo ELRAMKP 30 de 400 a 1200 RPM, 23.5 V, 3.8 A.
- Un reductor de velocidad, marca LINK - BELT, tipo 1750, modelo STD, factor de servicio 1, 82 HP, ratio de 25.6, velocidad de salida 60.15 RPM.
- Un sistema de freno hidráulico ELDR0, tipo ED 11.
- Un piñón de 13 dientes paso 3".
- Una cadena de transmisión RC 260, paso 3".
- Un piñón de 40 dientes paso 3
- Dos chumaceras de bronce.
- Dos engranajes de 81 y 40 dientes, paso 3".
- Un rollo alimentador de fe. de 1054 Ø x 2768 mm.
- Un rollo alimentador de fe. de 522 Ø x 2786 mm.

7.16.9. Especificaciones Técnicas del Fiberizer

- Un motor marca SIEMENS, tipo 1RA 7336, - B3, P22, trifásico, VDE 0530. 6000 V. conexión Y, 99 A, 830 KW, factor de potencia 0.91, 985 RPM, peso aproximado 4.8 Ton.
- Un acoplamiento marca ZAPEX de 160 mm. con aceite para lubricación.
- Dos chumaceras con rodamientos 260SD32K
- Un rotor con 16 placas circulares de acero inoxidable de 1 pulg. espesor con 7 ejes fijos de 2¹/₂" de diámetro y 6 barras de dirección desmontable de 2¹/₂" de diámetro de acero ANTINIT. Cada barra es de 2.6 mts. de largo.
- 102 martillos de acero al manganeso (ver Plano N°7.6) dispuestos en 6 filas de 17 martillos cada una.
- Cuatro piezas yunques superiores de acero al manganeso (ver Plano N°7.9).
- Nueve piezas yunques inferiores de acero al manganeso (ver Plano N°7.8)

7.16.10. Especificaciones Técnicas del Rollo Alimentador del Fiberizer

- Un motorreductor BAUER, tipo D5A49/429, de 15 HP, (11 KW), 500 V, 1460/74 RPM, 18 A. factor de potencia 0.85.
- Una copla Eupex 200 mm.
- Un tambor alimentador.
- Dos chumaceras de pareo con bronce.

7.16.11. Mantenimiento

Los yunques del Fiberizer son ajustados en la planta azucarera a 1/4 pulgada de espacio libre nominal (ver Plano N°7.7)

que muestra la localización de las laines de ajuste. Las laines "A" son para un ajuste inicial solamente y no son necesarios cambiar a no ser que yunques nuevos sean instalados a los viejos sean recuperados. Las laines "B" son usadas para el ajuste de la parte superior de cada yunque, adicionando o disminuyendo de acuerdo a la necesidad.

Se debe tener especial cuidado en el ajuste de los yunques tanto en el BUSTER como en el FIBERIZER de modo que 1/4 pulgada de espacio libre sea mantenido como ajuste mínimo, a fin de no incrementar gastos excesivos en material de aporte (soldadura) para recuperación de yunques.

2. Recubrimiento de Soldadura Dura

Ocasionalmente es necesario el recubrimiento de los yunques del Buster y Fiberizer, aplicando dos pasadas de soldadura CITODUR 600, alcanzando un espesor total de 1/8 pulgada. El recubrimiento duro es aplicado en las partes mostradas en el Plano N°7.10.

3. Martillos

Para el cambio de martillos se necesitará un mecánico con dos ayudantes, tres (3) hombres en total y dos (2) a (3) horas. Tanto para el Buster como para el Fiberizer. Obviamente el personal cuenta con cerca de 20 años de experiencia en este tipo de trabajo.

Los martillos salientes son pesados para luego ser recuperados mediante soldadura supercito y recubrimiento duro de ci

todur..

Los martillos son cambiados siguiendo las indicaciones siguientes:

1. Al costado de la máquina, en el lado contrario al cual se encuentra el motor eléctrico de accionamiento, se sacan las placas de cubierta expuestas al final de las barras de dirección.
2. Remover los seguros de alambre y dos pernos de las barras de dirección que funcionen como barras guardian.
3. Se utiliza para este trabajo, una herramienta de unión para sacar las barras de dirección, la cual se sujeta a la barra por medio de dos pernos de 7/8" pulgadas.
- 4 Aflojar las barras de dirección girando la herramienta de unión lentamente, hasta ser retirado.
5. Una vez retirada la barra de dirección los martillos pueden ser cambiados por un sólo hembre dentro de la máquina.
6. En el Buster para tener acceso a los - martillos hay que desmontar los yunques inferiores. En el Fiberizer los - martillos pueden cambiarse sin hacer el desmontaje de los yunques.
7. Antes de recuperar mediante soldadura los martillos viejos, la soldadura vieja debe ser removida con chanfercord.
- 8 Tener mucho cuidado en lo siguiente: No fatigar los martillos de repuesto debe estar listo para que en caso que se presenten martillos rotos, se cambien en el acto y los martillos rotos puedan ser recuperados en cualquier mo

mento.

Esta práctica es recomendada por las siguientes razones:

1. Inadecuada o negligente recorte mediante soldadura de los martillos, puede ocasionar una fuga de corriente por los rodamientos del rotor. Esto causa un chisporroteo en los rodamientos y los cuales ocasionan una falla prematura de los cojinetes.
2. El peso final de cada martillo debe ser controlado de suerte que no resulte un excesivo desbalance del rotor.
3. El largo de cada martillo tiene que ser calibrado, mediante un molde de cobre, de suerte que no interfiera en su operación con los yunques, debido a su excesiva longitud.

Un molde de cobre, refrigerado mediante agua es ubicado al final de cada martillo. Los martillos son recuperados con un electrodo de bajo hidrógeno un E-7018 hasta una longitud aproximada de 1/8 pulgada del borde del molde. Esta recuperación es como material base, luego se le aplica recubrimiento duro como parte final del procedimiento de recuperación de los martillos mediante soldadura..

Después de recuperar el martillo con soldadura base se aplica Citodur 600 como recubrimiento duro, aplicando una o dos pasadas hasta tocar la cara del molde de cobre. Este electrodo contiene 0, S, C, 0.3 Mn, 0.4 Si, 7.0 Cr. 0.5 Mo, 0.5 V. Tiene una dureza de

57-62 Rockwell C. Si este material de revestimiento duro es aplicado demasiado denso, éste tiende a ponerse extremadamente frágil y tiende a rajarse y desprenderse fácilmente.

Se tiene que poner especial cuidado en la reconstrucción de los bordes del martillo a la longitud y ancho original. Solamente en el caso del Buster, si el martillo es reconstruído muy ancho, puede interferir con las barras de contra golpe. En el caso del Buster y/o Fiberizer, si el ancho y largo del martillo no es el original y necesario esto ocasionará una pérdida en la eficiencia de operación.

Para la reconstrucción del martillo, se debe tener en cuenta el peso especificado. El peso original del martillo del Buster es de 40 Lbs. 11 onzas más ó menos 4 onzas. El peso original del martillo del Fiberizer es de 38 libras 10 onzas más ó menos 4 onzas. Estos pesos son sin bocinas (las bocinas nuevas pesan 4 libras, 12 onzas). El material de relleno es aplicado a todas las caras del martillo y especialmente arriba de la cara frontal. Esto es, se debe dar al martillo su configuración y peso original.

Si todos los martillos son recuperados a su peso original, éste no será problema de vibración cuando la máquina esté operando. Antes de proceder al cambio de martillos, estos se pesan y si existen martillos con una libra y media de

diferencia, éstos se cambian.

La medida final del martillo es base para tener una molienda ceñida, de suerte que cada uno de los martillos deben tener igual longitud, desde el centro de la bocina hasta el filo del martillo - (10.7/8 pulgada, radio giro).

Antes de ser instalado cada martillo deben lubricarse sus bocinas. Los martillos serán instalados en condiciones de balance estático, es decir martillos de igual peso serán colocados simétricamente a 180° con respecto a la línea central transversal. Un método simple es ordenar por su peso antes de que el juego de martillos sea instalado.

7.16.12. Mantenimiento Diverso

1. Barras de Dirección

Las barras de acero inoxidable son refrenadas por abrazaderas al final a presión, las cuales son empernadas al final. Es necesario engrasar los martillos con frecuencia, para así prolongar la vida de las barras, en caso de producirse desgaste en un lado del asiento del martillo en la barra, de 1/16 pulgadas, la barra puede volver a ser instalada a 180° opuesto al lado del desgaste, esto impide que el ajuste entre el martillo y el yunque sea reducido con consecuencias de mayor desgaste en los yunques.

NOTA: Son doce (12) barras de dirección ensambladas en el rotor, (6) son usadas como espaciadores. Estas

barras son de idénticas medidas, de modo que las barras de los martillos sean usadas como barras espaciadoras y que éstas pueden cambiarse para trabajar con los martillos.

2. Platos Separadores

Los agujeros en los platos separadores para las barras de los martillos se deforman gradualmente por el continuo movimiento de la barra en el agujero debido a los choques de la carga. Esta deformación sin embargo, no afecta la eficiencia de la máquina y no es de cuidado por varios años.

Estos platos separadores sin embargo, deberán ser revisados como mínimo una vez al año y ser reemplazados o reparados cuando los agujeros tengan una deformación de 1/8 de pulgada.

3. Cambio de Rotor

Con el cambio de martillos, el rotor puede ser removido fuera, al final del bastidor. Remover las tapas finales y las chumaceras, sacando los pernos. En el caso de una máquina con doble rollo alimentador se tiene que hacer el desmontaje del sistema de accionamiento. Al final del rotor completo y los martillos puedan salir fuera de la máquina.

4. Cambio de Rodamientos

Los rodamientos son extraídos por método hidráulico, mediante una bomba hidráulica que es conectada al eje. Aplicando una presión de hasta 3000

POR HORAS	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUALMENTE
			X	
		X		
			X	
			X	
		X		
	X			
			X	

- (recubrimiento duro después de un excesivo desgaste).
- Revisar ajuste de los yunques y martillos (el ajuste de los yunques cuando excede 1/4 de pulgada indica que hay que hacer un mantenimiento).
- Inspeccionar y cambiar la grasa en los acoplamientos flexibles del eje del rotor.
- Inspeccionar el motor de accionamiento y los rollos alimentadores.
- Revisar el sistema de lubricación automático de los rodamientos de los rollos alimentadores lubricados por el sistema TRABON en el Buster.
- Revisar el nivel de aceite en el Fiberizer, rollos alimentador y reductor de velocidad (se requiere aceite SAE -40).
- Inspeccionar y cambiar de grasa en los acoplamientos flexibles del accionamiento y del rollo alimentador del Fiberizer.

7.17- CONDUCTOR N°5

Es un conductor de cadenas de arrastre, que consta de una parte horizontal (6.5 mts. de largo) y una parte inclinada (10.7 mts. de largo, con un ángulo de 42°). El ancho del conductor es de 2.82 mts

7.17.1. Especificaciones Técnicas

- Un motor eléctrico, marca HINZ, de 60 HP, 1465 RPM, 500 V. 65 A, factor de potencia 0.88.
- Una copla Voith N°366.
- Un (1) reductor de velocidad, marca LINK

BELT, 45 HP.

- Un (1) piñón de 13 dientes, paso de 3".
- Una cadena de transmisión RC 240 de 30 eslabones.
- Un (1) piñón templador de 7 dientes.
- Un (1) piñón de 22 dientes, paso de 3".
- Dos chumaceras SN 540.
- Dos piñones de 12 dientes.
- Un eje cabezal.
- Platinas gupias de fe. de 1/2" x 5".
- Dos (2) filas de cadenas 698 de 456 eslabones.
- Dos (2) ruedas guías con rodamientos 6012C y con sus respectivos soportes.
- Treinta (30) arrastradores de madera de 6" x 4" x 2 mts.
- Dos (2) chumaceras corredizas con rodamientos 22222 CK y su respectivo manguito de fijación.
- Un (1) tambor de cola.

7.18- CONDUCTOR N°6

Es un conductor de cadenas de arrastre, que consta de una parte horizontal (5.35 mts. de largo) y una parte inclinada (13.5 mts. de largo, con un ángulo de 36°). El ancho del conductor es de 2.82 mts.

7.18.1. Especificaciones Técnicas

- Un (1) motor eléctrico, marca HINZ, de 60 HP, 1465 RPM, 500 V, 65 A, factor de potencia 0.88.
- Una copla Voith N°366.
- Un reductor de velocidad, marca LINK - BELT, 45 HP.
- Un piñón de 13 dientes, paso 3".

- Una (1) cadena de transmisión RC 240, 28 eslabones paso 3".
- Un piñón de 20 dientes, paso 3".
- Dos (2) chumaceras SD 540, con rodamientos 23140 CK y sus respectivos manguitos de fijación.
- Dos (2) piñones de 12 dientes.
- Un (1) eje de cabezal.
- 40 arrastradores de madera.
- Dos (2) filas, de cadenas de arrastre 648, marca LINK BELT de 520 eslabones.
- Dos soportes para ruedas guías.
- Dos (2) chumaceras corredizas, con templadores y rodamientos 22222 CK y sus respectivos manguitos de fijación.
- Un tambor de cola.

7.18.2. Inspección y Reparación

El reductor de velocidad, marca LINK BELT, modelo ED-2200 de 45 HP, presenta en el tren de engranajes desgaste por fricción y erosión bastante pronunciado, estando al final de su tiempo de vida, para lo cual el aceite que normalmente usa que es MOLUB ALLOY 90 tiene que ser cambiado por un aceite MOLUB ALLOY 140.

El reductor sera reemplazado en cuanto se prepare su base por un reductor, marca LINK BELT, modelo STD, size HT 2000, factor de servicio 1, 43 HP, velocidad de entrada 1465 RPM, velocidad de salida 20.75 RPM, ratio de 70.6.

7.19- FAJA N°7

Es una faja transportadora de caña desfibrada, que tiene una distancia entre centros de 22.2

metros y un ángulo de elevación de 6°, con la horizontal en el sentido de la caña. El ancho de la faja es 1.6 m., su longitud total es de 55 metros, su carga de trabajo es de 30 Kg/cm. la cobertura superior de jebe es de 4 mm. y la cobertura inferior es de 2 mm. El material transportado es caña desfi brada cuya humedad es de 70 a 75%, con una temperatura máxima de 36°C y un peso específico de 300 Kg/cm³. La velocidad de la faja transportadora es de 106 metros/minuto.

La faja es marca Schultz, tipo EP 630/4 (norma Din), de 4 capas, con cubiertas de 4 y 2 mm. - con tejido de poliéster/poliamid, tipo EP 160, con cubiertas lisas de jebe negro calidad "N", resistente a la abrasión, con bordes protegidos. La - máxima tensión recomendada es de 63 N/mm. su peso es de 15.3 Kg/m²

7.19.1. Especificaciones Técnicas

- Un (1) motor eléctrico marca HINZ, 30 HP 1455 RPM. de 500 V, 32 A, factor de potencia 0.88.
- Una (1) pieza copla Voith N°422.
- Un freno hidráulico ELDR0, tipo ED11.
- Un (1) sistema freno de zapatas.
- Un (1) reductor de velocidad, marca WGW, tipo KS4/S0, 56 HP, 1400/56 RPM.
- Una (1) pieza copla EUPEX A 180.
- Dos (2) chumaceras, marca FAG SN 228.
- Un (1) tambor de cabezal de 630 x 1800.
- Dos (2) chumaceras TVN 314, marca SKF.
- Dos (2) chumaceras del contrapeso.
- Cuatro (4) tambores de contrapeso de 300 Ø x 1800.
- Un (1) tambor templador de 500 Ø x 1800
- 72 polines chicos de 134 Ø x 600.

- Polines de 1840 x 140 Ø.
- Polines de 940 x 134 Ø.
- Un (1) limpiador de fajas.

7.20- FAJA N°8

Es una faja transportadora de caña desfibrada cuya distancia entre centros es de 30 metros, con un ángulo de elevación de 15°, la faja es de 1.6 m. de ancho, de una longitud total de 70 m., con una carga de trabajo de 30 Kg/mm. El material transportado es caña desfibrada con una humedad de 70 a 75%, con una temperatura máxima de 36°C y un peso específico de 300 Kg/m³.

La faja se encuentra en mal estado y necesita su cambio total. La faja a ser instalada es de las mismas características y marca utilizada en la Faja N°7.

7.20.1. Especificaciones Técnicas

- Un (1) motor eléctrico, marca HINZ, de 30 HP, 1455 RPM, 500 V, factor de potencia de 0.88.
- Una copla Voith N°422.
- Un sistema hidráulico de freno ELDR0, tipo ED11.
- Un (1) reductor de velocidad WGW de 56 HP, 1400/56 RPM, tipo KS-4.
- Una copla EUPEX - A 180.
- Dos chumaceras FAG, SN 228.
- Un tambor de cabezal de 63 Ø x 1300 mm, revestido con material cerámico.
- Dos (2) chumaceras, marca SKF, tipo TVN 314
- Cuatro (4) tambores de 300 Ø x 1800 mm.
- 105 polines de 134 Ø x 600 mm.
- Seis (6) chumaceras FAG TVN 314.

- Un (1) tambor de cola de 500 Ø x 1800.
- Cuatro chumaceras para el contrapeso.
- Cuatro polines grandes.
- 32 polines medianos.
- Un (1) limpiador fijo de jebe.
- Dos (2) chumaceras corredizas.
- 70 metros de fajas, marca Scholtz, tipo EP-160 según norma DIN EP 630/4.

7.21- CONDUCTOR N°9

Es un conductor de arrastradores de maderas, horizontal, de 12.5 metros de largo, 1.12 metros de ancho, de fierro. Alimenta de caña desfibrada al Difusor, físicamente ubicado encima de la olla del Difusor.

7.21.1. Especificaciones Técnicas

- Un (1) motorreductor, marca BAUER, 30 HP, 1460/41.5 RPM, 500 V, factor de potencia de 0.85.
- Un (1) piñón de 16 dientes, paso de 2".
- Una (1) cadena de transmisión, paso 2".
- Un (1) piñón de 40 dientes, paso de 2
- Un (1) piñón de 40 dientes, paso 3/4 .
- Una (1) bomba WOCRNER, tipo FSH N°118314
- Dos (2) chumaceras, marca SKF, tipo SSN 532.
- Un (1) eje de cabezal.
- Dos (2) juegos de segmentos de 7 dientes paso 6".
- Un limpiador de jebe estático.
- Dos (2) filas de cadenas de arrastre 698.
- 22 arrastradores de madera.
- 2 chumaceras.
- Un motorreductor de 15 HP, 1455/187 RPM.
- Una (1) polea para fajas V, de 5 canales,

247 mm. Ø exterior.

- Una (1) polea para fajas en V, de 5 canales de 512 mm. Ø exterior.
- Un (1) limpiador de jebe.
- Dos (2) líneas guías de fe. de 1/2" x 5".
- Un (1) tambor de cola.
- Dos ruedas guías.
- Dos chumaceras corredizas.

7.22- CONDUCTOR N°10

Es un conductor de arrastre, con arrastres de madera, con una longitud de 15.25 m., con un ancho de 2.352 metros, y un ángulo de elevación de 16° con 10 metros de su longitud con plancha perforada de 1/4" x 4' x 8', con agujeros de 6 mm. dispuesto en tresbolido regular margen de 20 x 30 mm.

Este conductor transporta bagazo húmedo de 85% de humedad en promedio. Alimenta el Molino Pre desaguador N°1.

Este conductor ha sido reparado en su totalidad, en la cual se reparó la estructura de fondo, se cambió las planchas de fondo, platinas líneas guías. Se cambiaron rodamientos en el tambor de cola

7.22.1. Especificaciones Técnicas

- Un (1) motorreductor, marca BAUER de 40 HP, 1470 RPM.
- Un (1) piñón, paso de 3".
- Una cadena de transmisión, marca WHITNEY 240, paso 3", de 38 eslabones.
- Un piñón de 40 dientes, paso 3".
- Dos (2) chumaceras, marca SKF, tipo SSN 532.
- Dos (2) juegos de segmentos de 7 dientes

paso 6".

- Un (1) eje de cabezal.
- Dos (2) cadenas de arrastre 698, paso 6"
-
- Un (1) eje de cola.
- Dos (2) ruedas guías.
- Dos (2) chumaceras corredizas.

7.23- CONDUCTOR N°11

Es un conductor de fierro, con arrastradores de madera, de 11.5 metros de largo, 2.5 mts. de ancho, con un ángulo de elevación de 44°.

Este conductor transporta bagazo con una humedad de 75%.

7.23.1. Especificaciones Técnicas

- Un (1) motor eléctrico, marca HINZ, 40 HP de 1465 RPM.
- Una (1) copla Voith N 366.
- Un (1) reductor de velocidad, marca REDUX KEW 280, 25 HP, 1500/43 RPM.
- Un (1) piñón de 14 dientes, paso 2"
- Una (1) cadena de transmisión RC 160, paso 2".
- Un piñón de 13 dientes, paso de 2"
- Un (1) piñón de 45 dientes, paso de 2".
- Dos (2) chumaceras, marca SKF, tipo SSN 532 para eje de 140 Ø
- Dos (2) juegos de segmentos de 10 dientes, paso 6"
- Un (1) eje de cabezal de 150 Ø.
- arrastradores de madera.
- Un (1) eje de cola con sus respectivas ruedas guías.
- Dos (2) chumaceras corredizas con su respectivo tornillo templador.

7.24- FAJA N°13

Es una faja transportadora de bagazo con una humedad de 54% en promedio, temperatura de 80°C, - un peso específico de 200 Kg/m³, velocidad de la faja es de 106 mts./minuto, carga de trabajo 30 Kg/cm., la longitud total de la faja es de 220 mts., de 1.6 mts. de ancho, con ángulos de 18°, 8°, 0° en su trayectoria. La distancia entre centros de la polea cabezal y cola es de 100 mts.

La faja es marca Scholtz, tipo EP 160, norma DIN EP 630/4, igual que las otras fajas transportadoras.

7.24.1. Especificaciones Técnicas

- Un (1) motor eléctrico, marca HINZ, 60 HP, 1465 RPM.
- Una (1) copla Voith N°422.
- Un reductor de velocidad WGW, 1400/56 RPM, 56 HP, tipo Ks 4/50.
- Una (1) copla Eupex.
- Dos (2) chumaceras, marca FAG SN 228 para eje de 130 mm. Ø
- Un (1) tambor de cabezal de 650 mm. Ø x 1800 mm.
- Un (1) tambor de 325 mm. Ø x 1800 mm.
- Dos (2) chumaceras, marca FAG, tipo TVN 314 para eje de 800 mm. Ø.
- Un (1) limpiador.
- 318 polines de 135 mm. Ø x 600
- Cuatro (4) polines de 140 mm. Ø x 1850mm
- 62 polines de 134 mm. Ø x 940.
- Tres (3) tambores de 315 mm. Ø x 1850 mm.
- Seis (6) chumaceras, marca FAG, tipo TVN 314.
- Dos (2) tambores de 500 mm x 1800.
- Dos (2) chumaceras.

- Dos (2) chumaceras corredizas.
- Un (1) sistema de freno, marca ELDR0, tipo ED11 con motor de 300 W, 5,00 V, con polea y zapata.

7.25- DIFUSOR

Consiste en un recipiente anular de aproximadamente 9 pies de altura, formado por dos (2) cilindros concéntricos, el interior de 9 pies 9.5 pulgadas de radio y el exterior de 35 pies 2 pulgadas de radio. El corredor anular es de 15 pies 5 pulgadas de ancho y es soportado por dentro y por fuera por soportes columna con ruedas guías - (15 interior y 23 exterior) que hacen contacto en un riel circular tanto para el cilindro interior como el cilindro exterior (plano 7.11), los brazos radiales están conectados a un eje central, - el Difusor gira por intermedio del accionamiento de dos (2) plataformas hidráulicas que accionan sucesivamente los 48 brazos rígidos radiales, dispuestos en el cilindro interior y el eje central a intervalos de $7^{\circ}30'$. El fondo del Difusor consiste en una plancha perforada de 6 mm. de espesor y 12 mm. diámetro del agujero.

En el Plano N°7.11, se muestra el corredor anular del Difusor:

- 1) La caña desfibrada que viene del conductor N° 10 es depositada y uniformemente distribuida a lo largo del corredor del Difusor.
- 2) Dos tinas de recirculación de jugo, ocupan 15° de la circunferencia.
- 3) 16 tinas de circulación de jugo, cada una ocupa 15° de circunferencia.
- 4) Una tina para recepción y distribución de jugo de fábrica.

- 5) Una tina de recepción y distribución de la primera extracción de jugo.

En total 20 tinas que ocupan 285° de la circunferencia.

- 6) 3 pares de elevadores verticales (gusanos sin fin) 3 derechos y 3 izquierdos instalados al del corredor del Difusor, los cuales rotan en dirección opuesta y sirven para evacuar el bagazo, una vez finalizado el recorrido de extracción (aproximadamente después de 45 minutos). El bagazo evacuado es transportado por un descargador horizontal (gusano sin fin) hacía el conductor N°10 (ver Plano N°7.11).

- 7) Un determinado comportamiento vacío ocupa 15° separando las paredes de entrada y salida, en medio del ancho lleno de caña desfibrada del corredor del difusor, el propósito de esto es definir la separación entre los puntos de entrada de la caña desfibrada y el bagazo húmedo a ser evacuado por los elevadores.

Bajo el corredor móvil (Fig. 7.11) hay un tanque anular fijo de igual ancho, dividido en 19 tinas para recepcionar el jugo que se percola a través del colchón de caña. El fondo de estas tinas son inclinadas hacia fuera, el jugo es recolectado y removido por igual número de bombas, cuyos jugos retornan al distribuidor a las tinas desplazadas por 30° ó 45° . En el Difusor, la posición de los distribuidores están desplazadas por 32° .

La recirculación de jugo tiene por objeto de:

- a) Llevar la caña a una temperatura conveniente.
- b) Asegurar una buena distribución del encalamiento y hacer una masa homogénea.

- c) Librar algún efecto de enlaqueamiento.
- d) Protegiendo el jugo del Difusor después de que es removido.

Retornar los jugos a la tina 45° adelante tiene tres resultados:

- a) El jugo aplicado al colchón de caña y que es percolado a través de él, es devuelto, dentro de la tina siguiente hasta que cada uno sea colectado.
- b) Por consiguiente, este curso es particularmente dividido entre dos y así disminuyen; por consiguiente el tiempo corto del jugo en el Difusor.
- c) La diferencia de concentración entre la caña desfibrada y el jugo es ligeramente acrecentada.

7.25.1. Especificaciones Técnicas

A.- Elevadores

1. Dos (2) motores eléctricos, marca HINZ 100 HP, 500 V, tipo RD 2805-4.
2. Dos (2) acoplamientos EUPEX-B 200.
3. Dos (2) reductores de velocidad, marca FALK, de 100 PS, 1570 RPM. velocidad de entrada, ratio 115.
4. Dos (2) acoplamientos de 500 mm.
5. Una (1) caja de transmisión del reductor.
6. Seis (6) uniones.
7. Seis (6) elevadores.
8. Seis (6) ejes.
9. Seis (6) chumaceras hechas.
10. Seis (6) chumaceras inferiores con rodamientos N°23032 CK y manguito de fijación H 3032.

tipo, marca ELSA, tipo RK 9/56, 1200 /400 RPM. 3.8 A.

4. Tres (3) poleas de 250 mm. en V.
5. Seis (6) piezas fajas en V, B 37.
6. Dos (2) piezas, fajas en V, A 18.
7. Un (1) acoplamiento Zapex, 200 mm.
8. Un (1) generador eléctrico, KDX 50330 -3000 RPM.
9. Una (1) polea de 150 mm. Ø.
10. Una (1) polea de 200 mm. Ø.
11. Dos (2) plataformas hidráulicas.

F. Sistema Hidráulico de la Compuerta de Esplada del Difusor

1. Un (1) motor eléctrico, marca HINZ, tipo RD 100LA, 3 HP, 500 V.
2. Una (1) bomba de aceite, marca VICKERS modelo V 134U20.
3. Un (1) acoplamiento EUPEX B-110.

G. Bombas de Jugo Circulación (Plano N° 7.11)

1. Dieciséis (16) motores eléctricos, - marca HINZ, tipo RD-160 LN, 20 PS, - 500 V.
2. Dieciséis (16) acoplamientos EUPEX A-140.
3. Dieciséis (16) bombas centrífugas, - marca GOULD, modelo 3189, size 8 x 10 -11, caudal 1600 Galones/minuto, altura de descarga 42 metros, 1450 RPM.

H. Bombas de Jugo de Recirculación

1. Tres (3) motores eléctricos, marca HINZ, tipo RD 2805, de 100 HP, 500V.
2. Tres (3) acoplamientos EUPEX A-200.
3. Tres (3) bombas GOULD de 8

B. Descargador

1. Un (1) motorreductor BAUER, 1450/75 - RPM, 30 HP, 500 V, factor potencia 0.85, 50 Hz.
2. Un (1) acoplamiento EUPEX A 250.
3. Dos (2) rodamientos, marca SKF 22317 C.
4. Un (1) eje descargador.

C. Soportes Ruedas Guías (Plano 7.11)

1. Un (1) soporte rueda guía para rodamiento TIMKEN HH 421246.
2. Una (1) caja soporte de la rueda.
3. Un (1) riel guía circular montado alrededor del Difusor exterior e interior.
4. Una cámara de aceite.
5. Una viga soporte.,
6. Dos soportes de la rueda guía
7. Un resorte regulador de la altura de la rueda.

D. Sistema de Lubricación para Elevadores

1. Un (1) motor eléctrico, marca HINZ, - tipo RD 80, 0.55 KW, 1.1 A.
2. Un (1) acoplamiento EUPEX-B 68.
3. Una (1) bomba de aceite, marca ROPPER modelo 18 K 11/2, serie D 45787-tipo 15
4. Dos (2) filtros de lámina con válvula Smith-Wore Mass 150 WSP-F 400.

E. Sistema Hidráulico del Difusor

1. Un (1) motor eléctrico, marca HINZ, tipo RD 225 M-4, 60 HP, 1465 RPM, 500V.
2. Un (1) acoplamiento EUPEX - A 200.
3. Un variador de velocidad electromagnético

I. Bombas de Jugo de Fábrica

1. Tres (3) motores eléctricos, marca HINZ, tipo RD 3805, 100 HP, 500 V.
2. Tres (3) acoplamientos EUPEX B-180.
3. Tres (3) bombas, marca KSB, tipo KWKS 150-45, caudal $270\text{m}^3/\text{hora}$, altura 50 mts. 1475 RPM.

J. Bombas de Agua de Difusión

1. Dos (2) motores eléctricos, marca HINZ, tipo RD 160 MD, de 15 HP.
2. Dos (2) acoplamientos EUPEX A-140.
3. Dos (2) bombas centrífugas, marca KSB, tipo ETA 100-26K caudal $150\text{m}^3/\text{hora}$, altura 15 mts. 1450 RPM.

7.25.2. Inspección y Reparación

Desde el 9 de Setiembre de 1968 en que el Difusor comenzó a trabajar hasta la fecha, como es lógico los equipos han sufrido desgaste debido a la fricción, abrasión del bagazo. A pesar de ser los elementos en su mayoría de acero inoxidable AISI 304, el desgaste está presente y se manifiesta en:

La Plancha perforada del Difusor (original desde su instalación, de 1/4" espesor) presenta deformación y un desgaste de 2 mm. en su medida inicial (actualmente el espesor es de 4mm.) Así también se tiene que volver a soldar con soldadura Inox BW de 1/8" las uniones con la circunferencia exterior del corredor del Difusor, pues éstas han sufrido desgaste. Necesita cambiar las planchas.

Las paredes laterales del Difusor, tanto

de la circunferencia exterior como interior, son de acero inoxidable SS304 de $3/16''$ de espesor, se encuentran desgastadas y deformadas, presentando una apariencia poligonal por dentro y no circunferencial como debería ser. Necesita ser cambiado en su totalidad las paredes exterior e interior del corrector del Difusor. La plataforma de los elevadores, presenta desgaste y deformación, así como los raspadores de bronce y de fibra. Necesitan cambiarse a la brevedad posible.

Los elevadores, paredes laterales, fundas han sido reparados hasta que se habiliten los repuestos necesarios para su cambio total.

7.26- MOLINO N°1 - PREDESAGUADOR

El bagazo que sale del Difusor tiene aproximadamente 86% de humedad y al pasar por el predesaguador, resulta una humedad de aproximadamente 76-78% (ver Plano N°7.12).

7.26.1. Especificaciones Técnicas

1. Dos (2) motores eléctricos, marca HINZ, tipo RD-200 L-4 de 40 HP, 500 V.
2. Dos (2) coplas Voith, N°366.
3. Dos (2) reductores CAVEX, tipo CCUH 500, 30 HP, 1460 RPM, velocidad de entrada, ratio= 341:1.
4. Dos (2) piñones de 20 dientes, paso de $4\frac{1}{2}''$.
5. Dos (2) piñones templadores de cadena de 10 dientes, paso $4\frac{1}{2}''$.
6. Dos (2) cadenas de transmisión, paso de $4\frac{1}{2}''$.

7. Un (1) piñón de 38 dientes, paso de $4\frac{1}{2}$ "
8. Dos (2) soportes.
9. Dos (2) contrapesos.
10. Un (1) tambor superior.
11. Un tambor inferior, perforado, de acero al carbono, $\frac{5}{8}$ " de espesor, $\frac{5}{8}$ " diámetro del agujero.

7,26.2. Inspección y Reparación

Los reductores CAVEX, presentan desgaste en las coronas y gusanos sin fin de bronce, los cuales han sido recuperados mediante soldadura Citobronce $5/32$ " y asentados con esmeril de disco y lija. Estos elementos están cumpliendo su ciclo de vida, necesitando ser cambiados en una próxima oportunidad, así como sus rodamientos.

La plancha perforada del tambor inferior y planchas laterales, así como ramfla, tuvieron que ser repuestos, ya que las que estaban trabajando, están totalmente corroídas.

Se realizaron las acciones siguientes:

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	HOMBRES	HORAS	HORAS HOMBRES
1. Desmontaje de tambores (superior e inferior) sistema de transmisión.	5	12	60
2. Desmontaje de la plancha perforada, anillos laterales, conos.	5	24	120
3. Montaje del tambor perforado y barra para el carril del torno sistema de transmisión y botonera de control eléctrico.	5	16	80

4. Rectificación de los anillos sopor tes de la plancha perforada.	3	120	360
5. Desmontaje del tambor perforado.	5	8	40
6. Instalación de la plancha perfora- da del tambor inferior, anillos la terales y conos.	5	180	900
7. Instalar ramfla y paredes laterales	5	24	120
8. Montaje de los tambores (superior e inferior), sistema de transmisión pasadizos y plataformas.	6	24	144
TOTAL :			1,824 Hs/homb.

Se consumieron 258 Kgrs. de soldadura:

51 Kg. de soldadura Supercito 3/16".

159 Kg. de soldadura Supercito 5/32"

48 Kg. de soldadura Cellacrd 3/16"

7.27- MOLINO BMA

Constituye el sistema de secado de bagazo uti-
lizado por nuestro Ingenio. Este molino está consti-
tuido por:

1. Una (1) turbina de vapor marca KKK.
2. Un (1) reductor de velocidad, marca FALK.
3. Un (1) reductor de velocidad, marca BMA.
- 4 El molino BMA propiamente dicho.

7.27.1. Turbina de Vapor KKK

Especificaciones Técnicas

- Potencia Normal : 950 HP.
- " Máxima : 1130 HP.
- Número de revoluciones de la turbina, nor-
mal : 7410 RPM.
- Número de revoluciones de salida del re-
ductor normal: 1500 RPM.
- Número de revoluciones del cierre rápido
:1725 RPM.

- Presión del vapor vivo...Normal 30
- Temperatura del vapor vivo.....
.....Normal 400°C.
- Contrapresión del vapor de
escapeNormal 2 ate
- Presión del aceite de dis-
tribución 10 ate.
- Presión del aceite de lu -
bricaciónNormal 1-2 ate.
Mínima 0.5 ate.
- Temperatura del aceite....Normal 45°C.
Máxima 70°C.
- Temperatura de los coji-
netes..... Máxima 95°C.
- Sentido de giro de la turbina visto sobre
el acoplamiento de la máquina accionada:
hacia la derecha

Estructura General (Plano N°7.13)

La turbina, el reductor de engranajes, de-
pósito de aceite es una unidad.

La turbina posee un escalón de presión y -
dos escalones de velocidad. Va equipada -
con una válvula hidráulica de cierre rápi-
do, que interrumpe automáticamente el paso
de vapor a la turbina cuando se sobrepasa
el número de vueltas máximo admisible en -
funcionamiento.

Un cierre de laberinto establece la junta
estanca del eje de la turbina en la caja -
de la turbina.

El reductor de velocidad es de un eslabon,
de dientes helicoidal sencillo. _____

La bancada de la turbina está contraída pa
ra servir como depósito de aceite, así co-
mo para la fijación de todos los dispositi

vos adicionales y del refrigerador de aceite.

Mantenimiento de la Turbina

La turbina debe vigilarse constantemente. Se recomienda especialmente una inspección regular de los dispositivos de seguridad.

1. Una vez por semana, durante el primer mes, después una vez por trimestre.

-Limpiar el filtro de aceite sacando su caja y su cartucho y lavándolos en bencina de tintorerías.

-Evitar hacer limpieza de las láminas con cepillo metálico

2. Después de un mes de funcionamiento, como mínimo una vez por trimestre.

-De encontrar agua en el aceite, debe investigarse la causa de su presencia y eliminarla mientras que el agua tiene que ser sacada mediante un separador.

-Ejecución de un control del dispositivo de cierre rápido:

Hay que aumentar las revoluciones de la turbina hasta aquel punto donde reacciona el aparato de cierre rápido. Este número de revoluciones del cierre rápido nunca debe exceder el 5% en el máximo. Si el regulador del cierre rápido no desengancha puntualmente, tienen que revisarse y controlar todos los aparatos del cierre rápido cerciorándose de su perfecta movilidad.

3..Después de un año de funcionamiento, -

pero por lo menos una vez cada dos años.

-Comprobación de los dispositivos de estanquización y los juegos en los cojinetes.

-Comprobación del mecanismo completo de regulación y cierre rápido.

Estas comprobaciones y el montaje de piezas de repuestos sólo son llevados a cabo por personal especializado de nuestro Ingenio.

Inspección y Reparación

La turbina presenta problemas de regulación de válvulas de toberas y esto se origina por el desgaste de los cilindros de las válvulas de regulación y de los anillos de los pistones. Todo esto y ante el requerimiento de aumento de potencia de la turbina para accionar una pre-prensas deshidratadora montada en la virger del Molino BMA (Proyecto de Inversión), se ha de necesario la adquisición de los elementos siguientes para aumentar la potencia de la turbina de:

Normal : 950 HP a 1,100 HP.

Máxima : 1150 HP a 1,300 HP.

- 1) Un (1) anillo de toberas con 22 toberas.
- 2) Tres (3) segmentos de inversión.
- 3) Tres (3) válvulas de grupo de toberas completas.
- 4) Tres (3) asientos de válvulas, pretorneadas.
- 5) Piezas adversas de tuberías y conexiones roscada.

Después de la modificación se espera las siguientes condiciones de servicio:

Presión de vapor vivo : 31 ate.

Temperatura de vapor vivo: 400 °C.

Presión de vapor de escape: 3 ate.

Número de revoluciones : 1500 RPM.

Cantidad de vapor : 12500 Kg/h.
en caso de potencia de 1300 HP.

Cantidad de vapor : 10,600 Kg/h.
en caso de una potencia 1100.

Habrà que quitar el viejo anillo de toberas y los viejos asientos de válvula de los grupos de toberas. Habrà que soldar el nuevo anillo de toberas y los nuevos asientos de válvulas pretorneadas con soldadura FOX DM0-T1, que es un electrodo fino con 29-38 toneladas de tensión con Hn y 0.5% Mo acerca de alta temperatura de calderas y recipientes de presión, es un electrodo de 2.5 mm. para una corriente de 80 a 110 Amperios, antes de su aplicación se precalienta la carcaza a 70°C.

A continuación habrá que recocer la carcaza de la turbina y retornar los asientos de las válvulas.

7.27.2. Reductor Falk

Especificaciones Técnicas

- Velocidad de entrada : 1500 RPM.
- Relación de velocidad: 21.98
- Velocidad de salida : 68.2 RPM.

- Factor de servicio : 2
- Capacidad : 100 galones de aceite.

7.27.3. Reductor BMA

Especificaciones Técnicas

- Tipo : ED 280 de 2 etapas.
- Potencia : 950 HP.
- n : 67/5.6 RPM.
- Factor de servicio (AGMA) : 2.

Carcaza en ejecución soldada de acero; rodamientos de rodillos; ejes de piñón y bandejas de acero 17Cr NiMo6 endurecidos; cuerpo de las ruedas de fundición de acero GG; ejes de acero C60N y St60 respectivamente; dientes helicoidales dobles, esmerilados; lubricación por medio de un grupo de bomba doble; enfriador de filtro de aceite independiente; tubería interior completa.

- 1 Manómetro
- 1 Termómetro.
- 1 Interruptor de presión.
- 1 Indicador de flujo.
- 1 Termómetro de contacto.

Inspección y Reparación

La chumacera con pestaña partida de 520 mm.Ø de babbitt, del engranaje de salida del reductor, se encontró con fisuras y claras señas de haber soportado temperaturas anormales, el metal antifricción ha tratado de ceder en lugar de dañar o distorsionar el eje y esto se ha comprobado pues se realizó la detección

de fallas mediante equipo de ultrasonido, no encontrándose falla o fisura alguna.

Las condiciones en que se encontró el cojinete, nos animó a investigar el problema y hacer el cambio del material de babbitt y hacer los ajustes convenientes, antes que se presenten mayores problemas que impliquen un mantenimiento más costoso.

Una vez fundido el nuevo material de babbitt de la chumacera, se asienta manualmente hasta tener una tolerancia del agujero de 0.05 mm (por tratarse de un diámetro del eje mayor de 254 mm.10 pulgadas).

Durante el desmontaje se observó que el material antifricción tiene señales de desalineamiento, desgaste desigual, falta de lubricación, desgaste mínimo, fisuras, señal de haber soportado altas temperaturas, de manera que con el nuevo material antifricción tratamos de corregir estas condiciones durante el montaje.

La remoción del revestimiento antifricción viejo, se realizó calentando la superficie interior con un soplete. Se empleó una temperatura baja, tanto como nos fuese posible para evitar la distorsión del apoyo de acero. Se limpia la superficie fundida con un paño limpio que quitará efectivamente todo el metal antifricción, excepto una capa delgada. La superficie debe estar ligeramente dorada o de color pajizo. Antes de emplear el estañado, la superficie es limpiada qui-

micamente y atacaca ligeramente con ácido. Se sumerge todo el casquillo en un limpiador de metales alcalino caliente (180 °F) (82.2°C) hasta que no aparezcan marcas de agua, lo cual indicará una superficie limpia. Después se enjuaga con agua corriente limpia decapar el casquillo en 1 parte de agua y 1 parte de ácido muriático a 160°F (71.1°C) durante 5 minutos o hasta que la superficie tenga un acabado mate final. Se retira del ácido y se enjuaga con agua clara. Sumérjase el casquillo en fundente de sodio y manténgase por encima de 150°F (65.56°C) Se retira del fundente y se sumerge al casquillo en estaño puro fundido a 550°F (287.78°C). Se dejan los casquillos, el tiempo suficiente para que se aproximan a la temperatura del estaño. El tiempo requerido para esto dependerá de la masa de metal presente.

Para hacer el vaciado del babbitt, se retira el casquillo del baño de estaño y se coloca el núcleo y las placas de los extremos calentados. Se vacía inmediatamente el babbitt caliente (700 a 800 °F) (371.11 a 426.67°C) en el espacio anular entre el casquillo y el núcleo.

Se vierte suficiente metal para llenar el espacio. Esto evitará laminación y segregación. Es conveniente enfriar el casquillo rápidamente con agua aplicada por el lado del fondo tan pronto como se haya solidificado el metal antifricción, el conjunto puede ser enfriado completamen-

te y separado.

Luego se determinarán las dimensiones a las que se debe maquinar el cojinete - comprobando el tamaño del gorrón y asegurándose de que su condición sea satisfactoria. Se realiza el maquinado y ranurado conveniente de acuerdo a la tolerancia especificada.

El corte final se realizó de suerte que se obtenga el mejor acabado posible.

7.27.4. Molino BMA (Plano N°7.14)

1. Descripción de un Estación de Molinos

Debido a su forma de construcción robusta y sencilla los Molinos BMA de cojinetes de fricción ocupan una posición particular entre los molinos de caña de azúcar. Ellos están equipados con las conocidas vírgenes Rousselot, de acero fundido, sin perno real, y poseen una forma favorable desde el punto de vista de la resistencia, debido a su construcción de un triángulo abierto con las tapas laterales y los cabezales hidráulicos. Las tapas y los cabezales están unidos con las vírgenes por medio de bulones de tensión.

Se ha atribuído gran valor a una forma la construcción de superficies lisas, de manera que los molinos son fáciles de limpiar y no se ensucian. Todas las partes deslizantes del molino están equipadas con casquillos de bronce y piedras de bronce, a fin de evitar el agarrotamiento por oxida -

ción y la corrosión .

Las vírgenes, Pos 1) vienen completas, con el cabezal hidráulico, las dos tapas laterales y las cuatro cuñas de ajuste, las cuales están enroscadas en las vírgenes por medio de sendos tornillos cilíndricos, los bulones de 190 mm. de diámetro sirven de elemento de unión entre las vírgenes, el cabezal hidráulico y las tapas laterales. Ellos están calculados para que puedan resistir las cargas máximas resultantes por la maza superior, en diferentes direcciones.

Por medio de un disco atornillado a la virgen cada uno de los 24 bulones están asegurados contra el deslizamiento hacia afuera de los casquillos de bronce metidos a presión en las vírgenes.

A las dos mazas superiores Pos. 2) están montados los cuatro cojinetes superiores . Pos.5, completos con el medio casquillo de bronce y los bulones de guía.

Las dos mazas delanteras Pos. 3) y las dos mazas traseras Pos. 4) están unidas por tornillos con los cuatro cojinetes delanteros Pos. 6) y los cuatro cojinetes traseros Pos. 7) y 8).

Las dos cuchillas tornabagazo Pos. 9) con sus bases vienen completas, para ser montadas en los nolinós. Ellas sirven para el deslizamiento del colchón de bagazo desde la maza delantera a la maza trasera. Al lado exte -

rior de las vírgenes se halla un dispositivo de ajuste para el apriete de las cuchillas tornabagazo a las mazas delanteras.

Los cuatro cubre-ruedas Pos.13) están montados a los lados exteriores del Molino. Ellos protegen las ruedas de acoplamiento contra la penetración de cuerpos extraños, que pudieran perjudicar los dientes de las ruedas .

La parte inferior de los cubre ruedas sirve de depósito de aceite. Para la lubricación se utiliza un aceite que forma una película uniforme sobre los flancos de los dientes de las ruedas de acoplamiento.

Las tinas del jugo, Pos. 11 y 12) están atornilladas entre las vírgenes y los travesaños. En ellas se acumula todo el jugo exprimido por los molinos. Por dentro de un tubo de salida, del jugo fluye a la bomba que sirve para el transporte del jugo a la fábrica.

El acoplamiento de cubos, Pos. 10, se compone de dos manguitos de acoplamiento, en fundición gris, y de una pieza intermedia de un material de alta calidad. Este acoplamiento transmite el momento de giro (fuerza de accionamiento) desde el engranaje al Molino.

El rastrillo para la maza superior, Pos. 14) está montado a los dos cojinetes superiores. Este rastrillo, cargado por resortes, posee el ranurado

de la maza superior y sirve para limpiar dicha maza del bagazo adherente, A través de una canaleta de salida Pos. 15) , con rastrillo montado, cargado por resorte, la caña prensada es conducida a un conductor.

En las Pos. 16 y 17) figuran las tuberías del agua refrigerante y del lubricante.

Para cada Molino se ha previsto una bomba de engrase con 16 salidas.

Nuestras experiencias de muchos años en el sector de la caña azucarera han dado a reconocer, que el aumentar el tamaño de los Molinos, aumentan también las dificultades en el ajuste de las cuñas en los molinos. Para el Molino de 1,120 x 2,240 mm. se ha previsto de un dispositivo para el ajuste de las cuñas. Con ayuda de un engranaje de quita y pon, rodando sobre un brazo de apoyo, este dispositivo permite el rápido ajuste de las cuñas a través de un husillo.

Debido a la relación de reducción de 18:1 en el engranaje, el esfuerzo necesario es pequeño para el giro de la tapa de bayoneta. Después de esto, los dos tornillos anulares son atornillados en la tapa de bayoneta que a continuación es girada por 45° por medio de una palanca, y descolgada con la grúa. Asimismo, se descuelga con la grúa el pistón a través de un tornillo anular

Soltados los 3 tornillos hexagonales,

parte 34 en el troquel, se puede cambiar el anillo ranurado por el anillo de soporte. La lente de presión, parte 6, es suspendida libremente al troquel, con un casquillo distanciador. En vacío del Molino, el pistón hidráulico se mueve con el troquel al escalón inferior del cabezal hidráulico. La capa de aire entre el cojinete superior y la lente debe ser de 0.5 a 1 mm.

Los cojinetes superiores de las mazas superiores se mueven en el castillejo entre las placas deslizantes, parte 15, atornilladas al castillejo con tornillos avellanados. Estas placas requieren una mantención cuidadosa y deben ser sustituidas en el caso de desgaste.

2. Ajuste de la Distancia entre los Rodillos

Para un mejor ajuste de la distancia, se encuentra en las cuñas de ajuste del rodillo inferior, una escala. En el soporte de esta escala se encuentra un punto fijo, marcado por una flecha, el desplazamiento de la cuña de ajuste en una división significa 1 mm. de alteración de la distancia.

3. Castillejos Completos

Los castillejos del molino, parte 1, son suministrados completos con las chapaletas laterales, parte 2, y los cabezales hidráulicos, parte 3, con

todo el equipo necesario para el montaje

Antes del montaje en la fundación preparada, todas las piezas deben ser limpiadas y revisadas para evitar daños de toda clase.

Los castillejos de molinos son colocados separados en placas de base construída de piezas de revestimiento de aproximadamente 130 mm. de altura, atornillados con los dos cabezales y, por medio de los tacos reguladores, ajustados a las dimensiones de montaje. Después de esto, los castillejos deben ser nuevamente revestidos de chapa

Montados los castillejos, las anclas de fundación, parte 14, y las placas de fundación, parte 9, son suspendidas y atornilladas ligeramente. Los taladros de fundación deben ser llenados de arena, para que, al hormigonar no entre hormigón en los taladros.

Las anclas están construídas como tornillos de dilatación que, durante la zafra, deben ser reapretados de vez en cuando. En el cabezal hidráulico se encuentran el cierre de bayoneta, parte 10, el casquillo de bronce, medido a presión, parte 17, así como el pistón, parte 13, y la lente, parte 6 la carga hidráulica a la maza superior.

Como dispositivo de obturación para el aceite hidráulico quedan previstos un anillo ranurado de material sinté-

tico, altamente desgastable, parte 24, un anillo de soporte, parte 25 y un anillo de cuerda redonda, parte 26.

4. Desmontaje del Cabezal Hidráulico

Después del desmontaje del acumulador hidráulico, Edwards, atornillado directamente en el cierre de bayoneta, el cabezal hidráulico es desmontado como sigue.

Se saca los cuatro tornillos anulares M 36, y se desmonta la tapa de cierre, de dos piezas, parte 22, que evita un movimiento.

Para el montaje y desmontaje de las ruedas de acoplamiento, de los bulones y del casquillo hidráulico se ha previsto un dispositivo especial de desmontaje

Para la fijación de las botellas hidráulicas y para el montaje de los indicadores de posición de las mazas superiores se ha montado sobre el cabezal hidráulico el apoyo Pos. 18. El rendimiento en jugo azucarado depende en alto grado de la presión ejercida por la maza superior sobre el colchón de caña pasando por el molino. Al objeto de lograr un máximo de fuerza (presión ejercida por la maza superior) el Molino está equipado con un sistema hidráulico marca Edwardas.

Antes del montaje de los molinos deben desmontarse y limpiarse todas aquellas partes de la instalación que han sido compuestas con el fin de eco

nomizar espacio en la bodega del buque. Deben controlarse exactamente las perforaciones, los casquillos de bronce y los puntos de deslizamiento de los cojinetes, en cuanto a posibles daños ocurridos durante el transporte o embarque.

En caso que resulte que se hayan producido daños inadmisibles en vista del funcionamiento de los molinos, ellos deberán avisar a la respectiva compañía de seguros. De la BMA se deberá pedir que reponga las partes dañadas.

5. Montaje

Las diversas vírgenes se colocan sobre bases de trozos de chapa o perfiles, sobre la fundación fraguada, antes preparada. Estas bases deben tener una altura de unos 130 mm. Después, atornillar los travesaños y poner debajo los tacos de regulación del Molino (4 tacos por cada virgen) Medir con ayuda de un instrumento de nivelación la exacta posición del molino en sentido vertical y horizontal y regularla mediante los tacos de regulación

Después de la nivelación puede montarse el Molino completo con la maza superior, delantera y trasera, con la tina del jugo, los Messchaerts, el cabezal hidráulico y las tapas laterales. La diferencia vertical de 20mm. entre el eje de la maza supe -

rior y el eje de salida del engranaje queda compensada por la elaboración de unas 5,800 toneladas diarias. Así la maza superior, el acoplamiento de cubos y el eje del engranaje están al mismo nivel.

Después de un nuevo control de las medidas del montaje enlechar todo el molino en un lecho de hormigón fluído. Una vez fraguado el hormigón, puede hacerse los últimos trabajos del montaje del molino. (tuberías del agua refrigerante y del lubricante, cubreruedas de las ruedas de acoplamiento, pasarela y enganche de los conductores intermedios, colocación de las tuberías hidráulicas y fijación de las botellas del sistema hidráulico Edwards con el indicador de la posición de la maza superior)

6. Marcha de Ensayo

Para la primera marcha de ensayo llenar las bombas de engrase con un aceite espeso y llenar los cojinetes con aceite mediante las bombas accionadas a mano.

Engrasar todos los puntos de engrase de todo el molino, revisar los engranajes de acuerdo con las instrucciones de servicio, y hacerlos listos para el funcionamiento.

Controlar la turbina de acuerdo con las instrucciones de montaje y arranque adjuntas, así como revisar el equipo eléctrico para el armario y el

pupitre de mando.

Simultáneamente con la marcha de ensayo son esmerilados las cuchillas tornabagazo y los rastrillos de las mazas superiores y trasera. Para el esmerilado se utiliza una mezcla de aceite y arena.

Durante la marcha de ensayo controlar todas las funciones del molino y de los engranajes.

Después del control de las anchuras de abertura y del sistema hidráulico las botellas hidráulicas son llevadas a la presión prescrita (ver las instrucciones de servicio de la Casa Edwards).

CAPITULO VIII

LUBRICACION

8.1- GENERALIDADES

En nuestro Ingenio los equipos trabajan bajo severas condiciones de operación en una atmósfera que propicia la corrosión y herrumbe por el alto contenido de humedad. Esta situación provoca constantes problemas en el mantenimiento de nuestros equipos y que pueden reducirse significativamente mediante una lubricación adecuada.

En este capítulo presentamos algunos aspectos teóricos que nos permitirá seleccionar adecuadamente los lubricantes idóneos para cada tipo de servicio.

El Molino BMA, además de trabajar en ambiente húmedo opera bajo esfuerzos muy grandes que en algunos casos llegan a ser más de 200 Kg/cm^2 ($3,000 \text{ lb/pulg}^2$). De no utilizarse el lubricante adecuado en las chumaceras de bronce de las mazas, se presentan temperaturas excesivas y desgastes costosos, debido a que en algunas acciones los metales de las maza superiores se incrustan en sus guías o espejos, entorpeciendo así el libre movimiento de las mazas y por consiguiente deformando el gradiente de presiones sobre el colchón de caña, lo que provoca una extracción irregular de guarapo y la destrucción de las chumaceras de bronce.

Una lubricación adecuada, constante y sistemática de las chumaceras evita la corrosión y la erosión de las partes vitales de las máquinas, es decir protege a las chumaceras del deterioro de las superficies metálicas mediante la formación de una película de aceite, así mismo la correcta lubricación en las chumaceras de bronce de las mazas per-

mite el libre movimiento de éstas asegurando presiones uniforme y como consecuencia una mayor extracción de jugo y un bagazo más seco, es decir mayor rendimiento del proceso y una mayor vida útil del equipo, asimismo nos permite una molienda continua con menores gastos de mantenimiento y menos tiempo perdido.

Una de las principales causas de paradas imprevistas de nuestras máquinas es debido a la deficiente lubricación, en donde como consecuencia la fricción es más excesiva entre las piezas móviles originándose un calentamiento y desgaste, obligándonos a sustituir chumaceras de bronce y otras piezas con mayor frecuencia.

En la Industria Azucarera, utilizamos dos sistemas de lubricación:

En el sistema de lubricación a toda pérdida, el lubricante cumple su función y no se vuelve a utilizar en la mayoría de los casos se desecha por el drenaje. Ejemplo: la lubricación de las chumaceras de bronce del Molino BMA.

En el sistema de lubricación por recirculación, el lubricante se inyecta a las chumaceras y se recoge en un depósito para luego ser bombeado nuevamente a las chumaceras. Ejemplo: la lubricación de las chumaceras del Buster y Fiberizer. El lubricante en este sistema es reemplazado cuando sus propiedades más específicas se han visto disminuidas por debajo del límite permisible.

El cambio de lubricante lo realizamos de acuerdo a un programa de Mantenimiento Preventivo en el que periódicamente se verifiquen las propiedades del lubricante usado.

8.2- ASPECTOS TEORICOS

La reducción de la fricción en las máquinas es de vital importancia, ya que además de obtener un ahorro de energía se tiene una disminución de los gastos de mantenimiento y un aumento de la vida útil de la máquina.

8.2.1. Tipos de Fricción :

De acuerdo al origen de la fricción, en la práctica se distinguen dos tipos de fricción: interna y externa.

Se denomina fricción externa (rozamiento) al surgimiento de fuerzas tangenciales, precisamente en las superficies de contacto de dos cuerpos, las cuales se oponen al desplazamiento libre relativo entre ellos.

Por fricción interna (viscosidad) se conoce al surgimiento de fuerzas tangenciales que evitan y frenan el movimiento de partículas de líquido o gas entre si mismas.

8.2.1.1. Fricción Externa y Rozamiento Seco

En el movimiento de una placa sobre otra superficie plana surgen fuerzas tangenciales y al pretender desplazar esta placa, se requiere vencer una fuerza límite, es decir la fuerza tangencial de rozamiento inicial F_o . Esta fuerza es proporcional a la fuerza de presión normal o de reacción N y al coeficiente estático de rozamiento f_o el cual se determina experimentalmente y depende del material de los cuerpos, así como el estado de las superficies.

$$F_o = f_o N$$

La expresión anterior determina los siguientes caracteres:

- a) El coeficiente f_0 , se considera constante en un determinado rango de velocidad y de carga, es a adimensional
- b) La fuerza F_0 está dirigida en sentido opuesto al desplazamiento
- c) En algunos casos, el coeficiente de rozamiento es mayor en estado de reposo, que en movimiento.
- d) La fuerza de rozamiento puede disminuir con el aumento de la velocidad.
- e) La fuerza de rozamiento aumenta con la prolongación del tiempo de contacto en reposo.
Este tipo de rozamiento está caracterizado, por el coeficiente de fricción f_0 , el cual nos determina las pérdidas de energía debidas al rozamiento.

La naturaleza del rozamiento radica en la adherencia y/o enganchamiento de las asperezas, de las superficies de contacto imposibles de eliminar, aún con acabados de alta calidad.

La aspereza de la superficie origina que la carga se distribuya irrregularmente por las superficies portantes y sólo las partes más sobresalientes están en contacto; por consiguiente el área real de contacto es quizás mil veces menor

que el área supuesta, de ahí las grandes presiones locales y el calor que surge como resultado del deslizamiento relativo de las superficies rebandezcan las salientes y aumenten la adherencia de las superficies de contacto aumentando así los esfuerzos de rozamiento

Tenemos dos tipos de rozamiento externo en las máquinas:

- Rozamiento de traslación o deslizamiento (Fig. 8.1)
- Rozamiento de contacto o rotación (Fig. 8.2)

El rozamiento de traslación es aquel en el que dos (2) superficies planas se deslizan entre sí, en el cual la fuerza de rozamiento inicial es mayor que la fuerza de rozamiento en movimiento.

En la Fig. 8.1 se tiene:

$$F = f_o N$$

$$f_o = \frac{F}{N} = \text{Tg} \varnothing$$

$$f_o = \text{Tg}$$

Donde:

N Normal

F Fuerza de fricción.

f_o Coeficiente de rozamiento.

\varnothing Angulo entre R y N.

Fuerza resultante $\bar{R} = \bar{F} + N$

En la rotación de una flecha sobre

sus soportes, se tiene rozamientos de traslación curvo.

Por ser en la industria azucarera de singular interés, analizaremos el rozamiento por desplazamiento de superficie curvas.

El análisis consiste en cuantificar el valor del coeficiente de fricción de acuerdo con la definición de rozamiento el coeficiente f_0 es igual a la relación de la fuerza de fricción entre la normal, por lo que f_0 es también igual a la tangente del ángulo \emptyset comprendido entre la resultante y la normal.

En la Fig. 8.2 se tiene:

M Movimiento rotacional = $P \times L$

L Radio del círculo de rozamiento

Mr Momento de rozamiento = $F \times r$

r Radio de la flecha.

$$N = R \cos$$

$$Mr = R \cdot r = R \cdot L$$

$$\text{Pero } F = f \cdot N$$

$$Mr = f \cdot Nr = R \cdot L$$

$$\text{Pero } R = N / \cos \emptyset$$

$$Mr = fNr = \frac{N \cdot L}{\cos \emptyset}$$

Pero :

$$f = \text{Tg.}$$

$$\text{Tg } \emptyset = L/r \cos$$

$$\dots - r \text{ sen}$$

Para ángulos de rozamiento pequeños

$$= \text{Tg} = f$$

Es decir $L = r.f.$

Entonces $f = L/r$

El rozamiento de contacto o rodación se presenta cuando una flecha rueda sobre una superficie y la sección de contacto cambia en cada momento. Este tipo de rozamiento es considerablemente menor a la fricción por deslizamiento. El rodamiento de una superficie curvilínea va acompañado de cierta resistencia con la particularidad de que ésta depende de las propiedades elásticas de los materiales de ambas superficies de contacto, además del peso de los cuerpos y de la curvatura.

En este proceso, el rozamiento va acompañado con la deformación.

Como puede verse en la Fig. 3.3, la distribución de las presiones transcurre de acuerdo con la ley de la elipse, cuando está en reposo, en tanto que cuando se pone en movimiento la ley se modifica, debido a que la normal N resultante de todas las tensiones se desplaza hacia adelante en un brazo de rodamiento K , surgiendo entonces un momento de rozamiento con el brazo designado al que hay que vencer si se quiere tener un movimiento acelerado.

Analizando la correlación de fuerzas en un cilindro rodante [Fig. -

8.4), en estado de equilibrio en el que el movimiento de rozamiento M_f es igual al momento de rodación M_r , siendo Q el peso del cuerpo.

$$M_r = M_f$$

$$M_r = Q \cdot K$$

$$M_f = P \cdot r$$

$$P = \frac{Q \cdot K}{r} \dots\dots\dots(a)$$

En estado de equilibrio la fuerza P es igual a la fuerza de rozamiento por rodaje. $P = F_o$

Considerando $\dots\dots\dots F_o = 0 \text{ f}$

Despejando y sustituyendo en a

$$P = \frac{F_o}{f} \cdot \frac{K}{r}$$

Si: $P = F_o$

Entonces:

$$f = \frac{K}{r}$$

El coeficiente de rozamiento es igual a la relación entre el brazo de rodamiento y el radio de cilindro, expresándose la fuerza F_o como:

$$F_o = \frac{K}{r} \text{ N}$$

8.2.1.2. Fricción Interna o Viscosidad

(Fig. 8.5)

Es una propiedad de los fluidos y se define como la resistencia que presenta un fluido a deformarse bajo la acción de esfuerzos cortan -

tes o tangenciales, es decir, es la resistencia a fluir. Esta propiedad está interpretada por el principio de Newton definida para flujos ordenados en que el fluido se mueve por capas paralelas. Newton estableció que si entre dos superficies sólidas planas, se coloca una película de fluido de un espesor dado y sobre la placa superior de área (A) actúa una fuerza tangencial constante F, ésta se desplazará paralela a la placa fija, a la velocidad V_0 y la capa de líquido en contacto se moverá a la misma velocidad de la placa móvil V.

La capa adherida a la placa fija tendrá una velocidad igual a cero, es decir esta capa no tiene movimiento y si se representa la variación de las velocidades a lo largo de la normal, obtendremos una curva de distribución de las velocidades de tipo parabólico. La tensión tangencial es proporcional al gradiente de velocidades, en dirección normal a la intercara y ésta proporcionalidad está dada por un coeficiente característico del fluido denominado viscosidad dinámica.

En conclusión la fuerza de fricción es proporcional al área de la placa móvil y al gradiente de la velocidad normal y a un coefi-

coefficiente (μ) de viscosidad absoluta o viscosidad dinámica.

$$F = A \cdot \mu \cdot \frac{dv}{ds}$$

UNIDADES

El coeficiente dinámico de viscosidad (μ) utiliza la ecuación dimensional FTL^{-2} , por consiguiente utilizamos unidades:

- POISE: que corresponde a $\text{dina} = \text{seg}/\text{cm}^2$
- CENTIPOISE

Este coeficiente caracteriza la deformación del fluido bajo la acción de fuerzas tangenciales.

Es un sólido el valor de (μ) es infinito porque los cuerpos sólidos son capaces de resistir el esfuerzo cortante sin deformarse, en cambio para un fluido ideal no viscoso el valor de (μ) será cero.

En la práctica se usa más la viscosidad cinemática (ν).

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\text{viscosidad dinámica}}{\text{densidad del fluido.}}$$

Utiliza la ecuación dimensional $L^2 T^{-1}$, la unidad más común es el Stoke, que equivale a un centímetro cuadrado por segundo. La unidad más usada es el CENTISTOKE.

La viscosidad en un fluido generalmente varía al cambiar las condiciones de presión y temperatura

MEDICION DE LA VISCOSIDAD

Se realizan con los viscosímetros los cuales se basan en la medición de la fluidez a través de un orificio o tubo capilar a una temperatura dada.

Entre los viscosímetros más utilizados se encuentran el de Saybolt el de Red Wood, el de Engler, el cinemático y otros.

Por comodidad la viscosidad suele medirse por medio de grados (grados Saybolt, universal, grados Saybolt Furol, grados Red Wood, grados Engler).

Las unidades de viscosidad más conocidas actualmente son:

- Segundos Saybolt Universal.
- Segundos Furol.
- Centistokes.
- Grados Engler.

También usamos en forma general la clasificación SAE con número, que establece el rango viscosidad en segundos Saybolt Universal

8.2.2. Tipos de Rozamiento

La presencia de una película delgada de fluido entre dos (2) paredes que se mueven entre sí relativamente, no elimina la fricción, sino que cambia su esencia de fricción externa a fricción interna, ya que los fluidos existen fuerzas de fricción internas debido a la viscosidad; sin embargo, éstas son considerablemente menores a las de fric

ción externa, a este cambio lo llamaremos LUBRICACION y el fluído que forma la película entre las superficies lo llamaremos LUBRICANTE.

En la práctica tenemos una combinación de los dos (2) rozamientos. Este es el rozamiento de dos (2) superficies en las que se mueve una con respecto a otra, separadas por una delgada capa de lubricante, es decir nos encontramos con un ROZAMIENTO MIXTO.

A continuación presentamos cuatro (4) formas diferentes de este tipo de rozamiento.

8.2.2.1. Rozamiento Seco (Plano N°8.6-A)

El rozamiento seco o externo lo explicamos anteriormente con detalle y consiste en el deslizamiento relativo entre dos (2) superficies sólidas en donde la rugosidad de las superficies no permiten su libre deslizamiento, ya que los picos y los valles de las superficies se entrelazan.

8.2.2.2. Rozamiento Semi-Seco (Lubricado) (Plano N°8.6-B)

La capa de lubricante es bien delgada no alcanza a cubrir totalmente las irregularidades de la superficie, es decir no alcanza a cubrir los picos más altos de la rugosidad y sólo se tienen películas intermedias.

Debido a que la película de la capa es extraordinariamente delgada

(del orden de algunos amstrongs) el coeficiente de rozamiento es considerablemente menor que el rozamiento seco o exterior.

8.2.2.3. Rozamiento Húmedo o Semi-Líquido (Plano N°8.6-C)

En este tipo de rozamiento se tiene una capa de lubricante muy delgada (de 0.1 a 0.5 micras de espesor) creando una película delgada pero continua y resistente sobre las superficies duras y cubriendo prácticamente las crestas de las asperezas para proteger en forma apreciable las superficies.

Este tipo de fricción se pone de manifiesto la oleosidad o untosidad de la capa o película.

Esta película es mono o multi-molecular. El proceso de disminución de la fricción se basa en lo siguiente: transportar total o parcialmente la superficie móvil sobre la fija y reducir o proteger las superficies de adhesión molecular por medio de las moléculas de aceite.

La untosidad u oleosidad no sólo depende de la calidad del mismo aceite, sino también del metal capaz de interaccionarse con el fluido. Este rozamiento tiene en cuenta la adherencia mutua, por lo tanto en este caso hay posibilidades de desgaste, el coeficiente de rozamiento

zamiento en estos casos alcanza hasta 0.1 y mas, no obstante su uso es muy amplio por ser especificas de diseño, carga, velocidad, y siendo de gran importancia su bajo costo de instalación y operación.

Ejemplo: se utiliza en los sistemas de lubricación de capa de gotera en las barras de dirección de las plataformas hidráulicas del Difusor. También se usa en sistemas de lubricación de capa grasera, de lubricador mecánico, etc.

8.2.2.4. Rozamiento Líquido o Lubricado (Plano N°8.6-D)

Esta fricción se presenta cuando dos superficies están separadas por una capa suficientemente gruesa de líquido (lubricante), de tal forma que las crestas de las asperezas no tengan contacto entre sí, para este caso se puede llegar a obtener un coeficiente de fricción (f) tal que su valor sea la relación de la fuerza de fricción con la fuerza normal N

$$f = \frac{F}{N}$$

Esta ecuación nos define una dependencia de tipo lineal y ésta sólo se observa en ciertos rangos de carga y velocidad, por lo que es necesario tener cuidado en la selección del coeficiente correspondiente. En resumen los tipos de fricción -

con capa lubricante pueden ser tres (3):

Semi-seco, húmedo y líquido. El clasificarlo en uno u otro dependerá del régimen de lubricación.

Este régimen puede ser representado por una dependencia entre el coeficiente de fricción (f) y el coeficiente de dimensión λ .

$$\lambda = \mu \cdot V$$

Coeficiente dinámico de viscosidad de la capa.

V Velocidad de desplazamiento.

P Fuerza de presión.

Esta expresión fue propuesta por Geric-Shtribeken para lubricación isotérmica.

La intersección de la curva $f = f(\lambda)$ con el eje de las ordenadas F en el punto A, nos da F_0 , que es el valor del coeficiente estático de fricción. Para valores pequeños de F el coeficiente de fricción prácticamente se conserva constante (sección AB) después se observa una reducción brusca, que corresponde al paso de fricción externa o sea a fricción semi-seca, la sección BC indica el paso a la fricción húmeda o semi-líquida, posteriormente se observa que el coeficiente empieza a incrementarse (sección CD) la cual corresponde a un régimen de fricción líquida o interna.

Se ha demostrado que después del rompimiento de la capa hidrodinámica, existe una zona intermedia que lleva consigo una capa de lubricante, la cual aparece entre las superficies duras elásticamente deformadas.

La principal influencia en esa capa resulta el cambio de viscosidad al triple o cúadruple, debido a la presión y al módulo de elasticidad de los cuerpos.

A este régimen de lubricación se le denomina lubricación elástica hidrodinámica o viscoso-elástica en la cual las propiedades anti-fricción de los materiales y del lubricante tienen una importancia secundaria. Este tipo de lubricación tenemos en las chumaceras del Molino BMA. Solamente después de la distribución de la capa elástica-hidrodinámica surge la fricción semi-líquida.

La lubricación líquida puede crearse por dos métodos: el hidrodinámico y el hidrostático.

El hidrodinámico consiste en formar arbitrariamente una capa de lubricante capaz de levantar y separar las superficies deslizamiento por medio de una cuña hidráulica sin suministrar presiones externas. Este tipo se utiliza más por su sencillez y bajo costo.

El efecto hidrostático surge como resultado del suministro de fluido a presión por medios externos. En la lubricación hidrostática el gradiente de presiones necesario en la cavidad, se logra por medio de bombeo de lubricante con bombas de alta presión, en el huelgo ó la cavidad surge un flujo con perfil de velocidades por la que el movimiento relativo entre las superficies no es obligatorio, es decir la capa de lubricante en este caso existe aún cuando no haya movimiento relativo, a diferencia del hidrodinámico.

8.3- LUBRICACION DE LOS EQUIPOS

Los equipos instalados en el Dpto. de Lavaderos y Difusión son muy variados y en general trabajan en condiciones severas tanto por las características de molienda como por el medio ambiente (altas presiones, altas temperaturas, humedad, operación continua, etc).

Los equipos mas importantes que integran nuestra planta son:

- Grúas hilo.
- Conductores de arrastre.
- Machetes.
- Desfibradores de caña (Buster y Fiberizer).
- Fajas Transportadoras.
- Difusor.
- Elevadores.
- Turbinas de vapor.
- Molino BMA.

- Motores eléctricos.
- Reductores.
- Sistemas hidráulicos.

La lubricación constituye el factor más importante para su funcionamiento continuo y alta confiabilidad de las máquinas como en el caso específico de los equipos que a continuación se mencionan.

8.3.1. Molino BMA

La eficiencia de la lubricación de las chumaceras de los molinos ejerce una influencia directa sobre el funcionamiento de todo el ingenio de ahí su gran importancia.

Los factores principales que afectan la eficiencia de lubricación de estas chumaceras son: la calidad del lubricante, el sistema de lubricación, el sistema de protección de las chumaceras para evitar la entrada de jugos de bagazo, el sistema de enfriamiento de las chumaceras y las dimensiones y posición de las ranuras, es decir, de su geometría.

Entre las propiedades físico-químico del lubricante destacan: la de mantener la viscosidad requerida a las temperaturas de operación, para garantizar el espesor de película adecuado en los intersticios minimizando su fuga. Alta resistencia de película de tal forma que altas presiones ejercidas por las mazas sobre las chumaceras no rompan la película de lubricante formado.

Repelencia al agua para que el lubricante no sea lavado por el guarapo.

La resistencia de la película representa la capacidad de carga y está relacionada con la viscosidad del lubricante aunque se

ve limitada por la capacidad de presión del sistema de lubricación.

Cuando se requiere aplicar presiones mayores a las mazas y el sistema lo permite, es necesario usar lubricantes de mayor viscosidad reforzados con aditivos de presión extrema, ya que en caso contrario la película de lubricante puede desaparecer, lo que provocaría sobrecalentamiento, desgastes o agarrotamiento de las chumaceras.

Los sistemas modernos de lubricación entregan un bajo volumen de aceite por ciclo de lubricación y pueden soportar presiones hasta de 5,000 lb/pulg², con lubricantes de alta velocidad especialmente formulados para molinos de la industria azucarera.

Estos equipos modernos permiten una alta extracción de sacarosa y un menor consumo de lubricante, manteniendo las chumaceras en condición menos adversa, la que repercute en una prolongación de la vida útil de los broncees. Cuando la lubricación es adecuada, se ha comprobado que los broncees pueden usarse durante varios períodos sin necesidad de mantenimiento, excepto la limpieza y la inspección.

En las chumaceras de la maza superior (Plano N°8.7) la posición de las ranuras es muy importante, debido a que permite la lubricación, sin que se proyecte la cuña de aceite hacia adelante. La posición de la ranura en nuestras chumaceras de bronce se localizan a 60-70 grados de la horizontal de acuerdo al sentido de la rotación, esto es debido a que parte de la chumacera detrás

de la ranura actúa como sello en el collarín.

Hay que asegurar que las chumaceras de la maza superior del molino sean debidamente lubricadas en las superficies de deslizamiento vertical para garantizar que floten libremente, ya que en estas chumaceras actúa una gran fuerza lateral.

8.3.1.1. Cojinete Superior (Plano N°8.7)

Los cojinetes del Molino BMA son de un diseño sumamente apropiado para las altas cargas a bajos números de revoluciones. El muñón del eje de la maza, templado y rectificando con tolerancia exacta gira en un medio casquillo de bronce de plomo y estaño, de alta calidad y superacabado. Por medio de una bomba de engrase, cada cojinete recibe aceite de alta viscosidad, a través de dos (2) tuberías separadas. Dos anillos obturadores evitan el ensuciamiento de los cojinetes por jugo azucarado o bagacillo. Un sistema de refrigeración procura la evacuación del calor producido por la fricción

Durante la molienda debe prestarse atención a que los cojinetes estén siempre provistos de aceite y que la refrigeración por agua esté funcionando continuamente.

A fin de que los cojinetes sean -

idénticos a la derecha y a la izquierda de la maza superior, cada cojinete posee cuatro (4) perforaciones de engrase, de los cuales cada vez dos deben cerrarse con los tapones roscados N°8 y 9. Además, cada cojinete superior posee dos (2) empalmes de deslizamiento entre la virgen y el cuerpo del cojinete. El engrasador N°7 sirve para el engrase de las dos (2) superficies esféricas entre el cojinete, la lente de presión y el émbolo hidráulico. El engrase debe hacerse una vez por día, a mano, mediante la prensa incluida en el suministro.

8.3.1.2. Plan de Lubricación

- Cojinete de fricción de Molino 1120 Ø x 2,240.
- Contramarcha de engranaje cilíndrico U35-Bhw 125/111g.
- Contramarcha de engranaje cilíndrico Bd 280 a 111g.
- Turbina a vapor CF 5 Gs.
- Rodillo alimentador (canaleta Donnelly).
- Hidráulicos elevadores.
- Los cojinetes de fricción de las tres (3) mazas del Molino - BMA están abastecidos con aceite en forma central, por molino por medio de una bomba aceitadora.

Para 16 puntos de lubricación la

viscosidad debe ser entre 14-18 -
grados E/100°C, correspondiendo
a un aceite de la fábrica SHELL
OMALA 150 y de la fábrica de MO -
BIL OIL, MOBIL SM-6.

El consumo por día por molino es
de cerca de 20 Lt. Para la contrau
marcha de engranajes cilíndrico -
es necesario un aceite con una -
viscosidad de 18°E/50°C, compren-
diendo el de la fábrica MOBIL OIL
un lubricante MOBIL GEAR 636. La
cantidad de aceite en este caso
es de 2900 Lt.

Para la turbina a vapor CF 5GS,
tratamos más adelante sobre las
indicaciones especiales sobre a-
ceite y lubricación (viscosidad,
temperatura, limpieza de aceite).
En los engranajes de la canaleta
DONNELLY se encuentran 6 lugares
de lubricación; estos deben ser
lubricados con un buen aceite 3
veces al día, el aceite usado es
RONAX 500.

Para los acumuladores Edwards uti
lizamos un aceite con una visco-
sidad SAE (Say bdt-Seconds-Uni -
versal 300/100°F). Este aceite -
comprende aproximadamente el pro
ducido por la firma MOBIL OIL.
MOBIL DTE HEAVY MEDIUM.

8.3.1.3. Consumo de Lubricante

- 1 reductor Falk 378.5 Lts. por
llenada.

- 1 reductor BMA 2900.0 Lts. por llenada.
- 6 cojinetes de fricción de bronce 1600 por mes.
- 2 acumuladores Edwards 150 Lts por llenada.
- Grasa múltiple EP2 cerca de 30 Kg. por mes para las nuevas uniones cuadradas.
- Aceite RONAX 500, 350 Lts. por mes.

8.3.1.4. Sistema de Tuberías del Lubricante del Agua de Refrigerante

El Molino BMA tiene un sistema especial de engrase, el cual permite engrasar centralmente, por medio de una bomba de engrase a presión, los 16 puntos de engrase que se hayan en el molino.

La bomba está atornillada sobre una consola fijada a la virgen del molino. Esta bomba es accionada desde la maza de salida, mediante la cadena de rodillos N°4 a través de las ruedas de cadenas N°2 y 3.

Ajustando los toques en la bomba se puede regular la cantidad de aceite que llega a los diversos puntos de engrase.

Un piñón libre posibilita el llenado de los cojinetes con aceite durante la parada del molino. Durante el funcionamiento del molino debe prestarse atención a que

el depósito del aceite de la bomba esté lleno del aceite apropiado para el molino.

Como elementos de unión entre la bomba, las tuberías y los puntos de engrase se utilizan uniones - de Ermeto.

En el sistema de enfriamiento de las chumaceras, el flujo de agua debe ser suficiente, de tal forma que no permita que la temperatura de operación se eleve, esto se puede lograr inyectando el agua a una presión mayor de la mínima aceptable (35 Lb/pulg^2), de tal forma que también arrastre el lodo y la arena que se acumulan en los laberintos de agua de enfriamiento. Por otro lado a la entrada de cada chumacera se cuenta con una válvula reguladora para controlar el flujo

8.3.2.. Turbina de Vapor KKK

Es una máquina de vapor que acciona el Molino BMA, tiene 950 PS. de potencia normal, la velocidad de la turbina 7410 RPM. y un reductor de velocidad de 7410/1500 RPM. El rotor es soportado por dos (2) chumaceras tipo de deslizamiento, localizados en los extremos de la máquina. Los cojinetes están recubiertos por metal blanco antifricción denominado "BABBITT".

8.3.2.1. Circuito de Aceite (Plano N°8.9)

Una bomba de aceite de engranajes montado en la caja de reducción proporciona el aceite de regulación y engrase necesario a la turbina. El accionamiento tiene lugar desde el eje del rodete a través de un reductor de ruedas rectas. La bomba aspira el aceite del depósito proporcionándole la presión de aceite de regulación necesaria. Pasa a través del refrigerante y del filtro por un lado al circuito de regulación y por otro lado a través de una reducción para disminuir la presión a la de engrase, al circuito de engrase. El aceite sobrante pasa a través de una válvula de sobrante que conserva constante la presión del aceite de regulación, al depósito. Para la puesta en marcha de la turbina se ha provisto de una electrobomba auxiliar de aceite que proporciona aceite a la turbina durante el arranque hasta que resulta suficiente el aceite impulsado por la bomba de engranajes.

8.3.2.2. Instrucciones para el Empleo de Aceite de Engrase

En la turbina KKK se emplean aceites garantizados, puros, libres de ácidos y resinas. Han de cumplir con las Normas DIN 51515

-Densidad a 15°CNo superior a 0.90 gr/ml.

- Viscosidad cinemática a 50°C....4
a 6 °Engler.
- Punto de inflamación.....no
inferior a 200 °C.
- Punto de solidificación.....no -
superior a 8 °C.
- Punto de solidificación para el -
montaje al aire libre:
- Coeficiente de saponificaciónVZ :
no superior a 0.15 mg/KOH/g de -
aceite.
- Coeficiente de neutralización NZ :
no superior a 0,05 mg/KOH/g de -
aceite.
- Contenido de agua : no superior a
0,05%.
- Contenido de cenizas : no superior
a 0,01%.
- Asfalto duro : 0
- Adiciones de grasa y aceite: inad-
misibles
- emulsionabilidad : *inadmisible.*

En los aceites de turbina con adiciones para disminuir la tendencia al envejecimiento y para evitar la formación de óxido los valores NZ y VZ pueden ser algo más elevados. En funcionamiento, el aceite no ha de producir espuma en ningún caso y debe ser posible limpiarlo y utilizarlo varias veces.

Antes de llenar el depósito colector de aceite es necesario filtrar el aceite de turbina con un tamiz de malla fina.

Todas las tuberías y depósitos de aceite han de estar totalmente limpios. Cuerpos extraños sólidos, como arena, cenizas, polvo, fibras de cabos de algodón, etc., no han de quedar en ningún caso en las tuberías, refrigerantes y depósitos de aceite. Las tuberías de enlace hacia el depósito de aceite de nueva construcción deben escaldarse siempre que sea posible.

Para la primera puesta en marcha y después de una revisión a fondo es necesario sacar todo el aceite después de 10 a 20 horas de funcionamiento y proceder a su limpieza.

En este caso es necesario eliminar del depósito de aceite y de la caja del filtro de hendidura cualquier lodo y suciedad que puedan contener. Para la limpieza sólo han de emplearse trapos sin hilachas.

El agua que puede haber penetrado (agua de condensación o de refrigeración) es necesario eliminarla en cortos períodos de tiempo ya que, si actúa durante un largo tiempo, estropea el aceite. Es necesario determinar inmediatamente la causa de la entrada de agua y eliminarla acto seguido.

Se recomienda que por lo menos cada seis meses se haga ensayar el aceite por parte del servicio técnico del suministrador del aceite. Según nuestra experiencia, estos ensayos

son gratuitos y contribuyen notablemente a la seguridad del funcionamiento.

Por lo menos una vez al año debería sacarse todo el aceite, limpiarse y, a ser posible, centrifugarse. En este caso, deben comprobarse y limpiarse con todo cuidado las tuberías, el refrigerante, filtro y depósito de aceite.

En ningún caso debe añadirse el aceite del depósito un aceite de otra calidad, aceite procedente de otro suministrador.

8.3.3. Cuadros de Lubricación

A continuación se presenta una lista de los equipos de nuestra planta de Lavaderos y Difusión y los lubricantes recomendados considerando condiciones de operación medias y un estado satisfactorio de conservación de los equipos, así como lubricantes utilizados actualmente.

PREPARACION DE CAÑA (LAVADEROS "A" Y "B")

1. GRUA HILO

- Motor Hinz	
Rodamientos	Shell Alvania B3.
- Freno Hidráulico ELDR0	Shell Tellus C-10.
- Reductor Flender	Shell Omala 220.
- Sistema Hidráulico	Shell Tellus 68.
- Chumaceras	Shell Alvania EP2.
- Cadenas	Shell Tellus 100 + Shell M Tellus Fluid D.

- Acople Voith	Shell Donax TM
2. CONDUCTOR MESA	
- Motor Hinz	
Rodamientos	Shell Alvania R3.
- Acoplamiento Voith	Shell Donax TM.
- Reductor Link Belt	Shell Omala 220.
- Chumaceras bronce	Shell Alvania EP2.
- Acoplamiento de engranajes	Shell Omala H.
- Ruedas guías	Shell Alvania EP2.
3. <u>CONDUCTOR N°1</u>	
- Motor Hinz	
Rodamientos	Shell Alvania R3.
- Reductor Link Belt	Shell Omala 220.
- Acoplamiento Voith	Shell Donax TM.
4. LIMPIADOR DE CADENAS	
- Motorreductor Bauer	Shell Simria 0
5. CARDA	
- Motor Brown Boveri	Shell Alvania R3.
- Reductor Link Belt	Shell Omala 220.
- Cojinetes	
6. VENTILADOR	
- Motor Siemens	
Rodamientos	Shell Alvania R3.
7. <u>EXTRACTORES DE TIERRA</u>	
- Motorreductor Bauer D6A 412/4992	Shell Simria 0.
- Chumaceras de pared	Shell Alvania EP2.
8. CONDUCTOR N°2	
- Motor Hinz	
Rodamientos	Shell Alvania R3.
- Acoplamientos Voith	Shell Donax TM.

- Reductor Link Belt	Shell Omala 220.
9. <u>NIVELADOR DEL CONDUCTOR N°2</u>	
- Motorreductor Bauer	Shell Omala 220.
- Chumaceras	Shell Alvania EP2.
10. PEINES	
- Motor Hinz	
Rodamientos	Shell Alvania R3.
- Reductor Redurex	Shell Omala 220.
- Chumaceras	Shell Alvania EP2.
11. CONDUCTOR DE HOJAS	
- Motor	
Rodamientos	Shell Alvania R3.
- Motorreductor Bauer	Shell Simnia 0.
- Chumaceras	Shell Alvania EP2.
12. CONDUCTOR N°3	
- Motor Hinz	
Rodamientos	Shell Alvania R3.
- Acoplamiento Voith	Shell Donax TM.
- Reductor	Shell Omala 320.
- Chumaceras	Shell Alvania EP2.
13. MACHETES	
- Motor Westinghouse	
Rodamientos	Shell Tellus 100.
- Chumaceras	Shell Alvania EP2.
14. CONDUCTOR N°4	
- Motor	
Rodamientos	Shell Alvania R3.
- Acoplamientos de engranajes	Shell Omala H.
- Freno Hidráulico	Shell Tellus C-10.
- Reductor	Shell Omala 220.

15. LIMPIADOR

- Motorreductor Bauer Shell Simnia 0.

16. BUSTER

- Motor

Rodamientos Shell Alvania R3.

- Acoplamiento Shell Alvania CP2.

- Freno Hidráulico Shell Tellus C-10

- Reductor Redurex Shell Omala 220.

- Chumaceras Shell Alvania EP2.

17. BUSTER

- Chumaceras Shell Tellus 100.

18. CONDUCTOR N°5

- Motor Hinz

Rodamientos Shell Alvania R3.

- Reductor Westinghouse Shell Omala 320.

- Acoplamiento Voith Shell Donax TM.

- Chumaceras Shell Alvania EP2.

19. FAJA UNION

- Motorreductor Bauer Shell Omala

- Chumaceras Shell Alvania EP2.

LAVADERO "B"

20. CONDUCTOR N°4

- Motor

Rodamientos Shell Alvania R3.

- Acoplamiento Shell Alvania EP2.

- Freno Hidráulico Shell Tellus C-10.

- Reductor Shell Omala 220.

21. ROLLO BUSTER

- Motor Siemens. Rodamientos. Shell Alvania R3.

- Chumaceras Shell Tellus 100.

- Acoplamiento Shell Omala H.

22 . CALERA

- Motorreductor Bauer Shell Simnia 0
- Accionamiento de Tambor Mezclador
- Motor Hinz
- Rodamiento Shell Alvania R3
- Reductores Shell Omala 320.
- Engranajes descubiertos Shell Malleus Fluid D.
- Mezclador Agua con Cal
- Motorreductor Shell Simnia 0.

23 . CONDUCTOR N°7 Y N°8

- Motor Hinz
- Rodamiento Shell Alvania R3.
- Reductor Shell Omala 220.
- Freno Hidráulico Shell Tellus C-10.
- Acoplamiento Voith Shell Donax TM.
- Chumaceras Shell Alvania EP2.

24 . CONDUCTOR N°9

- Motorreductor Bauer Shell Omala 220.
- Cadena Shell Omala 220.
- Nivelador de Caña
- Motorreductor Bauer Shell Simnia 0.

25 . DIFUSOR

- Motor Hinz
- Rodamiento Shell Alvania R3.
- Reductor Falk Shell Omala 220.
- Lubricadores p. Chumaceras inferiores de gusanos, elevadores y transmisión superior Shell Omala 320.
- Sistema Hidráulico de Compuerta Shell Tellus 68
- Transportador longitud de gusano: Red. Bauer Shell Simnia 0.

- Sistema Hidráulico Shell Tellus 68.
- 26. CONDUCTOR N°10
 - Nivelador
 - Motorreductor Bauer Shell Simnia 0.
 - Accionamiento
 - Motorreductor Shell Omala 220.
 - Cadena Shell Omala 220.
- 27. MOLINO CHANCADOR N°1 Y N°2
 - Chumaceras Shell Alvania EP2.
 - Reduc. Cavex Shell Omala 320.
 - Acoplamiento Voith Shell Donax TM.
 - Motor Hinz
 - Rodamientos Shell Alvania R3.
- 28. CONDUCTOR N°11
 - Motor Hinz: Rodamientos Shell Alvania
 - Reductor Shell Omala 320.
- 29. MOLINO CHANCADOR BMA
 - Turbina KKK Shell Tellus 68.
 - Red. Falk Shell Tellus 220.
 - Reductor BMA Shell Tellus 320.
 - Piñones BMA Shell Omala H.
 - Chumaceras Shell Omala H.
- 30. BOMBAS DE JUGO
 - Bombas Gould Shell Tellus 68.
 - Otras bombas Shell Alvania EP2.
- 31. CONDUCTOR N°13
 - Freno Hidráulico EMG con
 - acoplamiento Voith Tellus C-10.
 - Reductor WGW 56 HP 1400-56RPM Omala 220.
 - Chumaceras, soportes y polines Alvania EP2.

32. PRENSA FRENCH

- | | |
|---|--------------|
| - Bomba hidráulica Fisher
667D - 2000 PSI. | Tellus 68. |
| - Reductor French | Cimala 150. |
| - Turbina Prensa Voith | Donax TM. |
| - Chumaceras | Alvania EP2. |

CAPITULO IX

INSTRUMENTACION

9.1- GENERALIDADES

Los temas tratados durante el desarrollo del presente capítulo se refiere a los aspectos más importantes de un moderno sistema de mantenimiento - diagnosticando en base al empleo de técnicas y ensayos no destructivos y las ventajas de su aplicación a la Industria Azucarera.

El desarme total de un Ingenio eleva considerablemente el costo de mantenimiento y se suma a esto que existen partes, piezas y equipo que por simple inspección visual no garantizan su normal funcionamiento, puede agudizarse este problema ya que este método no es confiable para asegurar el mantenimiento preventivo así concebido librará al Ingenio de paradas inesperadas. El concepto de mantenimiento diagnosticado, se puede suministrar información que permita corregir fallas provenientes del material empleado en la construcción de dichos equipos y/o producidas por fatiga o por otros factores propios del trabajo al que han sido sometidos.

El mantenimiento diagnosticado, utiliza técnicas y equipos que se fundamentan en el empleo de ondas ultrasónicas, rayos X, medición de vibraciones, fundamentos de balanceo dinámico, espectografía, ensayos metalográficos, etc.

Presentamos casos prácticos y evaluación de resultados de las principales técnicas de mantenimiento aplicados en nuestro Ingenio.

9.2- PRINCIPIOS UTILIZADOS EN LOS EQUIPOS PARA ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

Muchos equipos utilizados actualmente para -

diagnóstico, emplean vibraciones ultrasónicas las que suelen producirse al utilizar el llamado "Efecto Piezoeléctrico".

Esto consiste en que ciertos cristales como - por ejemplo: el cuarzo, la sal de seignette, etc a parecen cargas eléctricas en sus caras cuando actúa sobre ellos una fuerza mecánica capaz de deformarlos

Además del efecto piezoeléctrico directo, emplean también el piezoeléctrico inverso que consiste en la variación de las dimensiones del cristal al someterlo a la acción de un campo eléctrico, en estas condiciones el cristal vibra y estas vibraciones generan ondas ultrasónicas, las que se hacen muy intensas cuando la frecuencia de la corriente eléctrica aplicada coincide con la de las vibraciones mecánicas, propias del cristal.

Debido a su pequeña longitud, las ondas ultrasónicas son menos propensas que las sonoras a sufrir difracción por lo que se obtienen haces de ondas ultrasónicas bien dirigidas.

Estas ondas están sujetas a las leyes de la "Reflexión y Refracción" cuando encuentran discontinuidad en el medio donde se propagan. En esto radica su utilización para detectar fallas internas, medir espesores, profundidades, etc.

A continuación presentamos una breve descripción de los principales equipos con que estamos contando y que están a cargo del Departamento de Mecánica Fina e Instrumentación, presentamos sus características fundamentales y las principales aplicaciones industriales que con ellos se han realizado; así como una breve relación económica de los resultados con ellos obtenidos.

9.3- MEDIDOR DIGITAL DE ESPESORES

El método tradicional utilizado para conocer los espesores de los cuerpos de equipos, consistía en hacer perforaciones o colas en el equipo, utilizando oxi-acetileno.

Este método es poco confiable, lento y no permite realizar muchas mediciones.

Ayudado en la utilización del comportamiento de las ondas ultrasónicas, este equipo nos permite conocer el espesor de diferentes materiales en forma rápida, cómoda, confiable con una precisión de $\pm 0,1$ mm., mostrando la lectura directa de los espesores en una pantalla digital, sin alterar el equipo que está bajo inspección.

Cada material tiene una impedancia acústica, por consiguiente las ondas ultrasónicas viajan a diferentes velocidades por lo que este equipo posee un código de programación que permite calibrarlo para los diferentes materiales a inspeccionar; que en el tiempo que la orden demora en viajar a través del material, reflejarse en la pared del fondo e incidir de nuevo en el sensor del equipo, este lo transforma y convierte internamente en distancia, mostrando así el espesor del material.

Con este equipo se obtiene mediciones de las planchas de fondo, paredes laterales de nuestros conductores, así como las ramflas, tanques llenos y vacíos, muy útiles en los tanques de almacenamiento de mieles y alcoholes que mayormente permanecen llenos y que resulta imposible determinar los espesores en distintas partes por los métodos convencionales

Sin embargo, con el auxilio del equipo ultrasónico, fácilmente puede elaborarse un sistema periódico de inspecciones del espesor de las paredes

y establecer un adecuado programa de reparación.

Este equipo encuentra una gran aplicación en tuberías de jugo, expuestas a severas corrosión y abrasión, en el chequeo de espesores en los cuerpos de bombas, domos de calderas, así como en placas y envolventes del Buster, Fiberizer, Difusor y demás equipos de nuestra industria.

Ejemplo 1 :

Como un ejemplo del resultado económico de la medición de espesores, se revisó la plancha de fondo del Conductor N°1 del Lav. "A" (Fig. 9.1), donde se detectaron espesores desde 10.4 hasta 4.4 mm. El colapso o ruptura de estas planchas (zona crítica), durante la molienda hubiera producido una parada de 10 (diez) horas de molienda, dejándose de moler unas 2,000 Tons. de caña desfibrada, que significan aproximadamente unas 200 Tons. de azúcar.

Ejemplo 2 :

Se revisó la plancha de fondo del Conductor N° 3 del Lav. "A" (Fig. 9.2) donde se detectaron espesores desde 12.6 hasta 5.2 mm. El conductor puede trabajar sin tener que cambiar planchas de fondo todavía, pero se volverá a medir espesores dentro de 45 días más de molienda.

9.4- DETECTOR ULTRASONICO DE FALLAS

Este equipo trabaja también en base al sistema de impulso señal reflejada utilizando sensores de cristal de cuarzo.

La señal reflejada es captada por el sensor o transductor y procesada por los circuitos electrónicos del equipo, enviada al tubo de rayos catódicos una vez que se pasaron por las placas de deflexión vertical del mismo; apareciendo en la pan-

talla la sucesión de señales en forma de impulsor escalonados que se corresponden con los ecos de la señal reflejada.

La onda reflejada es analizada por el instrumento, emitiendo una señal en una pantalla de un osciloscopio de rayos catódicos que muestran la amplitud y posición de la frontera o discontinuidad con respecto a la superficie de la muestra; con sensores adecuados se pueden emitir ondas perpendiculares a la superficie y en ángulos de 30°, 45°, 60° y 70°.

Pueden lograrse penetraciones desde 0.25 mm. hasta 7.0 m con alta precisión.

Sus aplicaciones básicas contemplan la detección de fallas profundas en todo tipo de ejes, dientes de las mazas de los molinos, asientos de los ejes de las mazas, domos de calderas, ejes de centrífugas y turbinas de vapor, así como defectos en piezas de fundición y revisión de soldaduras.

9.5- BALANCEADOR DINAMICO

Este equipo es muy útil y económico para balancear partes móviles sin desarmar la máquina. La aplicación del mismo en el balanceo de turbogeneradores, cuchillas de machetes (picadoras de caña) - desfibradores (Buster y Fiberizer), bombas, turbinas, centrífugas y sistemas similares tienen gran importancia económica porque eliminan la necesidad de efectuar un complejo desarme del equipo bajo prueba, con los consiguientes gastos ocasionados por la interrupción de la molienda y en la corrección del desbalance en nuestros talleres.

El análisis de las vibraciones, es una técnica que usamos para diagnosticar mediante el cual podemos conocer si un equipo se encuentra en condi

nes normales de operar o no.

Las vibraciones suelen producirse por los efectos dinámicos de las tolerancias de fabricación, las holguras, los contactos de rodadura y fricción entre las piezas de las máquinas y los desequilibrios de los elementos giratorios.

En ocasiones, pequeñas fuerzas insignificantes pueden excitar "la resonancia" de elementos estructurales y convertir en fuente de considerables vibraciones.

Este equipo satisface una necesidad absoluta en todo trabajo de vibraciones; que es la obtención de una descripción precisa de las vibraciones por su medida y análisis.

Mediante el uso de una cámara estroboscópica que se acopla al equipo, podemos disminuir las vibraciones, llevándolas a un valor permisible, si éstas son debidas a desbalances en los elementos rotatorios.

9.6- DETECTOR ULTRASONICO DE FUGAS

Consiste en un detector de ondas ultrasónicas, las cuales se producen cuando escapa un fluido por algún orificio.

El aparato está compuesto de un micrófono y un analizador, capta exclusivamente la componente ultrasónica producida y la convierte en energía eléctrica, moviendo una aguja indicadora o un sistema acústico.

Cuando se desee probar, si existe una porosidad en un tanque soldado, el equipo está provisto de un generador ultrasónico que se introduce en el tanque, las ondas emitidas en el interior se reflejan en todos los sentidos y la presencia de un poro permite la salida al exterior de las ondas ultrasó-

nicas, siendo entonces detectadas por el equipo.

Por su gran sensibilidad, este equipo permite detectar fugas en orificios y poros que poseen diámetros inferiores a 0.25 mm y con presiones internas próximas a 0.7 Kg/cm² (10 Lb/pulg.²).

Este equipo es transportable y de fácil manipulación.

Encuentra aplicación en todas las redes de tuberías que manipulen líquidos, gases y vapores en un Ingenio con dos (2) objetivos fundamentales:

- 1° Reparación inmediata de fugas críticas.
- 2° Obtención de datos para elaborar un plan racional de reparaciones.

Los rodamientos a bolas emiten ondas ultrasónicas de determinado nivel en su operación normal, cualquier cargadura en ellos harán variar el nivel de la onda, la cual es detectada por el equipo y así será posible determinar mediante escalas adecuadas cuando debe sustituirse.

9.7- ANALIZADORES DE VIBRACION

Estos equipos proporcionan el chequeo de los límites de vibración permisible de diferentes equipos y el origen de sus causas. De esta forma se registran periódicamente si existen incrementos en la vibración de determinados equipos.

En sistemas susceptibles de desbalance, como son: machetes (cuchillas picadoras de caña), motores eléctricos, turbinas, desfibradores de caña, es de gran utilidad su aplicación sistemática porque permite registrar el desarrollo de alguna anomalía y establecer el punto crítico para proceder a su corrección.

Ejemplo 3 :

Analizar las vibraciones de la turbina de va-

por (máquina motriz de accionamiento del molino - BMA)

Especificaciones Técnicas

1.- Turbina de vapor KKK

Modelo CF5 Gs.

Potencia 950 HP.

Número de revoluciones de la turbina 7410 RPM.

" " " de la salida 1500 RPM.

" " " de cierre rápido 1725 RPM .

Presión del vapor vivo 30 At.

Temperatura del vapor vivo 400 °C.

Contrapresión del vapor de escape 2 Atm.

Presión del aceite de distribución 10 Atm.

" " " " lubricación 1 a 2 At. (normal)

Presión del aceite de lubricación 0.5 Atm. (mínima).

Temperatura del aceite.....45 °C (normal).

70 °C (máxima).

Temperatura de los cojinetes..95 °C(máxima).

2.- Aparato portátil para medición de vibraciones y equilibrio.

Marca : HOFMANN

Tipo : SWM-2

Mediciones

En el reductor de velocidad (lado de 1500 rpm.).

En los pernos de anclaje : (0.04 a 0.06 mm/s).

En la carcasa pared lateral (0.12 a 0.13) mm/s.

encima (0.03 a 0.05) mm/s.

pared lateral (0.05 a 0.08) mm/s.

En el reductor de velocidad (lado de 7410 rpm).

carcasa (0.06 a 0.09) mm/s.

base reductor (0.02 a 0.04) mm/s.

En la válvula de cierre rápido: (0.3 a 0.5)mm/s.

Todas estas lecturas son llevadas a la Figura N°9.3 Ejemplo de límites de apreciación del comportamiento vibratorio. Máquinas del grupo M-Máquinas medianas, en las cuales nuestros valores se encuentran - bajo la recta (umbral medio de sensibilidad humana 0,11 mm/s.). Por consiguiente, nuestra turbina se encuentra en régimen normal de vibración.

Ejemplo 4

Analizar las vibraciones del Buster del Lavadero "B".

Especificaciones Técnicas

1.- Motor del Buster

Marca : SIEMENS.
Tipo : 1RA 7334, B3.
Tensión : E000V.
Conexión : Y.
Potencia : 660 KW (884,7 HP).
Cos : 0.9
RPM : 980.
Rotor de jaula : KL5.
Peso : 4.4 Tons.

2.- Aparato portátil para medición de vibraciones y equilibrado.

Marca : HOFMANN.
Tipo : SWM-2.

Mediciones

Chumacera lado izquierdo:(lado del motor) : (5 a 7) mm/s.

Chumacera lado derecho : (5 a 6) mm/s.

Llevando esta lecturas a la Figura N°9.4. Ejemplo: de límites de apreciación del comportamiento vibratorio. Máquinas del grupo M Máquinas medianas, nos encontramos en la zona admisible aun (entre las rectas de 2.8 y 7.1 mm/s). La temperatura en las chuma

ceras es de 85°C, está dentro de lo permisible, la vibración es ocasionado por el desbalance de los martillos (desgaste y rotura por materia extraña: fierros, cuchillas de cortadoras, etc.).

CAPITULO X

SOLDADURA

En el presente capítulo abarca un aspecto fundamental para el mantenimiento, a conocer, la tecnología de recuperación de piezas mediante soldadura y la tecnología de los Recubrimientos Protectores conocido también como Terología, ciencia que se ocupa de minimizar los fuertes desembolsos de dinero expresados como repuestos, tiempo perdido y pérdidas de eficiencia que se producen como consecuencia del desgaste sobre partes y piezas vitales para la operación de nuestro Ingenio.

10.1- INTRODUCCION A LA TECNOLOGIA DE LA SOLDADURA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Dentro de las próximas décadas, una serie de metales comenzarán a escasear fuertemente y sus precios de venta en las respectivas Bolsas de Metales sufrirán fuertes alzas.

Las economías, especialmente de los países como el nuestro en vías de lograr su desarrollo industrial, deben activar al máximo la búsqueda de soluciones que permitan enfrentar las futuras situaciones de escasez y alzas agudas de precios, de los elementos de máquinas necesarios para mantener sus industrias en actividad. Hacia el futuro próximo, ya en propiedad del siglo XXI, la tecnología del re-procesamiento y re-utilización, es decir la tecnología de la conservación de recursos no-renovables, adquiere capital y singular importancia, para el efectivo desarrollo de los pueblos.

La optimización del empleo de los recursos no-renovables, constituye una de las filosofías

básicas, en las cuales, se ha cimentado la tecnología del Mantenimiento Preventivo por soldadura, - conocida también como Tecnología de Conservación ó Terología (de la palabra griega Teo que significa "preservar", "cuidar") como definición de la - tecnología de la soldadura de conservación.

Con el objeto de comprender el significado y campo de acción de la Terología y sus diferencias respecto a la Tecnología de la Soldadura de Fabricación, presentamos los siguientes casos descriptivos.

10.1.1. Soldadura de Producción o Fabricación

La soldadura de producción abarca el campo de fabricación, el diseño de un producto implica definir completamente las - características del mismo en cuanto a forma, material y ejecución. En conclusión, todos los parámetros antes mencionados son conocidos al iniciarse el proceso de soldadura.

Presentamos a continuación un ejemplo: Casa Grande fabrica mazas para molinos. En la maza de salida (maza bagacera) se debe soldar un pedazo de diente de Fe. fundido.

Tanto el pedazo de diente de Fe. fundido, hecho en la misma fundición, como - la maza superior tienen especificación - concreta y de todos conocidas.

En el proceso de soldadura, el soldador conoce ambos metales y sus características y además hemos especificado también el electrodo a usar en dicha unión, en este caso CITOFONTE.

Por consiguiente, el soldador, proce

de a efectuar el trabajo de soldadura conociendo absolutamente todas las variables que inciden en el proceso (metales bases, procedimiento, aportes). Su mayor preocupación y atención lo pondrá a efectuar un depósito sano, es decir, se esmerará en sus habilidades manuales.

10.1.2. Soldadura de Mantenimiento

Dada la escasez característica de información disponible en trabajos de mantenimiento, la tecnología de la soldadura aplicada en reparación, derivó al campo de las aleaciones especiales, desarrollándose aleaciones y procesos de superiores cualidades.

La única forma de suplir las adversas condiciones en las que se desenvuelve la soldadura de mantenimiento es proveer aleaciones de elevada calidad que permitan aumentar la confiabilidad de las reparaciones efectuadas.

Además los estudios efectuados comprobaron que el costo del riesgo inherente al empleo de soldadura corriente en trabajos de mantenimiento, es infinitamente superior al costo de utilizar aleaciones más adecuadas para este rubro, especialmente diseñadas para trabajar sobre superficies contaminadas, metales disímiles, etc.

Junto con este desarrollo, surgieron nuevas aleaciones antidesgastes cuyas características son proveer composiciones químicas y propiedades mecánicas diseñadas en función del desgaste a combatir

(abrasión, calor, impacto, fricción, etc).

Es así como se dispone hoy en día de aleaciones y procesos que permiten aumentar significativamente la vida útil de partes y piezas.

Ilustramos estos conceptos con el siguiente ejemplo:

Pieza : Gusano transportador de bagazo de la prensa French.

Metal Bse : Acero.

Este gusano Sin Fín, transporta bagazo con 85% de humedad es un compuesto de elementos abrasivos.

Debido a la fuerte abrasión presente fricción, impacto (presencia de materia extraña) y corrosión, el gusano se desgasta en forma acelerada y su duración es aproximadamente 1.0 meses en promedio.

---Análisis de Costos del Gusano Sin Fin

1) Costo Pieza Nueva	\$ 60,000
2) Venta a fundición como chatarra (7%)	\$ 4,200
Total gasto : (1)-(2)	56,800

1) El costo de la pieza nueva se ha estimado considerando el costo de c/u. de los 7 elementos que los componen más el gusano alimentador (Referencia Cotización del 08 de Mayo 75).

2) La venta a fundición como chatarra lo hemos considerado con el 7% del costo de la pieza nueva.

En promedio, cada mes, Casa Grande debía desembolsar \$ 56,800. Esto implica mante-

ner un stock permanente de por lo menos 6 tornillos Sin Fín al año como mínimo. Más adelante analizaremos el costo de este ítem de inventario.

Método Propuesto de Recuperación del Gusano

El Sin Fín desgastado original se recuperó mediante soldadura y aplicando injertos de piezas desgastadas de la carcasa de la prensa French logrando una duración de 1.5 meses.

Más aún dicho gusano Sin Fín, puede volver a recuperarse 3 veces más en promedio.

1) FPD : Factor prolongación de duración -

$$FPD = \frac{\text{Duración con tratamiento Antidesgaste}}{\text{Duración original del Equipo}}$$

(DTA) = Duración con tratamiento antidesgaste

(DOE) = Duración original del equipo.

Para nuestro caso:

$$FPD = \frac{1.5}{1}$$

Como el $FPD > 1$, implica que se ha prolongado la duración del gusano Sin Fín, gracias a la técnica de recubrimiento antidesgaste (recubrimientos duros).

La vida útil (V.U.) que se obtiene con $FPD > 1$

$$V.U. = DOE \times [1 + (FPD \times NR)]$$

NR = Número de veces que se puede reparar la pieza.

$$V.U. = 1 \text{ mes} [1 + (1.5 \times 3)] = 5.5 \text{ meses}$$

El gusano Sin Fín original duraba un (1) mes, revistiéndolo con recubrimiento duro se logra una Vida Útil de 5.5 meses en to

tal. Esto significa que dicho gusano Sin Fín no será desechado sino hasta 5.5 meses después, con el consiguiente ahorro de adquisición y mantención de inventarios.

3) Costo del Proceso de Recuperación del Gusano

- Costo del Material de Aporte	\$ 2,604
68 Kg. Citodur 1,000 de 3/16	\$ 1,224
50 Kg. Citodur 600 de 3/16	\$ 200
39 Kg. Eutectrode 675 de 5/32"	\$ 624
33 Kg. Inox BW de 3/16"	\$ 462
11 Kg. Chantertrode de 5/32"	\$ 44
50 Kg. de Acero Usado	\$ 50
Sub-Total	\$ 2,604
- Costo de Mano de Obra (7 trabajadores, 4 meses)	\$ 2,500
- TOTAL	\$ 5,104

4) Total Costo en un (1) Año

	Sin Fín Nuevos	Sin Fín <u>Recuperados</u>
Requerimiento Anual	06	02
Costo Unitario	\$ 56,800	\$ 5,054
Costo Total Anual	\$ 340,800	\$ 10,108
Ahorro Obtenido	\$ 330,612	

5) Análisis de Inventario

Dado los pocos recursos económicos con que contamos y tratando de reducir costos en lo máximo que sea posible, nos resulta imposible guardar capital en forma de inventario sobredimensionado.

En el caso de los Sin Fín anteriormente expuestos el hecho de prolongar la Vida-Útil de los mismos de un (1) mes a 5.5

meses en total, considerando la recuperación y revestimiento protector mediante soldadura, implica reducir nuestra necesidad de stock de Sin Fín en forma significativa.

Si no se utilizara la recuperación de los Sin Fín, se necesitarían doce (12) Sin Fín por año, lo que significa mantener un stock permanente de seis (6) Sin Fín en inventario (ya que duran un (1) mes de trabajo, más un (1) mes para realizar el montaje de otro Sin Fín nuevo). Mediante el proceso de recuperación de pieza y revestimiento antidesgaste por medio de recubrimientos duros, esta necesidad se ha visto reducida a tan sólo dos (2) Sin Fines en forma permanente, a objeto de reemplazar sin fines en proceso de revestimiento y como stock de emergencia ante cualquier otra falla no prevista.

Si consideramos otros casos similares que están presentes en nuestra industria hoy en día (ejes de bombas, mazas de molinos, cuchillas, etc.) se llega a tener cifras significativas pero reales del costo que significa desechar piezas prematuramente y mantener inventarios sobredimensionados que mediante procesos de mantención tecnificados, pueden ser drásticamente reducidos.

10.2. MECANISMO DE DESGASTE

El desprendimiento de metal originado por el desgaste de un elemento de máquina puede variar -

notablemente, de muy intenso a insignificante. En cualesquiera de los casos resulta de ello una pérdida de eficacia o un deterioro de los elementos.

La tecnología de los recubrimientos protectores puede contribuir a la solución de numerosos problemas de desgaste mediante la aplicación de aleaciones diseñadas específicamente para combatir cada uno de los mecanismos de deterioro superficial como son la abrasión, corrosión, calor, etc, con el objeto de seleccionar un sistema de aleación conveniente para cada caso, es de primordial importancia poder determinar con el mayor grado de exactitud posible, el tipo de desgaste al cual se le atribuye el fenómeno de deterioro superficial

De lo anterior se deduce la necesidad de conocer y entender los principales mecanismos de desgaste con los cuales se enfrenta nuestra industria en su operación.

El Instituto Eutectic - Castolín clasifica los desgastes primarios en siete (7) tipos:

- | | |
|----------------|---------------|
| 1) Abrasión. | 4) Corrosión. |
| 2) Impacto | 5) Calor. |
| 3) Fricción | 6) Erosión. |
| 7) Cavitación. | |

A continuación presentamos un análisis de los desgastes primarios.

10.2.1. Abrasión

Utilizamos este término para describir las diferentes formas de desgaste superficial, causado por el movimiento relativo de partículas duras o abrasivas sobre dicha superficie.

El grado de abrasión depende de la -

naturaleza de las partículas abrasivas - su morfología, tamaño y dureza, así como también del grado de humedad de la superficie. Otros factores determinantes incluyen la presión ejercida por la partícula, sobre la superficie. La concentración de partículas abrasivas, el ángulo de incidencia de las mismas sobre la superficie y la velocidad relativa

La abrasión puede ser subdividida por tres (3) subgrupos característicos.

10.2.1.1 Abrasión Pura o de Bajo Esfuerzo

Las partículas se deslizan libremente sobre la superficie a un ángulo de incidencia pequeño.

Ejemplo: transporte de partículas finas (arena, cemento) mediante un tornillo sin fin los cuales son también empleados en la industria azucarera para transportar azúcar granulada, antes de proceder a su empaque.

10.2.1.2 Abrasión de Alto Esfuerzo

Fenómeno de esmerilado producto del contacto a altas presiones del abrasivo sobre la superficie. Este tipo de abrasión se encuentra presente en las superficies que deslizan entre sí, en medio de partículas que ejercen elevadísimas presiones sobre dichas superficies.

Ejemplo: el desgaste de las mazas del molino BMA, en donde partículas de arena, caña de azúcar (ba-

gazo húmedo), materia extraña, etc son desplazadas bajo altas presiones. El deterioro ocurre por flujo plástico local y agrietamiento de la superficie de la maza exacerbado por fenómenos corrosivos.

10.2.1.3 Abrasión por Desgarramiento

Se caracteriza por la presencia de abrasivos de mayor tamaño, los que someten a la superficie a un grado de impacto y altos esfuerzos de compresión. El ángulo de incidencia es generalmente mayor que en el caso del mecanismo de abrasión de bajo esfuerzo. La remoción de material en abrasión por desgarramiento se debe a la deformación plástica, subsecuente endurecimiento y desgarre de las partículas metálicas.

Ejemplo: Las cuchillas cortadoras de caña del Machetero, en su borde de corte o ataque, están sometidas a un mecanismo de desgaste complejo, en donde la abrasión por desgarre además de la corrosión es el fenómeno de deterioro determinante, esto se puede comprobar sometiendo a la superficie a un análisis microscópico en el cual se observará en forma concluyente el mecanismo de deformación plástica, endurecimiento y posterior desprendimiento -

de metal.

10.2.2. Impacto

Lo analizaremos desde un enfoque de transferencia de energía.

Si una partícula (metálica o no metálica) choca contra una superficie, dicha partícula posee un cierto grado de energía debido a la velocidad que lleva y a su masa

Esta energía cinética viene expresado por:

$$F = \frac{mv^2}{2}$$

Por ley de conservación, la energía no se pierde, sólo se transforma. En nuestro caso la energía acumulada se convierte al impacto, en trabajo de deformación plástica o elástica, dependiendo de la característica de la superficie y su habilidad de poder absorber dicha energía.

La propiedad de tenacidad se puede definir como la capacidad de un metal de admitir el impacto de una carga aplicada rápidamente y depende de los valores de elongación, tensión de ruptura y ductibilidad del material.

Ejemplo: los aceros del manganeso austenítico, es una aleación con buenas características de resistencia al impacto así como los aceros inoxidables austeníticos.

10.2.3. Fricción

El mecanismo friccional que genera pérdida de material por rozamiento de una superficie metálica contra otra, está pre-

sente en todo el Ingenio y constituye uno de los más activos agentes del desgaste de partes y piezas.

Un examen microscópico de las superficies nos permite visualizar la micro-rugosidad real, que existe en piezas que en un examen macroscópico se ven pulidas. En efecto, las mismas son una sucesión de montes y valles de topografía aguda. El desplazamiento relativo de una superficie contra la otra produce el choque de aristas encontradas y se genera una deformación localizada, aumento de temperatura y ruptura de dichas aristas. Se ha constatado además, el efecto de soldeo debido a las elevadas temperaturas puntuales que se generan, entre las aristas en contacto. Dichas aristas, microsoldadas, dan lugar a remoción de metal en aquel que tenga menor dureza. Incluso, algunas de estas partículas desprendidas se ligan al metal más duro, dando lugar a la formación de una película, fuertemente adherida; por otro lado se produce un efecto de abrasión bajo alto esfuerzo al existir partículas libres en el sistema, que tenderán a penetrar y/o rayar generalmente la superficie mas blanda.

Actualmente no existe una teoría general que explique el mecanismo de desgaste por fricción, sin embargo, se han definido una serie de variables que inciden en dicho fenómeno.

10.2.3.1 Variables Metalúrgicas

- Materiales en consideración.
- La estructura de esos materia-

les y como se ven afectados por la temperatura.

- El efecto de uno de los metales difundiendo con el otro.

10.2.3.2 Variables Físicas

- Temperaturas de fusión de los metales
- Dureza de los metales.
- Conductividad térmica.
- Capacidad calorífica.
- Densidad.

10.2.3.3 Variables Mecánicas

- Módulo de elasticidad de cada uno de los metales.
- El coeficiente de Poisson.
- Presión de trabajo.

10.2.3.4 Otras Variables

- La rugosidad de las superficies
- Tratamiento superficial
- Velocidad relativa de las superficies en contacto.
- La presencia o ausencia de lubricación.

Ejemplo: un ejemplo característico en un Ingenio Azucarero resulta ser el deterioro superficial por contacto metal-metal que se reproducen en los pipones de transmisión del molino BMA.

El desgaste que se produce en los dientes, se debe inicialmente a la fricción metal-metal de los mismos. A medida que se va perdiendo la sección original

del diente, progresivamente se hace presente el impacto y abrasión de alto esfuerzo; es decir en dichos piñones, la tasa de desgaste en función del tiempo, obedece a una curva exponencial.

10.2.4. Corrosión

Se define como un ataque químico sobre un material debido al ambiente que lo rodea. Esta reacción química puede ser iniciada por varios fenómenos.

10.2.4.1. Corrosión por Oxidación

Una reacción química ocurre entre el metal y el ambiente que lo rodea, sin iniciar una corriente eléctrica. La oxidación es un buen ejemplo, los metales tienen distinta afinidad por oxígeno y se combinan con el para formar óxidos metálicos. La difusión o extensión hacia el interior del metal depende de las características de la capa oxidada.

Si la capa es estable e impermeable químicamente, se convierte en una capa protectora y la oxidación no continua. El metal mismo puede considerarse como pasivo, por otro lado, si la capa es permeable y poco estable, la oxidación se extenderá al interior del metal. La velocidad de oxidación depende de las pro

piedades del metal y, lo más importante, la temperatura.

Existe una relación entre la profundidad de oxidación "d" y la temperatura "t" para varios metales, los cuales pueden ser resistentes a la oxidación a bajas temperaturas, pero pueden fallar rápidamente a altas temperaturas. Ejemplo: los óxidos de cromo y aluminio, proveen una película protectora contra subsecuentes ataques corrosivos y en las cuales la profundidad de oxidación es bastante menor a altas temperaturas.

10.2.4.2. Corrosión Electro-Química

El término "electro-químico" implica una reacción química y un flujo inducido de corriente eléctrica en el sistema. Un requisito para que se produzcan dichos mecanismos es la existencia de un "conductor en estado líquido" o electrolito.

Este fenómeno se desarrolla cuando existe inestabilidad química causado por uno o varios factores a saber, la concentración de oxígeno disuelto del electrolito, contacto de metales disímiles o poca uniformidad de la capa de oxidación.

Ejemplo: la corrosión galvánica constituye un buen ejemplo, el desequilibrio es causado por con

tacto entre dos metales disimilares inmersos en un medio conductor.

Los principales factores que influyen directamente en la corrosión son varios, a saber:

Medio Corrosivo: concentración, impurezas, contenido de oxígeno, PH, temperatura, velocidad de flujo y presión partículas en suspensión.

Tipo de Metal: composición, proceso de manufactura (forja, fundición, etc.) impurezas, tratamiento térmico.

10.2.5. Calor

Las condiciones de operación bajo altas temperaturas es otro factor, que contribuye al desgaste de partes y piezas metálicas. Los procesos de: fundición, forja en caliente refinación y muchos procesos químicos, involucran demasiado calor.

Cuando los metales trabajan en altas temperaturas, se produce desgaste de naturaleza química. A medida que aumenta la temperatura, la reacción química con el oxígeno aumenta cuando un metal se somete a una amplia variación de temperatura en períodos de tiempos cortos, se producen efectos deteriorantes del metal.

El shock térmico se convierte en el desgaste primario. La expansión y contracción desuniforme de distintas áreas de la pieza puede causar agrietamiento. distor -

sión, resblandamiento, etc.

10.2.6. Erosión

El abrasivo (arena, partículas de bagazo, etc.) es proyectado en un flujo fluido o gaseoso contra la pieza. La energía cinética de las partículas abrasivas es transferida al componente, lo que da lugar al deterioro superficial.

Una parte de la energía cinética es consumida por la pieza, causando deformación elástica o remanente en función del grado de tenacidad del metal. Otra parte es agotada por la partícula abrasiva misma, ya sea como velocidad de rebote o energía que lleva a la partícula fracturarse.

El grado de deterioro superficial depende de la tenacidad y dureza del metal base, dureza, granulometría y morfología del abrasivo, además del ángulo de incidencia del haz erosivo respecto a la superficie.

El ángulo de incidencia es de vital importancia cuando se desea seleccionar un recubrimiento protector adecuado.

10.2.7. Cavitación

La cavitación es la formación de burbujas en un fluido que tiene movimiento relativo a alguna superficie sólida.

Cuando la velocidad cambia, el vacío provocado o la fricción del fluido ocasionan conversión de energía en el fluido, de tal manera que la presión estática se reduce a la presión de vapor del líquido, ocasionando ebullición y formando burbujas de

cavitación

Ejemplo: en nuestra industria la cavitación está presente en nuestros sistemas de bombeo de agua en calderos generadores de vapor. En general las carcazas e impulsores de bombas están en general expuestos al problema de erosión por cavitación aparte de sufrir desgaste por corrosión.

10.3- SELECCION DE RECUBRIMIENTOS PROTECTORES

Los desastrosos y costosos efectos del desgaste pueden ser reducidos significativamente mediante la aplicación de recubrimientos protectores, los que mejoran inclusive las características superficiales originales de la pieza, prolongando la duración en servicio de las mismas.

Es muy importante seleccionar el sistema de recubrimiento apropiado en función del mecanismo de desgaste presente.

El diagnóstico acertado implicará la selección de un recubrimiento apropiado. En la práctica, los fenómenos de desgaste rara vez se presentan en su categoría elemental (abrasión, impacto, corrosión) sino que en general nos encontramos con que un componente está expuesto a una combinación de desgastes como abrasión y corrosión en una masa de molino o erosión, corrosión y cavitación en un sistema de bombeo.

En primer lugar debemos identificar los procesos presentes (abrasión, etc) y posteriormente, en función también del ambiente de operación de la pieza determinar cuáles mecanismos son fuertemente incidentes en la pérdida de material, desgastes primarios y cuales lo son en forma secundaria.

Como es imposible tener un material que en

forma universal sea resistente a todos los mecanismos de desgaste estudiados, muchas veces debemos recurrir a 2 ó más aleaciones diferentes para proveer en el sistema de recubrimiento resistencia a sollicitaciones distintas.

Ejemplo: los martillos desfibradores de caña (Buster y Fibe izer) se deterioran por un mecanismo compuesto de abrasión de bajo esfuerzo, impacto causado por la presencia de materia extraña (piedras, fierros, etc) presentes dentro de la caña y la presencia de corrosión. Con esta información, procedemos a solucionar un recubrimiento

Para combatir la abrasión es recomendable aplicar un revestimiento de elevada dureza, pero a medida que aumentamos la dureza reducimos la resistencia al impacto. Por consiguiente recurrimos al concepto de aleación inmediata, por el cual reconstituimos el martillo con un electrodo para aceros de baja aleación, supercromo (E-7018), como base, proveyendo al martillo una matriz tenaz y resistente al impacto y sobre esta aleación aplicamos un revestimiento duro para aumentar la resistencia a la abrasión requerida. Actualmente usamos el CITO-DUR 600, cuya dureza ROCKWELL C oscila entre 57-62. Debemos hacer notar que el material base del martillo es acero al manganeso, el peso aproximado del martillo relleno es de 19 Kg. El número total de martillos es de 102 para el Buster.

10.3.1. Sistemas de Aleaciones Resistentes al Desgaste

Podemos distinguir tres (3) tipos característicos de sistemas de aleación que se emplean como recubrimiento antidesgastes

10.3.1.1 Fases Duras en Matrices de Distintas Composiciones

En presencia de fenómenos abrasivos severos se emplean aleaciones de elevada dureza. La constitución de la aleación en general corresponde a una estructura con matriz (o base) ferrosa, de níquel o de cobalto en la cual se encuentran insertas fases muy duras de diversos carburos, carbono-nitruros u otros, responsables por su elevada dureza de impartir resistencia a la abrasión.

Los carburos empleados son del tipo carburo de tungsteno, carburo de cromo o carburo de hierro, enumerados en escala descendente de dureza. Para los carburos de tungsteno se emplean matrices de níquel, cobre o aleaciones ricas en hierro. Los carburos de cromo se insertan fundamentalmente en matrices de hierro o cobalto.

En general la resistencia al desgaste abrasivo aumenta con la dureza pero también depende del tamaño, orientación, forma y densidad de las fases duras. Asimismo, el procedimiento de aplicación del recubrimiento es importante. Ejemplo: una aleación con matriz de níquel y fase dura de carburo de tungsteno puede aplicarse con un sistema y varilla, también em-

pleando un electrodo y arco eléctrico o mediante un sistema de micropolvos. En el caso de la aplicación mediante arco eléctrico - parte de los carburos se descarburizarán (separación de aleación - $W + C$) ante lo cual la estructura reflejará una menor dureza. Se aplican los carburos de tungsteno a menor temperatura, como un proceso oxigas, la descarburización es menor, reteniendo la estructura un mayor porcentaje de fases duras y como consecuencia - mayor resistencia a la abrasión.

10.3.1.2 Aceros con Estructuras Templadas

En este grupo se clasifican los depósitos de acero al carburo y - de baja aleación, tratables térmicamente. En función del tratamiento térmico a que sean sometidos - es posible obtener durezas y propiedades mecánicas variadas. En general se emplean en solicitaciones abrasivas bajo alto esfuerzo y/o impacto moderado.

Cabe destacar que estos se efectúan mayoritariamente empleando - los procesos de acero eléctrico. La microestructura resultante no es dependiente de los parámetros de soldeo, sino más bien por el tratamiento térmico que se le imparte posteriormente.

10.3.1.3 Aceros Autoendurecientes Austeníticos

En esta categoría nos referimos a las aleaciones Fe., C-Mn con Mn en el orden del 12 al 14%, conocidos como aceros al Manganeso austeníticos. Estos aceros resisten el impacto así también se endurecen progresivamente, aumentando por ende su resistencia a la abrasión.

La técnica de depósito utilizada es el proceso de arco eléctrico, ya sea manual o semi-automático, para efectuar los recubrimientos

10.3.2. Selección de Recubrimientos en Aplicaciones Anti-corrosivas

La amplia gama y complejidad de los mecanismos de desgaste por corrosión es de tal magnitud que hace impracticable la estandarización de recubrimientos protectores. Cada caso debe ser analizado con el máximo de información y todas las alternativas de solución deben anotarse. En general, los recubrimientos empleados para proteger partes y piezas contra la corrosión con aleaciones inoxidables, aleaciones de cobalto, aleaciones de níquel y sistemas compuestos metálico-orgánicos.

10.3.3. Modelo Cualitativo para el Análisis de Casos

Cuando se analiza un elemento desgastado con el objeto de determinar su facti

bilidad de recuperación, es de fundamental importancia el poder contar con la máxima información posible, con el objeto de poder tomar una decisión conveniente.

La información es sobre:

- Composición del metal base.
- Mecanismo de desgaste presente.
- Duración en servicio del componente.
- Costo pieza de recambio o reparación anterior.
- Elementos disponibles para ejecutar reparación.

Toda esta información mediante un proceso iterativo nos permite seleccionar aquellas alternativas que sean económica y técnicamente factibles.

Consideremos el caso de un eje de bomba para jugo de circulación del Difusor que se desgasta en la goma de prensa-estopa o zona de empaque para conservar la estanqueidad de la bomba.

Para realizar el análisis de este caso, debemos contar con cierta información básica, que la clasificaremos de acuerdo a:

1.- Información de Servicio:

- Mecanismo de desgaste presente.
- Temperatura.
- Medio corrosivo y/o abrasivo, erosivo, etc.
- Duración de la pieza en servicio.
- Posibilidad de variar el diseño.

2.- Información de la Pieza:

- Dimensiones y peso.
- Metal base.
- Tratamiento térmico.

- Requisitos de terminación de la superficie.
- Existe información respecto a aplicaciones similares.

3.- Información de Costos:

- Costo de pieza.
- Número de piezas empleadas anualmente.
- Costo del procedimiento actual (reparación/pieza nueva).
- Costo del tiempo de parada.
- Costo de mantenimiento de piezas en inventario.
- Disponibilidad local/importación.
- Tiempo requerido para lograr abastecimiento.
- Costo del recubrimiento considerado.

4.- Información de Taller:

- Máquina soldadora disponible.
- Sistema de arco abierto teromatec.
- Sistema Rototec.
- Sistema Eutalloy.
- Rectificadora fresadora.
- Elementos para preparación de la pieza.

Las alternativas iniciales de solución, entre otras pueden ser:

- a) Botar la bocina y reemplazarla por una nueva
- b) Reparar el manguito con un proceso de micropolvos.
- c) Variar el diseño de la bomba, incorporando sellos mecánicos.
- d) Cambiar el material base de la bocina.
- e) Otras.

De acuerdo a la información obtenida, inte

rativamente se irá seleccionando las alternativas de solución más apropiadas. A través de este proceso interactivo, el amplio espectro de alternativas de solución iniciales, se reduce a una o pocas soluciones factibles. La selección última generalmente considerará:

- La alternativa más económica.
- El nivel de especialización de mano de obra requerida.
- Referencias de aplicaciones similares y/o resultados de las pruebas de terreno efectuados.

10.4- SOLDABILIDAD DE LOS METALES EMPLEADOS EN LA INDUSTRIA DEL AZUCAR

10.4.1. Fierro Fundido

Es una aleación hierro-carbono con 1.7% a 6% de carbono. Para su obtención se utiliza arrabio, chatarra y ferroaleaciones para mejorar la estructura y sus propiedades

Los tipos de hornos usados son: el cubilote, horno de crisol y el horno de reverbero

El horno más utilizado es el cubilote, por ser económico; sin embargo, presenta el inconveniente de mezclar el combustible (carbón) y la fundición misma, lo que introduce algunas impurezas, particularmente azufre.

El horno de reverbero, permite separar la fundición del combustible, pero la operación es más cara.

La fusión es un horno de crisol evita

la oxidación pero la capacidad de producción es pequeña.

En el proceso de colada del hierro fundido es preciso buscar siempre la obtención de la máxima homogeneidad y una estructura compacta exenta de granos duros y poros, una gran facilidad de mecanización y una elevada resistencia al desgaste para las piezas que deben trabajar a la fricción, debiendo para ello cuidar varios factores: composición de las cargas del horno, temperatura de colada, velocidad de enfriamiento, influencia del silicio y de otros elementos. Se han obtenido mejoras muy interesantes mediante la adición de níquel, cromo y vanadio.

La clasificación de fundiciones puede ser establecida de la siguiente manera:

- 1º Fundición gris.
- 2º Fundición blanca.
- 3º Fundición atruchada.
- 4º Fundiciones maleables.
- 5º Fundiciones especiales.

A continuación detallaremos el tipo más utilizado en nuestra fundición.

10.4.1.1 Fundición Gris

En las fundiciones grises, el carbono está libre en forma de GRAFITO, excepción hecha de una pequeña parte del 0.50% del contenido de carbono aproximadamente, que está combinada con el hierro. Una micrografía de la fundición gris, presenta láminas negras de grafito intercaladas entre cristales de fe -

ferrita (que es hierro exento de carbono).

La resistencia a la tracción de una fundición gris es pequeña, resistiendo en cambio muy bien a la compresión

Al ser la ferrita y el grafito constituyentes blandos, la fundición gris es blanda y de fácil mecanización. Además se adapta muy bien a todas las formas de la pieza en la operación de moldeo.

La fundición gris presenta una resistencia a la tracción que oscila entre 12 y 20 Kg/mm² y de 60 a 90 Kg/mm² a la compresión y un alargamiento prácticamente nulo.

El silicio juega un papel importante en la elaboración de la fundición gris, esta fundición encierra una proporción de silicio superior al 1.80%. Al disminuir el contenido de silicio de una fundición gris, puede transformarse en una fundición blanca. El silicio impide la formación de cementita (Fe₃C), aumenta la fluidez y disminuye la dureza pero a partir del 2.0% de Si, la fundición pierde gran parte de su resistencia, lo que para muchos usos no representa ningún inconveniente.

La composición media para una buena fundición gris es la siguiente:

C = 3.10% - 3.40%

Mn = 0.50% - 0.70%

Si = 1.90% - 2.20%

S = 0.07%

O = 0.50%

La naturaleza de una fundición - también puede depender de la marcha del cubilote y de la forma de enfriamiento. Se puede obtener - con la misma carga fundición gris o fundición blanca según se emplee un molde de arena o uno metálico o de grafito refrigerado por agua.

Por lo tanto, la fundición puede tener modificaciones estructurales, haciendo variar la forma de enfriamiento.

Si el enfriamiento es lento (molde de arena), el carbono de la fundición en fusión se precipita durante la solidificación en forma de grafito, obteniéndose fundición gris. Si la rapidez de solidificación aumenta el carbono permanece disuelto y se obtiene fundición blanca (en moldes metálicos o de grafito refrigerados por agua)

Cuando la fundición se enfría excesivamente rápido, se endurece superficialmente dando lugar a la cementita y a una especie de temple utilizado en el moldeado en coquilla, de esta manera, hay fundición blanca superficial y fundición gris en el núcleo.

10.4.2. Soldabilidad del Hierro Fundido

Lo analizaremos bajo diferentes aspectos :

10.4.2.1 Aspecto Metalúrgico

Se trata de cualquier tipo de hierro fundido lo que hay que evitar es la formación de cementita en la zona de unión, pues representa una zona demasiado frágil y dura que al menor esfuerzo de la pieza va a producir trizaduras. De ahí que es prácticamente insoldable la fundición blanca.

Para evitar la formación de cementita en las uniones hechas con electrodos al arco, éstos son en base a níquel (aprox. 90%). El níquel ayuda a la grafitación y al mismo tiempo afina y uniformiza el grano en la masa de unión, se obtienen soldaduras de alta resistencia y depósitos maquinables.

Otro factor importante es la temperatura que alcanzará la pieza en el momento de soldar y su posterior enfriamiento. Si la temperatura alcanzada en la zona que se está soldando sobrepasa los 721 °C el carbono libre se disolverá en el hierro (austenita) con un enfriamiento brusco, esa zona quedará con una estructura martensítica demasiado dura y frágil. Es por esto la importancia de un enfriamiento lento que per-

mite que la austenita se disocie en carbono libre, en ferrita y en perlita.

Para evitar elevadas temperaturas de aplicación para soldar el arco se emplea el método de soldar "EN FRÍO" con electrodos de níquel.

10.4.2.2 Aspecto Físico

Es muy importante considerar las características físicas del hierro fundido: baja resistencia a la tracción, elasticidad nula, estructura porosa.

Al soldar una pieza de hierro fundido, ya sea al arco o a soplete, se está introduciendo calor, lo cual implica una dilatación y una posterior contracción cuando se enfría. A simple vista es necesario una cierta elasticidad del metal base para soportar la dilatación y la contracción, esto no sucede con el hierro fundido. La mayoría de piezas fundidas son de formas complicadas, con secciones gruesas y otras más delgadas. En el momento del enfriamiento, las partes delgadas se contraen más rápidamente, produciendo trizaduras y/o fuertes tensiones que producirán nuevas trizaduras en su funcionamiento.

Para evitar esto al soldar al arco se prefiere el método de soldar "en frío" y enfriamiento lento. Al soldar a soplete se dará -

un post calentamiento parejo a la pieza.

Para uniformizar su temperatura seguido de un enfriamiento lento en asbesto, cal, ceniza, etc.

Si la pieza de fierro está en contacto con aceite, agua, ácidos, - etc, debido a su estructura porosa, absorberá una cierta cantidad que dificultará su soldabilidad, es que en muchos casos se puede corregir con una limpieza con solvente.

10.4.2.3 Elección del Procedimiento de Soldadura

Esto depende de las condiciones - de trabajo de la pieza de su estado, de sus dimensiones, si es una rotura o un desgaste, de la capacidad de los soldadores, de los equipos para soldar disponibles.

El método más empleado para la reparación de nuestras mazas fundidas (dientes rotos), carcazas de bombas, bases de motores eléctricos, etc. es el de soldadura por arco eléctrico.

Se impone el método "en frío" pues se evitan las deformaciones en - piezas complicadas y se sueldan - con electrodos en base a níquel cuyos depósitos son trabajables.

El electrodo que estamos utilizando es el CITOFONTE, es un electrodo de alto porcentaje de níquel

(96.5) cuya composición de su revestimiento permite obtener depósitos de soldadura maquinable, haciendo uso de amperajes reducidos. Las soldaduras con este electrodo están libres de porosidad y rajaduras. Dentro de sus propiedades mecánicas, este electrodo tiene una resistencia a la tracción de 43,000 lbs/pulg².

10.4.3. Acero

Se define como una aleación hierro - carbono con 0.05% a 1.70% de carbono.

A mayor contenido de carbono el acero aumenta la resistencia a la tracción y el límite elástico, disminuyen su alargamiento y la resistencia aumenta su dureza y pierde la propiedad de ser forjado.

En los aceros aparece el carbono en forma de unión química, como carburo de hierro llamado "cementita" Fe_3C .

10.4.3.1 Aceros al Carbono

En la práctica se establece dos (2) estados importantes del acero al carbono:

1° Estado estable en frío, por debajo de 720°C en que el hierro no disuelve al carbono. Bajo esta temperatura se presenta la perlita como un compuesto por láminas de "cementita" intercaladas con láminas de ferrita

2° Estado caliente, sobre 720°C, que se llama punto de transfor-

mación, el hierro disuelve totalmente el carbono, el punto de transformación varía, de acuerdo al porcentaje de carbono del acero, entre 720°C y 1130°C.

De acuerdo al menor o mayor porcentaje de carbono un acero mostrará más o menos cristales de ferrita y perlita.

10.4.3.2 Soldabilidad de los Aceros al Carbono

A medida que aumenta el carbono en el acero, su soldabilidad se va dificultando ya que la elasticidad va disminuyendo y su capacidad de templabilidad aumenta.

Dentro de nuestra actividad de mantenimiento para aceros de cualquier contenido de carbono, empleamos la soldadura de arco eléctrico

Es importante considerar la temperatura de aplicación de la soldadura, de acuerdo al porcentaje de carbono del acero, por las transformaciones estructurales que pueden sufrir.

Ejemplo: reconstrucción de un diente quebrado de un engranaje, por medio de soldadura al arco.

Uniformizamos el procedimiento de soldadura siguiendo los siguientes pasos:

1. Limpieza: la pieza debe estar limpia, libre de óxidos superficiales, lubricantes, etc.uti

lizando algún solvente adecuado (perclorhetileno, tetracloruro de carbono, etc).

2. Biselar: el bisel va de acuerdo al espesor del material a soldar. Para esto se puede usar una piedra de esmeril o un electrodo.

3. Precalentamiento: el objetivo es disipar en forma rápida el calor proporcionado por el arco eléctrico, es decir evitar un enfriamiento brusco que ocasiona una transformación estructural en el acero.

El precalentamiento será más o menos fuerte de acuerdo al tamaño de la pieza, del espesor a unir y del % C.

En nuestro caso resulta innecesario.

A continuación presentamos una tabla que nos sirve de guía:

CONTENIDO DE C	TEMPERATURA °C
0.05 - 0.30 % C	100°C máx (algunos casos)
0.31 - 0.40 % C	100°C - 200 °C
0.41 - 0,50 % C	200°C - 300 °C
0.51 - 0.60 % C	300°C - 400 °C
0.61 - 0.-0 % C	400°C - 550 °C

4. Soldar: seleccionar el electrodo más adecuado, de menor diámetro posible para usar el menor amperaje posible. Soldar

con cordones cortos y alternados para no elevar excesivamente la temperatura de la pieza. Martillar cada cordón para aliviar las tensiones internas provocadas por la contracción del cordón de soldadura, cuando éste se comienza a enfriar.

5. Enfriamiento Lento: el objetivo es no permitir un enfriamiento brusco que produzca un cambio estructural en la zona soldada. El enfriamiento lento asegura que éste sea uniforme en toda la pieza, equilibrando una contracción **pareja**. La pieza soldada se deja en un recipiente con asbesto, ceniza, cal, carbóncillo, etc.

10.4.3.3 Aceros de Baja Aleación

Los aceros al carbono tienen sus limitaciones, por consiguiente, para mejorar sus características mecánicas se agregan otros elementos en pequeños porcentajes, que no sobrepasan en total un 6%. Cuando los elementos adicionados son en una cantidad total mayor de 6%, estos aceros reciben nombres específicos, como por ejemplo: acero inoxidable, acero de herramienta, acero al manganeso, acero de alta velocidad, etc.

Existe una clasificación de la

Sociedad de Ingerieros Automotri ces SAE. sobre los aceros de baja aleación.

Esta clasificación consta de 4 - números que nos indica el tipo - de acero. Ejemplo: un acero al - carbono SAE 1040 utilizado en - las cadenas de arrastre 468 de los conductores # 3 de los Lava- deros A y B.

1. Primer Número: este numero in dica el (los) elemento (s) - principal (es) de la aleación de acuerdo a lo siguiente:

- 1) Acero al Carbono.
- 2) Acero al Níquel.
- 3) Acero al Níquel-Cromo.
- 4) Acero al Molibdeno.
- 5) Acero al Cromo.
- 6) Acero Cromo-Vanadio.
- 7) Acero al Tungsteno.
- 8) Acero Cromo-Níquel-Molibde no.
- 9) Acero Silicio-Manganeso.

2 Segundo Número: indica el por centaje aproximado de el ó - los elementos predominantes - de la aleación.

3. Tercer y Cuarto Número: jun - tos indican la cantidad a - proximada de carbono en el a - cero.

Ejemplos:

SAE 1020 Acero al Carbono 0.20 %C.

SAE 1045 Acero al Carbono: 0.45 %C.

SAE 1040 Acero al Carbono: 0.40 %C.

SAE 2315 Acero al Níquel : 3% Ni,
0.15 %C.

Al adicionar otros elementos con los cuales se puede rebajar el contenido de carbono y mejorar las propiedades del acero, se puede decir que cada porcentaje de elementos de aleación representa un % de carbono, de manera que se puede calcular su equivalencia, lo que se denomina carbono equivalente. Existen varias fórmulas empíricas, una de las cuales es la siguiente:

$$Ce = \%C + \frac{\%Ni}{15} + \frac{\%Mo}{4} + \frac{\%Si}{4} + \frac{\%Cr}{5} + \frac{\%V}{5} + \frac{\%Mn}{6}$$

10.4.4 Aceros Inoxidables

Son aleaciones en base a hierro que contienen al menos un 11.5% de cromo distribuidos uniformemente a través del material.

La adición de cromo en presencia de oxígeno forma una película de óxido de cromo en la superficie del acero. Este óxido contribuye a la resistencia a la corrosión.

Desde el punto de vista metalúrgico existen tres tipos fundamentales de acero inoxidable:

- 1.- MARTENSITICOS Serie 400 - Magnéticos. 11.5 a 17% Cr.

- II.- FERRITICOS Serie 400 - Magnéticos
17 a 27%Cr.
- III.- AUSTENITICOS Serie 300 - No Magnéticos
(18/8) 18% Cr. 8%
Ni.

10.4.4.1 Austenítico

El níquel puro es levemente magnético, pero cuando se agrega un 8% de Ni a un 74% de hierro y 18% de cromo, la aleación es no magnética. Al decir 18/8, esto es un 18% Cr. y 8% Ni, nos referimos a un acero inoxidable AUSTENITICO o acero inoxidable de la serie 300.

Los inoxidables de la serie 300 son extremadamente dúctiles y además presentan una excelente resistencia a la CORROSION cuando están recocidos (calentados a 1050-1100 °C y enfriados bruscamente). Al ser calentados entre 420 y 760 °C se produce un cambio estructural que disminuye significativamente la resistencia a corrosión.

La causa de este defecto es la formación de una capa muy fina de carburos de cromo en los bordes de los granos, en estas condiciones el contenido de cromo del metal adyacente puede reducirse tan fuertemente que su resistencia a corrosión baja significativamente. Este fenómeno se denomina precipitación de carburos y provoca un tipo de corrosión denominado "corro-

si3n intergranular".

Actualmente utilizamos el acero inoxidable 304 en casi todas las instalaciones del Difusor, este metal base ha sido cuidadosamente elegido para cumplir un fin espec3fico, por lo que la soldadura debe ser seleccionado con el m3ximo cuidado y que tenga las mismas exigencias. Este tipo de acero es f3cilmente soldable, como no son tratables t3rmicamente la soldadura no afecta en forma adversa su resistencia y ductibilidad en la zona de fusi3n o en la zona de transici3n.

10.4.5. Soldadura de Aceros Inoxidables

Es necesario tener conocimiento de qu3 sucede cuando se le aporta calor durante la soldadura. Algunos aceros reaccionan muy poco, mientras que otros sufren una disminuci3n en su resistencia a la corrosi3n o en su resistencia mec3nica.

El principal objetivo al soldar es no reducir ninguna de las propiedades del material a soldar, en gran medida mediante la elecci3n adecuada del material de aporte, t3cnica y procedimientos.

Sin lugar a dudas uno de los problemas de los aceros inoxidables se encuentran en los t3rminos, tales como "Precipitaci3n de Carburos" y "Corrosi3n Intergranular", esto significa que cuando soldamos un acero inoxidable 18/8, una zona pr3xima al dep3sito de soldadura se calienta a unos 600-800 °C, lla

mado RANGO SENSITIVO. A esta temperatura y en el área de acción, la cantidad de cromo disminuye al unirse con el carbono existente en la misma zona, formando el llamado CARBURO DE CROMO" ($Cr_{23}C_6$) el cual tiene una resistencia a la corrosión muchísimo menor. Si posteriormente el acero inoxidable soldado se pusiera en operación en medios ácidos o alcalis, inevitablemente actuaría una corrosión que se denomina "CORROSION INTERGRANULAR" debido a que la corrosión se produce en las zonas de contactos de los granos del acero.

Para producir la corrosión intergranular, se debe seleccionar un electrodo que tenga un bajo contenido de carbono (%C + 0,04), o algún electrodo al cual se le ha agregado Columbio/Niobio.

10.4.6 Diagrama de Schaeffler

Este diagrama nos permite determinar gráficamente la influencia que tienen los elementos de aleación en la estructura final de la unión soldadura-metal. Esto se consigue transformando los elementos constituyentes de la austenita en el "NÍQUEL EQUIVALENTE" y los elementos constituyentes de la ferrita en "Cromo Equivalente". En el diagrama, la abscisa corresponde al Níquel Equivalente y la ordenada al Cromo Equivalente.

El diagrama de Schaeffler se utiliza generalmente para determinar la estructura metalográfica de la unión soldadura-metal, cuando se sueldan metales de distinta composición química con electrodos de acero inoxidable.

Para determinar un punto en el diagrama de Schaeffler, es necesario conocer el análisis del depósito de soldadura y luego calcular los equivalente de Cromo y Níquel.

Ejemplo: Ubicación en el diagrama de Schaeffler el punto correspondiente al metal base del Difusor, acero inoxidable AISI 304 (Ver Fig. 10.1)

ANALISIS		FACTOR	CROMO EQUIV.	NIQUEL EQUIV.
Carbono	(C) 0.05%	30.0	1.5
Manganeso	(Mn) 1.00%	0.5	0.5
Silicio	(Si) 0.8 %	1.5	1.2	...
Cromo	(Cr) 19.0 %	1.0	19.2	
Níquel	(Ni) 10.0 %	1.0		10.0
Molibdeno.	(Mo) -	1.0	
Niobio	(b) -	1.0	
Columbio	(Cb) -	0.5	
			20.2	12.0

Trazando una línea vertical desde 20.2 en la abscisa (Cr. Eq.) y una línea horizontal desde 12.0 (Ni Eq.), se obtiene el punto de referencia. Esto indica que debemos utilizar un electrodo básicamente austenítico, con 6% ferrita aproximada. En efecto el electrodo que utilizamos es el INOX 3W cuyo análisis es el siguiente:

ANALISIS		FACTOR	CROMO EQUIV.	NIQUEL EQUIV
Carbono	(C) 0.06%	30.0	-----	1.8
Manganeso	(Mn) 1.4 %	0.5	-----	0.7
Cromo	(Cr) 18.0%	1.0	18.0	-----
Níquel	(Ni) 12.0%	1.0	-----	12.0
Molibdeno	(Mo) 2.5%	1.0	2.5	-----
			20.5	14.5

po de piezas es el CITOBRONCE cuyo análisis del metal depositado es:

cobre 93.58% - estaño (Sn) - 6.0%, fósforo (P) 0.14%, Silicio (Si) 0.06%, Manganeseo (Mn) 0.02%, hierro (Fe) 0.2%.

10.5- APLICACIONES DE LA TEROLOGIA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

En el presente capítulo proveedores a detallar los procesos y sistemas empleados en nuestra industria. Asimismo, procederemos a identificar y posteriormente analizar algunas aplicaciones realizadas en nuestro Ingenio Azucarero.

10.5.1. Procesos y Sistemas para la Aplicación de Recubrimientos Protectores

El gran desarrollo que está experimentando la tecnología de los Recubrimientos Protectores o Terología, permite a nuestra industria el poder contar con una amplia gama de aleaciones metálicas, cerámicas, carburos y compuestos metálicos orgánicos, para poder enfrentar las más severas sollicitaciones de desgaste.

Este amplio abanico de soluciones antidesgaste exhibe a la vez una completa familia de procesos y sistemas para su aplicación. La selección de un determinado proceso o sistema para aplicar un recubrimiento antidesgaste queda determinada por los siguientes factores:

- Mecanismo de desgaste.
- Forma y dimensión del componente.
- Cantidad de aleación (Kgs) a aplicar.
- Requisitos de aplicación in-situ y/o di-

ficultades de acceso.

- Necesidades de terminación de la superficie, etc.

10.5.1.1. Clasificación de Procesos en Función del Mecanismo de Liga con el Metal Base

LIGA

CON FUSION (SOLDADURA)

ARCO ELECTRICO SOPLETE OXI-GAS

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| -Arco Manual | -con aporte de varilla. |
| -Arco Abierto (Teromatec) | -con aporte de micropólvo |
| -Tig. | |
| -Mig. | |
| -Arco Sumergido. | |

SIN FUSION

(A BAJA TEMPERATURA)

MICROPOLVOS

Sistema de Proyección	
-Terodyn 2000	COMPONENTES METALICOS
-Rototec 800	METALICOS
-Rototec I-A	ORGANICOS

10.5.1.2. Descripción de Procesos por Soldadura con Fusión o Aleación Superficial

Detallaremos los mas utilizados en nuestro Ingenio:

Arco Eléctrico: En este proceso se establece un arco entre un cátodo y un ánodo, el cual provee la energía térmica para fun

dir controladamente el metal base (pieza) y la aleación de aporte, que puede ser una varilla revestida (electrodo), desnuda con protección gaseosa (caso Tig) o alambre continuo que viene en rollos, ya sea con fundente interior (caso arco abierto teromatec) o solamente alambre desnudo (caso Mig y arco sumergido)

Proceso de Aleación Superficial y por Fusión Oxigas: Empleando una llama oxi-gas como fuente de energía disponemos de la suficiente cantidad de calor como para fundir sobre el metal base el material de aporte. La unión metalúrgica entre el recubrimiento y la pieza se produce por difusión molecular de acuerdo al principio de aleación superficial descubierto por J. P. Nasberman o por fusión localizada del metal base y del aporte (soldadura oxigas por fusión) requiriendo este último un mayor aporte de calor para producir la unión.

En ambos casos, el soplete oxigas está conectado a cilindros de oxígeno y gas combustible: acetileno (el más usado por su alta temperatura de combustión) propano, MAPP, etc., y el apor-

te se adiciona en forma de varilla revestida o desnuda, caso este último en el cual se debe recurrir a un fundente externo que se aplicará sobre la zona a soldar, a objeto de proveer las características de limpieza y desoxidación requeridas.

Ejemplo: con este proceso se pueden reconstruir dientes de engranajes

Es posible también emplear una fuente de energía oxígeno para depositar recubrimientos protectores micropulverizados, en lo que se conoce como Sistema Eutalloy. En dicho sistema un soplete de diseño especial contiene en un recetáculo la aleación de aporte, que se encuentra en estado de micropolvo. Los gases empleados son oxígeno y acetileno. El O_2 se emplea también para producir la aspiración del polvo y transportarlo hacia el área a recubrir.

El Sistema Eutalloy se aplica fundamentalmente en aquellas partes y piezas que por la naturaleza del desgaste o tamaño de las mismas requieren gran control y precisión de depósito. La eficiencia del depósito es elevada y la uniformidad del recubrimiento es tal que en muchas ocasiones no se requiere termi-

nación posterior.

10.5.2. Aplicaciones de la Terología en la Industria
Azucarera-Ingenio Casa Grande

10.5.2.1. Impelente de Bomba :

Material Base: Hierro dulce.

Servicio : Bomba de recuperación de agua para el sistema de Lavado de Caña (agua con gran cantidad de abrasivos)

Instalación : Bomba B-4, en el Lavadero "E"

Costo de la Pieza Nueva: US \$ 36.00

Duración Original Promedio:

1,400 Horas.

El desgaste excesivo que ocasiona el agua sucia en los álabes del impelente, obligaba a retirarlos del servicio al cabo de las 1,400 horas de trabajo aprox. en condiciones que no justificaba económicamente su reparación.

Tratamiento con Recubrimiento Protector: a una pieza nueva se practicó una aplicación superficial en los 10 cm. aprox. extremos de los álabes, mediante proceso EUTALLOY, con la aleación BOROTEC 10,009, a base de níquel y con gran contenido de cromo, alcanzando una dureza en la superficie entre 55 y 62 RC.

Costo del Tratamiento (en US \$):
Polvo Borotec 1009 (150 gr)....\$ 22.00
Mano de obra, gas y otros\$ 1.60
TOTAL.....\$ 23.60

Al cabo de 630 horas de servicio se retiró la bomba para su inspección, encontrándose el impelente en perfectas condiciones. Se realizó el montaje nuevamente para que continúe en operación, estimándose que no será necesario para revisarlo antes de 3000 horas de operación adicional. En el supuesto caso que el impelente trabaje satisfactoriamente esas 3000 horas, al cabo del cual requerirá practicarle un nuevo tratamiento, entonces se tendría un FPD (factor prolongador de duración)

$$FPD = \frac{3630 \text{ horas}}{1400 \text{ horas}} = 2.6$$

Por consiguiente la vida útil (VU)

$$V.U = DOE \left[1 + (FPD \times NR) \right]$$

DOE = 1400 horas.

NR = 3 veces

$$V.U = 1400 \left[1 + (2.6 \times 3) \right] = 1400 (8.8)$$

$$V.U = 12,320 \text{ horas.}$$

El impelente original duraba 1,400 horas. Revistiéndolo se logra prolongar una vida útil de 12,320 horas, con el consiguiente ahorro de adquisición y mantenimiento de inventarios

Para el período de vida útil (12, 320 horas) tendremos un costo de:

$$\begin{aligned} \text{Costo Total} &= 36 + 3 (23.6) = 36 + 70.8 \\ &= \$ 106.8 \end{aligned}$$

Para el mismo período de vida se tendrá un costo correspondiente a cambio de impelentes de:

$$\begin{aligned} &9 \\ 36 \times &\frac{12,320}{1,400} = \$316.8 \\ &35 \end{aligned}$$

Lo cual implica que tendremos un beneficio de \$ 210.0 para el período de vida útil considerado - esto sin contar con los ahorros obtenidos por mano de obra en los cambios intermedios.

10.5.2.2. Eje de Bomba Insatorable

Material Base: Acero de bajo carbono

Servicio : Bomba de jugo crudo (jugo de caña, PH=6,5) con fibra de bagazo y abrasivos en suspensión.

Instalación : Bomba de jugo de circulación del Difusor.

Costo de la Pieza Nueva : \$ 70.00

Costo de la Bocina de Cambio:

\$ 20.00

Duración Original Promedio:

380 Horas.

El fuerte desgaste que se ocasiona en el eje, en la zona de empaque, no obliga al cambio de la pieza, pero se hace necesario - que con esa frecuencia se tenga que renovar la camisa de desgaste; durante el servicio, el cambio de anillos de empaque es frecuente.

Tratamiento de Recubrimiento Protector: a un eje nuevo se le practicó un recubrimiento de protección mediante proceso Rototec con la aplicación de las sgtes. aleaciones en polvo:

Ultra Bond 25000 (se usó 40 gr. como base)

Frixtec 19350 (100 gr. como acabado)

El costo del tratamiento ascendió a \$ 19.00

Inspección y Resultados: la pieza estuvo en servicio por un periodo de 463 horas, al cabo del cual en la inspección se halló un desgaste de 1.8 mm. en la zona de empaque, obteniéndose

3 horas - 1,22
0 horas

que se obtiene por cada elemento, equivale a:

19 - 5.4 \$

esta cifra incrementa con el costo por disminución de consumo

de empaquetadura. El número -

de bombas de este tipo de operación en el Difusor es de 16.

10.5.2.3. Piñón de Mazas de Molino

Material Base: Acero fundido SAE 9840.

Servicio : Transmisión de potencia a mazas de Molinos sometidos a trabajo continuo, con fuertes presiones.

Instalación : Repuesto Molino N°2, Trapiche C

Costo de la Pieza Nueva: \$ 1,700

Duración Original Promedio:

El 40% del total de piñones de un año, presentan desgastes pronunciados que requiere una recuperación total de las piezas

Recuperación de la Pieza:

Recuperación de un piñón mediante electrodos EUTECTRODE 680 de 3/16" de Ø, a un costo de \$ 300, demostró las ventajas económicas que ofrece este sistema de recuperación, según se demuestra

en el sgte cuadro.

CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS ANUALES, EN \$ DOLARES.

Estado de las Piezas	Nuevas	Reparadas
Costo de piezas 6 x 1700=	10,200	1 x 1700= 1700
		5 x 800= <u>4000</u>
	10,200	5700
- Valor del Inventario		
(Costo de repuestos)6x1700=10,200		2 x 1700= 3400
- Costo de Almacen y		
Depreciación de Stock 28%	<u>2,856</u>	952
	13,056	4352

Reducción del Costo Anual : \$ 6,404.0

El ahorro anual proyectado, se ve incrementado cuando se considera que la misma pieza es posible recuperarse varias veces; y por otro lado, se obtiene beneficios con la disminución del valor de repuestos de almacen con los consiguientes beneficios económicos.

La duración de un piñón recuperado, es similar a la de un nuevo, por lo que si se considera que un piñón se recupera tres (3) veces, entorces el factor de prolongación de vida alcanza 300%.

CAPITULO XI

CORROSION

11.1- GENERALIDADES

Dentro del mantenimiento de nuestra planta, uno de los aspectos más importantes, corresponde a la CORROSION, y por supuesto a las medidas más convenientes para remediarla, con el consiguiente aumento del tiempo de vida de nuestras instalaciones metálicas.

El análisis de nuestros casos de corrosión, nos permite presentar un número considerable de alternativas, de las cuales mediante un análisis económico decidimos la solución más apropiada.

Oportunamente el contenido de azúcar y de fosfatos presente en los jugos de caña disminuye los desgastes provocados sobre el acero común en solución acuosa.

Se ha podido caracterizar la agresividad corrosiva de los distintos jugos azucareros de modo que al avanzar el proceso disminuye el ataque sobre el hierro, el acero y el aluminio.

Creemos conveniente incluir el efecto ambiental, por las características discontinuas de la operación de nuestro Ingenio.

En nuestro trabajo consideramos solamente la corrosión en nuestro departamento con parte del Area de Extracción y la corrosión ambiental por la incidencia que tiene en la vida útil de toda maquinaria.

11.2- EQUIPOS DE EXTRACCION DE JUGOS

El jugo que se extrae de la caña de azúcar tiene las características más corrosivas entre los

jugos azucareros con una acidez relativamente elevada (valores de Ph entre 4.5,6) y un alto contenido de sólidos insolubles, piedras, arena, metales, etc.

Es evidente que los equipos con mayor desgaste son aquellos en la que hay movimiento relativo metal, medio-agresivo y en general con otros problemas mecánicos.

Es la razón por la cual los problemas de desgastes en nuestro departamento son tratados más desde el punto de vista mecánico que químico, sin embargo, los datos que hemos obtenido hasta ahora nos permite concluir que el aspecto corrosivo debe ser considerado en el momento de seleccionar las medidas preventivas adecuadas.

A continuación presentamos algunos equipos que consideramos merecen una especial atención:

11.2.1 Mazas del Molino BMA

La mecanización del corte y carguío de caña de azúcar en nuestra Cooperativa ha provocado un incremento notable en la cantidad de materia extraña que entra al Ingenio junto con la caña, esto ha incidido en el aumento progresivo de los desgastes.

En la tabla I indicamos el aumento de los desgastes en las mazas del Molino BMA de nuestro Ingenio Azucarero.

TABLA I Desgastes promedios en el diámetro de la Maza del Molino BMA en mm.

AÑO	MAZA SUP.	MAZA CAÑERA	MAZA BAGACERA
1982	14	10	12
1987	12	24	14

Debido a los desgastes y a la frecuencia de roturas en los dientes, las mazas deben ser sustituidas cada 6 meses de operación

continua.

La forma de trabajo de las mazas obliga a que las medidas que se pudieran brindar deben tener en cuenta las características de "agarre" necesarias para su operación. El grano abierto y el grafito laminar, contribuyen a obtener estas características. Sin embargo, este último es un factor que contribuye a las roturas en los hierros fundidos.

Actualmente recuperamos nuestras mazas superior, mediante soldadura Vidalloy Plate 33. También hemos propuesto un tratamiento térmico de las mazas para la obtención de matrices de bainita con cementita y sin martensita residual a través de un temple (860 °C, 15 min.) seguido de un revenido a 400°C con lo que se debe reducir el desgaste y también disminuir la maquinabilidad.

11.2.2 Bombas

En el caso de nuestro Ingenio, hemos puesto singular interés en el desgaste de: carcazas, impulsores, tapas de succión y soportes de nuestras bombas.

Tomando los registros adecuados, hemos logrado establecer tiempos medios de duración de las carcazas de hierro fundido frente a los distintos jugos azucareros extraídos del Difusor según se muestra en la Tabla II y se indica la necesidad de normar el proceso de fundición.

TABLA II :Duración de las carcazas de hierro fundido gris frente a los distintos jugos azucareros (ver en la pág. posterior).

<u>JUGO</u>	<u>DURACION (años)</u>
Colado	20
Fábrica	12
Decantado	20
Molino BMA	18

Es de fácil explicar la tendencia del hierro fundido gris a aumentar la velocidad del desgaste al avanzar el proceso de fabricación de azúcar, ya que el jugo comienza - el proceso a un valor de PH relativamente ácido (entre 4,5) y un alto contenido de - sólidos insolubles, y al avanzar el proceso primero se incrementa el PH (alcalización) y más tarde disminuye notablemente el contenido de sólidos insolubles (en el proceso - de clarificación).

Las bombas de circulación de jugo y de recirculación de jugo del Difusor son de bronce (carcaza, impulsor), resisten satisfactoriamente las condiciones más adversas de operación, sin embargo, el precio del cobre unido a su escasez nos invita a otras - alternativas más ventajosas, desde el punto de vista económico.

Se tiene referencias sobre el comportamiento del hierro fundido gris y sus aleaciones en condiciones de flujo conociéndose que el mismo ofrece velocidades de desgaste superiores a la de sus aleaciones de NiCu (11,74,7%) y Ni-Cr (11,72,3,0-4,01%) y que estas diferencias aumentan en la medida en que se incrementa el movimiento relativo del fluido y la superficie metálica. No obstante, las velocidades de flujo en estas - condiciones estaban lejos de acercarse a -

las que alcanzan las bombas

Al simularse las condiciones de operación de estos equipos, en cuanto a velocidad de rotación, se obtuvo que el hierro fundido aleado con Cr y Ni (18-8%) tenían menores desgastes incluso que el bronce.

Unidos a estos resultados, que han sido experimentados en muchos ingenios azucareros de Cuba, tenemos la experiencia práctica en Casa Grande del buen comportamiento de bombas de jugo de fábrica, que son de acero inoxidable y que vienen trabajando desde hace 18 años en operación satisfactoria.

11.2.3 Sistema de Tuberías

Las tuberías de jugo están expuestas, en mayor o menor medida, en dependencia de la velocidad con que circula el jugo, al ataque corrosivo erosivo de este fluido.

Nuestras tuberías de fierro común sufren un ataque considerable y deben ser sustituidas como promedio 4-6 años. Las tuberías de carga y descarga de las bombas de circulación de jugo del Difusor, son de acero inoxidable y han resultado ser una solución acertada y favorable, tienen de vida aproximada 18 años. En otros ingenios del mundo se están usando materiales plásticos con resultados favorables.

11.2.4 Molino BMA

Los dientes de las mazas de los molinos se encuentran sometidos a cargas elevadas producto de la compresión del colchón de bagazo y la presencia de materias extrañas (piedras, fierros, etc) dentro de la ca

na

A pesar de la frecuencia de roturas - en las mazas se conocen poco ó algunos parámetros de índole mecánico de relativa importancia (distribución de cargas en las chumaceras, posición de la fuerza resultante, etc). En todos los casos de fatiga se ha observado la presencia de puntos de corrosión en la cara en que comienza la rotura, motivadas presumiblemente por las salpicaduras de guarapo y el agua de enfriamiento de las chumaceras.

En nuestros jugos de mezas del Molino BMA, se ha encontrado que los dientes de las mazas superiores se fatigan más frecuentemente que las bagaceras y éstas más que las cañeras. El mayor número de roturas se ha encontrado en la raíz del diente. Estos detalles están relacionados con la distribución de carga.

Actualmente aplicamos métodos no destructivos para detectar oportunamente fallas en los ejes de las mazas (zona en contacto con las chumaceras de bronce). También aplicamos medidas de recuperación de dientes, preparando pedazos de dientes de hierro fundido que son soldadura Ferrocord U en las mazas.

Con el objetivo de mejorar la humedad del bagazo se han realizado mejoras en el diseño mecánico de las mazas, como son la profundización de los canales de jugo en la base de los dientes. Un gran número de recomendaciones está orientado desde el punto de vista corrosivo.

Señalamos a continuación algunas medidas que todavía no han sido implementadas, pero que proponemos para su ejecución y evaluación:

-Temple superficial y granallado de la superficie.

-Nitruración superficial.

-Protección catódica.

Lo que estamos utilizando actualmente con resultados positivos son la utilización de recubrimientos duros, mediante soldadura Vidalloy Plate 33 (preferentemente en nuestras mazas superiores).

11.2.5 Cadenas de Arrastre.

Las cadenas transportadoras, están sometidas a cargas cíclicas y han sido estudiadas desde este punto de vista, los pines resultan ser las partes más afectadas.

También los eslabones especialmente en la zona que están en contacto con el pin. Estas cadenas durante su operación se pandea ligeramente bajo la carga, mientras la parte interior se mantiene relativamente limpia de agentes corrosivos, la exterior está expuesta a la acción de la humedad ambiental y de las salpicaduras de jugo y en ella aparecen y se desarrollan puntos de corrosión que devienen puntos de alta tensión que pueden llegar a convertirse en pequeños "craks" de corrosión fatiga, que continúan creciendo debido a la tensión cíclica hasta que ocurre la fractura usualmente por el centro del pin donde las tensiones son máximas. Cuando el desgaste ge-

neralizado progresa, disminuye el diámetro del pasador y aumentan las posibilidades de fatiga.

Entre las medidas apropiadas para eliminar o retardar este tipo de rotura, se recomienda usar cadenas y pines de acero. SAE 1040 tratado térmicamente.

11.3- CORROSION ATMOSFERICA

Cuando la humedad relativa sobrepasa un valor (aprox. 60%) el contenido de agua es suficiente para la formación de una película de electrolito sobre la superficie metálica, debido a los efectos de la capilaridad provocada por hendiduras, poros, impurezas, etc. y a la condensación por absorción. Esta capa no sólo contiene los agentes oxidantes capaces de corroer al metal sino que actúa también como conductor eléctrico entre ánodos y cátodos en la superficie metálica.

Algunos influyen de manera notable en el ataque corrosivo de la atmósfera.

- Humedad Relativa.- Cuando es mayor (por encima del valor crítico), mayor será el peligro corrosivo en los casos más comunes.
- Otros Factores Climáticos.- La lluvia, capaz no sólo de contribuir a la formación de la película sino también de limpiar la superficie de cualquier capa de productos de corrosión relativamente protectores, el viento, la temperatura, la insolación, etc.
- Existen otros factores, pero no es nuestro caso como son: la salinidad y la presencia de contaminantes (SO_2 , polvos, humo, CO_2 , etc).

De las características de la corrosión atmosférica se infiere el carácter particular de la mis

ma, la violencia del ataque atmosférico depende no ya de características regionales, sino de las peculiaridades locales del clima y el ambiente. Se han encontrado diferencias extraordinarias en las agresividades ambientales en diferentes países y en distintas zonas de un mismo país. Las atmósferas han sido caracterizadas en consideración a esto en rurales, industriales, marinas. El volumen elevado de estructuras metálicas de nuestro Ingenio, está sometido en mayor o menor medida a la corrosión atmosférica. Aparentemente los ingenios azucareros situados generalmente en zonas rurales deberán estar bajo los efectos de un ambiente benigno desde el punto de vista corrosivo, sin embargo, la presencia de la fábrica provoca cambios climáticos locales que elevan la corrosividad de la atmósfera, fundamentalmente en tiempo de molienda, la presencia de humos, polvos, vapor de agua, gases, etc. Muy agresiva resulta la atmósfera en los ingenios que utilizan la sulfatación como sistema purificador. El efecto de SO_2 en la atmósfera es importante. Para una concentración atmosférica de 0.01% de SO_2 con una humedad relativa del 90% una estructura de acero pierde gramos por metro cuadrado de superficie expuesta en 10 días, la pérdida de este tiempo sería despreciable si la atmósfera estuviera libre de SO_2 .

En muchos casos la situación de nuestros conductores de caña han mejorado su tiempo de vida con el empleo del acero inoxidable AISI 304 (Fondo del Conductor N°6 del Lavadero B).

Un interés especial revisten las características ambientales dentro del ingenio en las diferentes áreas, se ha demostrado para condiciones rurales, en un ingenio cubano (purificación con lechada de cal) según las áreas de fabricación y para acero

común; que la agresividad de la atmósfera en tiempo de molienda sigue el orden:

Enfriadero Area de Tachos y Clarifica -
Exterior Extracción Evaporadores dor.

El enfriadero, al aire libre, tiene características especiales y está expuesto a todos los rigores atmosféricos. Dentro de las instalaciones del Ingenio el efecto de la operación juega un importante rol debido a las salpicaduras, las características de la operación en cuanto a temperaturas, etc. El área de extracción es la más peligrosa por cuanto el jugo que puede salpicar las estructuras y el bagacillo, constituyen agentes de relativa importancia.

Una peculiaridad importante de los Ingenios Azucareros reside en las características cíclicas de la producción. Durante el período de reparaciones y mantenimiento muchos equipos y piezas son desmontados y sufren el rigor de la atmósfera circundante.

Frecuentemente con el objeto de disminuir el ataque corrosivo se recurre a la protección con telas o sacos, ésta protección es sólo relativa, si los materiales con que se cubren los equipos son permeables al paso del agua, entonces lo que se quería proteger se somete a un peligro mayor al mantenerse húmedos por más tiempo. Contra la corrosión atmosférica los recubrimientos han demostrado ser un método altamente efectivo.

Sin embargo, el conocimiento apropiado de tales sistemas protectores es un requisito indispensable para su óptimo aprovechamiento, la aplicación de cualquier tipo de recubrimiento implica la necesidad de una preparación previa de la superficie, dependiente del tipo de recubrimiento y sin la cual

no cabe esperar un resultado satisfactorio.

Sobre tipos de preparación superficial y pinturas, lo tratamos con detalle en el capítulo V - (Mantenimiento de Edificios - Apartado 5.4).

CAPITULO XII

COSTOS Y PRESUPUESTOS

12.1- REGISTRO, RESUMEN Y DISTRIBUCION DE LOS DATOS DE COSTOS

Nuestro sistema de costos persigue dos (2) objetivos:

- 1° Proporcionar una actividad de contabilidad con la información requerida para un teneduría de libros apropiada.
- 2° Proporcionar al Dpto. la información requerida para su control interno y la evaluación de su funcionamiento.

12.1.1 Definiciones

- 1.- Adiciones al capital, incluyen: equipo nuevo, mejoras y reemplazos.
- 2.- Gastos de reparación y mantenimiento, incluyen:
 - a. Reparación por interrupción de mollienda.
 - b. Inspecciones de rutina y mantenimiento preventivo.
 - c. Conservación, tal como pintura.
 - d. Reemplazo por desgaste.
 - e. Reparación de edificios.
- 3.- Gastos de desmantelamiento.
- 4.- Costo de la producción y distribución de servicios, incluye: electricidad, vapor, agua y aire comprimido.
- 5.- Gastos varios, incluye:
 - a. Trabajo experimental.
 - b. Limpieza de equipos.

- c. Remoción de : tierra, hoja, basura.
- d. Otros servicios.

12.1.1.1 Adiciones al Capital

Se llama así al costo total del - trabajo realizado por nuestro Dpto. la adición de los activos del capital de la Cooperativa.

Una pieza completa nueva de equipo se define como una adición al capital, ya sea comprada o costruída - en nuestros talleres. Esto se convierte en un claro ejemplo de gasto de capital. Por consiguiente, se debe considerar la vida por depreciación, y se agregarán cargos de amortización a los gastos indirectos fijos de la planta en proporción a su costo.

Las modificaciones se pueden definir como alteraciones, modernizaciones de un equipo; con lo cual se incrementará su tiempo de vida o eficiencia. Con frecuencia nuestros equipos necesitan la sustitución de un elemento antiguo por - uno nuevo.

Un reemplazo se define como una - sustitución en el tipo o clase de un equipo o parte principal que resulta en una vida útil más larga de la unidad de propiedad.

Un repuesto puede tener su valor mayor o menor que su predecesor. Como resultado de esta reposición, todo el equipo o la mayor parte de

el deja de existir y su lugar es tomado por un equipo diferente cuya vida probable se espera exceda del remanente en la pieza original del equipo.

Se debe considerar un gasto del capital con cargas de depreciación residuos.

12.1.1.2 Gastos de Reparación y Mantenimiento

Incluye todos los gastos que se acumulan para mantener a la planta y a su equipo en condición de operación satisfactoria. El mantenimiento preventivo en cualquier forma, ya sea inspecciones rutinarias o una reparación por motivo de interrupciones de molienda, se debe incluir como parte del gasto de reparación. También consideramos la lubricación como parte del programa de MP.

La reparación por paradas de molienda, se considera como la misión primaria de mantenimiento, y en esta área se hacen los mayores esfuerzos para reducir costos.

Tenemos un programa de MP, que con frecuencia es necesario decidir si una suspensión de trabajo planeado para mantenimiento es parte del gasto de mantenimiento preventivo o gasto de reparación por interrupciones que no evita a toda costa.

La discreción entre ambos puntos de vista es obviamente académica en lo que respecta a nuestra planta pues-

to que los cargos son parte de la cuenta de mantenimiento.

El mantenimiento de conservación, requiere de operaciones rutinarias que pueden planearse y presupuestarse con anterioridad. Estos gastos se pueden manejar dentro de límites amplios, sin pérdida de su valor o una interferencia con la productividad de la planta.

Dentro de los gastos se encuentran: la pintura, reparación de caminos y mantenimiento de edificios.

La partida de mantenimiento es parte del costo de fabricación y está compuesta de los tres (3) grupos anteriores: mantenimiento por paro o interrupción, mantenimiento preventivo y mantenimiento de conservación. Esta división en el sistema de costos es para proporcionarnos un medio más consistente de comparación y evitar la distorsión del gasto de actividades distintas al mantenimiento.

12.1.1.3 Gastos de Desmantelamiento

Incluye el costo de la renovación del equipo obsoleto o abandonado. Cuando se renueva una unidad completa o una porción mayor y el costo está sobre aquel capitalizado en una instalación nueva. Generalmente resulta ser una partida menor

12.1.1.4 Costo de los Servicios de Producción y Distribución

Incluye costos de: combustible, vapor, electricidad o agua, trabajo para producirlos y/o distribuirlos los costos de reparación, aire comprimido, etc. los sistemas de alcantarillado se consideran frecuentemente de servicio.

12.1.1.5 Gastos Varios

Tiende a ser un resumen de las actividades incluídas en el departamento. Incluye aquellos servicios que varían considerablemente con la ocupación o la norma de conservación, mientras que no afectan materialmente el volumen directo de la unidad de producción; o es trabajo realizado por el departamento por brevedad más que por ser su responsabilidad.

12.1.1.6 Elementos del Costo

Para definir los elementos de las clasificaciones de costo tratadas anteriormente, utilizamos seis categorías principales.

1. Equipo : Se considera, constituido por aquellos equipos adquiridos a las rimas: SILVER, BMA KKK, etc. o fabricados en el taller de Maestranza de nuestro INgenio como una sola unidad. Esto puede variar desde un eje para bomba hasta un rotor completo del Buster, o una masa

del Molino BMA.

2. Suministro : Son artículos llevados en los almacenes de la División Materiales y Utiles. Incluyen artículos como tuercas, empaquetaduras, pernos, soldaduras, planchas de acero inoxidable, retenes, repuestos etc., todos los artículos comprados al por mayor. Los repuestos preparados en nuestros talleres, pierden la categoría de suministro. Así su costo se debe diferenciar del costo de su empleo en los trabajos de reparación realizado por nuestro departamento.
3. Mano de Obra: Es el tiempo en un trabajo específico, por los trabajadores o cuadrillas en la ejecución real del trabajo requerido.
4. Servicios Exteriores: Se refiere a la mano de obra ejecutada por un contratista, en donde los gastos indirectos como la ganancia del proveedor se incluyen en la factura; esta clasificación incluye el alquiler de equipo o servicios de ingeniería.
5. Gastos Indirectos del Dpto : Cubren todos los gastos que no pueden cargar directamente a unidades específicas de trabajo.

Se consideran parte de estos gastos: el mantenimiento y la depreciación de herramientas; el costo de suministro (brocas, lunas, guantes, etc) seguros, vacaciones y otros similares que se distribuyen en el departamento.

6. Gastos Indirectos del Ingenio: Incluye los gastos administrativos del área que deben ser compartidos por todos los departamentos, los salarios de los ingenieros, supervisores, el costo del personal; cualquier otro gasto que es necesario para la operación del Ingenio, pero que no se puede localizar convenientemente la de los gastos indirectos de la planta del costo total del servicio de mantenimiento.

12.1.1.7 Acumulación y Distribución de los Cargos Indirectos

Se dividen en cuatro categorías principales, esto es el trabajo ejecutado en:

1. Equipo de proceso o producción.
2. Edificios.
3. Servicios.
4. Servicios de otro tipo.

En cada una de estas categorías se acumularon dos tipos de cargos. El primero los llamados cargos directos, aquellos que incurren en

el costo de los elementos 1 a 4. En general, todos los otros costos asignados a estas cuatro clasificaciones; son costos indirectos y deben distribuirse entre ellos sobre una base equitativa. Algunas de las bases utilizadas son:

a. Distribución por el Dinero Gastado

Ejemplo: el manejo de la mayor parte de los cargos de almacen el gasto fijo indirecto para la operación de los almacenes se distribuyen conscientemente a cada partida como un porcentaje de su costo.

b. Distribución por Horas-Hombre Utilizadas

Los gastos indirectos fijos de supervisión, así como el costo de operación de nuestro taller de mantenimiento, se distribuyen generalmente sobre la base de las horas-hombre empleadas. Se puede usar la misma base para distribuir efectivamente el costo de herramientas y suministros consumidos por nuestro departamento.

c. Distribución por el Valor Monetario del Equipo Mantenido

Distribuir los cargos indirectos, que resultan de los impuestos y depreciación sobre la base del valor del equipo -

en la misma forma, el costo de la lubricación se puede distribuir en el departamento sobre la base del valor del equipo servido.

12.1.1.8 Acumulación de Cargos

Los cargos directos de reparación se acumulan por trabajo específico y por departamento. Se prepara un estado completo de todos los cargos para un mejor control a medida que se acumula de acuerdo al trabajo.

Los costos indirectos resultan de la actividad del departamento se acumulan mejor en centros de costo con presupuestos y normas que dependen del nivel de actividad.

12.1.2 Procesamiento de los Costos

Trataremos de enfocarlo desde sus pasos iniciales de registro y resumen, a través de la distribución concluyendo con el informe de costos en forma adecuada para la interpretación de parte de la Superintendencia de Ingenio.

El departamento de costos de la División de Contabilidad acepta la información resumida, dejando el procesamiento inicial a la iniciativa de nuestro departamento. Se ha establecido un sistema de información de recabación de costos, y resumen de los mismos que puede adaptarse a los requisitos contables de nuestra empresa.

A través de esta discusión de registro resumen e informe de los costos, estos han

sido considerados en términos de los elementos básicos de: equipo, suministro, mano de obra y gastos indirectos del departamento.

12.1.2.1 Equipo

El costo se obtiene de dos (2) - fuentes: la factura recibida del abastecedor en el momento de la compra o el resumen del registro de trabajo que cubre la fabricación de una pieza de equipo dentro del Ingenio y el cual se puede manejar como una factura.

12.1.2.2 Suministros

Nosotros tenemos un almacén que depende de la División de Materiales y Utiles que sirve al mantenimiento. El procedimiento usual para registrar los costos en alguna forma requisitoria del almacén o el reporte de gastos del mismo. El valor es libros de los suministros se registra en formatos al momento del retiro del material, junto con los vales de serie para la distribución apropiada de los cargos. Estos formatos del almacén ó reportes de gastos proporcionan la base para el procesamiento posterior del costo de los suministros.

12.1.2.3 Mano de Obra

El registro básico para hallar este costo, es la tarjeta que se registra por intermedio de los supervisores; los tiempos reales empleados por los trabajadores, ya sea por ob-

servación o reporte de los supervisores al empezar y terminar cada tarea. Al final de cada semana, el supervisor distribuye el tiempo total de sus hombres. Consideramos más precisa que las tarjetas de tiempo, pues absorben difícilmente el tiempo ocioso resultante de un planeamiento pobre de trabajo. Por otro lado el tiempo ocioso deberá pagarse y la diferencia entre el total mostrado en las tarjetas de trabajo y el costo general de la mano de obra deberá absorberse en los gastos indirectos del mantenimiento con el mismo resultado final

12.1.2.4 Servicios Exteriores

Este costo se maneja de forma semejante al costo del equipo, con la factura de servicio, formando la información básica para acumular y resumir el costo de mantenimiento. Los gastos indirectos del contratista o del departamento que nos presta el servicio y utilidad se toman como gastos indirectos de mantenimiento

12.1 2.5 Gastos Indirectos de Mantenimiento

Podemos dividir en dos categorías: Costo de Operación : Necesita del registro del costo de suministros, mano de obra y equipos necesarios para operar nuestro departamento, sin tomar en cuenta el nivel del

servicio que presta a la producción. Incluye el costo de los empleados del almacén, las reparaciones del taller, etc.

Costo de Alquiler: Incluye los gastos indirectos del edificio, servicios, depreciación, impuestos, etc. son registros por el departamento de Contabilidad y derivados del costo total y de las distribuciones establecidas en una base general para la planta.

12.1.3. Resumen de los Datos de Costo

Tenemos una relación apropiada con el Dpto. de Contabilidad, en la cual la división óptima de los deberes es aquella que resulta de la participación de ambos departamentos en el procesamiento de los datos de costo.

La finalidad de este resumen, es llegar a un costo general de trabajo de mantenimiento en términos del trabajo, tipo de servicio o departamento, en tal forma que se pueda cargar a donde pertenezca y formar una base para el reporte de funcionamiento por parte de nuestro departamento. Por consiguiente empleamos una hoja de resumen en la cual todos los diversos elementos de costo para tal unidad de trabajo se acumulan y totalizan. Se registran en este resumen los costos originados por facturas. Los vales de series de los almacenes de División de Materiales y Utiles Después de la aplicación de los gastos indirectos, se asientan aquí, así como los cargos distribuidos de los otros centros de cos

to y el valor de la mano de obra.

Para empezar el procesamiento de los datos de mano de obra es frecuente una operación manual, para transferir la información de una multitud de tarjetas de tiempo, aplicación de la tasa apropiada y la suma de estas cantidades para llegar al costo de la mano de obra en la hoja resumen. Al usar las tarjetas de trabajo, se eliminan la necesidad de pasar o copiar las unidades adicionales de tiempo. Sin embargo también debemos usar un resumen que debe coordinar con el costo total de la mano de obra sobre cierta base.

Los gastos indirectos de almacenajes y mantenimiento se aplican previamente el asentamiento del costo en las hojas de resumen. Siguiendo a la terminación de una tarea específica o al final de un período predeterminado (un mes), estas hojas de resumen se totalizan y se aplican los gastos indirectos de la planta. Se usan también estas hojas para cualquier resumen posterior, ejemplo: en caso de las tareas que deben dividirse entre los centros de costo de producción y para informar de los costos de mantenimiento. Las Figs. 12.1 y 12.2 son hojas que utilizamos para registrar los costos de mano de obra y suministros de mantenimiento, así como diversas hojas de resumen.

12.1.4. Reporte de Costos

El objetivo principal de nuestro sistema de costos tiene dos aspectos: distribución equitativa de los costos y proporcionar un método para control y evaluación del fi -

nanciamiento de nuestro departamento. Por lo tanto el reporte de costos y la distribución de la información de los costos debería adaptarse de la mejor manera para cumplir estos requisitos.

En términos generales, el mejor sistema es el que usamos. Un proceso de resumen que nos permite obtener cualquier información actualizada que necesite nuestro departamento en cualquier momento, pero que se oriente hacia las necesidades finales del departamento de costos al final de su período contable. El reporte de costos de mantenimiento para fines de control es tal que sirva a los siguientes requisitos:

- 1° La superficie necesita una medición de la efectividad de su funcionamiento con respecto al empleo de fuerza de trabajo y de materiales
- 2° La Superintendencia de Ingenio a través de la División de Mantenimiento, necesita las tendencias generales en los costos de mantenimiento y con el detalle suficiente para descubrir las áreas que requieren atención especial.
- 3° El Ingeniero de Mantenimiento necesita la información que destaque el equipo que causa elevados costos de mantenimiento y la necesidad subsecuente de atención de parte nuestra.
- 4° La División de Producción deberá estar en condiciones de conocer sus costos de mantenimiento por producto y ocasionalmente por Lavaderos A ó B y Difusor.

Por otro lado los supervisores necesitan resúmenes de costos de mano de obra por parte de nuestra Jefatura para juzgar la eficiencia general de su fuerza de trabajo. La interpretación de los costos para la Superintendencia de Ingenio debe ser tal que el costo de mantenimiento esté en función del costo total de fabricación o del costo de conversión, el costo total del equipo mantenido, o en términos de las toneladas de jugo producido o toneladas de cada desfibrada.

Nuestro Dpto. proporciona reportes a la Gerencia a fin de que pueda juzgar nuestra responsabilidad en el funcionamiento como un servicio de la planta.

Se realizan informes sobre el tiempo ocioso de equipo, debido a la actividad de mantenimiento; desviación de los programas de mantenimiento necesario por tal actividad o el mejoramiento en el funcionamiento del equipo por la misma razón.

12.2- ELABORACION DE PRESUPUESTOS

Entendemos por presupuesto como una estimación del costo del trabajo de realización para un tiempo futuro. Consideramos nuestro presupuesto, básicamente como un pronóstico de gastos.

Nuestro Departamento de Ingeniería de Mantenimiento usan dos tipos de presupuestos, los que pronostican el costo de los equipos de mantenimiento en condiciones normales de operación y el presupuesto de operación que se emplea para pronosticar el costo de vapor, energía eléctrica, agua, aire comprimido y otros servicios.

12.2.1. Presupuesto de Reparación

Tiene como principal objetivo proporcionar la información necesaria por la División de Operación y Producción, para que a través de los procedimientos contables - obtener un costo anticipado para fabricar una tonelada de jugo, una tonelada de caña desfibrada, una tonelada de azúcar, etc.

El presupuesto de reparación, viene a ser una partida del presupuesto general de nuestro Dpto., juntos con otros como: materia prima o sea caña de azúcar, mano de obra y gastos indirectos.

El tipo de presupuesto de reparación que utilizamos es aquel que se establece a un costo unitario por unidad de producción, esto debido a que la tasa de fabricación de nuestra planta varía desde la producción a plena carga hasta la planta ociosa, por falta de energía.

12.2.2. Tiempo Cubierto por los Presupuestos

Nuestro presupuesto lo establecemos - sobre una base anual, ya que la mayoría de los períodos fiscales son de doce (12) meses de duración, y los procedimientos de - contabilidad se engranan con un período de un (1) año para el control financiero.

Debido a la variedad de equipos de - nuestra planta y a la automatización de - los mismos los costos de mantenimiento actualmente vienen a ser una parte de cada - vez más importante de los costos totales - de la fabricación de azúcar y por lo tanto los pronósticos de los costos totales de - fabricación y los pronósticos de costo de

mantenimiento a largo plazo son cada vez más importantes.

Nuestra Organización establece un presupuesto de mantenimiento anual con la debida anticipación, considerando ajustes periódicos mensuales. En tales ocasiones la compensación se hace para las condiciones que han cambiado desde la preparación del presupuesto original. Generalmente estos ajustes son políticas que vienen de la División de Operaciones Contables (Superintendencia Administrativa) y que son aceptadas por nuestro Dpto.

El Dpto, de Lavaderos y Difusor mantiene un presupuesto interno que nos permite controlar a corto plazo y asegurar el cumplimiento del presupuesto anual oficial al término de su período.

El tratamiento anterior lo aplicamos primordialmente a los presupuestos de reparación.

12.2.3. Elaboración de los Presupuestos de Reparación

Esta responsabilidad descansa en el Departamento de Mantenimiento. La información referente a la programación del rol de molienda, especificaciones de equipos y nuevos tipos de desembolsos, se puede determinar mejor en discusión conjunta con Producción y Operaciones Contables. El costo final es estimado por nuestro Dpto de Ingeniería de Mantenimiento.

Un pronóstico de costos se basa en el juicio humano y en la apreciación del efecto de las variables incontrolables. A mayor información recolectada y correlación realizada, mayor precisión del pronóstico de cos

tos.

Al preparar los presupuestos de reparación, resulta una fuente importante de información básica la experiencia en costos. Para predecir costos futuros es importante considerar el cambio de las variables y las nuevas variables que se puedan pronosticar. Entre estos factores se encuentran : el Rol de Molienda, la edad de los equipos, las tendencias en el costo de la mano de obra y de los suministros de mantenimiento. Inicialmente al preparar un presupuesto de reparación nos basamos completamente en un funcionamiento anterior, aplicando índices de los costos de equipos y mano de obra para conseguir un pronóstico realista. Mantenemos una conveniente correlación entre la historia del costo y los niveles concurrentes de producción. La exactitud del presupuesto se incrementará en la cantidad de detalles al examinar los hechos históricos.

Consideramos que la mayor solución principia con un estudio comprensivo de un programa de reparación. En este programa, se agregan los elementos de costo que son razonablemente uniformes, tales como: lubricación, inspección y reposición de equipo con vida fija. Las partidas de costo de reparación se analizan individualmente por cada tipo de equipo. Considerando ciertas variables que influyen en el costo: edad, utilización esperada e historia de reparación, se puede determinar mejor un presupuesto del costo de mantenimiento.

La cantidad de detalle y estudio en

la preparación de un presupuesto se controla con la mejora esperada al pronosticar los costos y el valor real de los mismos, tanto para la empresa como para nuestro Departamento de Mantenimiento o los gastos indirectos, se añaden después de la preparación del costo directo.

12.2.4. Responsabilidad para el Funcionamiento del Mantenimiento bajo los Presupuestos

Considerando que la razón principal para las reparaciones de nuestros equipos es lograr su productividad óptima y siendo la División de Operaciones y Producción responsable de los costos de producción de azúcar, entonces consideramos que producción tiene responsabilidad sobre la cantidad de dinero que se gasta en la reparación de los Lavaderos y Difusor.

En conclusión, producción es responsable de la cantidad de trabajo de reparación necesario, pero nuestro Dpto. de Mantenimiento es responsable del costo. Esto considerando que podemos reducir las reparaciones, con un programa de mantenimiento preventivo e Ingeniería preventiva para prolongar la vida útil de nuestros equipos.

El mantenimiento y la producción tienen la responsabilidad y la autoridad para el funcionamiento óptimo de la planta a fin de lograr los objetivos financieros de la empresa.

12.2.5. Reportes del Funcionamiento Versus el Presupuesto

Con el objeto de ayudar en el control

de los costos de mantenimiento a nuestro departamento, la División de Operaciones Contables a través del Dpto. de IBM nos proporciona mensualmente un desglosa del funcionamiento real de los costos por los diversos elementos del presupuesto, tales como: mano de obra, materiales y gastos indirectos. Esta información con la tratada en el capítulo precedente que cubre los costos nos proporciona las armas necesarias para explicar las desviaciones del presupuesto e iniciar las modificaciones de acuerdo a las circunstancias.

12.2.5.1 Reportes de Variación

Es una forma de análisis de suma importancia que nos permite descubrir y entender las variaciones importantes del funcionamiento financiero anticipado de nuestra planta.

Estos reportes nos permite conocer:

- a. En cuanto exceden los gastos reales a los anticipados.
- b. Las fluctuaciones normales y anormales de nuestro presupuesto.
- c. Las desviaciones positivas y negativas deben registrarse, y lo que es mas importante deben estimarse el efecto de tales desviaciones en las futuras tendencias.

Se considera una fluctuación normal, digamos un 5 ó el 10%

en más o menos razonables. Aunque una variación de esta magnitud puede resultar en una variación acumulativa de proporciones considerables en un largo período.

Para una interpretación más completa del funcionamiento de nuestro centro de costo, utilizamos una gráfica de control de funcionamiento en el año en curso, así como una para las variaciones individuales.

La explicación de la variación del costo de los estándares presupuestados es un instrumento muy importante para la dirección de nuestro departamento, pues es un medio que nos permite revisar el funcionamiento del mismo, ya que el sostiene el cumplimiento de los objetivos financieros de la empresa.

12.2.6. Recolección de Información

El registro de la distribución del tiempo de los trabajadores y el costo de los materiales, se efectúa por 2 empleados que trabajan en la oficina. Los supervisores realizan la etapa de revisión de los registros conservados por los empleados.

12.2.7. Procesamiento de la Información y Control de Costos

Es llevado completamente por personal de la División de Operaciones Contables -

que pertenecen a la Superintendencia Administrativa. Una de las consideraciones más importantes al determinar la necesidad de un grupo elaborador de información, es al grado al cual, el resumen de los datos, - con fines de control, alcanza al requerido por el sistema de informes de la División de Operaciones Contables.

Nuestro departamento ha encontrado - muy convenientemente realizar un proceso - preliminar de información de mantenimiento con nuestros empleados de oficina, ya que hay la necesidad para ejercer el juicio el cual se basa en la familiaridad con el trabajo respectivo.

El procesamiento final está realizado por personal de contabilidad.

12.2.8. Interpretación de los Datoss

Debemos considerar dos interpretaciones:

La de la División de Operaciones Contables, cuya versión es más inclinada hacia la Gerencia General evaluar el funcionamiento financiero de la Empresa.

La interpretación particular requerida para un control de costos de pequeña amplitud y la valuación del funcionamiento se logran mejor por un grupo, conformado por el Jefe Dpto. y los supervisores. Con este grupo aumentamos la presentación del análisis realizado por Contabilidad, con datos que reflejan las tendencias y comparaciones para el beneficio de la dirección de la empresa al valorar el funcionamiento de nuestro departamento.

Es muy importante para nuestro Dpto. de Ingeniería de Mantenimiento no perder de vista: las tendencias de nuestros costos, las desviaciones importantes, así como la variación mensual de costos.

12.3- CONTROL DE COSTOS PARA LA OPERACION EFECTIVA

El Jefe y Supervisores de Lavaderos, asumen la responsabilidad del control de costos de mantenimiento de nuestro Dpto pese a que los requisitos diarios de mantenimiento en unión con las necesidades de supervisión, con frecuencia requieren de horas extras de trabajo.

Considerando los altos costos de mano de obra de mantenimiento, materiales, etc. de nuestra industria, entonces es necesario darse tiempo para recabar datos para efectos de nuestro control de costos, ya que así, nuestro departamento conseguirá las economías necesarias que requiere nuestra industria.

12.3.1. Objetivos y Organización

Una de nuestras funciones, es desarrollar y llevar a cabo un programa simple, pero efectivo de control de costos que:

1. Nos mostrará los puntos de nuestra estructura de supervisión en los cuales se pueden hacer cambios benéficos.
2. Proporcionará la base para un buen programa de mantenimiento preventivo.
3. Proporcionará los medios suficientes para planear y programar todo el trabajo de mantenimiento.
4. Suministrará los datos necesarios para mejorar la eficiencia de los equipos y

de nuestra planta.

5. Se hallarán los costos para todos los trabajos de mantenimiento.
6. Reducirá sustancialmente los costos totales de mantenimiento.

En nuestro Dpto. que cuenta con 74 personas, entre obreros y empleados, las funciones del control de costos la comparten el Ingeniero de Mantenimiento, Supervisores y oficinistas del Dpto.

12.3.2. Determinación de los Costos Históricos de Mantenimiento

Se ha diseñado un Plan General de Procedimientos, mediante el cual nuestro departamento puede dar información a la División, Superintendencia de Ingenio y Gerencia General, sobre las actividades de mantenimiento que están bien controladas, o no lo están.

El plan elaborado es sencillo y proporciona los datos históricos de costo. Los procedimientos utilizados nos permite:

1. Elaborar un programa de mantenimiento preventivo.
2. Elaborar un mejor planeamiento y programación.
3. Hallar los costos históricos de hora-hombre para todos los trabajos de mantenimiento.
4. Proporcionar información para la preparación de reportes semanales, indicando claramente la efectividad, por trabajos de la organización de mantenimiento.

Con el objeto de obtener lo anterior primero hemos diseñado, y puesto en prác

tica un sistema de órdenes de trabajo escritas junto con un sistema de tiempo para cada trabajador.

12.3.2.1 Procedimiento de Ordenes de Trabajo Escrita

Tenemos dos tipos de órdenes escritas: una orden de trabajo interdepartamental (Fig. N°12.3) que se usan para los trabajos de reparación de mantenimiento regular, y una segunda forma u orden interna que se utiliza cuando los trabajos se realizan directamente en nuestro departamento. La orden de trabajo interdepartamental se prepara por triplicado, una copia queda en el archivo de nuestro departamento, el original va al Dpto. que nos presta servicio y la otra copia queda con el solicitante.

Las órdenes son escritas por el oficinista de nuestro Dpto. como resultado de solicitudes por el personal autorizado. Las ventajas de las órdenes escritas son:

1. Las órdenes estarán numeradas progresivamente.
2. Se pueden controlar las cantidades necesitadas de mano de obra, materiales.
3. Se puede tener una buena descripción del trabajo requerido.

Cuando el trabajo de reparación

o preparación de algún repuesto se tiene que hacer, por decir en el Taller de Mecánica, Taller Eléctrico o Mecánica Fina.

La orden de trabajo interdepartamental (el original) después de ser visado por esta Jefatura, el Jefe de División y el Jefe de Dpto. del Taller que va a realizar el servicio pasa a la central de órdenes de este, en la cual se prepara una tarjeta por triplicado la cual es visada por el Jefe Dpto que nos presta el servicio, indicando a que supervisor se va asignar el trabajo. Una de estas copias se retiene en numeración progresiva que se utilizará como el medio para acumular el costo hora-hombre de cada tarea u orden.

Las dos copias restantes se envían al Supervisor del trabajo quien a su vez entrega una al operario. Cuando se termina la tarea, esta copia se devuelve al supervisor, quien anota los datos completos en la copia de su archivo y en la tarjeta del operario y después envía ésta al oficinista, notificando así que ha terminado el trabajo.

La excepción a este procedimiento de órdenes escritas, es la contabilidad de los costos hora-hombre de tareas rutinarias como: lubricación, inspección, cambio de focos, etc. Se pueden asignar cantidades contables permanentes de rutina a cada una de estas tareas así, que los trabajadores pueden reportar el tiempo empleado al oficinista y este puede acumular las horas de cada semana dedicado a este trabajo. En la figura N°12.4 se muestra una gráfica del flujo del procedimiento de órdenes escritas.

12.3.2.2 Procedimiento de Toma de Tiempo

Es el segundo paso importante, el siguiente es el método empleado para medir el tiempo.

La toma de control de tiempo, en la cual los trabajadores reportan al oficinista, el número de orden y el tiempo al cual inician y terminan cada tarea de su trabajo.

En el momento del aviso del trabajador el oficinista registra en la tarjeta de tiempo (ver Fig. N°12.5) el número de orden o de contabilidad de rutina y por medio de un reloj eléctrico registra el tiempo de iniciación y de terminación.

Al finalizar el día, el oficinista revisa si el total de horas transcurridas como se muestra en cada tarjeta diaria de tiempo del trabajador concuerda con el total de horas en la tarjeta de asistencia usada normalmente con fines contables para el pago de sueldos y salarios. De esta forma nos aseguramos que todas las horas trabajadas se carguen a un número de orden o de rutina.

12.3.2.3 Datos para Acumulación de Tiempo

Todas las horas trabajadas se anotan en las diversas copias de las órdenes en nuestros archivos. Las horas trabajadas en las tareas rutinarias se anotan bajo una cuenta para cada tarea rutinaria.

La labor anterior es realizada por el oficinista, quien anota directamente en la tarjeta diaria de tiempo del trabajador. Durante esta anotación se separan las órdenes cuyas tareas están terminadas de las órdenes no terminadas, (éstas se vuelven a archivar).

Las órdenes completas que han sido archivadas nuevamente están esperando las anotaciones adicionales de horas-hombre, hasta que las tareas sean terminadas. Todo este tiempo, las ho -

ras de todas las cuadrillas en la tareas terminadas, se anotan en la copia devuelta por los supervisores. Esta copia es devuelta a nuestro departamento quien solicitó el trabajo y para marcar el costo hora-hombre por cuadrilla.

12.3.2.4 Análisis de los Costos Hora - Hombre

Con las copias de las órdenes terminadas, se analizan sus costos y después se copian en una forma contable, de suerte que convierta en un registro histórico del costo hombre-hora de todas las tareas de reparación. Tenemos 3 tipos de trabajo de mantenimiento: rutinario, repetitivos y no repetitivos.

Un primer análisis de copias de órdenes para tareas terminadas es con objeto de terminar aquellas tareas repetitivas. Esto significa ver la frecuencia de cada tarea, si es una vez al mes o por lo menos 6 ó 0 veces al año, es el mínimo necesario para ser clasificado como una tarea repetitiva.

Las órdenes de tareas no repetitivas, las clasificamos en cinco agrupaciones, sin tomar en cuenta la descripción del trabajo que se ha efectuado.

Tareas que toman hasta 8.0 horas.

Tareas que toman de 8.1 a 16.0 hrs.

Tareas que toman de 16.1 a 32.0 hrs

Tareas que toman de 32.1 a 48.0 hrs

Tareas que toman de 48.1 a 96.0 hrs

Los costos hora-hombre de tareas repetitivas de rutina y no repetitivas se han anotado ahora en sus respectivas cuentas y estas anotaciones la continuaremos por un período base de seis (6) meses.

Este período base es el tiempo transcurrido necesario para establecer los costos promedio históricos hora-hombre para todas las tareas de mantenimiento, excepto aquellas que sobrepasan las 96 horas-hombre.

Producto del análisis anterior tenemos las siguientes clasificaciones de costo:

1. Costo de tareas rutinarias:

se registran los costos hora-hombre cada semana durante seis (6) meses para cada tarea rutinaria se puede establecer un costo promedio semanal para todas y cada una de las tareas. Estos costos promedio se convierten en costos históricos estándar que se utilizan para indicar la tendencia de los futuros costos hora-hombre de mantenimiento para trabajo rutinario. (Ver figura N° 4.4)

2. Costos de tareas repetitivas: se obtiene como resultado de anotar los costos hora-hombre en una cuenta para cada tarea repetitiva por un período de seis (6) meses, de las cuales se halla un costo promedio para cada una de estas tareas.

3. Costos de tareas no repetitivas: como se presentó anteriormente, se anota los costos hora-hombre para este tipo de tareas. Al final de período base de seis (6) meses, se determina el tiempo promedio por tarea.

Los promedios hallados se pueden usar como costos estándar para indicar las tendencias en los costos futuros para los trabajos no repetitivos.

12.3.3. Beneficios

La Organización y Operación de nuestro programa de control de costos de acuerdo con los procedimientos presentados deberá repercutir en nuestros siguientes objetivos:

1. Desarrollo de una mejor organización, una de las responsabilidades del oficinista encargado del control de costos, es de terminar y desglosar los costos de los trabajos que son excesivos y a la vez informar al Ingeniero de Mantenimiento para que éste desarrolle las medidas necesarias que disminuyen estos costos.

El reporte y el análisis de los tres tipos de tareas (repetitivo, no repetitivo y rutinario) de costo excesivo, es una de las mayores responsabilidades de nuestra Jefatura. Los tratamientos resultantes de las reuniones con los Supervisores de Turno y de día, nos revelan el interés para enfrentarnos con las operaciones de costos excesivos.

2. Un mejor planeamiento del MP, la ventaja del control de costos es que establecen la base y proporciona información para la formulación de nuestro programa de Mantenimiento Preventivo. Con respecto a la lubricación e inspecciones se determinan los costos promedio hora-hombre, con estos datos se preparan gráficos y programas con dos fines: primero: tener una idea acertada de las hora-hombre que se emplean en estas tareas rutinarias, segundo: asegurar que todos los equipos se lubriquen e inspeccionen en tiempos programables regularmente. Por otro lado, nos aseguramos de usar los aceites y grasas en forma apropiada en caso de inspecciones, tener disponible las herramientas o instrumentos necesarios.
3. Planificación y programación eficiente de los trabajos de mantenimiento: es otro logro importante de nuestro plan de control. Antes de cada planeamiento y programación se acumulan una cantidad de órdenes escritas. Ciertas tareas se pueden programar con un día o dos de anticipación, mientras que otras se pue-

den planear con una o varias semanas de antelación. Con todo los costos promedio hombre-hora o tiempos estándar para los 3 tipos de tarea, se pueden anotar en la copia de la orden correspondiente para planear y programar. De esta forma calculamos el acumulado en horas-hombre para cada cuadrilla en intervalos regulares, digamos mensualmente. Los beneficios obtenidos son:

1. Utilización efectiva de la fuerza humana de trabajos.
2. Minimización del tiempo perdido de nuestros equipos.
3. Reducción en costos de sobretiempos por concepto de mano de obra.

12.4- INDICE DE CONFIABILIDAD

Antes de proponer a la Superintendencia, referente a la recuperación o sustitución de un equipo, evaluamos primero la confiabilidad del equipo.

Puede ser que el equipo tenga: alta, media o baja seguridad; o como de alta o baja probabilidad de falla. En nuestra planta recién estamos estableciendo valores numéricos que nos permite comparar equipos similares y ayudar en el planeamiento y presupuestos de mantenimiento de cada uno de los equipos, mejoras o sustituciones.

El índice de confiabilidad es una cifra relativa, obtenida para representar la confiabilidad o seguridad de una pieza particular del equipo y que nos permite relacionarla con otras piezas similares. Este índice lo determinamos para los equipos que constituyen en puntos críticos en nuestro sistema de proceso de molienda.

El índice de confiabilidad nos permite prioridades y presupuestar para el mantenimiento planeado, la reparación y mejora importante, y/o sustitución del equipo que requiere mayor atención.

12.5- DETERMINACION DEL INDICE DE CONFIABILIDAD

Consideramos cinco factores básicos para determinar la confiabilidad de cualesquiera de nuestros equipos.

12.5.1. Inspección Visual

Es el factor más importante para determinar la confiabilidad del equipo crítico. Intentamos descubrir e interpretar ciertas advertencias antes que aparezca la falla, la frecuencia de nuestras inspecciones visuales se basan en: la experiencia de la operación, en las recomendaciones de los fabricantes de los equipos y de la edad.

Observamos a los equipos en operación con carga y cuando está desamblado en forma parcial o total. Utilizamos una lista adecuada de revisión y una forma de reporte, esto nos permite determinar la atención requerida y la estimación de costos.

En la Fig. N°12.6 presentamos un ejemplo de aplicación de una regla guía en datallada para un motor grande de corriente alterna y admitido el valor máximo para cualquier partida que no se aplique al motor en consideración.

Reconocemos la diferencia entre los factores del índice de confiabilidad establecido por est método para un motor de inducción de corriente alterna de jaula de -

ardilla y para un motor más complejo de corriente continua o un motor de corriente alterna de rotor embobinado.

12.5.2. Pruebas y Mediciones

Cuando no se consiguen buenas inspecciones visuales de los equipos, es muy importante establecer la confiabilidad mediante pruebas y mediciones.

Las reglas establecidas para ayudar a obtener uniformidad en la calificación de los equipos semejantes aplicar a cada subfactor.

Bueno = 3 Regular = 2 , Pobre = 1 ; Requiere atención inmediata = 0.

En la Fig. N°12.7 presentamos un ejemplo para un motor eléctrico, como es lógico suponer, muchas de nuestras pruebas y mediciones se pueden hacer durante o al mismo tiempo que la inspección visual.

12.5.3. Edad del Equipo

Tiene una influencia importante en la confiabilidad de los equipos. Los equipos en su mayoría tienen una curva estadística de vida probable.

El 90% de nuestros equipos tienen aprox. veinte (20) años de operación, por tanto requiere mayor mantenimiento. El 8% de nuestros equipos se han realizado en una reconstrucción importante, lo cual tienden a restablecer su curva.

-- A continuación presentamos una regla guía de edad para un componente de un motor que puede estar muy afectado por su edad, como por su sistema de aislamiento.

Edad del Aislamiento

Armadura Rotor
(Registrarse la edad del aislamiento)

Edad - Años	Escala
0 - 2	6
2 - 12	10
13 - 15	
16 - 20	
Más de 20	0 - 3

Nota: Si la edad de la armadura difiere de la edad del rotor, califique el componente más antiguo.

Calificación (10 m²x).

12.5.4. Medio Ambiente y Ciclo de Trabajo

Estos factores son importantes, pero los calificamos solamente con 10 puntos cada uno (véase las figuras N°12⁸ y N°12⁹ para la aplicación a motores), en contraste con los valores más altos de inspección visual de pruebas y mediciones. Esto es debido a los efectos poco deseables del medio ambiente y los ciclos de trabajo son más importantes que las causas mismas y estos efectos se consideran abajo de la inspección visual y las pruebas y mediciones.

Bajo el medio ambiente notamos y admitimos aspectos de motores, que nos capacitan para enfrentar los problemas con mayor efectividad.

FIG.12.8 Medio Ambiente

Describase

Medio Ambiente	Abierto o DP	TE
a.Tibio, seco	10	10
b.Caliente (sobre 40°C)	7	8
c.Gas corrosivo/vapor	5	8
d.Humedad	0-4	3-7
e.Polvo Abrasivo	3-5	8
f.Polvo conductivo	2-4	7

Agréguense 3 puntos a c,d,e,f, para los sistemas de aislamiento sellado.

Calificación (10máx)

Reglas de guía del medio ambiente, motores. A continuación presentamos una lista de condiciones para el ciclo de trabajo

Condición	Escala
a.- Carga	
Suave	1-2
Poco común	0-1
b - Carga	
100 % NP	1-2
100 % NP	0-1
c.- Trabajo	
Corto tiempo.....	1-2
Contínuo	1
d.- Trabajo	
No reversivo.....	2
Enchufe o reversa.....	0-1
e.- Arranques	
Pocos (1 hora).....	1-2
Frecuentes (1 hora)	0-1

FIG. 12.9 :

Reglas guías del ciclo de trabajo para motores. evaluando y totalizando los cinco factores anteriores obtenemos un índice de confiabilidad sencillo. La forma del reporte de la condición de confiabilidad utilizado, se puede incorporar en una página sencilla con encabezados propios para la nomenclatura del equipo, localización, clasificación de productividad y valor máximo del índice de confiabilidad.

Los índices de confiabilidad hallados serán más precisos y de mayor valor para nosotros en el planeamiento y presupuestos del mantenimiento, la reconstrucción o la sustitución del equipo

12.6- SUSTITUCION DE EQUIPOS

Nuestros índices de confiabilidad son importantes, pues nos permite comparar con equipos similares dentro de nuestra planta. Esta comparación nos permite establecer y asignar prioridades para el mantenimiento, reconstrucción y mejoramiento o sustitución del equipo. Podemos emplear nuestras fuerzas de mantenimiento donde sea más urgente, asimismo establecer una estimación del costo del mantenimiento, basado en experiencias anteriores o en indicaciones de los fabricantes de equipos.

Las cifras de base variable en porcentajes que nos permite determinar las clasificaciones de prioridad que se asignarán a los diferentes equipos de nuestra planta.

Calculando los números anticipados del índice de confiabilidad que resultan de los trabajos de mantenimiento programados, podemos informar a la Superintendencia del nivel existente y el nivel an

ticipado que se logrará con la ejecución de nuestro presupuesto de mantenimiento. Esto lo hacemos por equipos y por línea de producción.

La decisión de reemplazar un equipo se hace tomando en cuenta: el índice de confiabilidad, factores económicos y las siguientes consideraciones:

- 1.- Si la aplicación de un equipo nuevo nos permitirá menores costos anuales de mantenimiento.
- 2.- Si al equipo nuevo, funciona con una mejor automatización el cual reduce los costos per unidad de producción.
- 3.- Si las necesidades de producción justifican el no tener que utilizar equipos reconstruídos y mejorados.

12.7- RECONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE EQUIPOS

Es lo que más usamos actualmente. Desarrollamos una mayor inversión en mantenimiento de equipos y probando ciertas posibilidades de mejoras, sobre todo en recuperación de piezas mediante soldadura, con cuyos fabricantes mantenemos contactos para determinar posibilidades y estimar los costos de su aplicación

Al evaluar la sustitución o reparación y mejora de los equipos debemos de recordar que esta acción produce un índice de confiabilidad más alto y menores costos de producción.

CONCLUSIONES

1.- La Empresa se encuentra en una situación económica bastante crítica por la cual se hace necesario establecer un Programa de Rehabilitación, determinando cautelosamente las prioridades de las medidas que se deben tomar, asegurando una utilización óptima de los recursos disponibles.

Es también indispensable establecer proyectos de Inversión que sean presentables a Instituciones Bancarias y Financieras para obtener la calificación y préstamos necesarios.

La preparación de estudios de factibilidad, diseños definitivos, planificación y cronogramas de obras deben ser intensificados. En este proceso los factores técnicos-económicos deben ser considerados en su totalidad.

2.- Comparando los resultados tecnológicos del Difusor Silver (% recobrado= 86.6 y 107 Kg. azúcar/Ton. caña lavada) con los Trapiches B y C (% recobrado= 77.37 y 89.63 Kg. azúcar/Ton. caña) es notable que bajo las condiciones existentes se puede aumentar el porcentaje de recobrado de azúcar por 17.27 Kg./Ton. caña lavada.

A pesar de los problemas que tenemos en el secado de bagazo, el Difusor debe moler 6000 TCD ó 10-12% más que la capacidad actual. Hay que hacer referencia que el Difusor Silver, moedlo 830, tipo anular, está diseñado para una capacidad máxima nominal de 6500 TCD.

Las ventajas económicas son evidentes. 10% más capacidad, calculado sobre 1.28 millones de caña por año procesada con el Difusor son 128,000 TCD/año, que permitirán entonces un aumento de recobrado de $128,000 \times 17.27/1000 = 2,210.56$ Tons. de azúcar por año (98

POL). Esta cifra resulta ser mayor, considerando las pérdidas que se producen en los Trapiches B y C. En estas circunstancias resulta conveniente mantener el Difusor en buenas condiciones e iniciar un Programa de Rehabilitación que nos asegura un servicio continuo y eficiente.

En el Difusor, se presenta una notable deformación de las paredes laterales interiores y exteriores que forman en conjunto con la plancha perforada de fondo la olla rotativa de este equipo. Todas las partes metálicas son de acero inoxidable, tipo AISI 304. Las paredes laterales han sido de un espesor original de 6 mm. y actualmente presentan un espesor entre 4 y 2 mm., presentando así deformaciones circunferenciales que adoptan la forma poligonal, esto origina serios problemas en el área donde se encuentran los elevadores.

Es urgente planificar una corrección del problema en una Parada General. Se sugiere al respecto instalar nuevas paredes laterales encima de las existentes, este trabajo se debe realizar conjuntamente con el cambio de los cedazos de fondo que se encuentran en Casa Grande desde hace varios años. El material para las paredes laterales hay que adquirirlos oportunamente

Resulta necesario aclarar los detalles para esa reparación haciendo las especificaciones del material, diseño en los puntos más críticos y las horas-hombre que hay que emplear.

- 3.- Se ha realizado una evaluación de los problemas inherentes al Secado de Bagazo, concluyendo que la instalación de un Predesaguador de Alimentación Forzada delante del Molino BMA es factible

Se anticipa un ahorro de dos millones de galones de petróleo, que representan un valor actual de 0.55 mi

llones de dólares al año (\$ (.275/galón de petróleo diessel # 6).

El dispositivo en mención permitirá el aumento de la capacidad del Difusor, con las ventajas relacionadas. Se ha entrado en la fase de diseño, por intermedio de la firma BMA para la elaboración de los planos respectivos. Con estos datos se puede precisar mejor los costos del equipo permitiendo su programación para la implementación.

La inversión total a base del concepto actual es de \$ 550,000.

Los ingresos son:

Por ahorro de petróleo\$ 550,000
Por mas recobrado	
(2210.56x290 \$/Ton. azúcar).....	\$ 641,000
Total	\$ 1'191,000

El cociente de la inversión es:

$$550/1191 = 0.46$$

- 4.- Los resultados obtenidos en el Mantenimiento Predictivo, estimulan satisfactoriamente el desarrollo y la aplicación de los métodos de defectoscopia en el campo del mantenimiento de las fábricas azucareras, elaborando planes extensos en la explotación de los instrumentos y equipos actuales con los que cuenta nuestro Ingenio.
- 5.- La introducción y aplicación de los métodos novedosos de "Ensayos No Destructivos" en la Industria Azucarera Peruana para la detección de falas, balanceo dinámico, detección de espesores y detección de fugas entre otras, ha sido plenamente aceptado en Casa Grande, lográndose con ello un exitoso paso en la actividad del mantenimiento.
- 6.- Las posibilidades de predicción, el conocimiento previo del estado técnico de cada componente de nuestro

Ingenio a través de estos métodos, hace que los planes de reposición y reparación sean muy precisos, ahorrando considerables gastos en que generalmente se incurre por desconocimiento de la estructura interna de los materiales y piezas que operan bajo diferentes tipos de cargas y esfuerzos.

- 7.- Considerando la necesidad de asignarle la mas alta relevancia a programas que generan ahorros y mayor productividad, es que el establecimiento de un Centro de Recuperación de Partes y Piezas, en complejos azucareros se traduce se una inversión altamente rentable
- 8.- Uno de los factores más importantes que ocasionan el desgaste de nuestros equipos resulta ser el exceso de tierra, hoja y materia extraña que viene de los campos a nuestro Ingenio y cuyos valores han llegado a ser del orden del 13% con respecto a la carga total. Ante esto, todas las soluciones para evitar este problema deben ser en el campo, es decir antes de proceder a cargar los trailers de caña.

BIBLIOGRAFIA

- CASILLAS TOSTADO, Fernando (Ing.)
"Introducción al Mantenimiento Preventivo y Predictivo"
México.
- ED. MOVIL OIL DE MEXICO S.A.
"Ingenios Azucareros, su Maquinaria y Lubricación".
- ININTEF CUBA.
"Introducción a los Ensayos no Destructivos".
- HUGOT, E.
"Handbook of Cane Sugar Engineering.
- MORROW, L.C.
"Manual de Mantenimiento Industrial".
- SHAMES, Irving H.
"Mecánica de Fluídos, Ed. Mc. Graw-Hill.
- VERA ROJAS, Fernando (Ing.)
"Sistema Organizativo del Mantenimiento" GEPLACEA.