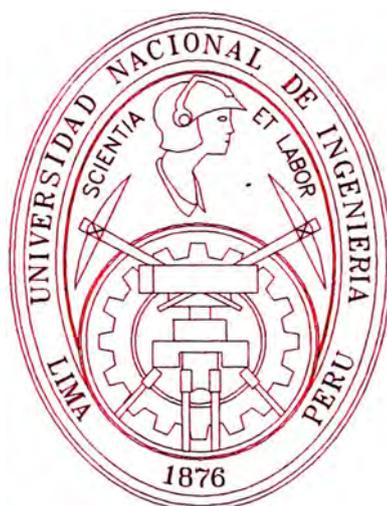


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL AREA DE
INYECCIÓN DE PLÁSTICOS DE LA EMPRESA ARTESCO”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO

DANIEL ARTURO GONZA NUÑEZ

PROMOCIÓN 2002-I

LIMA – PERU

- 2007 -

*A mis padres por su inmenso amor traducido
en su incondicional apoyo.*

INDICE

	Pág.
PROLOGO	
1. Introducción.	03
1.1. Descripción de la empresa.	04
1.2. Apreciación del sector plástico.	05
2. Descripción de la planta y de los equipos	09
2.1. Instalaciones.	09
2.2. Descripción del proceso productivo.	12
2.3. Descripción de los equipos.	14
2.4. Descripción de las materias primas.	17
3. Plan de mantenimiento preventivo	21
3.1. Pronostico de la carga de mantenimiento	21
3.2. Identificación de equipos críticos	28
3.3. Organización del mantenimiento	30
3.4. Plan de mantenimiento preventivo	34
4. Calculo del costo de mantenimiento preventivo comparado con el estado actual del mantenimiento	41
4.1. Programación de la producción	41
4.2. Costos de mantenimiento actual	48

4.3. Costos del mantenimiento preventivo	50
4.4. Comparación entre los costos del mantenimiento Preventivo y el estado actual.	62
5. Control del mantenimiento preventivo	65
5.1. Control de trabajos	65
5.2. Control de inventarios	69
5.3. Control de costos	71
5.4. Control de calidad	72
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	76
BIBLIOGRAFIA	
APENDICES	

PROLOGO

El presente informe presenta un plan de mantenimiento preventivo en una planta de inyección por moldeo en donde solo se realiza mantenimiento correctivo.

El capítulo 1 presenta una breve descripción de la empresa y del sector plástico en el país, se muestra las líneas de productos que la empresa fabrica y una pequeña reseña del crecimiento y las expectativas que la empresa tiene, además se presenta los principales productos que el sector produce a nivel nacional.

El capítulo 2 muestra de una manera breve las instalaciones y los equipos así como también la secuencia del proceso productivo y la una descripción de las materias primas usadas en la planta

El capítulo 3 presenta de manera resumida y valiéndose de cuadros, para el mejor entendimiento, el pronostico de la carga de mantenimiento para el presente año usando los datos de horas invertidas para las labores de mantenimiento en los años anteriores, luego se identifica los equipos críticos e importantes es decir aquellos que son la base de nuestro estudio posterior.

El capítulo 4 inicia mostrando la programación del presente año, de los productos a fabricarse, con el fin de calcular el costo de tener detenida una maquina para luego

mostrar los costos de realizar mantenimiento correctivo y los costos de hacerlo de manera preventiva y finalmente la comparación entre estos últimos.

El capítulo 5 muestra de el control y seguimiento que se le debe dar a la labor de mantenimiento para que realmente pueda ser beneficioso para la empresa en este capítulo se presenta el control de trabajos, inventarios, costos y calidad.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El actual informe presenta un plan de mantenimiento preventivo para aquellos equipos previamente seleccionados de una planta de inyección por moldeo, se busca mostrar los costos que involucran realizar las labores de dicho mantenimiento y compararlas con el costo actual del accionar del área de mantenimiento además intenta expresar que en el mediano y largo plazo la inversión en la planificación y prevención es más rentable que sostener un sistema puramente reactivo.

El informe ha sido elaborado con datos reales de costos y producción, que son presentados en tablas y gráficos para su mejor entendimiento, se en lista las diversas labores necesarias para mantener los equipos, que previamente han sido seleccionados para el estudio, sin embargo la aplicación del plan de mantenimiento sus respectivos ajustes y distribución a lo largo del año se darán en el transcurso de este año en la medida que se ponga en práctica los planes y se realice el control respectivo.

Debido a que no existe experiencia anterior, en la empresa, de algún esfuerzo relacionado al mantenimiento preventivo, el informe es y no podría serlo de otra manera un propuesta de cambio, cambio de una realidad común para muchas

empresas, en donde se vive con la idea de que el mantenimiento es un mal necesario y en el mejor de los casos un apéndice de la producción, sin tomar en consideración el valor clave que juega el mantenimiento en la productividad de la empresa.

El informe esta elaborado de una manera general y puede servir como modelo o ejemplo para aquellos que busquen información del sector plástico.

1.1. Descripción de la empresa

ARTESCO S.A. está ubicada en la calle Marie Curie 286 Ate – Vitarte.

Es una empresa industrial dedicada a la fabricación y comercialización de artículos escolares, de oficina, para bebés y envases industriales, así como también a la fabricación de artículos de publicidad utilizando el plástico como su principal materia prima.

ARTESCO S.A. fue fundada el 4 de Noviembre de 1976 e inició sus actividades como empresa fabricante de reglas y folders plásticos. Gracias al empeño desplegado a lo largo de varios años, fue ampliando cada vez más su participación en el mercado en la línea de artículos escolares hasta obtener el reconocimiento público del que hoy en día goza. Sobre la base de esta experiencia, en la segunda mitad de la década de los ochenta desarrolló una línea de artículos de oficina, artículos para bebés y envases industriales.

Hoy en día **ARTESCO S.A.** es la empresa nacional líder en el Perú en la fabricación de artículos escolares, de oficina y publicidad en plástico. Cabe resaltar que cuenta con una participación significativa en mercados internacionales como los de Chile, Bolivia, Ecuador, Colombia, Paraguay, Venezuela y Centro América.

Para el presente año **ARTESCO S.A.** esta ampliando sus instalaciones con la construcción de 2 nuevos niveles dentro su planta y esta adquiriendo nuevas maquinas inyectoras así como también un nuevo terreno en Ate para que sirva de almacén, con el fin de poder satisfacer la creciente demanda

La empresa facturó más de US\$14 millones el año pasado, y un 11% de ese monto correspondió a sus exportaciones --los mercados más atractivos son Ecuador y Bolivia-- y la campaña escolar superó sus expectativas, pues sus ventas crecieron en 30%. Un gran porcentaje de este crecimiento se lo debe a **Artesco Kids**, una línea de útiles escolares que se comercializa desde hace un par de años en el país y que incluye crayolas, lápices de color, plastilina y témperas. También hay otros rubros dinámicos: el 12% de la producción se enfoca en envases plásticos para productos de consumo masivo y la industria.

1.2. Apreciación del sector plástico

La economía peruana ha alcanzado en estos últimos años dentro del contexto Latino americano un importante repunte, entre otras cosas, gracias a la expansión de las exportaciones y al aumento de la demanda interna, según el informe de la Comisión Económica para América Latina

y el Caribe (CEPALI). las expectativas de crecimiento para Perú este 2006-2007 que ya eran auspiciosas, son aún mejores tras el sorpresivo resultado del primer trimestre, que dio lugar a una tasa de crecimiento trimestral de la economía superior al 7%. Con el avance del año, el dinamismo de la demanda interna disminuirá lentamente, pero tanto el consumo privado como la inversión mantendrán sus altos niveles. Sumado a un contexto internacional propicio en que se mantendría el alto valor de sus términos de intercambio, ello permitirá al Perú alcanzar una tasa de crecimiento del producto en torno al 5,8%.

Otro aspecto a destacar es que en el posible acuerdo de Libre Comercio con los EEUU, muchos productos no tendrán más restricciones ni tasas arancelarias. En este escenario, miles de empresas deberán buscar ya una nueva posición estratégica para enfrentar los desafíos de la economía mundial.

En este contexto macroeconómico el sector plástico se encuentra en crecimiento y con auspiciosas expectativas. Los productos que elabora el sector se orientan a las áreas de bebidas gaseosas (botellas y cajas), Farmacéutica (envases para medicamentos), Pesca (cajas, mantas y sacos), Agricultura (cajas cosechadoras, sacos y mangueras), Construcción (tuberías y accesorios de tubería), Cervecería (caja), Comercio (artículos de uso doméstico e industrial) entre otros.

La producción de envases plásticos es la que predomina con cerca al 46% de participación, siendo la producción de preformas y envases Pet las que mayormente vienen impulsando esta línea. En la misma línea

industrial y secundando la demanda de envases Pet, se encuentran otros productos como cilindros, galoneras, sacos, bolsas, mangas, láminas, pisos. Entre otros productos plásticos que complementan el mercado local figuran las tuberías, artículos de menaje, de vestimenta y de oficina.

Los insumos necesarios para el desarrollo del proceso productivo de esta industria provienen de la industria petroquímica, de origen extranjero en un 99%.

En la década del 1991 – 2000, la industria de productos de plástico, registró un crecimiento sostenido de 7% anual, superando las cifras observadas por la manufactura que logró una tasa de 4.8% anual. Durante el año 2002, el crecimiento de esta rama industrial fue de 6.8% superando de nuevo el crecimiento de la manufactura ubicado en 4.2%.

Del total producido se estima que el 77% es consumido en el mercado de Lima, el 21% en provincias y el 2% se exporta. En función a sus ventas de 1999 (Conasev) se determinó el orden de las principales empresas: Peruplast S.A., Tech Pack S.A., Flexo Plast S.A., Corporación de Industrias Plásticas S.A., Dispercol S.A., Amanco del Perú S.A., Viplastic Perú S.A., Artesco S.A., San Miguel Industrial S.A., etc.

En el año 2002 las exportaciones de productos plásticos crecieron en 37.5%, variación superior la experimentada el año anterior (34.3%) ascendiendo a US\$ 70, 303,611, mientras que las importaciones se incrementaron en 11.5% el último año remontando el comportamiento negativo (-0.8%) del año anterior y alcanzando los US\$ 147, 522,564.

A diciembre del año 2002, la inversión de fuente externa en la industria de plásticos alcanzó un stock cercano de US\$ 16.4 millones, lo que representa el 0.94% del stock total de inversión extranjera directa.

En el año 2000, esta rama industria redujo en 7.5% la cantidad de empleo generado, alcanzando los 11,250 en promedio anual de personas ocupadas permanentemente a consecuencia de una reducción de similar orden (7.7%) en el número de establecimientos del sector, registrando 800 empresas relacionadas con el sector plástico.

Para el 2007 se estima que el 30% de la industria de plástico está reconvertida a nueva tecnología y las compras de maquinarias en este sector podrían superar los US\$ 170 mlls. . Además se pronostica que este año la producción de la industria plástica crecerá 8.5%.

CAPÍTULO II

2. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA Y DE LOS EQUIPOS

2.1. Instalaciones.

Para el presente trabajo se ha tomado en cuenta el área de inyección por moldeo de productos plásticos que cuenta con 19 maquinas inyectoras que inyectan diversos productos plásticos para el hogar, oficina y envases para productos industriales utilizando como materia prima el polipropileno (PP), polietileno (PE), poliestireno (PS) y el PVC, Además se cuenta con una subestación, compresores, chillers, torres de enfriamiento, molinos, mezcladores, secadores y moldes de inyección. Podemos observar en la figura 1.1 la distribución de los equipos (lay out).

El equipo central dentro de una planta de inyección es la Inyectora que en términos generales esta formada por componentes mecánicos, eléctricos, hidráulicos, neumáticos y electrónicos. Dentro de esta se encuentra montado un molde que tiene cavidades internas que van a dar forma al plástico derretido que por acción hidráulica va ingresar.

Durante el proceso de inyección intervienen varios equipos auxiliares necesarios para la operación entre estos podemos mencionar:

El sistema eléctrico (subestación, banco de condensadores, transformador) que tiene la finalidad de suministrar la energía eléctrica necesaria para el accionamiento de los dispositivos eléctricos y electrónicos

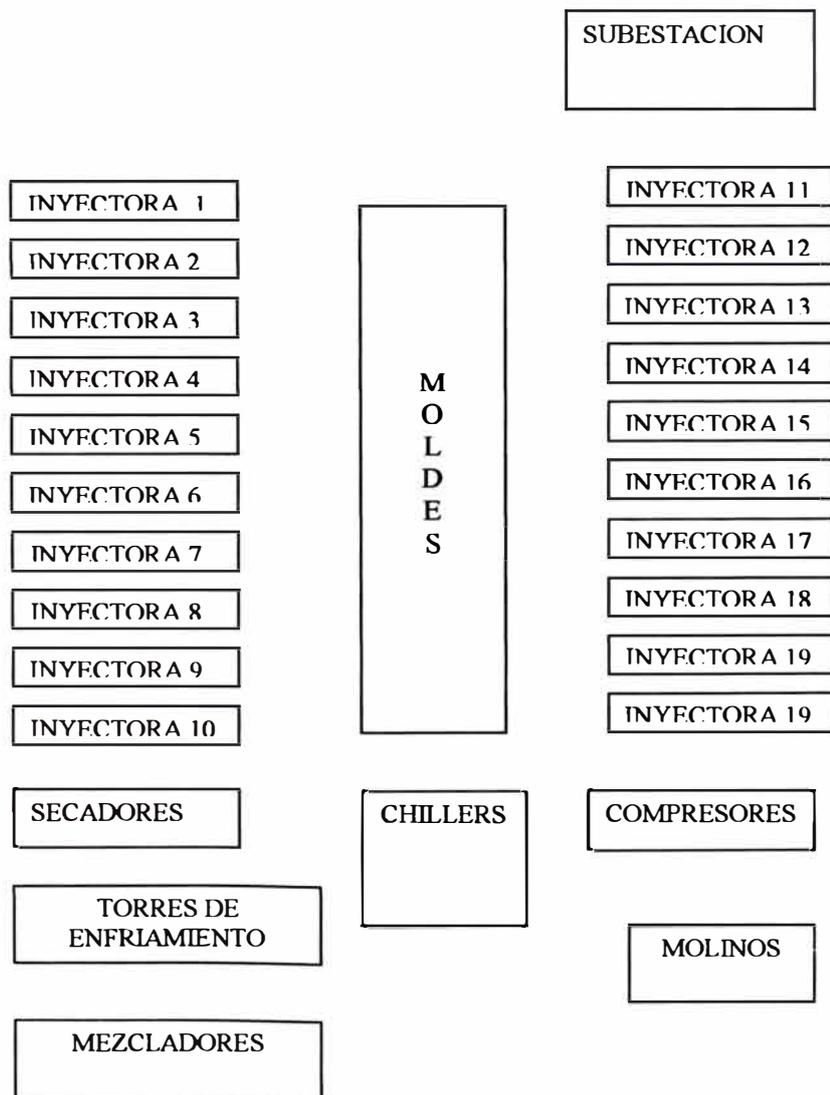


Figura. Nº 2.1 Lay out de la planta de inyección por moldeo

El sistema de compresión de aire (compresores, filtros, deshumificadores etc.) que son necesarios para accionar los dispositivos de seguridad de las inyectoras así como también sirven para la expulsión de algunos productos inyectados.

El sistema de enfriamiento de agua (chillers, torre de enfriamiento) los chillers son necesarios para retirar el calor del agua de refrigeración de los moldes, al interior de cada molde existen circuitos de refrigeración que ayudan a la solidificación del material plástico caliente que se encuentra alojado en el interior del molde, la torre de enfriamiento enfría básicamente el agua que va a refrigerar el sistema hidráulico de la maquina inyectora.

Los secadores de plástico sirven para retirar el agua almacenado en la resina que sirve de materia prima para el proceso de inyección

Los molinos para plástico tienen la finalidad de moler los productos fallados para que puedan ser reinyectados, los productos fallados y molidos previamente limpiados se les denomina material recuperado o scrap.

Las maquinas mezcladoras tienen la finalidad de combinar la resina base (Polietileno, polipropileno, poliestireno etc.) con los colorantes y los aditivos para

Como se relacionan los diversos equipos lo podemos observar en la figura2.2

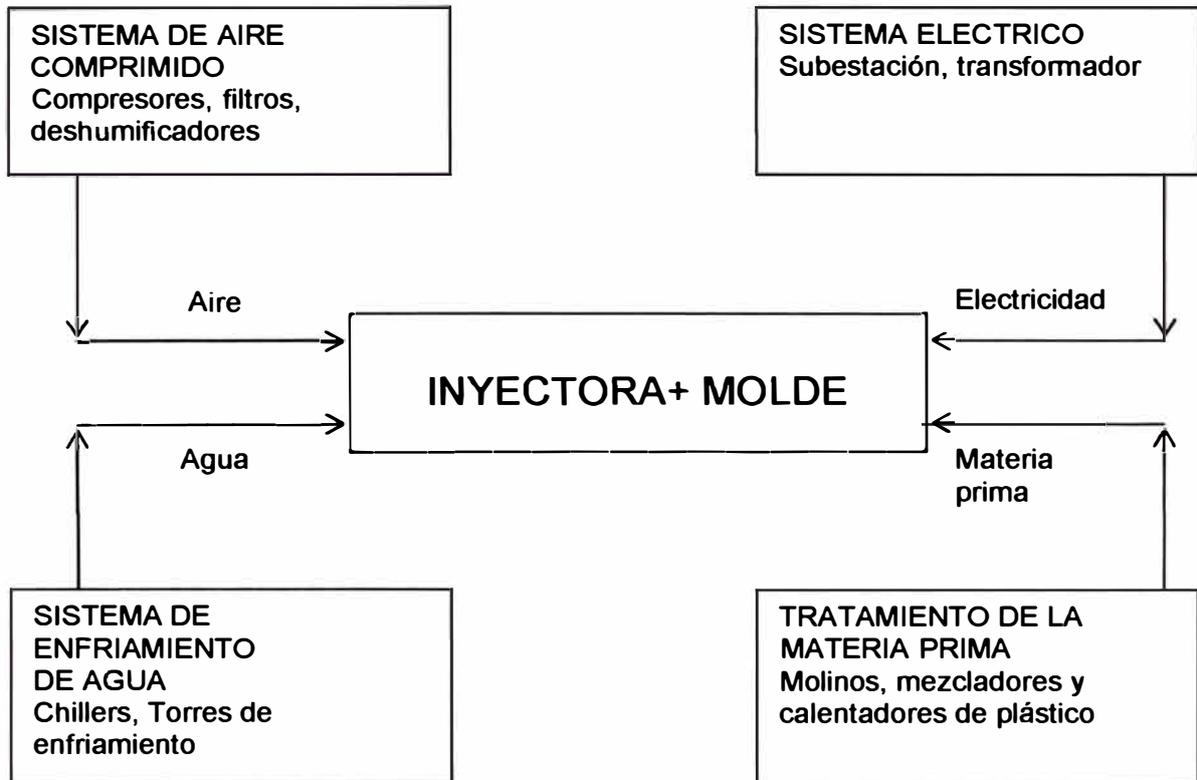


Figura N° 2.2 Relación entre los equipos de la planta

2.2. Descripción del proceso productivo

El moldeo por inyección sigue los siguientes pasos (típicos):

Mezclado Y Pigmentado

Es un proceso de homogenizado de la resina (pelets) con los pigmentos (polvo) o masterbatch (pelets). Este proceso se realiza dentro de unas maquinas mezcladoras El tiempo de mezclado varía de 15 a 30 min. Aprox. Por carga de 50kg.

Inyección

Es la actividad principal de la planta de inyección, consiste en fundir el plástico coloreado mediante un tornillo alimentador que esta cubierto por un banco de resistencias cuya temperatura fluctúa entre 170 y 250 °C

para luego alojarse en una precámara y posteriormente ser inyectado al molde que le da la forma final al producto a una presión de 2500 psi (valor max). El ciclo del proceso para los productos elaborados por la empresa puede durar entre pocos segundos hasta unos pocos minutos.

Remolido

Los productos que se encuentran fuera de especificaciones son enviados al proceso de remolido que consiste en convertir las piezas de plástico defectuosas en scrap para luego introducirlas al proceso de mezclado en un porcentaje predeterminado. Este proceso se realiza con pequeños molidos.

Impresión

Es un proceso de impresión por serigrafía que coloca la marca y algunas especificaciones del producto final.

Embalaje

El producto terminado es colocado cuidadosamente en bolsas plásticas y en cajas selladas listas para ser enviado a los clientes finales

Estos pasos los podemos ver en el siguiente diagrama

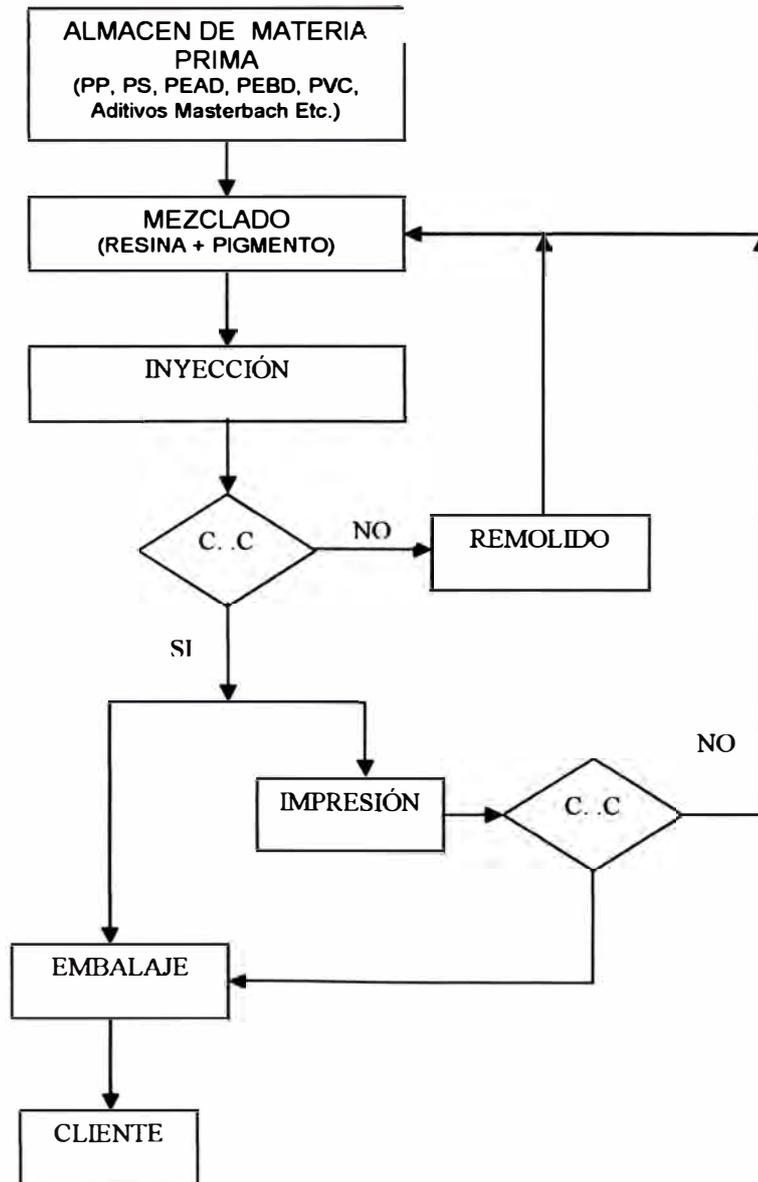


Figura N° 2.1 *Proceso productivo de la planta de inyección*

2.3. Descripción de los equipos.

La planta de producción cuenta con los siguientes equipos

CHILLER1

Marca EUROCHILLER

Modelo: RF45

Capacidad: 43500 frig/h

Bomba: 2HP, 36-28m, 50-180 lt/min

Ventilador 14000 m³/h

– **CHILLER2**

Marca EUROCHILLER

Modelo: RF60

Capacidad: 63900 frig/h

Bomba: 3HP, 35-30m, 110-250 lt/min

Ventilador 18000 m³/h

– **CHILLER3**

Marca EUROCHILLER

Modelo: CG55

64 KW

Bomba: 11 m³/h, 3bar

– **COMPRESOR 1**

Compresor de tornillo marca INGERSOLL RAND

Modelo: SSR-HP 40SE

Capacidad: 157 CFM, Pres max 143 PSI

– **COMPRESOR 2**

Compresor de tornillo marca INGERSOLL RAND

Modelo: IRN50 H-CC

Potencia 50HP

Capacidad 235 CFM / PRES MAX 145 PSI

– **SUB ESTACION**

2000 Kw.

440/220 v

– **BOMBA1**

Modelo 50-200-1-D385-ES HIDROSTAL, CENTRIFUGA

Pot: 40 HP

Q=340 Gal/min

– **BOMBA2**

40 hp, Q=650 Gal/min

– **TORRE DE ENFRIAMIENTO1**

Modelo FRK 100

Ventilador de 3HP

cap 1302 lt/min

– **TORRE DE ENFRIAMIENTO2**

Modelo FT 8220

Ventilador de 1.5HP

cap 70 Gl/min

– **MEZCLADORAS**

Capacidad 75 Kg. C/U

– **MAQUINAS INYECTORAS**

Marca HUSKY modelo HYLECTRIC H400 RS 55 (3 UNIDADES)

Marca HUSKY modelo XL300P RS 45 (2 UNIDADES)

Marca HUSKY modelo H225 RS 45

Marca HUSKY modelo HL160 RS 35

Marca HUSKY modelo HL 90 RS22

Marca BIRAGHI MONZA modelo SINTESI 450, 32 mm de Screw diameter

Marca BIRAGHI MONZA modelo SINTESI 270, 45 mm de Screw diameter

Marca BIRAGHI MONZA modelo SINTESI 75, 80 mm de Screw diameter

Marca TOSHIBA modelo ALL ELECTRIC EC220N, 40 mm de Screw diameter

Marca REED modelo 250 TG, 30 mm de Screw diameter

Marca REED modelo 150 TG, 30 mm de Screw diameter

Marca REED Prentice 100 TON (4 UNIDADES), 20 mm de Screw diameter

Marca NEGRI BOSSI 250 TON, 45 mm de Screw diameter

– **SECADOR**

Secador deshumificador marca MANN HUMMEL TF 100 Capacidad 50 Kg./ carga

– **MOLINOS**

Marca WITTMANN inclinado, de 40 kg./hora, 3Hp (2 unidades)

– **DOSIFICADOR**

Dosificador de colorante líquido marca DOSICOLOR modelo: BDP-901

– **MOLDES**

Moldes de colada caliente

Moldes de colada fría

2.4. **Descripción de las materias primas.**

Las materias primas utilizadas en la empresa son:

Polipropileno (PP).- Es el polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno). Pertenece al grupo de las poliolefinas y es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas

transparentes. Tiene gran resistencia contra diversos solventes químicos, así como contra álcalis y ácidos

Polietileno de alta densidad (PEAD).- en inglés conocido como HDPE o PE-HD): Polietileno de Alta Densidad; densidad igual o menor a 0.941 g/cm³. Tiene un bajo nivel de ramificaciones, por lo cual su densidad es alta, las fuerzas intermoleculares son altas también. La producción de un buen PEAD depende de la selección del catalizador. Algunos de los catalizadores modernos incluyen los de Ziegler-Natta, cuyo desarrollo culminó con el Premio Nobel.

- Resistente a las bajas temperaturas;
- Alta resistencia a la tensión; compresión, tracción;
- Baja densidad en comparación con metales u otros materiales;
- Impermeable;
- Inerte (al contenido), baja reactividad;
- No tóxico
- Poca estabilidad dimensional.

Polietileno de baja densidad (PEBD).- en inglés conocido como LDPE o PE-LD): Polietileno de Baja Densidad;

- No tóxico
- Flexible
- Liviano
- Transparente
- Inerte (al contenido)
- Impermeable
- Poca estabilidad dimensional, pero fácil procesamiento
- Bajo costo

Poliestireno cristal.- Es el producto de la polimerización del estireno puro, es denominado poliestireno cristal o poliestireno de uso general (GPPS, siglas en inglés). Es un sólido transparente, duro y frágil. Es vítreo por debajo de 100 °C. Por encima de esta temperatura es fácilmente procesable y puede dársele múltiples formas.

Poliestireno de alto impacto.- Es el producto de la polimerización del estireno con un añadido de hasta un 14% de caucho (casi siempre polibutadieno). El producto resultante se llama poliestireno choque o poliestireno de alto impacto (HIPS, siglas en inglés). Es más fuerte, no quebradizo y capaz de soportar impactos más violentos sin romperse. Su inconveniente principal es su opacidad,

PVC.- El policloruro de vinilo o PVC (del inglés PolyVinyl Chloride) es un polímero termoplástico. Se presenta como un material blanco que comienza a reblandecer alrededor de los 80°C y se descompone sobre 140°C. Cabe mencionar que es un polímero por adición y además una resina que resulta de la polimerización del cloruro de vinilo o cloroeteno. Tiene una muy buena resistencia eléctrica y a la llama. En la industria existen dos tipos:

- Rígido: para envases, ventanas, tuberías, las cuales han reemplazado en gran medida al hierro (que se oxida más fácilmente); al igual que él.

- Flexible: cables, juguetes, calzados, pavimentos, recubrimientos, techos tensados.

Entre sus características están su alto contenido en halógenos. Es dúctil y tenaz; presenta estabilidad dimensional y resistencia ambiental. Además, es reciclable por varios métodos

Masterbatch.- La coloración ó incorporación de color a las materias plásticas es hecha usualmente utilizando productos denominados "MASTERBATCH".

El masterbatch ó concentrado de color es una mezcla de pigmentos y/o aditivos con un polímero plástico. Cada partícula de pigmento es encapsulada con una capa finísima de resina plástica. Esto es lo que permite la fácil incorporación del color al producto terminado y evita el despintado

Aditivos.- Con el fin de mejorar las propiedades mecánicas y de proteger a las piezas plásticas inyectadas de la radiación ultravioleta es necesario aditivar la mezcla de material virgen y scrap.

CAPÍTULO III

3. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1. Pronostico de la carga de mantenimiento

Pronosticar la carga de trabajo del área de mantenimiento nos permite iniciar el proceso de planificación. La carga de trabajo en la planta esta compuesta por 2 categorías la primera que corresponde al mantenimiento que se puede programar con poco nivel de incertidumbre como son las labores de rutina (mediciones, ajustes etc.), reparaciones generales, construcciones y cambios a las maquinas planeados previamente etc. La segunda categoría y la de mayor envergadura corresponden a las labores de reparación de emergencia, correctivos que suceden con un alto grado de incertidumbre.

Contamos con datos históricos de tiempo empleado para las labores de mantenimiento. Estos datos los podemos ver de manera global así como en forma disgregada por maquina y /o equipo a lo largo de tres años. Con esta información tenemos la posibilidad de extrapolar los datos para el presente año y así poder predecir la carga de mantenimiento.

En los siguientes cuadros podemos observar los datos antes mencionados

	2004	2005	2006
Ene	1748.6	3238.7	3437.1
Feb	2679.1	2038.9	2493.3
Mar	2504.4	2631.4	3622.8
Abr	1933.8	2971.2	3304.9
May	3352.9	2523.5	4587.8
Jun	2779.7	3726.4	4276.7
Jul	3103.3	4238.7	2663.5
Ago	2844.1	3303.8	2651.0
Set	3150.7	2446.8	4940.6
Oct	3047.5	2948.1	1593.7
Nov	2821.3	2525.7	1130.5
Dic	2981.8	3107.9	1221.0
Total	32947.2	35701.1	35923.0

Cuadro N° 3.1 Horas hombre empleadas para trabajos de mantenimiento en la planta de inyección durante los años 2004, 2005, 2006.

En el cuadro 3.1 podemos observar el número de horas empleadas por mes en los años 2004, 2005, 2006 para las labores de mantenimiento correctivo, que responde a la reacción que tiene el área a situaciones que por lo general producen parada de maquina y por ende parada de producción, los valores son altos debido a que en la mayoría de las ocasiones hay tiempos muertos incluidos en el total. Algunos ejemplos de estos tiempos muertos son el tiempo de espera para que lleguen los repuestos, la búsqueda o “fabricación” de herramientas necesarias para el desmontaje y/o desarme de algunas partes de los equipos así como también el tiempo invertido en la búsqueda de la falla.

En los siguientes cuadros 3.2 al 3.4 podemos observar el tiempo empleado en las labores de mantenimiento desmenuzado por equipo para los años 2004, 2005 y 2006. Se enlistan todos los equipos que intervienen en la producción de los productos plásticos.

Para los casos de las inyectoras 400-1, 400-2, 400-3 existen valores de tiempo de intervención, iguales a cero sólo para estas maquinas este valor corresponde a que en esos meses el equipo aun no estaba instalado en la fabrica y por lo tanto no entraba en operación. Para los otros equipos un valor igual a cero corresponde a que no hubo ninguna intervención por parte del área.

El ultimo punto enlistado que se le ha denominado "otros" incluye labores diversas que también son partes de la labor del área de mantenimiento como por ejemplo reemplazo de luminarias, reparaciones de puertas, ventanas, limpieza de pozas de agua, recepción de equipos, entrega de equipos pequeños para reparación por terceros y coordinación en general con otras áreas etc.

Año 2004		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1	Inyectora S90	50.9	7.6	4.8	159.2	84.1	274.1	167.8	13.8	162.0	23.2	76.0	114.3	1137.9
2	Inyectora BM-75	28.7	170.2	73.8	0.0	226.4	241.0	10.2	28.6	32.8	66.7	157.8	131.8	1168.1
3	Inyectora S160	67.4	288.7	221.7	100.5	357.6	183.8	61.4	92.8	119.4	135.0	164.6	128.1	1921.1
4	Inyectora 100-3	61.2	29.8	27.6	0.0	186.8	0.0	48.2	34.0	371.9	180.7	84.3	449.8	1474.5
5	Inyectora 100-1	23.0	145.1	118.7	136.0	218.4	0.0	181.6	19.9	129.3	45.4	64.1	125.9	1207.4
6	Inyectora 100-2	134.9	155.5	34.0	204.9	16.4	240.9	378.1	205.2	101.4	100.2	197.7	32.5	1801.8
7	Inyectora 100-4	11.5	277.3	267.7	204.2	62.5	86.5	101.2	78.0	5.9	23.0	23.0	266.3	1407.1
8	Inyectora 150TG	0.0	151.5	124.6	61.8	101.2	105.0	66.5	97.6	69.9	262.7	35.9	73.2	1149.7
9	Inyectora 250TG	161.2	110.2	189.1	77.2	27.4	28.3	44.8	102.2	47.6	186.1	147.9	116.7	1238.7
10	Inyectora T220	51.8	168.0	59.1	8.4	350.0	45.7	189.2	182.1	171.6	321.1	82.0	46.8	1675.8
11	Inyectora BM-450	131.7	40.8	331.1	77.5	276.6	338.6	112.6	234.1	237.6	144.7	115.9	32.9	2073.9
12	Inyectora H 400-3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	Inyectora H 400-2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	143.2	123.0	116.9	383.1
14	Inyectora H 225	0.5	30.1	119.9	12.3	196.1	144.7	246.6	101.9	285.8	204.9	400.4	392.3	2135.3
15	Inyectora NB 250	0.0	0.0	68.9	28.9	75.9	56.3	72.2	165.5	117.1	98.5	160.7	0.0	844.0
16	Inyectora BM-270	55.7	3.9	50.7	72.5	2.9	34.2	63.1	114.4	45.5	203.0	0.0	33.6	679.5
17	Inyectora 300XL	247.0	118.5	60.7	208.5	235.0	169.2	454.5	101.1	263.1	2.8	95.0	142.6	2098.0
18	Inyectora 300P	369.9	279.3	331.2	195.2	428.5	108.0	166.0	437.0	185.0	68.3	418.9	302.1	3289.4
19	Inyectora H 400-1	17.5	186.5	32.5	0.0	2.0	202.5	222.2	309.1	265.3	213.7	0.0	0.0	1451.3
20	Chiller 1	22.0	44.2	34.2	44.2	49.2	25.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	219.0
21	Chiller 2	11.0	0.0	0.0	12.0	22.0	18.0	32.0	17.0	21.0	23.0	0.0	0.0	156.0
22	Chiller 3	23.0	42.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0	12.0	101.0
23	Torre de enfriamiento 1	12.0	165.0	48.0	0.0	55.0	24.0	72.0	48.0	0.0	96.0	0.0	0.0	520.0
24	Torre de enfriamiento 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0	16.0	12.0	18.0	70.0
25	Compresor 1	10.0	24.0	12.0	12.0	0.0	54.0	32.0	12.0	25.0	12.0	0.0	12.0	205.0
26	Compresor 2	15.0	12.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	51.0
27	Moldes	11.0	65.0	74.0	29.0	150.0	114.0	125.0	147.0	158.0	201.0	198.0	147.0	1419.0
28	Subestación eléctrica	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	24.0
29	Bomba 1	27.0	32.0	25.0	45.0	44.0	25.0	0.0	81.0	36.0	33.0	32.0	28.0	408.0
30	Bomba 2	18.0	18.0	1.0	10.0	0.0	0.0	41.0	0.0	0.0	45.0	28.0	22.0	183.0
31	Mezcladora 1	23.5	0.0	17.0	15.0	19.0	17.0	21.0	59.0	23.0	18.0	0.0	35.0	247.5
32	Mezcladora 2	16.0	12.0	0.0	19.0	35.0	33.0	1.0	18.0	24.0	26.0	24.0	44.0	252.0
33	Dosificador	14.0	2.0	15.0	7.0	4.0	65.0	22.0	25.0	33.4	41.3	22.0	18.0	268.7
34	Molino 1	6.0	6.0	13.0	6.0	8.0	17.0	16.0	25.0	22.0	0.0	0.0	33.0	152.0
35	Molino 2	12.0	11.0	14.0	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	0.0	25.0	0.0	97.4
36	Secador de pelets	60.0	15.0	15.0	60.0	15.0	15.0	15.0	15.0	60.0	15.0	15.0	15.0	315.0
37	Otros	55	68	108	119	92	114	140	80	74	86	94	92	1122.0
		1748.6	2679.1	2504.4	1933.8	3352.9	2779.7	3103.3	2844.1	3150.7	3047.5	2821.3	2981.8	32947.2

Cuadro N° 3.2 Horas empleadas para trabajos de mantenimiento durante el 2004 en la planta de inyección disgregado por equipos.

Año 2005		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1	Inyectora S90	23.1	290.7	198.2	0.0	164.9	126.0	184.3	0.0	271.0	88.7	42.7	0.0	1389.6
2	Inyectora BM-75	154.8	89.3	61.6	24.5	0.0	137.2	26.3	59.9	23.4	448.7	64.0	84.0	1173.7
3	Inyectora S160	307.8	150.9	294.7	330.5	200.0	214.2	331.3	153.1	33.6	0.0	157.5	98.9	2272.6
4	Inyectora 100-3	69.2	0.0	143.6	29.8	98.2	188.9	211.6	106.2	177.4	0.0	145.1	83.3	1253.1
5	Inyectora 100-1	158.5	80.5	161.6	328.5	169.4	302.6	292.4	221.9	27.6	34.1	162.9	0.0	1940.1
6	Inyectora 100-2	97.9	121.7	145.4	85.4	208.5	219.7	393.6	123.5	3.2	0.4	113.3	88.3	1600.9
7	Inyectora 100-4	62.1	45.8	84.9	6.4	5.0	80.6	400.4	311.5	60.2	110.7	16.8	192.0	1376.4
8	Inyectora 150TG	80.5	0.0	48.4	203.0	199.0	280.3	41.5	281.1	47.4	201.8	76.5	66.5	1526.1
9	Inyectora 250TG	148.0	79.9	32.9	204.1	88.5	351.1	324.4	0.0	27.0	0.0	74.9	31.7	1362.3
10	Inyectora T220	114.6	0.0	69.1	86.7	194.7	146.8	358.4	307.3	104.0	160.0	119.0	26.8	1687.5
11	Inyectora BM-450	97.2	29.5	47.4	323.3	25.1	265.6	449.9	268.7	198.5	174.5	67.9	139.7	2087.2
12	Inyectora H 400-3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	71.1	64.6	93.4	141.4	247.8	166.7	785.1
13	Inyectora H 400-2	111.5	43.9	56.3	4.6	185.8	121.3	47.6	0.0	205.8	132.3	25.2	33.9	968.1
14	Inyectora H 225	222.9	174.4	99.1	129.2	0.0	66.3	99.1	63.8	52.1	89.9	75.7	222.5	1295.1
15	Inyectora NB 250	308.9	47.4	10.7	81.1	133.5	108.4	58.3	130.3	97.2	170.0	281.7	148.0	1575.5
16	Inyectora BM-270	170.9	14.3	280.2	23.3	0.0	119.2	153.5	175.8	81.8	49.5	0.0	213.5	1281.9
17	Inyectora 300XL	58.1	0.0	59.0	60.9	0.0	101.1	54.5	201.7	312.7	239.8	160.5	449.5	1698.0
18	Inyectora 300P	190.9	258.3	205.9	370.6	320.2	225.4	143.8	232.7	84.6	182.7	0.8	359.6	2575.3
19	Inyectora H 400-1	72.8	106.3	30.4	207.4	176.8	10.9	101.8	148.6	2.7	208.5	215.5	199.0	1480.6
20	Chiller 1	28.0	26.0	22.0	41.0	36.0	32.0	0.0	0.0	12.0	23.0	23.0	32.0	275.0
21	Chiller 2	32.0	10.0	33.0	29.0	27.0	26.0	44.0	10.0	41.0	32.0	23.0	15.0	322.0
22	Chiller 3	43.0	38.0	10.0	12.0	22.0	32.0	25.0	30.0	35.0	30.0	10.0	12.0	299.0
23	Torre de enfriamiento 1	54.0	40.0	10.0	0.0	0.0	10.0	45.0	12.0	36.0	36.0	30.0	16.0	289.0
24	Torre de enfriamiento 2	93.0	46.0	51.0	0.0	0.0	80.0	12.0	31.0	32.0	34.0	25.0	20.0	424.0
25	Compresor 1	72.0	15.0	52.0	0.0	0.0	12.0	10.0	25.0	21.0	21.0	25.0	0.0	253.0
26	Compresor 2	15.0	25.0	28.0	79.0	22.0	32.0	62.0	0.0	25.0	26.0	30.0	0.0	344.0
27	Moldes	102.0	110.0	141.0	113.0	122.0	124.0	156.0	125.0	132.0	136.0	148.0	144.0	1553.0
28	Subestación eléctrica	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	24.0
29	Bomba 1	46.0	11.0	42.0	4.0	7.0	12.0	16.0	8.0	10.0	8.0	14.0	6.0	184.0
30	Bomba 2	39.0	6.0	2.0	40.0	12.0	132.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	243.0
31	Mezcladora 1	84.0	15.0	17.0	18.0	0.0	14.0	0.0	10.0	20.0	10.0	15.0	10.0	213.0
32	Mezcladora 2	34.0	21.0	18.0	16.0	2.0	10.0	0.0	20.0	22.0	12.0	14.0	20.0	189.0
33	Dosificador	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	25.0	69.0
34	Molino 1	12.0	1.0	24.0	14.0	5.0	10.0	10.0	15.0	21.0	15.0	22.0	30.0	179.0
35	Molino 2	20.0	8.0	21.0	16.0	6.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	10.0	12.0	98.0
36	Secador de pelets	5.0	14.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	20.0	56.0
37	Otros	98	120	124	78	93	115	110	145	136	108	89	142	1358
		3238.7	2038.9	2631.4	2971.2	2523.5	3726.4	4238.7	3303.8	2446.8	2948.1	2525.7	3107.9	35701.1

Cuadro N° 3.3 Horas empleadas para trabajos de mantenimiento durante el 2005 en la planta de inyección disgregado por equipos.

Año 2006		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1	Inyectora S90	82.7	36.8	315.0	69.5	19.2	0.0	31.6	199.9	138.7	28.9	19.8	0.0	942.0
2	Inyectora BM-75	528.0	215.6	552.0	480.0	426.0	134.9	151.3	83.5	143.2	52.6	5.4	19.0	2791.6
3	Inyectora S160	121.0	46.1	184.8	267.8	328.1	187.5	112.5	441.3	473.6	-4.8	35.8	3.0	2196.7
4	Inyectora 100-3	56.9	110.4	60.4	78.1	408.9	246.1	59.1	131.7	420.5	1.8	4.5	2.0	1580.5
5	Inyectora 100-1	10.9	121.5	360.9	207.4	137.0	480.3	10.9	51.9	497.8	52.8	7.1	0.0	1938.3
6	Inyectora 100-2	117.4	6.4	61.8	16.8	32.3	100.6	24.3	100.0	482.4	4.0	38.8	12.6	997.3
7	Inyectora 100-4	147.9	147.0	94.8	33.3	218.4	182.3	65.9	142.6	333.3	5.7	14.7	7.0	1392.8
8	Inyectora 150TG	94.3	0.0	5.7	122.8	151.8	193.5	65.7	99.3	92.7	178.5	9.8	3.8	1017.8
9	Inyectora 250TG	108.6	84.8	188.2	4.8	300.5	91.0	113.3	110.3	0.0	4.8	90.4	25.5	1122.2
10	Inyectora T220	36.8	11.1	0.0	146.9	65.9	261.9	29.1	0.0	109.4	108.3	38.5	18.3	825.8
11	Inyectora BM-450	27.2	24.1	0.0	53.8	53.8	377.5	189.0	30.8	274.9	3.5	43.3	9.5	1087.2
12	Inyectora H 400-3	163.5	0.0	62.1	102.2	169.4	35.2	94.3	7.3	19.8	26.0	51.1	46.7	777.6
13	Inyectora H 400-2	158.9	144.8	54.6	188.9	25.1	80.5	0.0	0.0	129.4	112.2	5.0	33.8	933.1
14	Inyectora H 225	359.5	106.6	82.4	72.9	358.0	189.4	53.0	44.1	42.0	76.2	15.7	170.1	1569.9
15	Inyectora NB 250	5.8	266.2	3.0	141.4	179.6	118.3	316.8	66.1	64.0	80.6	12.6	1.8	1256.0
16	Inyectora BM-270	58.6	19.2	107.5	200.4	262.3	83.8	116.7	103.8	250.0	12.2	6.9	42.6	1264.0
17	Inyectora 300XL	206.2	155.3	186.7	17.7	433.8	432.3	221.3	21.1	270.2	18.5	44.8	25.9	2033.7
18	Inyectora 300P	483.0	243.0	421.5	160.0	268.5	266.6	2.0	261.1	304.5	75.5	35.0	76.0	2596.6
19	Inyectora H 400-1	52.9	67.5	26.1	61.4	184.6	259.0	339.7	46.1	304.5	112.0	9.8	17.0	1480.6
20	Chiller 1	25.0	45.0	54.0	50.0	35.0	39.0	40.0	42.0	46.0	52.0	56.0	58.0	542.0
21	Chiller 2	26.0	45.0	50.0	29.0	30.0	25.0	12.0	12.0	36.0	35.0	38.0	46.0	384.0
22	Chiller 3	45.0	50.0	46.0	36.0	45.0	10.0	25.0	40.0	26.0	28.0	36.0	40.0	427.0
23	Torre de enfriamiento 1	35.0	60.0	35.0	42.0	25.0	25.0	8.0	47.0	20.0	31.0	31.0	20.0	379.0
24	Torre de enfriamiento 2	30.0	65.0	28.0	41.0	29.0	32.0	45.0	31.0	20.0	19.0	45.0	16.0	401.0
25	Compresor 1	20.0	45.0	37.0	20.0	36.0	38.0	36.0	42.0	18.0	24.0	12.0	29.0	357.0
26	Compresor 2	25.0	36.0	34.0	25.0	35.0	37.0	39.0	28.0	16.0	28.0	8.0	25.0	336.0
27	Moldes	145.0	38.0	201.0	300.0	150.0	123.0	154.0	189.0	174.0	156.0	135.0	220.0	1985.0
28	Subestación eléctrica	0.0	45.0	46.0	12.0	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	12.0	127.0
29	Bomba 1	10.0	15.0	24.0	47.0	49.0	50.0	51.0	5.0	12.0	17.0	12.0	14.0	306.0
30	Bomba 2	32.0	17.0	21.0	23.0	0.0	0.0	20.0	14.0	25.0	19.0	25.0	12.0	208.0
31	Mezcladora 1	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0	12.0	0.0	15.0	20.0	28.0	24.0	18.0	141.0
32	Mezcladora 2	72.0	48.0	0.0	96.0	0.0	0.0	24.0	30.0	10.0	24.0	27.0	17.0	348.0
33	Dosificador	0.0	0.0	24.0	16.0	12.0	18.0	24.0	30.0	14.0	26.0	29.0	34.0	227.0
34	Molino 1	32.0	12.0	25.0	12.0	25.0	12.0	20.0	14.0	10.0	35.0	35.0	17.0	249.0
35	Molino 2	10.0	12.4	23.6	10.0	0.0	12.0	35.0	28.0	10.0	12.5	31.0	13.5	198.0
36	Secador de pelets	0.0	11.4	26.8	10.0	12.0	25.0	20.0	14.0	8.0	10.0	15.0	20.0	172.2
37	Otros	110	142	180	110	58	98	114	117	125	100	83	95	1332
		3437.1	2493.3	3622.8	3304.9	4587.8	4276.7	2663.5	2651.0	4940.6	1593.7	1130.5	1221.0	35923.0

Cuadro N° 3.4 Horas empleadas para trabajos de mantenimiento durante el 2006 en la planta de inyección disgregado por equipos.

Con los datos de los cuadros presentados y utilizando la técnica de pronóstico cuantitativa del promedio móvil ponderado (Ver Apéndice I) asumiendo que las observaciones mas recientes (2005 y 2006) tienen un peso de 2 y 3 respectivamente, respecto a la observación de mas antigüedad se obtiene la proyección para el 2007

	2004	2005	2006	2007 Proyectado
Ene	1748.6	3238.7	3437.1	3089.6
Feb	2679.1	2038.9	2493.3	2372.8
Mar	2504.4	2631.4	3622.8	3106.0
Abr	1933.8	2971.2	3304.9	2965.2
May	3352.9	2523.5	4587.8	3693.9
Jun	2779.7	3726.4	4276.7	3843.8
Jul	3103.3	4238.7	2663.5	3261.9
Ago	2844.1	3303.8	2651.0	2900.8
Set	3150.7	2446.8	4940.6	3811.0
Oct	3047.5	2948.1	1593.7	2287.5
Nov	2821.3	2525.7	1130.5	1877.4
Dic	2981.8	3107.9	1221.0	2143.4
Total	32947.2	35701.1	35923.0	35353.1

Cuadro N° 3.5 Horas hombre proyectadas para trabajos de mantenimiento durante el 2007

	2004		2005		2006		2007 Proyectado	
	Mecánico	Eléctrico	Mecánico	Eléctrico	Mecánico	Eléctrico	Mecánico	Eléctrico
Ene	1452.6	296.0	2550.0	688.7	2980.5	456.6	2582.4	507.2
Feb	2228.4	450.7	1720.0	318.9	1990.7	502.6	1940.1	432.7
Mar	2400.5	103.9	1980.0	651.4	3008.4	614.4	2564.3	541.7
Abr	1658.4	275.4	2240.0	731.2	2975.6	329.3	2510.9	454.3
May	3025.8	327.1	1956.2	567.3	3875.2	712.6	3094.0	599.9
Jun	2457.0	322.7	3104.8	621.6	3856.2	420.5	3372.5	471.2
Jul	2745.0	358.3	2561.7	1677.0	2110.5	553.0	2366.7	895.2
Ago	2654.0	190.1	2658.3	645.5	2104.9	546.1	2380.9	519.9
Set	2941.0	209.7	1745.4	701.4	4563.2	377.4	3353.6	457.4
Oct	2641.0	406.5	2549.7	398.4	1004.2	589.5	1792.2	495.3
Nov	2591.0	230.3	2150.7	375.0	956.2	174.3	1626.8	250.5
Dic	2567.0	414.8	2678.3	429.6	852.7	368.3	1747.0	396.5
Total	29361.7	3585.5	27895.1	7806.0	30278.3	5644.7	29331.1	6021.9

Cuadro N° 3.6 Horas hombre de trabajos de mantenimiento mecánico y eléctrico durante el 2004, 2005, 2006 y 2007 (Proyectado)

3.2. Identificación de equipos críticos

Para identificar cuales son los equipos críticos es decir aquellos de mayor importancia que afectan significativamente las operaciones de producción, usaremos la tabla mostrada en el Apéndice II, en ella se pondera el impacto en la producción, es decir si es que la falla de este equipo produce que se detenga la producción, posteriormente se considera el costo de adquisición del equipo, medio ambiente y a la seguridad, el valor económico, los efectos nocivos de las posible paradas sobre el equipo y con otros que se relaciona, la confiabilidad, la mantenibilidad y la independencia para conseguir repuestos

Los resultados de esta evaluación se encuentra en la ultima columna de la tabla 3.7 que presentamos a continuación. La evaluación obtenida al sumar los valores asignados para cada ítem nos indica lo siguiente:

- A: critico (16 a 20)
- B: Importante (11 a 15)
- C: Regular (6 a 10)
- D: opcional (0 a 5)

		Efecto sobre las operaciones y M. ambiente	Valor técnico económico	LA FALLA AFECTA				Probabilidad de falla (Confiabilidad)	Flexibilidad del equipo en el sistema	Dependencia logística	Dependencia de mano de obra	Mantenibilidad	Puntuación	Categoría
				Equipo	Otros equipos	Operador	La seguridad Gral.							
1	Inyec. S90	2	2	1	0	0	0	2	2	2	2	1	14	B
2	Inyec. BM-75	2	2	1	0	0	0	0	1	2	0	1	9	C
3	Inyec. S160	2	2	1	0	0	0	2	2	2	2	1	14	B
4	Inyec. 100-3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	D
5	Inyec. 100-1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	D
6	Inyec. 100-2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	D
7	Inyec. 100-4	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	4	D
8	Inyec. 150TG	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	D
9	Inyec. 250TG	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	4	D
10	Inyec. T220	2	2	1	0	0	0	2	2	2	2	1	14	B
11	Inyec. BM450	2	3	1	0	0	0	0	1	2	0	1	10	C
12	Inyec H400-3	2	3	1	1	0	0	2	2	2	2	1	16	A
13	Inyec H400-2	2	3	1	1	0	0	2	2	2	2	1	16	A
14	Inyec. H 225	2	3	1	0	0	0	0	0	2	0	1	9	C
15	Inyec. NB250	2	3	1	0	0	0	0	1	2	0	1	10	C
16	Inyec. BM270	2	3	1	0	0	0	0	1	2	0	1	10	C
17	Inyec. 300XL	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	1	5	D
18	Inyec. 300P	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4	D
19	Inyec. H400-1	2	3	1	1	0	0	2	2	2	2	1	16	A
20	Chiller 1	2	2	1	1	0	0	2	2	2	0	0	12	B
21	Chiller 2	2	2	1	1	0	0	0	0	2	0	0	8	C
22	Chiller 3	2	2	1	1	0	0	0	1	2	0	0	9	C
23	Torre enf. 1	2	2	1	1	0	0	2	1	2	0	0	11	B
24	Torre enf. 2	2	2	1	1	0	0	0	1	2	0	0	9	C
25	Compresor 1	2	2	1	1	0	0	0	1	2	0	0	9	C
26	Compresor 2	2	2	1	1	0	0	2	1	2	0	0	11	B
27	Moldes	2	2	1	1	0	0	2	2	1	0	1	12	B
28	Subestación	2	3	1	1	1	1	2	2	1	2	1	17	A
29	Bomba 1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	D
30	Bomba 2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	D
31	Mezcladora 1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	D
32	Mezcladora 2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	D
33	Dosificador	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	D
34	Molino 1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	D
35	Molino 2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	D
36	Secador	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	D

Tabla N° 3.7 Evaluación de los equipos de la Planta de Inyección

Para el correcto funcionamiento de la planta debemos tener en consideración los siguientes equipos, debido a que han sido evaluados como Críticos e importantes

Críticos:

Subestación eléctrica, Inyectora H 400-3, Inyectora H 400-2, Inyectora H 400-1

Importantes:

Inyectora S90, Inyectora S160, Inyectora T220, Chiller 1, Moldes de inyección, Torre de enfriamiento 1, Compresor 2.

Estos equipos son aquellos a los cuales se les dará mantenimiento de tipo preventivo y son aquellos a los que se realizará los análisis posteriores

3.3. Organización del mantenimiento

Las labores de mantenimiento dentro de la empresa son en su mayoría respuesta a situaciones de emergencia producida por fallas inesperadas, en esta situación el equipo es incapaz de seguir operando y muchas veces afectan y/o paralizan el funcionamiento de otros equipos. Este tipo de estrategia para afrontar los problemas la podríamos definir como "operación hasta que falle", es la practica cotidiana, en donde esta ausente la planificación y control del mantenimiento.

El estado actual de la gestión del mantenimiento en la empresa provoca una excesiva cantidad de horas de parada por maquina lo cual conlleva a un elevado costo ya que al aplicar este tipo de mantenimiento el

tiempo de reparación aumenta significativamente porque incluye el tiempo para conseguir o “hacer” los repuestos necesarios, en muchos casos el tiempo de espera llega a superar ampliamente el tiempo de reparación.

El registro de los datos las órdenes de trabajo es llevado en forma desordenada y aun no es sistematizada, cabe mencionar que la información expuesta en el presente informe es un esfuerzo de acopiar y ordenar datos recabados del área de mantenimiento, producción y contabilidad el cruce de esta información esta en los cuadros precedentes.

Es decisión de la gerencia de producción empezar, de manera progresiva, la implementación de un mantenimiento programado con el fin de disminuir las horas de parada y de esta manera mejorar la productividad de la planta.

En este contexto se muestra la organización del área de mantenimiento en el Figura 3.1 mostrado a continuación, ahí podemos observar que no existe jefes intermedios ni supervisores, ni personal destacado para planificar y programar el mantenimiento.

El tiempo empleado por jefe del área para coordinar, supervisar las reparaciones muchas veces le impide que se dedique a la gestión del mantenimiento.

En la Figura 3.2 se observa un organigrama propuesto para la nueva organización del mantenimiento donde es necesario incorporar nuevos puestos para poder llenar los vacíos existentes debido a la actual carga de trabajos existentes. Es el crecimiento de estos últimos 5 años, el incremento de la demanda y la adquisición de nuevos equipos (ya efectuados y por realizarse) que impone la necesidad de modernización del área.

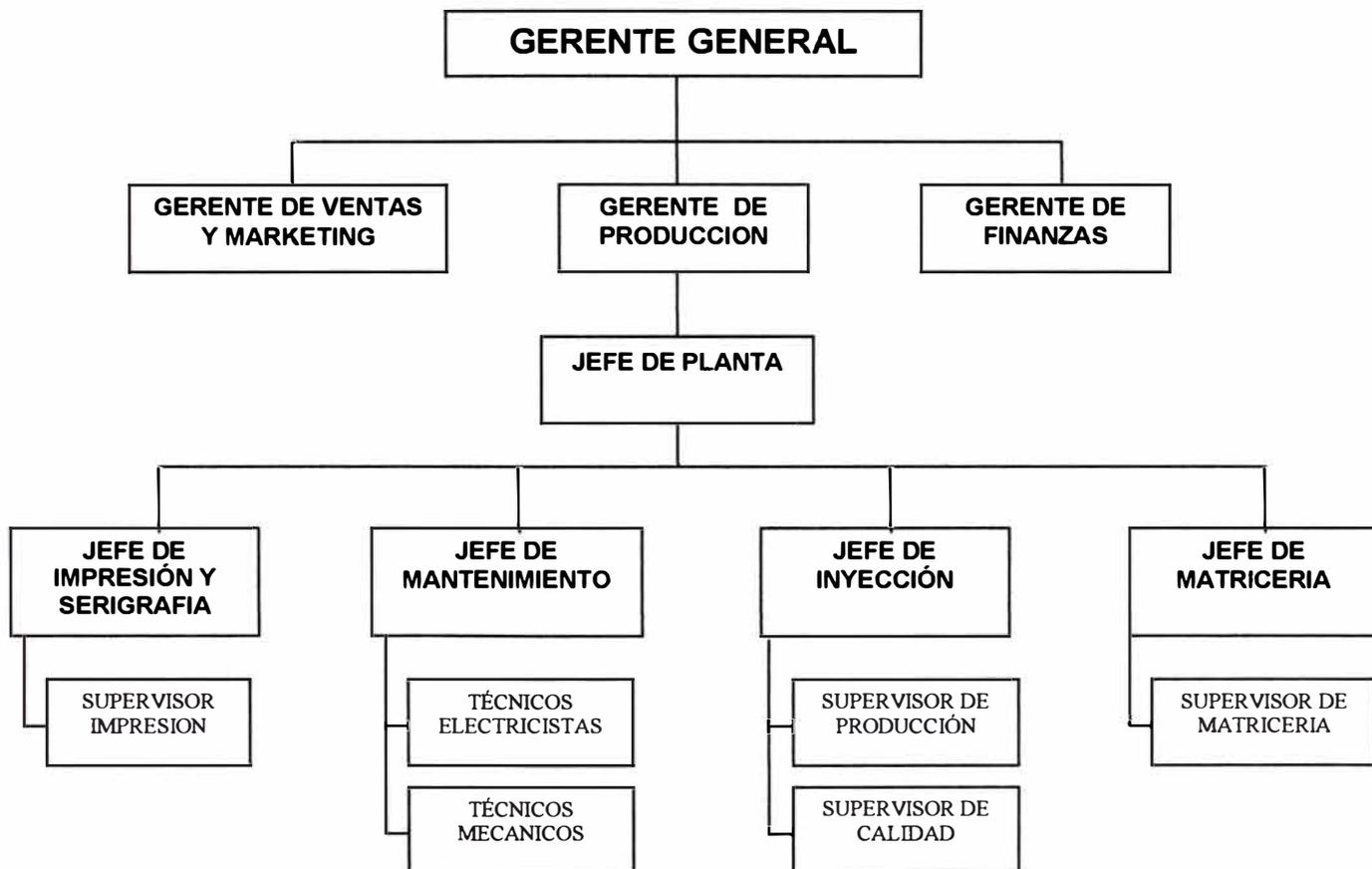


Figura Nº 3.1 Organigrama actual de la empresa (Sólo Producción)

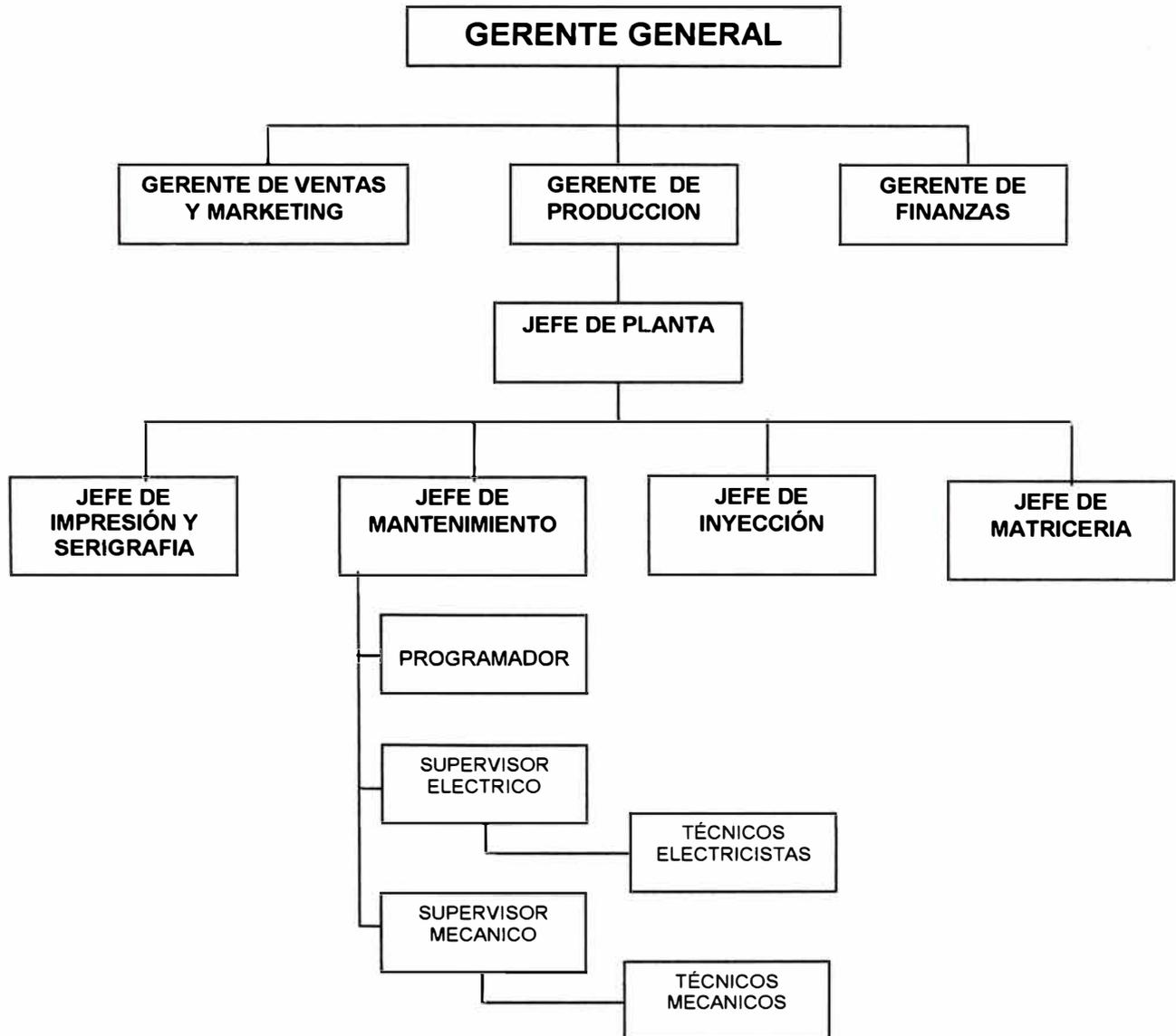


Figura N° 3.2 Organigrama del área de mantenimiento (Propuesto)

3.4. Plan del mantenimiento preventivo

En esta sección nos dedicaremos a mencionar las actividades de mantenimiento preventivo, la frecuencia de ejecución y su tiempo de ejecución para aquellos equipos que se consideran críticos e importantes. Estos listados están en concordancia con los manuales de los equipos y la experiencia adquirida a lo largo de los años de práctica.

en el campo de parte de la jefatura y trabajadores del área. Los equipos que se considera como críticos e importantes son los siguientes:

Críticos:

Subestación eléctrica, Inyectora H 400-3, Inyectora H 400-2, Inyectora H 400-1

Importantes:

Inyectora S90, Inyectora S160, Inyectora T220, Chiller 1, Moldes de inyección, Torre de enfriamiento 1, Compresor 2.

De estos, solo las labores de mantenimiento preventivo de la Subestación eléctrica serán tercerizadas en su totalidad debido a carencia de equipos especializados y calificación del personal. Para los otros equipos las labores de mantenimiento en su mayoría serán asumidas por personal del área.

Las labores de mantenimiento para todas las maquinas inyectoras son las mismas debido a que son modelos muy parecidos y en la mayoría el mismo fabricante.

Labores de mantenimiento preventivo para las INYECTORAS		Frecuencia	H
1	Drene el agua en el regulador de aire	D	0.25
2	Limpie la punta de boquilla, platina fija y protector de purga	D	0.2
3	Verifique los dispositivos de seguridad de la máquina	D	0.1
4	Limpie la máquina y la IHM	D	2
5	Verifique del filtro de aceite	S	0.33
6	Inspeccione y limpie el gabinete electromagnético	S	0.25
7	Inspeccione y limpie la tolva, imán de tolva	S	0.25
8	Verifique el depósito de recuperación de aceite	S	0.25
9	Verifique los componentes eléctricos	M	2
10	Verifique todos los cilindros, válvulas y distribuidores hidráulicos	M	2
11	Verifique todos los conjuntos y conectores de mangueras hidráulicas	M	0.33
12	Verifique la presión del sistema	M	0.25
13	Verifique todos los componentes de agua de refrigeración	M	0.25
14	Verifique todas las válvulas y mangueras neumáticas	M	0.33
15	Lubrique los casquillos guía de la columna de carrera del molde	M	0.25
16	Lubrique los extremos de la biela del cilindro del bloqueador	M	0.25
17	Verifique la precarga del acumulador	T	2
18	Verifique la calidad del aceite en el tanque hidráulico	T	0
19	Verifique el nivel de aceite en el tanque hidráulico	T	0.1
20	Verifique el nivel de aceite de la caja de engranajes	T	0.1
21	Verifique el motor eléctrico	T	2
22	Verifique los casquillos guía de la columna de carrera del molde	T	1
23	Verifique los casquillos y pasadores del obturador de boquilla	T	0.5
24	Lubrique los cojinetes lineales – platina móvil	St	0.33
25	Lubrique los cojinetes lineales – transportador de molde apilable	St	0.33
26	Lubrique los cojinetes lineales – pistón de inyección	St	0.33
27	Reemplace el elemento de filtro de aceite	St	0.33
28	Verifique los casquillos y pasadores de cilindro de carro	St	0.5
29	Nivele la máquina y ajuste la concentricidad de las boquillas	A	1.5
30	Reemplace el elemento de filtro de tapa del respiradero	A	0.5
31	Reemplace el elemento de filtro de aire	A	0.33
32	Lubrique los rodamientos del motor de la bomba	A	0.5
33	Reemplace el aceite de caja de engranajes	A	0.75
34	Reemplace el diafragma de válvula de ahorro de agua ITT	A	0.75

Tabla N° 3.8 Labores de mantenimiento para las Inyectoras

Labores de mantenimiento preventivo para el Chiller	Frecuencia	H
Inspección global para constatar que todo el equipo funciona y los sistemas de seguridad están su lugar	D	0.2
Testear la concentración de sólidos y químicos disueltos, Agregar componentes químicos si es necesario.	S	0.3
Revisión de la succión de refrigerante	T	0.33
Revisión del motocompresor(aceite, presa estopas de alta y baja presión	T	0.75
Revisión del voltaje y amperaje de los motores	T	0.75
Revisión de las conexiones eléctricas	T	0.5
Revisión de la lubricación de los cojinetes del motor y la bomba	T	0.5
Revisión de la bomba de recirculación, cambio de rodamientos, revisión del impulsor	A	1.5
Cambio de aceite anticongelante (2 galones) del motocompresor	A	1.2
Cambio de los elementos de filtro línea de descarga y succión	A	1.2
Recarga del gas refrigerante (20 Kg. de R-22)	A	1.5
Limpieza del condensador	A.	2.5
Desmontaje del moto ventilador para lubricación y mantenimiento. Cambio de rodamientos.	A.	2.5

Tabla N° 3.9 Labores de mantenimiento para el Chiller

Labores de mantenimiento preventivo para los molde de inyección		Frecuencia	HH
1	Inspección visual de las placas móviles, ejector y ranuras en búsqueda de cuerpos extraños	D	0.2
2	Inspección visual de la superficies externas, cavidad y core en búsqueda de cuerpos extraños	D	0.1
3	Revisión de los dispositivos del sistema eléctrico	D	0.15
4	Revisión de los dispositivos del sistema de calefacción	Q	0.5
5	Limpieza y pulido de superficies de contacto del molde y paredes internas y externas	Q	0.5
6	Engrasado de las superficies deslizantes, guías.	Q	0.2
7	Revisión de los circuitos de refrigeración	M	1
8	Desmontaje completo, limpieza de las partes	T	8
9	Cambio de O´ring y pernos de sujeción entre placas	T	2
10	Cambio de partes desgastadas	T	2

Tabla N° 3.10 Labores de mantenimiento para los moldes

	Labores de mantenimiento la Torre de Enfriamiento.	Frecuencia	HH
Inspección global	Inspección global para constatar que todo el equipo funciona y los sistemas de seguridad están su lugar	D	0.25
Inspección en busca de atascamientos	Chequear que esta fluyendo agua por la torre	D	0.2
Condiciones del motor del ventilador	Chequear las condiciones del motor del ventilador.	S	0.3
Muestras de agua	Testear la concentración de sólidos y químicos disueltos, Agregar componentes químicos si es necesario.	S	0.3
Accionar hacia arriba el flotador	Accione manualmente el interruptor para asegurar el correcto funcionamiento	S	0.3
Vibración	Cheque la excesiva vibración en los motores, ventiladores y bombas.	S	0.3
Chequear la estructura de la torre	Chequear en búsqueda de, conexiones defectuosas y/o fugas, etc.	S	0.5
Chequear fajas y poleas	Ajuste todas las fajas y poleas	M	1
Chequear la lubricación	Asegúrese que todos los rodamientos estén lubricados	M	0.5
Chequear los soportes de los motores y sus ventiladores	Revise en busca de desgaste excesivo y asegure las sujeciones	M	2
Alinear el motor	Alinee el acople del motor para permitir la eficiente transmisión del torque	M	1
Limpieza de la torre	Limpieza del polvo de toda la superficie, retirar las algas de la base de la torre.	A	3
Cambio de los rodamientos	Inspección rodamientos y correas de transmisión Ajuste, repare o remplace de ser necesario	A	1.5

Tabla N° 3.11 Labores de mantenimiento la Torre de Enfriamiento.

Labores		Frecuencia	HH
1	Comprobar el nivel de aceite agregar si es necesario	D	0.2
2	Purga del condensado	D	0.2
3	verificación de existencia de fugas	D	0.2
4	Inspección y limpieza del refrigerador de aceite	T	0.5
5	Inspección y limpieza del refrigerador de aire	T	0.5
6	Inspección del filtro de aire	T	0.33
7	Inspección del colector de condensado	T	0.33
8	Limpieza de la válvula de flotador	T	0.33
9	Ajuste la tensión y el estado de las correas	T	0.5
10	Reemplazo de filtro de aire	A	0.33
11	Reemplazo de filtro de aceite	A	0.33
12	Remplace el separador de aceite	A	0.33
13	Limpieza general	A	0.5

Tabla N° 3.12 Labores de mantenimiento del compresor.

CAPÍTULO IV

4. CALCULO DEL COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMPARADO CON EL ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO.

4.1. Programación de la producción

Se presenta el programa de producción proyectado para el presente año 2007 en donde podemos observar la producción real de los productos que las inyectoras consideradas como críticas e importantes producen. Con estos datos y con los valores de precio de venta de los productos que dichas maquinas que van a producir y sabiendo el porcentaje de ganancia por producto (aprox.) podemos calcular el valor del costo de una hora de producción para cada una de las maquinas inyectoras.

En los subsiguientes cuadros podemos apreciar la producción real de productos plásticos de los años 2004, 2005, 2006 y la proyección para el 2007, cabe mencionar que este listado de artículos, no son todos los productos que se inyectan en la planta.

Se debe considerar que para los cuadros 4.1, 4.2, 4.3 que corresponden a las maquinas inyectoras 400-1, 400-2, 400-3 las cantidades de productos inyectados en el 2004 son menores debido a que estas maquinas recién estaban en instalación y/o adquisición. La inyectora 400-1 empezó a producir a inicios de abril del 2004, la inyectora 400-2

inicio a trabajar a partir del octubre del 2004 y la inyectora 400-3 inicio a trabajar a partir del julio del 2005.

Inyectora 400-1	2004	2005	2006	2007
Producto plástico				
Granel bandeja portapales	16,000	14,300	0	30,000
Papelera	0	0	7,000	10,000
Parte inferior de lonchera	46,250	43,400	15,500	52,000
Parte superior de lonchera	45,500	42,400	25,700	52,000
Pote 110 incoloro	125,000	0	800,000	800,000
Pote de 1 Kg. blanco	85,000	60,000	80,000	100,000
Pote de 1 Kg. incoloro	325,000	350,000	100,000	250,000
Pote de 1 lt incoloro	58,000	82,000	30,000	50,000
Pote de 1 lt incoloro	7,800	7,500	8,000	10,000
Pote de 400 s/ imp blanco	0	0	500,000	0
R/30 cristal s/ imp azul	2,250,000	2,731,500	3,500,300	3,750,000
r/ 30 multicolor s/ imp	285,000	289,000	297,200	300,000
Tapa de 1 Kg. colores	85,000	95,000	60,000	70,000
Tapa de 1200 Ayudin verde	28,000	30,000	29,000	0
Tapa Nueva para pote Ayudin 400	0	3,830,000	0	0

Cuadro N° 4.1 Cantidad de productos inyectados en la Inyectora 400-1 distribuido por artículos para los años 2004, 2005, 2006 y 2007 (planificado).

Inyectora 400-2				
Producto plástico	2004	2005	2006	2007
Granel bandeja portapapeles	0	40,640	0	0
Parte Inferior de lonchera	0	0	33,700	0
Parte Superior de lonchera	0	0	24,000	0
Pote 1 Kg. Rectangular	0	0	30,000	32,000
Pote 1 lt incoloro	0	80,000	60,000	100,000
Pote 110 incoloro	0	0	0	0
Pote 250 incoloro c/ caja	0	2,300,000	2,700,000	3,000,000
Pote 250 ml s/ imp blanco	0	20,000	0	0
Pote 400 blanco s/ imp	4,650,000	12,600,000	3,200,000	8,250,000
Pote de 1 Kg. blanco	0	30,000	220,000	150,000
Pote de 1 Kg. Incoloro	0	90,000	30,000	50,000
Pote de 1kg blanco	0	20,000	0	25,000
Tapa de 1 Kg. blanca c/ lomo	0	32,000	0	0
Tapa de 1 Kg. incoloro c/ lomo	0	12,000	0	0
Tapa Nueva para pote Ayudin 400	4,500,000	5,590,000	3,971,350	5,825,000

Cuadro N° 4.2 Cantidad de productos inyectados en la Inyectora 400-2 distribuido por artículos para los años 2004, 2005, 2006 y 2007 (planificado).

Inyectora 400-3				
Producto plástico	2004	2005	2006	2007
Granel bandeja portapapeles	0	8,000	0	0
Papelera	0	0	2,000	0
Pote 110 Incoloro	0	0	1,060,000	1,100,000
Pote 225 gr. s/Imp Blanco	0	0	16,000	25,000
Pote 250 blanco s/ imp	0	30,000	0	0
Pote 250 incoloro c/ caja	0	660,000	0	0
Pote 750 incoloro	0	0	40,000	35,000
Pote de 1 Kg. incoloro c/ bolsa	0	0	100,000	125,000
Pote de 1 Kg. s/ imp blanco	0	320,000	15,000	10,000
Pote de 1 lt incoloro c/ caja	0	60,000	434,000	400,000
Pote 400 gr. s/imp blanco	0	2,500,000	5,600,000	3,001,250
Pote de 500 blanco	0	0	130,000	150,000
Pote de 500 incoloro c/ caja	0	0	830,000	850,000
Tapa 1200 Kg. Ayudin limón verde	0	0	180,000	210,000
Tapa de 1 Kg. colores	0	120,000	180,000	200,000
Tapa Verde Ayudin para pote 360	0	5,515,000	4,905,000	5,250,000

Cuadro N° 4.3 Cantidad de productos inyectados en la Inyectora 400-3 distribuido por artículos para los años 2004, 2005, 2006 y 2007 (planificado).

Inyectora S-160				
Producto plástico	2004	2005	2006	2007
Base Plástica Motas	85,000	100,000	100,000	100,000
Plantilla letra 5 mm	36,000	54,000	51,000	50,000
Plantilla letra 10 mm	20,000	40,000	50,000	55,000
Plantilla letra 20 mm	16,000	69,000	66,000	70,000
Pote 330 incoloro	36,000	100,000	100,000	120,000
Pote 550 azul bombón	90,000	80,000	75,000	75,000
Pote 550 incoloro	85,000	440,000	450,000	500,000
Pote deposito sacapuntas	200,000	120,000	165,000	200,000
Tapa mota box	80,000	14,000	26,000	20,000
Trans. 180 x 9 s / imp azul	300,000	400,000	500,000	550,000
Trans. 360 x 10 s/ imp azul	55,000	45,000	79,000	80,000
Tapa deposito sacapuntas	220,000	120,000	166,000	205,000
Tapa Tempera 20 ml	150,000	180,000	190,000	200,000
Tapa tempera 30 ml	750,000	550,000	600,000	650,000
Transp. 180 x 10 s/ imp azul	100,000	100,000	120,000	120,000
Vaso Hermético grande	50,000	70,000	80,000	85,000
Vaso Hermético Mediano	170,000	80,000	120,000	125,000
Vaso Plástico Playero 430 ml	25,000	14,000	12,000	15,000

Cuadro 4.4 Cantidad de productos inyectados en la Inyectora S-160 distribuido por artículos para los años 2004, 2005, 2006 y 2007 (planificado).

Inyectora T-220				
Producto plástico	2004	2005	2006	2,007
Esc. 45 x 20 cm s/imp azul	1,110,000	1,230,000	1,340,000	1,400,000
Esc. 45 x 30 cm s/imp azul	94,500	107,500	93,000	100,000
Esc. 60 x 20 cm s/imp azul	1,030,750	1,280,750	1,360,000	1,400,000
Esc. 60 x 30 cm s/imp azul	86,500	106,500	88,000	100,000
Portataco Deluxe	14,000	14,000	15,000	15,000
R/20 cristal s/imp azul	1,205,000	1,305,000	1,550,000	1,600,000
R/40 cristal s/imp. Azul	22,000	20,000	28,500	30,000

Cuadro N° 4.5 Cantidad de productos inyectados en la Inyectora T-220 distribuido por artículos para los años 2004, 2005, 2006 y 2007 (planificado).

Inyectora S-90	2004	2005	2006	2,007
Producto plástico				
Deposito Sacapuntas	175,000	250,000	600,000	750,000
Pico de Gotero	200,000	200,000	250,000	250,000
Frasco para temperas 30 ml	330,000	410,000	400,000	440,000
Plantilla letra 5 mm	20,000	0	0	0
Plantilla letra 10 mm	20,000	0	0	0
Plantilla letra 20 mm	50,000	0	0	0
Pote 100	50,000	145,000	0	0
Pote 160 blanco	30,000	0	70,000	0
Pote 550 azul bombón	85,000	0	0	0
Pote 550 incoloro	65,000	0	0	0
Pote 60 incoloro	0	80,000	0	0
Pote 60 azul limpiatipos	0	30,000	120,000	80,000
Pote 600 blanco	0	0	2,490,000	3,000,000
Tapa 500 s/ imp Amarillo Metro c/ lomo	0	1,500,000	0	0
Tapa 500 incoloro c/ lomo	0	60,000	0	0
Tapa P/ portaclips	0	20,000	0	0
Tapa 227 azul delice	20,000	10,000	10,600	0
Tapa 227 colores	20,000	14,000	15,000	0
Tapa 227 incoloro	20,000	0	0	0
Tapa 33 ml colores	140,000	60,000	0	0
Tapa c/ oreja	71000	0	0	0
Tapa mota box	21,000	0	0	0
Transp. 360 x 10 s/ imp azul	0	30,000	50,000	65,000
Transp, 180 x 10 s/ imp azul	210,000	360,000	360,000	400,000
Transp. 180 x 9 s/imp. azul	1,990,000	750,000	800,000	1,000,000
Vaso hermético chico	0	12,000	0	0
Vaso Hermético Mediano	220,000	16,000	0	0
Vaso plástico Playero 370 ml	36,200	120,000	0	0
Vaso plástico Playero 430 ml	11,700	12,000	11500	0
Vaso porta clips	10000	20,000	0	0

Cuadro N° 4.6 Cantidad de productos inyectados en la Inyectora S-90 distribuido por artículos para los años 2004, 2005, 2006 y 2007 (planificado).

Nota: La inyectora 400-1 inicio a trabajar a partir del abril del 2004, La inyectora 400-2 inicio a trabajar a partir del octubre del 2004, La inyectora 400-1 inicio a trabajar a partir del julio del 2005.

Producto plástico	Precio de venta (S/.)	Producto plástico	Precio de venta (S/.)
Base Plástica Motas	215.0	Pote de 1 Lt incoloro	417.7
Esc. 45 x 20 cm s/imp azul	400.0	Pote de 500 blanco	245.9
Esc. 45 x 30 cm s/imp azul	1800.0	Pote de 500 incoloro	245.9
Esc. 60 x 20 cm s/imp azul	450.0	Pote Deposito Sacapuntas	225.0
Esc. 60 x 30 cm s/imp azul	2000.0	R/20 cristal azul	264.0
Frasco para temperas 30 ml	185.0	R/30 cristal azul	495.0
Granel bandeja portapapeles	10000.0	R/40 cristal s/imp. Azul	1584.0
Papelera	2800.0	Tapa 1200 Kg. Ayudin verde	328.6
Parte Inferior de lonchera	1250.0	Tapa 227 azul delice	89.1
Parte superior de Lonchera	1320.0	Tapa 227 colores	89.1
Pico de Gotero	55.0	Tapa 227 incoloro	89.1
Plantilla letra 5 mm	1320.0	Tapa 33 ml colores	45.9
Plantilla letra 10 mm	1650.0	Tapa 500 Amarillo Metro c/lomo	141.9
Plantilla letra 20 mm	1980.0	Tapa 500 incoloro c/ lomo	141.9
Portataco Deluxe	3300.0	Tapa c/ oreja	145.2
Pote 1 Kg. Rectangular	391.1	Tapa de 1 Kg. blanca c/ lomo	321.4
Pote 1 Lt incoloro	417.8	Tapa de 1 Kg. colores	328.7
Pote 100	113.9	Tapa de 1 Kg. incoloro c/ lomo	321.4
Pote 110 Incoloro	81.5	Tapa de 1200 ayudin verde	328.7
Pote 160 blanco	101.6	Tapa deposito sacapuntas	110.0
Pote 225 Blanco	148.2	Tapa mota box	210.0
Pote 250 blanco	152.5	Tapa para pote Ayudin 400	140.0
Pote 250 incoloro	152.5	Tapa P/ portaclips	180.0
Pote 250 ml blanco	152.5	Tapa Tempera 20 ml	115.0
Pote 330 incoloro	200.5	Tapa tempera 30 ml	125.0
Pote 400 blanco	213.2	Transp. 180 x 10 s/ imp azul	313.5
Pote 550 azul bombón	250.1	Transp. 180 x 9 s/imp azul	280.5
Pote 550 incoloro	250.1	Transp. 360 x 10 s/ imp azul	1089.0
Pote 60 azul limpiatipos	74.9	Vaso Hermético grande	447.2
Pote 60 incoloro	74.9	Vaso Hermético Mediano	335.0
Pote 600 blanco	339.9	Vaso Hermético chico	164.7
Pote 750 incoloro	425.7	Vaso plástico Playero 370 ml	831.6
Pote de 1 Kg. blanco	421.1	Vaso plástico Playero 430 ml	940.5
Pote de 1 Kg. incoloro	421.1	Vaso porta clips	300.0
Pote de 1 Lt incoloro	417.7		

Cuadro N° 4.7 Precio de venta de los productos que se inyectan en las inyectora 400-1, 400-2, 400-3, S-160, S-90, T-220, Precio x 1000 unidades Enero 2007. (No incluye IGV)

Los valores que se presentan a continuación corresponden al costo promedio de una hora de de parada para las maquinas inyectoras 400-1, 400-2, 400-3, S-160, S-90, T-220 tomando en cuenta un valor promedio de 40% de ganancia con respecto al valor del precio de venta de los productos inyectados en dichas maquinas, con 252 días al año (ya descontado sábados, domingos y feriados) de labores en dos turnos de 12 horas. Así tenemos que el costo de parada contando solo aquello que se deja de ganar con una gestión de mantenimiento puramente correctivo es el siguiente:

Equipo	Costo/ Hr Parada (S/.)
Inyectora 400-1	158.11
Inyectora 400-2	172.45
Inyectora 400-3	141.22
Inyectora S-90	76.11
Inyectora S-160	54.25
Inyectora T-220	122.19

Cuadro N° 4.8 Costo de 1 hora de parada de la maquina para las inyectoras 400-1, 400-2, 400-3, S-160, S-90, T-220

Los otros equipos importantes tales como el chiller, la torre de enfriamiento y el compresor no producen paradas de producción pues tienen un reemplazo en stand by que permite se le pueda dar mantenimiento.

4.2. Costos de mantenimiento actual

En esta sección presentaremos los costos para las labores de mantenimiento actual que en su mayoría es correctivo, las horas hombre (HH) empleadas, el costo de repuestos, materiales, por el uso de herramientas de los equipos críticos e importantes así también se incluyen valores aproximados de pérdida de producción. Cuando usamos el término materiales nos referimos a artículos diversos empleados para la realizar la actividad de mantenimiento algunos ejemplos son: trapo industrial, grasa, desengrasante etc. En el cuadro 4.9 se observa los valores totales de estos costos mes a mes de los años 2004, 2005,2006

Gastos de mantenimiento correctivo 2004

Mes	HH	Costo MO	Costo Herram.	Costo Materiales	Costo Repuestos	Costo por pérdida de Producción	Subtotal
Ene	247.6	1485.6	458.1	222.8	2001.1	21832.4	26000.0
Feb	937	5622	1733.5	1686.6	8716.3	37742.7	55501.1
Mar	474.3	2845.8	877.5	1422.9	3841.8	32316.9	41304.9
Abr	341.3	2047.8	631.4	512.0	2807.5	25648.7	31647.4
May	1059.9	6359.4	1960.8	1589.9	9062.1	37595.5	56567.7
Jun	869.3	5215.8	1608.2	730.2	17353.1	32402.6	57309.9
Jul	837.6	5025.6	1549.6	3417.4	18898.3	39613.8	68504.6
Ago	792.8	4756.8	1466.7	2188.1	15848.0	37495.0	61754.6
Set	888.3	5329.8	1643.4	586.3	17672.6	35247.0	60479.0
Oct	1133.2	6799.2	2096.4	1631.8	22843.4	44964.5	78335.3
Nov	643.6	3861.6	1190.7	540.6	12894.7	25537.5	44025.1
Dic	553.1	3318.6	1023.2	763.3	10755.0	24662.2	40522.2

TOTAL S/. 621,951.9

Cuadro N° 4.9 Costo del mantenimiento correctivo para los equipos considerados críticos e importantes para el año 2004 (sin mantenimiento preventivo)

Gastos de mantenimiento correctivo 2005

Mes	HH	Costo MO	Costo Herram.	Costo Materiales	Costo Repuestos	Costo por perdida de Producción	Subtotal
Ene	828.8	4972.8	1533.3	895.1	10159.4	23252.8	40813.4
Feb	792.8	4756.8	1466.7	1712.4	10431.7	63709.7	82077.3
Mar	849.7	5098.2	1571.9	3058.9	12200.0	66579.4	88508.5
Abr	862.2	5173.2	1595.1	1552.0	11086.2	72172.2	91578.6
May	1102.2	6613.2	2039.1	1322.6	14172.1	39095.9	63242.9
Jun	817.2	4903.2	1511.8	480.5	9968.2	28249.8	45113.5
Jul	1357.5	8145	2511.4	4874.0	20957.1	54680.6	91168.1
Ago	810.6	4863.6	1499.6	581.7	11444.1	38824.2	57213.1
Set	915.5	5493	1693.7	725.1	11002.5	71551.8	90466.0
Oct	951.9	5711.4	1761.0	1576.3	12182.4	35290.7	56521.9
Nov	1038.7	6232.2	1921.6	314.1	12670.1	31847.8	52985.7
Dic	717.3	4303.8	1327.0	99.0	9137.0	37374.2	52241.0

TOTAL S/. 811,930.2

Cuadro N° 4.10 Costo del mantenimiento correctivo para los equipos considerados críticos e importantes para el año 2005 (sin mantenimiento preventivo)

Gastos de mantenimiento correctivo 2006

Mes	HH	Costo MO	Costo Herram	Costo Materiales	Costo Repuestos	Costo por perdida de Producción	Subtotal
Ene	845.8	5074.8	1564.7	593.8	14615.4	55087.0	76935.7
Feb	485.3	2911.8	897.8	932.9	8910.1	24313.5	37966.2
Mar	966.6	5799.6	1788.2	696.0	19138.7	61986.1	89408.6
Abr	1253.7	7522.2	2319.3	1060.6	22566.6	56529.3	89998.1
May	1037.3	6223.8	1919.0	1213.6	18049.0	57165.6	84571.1
Jun	1048.1	6288.6	1939.0	610.1	17595.5	89266.7	115699.9
Jul	848.2	5089.2	1569.2	2699.3	16786.2	69691.5	95835.4
Ago	1000.6	6003.6	1851.1	610.3	16927.8	60156.1	85548.9
Set	1431.4	8588.4	2648.1	736.9	24322.3	93227.1	129522.8
Oct	649.6	3897.6	1201.8	505.6	11599.3	42308.4	59512.7
Nov	390	2340.0	721.5	255.5	6435.9	35170.2	44923.2
Dic	441.8	2650.8	817.3	28.7	7218.1	26561.0	37275.9

TOTAL S/. 947,198.3

Cuadro N° 4.11 Costo del mantenimiento correctivo para los equipos considerados críticos e importantes para el año 2006 (sin mantenimiento preventivo)

4.3. Costos del mantenimiento preventivo

En esta sección se presenta los costos de realizar un mantenimiento preventivo en las maquinas anteriormente identificadas como criticas e importantes durante el periodo de un año.

En el cuadro 4.12 se muestra un consolidado y en los siguientes cuadros 4.13 al 4.23 se muestra los costos por maquina.

	HH	Costo MO	Costo Herramientas	Costo Materiales	Costo Repuestos	Costo por perdida de Producción	Subtotal
INYECTORA 400-1	797.45	4757.9	394.7	386	2398	32979	40915.6
INYECTORA 400-2	797.45	4757.9	394.7	386	2398	35969.8	43906.4
INYECTORA 400-3	797.45	4757.9	394.7	386	2398	29446.6	37383.2
INYECTORA S-90	797.45	4757.9	394.7	386	2398	15866.3	23802.9
INYECTORA S-160	797.45	4757.9	394.7	386	2398	11331.1	19267.7
INYECTORA T-220	797.45	4757.9	394.7	386	2398	25472	33408.6
CHILLER	87.72	526.32	175.4	4481	605	0	5787.8
MOLDES PEQUEÑOS	202.2	1213.2	253.2	96	1340	9548.3	12450.7
MOLDES MEDIANOS	294.52	1767.12	437.8	98	1900	21760.2	25963.2
TORRE DE ENFRIAMIENTO	260.3	1561.8	167.4	5554	5520	0	12803.2
COMPRESOR	162.65	975.9	223.5	735	2010	0	3944.4
PERSONAL CONTRATADO NUEVO	-	-	-	-	-	-	86,400
Total \$/.	5792.09	34591.7	3625.58	13280	25763	182373.28	346,033.60

Cuadro N° 4.12 Costo del mantenimiento preventivo para los equipos considerados críticos e importantes para el presente año.

Labores de mantenimiento preventivo para la INYECTORA 400-1		Frecuencia	HH	Costo MO	Costo Herramientas	Costo Materiales	Costo Repuestos	Costo por perdida de Producción	Costo por tarea	Costo por tarea anualizado
1	Drene el agua en el regulador de aire	D	0.25	1.5	0	0	0	0.0	1.5	375.0
2	Limpie la punta de boquilla, platina fija y protector de purga	D	0.2	1.2	0.4	0.0	0.0	31.6	33.2	8369.7
3	Verifique los dispositivos de seguridad de la máquina	D	0.1	0.6	0.2	0	0	15.8	16.6	4184.9
4	Limpie la máquina y la IHM	D	2	11.9	0.0	0.5	0	0.0	12.4	3126.0
5	Verifique del filtro de aceite	S	0.33	2.0	0.7	0.5	0	52.2	55.3	2875.7
6	Inspeccione y limpie el gabinete electromagnético	S	0.25	1.5	0.0	0.5	0	0.0	2.0	103.4
7	Inspeccione y limpie la tolva, imán de tolva	S	0.25	1.5	0.5	0.5	0	39.5	42.0	2184.9
8	Verifique el depósito de recuperación de aceite	S	0.25	1.5	0.0	0	0	39.5	41.0	2132.9
9	Verifique los componentes eléctricos	M	2	11.9	4.0	0	0	316.2	332.1	3985.6
10	Verifique todos los cilindros, válvulas y distribuidores hidráulicos	M	2	11.9	4.0	0	0	316.2	332.1	3985.6
11	Verifique todos los conjuntos y conectores de mangueras hidráulicas.	M	0.33	2.0	0.7	0	0	52.2	54.8	657.6
12	Verifique la presión del sistema	M	0.25	1.5	0.5	0	0	39.5	41.5	498.2
13	Verifique todos los componentes de agua de refrigeración	M	0.25	1.5	0.5	0	0	39.5	41.5	498.2
14	Verifique todas las válvulas y mangueras neumáticas	M	0.33	2.0	0.7	0	0	52.2	54.8	657.6
15	Lubrique los casquillos guía de la columna de carrera del molde	M	0.25	1.5	0.5	5.5	0	39.5	47.0	564.2
16	Lubrique los extremos de la biela del cilindro del bloqueador	M	0.25	1.5	0.5	5.5	0	39.5	47.0	564.2
17	Verifique la precarga del acumulador	T	2	11.9	4.0	0	0	316.2	332.1	1328.5
18	Verifique la calidad del aceite en el tanque hidráulico	T	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0
19	Verifique el nivel de aceite en el tanque hidráulico	T	0.1	0.6	0.0	0	0	0.0	0.6	2.4
20	Verifique el nivel de aceite de la caja de engranajes	T	0.1	0.6	0.0	0	0	0.0	0.6	2.4
21	Verifique el motor eléctrico	T	2	11.9	0.0	0	0	0.0	11.9	47.6
22	Verifique los casquillos guía de la columna de carrera del molde	T	1	6.0	2.0	0	0	158.1	166.1	664.3
23	Verifique los casquillos y pasadores del obturador de boquilla	T	0.5	3.0	1.0	0	0	79.1	83.0	332.1
24	Lubrique los cojinetes lineales – platina móvil	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	52.2	60.3	120.6
25	Lubrique los cojinetes lineales – transportador de molde apilable	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	52.2	60.3	120.6
26	Lubrique los cojinetes lineales – pistón de inyección	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	52.2	60.3	120.6
27	Reemplace el elemento de filtro de aceite	St	0.33	2.0	0.7	0.5	317	52.2	372.3	744.6
28	Verifique los casquillos y pasadores de cilindro de carro	St	0.5	3.0	1.0	0.5	0	79.1	83.5	167.1
29	Nivele la máquina y ajuste la concentricidad de las boquillas	A	1.5	8.9	3.0	0	0	237.2	249.1	249.1
30	Reemplace el elemento de filtro de tapa del respiradero	A	0.5	3.0	1.0	1.5	285	79.1	369.5	369.5
31	Reemplace el elemento de filtro de aire	A	0.33	2.0	0.7	1.5	325	52.2	381.3	381.3
32	Lubrique los rodamientos del motor de la bomba	A	0.5	3.0	1.0	6.5	0	79.1	89.5	89.5
33	Reemplace el aceite de caja de engranajes	A	0.75	4.5	1.5	2.5	855	118.6	982.0	982.0
34	Reemplace el diafragma de válvula de ahorro de agua ITT	A	0.75	4.5	1.5	3	299	118.6	426.5	426.5
Total S/.										40915.6

Cuadro N° 4.13 Costos anualizados para las labores de mantenimiento preventivo para la inyectora H400-1

Labores de mantenimiento preventivo para la INYECTORA 400-2		Frecuencia	HH	Costo MO	Costo Herramientas	Costo Materiales	Costo Repuestos	Costo por pérdida de Producción	Costo por tarea	Costo por tarea anualizado
1	Drene el agua en el regulador de aire	D	0.25	1.5	0	0	0	0.0	1.5	375.0
2	Limpie la punta de boquilla, platina fija y protector de purga	D	0.2	1.2	0.4	0.0	0.0	34.5	36.1	9092.2
3	Verifique los dispositivos de seguridad de la máquina	D	0.1	0.6	0.2	0	0	17.2	18.0	4546.1
4	Limpie la máquina y la IHM	D	2	11.9	0.0	0.5	0	0.0	12.4	3126.0
5	Verifique del filtro de aceite	S	0.33	2.0	0.7	0.5	0	56.9	60.0	3121.7
6	Inspeccione y limpie el gabinete electromagnético	S	0.25	1.5	0.0	0.5	0	0.0	2.0	103.4
7	Inspeccione y limpie la tolva, imán de tolva	S	0.25	1.5	0.5	0.5	0	43.1	45.6	2371.2
8	Verifique el depósito de recuperación de aceite	S	0.25	1.5	0.0	0	0	43.1	44.6	2319.2
9	Verifique los componentes eléctricos	M	2	11.9	4.0	0	0	344.9	360.8	4329.6
10	Verifique todos los cilindros, válvulas y distribuidores hidráulicos	M	2	11.9	4.0	0	0	344.9	360.8	4329.6
11	Verifique todos los conjuntos y conectores de mangueras hidráulicas.	M	0.33	2.0	0.7	0	0	56.9	59.5	714.4
12	Verifique la presión del sistema	M	0.25	1.5	0.5	0	0	43.1	45.1	541.2
13	Verifique todos los componentes de agua de refrigeración	M	0.25	1.5	0.5	0	0	43.1	45.1	541.2
14	Verifique todas las válvulas y mangueras neumáticas	M	0.33	2.0	0.7	0	0	56.9	59.5	714.4
15	Lubrique los casquillos guía de la columna de carrera del molde	M	0.25	1.5	0.5	5.5	0	43.1	50.6	607.2
16	Lubrique los extremos de la biela del cilindro del bloqueador	M	0.25	1.5	0.5	5.5	0	43.1	50.6	607.2
17	Verifique la precarga del acumulador	T	2	11.9	4.0	0	0	344.9	360.8	1443.2
18	Verifique la calidad del aceite en el tanque hidráulico	T	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0
19	Verifique el nivel de aceite en el tanque hidráulico	T	0.1	0.6	0.0	0	0	0.0	0.6	2.4
20	Verifique el nivel de aceite de la caja de engranajes	T	0.1	0.6	0.0	0	0	0.0	0.6	2.4
21	Verifique el motor eléctrico	T	2	11.9	0.0	0	0	0.0	11.9	47.6
22	Verifique los casquillos guía de la columna de carrera del molde	T	1	6.0	2.0	0	0	172.4	180.4	721.6
23	Verifique los casquillos y pasadores del obturador de boquilla	T	0.5	3.0	1.0	0	0	86.2	90.2	360.8
24	Lubrique los cojinetes lineales – platina móvil	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	56.9	65.0	130.1
25	Lubrique los cojinetes lineales – transportador de molde apilable	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	56.9	65.0	130.1
26	Lubrique los cojinetes lineales – pistón de inyección	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	56.9	65.0	130.1
27	Reemplace el elemento de filtro de aceite	St	0.33	2.0	0.7	0.5	317	56.9	377.0	754.1
28	Verifique los casquillos y pasadores de cilindro de carro	St	0.5	3.0	1.0	0.5	0	86.2	90.7	181.4
29	Nivele la máquina y ajuste la concentricidad de las boquillas	A	1.5	8.9	3.0	0	0	258.7	270.6	270.6
30	Reemplace el elemento de filtro de tapa del respiradero	A	0.5	3.0	1.0	1.5	285	86.2	376.7	376.7
31	Reemplace el elemento de filtro de aire	A	0.33	2.0	0.7	1.5	325	56.9	386.0	386.0
32	Lubrique los rodamientos del motor de la bomba	A	0.5	3.0	1.0	6.5	0	86.2	96.7	96.7
33	Reemplace el aceite de caja de engranajes	A	0.75	4.5	1.5	2.5	855	129.3	992.8	992.8
34	Reemplace el diafragma de válvula de ahorro de agua ITT	A	0.75	4.5	1.5	3	299	129.3	437.3	437.3
Total S/.									43906.4	

Cuadro N° 4.14 Costos anualizados para las labores de mantenimiento preventivo para la inyectora H400-2

Labores de mantenimiento preventivo para la INYECTORA 400-3		Frecuencia	HH	Costo MO	Costo Herramientas	Costo Materiales	Costo Repuestos	Costo por perdida de Producción	Costo por tarea	Costo por tarea anualizado
1	Drene el agua en el regulador de aire	D	0.25	1.5	0	0	0	0.0	1.5	375.0
2	Limpie la punta de boquilla, platina fija y protector de purga	D	0.2	1.2	0.4	0.0	0.0	28.2	29.8	7518.2
3	Verifique los dispositivos de seguridad de la máquina	D	0.1	0.6	0.2	0	0	14.1	14.9	3759.1
4	Limpie la máquina y la IHM	D	2	11.9	0.0	0.5	0	0.0	12.4	3126.0
5	Verifique del filtro de aceite	S	0.33	2.0	0.7	0.5	0	46.6	49.7	2585.8
6	Inspeccione y limpie el gabinete electromagnético	S	0.25	1.5	0.0	0.5	0	0.0	2.0	103.4
7	Inspeccione y limpie la tolva, imán de tolva	S	0.25	1.5	0.5	0.5	0	35.3	37.8	1965.2
8	Verifique el depósito de recuperación de aceite	S	0.25	1.5	0.0	0	0	35.3	36.8	1913.2
9	Verifique los componentes eléctricos	M	2	11.9	4.0	0	0	282.4	298.3	3580.1
10	Verifique todos los cilindros, válvulas y distribuidores hidráulicos	M	2	11.9	4.0	0	0	282.4	298.3	3580.1
11	Verifique todos los conjuntos y conectores de mangueras hidráulicas.	M	0.33	2.0	0.7	0	0	46.6	49.2	590.7
12	Verifique la presión del sistema	M	0.25	1.5	0.5	0	0	35.3	37.3	447.5
13	Verifique todos los componentes de agua de refrigeración	M	0.25	1.5	0.5	0	0	35.3	37.3	447.5
14	Verifique todas las válvulas y mangueras neumáticas	M	0.33	2.0	0.7	0	0	46.6	49.2	590.7
15	Lubrique los casquillos guía de la columna de carrera del molde	M	0.25	1.5	0.5	5.5	0	35.3	42.8	513.5
16	Lubrique los extremos de la biela del cilindro del bloqueador	M	0.25	1.5	0.5	5.5	0	35.3	42.8	513.5
17	Verifique la precarga del acumulador	T	2	11.9	4.0	0	0	282.4	298.3	1193.4
18	Verifique la calidad del aceite en el tanque hidráulico	T	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0
19	Verifique el nivel de aceite en el tanque hidráulico	T	0.1	0.6	0.0	0	0	0.0	0.6	2.4
20	Verifique el nivel de aceite de la caja de engranajes	T	0.1	0.6	0.0	0	0	0.0	0.6	2.4
21	Verifique el motor eléctrico	T	2	11.9	0.0	0	0	0.0	11.9	47.6
22	Verifique los casquillos guía de la columna de carrera del molde	T	1	6.0	2.0	0	0	141.2	149.2	596.7
23	Verifique los casquillos y pasadores del obturador de boquilla	T	0.5	3.0	1.0	0	0	70.6	74.6	298.3
24	Lubrique los cojinetes lineales – platina móvil	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	46.6	54.7	109.5
25	Lubrique los cojinetes lineales – transportador de molde apilable	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	46.6	54.7	109.5
26	Lubrique los cojinetes lineales – pistón de inyección	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	46.6	54.7	109.5
27	Reemplace el elemento de filtro de aceite	St	0.33	2.0	0.7	0.5	317	46.6	366.7	733.5
28	Verifique los casquillos y pasadores de cilindro de carro	St	0.5	3.0	1.0	0.5	0	70.6	75.1	150.2
29	Nivele la máquina y ajuste la concentricidad de las boquillas	A	1.5	8.9	3.0	0	0	211.8	223.8	223.8
30	Reemplace el elemento de filtro de tapa del respiradero	A	0.5	3.0	1.0	1.5	285	70.6	361.1	361.1
31	Reemplace el elemento de filtro de aire	A	0.33	2.0	0.7	1.5	325	46.6	375.7	375.7
32	Lubrique los rodamientos del motor de la bomba	A	0.5	3.0	1.0	6.5	0	70.6	81.1	81.1
33	Reemplace el aceite de caja de engranajes	A	0.75	4.5	1.5	2.5	855	105.9	969.4	969.4
34	Reemplace el diafragma de válvula de ahorro de agua ITT	A	0.75	4.5	1.5	3	299	105.9	413.9	413.9
Total S/.									37383.23	

Cuadro N° 4.15 Costos anualizados para las labores de mantenimiento preventivo para la inyectora H400-3

Labores de mantenimiento preventivo para la INYECTORA S90		Frecuencia	HH	Costo MO	Costo Herramientas	Costo Materiales	Costo Repuestos	Costo por perdida de Producción	Costo por tarea	Costo por tarea anualizado
1	Drene el agua en el regulador de aire	D	0.25	1.5	0	0	0	0.0	1.5	375.0
2	Limpie la punta de boquilla, platina fija y protector de purga	D	0.2	1.2	0.4	0.0	0.0	15.2	16.8	4236.8
3	Verifique los dispositivos de seguridad de la máquina	D	0.1	0.6	0.2	0	0	7.6	8.4	2118.4
4	Limpie la máquina y la IHM	D	2	11.9	0.0	0.5	0	0.0	12.4	3126.0
5	Verifique del filtro de aceite	S	0.33	2.0	0.7	0.5	0	25.1	28.2	1468.5
6	Inspeccione y limpie el gabinete electromagnético	S	0.25	1.5	0.0	0.5	0	0.0	2.0	103.4
7	Inspeccione y limpie la tolva, imán de tolva	S	0.25	1.5	0.5	0.5	0	19.0	21.5	1118.8
8	Verifique el depósito de recuperación de aceite	S	0.25	1.5	0.0	0	0	19.0	20.5	1066.8
9	Verifique los componentes eléctricos	M	2	11.9	4.0	0	0	152.2	168.1	2017.5
10	Verifique todos los cilindros, válvulas y distribuidores hidráulicos	M	2	11.9	4.0	0	0	152.2	168.1	2017.5
11	Verifique todos los conjuntos y conectores de mangueras hidráulicas.	M	0.33	2.0	0.7	0	0	25.1	27.7	332.9
12	Verifique la presión del sistema	M	0.25	1.5	0.5	0	0	19.0	21.0	252.2
13	Verifique todos los componentes de agua de refrigeración	M	0.25	1.5	0.5	0	0	19.0	21.0	252.2
14	Verifique todas las válvulas y mangueras neumáticas	M	0.33	2.0	0.7	0	0	25.1	27.7	332.9
15	Lubrique los casquillos guía de la columna de carrera del molde	M	0.25	1.5	0.5	5.5	0	19.0	26.5	318.2
16	Lubrique los extremos de la biela del cilindro del bloqueador	M	0.25	1.5	0.5	5.5	0	19.0	26.5	318.2
17	Verifique la precarga del acumulador	T	2	11.9	4.0	0	0	152.2	168.1	672.5
18	Verifique la calidad del aceite en el tanque hidráulico	T	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0
19	Verifique el nivel de aceite en el tanque hidráulico	T	0.1	0.6	0.0	0	0	0.0	0.6	2.4
20	Verifique el nivel de aceite de la caja de engranajes	T	0.1	0.6	0.0	0	0	0.0	0.6	2.4
21	Verifique el motor eléctrico	T	2	11.9	0.0	0	0	0.0	11.9	47.6
22	Verifique los casquillos guía de la columna de carrera del molde	T	1	6.0	2.0	0	0	76.1	84.1	336.3
23	Verifique los casquillos y pasadores del obturador de boquilla	T	0.5	3.0	1.0	0	0	38.1	42.0	168.1
24	Lubrique los cojinetes lineales – platina móvil	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	25.1	33.2	66.5
25	Lubrique los cojinetes lineales – transportador de molde apilable	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	25.1	33.2	66.5
26	Lubrique los cojinetes lineales – pistón de inyección	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	25.1	33.2	66.5
27	Reemplace el elemento de filtro de aceite	St	0.33	2.0	0.7	0.5	317	25.1	345.2	690.5
28	Verifique los casquillos y pasadores de cilindro de carro	St	0.5	3.0	1.0	0.5	0	38.1	42.5	85.1
29	Nivele la máquina y ajuste la concentricidad de las boquillas	A	1.5	8.9	3.0	0	0	114.2	126.1	126.1
30	Reemplace el elemento de filtro de tapa del respiradero	A	0.5	3.0	1.0	1.5	285	38.1	328.5	328.5
31	Reemplace el elemento de filtro de aire	A	0.33	2.0	0.7	1.5	325	25.1	354.2	354.2
32	Lubrique los rodamientos del motor de la bomba	A	0.5	3.0	1.0	6.5	0	38.1	48.5	48.5
33	Reemplace el aceite de caja de engranajes	A	0.75	4.5	1.5	2.5	855	57.1	920.5	920.5
34	Reemplace el diafragma de válvula de ahorro de agua ITT	A	0.75	4.5	1.5	3	299	57.1	365.0	365.0
Total S/.										23802.9

Cuadro N° 4.16 Costos anualizados para las labores de mantenimiento preventivo para la inyectora S90

Labores de mantenimiento preventivo para la INYECTORA S 160		Frecuencia	HH	Costo MO	Costo Herramientas	Costo Materiales	Costo Repuestos	Costo por pérdida de Producción	Costo por tarea	Costo por tarea anualizado
1	Drene el agua en el regulador de aire	D	0.25	1.5	0	0	0	0.0	1.5	375.0
2	Limpie la punta de boquilla, platina fija y protector de purga	D	0.2	1.2	0.4	0.0	0.0	10.9	12.4	3135.1
3	Verifique los dispositivos de seguridad de la máquina	D	0.1	0.6	0.2	0	0	5.4	6.2	1567.5
4	Limpie la máquina y la IHM	D	2	11.9	0.0	0.5	0	0.0	12.4	3126.0
5	Verifique del filtro de aceite	S	0.33	2.0	0.7	0.5	0	17.9	21.0	1093.4
6	Inspeccione y limpie el gabinete electromagnético	S	0.25	1.5	0.0	0.5	0	0.0	2.0	103.4
7	Inspeccione y limpie la tolva, imán de tolva	S	0.25	1.5	0.5	0.5	0	13.6	16.1	834.6
8	Verifique el depósito de recuperación de aceite	S	0.25	1.5	0.0	0	0	13.6	15.1	782.6
9	Verifique los componentes eléctricos	M	2	11.9	4.0	0	0	108.5	124.4	1492.9
10	Verifique todos los cilindros, válvulas y distribuidores hidráulicos	M	2	11.9	4.0	0	0	108.5	124.4	1492.9
11	Verifique todos los conjuntos y conectores de mangueras hidráulicas.	M	0.33	2.0	0.7	0	0	17.9	20.5	246.3
12	Verifique la presión del sistema	M	0.25	1.5	0.5	0	0	13.6	15.6	186.6
13	Verifique todos los componentes de agua de refrigeración	M	0.25	1.5	0.5	0	0	13.6	15.6	186.6
14	Verifique todas las válvulas y mangueras neumáticas	M	0.33	2.0	0.7	0	0	17.9	20.5	246.3
15	Lubrique los casquillos guía de la columna de carrera del molde	M	0.25	1.5	0.5	5.5	0	13.6	21.1	252.6
16	Lubrique los extremos de la biela del cilindro del bloqueador	M	0.25	1.5	0.5	5.5	0	13.6	21.1	252.6
17	Verifique la precarga del acumulador	T	2	11.9	4.0	0	0	108.5	124.4	497.6
18	Verifique la calidad del aceite en el tanque hidráulico	T	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0
19	Verifique el nivel de aceite en el tanque hidráulico	T	0.1	0.6	0.0	0	0	0.0	0.6	2.4
20	Verifique el nivel de aceite de la caja de engranajes	T	0.1	0.6	0.0	0	0	0.0	0.6	2.4
21	Verifique el motor eléctrico	T	2	11.9	0.0	0	0	0.0	11.9	47.6
22	Verifique los casquillos guía de la columna de carrera del molde	T	1	6.0	2.0	0	0	54.3	62.2	248.8
23	Verifique los casquillos y pasadores del obturador de boquilla	T	0.5	3.0	1.0	0	0	27.1	31.1	124.4
24	Lubrique los cojinetes lineales – platina móvil	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	17.9	26.0	52.1
25	Lubrique los cojinetes lineales – transportador de molde apilable	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	17.9	26.0	52.1
26	Lubrique los cojinetes lineales – pistón de inyección	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	17.9	26.0	52.1
27	Reemplace el elemento de filtro de aceite	St	0.33	2.0	0.7	0.5	317	17.9	338.0	676.1
28	Verifique los casquillos y pasadores de cilindro de carro	St	0.5	3.0	1.0	0.5	0	27.1	31.6	63.2
29	Nivele la máquina y ajuste la concentricidad de las boquillas	A	1.5	8.9	3.0	0	0	81.4	93.3	93.3
30	Reemplace el elemento de filtro de tapa del respiradero	A	0.5	3.0	1.0	1.5	285	27.1	317.6	317.6
31	Reemplace el elemento de filtro de aire	A	0.33	2.0	0.7	1.5	325	17.9	347.0	347.0
32	Lubrique los rodamientos del motor de la bomba	A	0.5	3.0	1.0	6.5	0	27.1	37.6	37.6
33	Reemplace el aceite de caja de engranajes	A	0.75	4.5	1.5	2.5	855	40.7	904.2	904.2
34	Reemplace el diafragma de válvula de ahorro de agua ITT	A	0.75	4.5	1.5	3	299	40.7	348.7	348.7
Total S/.										19267.7

Cuadro N° 4.17 Costos anualizados para las labores de mantenimiento preventivo para la inyectora S 160

Labores de mantenimiento preventivo para la INYECTORA T 220		Frecuencia	HH	Costo MO	Costo Herramientas	Costo Materiales	Costo Repuestos	Costo por pérdida de Producción	Costo por tarea	Costo por tarea anualizado
1	Drene el agua en el regulador de aire	D	0.25	1.5	0	0	0	0.0	1.5	375.0
2	Limpie la punta de boquilla, platina fija y protector de purga	D	0.2	1.2	0.4	0.0	0.0	24.4	26.0	6559.2
3	Verifique los dispositivos de seguridad de la máquina	D	0.1	0.6	0.2	0	0	12.2	13.0	3279.6
4	Limpie la máquina y la IHM	D	2	11.9	0.0	0.5	0	0.0	12.4	3126.0
5	Verifique del filtro de aceite	S	0.33	2.0	0.7	0.5	0	40.3	43.4	2259.3
6	Inspeccione y limpie el gabinete electromagnético	S	0.25	1.5	0.0	0.5	0	0.0	2.0	103.4
7	Inspeccione y limpie la tolva, imán de tolva	S	0.25	1.5	0.5	0.5	0	30.5	33.0	1717.9
8	Verifique el depósito de recuperación de aceite	S	0.25	1.5	0.0	0	0	30.5	32.0	1665.9
9	Verifique los componentes eléctricos	M	2	11.9	4.0	0	0	244.4	260.3	3123.4
10	Verifique todos los cilindros, válvulas y distribuidores hidráulicos	M	2	11.9	4.0	0	0	244.4	260.3	3123.4
11	Verifique todos los conjuntos y conectores de mangueras hidráulicas.	M	0.33	2.0	0.7	0	0	40.3	42.9	515.4
12	Verifique la presión del sistema	M	0.25	1.5	0.5	0	0	30.5	32.5	390.4
13	Verifique todos los componentes de agua de refrigeración	M	0.25	1.5	0.5	0	0	30.5	32.5	390.4
14	Verifique todas las válvulas y mangueras neumáticas	M	0.33	2.0	0.7	0	0	40.3	42.9	515.4
15	Lubrique los casquillos guía de la columna de carrera del molde	M	0.25	1.5	0.5	5.5	0	30.5	38.0	456.4
16	Lubrique los extremos de la biela del cilindro del bloqueador	M	0.25	1.5	0.5	5.5	0	30.5	38.0	456.4
17	Verifique la precarga del acumulador	T	2	11.9	4.0	0	0	244.4	260.3	1041.1
18	Verifique la calidad del aceite en el tanque hidráulico	T	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0
19	Verifique el nivel de aceite en el tanque hidráulico	T	0.1	0.6	0.0	0	0	0.0	0.6	2.4
20	Verifique el nivel de aceite de la caja de engranajes	T	0.1	0.6	0.0	0	0	0.0	0.6	2.4
21	Verifique el motor eléctrico	T	2	11.9	0.0	0	0	0.0	11.9	47.6
22	Verifique los casquillos guía de la columna de carrera del molde	T	1	6.0	2.0	0	0	122.2	130.1	520.6
23	Verifique los casquillos y pasadores del obturador de boquilla	T	0.5	3.0	1.0	0	0	61.1	65.1	260.3
24	Lubrique los cojinetes lineales – platina móvil	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	40.3	48.4	96.9
25	Lubrique los cojinetes lineales – transportador de molde apilable	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	40.3	48.4	96.9
26	Lubrique los cojinetes lineales – pistón de inyección	St	0.33	2.0	0.7	5.5	0	40.3	48.4	96.9
27	Reemplace el elemento de filtro de aceite	St	0.33	2.0	0.7	0.5	317	40.3	360.4	720.9
28	Verifique los casquillos y pasadores de cilindro de carro	St	0.5	3.0	1.0	0.5	0	61.1	65.6	131.1
29	Nivele la máquina y ajuste la concentricidad de las boquillas	A	1.5	8.9	3.0	0	0	183.3	195.2	195.2
30	Reemplace el elemento de filtro de tapa del respiradero	A	0.5	3.0	1.0	1.5	285	61.1	351.6	351.6
31	Reemplace el elemento de filtro de aire	A	0.33	2.0	0.7	1.5	325	40.3	369.4	369.4
32	Lubrique los rodamientos del motor de la bomba	A	0.5	3.0	1.0	6.5	0	61.1	71.6	71.6
33	Reemplace el aceite de caja de engranajes	A	0.75	4.5	1.5	2.5	855	91.6	955.1	955.1
34	Reemplace el diafragma de válvula de ahorro de agua ITT	A	0.75	4.5	1.5	3	299	91.6	399.6	399.6
Total S/.										33408.6

Cuadro N° 4.18 Costos anualizados para las labores de mantenimiento preventivo para la inyectora T 220

	Labores de mantenimiento preventivo para el Chiller	Frecuencia	HH	Costo MO	Costo Herramientas	Costo Materiales	Costo Repuestos	Costo por perdida de Producción	Costo por tarea	Costo por tarea anualizado
1	Inspección global para constatar que todo el equipo funciona y los sistemas de seguridad están su lugar	D	0.2	1.2	0.4	1	0	0	2.6	655.2
2	Testear la concentración de sólidos y químicos disueltos, Agregar componentes químicos si es necesario.	S	0.3	1.8	0.6	75	0	0	77.4	4024.8
3	Revisión de la succión de refrigerante	T	0.33	1.98	0.66	1	0	0	3.64	14.56
4	Revisión del motocompresor(aceite, presa estopas de alta y baja presión	T	0.75	4.5	1.5	1	0	0	7	28
5	Revisión del voltaje y amperaje de los motores	T	0.75	4.5	1.5	1	0	0	7	28
6	Revisión de las conexiones eléctricas	T	0.5	3	1	1	0	0	5	20
7	Revisión de la lubricación de los cojinetes del motor y la bomba	T	0.5	3	1	1	0	0	5	20
8	Revisión de la bomba de recirculación, cambio de rodamientos, revisión del impulsor	A	1.5	9	3	1	210	0	223	223
10	Cambio de aceite anticongelante (2 galones) del motocompresor	A	1.2	7.2	2.4	58	85	0	152.6	152.6
11	Cambio de los elementos de filtro línea de descarga y succión	A	1.2	7.2	2.4	5	115	0	129.6	129.6
12	Recarga del gas refrigerante (20 Kg. de R-22)	A	1.5	9	3	220	0	0	232	232
13	Limpieza del condensador	A.	2.5	15	5	20	0	0	40	40
14	Desmontaje del moto ventilador para lubricación y mantenimiento. Cambio de rodamientos.	A.	2.5	15	5	5	195	0	220	220
Total S/.									5787.76	

Cuadro N° 4.19 Costos anualizados para las labores de mantenimiento preventivo para el Chiller

Labores de mantenimiento preventivo para los molde de inyección Moldes pequeños (Ton cierre < 250)		Frecuencia	HH	Costo MO	Costo Herramientas	Costo Materiales	Costo Repuestos	Costo por perdida de Producción	Costo por tarea	Costo por tarea anualizado
1	Inspección visual de las placas móviles, ejector y ranuras en búsqueda de cuerpos extraños	D	0.2	1.2	0	0	0	16.84	18.04	4546.08
2	Inspección visual de la superficies externas, cavidad y core en búsqueda de cuerpos extraños	D	0.1	0.6	0	0	0	8.42	9.02	2273.04
3	Revisión de los dispositivos del sistema eléctrico	D	0.15	0.9	0.3	0	0	12.63	13.83	3485.16
4	Revisión de los dispositivos del sistema de calefacción	Q	0.5	3	1	0	0	0	4	96
5	Limpieza y pulido de superficies de contacto del molde y paredes internas y externas	Q	0.5	3	1	1.5	0	0	5.5	132
6	Engrasado de las superficies deslizantes, guías.	Q	0.2	1.2	0.4	1.5	0	0	3.1	74.4
7	Revisión de los circuitos de refrigeración	M	1	6	2	0	0	0	8	96
8	Desmontaje completo, limpieza de las partes	T	8	48	16	2	0	0	66	264
9	Cambio de O´ring y pernos de sujeción entre placas	T	2	12	4	1.5	15	0	32.5	130
10	Cambio de partes desgastadas	T	2	12	4	2.5	320	0	338.5	1354

Total S/. 12,450.7

Cuadro N° 4.20 · Costos anualizados para las labores de mantenimiento preventivo para los molde de inyección Moldes pequeños (Ton cierre < 250)

Labores de mantenimiento preventivo para los molde de inyección Moldes Medianos (250<Ton cierre<500)		Frecuencia	HH	Costo MO	Costo Herramientas	Costo Materiales	Costo Repuestos	Costo por perdida de Producción	Costo por tarea	Costo por tarea anualizado
1	Inspección visual de las placas móviles, ejector y ranuras en búsqueda de cuerpos extraños	D	0.2	1.2	0	0	0	31.4	32.6	8215.2
2	Inspección visual de la superficies externas, cavidad y core en búsqueda de cuerpos extraños	D	0.1	0.6	0	0	0	15.7	16.3	4107.6
3	Revisión de los dispositivos del sistema eléctrico	D	0.25	1.5	0.5	0	0	39.25	41.25	10395
4	Revisión de los dispositivos del sistema de calefacción	Q	1	6	2	0	0	0	8	192
5	Limpieza y pulido de superficies de contacto del molde y paredes internas y externas	Q	1.5	9	3	1.5	0	0	13.5	324
6	Engrasado de las superficies deslizantes, guías.	Q	0.33	1.98	0.66	1.5	0	0	4.14	99.36
7	Revisión de los circuitos de refrigeración	M	2	12	4	0	0	0	16	192
8	Desmontaje completo, limpieza de las partes	T	12	72	24	2	0	0	98	392
9	Cambio de O´ring y pernos de sujeción entre placas	T	2	12	4	1.5	25	0	42.5	170
10	Cambio de partes desgastadas	T	2	12	4	3	450	0	469	1876

Total S/. 25,963.2

Cuadro N° 4.21 Costos anualizados para las labores de mantenimiento preventivo para los molde de inyección Moldes Medianos (250<Ton cierre<500)

Labores de mantenimiento preventivo para la Torre de Enfriamiento	Frecuencia	HH	Costo MO	Costo Herramientas	Costo Materiales	Costo Repuestos	Costo por pérdida de Producción	Costo por tarea	Costo por tarea anualizado
Inspección global para constatar que todo el equipo funciona y los sistemas de seguridad están su lugar	D	0.25	1.5	0	0	0	0	1.5	378
Inspección en busca de atascamientos, chequear que esta fluyendo agua por la torre	D	0.2	1.2	0	0	0	0	1.2	302.4
Chequear las condiciones del motor del ventilador.	S	0.3	1.8	0.6	0	0	0	2.4	124.8
Muestras de agua. Testear la concentración de sólidos y químicos disueltos, Agregar componentes químicos si es necesario.	S	0.3	1.8	0	75	0	0	76.8	3993.6
Accione manualmente el interruptor para asegurar el correcto funcionamiento	S	0.3	1.8	0	2.5	0	0	4.3	223.6
Cheque la excesiva vibración en los motores, ventiladores y bombas.	S	0.3	1.8	0.6	2.5	55	0	59.9	3114.8
Chequear en búsqueda de, conexiones defectuosas y/o fugas, etc.	S	0.5	3	0	5	25	0	33	1716
Ajuste todas las fajas y poleas	M	1	6	2	5	0	0	13	156
Asegúrese que todos los rodamientos estén lubricados	M	0.5	3	0	5.5	0	0	8.5	102
Revise en busca de desgaste excesivo y asegure las sujeciones	M	2	12	4	5	10	0	31	372
Alineé el acople del motor para permitir la eficiente transmisión del torque	M	1	6	2	74	85	0	167	2004
Limpieza del polvo de toda la superficie, retirar las algas de la base de la torre.	A	3	18	6	55	0	0	79	79
Inspección rodamientos y correas de transmisión. Ajuste, repare o remplace de ser necesario	A	1.5	9	3	5	220	0	237	237

Total S/. 12,803.2

Cuadro Nº 4.22 Costos anualizados para las labores de mantenimiento preventivo para la Torre de Enfriamiento

Labores de mantenimiento preventivo para el compresor		Frecuencia	HH	Costo MO	Costo Herramientas	Costo Materiales	Costo Repuestos	Costo por perdida de Producción	Costo por tarea	Costo por tarea anualizado
1	Comprobar el nivel de aceite agregar si es necesario	D	0.2	1.2	0	0	5	0	1562.4	1562.4
2	Purga del condensado	D	0.2	1.2	0.4	0	0	0	403.2	403.2
3	Verificación de existencia de fugas	D	0.2	1.2	0.4	0	0	0	403.2	403.2
4	Inspección y limpieza del refrigerador de aceite	T	0.5	3	1	0	0	0	16	16
5	Inspección y limpieza del refrigerador de aire	T	0.5	3	1	25	0	0	116	116
6	Inspección del filtro de aire	T	0.33	1.98	0.66	25	0	0	110.56	110.56
7	Inspección del colector de condensado	T	0.33	1.98	0.66	25	0	0	110.56	110.56
8	Limpieza de la válvula de flotador	T	0.33	1.98	0.66	25	0	0	110.56	110.56
9	Ajuste la tensión y el estado de las correas	T	0.5	3	1	50	0	0	216	216
10	Reemplazo de filtro de aire	A	0.33	1.98	0.66	20	220	0	242.64	242.64
11	Reemplazo de filtro de aceite	A	0.33	1.98	0.66	20	180	0	202.64	202.64
12	Remplace el separador de aceite	A	0.33	1.98	0.66	20	350	0	372.64	372.64
13	Limpieza general	A	0.5	3	0	75	0	0	78	78

Total S/. **3,944.40**

Cuadro N° 4.23 Costos anualizados para las labores de mantenimiento preventivo para el compresor

4.4. Comparación entre los costos del mantenimiento preventivo y el estado actual.

En esta sección presentaremos la comparación entre el mantenimiento puramente correctivo para los equipos evaluados como críticos e importantes con el costo de implementar el mantenimiento preventivo

	COSTOS DEL MANTENIMIENTO (S/.)	
	Actual (2006)	Preventivo
Costo MO	62,390.4	34,591.7
Costo Herramientas	19,237.0	3,625.6
Costo Materiales	9,943.3	13,280.0
Costo Repuestos	184,165.0	25,763.0
Costo por perdida de Producción	671,462.5	182,373.3
Otros	-	86,400
TOTAL S/.	947,198.5	346,033.6

Cuadro N° 4.24 Comparación del costo de mantenimiento actual (correctivo) con el costo de mantenimiento preventivo.

Como podemos observar en el cuadro 4.24 iniciar con las labores de mantenimiento preventivo representa valor muy inferior al de seguir trabajando con un mantenimiento puramente reactivo.

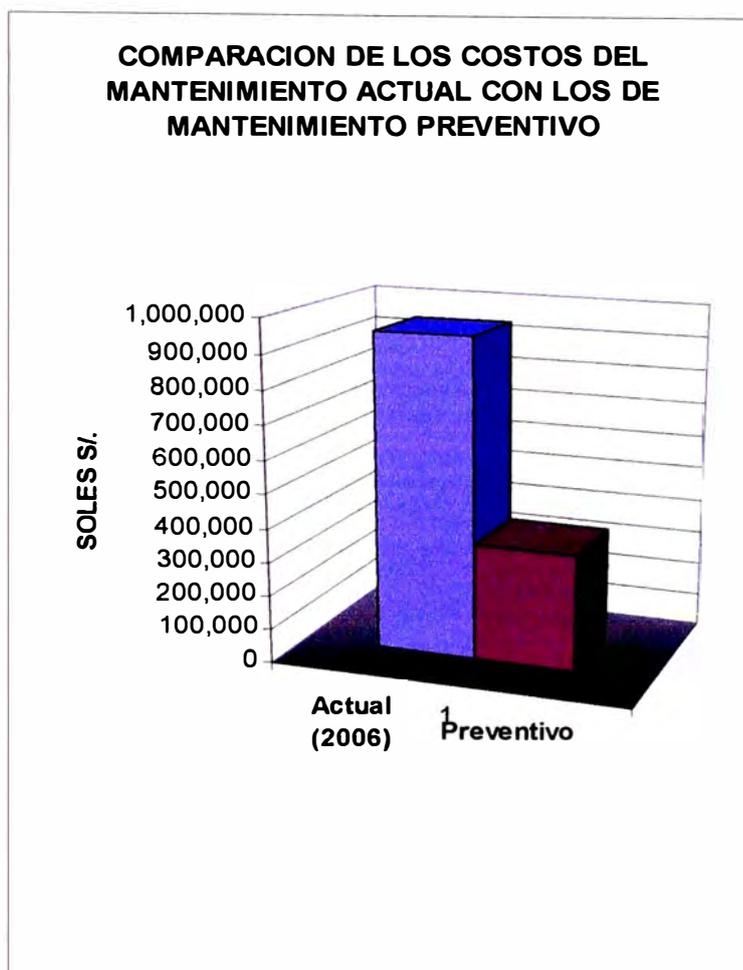


Figura N° 4.1 Comparación del costo de mantenimiento actual (correctivo) con el costo de mantenimiento preventivo.

Como podemos observar en la Figura 4.1 la relación de costos entre el mantenimiento puramente reactivo y el preventivo es aproximadamente 2.7 veces, en la Figura 4.2 podemos ver la relación de costos pero desglosados, se observa la relación de mano de obra, materiales, repuestos, herramientas y el más significativo los costos por parada de producción.

Comparacion de los costos del mantenimiento actual con el preventivo

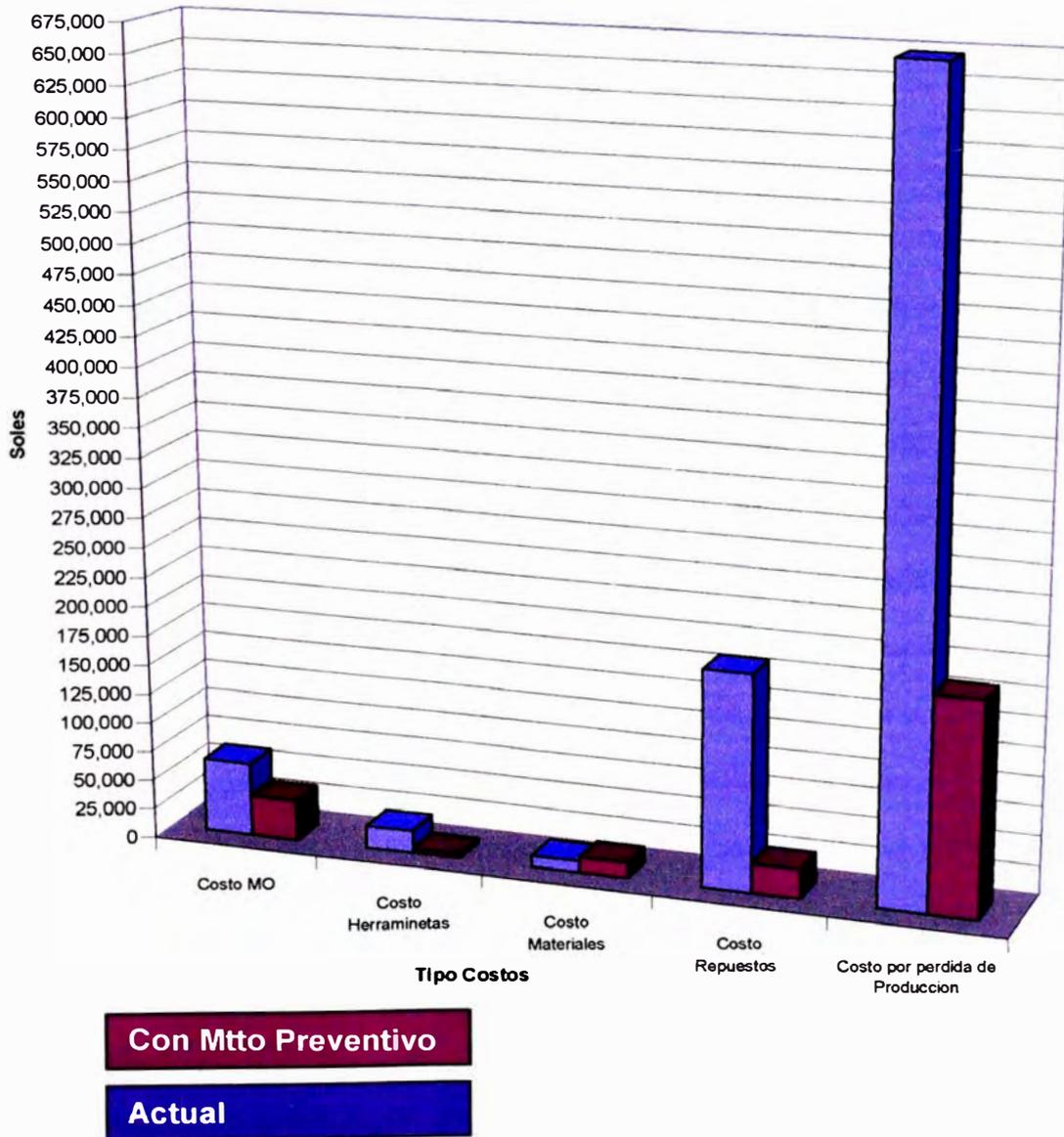


Figura N° 4.2 Comparación del costo de mantenimiento actual (correctivo) con el costo de mantenimiento preventivo desmenuzado por ítems

CAPÍTULO V

5. CONTROL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

5.1. Control de trabajos

El sistema de mantenimiento se pone en funcionamiento por la demanda de los trabajos de mantenimiento generalmente las peticiones de trabajos la realiza el área de producción. La administración y el control del trabajo de mantenimiento son esenciales para lograr los planes establecidos. El sistema de órdenes de trabajo es la herramienta que se utiliza para controlar el trabajo de mantenimiento. La implementación de órdenes de trabajo en la empresa nos permitirá utilizarla como un elemento de planificación para siguiente periodo, además nos servirá como un registro histórico y una herramienta de monitoreo y control, en ella debe registrarse: tiempo realmente consumido, que incluya el tiempo efectivo del trabajo y los tiempos muertos, causas de la falla, datos específicos del equipo a atender el nivel de prioridad, repuestos, materiales utilizados, herramientas usadas(comunes y especiales), tipo de especialidad del técnico etc. Sin embargo el solo uso de las órdenes de trabajo es insuficiente, para llevar un control adecuado es necesario llevar un registro de las labores realizadas por los trabajadores del área y además registrar todo trabajo realizado en un equipo y/o instalación

A Continuación se presenta formatos para una orden de trabajo así como el diagrama de flujo para las cuatro copias que se requieren para

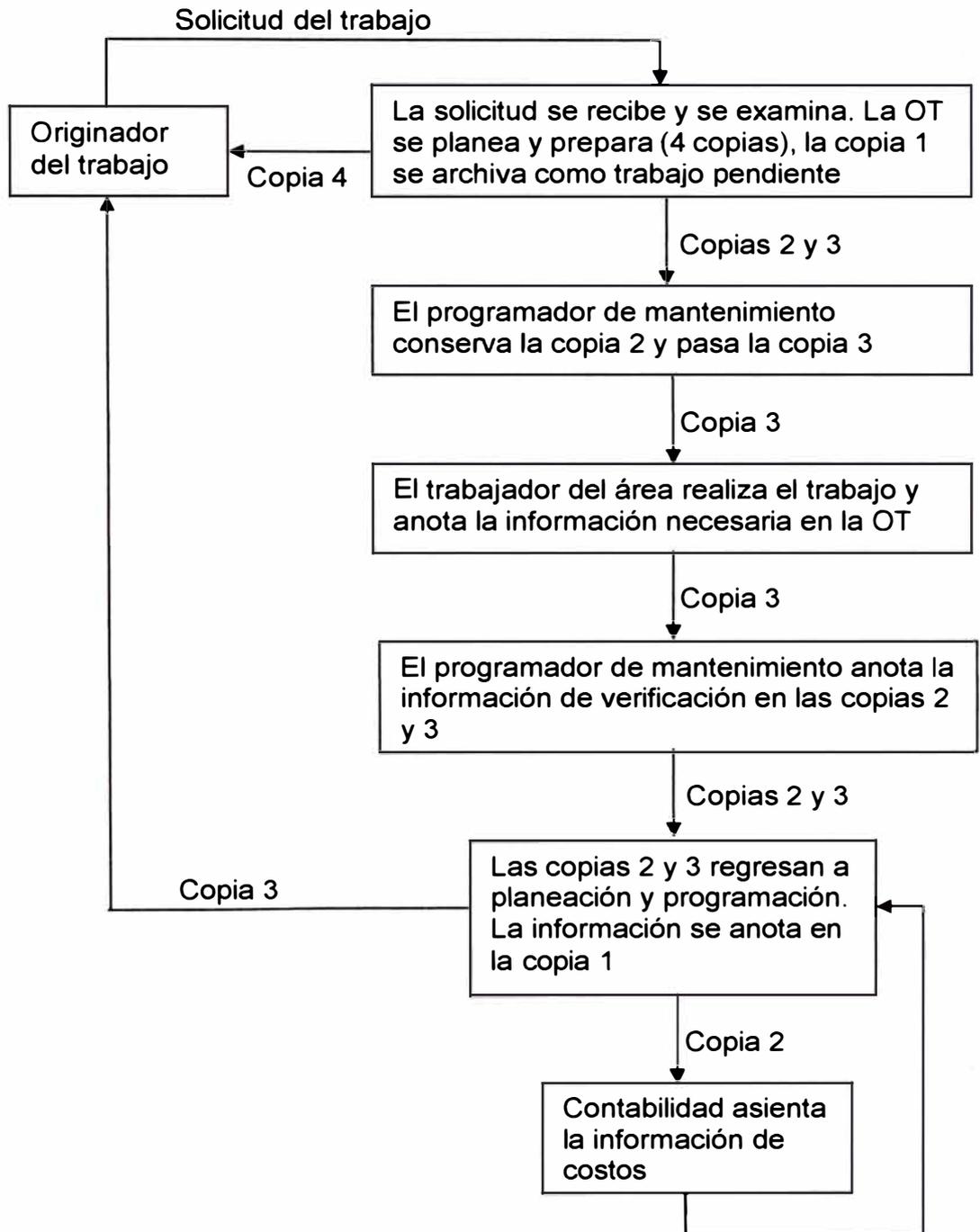


Figura N° 5.2 *Flujograma Típico de Orden de Trabajo*

TARJETA DE CONTROL

Del Empleado

Nombre

Semana N°

Sup encargado

Código

Turno

Firma

	Trabajo 1		Trabajo 2		Trabajo 3		Trabajo 4		Trabajo 5		Horas totales
	# OT	Horas									
Lunes											
Martes											
Miércoles											
Jueves											
Viernes											
Sábado											
Domingo											

Figura N° 5.3 Tarjeta de tiempo de trabajo diario

los registros anteriores sin embargo debemos ser conscientes que debido a que este año será el primero en ejecutarse un mantenimiento preventivo, es imposible determinar con precisión la cantidad y fecha para la compra, pero es de suma importancia mantener un registro para poder tener información necesaria para la planificación del próximo año. Debemos organizar el almacén de mantenimiento para que pueda guardar refacciones: que incluyen piezas relativamente caras y especializadas para las maquinas identificadas como críticas e importantes. Existencias de mantenimiento normal que no son mas que aquellas que no siendo de elementos especializados tienen un requerimiento definido y una rotación corta tales como rodamientos, tuberías y accesorios, cables eléctricos, fusibles interruptores, pernos, turcas, madera, varillas para soldar etc.

Para el control en esta área se debe implementar y hacer seguimiento de por lo menos los siguientes índices de costos:

- Tasa de rotación de inventario por año

$$Tasa = \frac{\text{costo.de.consumo.anual}}{\text{Inversion.promedio.en.inventario}}$$

- Costo de refacciones y materiales con respecto al costo de mantenimiento

$$\% = \frac{\text{Salidas.y.compras.totales.del.almacen}}{\text{Costo.total.de.mantenimiento.directo}}$$

- Proporción del valor de las existencias con respecto al valor del equipo de producción

$$\text{Pr o porción} = \frac{\text{Valor.promedio.de.las.existencias}}{\text{Valor.de.reemplazo.del.equipo.de.producción}}$$

5.3. Control de costos

Los costos relacionados directamente al mantenimiento son:

- Costo directo de mantenimiento, que son los costos de mano de obra, las refacciones, materiales y las herramientas.
- Costo por parada debido a la falla
- Costo de calidad debido a la producción fuera de las especificaciones, como resultado de defectos de máquina.
- Costo de deterioro del equipo por la falta de mantenimiento adecuado
- Costo de mantenimiento excesivo

Casi toda la información sobre los costos está disponible en la orden de trabajo. Se debe entregar mensualmente un resumen un resumen de los costos de mantenimiento por orden de trabajo. Estos datos se utilizaran para controlar los costos de mantenimiento y determinar los costos de los productos manufacturados..

Los informes de los costos determinaran los programas de reducción de costos que mas se necesiten. Es importante recalcar que la reducción de costos deberá ser un esfuerzo permanente para poder obtener el objetivo de mejorar la competitividad de la empresa. Las áreas donde se pueden lanzarse programas de reducción de costos son las siguientes:

- Materiales: buscar el uso de materiales alternos
- Modificación de los procesos de inspección
- Revisar los procedimientos de mantenimiento, número de personas por cuadrilla y los métodos
- Rediseñar los procedimientos de manejo de materiales y la distribución del taller.

5.4. Control de calidad

El trabajo de mantenimiento difiere del trabajo de producción ya que en su mayor parte es un trabajo no repetitivo y tiene mayor variabilidad. En este caso es necesario controlar el proceso de mantenimiento mediante el control de entradas

Las entradas al proceso de mantenimiento mas importantes para nuestro estudio son:

- Procedimientos y normas de mantenimiento
- Personal
- Materiales y refacciones
- Equipo y herramientas

Estas 4 entradas son críticas para la calidad del trabajo de mantenimiento. El elemento clave para la calidad de trabajo de mantenimiento es desarrollar normas de calidad para trabajos críticos no repetitivos. Así, si un trabajo no cumple la norma, se deberá emplear un diagrama de causa efecto para investigar las causas fundamentales del trabajo que esta debajo de la norma

En la figura... podemos ver los pasos para controlar la calidad del trabajo de mantenimiento.

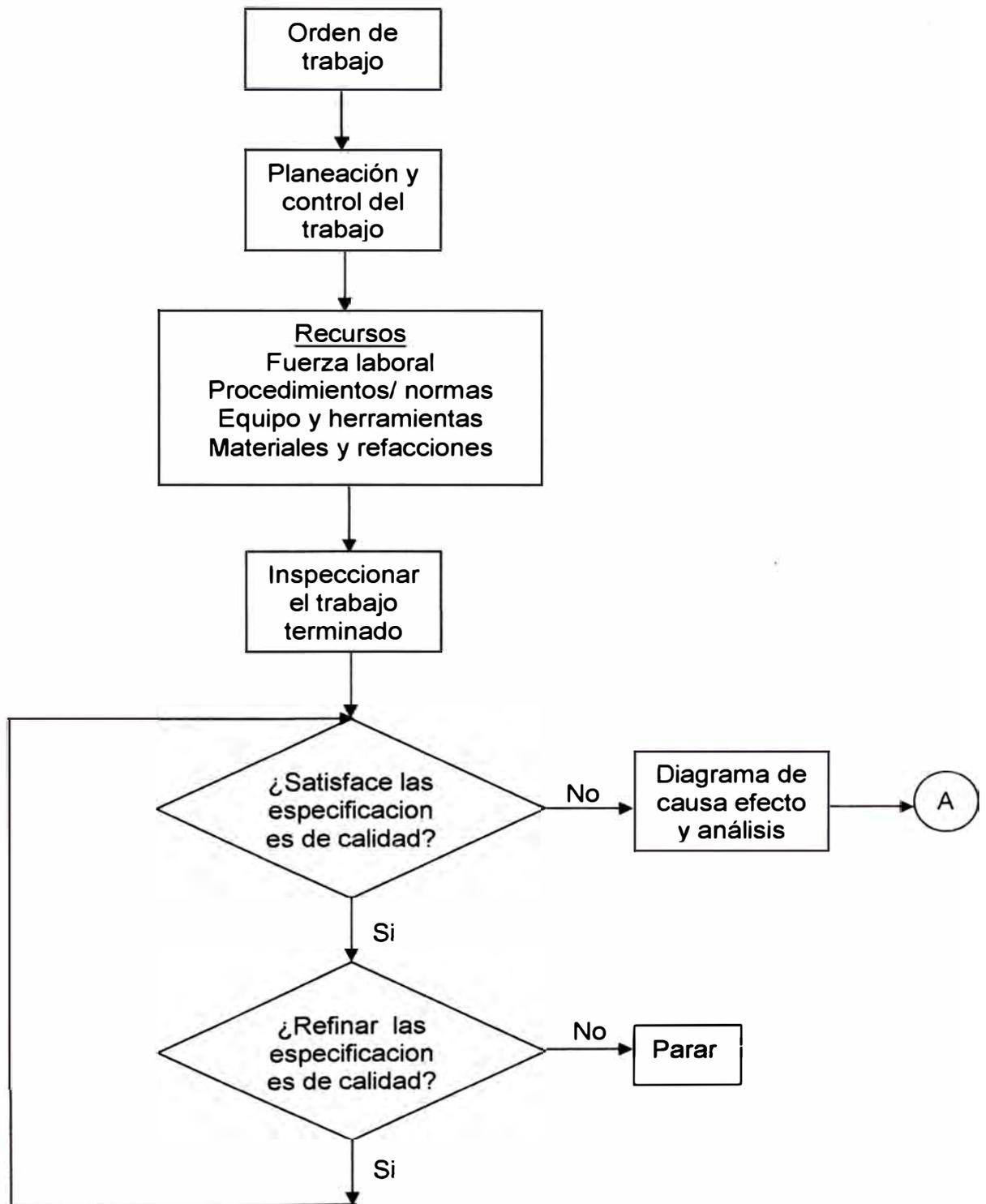


Figura N° 5.5 Pasos para mejorar y controlar la calidad del trabajo de mantenimiento

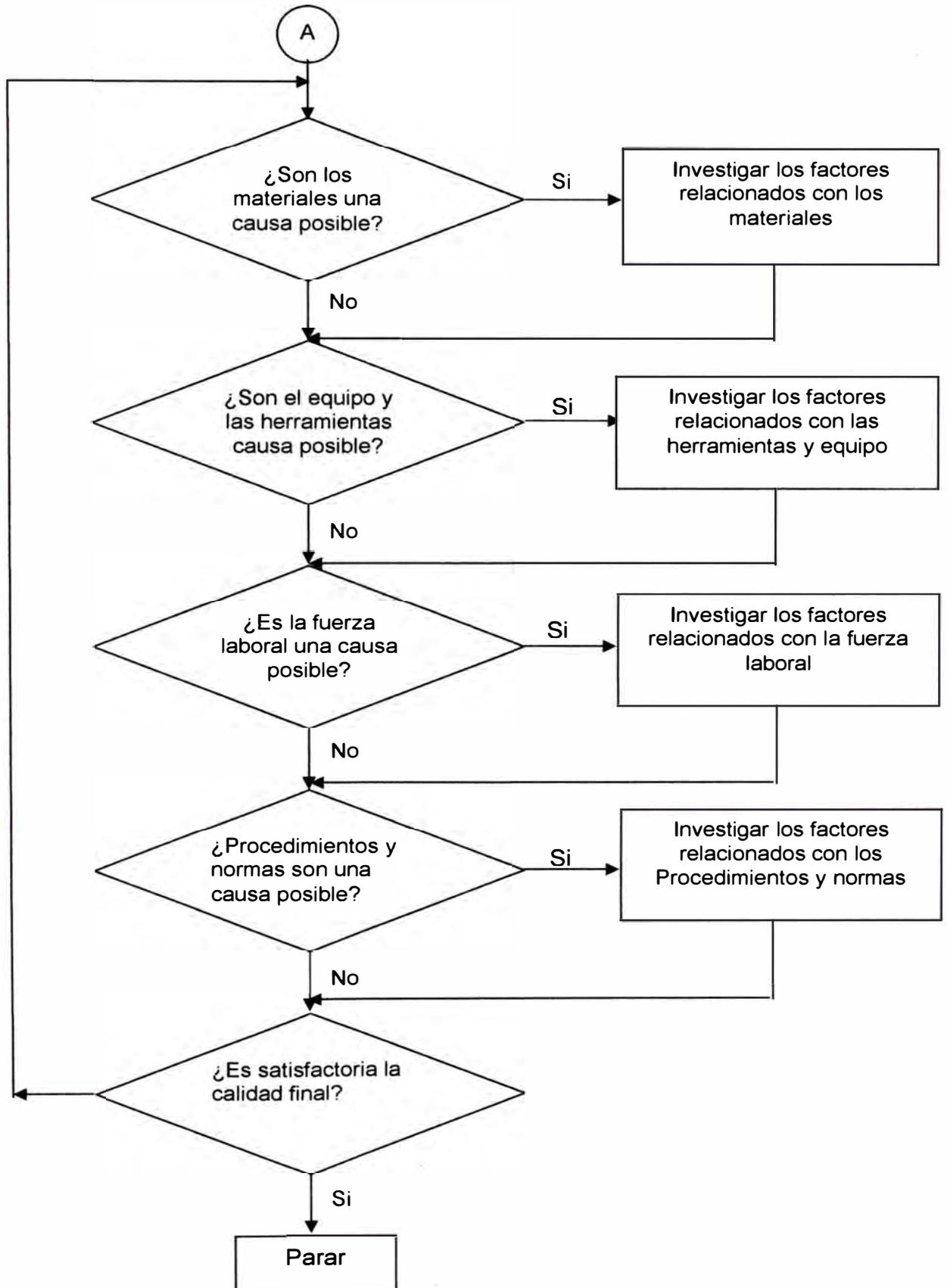


Figura N° 5.5 Continuación

CONCLUSIONES

1. El continuar con el mantenimiento en las condiciones actuales solo provocaran mayores gastos año a año como podemos observar en los cuadros 3.5 y 3.6 , debido que, al no realizar mantenimiento oportuno se van acumulando y generando mayores fallas.
2. Podemos observar que el costo mas alto en el costo de mantenimiento corresponde al valor de pérdida de producción (60%) es evidente la necesidad de optimizar los tiempos de reparación y minimizar al máximo el número de paradas. (ver figura 4.2)
3. Dada la relación entre el costo de un mantenimiento puramente correctivo y el de mantenimiento preventivo (2.7 veces) y la relación de costo por horas de perdida de producción entre el correctivo y preventivo (3.7 veces) es perfectamente viable la petición a la gerencia de producción la implementación del mantenimiento preventivo. (ver figura 4.1)

RECOMENDACIONES

1. El empleo de un mantenimiento preventivo para la planta exige la incorporación de personal en el área para realizar la supervisión de los trabajos y garantizar la calidad de estos (este costo ya está incluido en presente trabajo)
2. En la oficina del área es indispensable la incorporación de al menos 1 persona para realizar las labores administrativas, llevar los registros y colaborar con la programación y planificación del mantenimiento en coordinación directa con la jefatura del área. (este costo ya está incluido en presente trabajo)
3. Seguir las recomendaciones de los fabricantes respecto a los cambios de partes y mantenimiento preventivo nos garantizará un tiempo de vida del equipo más prolongado. Descuidar estos consejos aparenta una mayor productividad en el corto plazo sin embargo toda la experiencia de diversos fabricantes indica todo lo contrario, pues es en un horizonte de largo plazo donde se ven que aquellos "gastos", son beneficiosos para los equipos finalmente para la productividad de la empresa.

4. Es importante seguir en el camino de optimizar los costos de mantenimiento para eso es necesario dar el siguiente paso: el de la implementación del mantenimiento predictivo para aquellos equipos críticos ya evaluados en el informe.

5. El implementar un programa de mantenimiento preventivo es significativo para mejorar la competitividad de la empresa, sin embargo es imprescindible realizar un adecuado control de los trabajos, la jefatura del área deberá dar suma importancia a esta labor.

BIBLIOGRAFIA

J. Knezevic, "Mantenimiento" ediciones Isdife, Primera edición.

N. Gaither y G. Frazier, "Administración de Producción y Operaciones" ediciones International Thomson, octava edición.

A. Sancho, "Introducción al Proceso de Inyección", Texto del Seminario organizado por ASCAMM y HUSKY.

G. Bodini y F. Pesan, "Maquinas de Inyección para transformación de plásticos" Tomo I, Mcgraw-Hill, Segunda Edición.

Manual de maquina "Maquina Moldeadora a Inyección Hylectric, publicación Versión 4.3.

Apuntes de clase Curso: "Gestión del Mantenimiento" del IX Curso de Actualización de conocimientos.

APENDICE I

METODO DE PROYECCION DE PROMEDIO MÓVIL PONDERADO

Es lógico suponer que las observaciones más recientes deberán tener más impacto en los pronósticos futuros que las observaciones que están más distantes, especialmente cuando los datos no son estables (por ejemplo si hay cambios considerables). La idea del promedio móvil ponderado es de dar a cada a cada observación un peso diferente. La relación de pronóstico es:

$$\bar{x}_{n+1} = \sum_{i=1}^n w_i x_i$$

En donde w_i es el peso para i-ésima observación real. Por lo tanto,

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Los valores de w_i pueden estimarse empíricamente. Si los valores de w_i se estiman en base a la experiencia, este método combina técnicas cualitativas y cuantitativas para pronosticar.

APENDICE II

TABLA DE PRIORIDADES PARA EVALUAR LOS EQUIPOS

EFECTO SOBRE EL SERVICIO A OPERACIONES Y MEDIO AMBIENTE			
	Para	4	
	Reduce	2	
	No para	0	
VALOR TECNICO ECONOMICO			
se considera el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	mas de US\$ 50000
	medio	2	
	bajo	1	menos de US\$ 10000
LA FALLA AFECTA			
Al equipo en si	Si	1	¿Deteriora a otros equipos?
	No	0	
Al servicio	Si	1	¿Origina problemas a otros equipos?
	No	0	
Al operador	Riesgo	1	posibilidad de accidente al operario
	Sin riesgo	0	
A la seguridad en Gral.	Si	1	posibilidad de accidente a otros equipos y personas cercanos
	No	0	
PROBABILIDAD DE FALLA (CONFIABILIDAD)			
	Alto	2	¿El equipo va funcionar cuando se le requiera?
	bajo	0	
FLEXIBILIDAD DEL EQUIPO EN EL SISTEMA			
	Único	2	No existe otro igual o similar
	By Pass	1	El sistema puede seguir funcionando
	Stand by	0	Existe otro igual o similar no instalado
DEPENDENCIA LOGISTICA			
	Extranjero	2	Los repuestos se tienen que importar
	loc./ Ext.	1	Algunos repuestos se encuentran en el mercado local
	local	0	Los repuestos se consiguen localmente
DEPENDENCIA DE LA MANO DE OBRA			
	Tercero	2	
	Propia	0	
FACILIDAD DE REPARACION (MANTENIBILIDAD)			
	Baja	1	Mantenimiento Difícil
	Alta	0	Mantenimiento Fácil

La evaluación obtenida al sumar los valores asignados para cada Item nos indica lo siguiente: A: critico (16 a 20), B: Importante (11 a 15), C: Regular (6 a 10), D: opcional (0 a 5)