

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO Y PREDICTIVO PARA EL SISTEMA DE  
LAVANDERÍA DEL HOTEL LOS DELFINES**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**ROBINSON OZIAS VILLANUEVA VEGA**

**PROMOCIÓN 2003-I**

**LIMA – PERU**

**- 2007**

**Agradezco a Dios  
por haberme dado la oportunidad  
de alcanzar una de las metas  
más importantes de mi vida;  
el haberme titulado.**

**A mis padres  
por estar siempre a mi lado  
apoyándome y sacrificándose  
para lograr este objetivo trazado;  
gracias papá Saúl y mamá Natividad.**

**A mis hermanos  
y a todos aquellos que siempre  
han estado pendiente hasta el final  
para este logro.**

**A mi facultad  
que siempre puso los conocimientos  
a mi alcance en todo momento.**

**INDICE**

	<b>Pág.</b>
<b>Prólogo</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1.- Introducción</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Antecedentes</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Objetivos</b>	<b>5</b>
<b>1.3 Alcances</b>	<b>6</b>
<b>Capítulo 2.- Marco teórico del mantenimiento</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Función del mantenimiento y su importancia</b>	<b>8</b>
<b>2.2 Nuevas tendencias del mantenimiento</b>	<b>8</b>
<b>2.3 Mantenimiento Preventivo</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Mantenimiento Predictivo</b>	<b>22</b>
<b>Capítulo 3.- Organización de la empresa</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Organización y administración</b>	<b>27</b>
<b>3.2 Políticas establecidas</b>	<b>33</b>
<b>3.3 Infraestructura y equipamiento</b>	<b>37</b>
<b>Capítulo 4.- Implementación Programática del Mantenimiento</b>	
<b>Preventivo</b>	<b>40</b>
<b>4.1 Lay Out de los equipos y su clasificación</b>	<b>40</b>
<b>4.2 Descripción del mantenimiento</b>	<b>42</b>
<b>4.3 Cronograma de mantenimiento</b>	<b>43</b>

4.4 Atención a imprevistos	43
4.5 Servicios correctivos	44
4.6 Equipos considerados	44
4.7 Frecuencia del servicio	44
4.8 Administración de reportes técnicos de trabajo e informes técnicos	44
<b>Capitulo 5.- Implementación Programática del Mantenimiento Predictivo.</b>	<b>48</b>
5.1 Clasificación de equipos a considerar	48
5.2 Identificación de equipos de mayor costo en la producción	49
5.3 Descripción de las tareas predictivas	49
5.4 Frecuencia del servicio	53
5.5 Evaluación de mejoras	54
<b>Capitulo 6.- Costos</b>	<b>55</b>
6.1 Costo del mantenimiento preventivo	55
6.2 Costo del mantenimiento predictivo	57
<b>Conclusiones</b>	<b>58</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>61</b>
<b>Apéndice</b>	<b>62</b>

## PROLOGO

El presente informe de suficiencia surge de la necesidad de obtener un ahorro económico en la gestión del mantenimiento a los equipos de lavandería del Hotel Los Delfines, ello con la implementación de un programa de mantenimiento preventivo y predictivo, los mismos que serán aplicados de manera eficiente para todas las lavanderías de los Hoteles del Perú.

Actualmente con la implementación se busca la participación activa de todos los involucrados y crear conciencia sobre los beneficios y mejoras en la gestión del mantenimiento, basándose en capacitaciones continuas con la finalidad de mantener los equipos operativos y en buenas condiciones todos los días del año, minimizando las paradas y costos de mantenimiento.

Seguido se describe en forma sistémica los capítulos que comprende el presente informe de suficiencia:

**Capítulo 1.-** Se mencionará la situación actual de los equipos de lavandería de los Hoteles del Perú y de cómo se lleva los servicios de mantenimiento requeridos por los equipos en el departamento de mantenimiento. Analizando el entorno se definirá los objetivos para efectuar un buen mantenimiento en base a las necesidades de los equipos.

**Capítulo 2.-** Esta parte comprenderá la estructura teórica del informe la cual iniciará con las funciones e importancia del mantenimiento en la actualidad, así también se mencionará cuales son las nuevas tendencias. Seguido se mencionará al mantenimiento preventivo, indicando sus principios, ventajas y limitaciones, se nombrará los indicadores de mantenimiento, se describirá como seleccionar los equipos a incluir en dicho programa considerando la frecuencia y duración del mantenimiento, para ello se indicará cuales son los recursos requeridos para tal fin. También se mencionará al mantenimiento predictivo definiéndolo e indicando sus tendencias y ventajas, se indicará que técnicas se utilizarán para su implementación, cuales serán los criterios para seleccionar los equipos a considerar, estableciendo la frecuencia y duración del servicio.

**Capítulo 3.-** Se describirá como está organizado la empresa que brindará el servicio de mantenimiento preventivo y predictivo, se mostrará el organigrama del personal con sus funciones respectivas. Se mencionará la administración y sus procedimientos. Dentro de las políticas establecidas se mencionarán las políticas de calidad de servicio y seguridad en las operaciones. También se mencionará la infraestructura y equipamiento con que contará la empresa.

**Capítulo 4.-** Se indicará como se implementará el programa de mantenimiento predictivo basándose en la estructura teórica del Capítulo 2 y complementando con datos necesarios como el Lay Out y descripción de los equipos a considerar, elaboración de cronograma de mantenimiento, contemplando también la descripción del servicio, la atención a imprevisto y la frecuencia del servicio. Y es necesario mencionar que debe existir en la gestión del mantenimiento una administración de los reportes técnicos y los informes técnicos.

**Capítulo 5.-** Se mencionará como se implementará el programa de mantenimiento predictivo basándose en la estructura teórica del Capítulo 2, dentro de la implementación se tomará en cuenta la clasificación de los equipos teniendo como prioridad los equipos de mayor costo en la producción y mayor costo de reparación por falla funcional. Se contemplará también la descripción de las tareas a realizar, la frecuencia del servicio y la evaluación de mejoras del servicio planteado.

**Capítulo 6.-** Comprenderá los costos como resultado de la implementación del servicios de mantenimiento preventivo y predictivo, esto será de gran utilidad para tener un estimado de cuanto cuesta en el mercado local este tipo de servicios. Y nos daremos cuenta cuan beneficioso es para ambas partes (Cliente/proveedor) implementar dichos mantenimientos. Este capítulo es importante para poder comparar económicamente la rentabilidad a ofrecer al Cliente, esto basado en una hoja de costos al detalle.

## **CAPITULO 1**

### **INTRODUCCION**

#### **1.1 Antecedentes**

Actualmente el departamento de mantenimiento del Hotel los Delfines viene realizando sus funciones de manera deficiente, no se aplica una buena gestión del mantenimiento, ello debido a viejos paradigmas todavía existentes respecto al concepto de mantenimiento, un ejemplo claro es creer que la función del mantenimiento solo es el de reparar el equipo deteriorado (reactivo).

Muchas veces es considerado un mal necesario, como la causante de gastos y desviaciones de los objetivos de costos y de los objetivos de la producción. También es considerado el sitio donde se trasladan aquellos empleados tipo problema o de bajo nivel de desempeño, también es sinónimo de bajo rendimiento, falta de seguridad, de calidad, baja eficiencia, altos costos, entre otros.

Por otro lado se prioriza mantener la operación de los equipos, sin detenerse a analizar, hasta que punto el desgaste de los mismos o las técnicas empleada afecta a los resultados económicos. Es por ello que muchas veces se dice que no es prioridad atender una falla que no afecta significativamente los procesos, postergando su asistencia técnica. Esto ocasiona que el personal de mantenimiento

improvise las reparaciones y se acostumbre a dar soluciones basadas en experiencias pasadas, ocasionando alteraciones técnicas que tarde o temprano ocasionarán fallas mayores. Además existe poca preocupación y compromiso de los operarios (lavanderos) por mantener a los equipos, ya que existe el lema “si yo daño, los de mantenimiento lo reparación”.

Por todo lo mencionado anteriormente se genera una baja autoestima en el personal de mantenimiento en limitarse a realizar sus funciones mal o bien, teniendo poco o ningún sentido de pertenencia, peor aun al no encontrar resultados o evidencias concretas de la importancia que tiene el mantenimiento.

Por lo que los tiempos de detención breves y un bajo porcentaje de fallas de los equipos son factores claves que desempeñan un papel decisivo en el éxito económico de la gestión del mantenimiento, repercutiendo en los aspectos técnicos, operacionales, de los mismos equipos, entre otros.

## **1.2 Objetivo**

Efectuar el mantenimiento a los equipos de lavandería, aplicando los criterios de mantenimiento preventivo y predictivo, a fin de mantenerlos operativos, previniendo las fallas en los equipos en vez de corregirlas.

Realizar el mantenimiento oportuno tomando en cuenta las horas de servicio con mínimas horas de parada.

Evaluar los resultados del mantenimiento mediante índices de mantenimiento,

esto con una buena gestión logística y administrativa, tendiendo como principal resultado la reducción de los costos de gestión administrativa.

Analizar los costos del ciclo global de los equipos, proyectando y analizando conveniencia de las reparaciones y re-acondicionamientos, teniendo una política de cambio/reposición del equipo si es conveniente.

### **1.3 Alcances**

Dada la existencia de un mantenimiento deficiente a los equipos de lavandería por parte del departamento de mantenimiento del Hotel Los Delfines, existe la necesidad de implementar un programa de mantenimiento preventivo y predictivo propuesto por una empresa tercera.

Con este programa se pretende mejorar el mantenimiento a fin de mantener los equipos en buenas condiciones operativas y en buen estado de conservación física, además de reducir los costos por gestión administrativa (personal, partes & repuestos, movilidad, proveedores, servicio de lavandería a terceros, entre otros).

El programa de mantenimiento no solo se limita a realizar mantenimiento preventivo y predictivo, sino que además incluye los trabajos de mantenimiento correctivo por reparaciones programadas o en el peor de los casos por fallas eventuales.

Se considera dentro del programa de mantenimiento un total de 15 equipos los cuales se describirán en el Capítulo 4, subCapítulo 4.2, numeral 4.2.4.

Todos los costos del programa de mantenimiento preventivo y predictivo serán asumidos por la empresa tercera, excepto los costos por reparaciones los cuales serán cotizados por separado.

## **CAPITULO 2**

### **MARCO TEORICO DEL MANTENIMIENTO**

Todo equipamiento sufre deterioro por su uso normal, operación inadecuada, defectos de montaje o mal uso de las especificaciones técnicas, es por ello que se requiere tomar acciones para restablecer las condiciones normales de funcionamiento.

#### **2.1 Función del mantenimiento y su importancia.**

La gestión del mantenimiento es una herramienta que permite mantener las condiciones normales de funcionamiento de los equipos, mediante la aplicación de técnicas de ingeniería y estrategias que otorgan un margen de contribución a las utilidades del Cliente y del Proveedor.

El área de mantenimiento ha aprendido a enfocar y evaluar los recursos y necesidades, por lo que su papel es de colocar en el momento y cantidad adecuada los recursos a su cargo. Evitando así las largas jornadas y la incompetencia. Además, se ha empezado a manejar recursos gerenciales.

#### **2.2 Nuevas tendencias del mantenimiento.**

Realizar el mantenimiento como gestión, esto quiere decir responsabilidad

compartida: empieza con la selección de equipos, sigue la instalación, respaldado con una correcta operación y un buen mantenimiento, ello con el apoyo del departamento de compras e inventarios.

Realizar el mantenimiento de manera oportuna con personal capacitado y convencido de la importancia del mismo, esto apoyado en: equipamiento, transporte y herramientas adecuadas, procedimientos estandarizados y documentación apropiada (catálogos, planos, manuales).

Aplicación de indicadores de resultado llevando un control presupuestal. Realizar un análisis previo de puntos débiles (análisis de fallas), utilizando el concepto de inspección sistemática antes que desarmes por horas.

### **2.2.1 Curva de la bañera.**

Todo equipo desde la puesta en marcha por primera vez hasta colapsar presenta una probabilidad de falla, la cual se divide en tres periodos a través del tiempo.

#### **2.2.1.1 Asentamiento o mortalidad infantil**

En este periodo de inicio de funcionamiento del equipo, existe la probabilidad de falla ya sea debido a su diseño y fabricación (que todos los componentes sean compatibles y funcionen de manera conjunta) o a su instalación (según recomendaciones del fabricante). Por lo que se debe tomar todas las precauciones antes de poner en marcha el equipo por primera vez.

### 2.2.1.2 Vida Útil

El equipo funciona sin mostrar anomalía alguna, esto quiere decir que pueden existir fallas ocultas que pueden acortar este periodo de funcionamiento. Es por ello la necesidad de programar un mantenimiento preventivo, ello para prolongar la operatividad normal del equipo, de aquí el nombre del síndrome de mantenimiento, ya que algunas empresas equivocadamente piensan que es un gasto innecesario ya que el equipo funciona de manera normal (aparentemente).

### 2.2.1.3 Proceso de obsolescencia

El equipo empieza a presentar fallas o desperfectos propios del desgaste, aun así sigue operando sin interrumpir la producción pero con un menor rendimiento. Es aquí donde se requiere de un mantenimiento predictivo, donde se detectarán y corregirán las fallas potenciales hasta llegar al punto de falla funcional o que el equipo se averíe por máximo desgaste (punto de rotura).

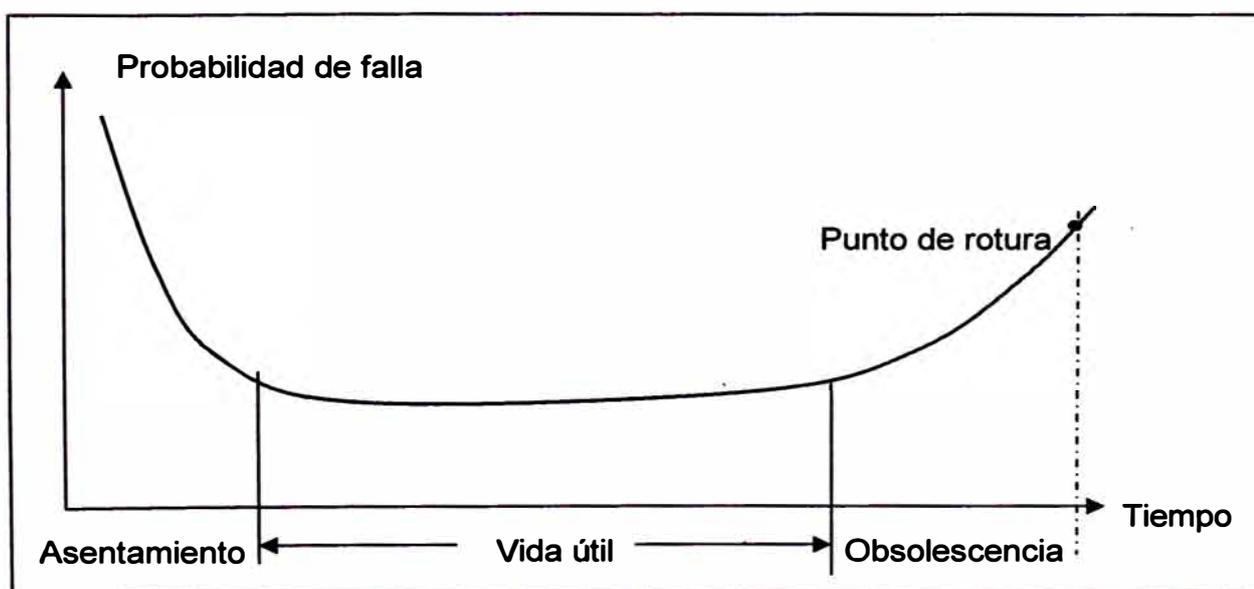


Fig. 2.1 Curva de la bañera

## 2.2.2 Evolución de la ingeniería de mantenimiento.

A través de los años han aparecido factores evolutivos para la gestión del mantenimiento, como son mano de obra, recursos logísticos, Intensidad de uso, presupuesto, vida útil, entre otros. Los mismos que en mutua interacción ha mejorado la productividad y confiabilidad de la maquina o equipo.

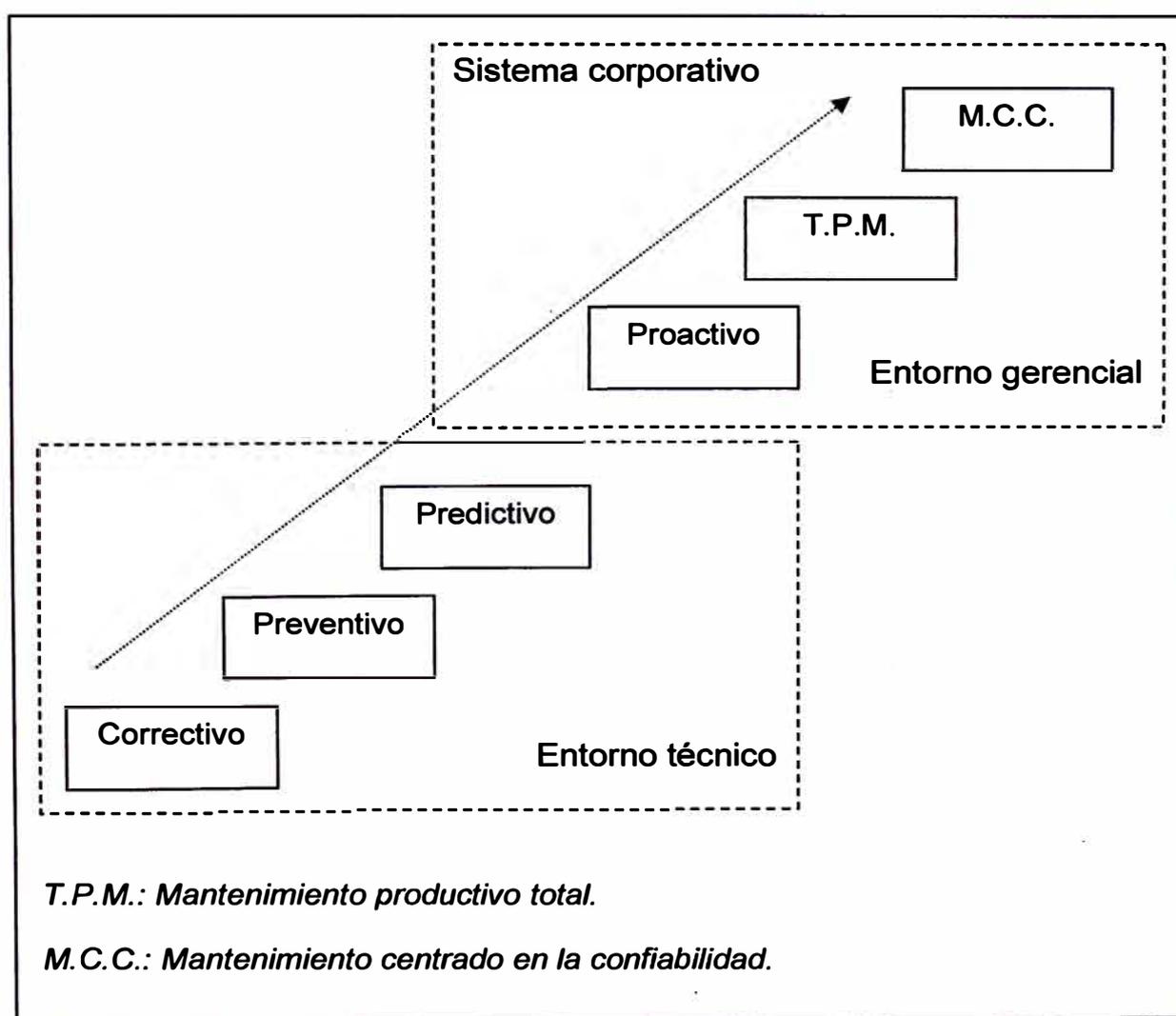


Fig. 2.2 Mantenimiento como función

### **2.2.3 Trilogía del mantenimiento.**

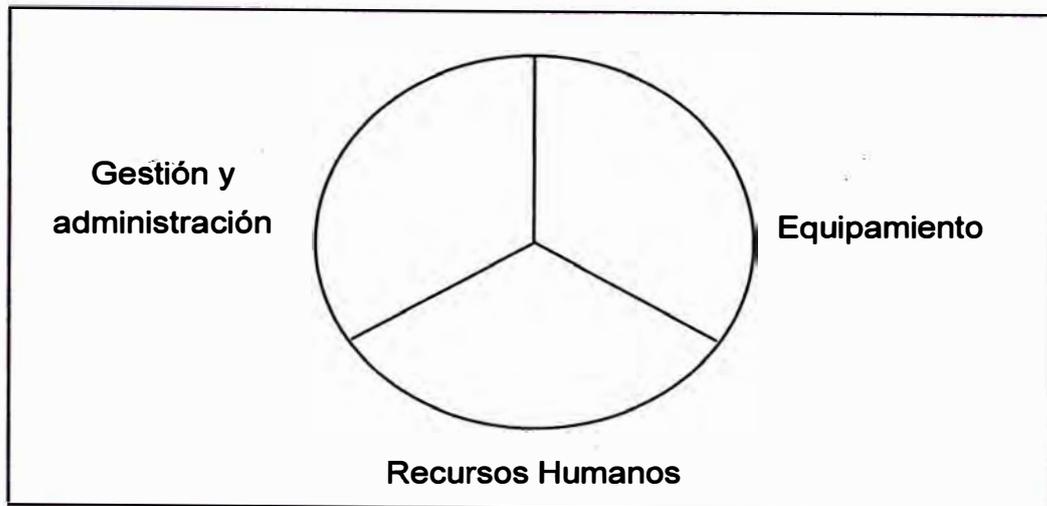


Fig. 2.3 Trilogía del mantenimiento

#### **2.2.3.1 Gestión y administración, ¿Cómo cuidar el equipamiento?**

- Mediante planificación y programación.
- Centralizado o descentralizado.
- Evaluando costo/beneficio.
- A través de reportes técnicos gerenciales.
- Analizando presupuestos.
- A través de TPM, confiabilidad, auditorías.

#### **2.2.3.2 Equipamiento, ¿Qué equipamiento se cuidará?**

- Nuevo, en desgaste, deficiente u obsoleto.
- A través de mantenimiento correctivo, preventivo predictivo, monitoreo continuo...

### **2.2.3.3 Recursos Humanos, ¿Quién cuidará el equipamiento?**

- Propios o Terceros.
- Deberán ser alta o medianamente capacitados, o deficiente.

### **2.3 Mantenimiento Preventivo.**

Es un método basado en principios básicos tales como ajustes, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario. El mismo que se adecua, diseña y aplica a las propias necesidades de cada usuario, según tipo de empresa, de maquina o de equipo.

Su propósito es prever las fallas manteniendo los equipos en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos todos los días del año. Teniendo como característica principal inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Con un buen mantenimiento preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc. Para ello se aplicarán métodos de selección de equipos que requieran dicho mantenimiento, indicadores de mantenimiento, se determinará la frecuencia y duración, así como los recursos requeridos. Los mismos que serán descritos posteriormente en el presente capítulo.

### **2.3.1 Principio, ventajas y limitaciones.**

La aplicación de un método de mantenimiento debe basarse en establecer los principios, determina las ventajas y limitaciones de su implementación, esto con el fin de justificar la necesidad de implementación de dicho mantenimiento.

#### **2.3.1.1 Principio.**

Tiene como principio las inspecciones programadas, esto a fin de buscar evidencias de falla en los equipos o instalaciones, ello para corregirlas en un tiempo programado sin que haya paros intempestivos. También considera las actividades repetitivas de inspección, limpieza, lubricación, calibraciones y ajustes, programadas periódicamente (diarias, semanales, mensuales, anuales). Todo esto controlado a través de formatos (ficha técnica, orden de trabajo, programa de inspección, lubricación, calibración, operación, renovación,...).

#### **2.3.1.2 Ventajas.**

- ✓ Disminución de paros por imprevistos en un escenario de mantenimiento reactivo o correctivo, los cuales son remplazados por paros programados.
- ✓ Mejora de la eficiencia de los equipo, mejorando así la producción.
- ✓ Reducción de costos como consecuencia de un programa estable.
- ✓ Disminución de fallas repetitivas, lo cual revertirá la duplicidad en su reparación: un tiempo para desmontar y otro para repararlo adecuadamente.
- ✓ Mejor control del trabajo debido a la utilización de programas y procedimientos adecuados.

- ✓ Disminución de grandes reparaciones al detectar fallas incipientes.
- ✓ Disminución de pagos por tiempo extra al disminuir los paros intempestivos.
- ✓ Disminución de accidentes durante el mantenimiento, ya que al trabajar bajo presión para entregar el equipo lo mas pronto posible eleva el nivel de riesgo para un accidente.

### **2.3.1.3 Limitaciones.**

- ✓ Aumento aparente de los costos de mantenimiento, debido a los programas periódicos que antes no se llevaban y a los costos de insumos propios que el mantenimiento requiere.
- ✓ Generación de costos administrativos por la elaboración de formatos para mantenimiento, programación de actividades, clasificación y administración de la información de los equipos, para lo cual posiblemente se requiera de personal adicional para encargarse de estas funciones.
- ✓ Posible requerimiento de personal para mantenimiento preventivo, ya que el personal de mantenimiento correctivo esta programado para reparaciones.
- ✓ Paro de equipos con mayor frecuencia que antes para realizar el mantenimiento, sin embargo los paros serán programados de tal forma que no interrumpa o disminuya la producción.
- ✓ Si no se respetan las fechas y frecuencias programadas, el programa no funciona eficazmente y pierde valides.
- ✓ El líder del programa de mantenimiento preventivo debe tener una excelente comunicación y relación con todas las áreas de la empresa, si no se cumple esta condición será muy difícil sacar adelante el programa.

- ✓ Los resultados importantes se verán hasta después de 01 año de la implementación del programa.

### **2.3.2 Productividad y Competitividad.**

La gestión del mantenimiento esta sustituyendo viejos valores por paradigmas de excelencia de mayor nivel, tales como:

- ✓ La practica de la ingeniería de confiabilidad, cumplir con la actividad para la cual fue diseñado el equipo.
- ✓ La gestión de activos, evaluación de adquisición o recambio de equipos.
- ✓ La medición de indicadores de mantenimiento, evaluación del comportamiento operacional de las instalaciones.
- ✓ La gestión de disponibilidad del equipo durante el periodo requerido.
- ✓ La reducción de costos de mantenimiento.

### **2.3.3 Indicadores de Mantenimiento.**

El inicio de todo proceso de mejora exige como primera etapa definir los objetivos a alcanzar y los medios para ello. Una vez iniciado el proceso es necesario monitorearlo, esto a través de la observación y comparación a lo largo del tiempo de los parámetros que definan el grado de calidad de nuestro desempeño.

Los indicadores de mantenimiento permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, equipos y componentes, de esta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar la labor de mantenimiento.

### **2.3.3.1 Selección de los índices de mantenimiento.**

Existen muchos índices para monitorear el desempeño de las actividades de mantenimiento, seguido se menciona los indicadores de mantenimiento más importantes:

#### **2.3.3.1.1 Fiabilidad**

Es la probabilidad de que un componente de un equipo funcione adecuadamente durante un periodo de tiempo dado. También es la capacidad de un dispositivo en permanecer continuamente en condiciones operativas adecuadas (sinónimo de calidad). Ver Figura 2.4.

#### **2.3.3.1.2 Mantenibilidad**

Es la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos ya establecidos. Ver Figura 2.5.

#### **2.3.3.1.3 Confiabilidad**

Es la probabilidad de que un equipo cumpla la función específica para la cual fue destinada bajo condiciones de uso establecidos en un periodo determinado. Ver Figura 2.6.

## FIABILIDAD

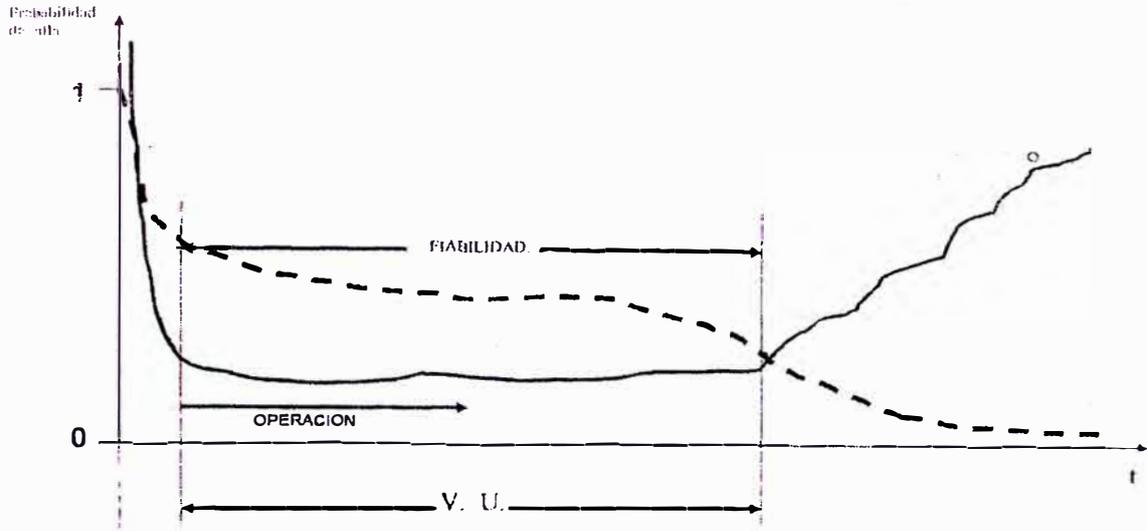


Fig. 2.4 Indicador de Mantenimiento – Fiabilidad.

## MANTENIBILIDAD

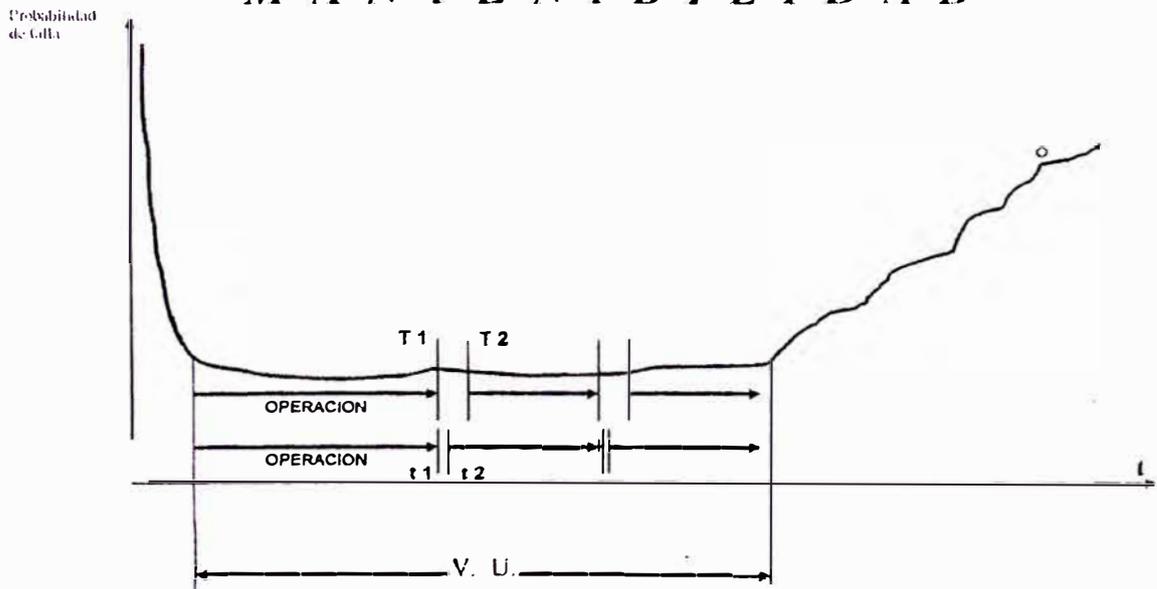


Fig. 2.5 Indicador de Mantenimiento – Mantenibilidad.

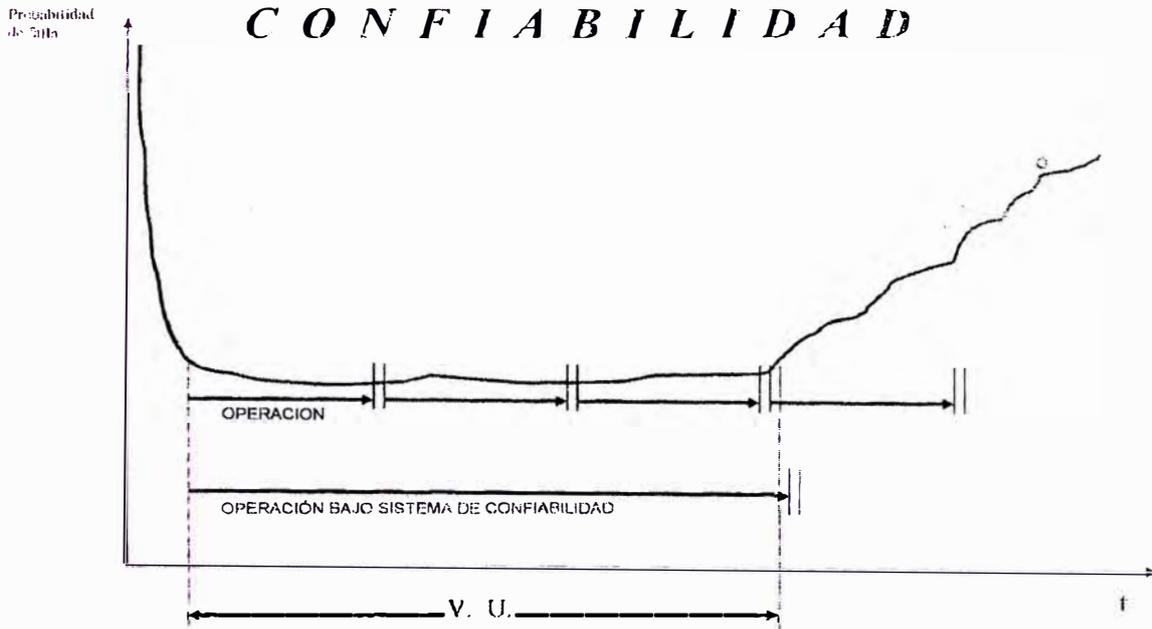


Fig. 2.6 Indicador de Mantenimiento – Confiabilidad.

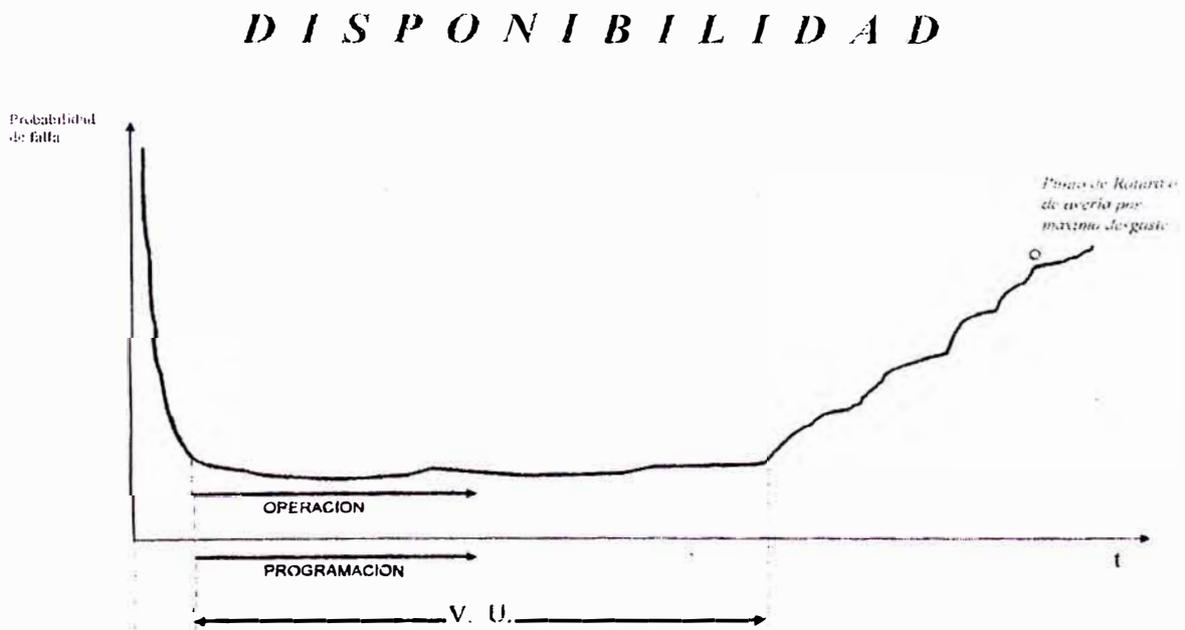


Fig. 2.7 Indicador de Mantenimiento – Disponibilidad.

#### **2.3.3.1.3.4 Disponibilidad**

Es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo este disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. Ver Figura 2.7.

#### **2.3.4 Selección de equipos considerados.**

Se considera a los equipos más críticos del proceso y que presenten más fallas, los cuales al parar pueden detener en gran parte el proceso. Y que signifiquen al área de mantenimiento posteriormente un exitoso resultado de gestión. Estos serán calificados por:

##### **2.3.4.1 Nivel de antigüedad en función de intensidad de su vida útil.**

A.- Nuevos (hasta un 5% de su vida útil) - 6 meses (de 1500 a 500hs).

B.- En desgaste (del 5% al 80% de su vida útil) - 5 años (15,000 a 40,000hs).

C.- Obsoletos (superior al 85% de su vida útil) - 20 años (60,000 a 150,000hs).

Referir su intensidad de uso en servicio productivo (uno, dos o tres turnos).

##### **2.3.4.2 Clasificarlos por su nivel de criticidad.**

Para implementar un mantenimiento preventivo a algún equipo, este deberá ser clasificado según un nivel de criticidad (ver tabla 2.1), esto quiere decir que el equipo será identificado y se determinará en que grado afectaría a la producción la avería del mismo.

CLASE	TIPO	DESCRIPCION
1	Esencial	Máquinas o equipos que deben estar funcionando para continuar todos los procesos. La pérdida de la máquina afectaría considerablemente la productividad y las ganancias. Se incluyen las máquinas con alto costo de reparación o que requieren mucho tiempo para obtener piezas de repuesto.
2	Critico	Máquina que limitaría la producción, así como también con altos costos iniciales o de repuestos y también con problemas crónicos de mantenimiento.
3	Importante	Maquinaria o equipo que no son críticos para la producción, pero que requieren vigilancia para asegurar un rendimiento aceptable de la misma.
4	Uso general	Maquinaria o equipo de alta velocidad o de mucha carga propensa a sufrir fallas prematuras como resultado de su exigente modo de funcionamiento pero que no se considera crítica para el funcionamiento del proceso.
5	Auxiliares	Maquinaria o equipos complementarios a la producción o que actúan como equipos de stand by, apoyando equipos principales.

Tabla 2.1 Clasificación de equipos por nivel de criticidad

### **2.3.5 Frecuencia y duración.**

La realización del servicio de mantenimiento preventivo deberá programarse según frecuencia y duración de dicho servicio, los mismos que se realizarán según tipo de actividad para cada equipo. Esto quiere decir que las tareas de mantenimiento pueden realizarse con el equipo parado, en operación o fuera de servicio (renovación).

**2.3.5.1 Operación.-** Son actividades de la mas alta intensidad de ejecución (por turnos, diarias, semanales o por equivalentes horas) caracterizadas por ser básicamente de inspección y control, no interrumpen la producción y su tiempo de ejecución es el mas corto de realizar (duración de 1 a 20 minutos).

**2.3.5.2 Parada.**- Son actividades de mediana intensidad de ejecución (quincenal, mensual, bimensual, trimestral, semestral o por equivalentes horas) se caracteriza por ser de revisiones o cambio de materiales o partes no estructurales, pueden o no interrumpir la producción y su tiempo de ejecución es de mediana duración (30 minutos a 2 horas ó más).

**2.3.5.3 Renovación.**- Actividad de mas baja intensidad de ejecución (anual, bianual o por equivalentes horas) caracterizadas por ser de recambio de partes y piezas estructurales, si interrumpen los procesos y su tiempo de ejecución es el máximo (no tiene escala o parámetro de referencia) su duración será establecida por el tipo de equipo y complejidad de su estructura.

### **2.3.6 Recursos requeridos.**

Para realizar el mantenimiento basado en una política de calidad de servicio, cumpliendo con los principios establecidos y las ventajas de esta implementación, se requerirá de los siguientes recursos:

#### **2.3.6.1 Personal técnico ejecutor.**

Es el personal asignado a realizar las tareas programadas, será el que se seleccione técnicamente muy bien calificado y con predisposición a emprender actividades que impliquen orden, limpieza y puntualidad con capacidad de administrar sus actividades (de no existir se debe capacitar internamente).

### **2.3.6.2 Selección de partes & repuestos.**

Para esto se considera las recomendaciones técnicas del fabricante en el manual de operación, la de los registros históricos de mantenimiento correctivo, los repuestos de clase A (de mayor rotación) y las recomendaciones técnicas de proveedores de productos y servicios.

Esto incurre en gastos más costosos generados por su recambio en máquina o equipo, cuyos valores son muchas veces altamente significativos para la economía de la empresa y se producen cuando se interviene su estructura por ser el término de su vida útil. Estos gastos generalmente son generados en largos periodos, por lo tanto deberán ser valorizados y aplicado su costo en las fechas de utilización en que efectivamente son consumidos.

### **2.3.6.3 Selección de equipos y herramientas.**

Están íntimamente vinculadas al costo que generan, por ejemplo si se tratase de una herramienta demasiado costosa y que se usará una vez al año será preferible alquilarla que comprarla.

Pero tener en cuenta que para cualquier actividad de mantenimiento, se debe contar con un kit básico de herramientas.

### **2.3.6.4 Materiales fungibles o consumibles.**

Se considera a los materiales necesarios para la limpieza y lubricación de los

equipos, por lo que debe considerar todos los gastos a efectuarse en cada actividad programada, establecer su clasificación por frecuencia y tipo de intervención.

## **2.4 Mantenimiento Predictivo.**

Luego de implementado un mantenimiento preventivo, el mismo no garantiza que el equipo no fallará a causa del desgaste propio de su operación, es por ello de la búsqueda de la aplicación de nuevos métodos para mantener los equipos operativos y que cumplan con la función para la que fueron diseñadas. Por lo tanto es necesario la implementación del mantenimiento en referencia el cual será descrito en el presente capítulo; donde se mencionará su definición, que técnicas se consideran aplicar y con que frecuencia y duración se realizará los servicios de mantenimiento.

### **2.4.1 Definición, tendencias y ventajas.**

Seguido se menciona la definición del mantenimiento predictivo, se determina las tendencias y ventajas, esto con el fin de justificar la necesidad de su implementación:

#### **2.4.1.1 Definición.**

Está basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda (predecir), para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción.

Está conformado por una serie de acciones que se toman y las técnicas que se aplican con el objetivo de detectar las fallas y defectos de maquinaria en sus etapas incipientes. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función del tipo de equipo.

Para ello se usan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, entre otros.

#### **2.4.1.2 Ventajas.**

- ✓ La falla se detecta en sus etapas iniciales por lo que se cuenta con suficiente tiempo para planificar las acciones correctivas en paros programados y bajo condiciones controladas que minimicen los tiempos muertos y que además garanticen una mejor calidad de reparaciones.
- ✓ Es aplicable aproximadamente al 11% del total de modos de falla que se presentan en la maquinaria y que tienen una edad de envejecimiento predecible.
- ✓ Las inspecciones se pueden realizar con la maquinaria en operación a su velocidad máxima.
- ✓ Se puede aplicar métodos sencillos para anticipar las averías, esto como otra opción al uso de instrumental costoso.
- ✓ Permite seguir la evolución de un defecto del equipo en el tiempo.
- ✓ Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- ✓ Facilita el análisis de las averías.
- ✓ Reduce los tiempos de parada.

### **2.4.1.3 Tendencias.**

- ✓ Hacer mas rápido el análisis, mas preciso y en menor tiempo. Para ello se diferenciará la información de los datos.
- ✓ Cuando nos referimos a datos, son valores de vibración, temperatura, número de partículas, decibeles, niveles de alarma, entre otros. Información es el resultado de la interpretación y análisis de esos datos que describe la condición de la máquina.
- ✓ Considerar información cuando existen respuestas precisas a preguntas como: ¿existe alguna falla?, ¿cuál es la falla y su severidad?, ¿cuándo se espera que falle?, ¿cuáles son las recomendaciones para su reparación?

### **2.4.2 Técnica para su implementación.**

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

Las técnicas para detección de fallas y defectos en el equipo varían desde la utilización de los sentidos (oído, vista, tacto y olfato), la utilización de datos de control de procesos y de control de calidad, uso de herramientas estadísticas, hasta uso de técnicas sofisticadas como: análisis vibracional, la termografía, la tribología, el análisis de circuitos de motores y el ultrasonido.

Para diseñar e implementar un programa de mantenimiento predictivo efectivo es necesario determinar en que equipos se justifica la implementación tanto técnica

como económica.

#### **2.4.2.1 Pasos a seguir para su implementación:**

- 1.- Seleccionar el equipo crítico (análisis de criticidad).
- 2.- Efectuar análisis de fallas y efecto - FMEA o RCM
- 3.- Determinar los parámetros factibles a monitorear.
- 4.- Seleccionar la técnica y el método de mantenimiento predictivo.
- 5.- Definir responsable que llevará a cabo la tarea.
- 6.- Elaborar la justificación económica.
- 7.- Capacitar y entrenar al personal en la metodología y técnicas de mantenimiento.
- 8.- Dar inicio y realizar el seguimiento e informes de control.

Debido al elevado costo de implantación de un programa de mantenimiento predictivo, existen algunas alternativas como subcontratación, y como otra alternativa es considerar la compra de algunos equipos de diagnóstico (los que tengan mayor frecuencia de uso) y complementar con la subcontratación los servicios más especializados o cuya adquisición de equipos es muy costosa.

#### **2.4.3 Criterio de selección de equipos a considerar.**

Se considera por su criticidad, por falla potencial y por impacto sobre la implementación del programa. Ver Tabla 2.2 Criterio de selección de equipos.

##### **2.4.3.1 Equipos Críticos.-** De costosa reparación.

<b>CRITERIO PARA SELECCIÓN DE MÁQUINA O EQUIPO</b>			
<b>1.- Efecto sobre la producción, operación o medio ambiente.</b>			
Grado de afectación que le ocasiona al proceso productivo.	Paraliza	4	Genera interrupción a línea, proceso o afecta medio ambiente.
	Reduce	2	
	No afecta	0	
<b>2.- Probabilidad de falla (aspecto de confiabilidad funcional).</b>			
En función de registros y antecedente histórico.	Alta	3	No se puede asegurar que va a trabajar correctamente si se le necesita en forma continuada e intensa.
	Media	2	
	Baja	1	
<b>3.- Impacto económico.</b>			
Comprende el costo de operación y mantenimiento.	Elevado	3	Registra el más alto valor que impacta en la estructura económica de la empresa.
	Intermedio	2	
	Bajo	1	
<b>4.- La avería afecta a:</b>			
La máquina o equipo.	Si	1	¿Deteriora otras partes, sistemas o componentes?
	No	0	
Al servicio	Si	1	¿Origina otros problemas a equipos colaterales?
	No	0	
Al Operador	Si	1	¿Existe riesgo de afectar al operador?
	No	0	
A la seguridad	Si	1	¿Hay posibilidad de expandir accidente a otras personas o equipos del proceso?
	No	0	
<b>5.- Disponibilidad en el sistema o proceso.</b>			
Único		2	No se tiene otro equipo igual o similar
By pass		1	El sistema puede seguir funcionando
Stand by		0	Existe otro igual o similar no instalado
<b>6.- Facilidades de intervención (mantenibilidad).</b>			
Alta		1	Procedimiento de mantenimiento dificultoso
Baja		0	Procedimiento de fácil accesibilidad

Tabla 2.2 Criterio de selección de equipos.

**2.4.3.2 Por punto crítico.**- Falla potencial, depende de:

- Condiciones operativas.
- Carga de operación.
- Criticidad del equipo.
- Impacto del equipo en el sistema.
- Costo de reparación / recambio.

**2.4.3.3 Por impacto del programa:**

- Designar un gerente/líder/coordinador.
- Proveer de personal y las herramientas que se necesitan.

**2.4.4 Frecuencia y duración.**

La frecuencia y duración de las inspecciones predictivas dependerá del elemento a analizar, por ejemplo la medición vibracional a los rodamientos se realizará con una frecuencia mensual y con una duración de 15 minutos (ello de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante).

## CAPITULO 3

### ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

La implementación de un programa de mantenimiento preventivo y predictivo para el sistema de lavandería del Hotel Los Delfines estará a cargo de una empresa particular (servicio por terceros), ello para una buena gestión del mantenimiento requerido por la administración del Hotel.

#### **3.1 Organización y administración.**

La empresa que brindara el servicio es una empresa de soporte y mantenimiento para la industria y comercio en general, cuenta con un staff de profesionales en mecánica, electricidad, electrónica, refrigeración y aire acondicionado.

Para brindar el servicio de mantenimiento preventivo y predictivo propuesto se considerará la atención solo con una parte del personal de la empresa, el cual estará involucrado con dicho servicio en un porcentaje de ocupabilidad (ver tabla 3.1).

La administración se encargará de velar por el buen uso de los recursos con que cuenta la empresa, esto con el fin de lograr la satisfacción del Cliente, el cual será retribuido no solo económicamente sino reconocimiento como una empresa con calidad de servicio.

### 3.1.1 Organización.

En la figura 3.1 se muestra el organigrama de la empresa que brindará el servicio de mantenimiento.

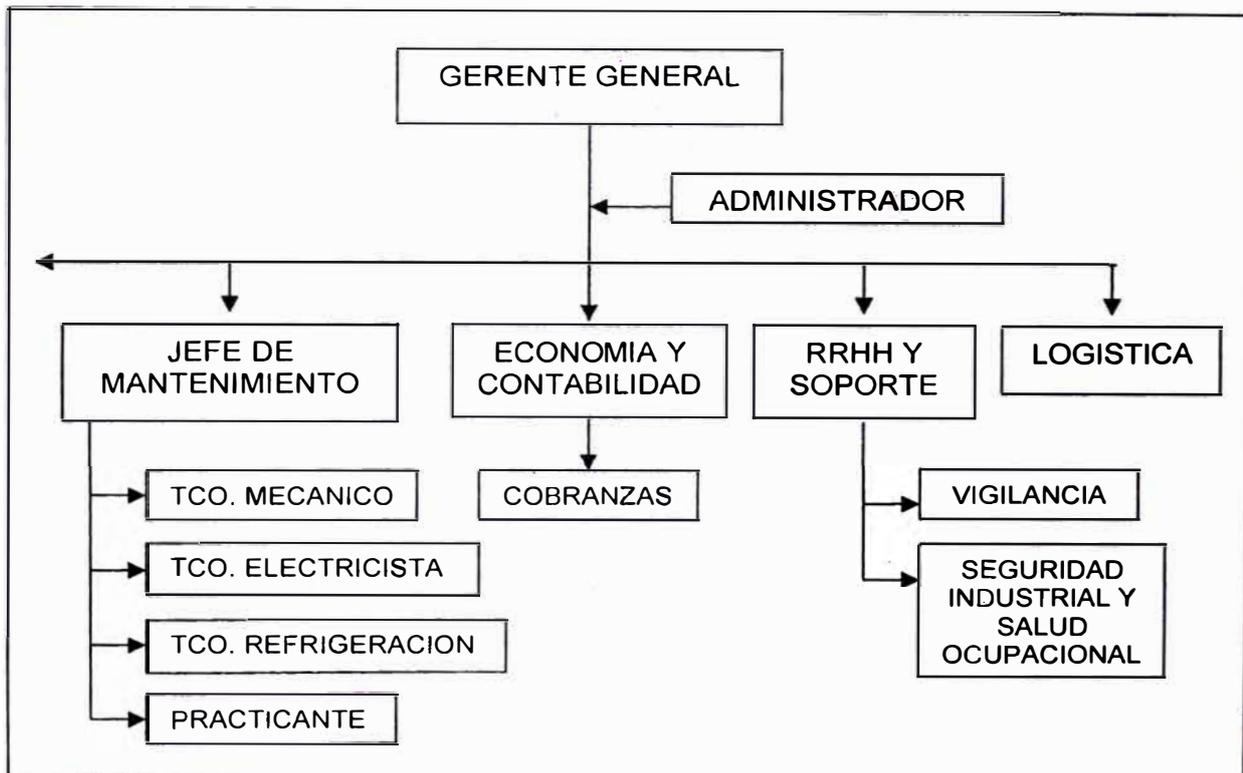


Figura 3.1 Organigrama de la empresa

En el organigrama mostrado se menciona al personal involucrado para brindar el servicio de mantenimiento, esto quiere decir que se cuenta con un staff de profesionales del cual se tendrá un porcentaje de ocupabilidad para dichos servicios. Vale mencionar que la empresa también brinda servicios de mantenimiento a otros Clientes.

En la tabla 3.1 se muestra la descripción del organigrama funcional de la empresa que brindara el servicio de mantenimiento propuesto.

Departamento	Personal asignado	Funciones	% de ocupabilidad
<b>Gerencia General</b>	Gerente General	Velar por cumplimiento de los servicios brindados y mantener una buena imagen ante el Cliente, ello gestionando los recursos necesarios para tal fin.	20%
<b>Administración</b>	Administrador	Administrar los recursos de la empresa y la disponibilidad de dinero.	20%
<b>Mantenimiento</b>	Jefe de Mantenimiento	Coordinar los trabajos de mantenimiento y evaluar la eficiencia y mejoras.	30%
	Tco. Mecánico	Ejecutar los trabajos de mantenimiento según organigrama de mantenimiento.	50%
	Tco. Electricista		30%
	Tco. Refrigeración		10%
	Practicante		70%
<b>Economía y Contabilidad</b>	Contador	Llevar la contabilidad como resultado.	20%
	Asistente Cobranzas	Cobrar las facturas como resultado de los servicios realizados.	20%
<b>RRHH y soporte</b>	Jefe de RRHH y Soporte	Reclutar y capacitar al personal.	20%
	Responsable de Seguridad Industrial y movilidad	Entrenar al personal en temas de seguridad. Velar por el cuidado y mantenimiento de la movilidad.	30%
	Vigilante	Cuidar los bienes materiales de la empresa.	10%
<b>Logística</b>	Responsable de almacén y compras	Habilitar los insumos, materiales y repuestos para realizar el mantenimiento.	20%

Tabla 3.1 Descripción del organigrama de la empresa.

### 3.1.2 Administración.

El administrador velará el cumplimiento de las funciones y los procedimientos de trabajo de la organización y de cada uno de sus departamentos, así como la administración y disponibilidad del dinero para las compras y gastos fijos (local, luz, internet,...).

### **3.1.2.1. Recursos Humanos y soporte.**

Esta área juega un papel fundamental ya que la carta de presentación en el servicio brindado es principalmente a través del personal técnico, el cual será seleccionado y capacitado en base al perfil requerido por la empresa para un puesto específico.

#### **3.1.2.1.1 Reclutamiento de personal y entrenamiento.**

La empresa cuenta con profesionales, así como personal técnico idóneo al puesto requerido. La forma de reclutamiento, se hace mediante la publicación de avisos, en medios de comunicación adecuados y Universidades e Institutos de prestigio.

Todos los postulantes pasarán por una entrevista personal, en la cual se determinará y revisará si cumplen con el Perfil Médico Ocupacional y el Perfil Preocupacional dispuesto por la empresa.

Aquel postulante seleccionado, para ocupar la vacante laboral, pasará una semana de prueba como mínimo, para verificar los conocimientos básicos respecto al puesto que postuló. Esta prueba estará a cargo del jefe de RRHH.

En caso de pasar la prueba el nuevo trabajador será instruido por el periodo de 1 semanas sobre formas, procedimientos, y reglas de trabajo que se desarrollan dentro de la empresa, ello según el puesto requerido.

### **3.1.2.1.2 Capacitación**

Los trabajadores periódicamente recibirán capacitación en aspectos técnicos y de seguridad (mediante charlas, reuniones de seguridad, entrenamiento), este es el compromiso de la empresa en beneficio de brindar un soporte técnico profesional.

### **3.1.2.2. Mantenimiento de equipos, herramientas y movilidad.**

El responsable de seguridad realizará las inspecciones planeadas a los equipos, herramientas, movilidad e instalaciones, y velará por el buen estado del mismo. En caso de requerirse recambios o reparaciones serán informados al Administrador y al Jefe de Mantenimiento, ello para anticipar la disponibilidad de dichos recursos.

### **3.1.2.3. Coordinación de los trabajos de mantenimiento.**

El Jefe de Mantenimiento coordinará los trabajos de mantenimiento con el Cliente según cronograma de trabajo, a la vez que solicitará al departamento de Logística habilitar los insumos requeridos para dichos trabajos.

En caso el Cliente solicitara algún servicio adicional al programa de mantenimiento, este será cotizado por el Jefe de Mantenimiento y se solicitará una Orden de Compra para atender dichos servicios. Dicha Orden de Compra se regularizará en el departamento de Economía y Contabilidad.

#### **3.1.2.4. Logística.**

Se guiará del programa de mantenimiento para habilitar los materiales (insumos) requeridos, además de repuestos, equipos y herramientas para dicho programa.

De tratarse de un trabajo nuevo, requerirá de la proforma del Jefe de Mantenimiento para identificar los materiales, repuestos, equipos y herramientas solicitados, ya sea mediante una compra local o importada, en ambos casos se realizará la compra a través de una Orden de Pedido.

Notar que para realizar compra alguna, Logística seguirá el procedimiento de evaluación de proveedores, considerando calidad de producto, formas de pago y garantía del producto, esta información será facilitada al Administrador.

#### **3.1.2.5. Facturación y cobranzas**

La facturación se realizará de acuerdo a lo indicado en la Orden de Compra emitida por el Cliente ya sea por servicio de mantenimiento (facturación mensual) o trabajos adicionales (adelanto, pago al final del servicio, pago a 30 días,...).

Las cobranzas se efectuarán según lo indicado en la facturación y se realizará el seguimiento hasta su cancelación. En caso de existir incumplimiento por parte del Cliente en las fechas de pago programadas, se informará a la Administración para que tome las medidas correspondientes (restringir el servicio, negociar los pagos).

### **3.2 Políticas establecidas.**

La empresa ha definido sus políticas en base a la seguridad en sus operaciones y a la calidad de servicio, esto con el objetivo de tener reconocimiento a nivel local y mejorar continuamente los procedimientos de trabajo establecidos.

#### **3.2.1 Seguridad en las operaciones.**

Para garantizar un buen servicio, se contará con un programa Integral de Salud Ocupacional el cual ha sido realizado conjuntamente al Reglamento Interno de Trabajo. Prueba de ello es la Certificación de Evaluación de Seguridad “trabajo de alto riesgo” emitida por una entidad competente (SGS).

#### **3.2.2 Calidad del servicio.**

Hoy en día no basta con cumplir con un servicio en las fechas programadas, sino brindar un servicio de calidad. Para ello se establecerán procedimientos para optimizar el uso de los recursos de la empresa, esto representará un valor agregado al servicio brindado logrando la satisfacción no solo del Cliente sino de todos los involucrados. Además de compactar costos por la optimización del tiempo empleado para tal fin.

##### **3.2.2.1 Soporte vía el “Help Desk”**

Para todo el servicio de mantenimiento se contará con una plataforma de ayuda “Cliente / servidor” las 24 horas, con la finalidad de agilizar el tiempo de respuesta

de atención a imprevistos y correctivos. A través de una línea se recibirán los reportes de servicio y se monitorearán hasta el cierre de atención.

También se contará con servicio de telefonía móvil Red Privada Movistar (RPM), ello para una comunicación fluida y a bajo costo. Además de correos electrónicos personalizados y una línea de fax directa.

### **3.2.2.2 Consideraciones de los servicios de mantenimiento.**

- Se realizará los servicios técnicos según la frecuencia establecida en el programa. Y atender los correctivos de forma prioritaria.
- Se instruirá y recomendará al lavandero el correcto manejo de los equipos.
- Se presentará al Cliente un reporte técnico después de cada servicio según los parámetros exigidos por el fabricante de los equipos, indicando observaciones y/o recomendaciones para los mismos.
- Se actualizará la cartilla de servicios para cada equipo, ello para llevar el historial de atenciones del equipo.

### **3.2.2.3 Tiempos de repuesta para atención a imprevisto y emergencias.**

Las llamadas de emergencia se atenderán de forma preferencial y permanente, las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Para ello se contará con la infraestructura necesaria como teléfonos fijos, móviles (RPM), fax, internet (correo electrónico), entre otros. Dependiendo del tipo de llamada, se indicará a continuación el tiempo de respuesta:

### **3.2.2.3.1 Llamadas de rutina.**

Esta llamada se atenderá y se solucionará el problema a más tardar hasta las 06 horas posteriores al recibo de la llamada en horas laborables.

### **3.2.2.3.2 Llamadas de emergencia comercial.**

Para esta atención se estará en el sitio de trabajo dentro de 02 horas luego de recibida la llamada. Estas llamadas las atenderemos las 24 horas del día, los 7 días a la semana.

### **3.2.2.4 Stock de repuestos.**

Se mantendrá un kit de accesorio básico que permitirá una excelente atención a servicios de mantenimientos tanto preventivos como correctivos. Seguido se detalla algunos accesorios que formarán parte de este kit de emergencia y que se mantendrá a disposición cuando se requiera:

- Válvula de drenaje de 3" de diámetro.
- Sensor de nivel de agua
- Pulsador Start y on-off
- Contactor de 30amp y 40amp
- Llaves termo magnéticas 30amp y 40amp
- Timer de 15 y 60 min
- Termostato
- Switch de puerta

- Empaquetadura de puerta
- Pulsadores de mano
- Pad y cobertor
- Fajas de ingreso y planchado
- Diafragmas para válvulas de vapor
- Switch de seguridad
- Válvula solenoide de ingreso de agua fría y caliente, y de vapor
- Amortiguadores hidráulicos
- Entre otros.

La empresa se compromete a identificar y devolver cualquier parte o accesorio cambiado, esto para su respectivo descargo en los inventarios del departamento de lavandería del Hotel.

#### **3.2.2.5 Catálogos e información técnica.**

Se mantendrá como parte de la información y know how, los principales catálogos y manuales de operación y que a su vez se pone en calidad de disponible a quienes lo solicite del Hotel.

- Manual de instalación y mantenimiento de equipos de la marca Unimac, Speed Queen, Ajax, Cissell, Forenta.
- Manual de dispositivos eléctricos.
- Procedimientos de trabajo con seguridad.

### **3.3 Infraestructura y equipamiento.**

La empresa tendrá una ventaja competitiva en el mercado que brinda servicios, ya que contará con una infraestructura bien ubicada geográficamente y con equipamiento acorde a las necesidades del Cliente, seguido se detalla dichas ventajas:

#### **3.3.1 Infraestructura y medios de transporte.**

Geográficamente la empresa que brindará el servicio se encontrará estratégicamente ubicada, desde donde se podrá movilizar a cualquier parte de Lima en el menor tiempo posible, ello debido a que se encontrará en el límite que divide la zona sur y norte de la gran Lima y por donde cruzan las principales arterias de la ciudad. Pudiendo así atender las emergencias e imprevisto en el menor tiempo posible.

Para atender el servicio de mantenimiento se contará con la siguiente infraestructura:

- Área de Mantenimiento (equipado con extintor y botiquín)
- 01 computadora con acceso a Internet
- 01 Escritorio
- 01 Mueble para los archivos
- 01 Camioneta de servicio, con SOAT actualizado y póliza de seguros contra

### **3.3.2 Equipos – Herramientas y EPP.**

Forman parte del equipamiento con que contará la empresa, los cuales se mantendrán siempre en buenas condiciones, contarán con inspecciones periódicas y recambio oportuno, evitando así retraso en las operaciones por falla de los mismos y riesgo de accidente para el técnico por usar herramientas o equipos de protección personal (EPP) en mal estado.

#### **3.3.2.1 Equipos y Herramientas.**

Se contará con un kit completo de equipo y herramientas destinado al servicio de mantenimiento a los equipos de la lavandería, los mismos que se mantendrá en buenas condiciones de operación y contarán con las certificaciones técnicas respectivas. Seguido se detalla los equipos y herramientas asignados para este programa:

- Pinza amperimétrica digital
- Multitester digital
- Manífol (juego de manómetros)
- Taladro eléctrico
- Megómetro
- Aspiradora
- Termómetro Láser
- Escalera de fibra de vidrio
- Maletín de herramientas bien equipado
- Extensión de 30 m con línea a tierra

- compresor de aire con su pistola
- Torquimetro
- juego de dado

Los equipos y herramientas de trabajo con que se mantendrán se encuentran en buen estado ya que se les realizarán las inspecciones planeadas.

### **3.3.2.2 Equipo de protección personal (EPP).**

Se contará con equipos de protección personal para todos los trabajadores. Todos de marcas reconocidas y de calidad certificadas:

- Botas dieléctricas
- Bostas con puntas acero
- Cascos de protección con barbiquejo
- Guantes dieléctrico (distintas capacidades)
- Gafas de protección
- Conos de seguridad
- Cintas para bordear
- Candados de cierre para tableros
- Candados de cierre para llave térmica
- Etiquetas de des-energizado
- Uniforme anti-inflamable

Y como equipos de primeros auxilios se contará con botiquines y extintores in **situ**.

## CAPITULO 4

### IMPLEMENTACIÓN PROGRAMÁTICA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

#### 4.1 Lay Out de los equipos y su clasificación.

En la Tabla 4.1 se muestra la relación de los equipos existentes en el área de lavandería, los cuales están codificados como se muestra en el Lay Out de los equipos de lavandería de la figura 4.1.

Nº	EQUIPOS	MARCA	MODELO	CODIFICACION
1	Plancha prensa	Hoffman	HBCM-1	PLP-01
2	Plancha prensa	Hoffman	HBC-45	PLP-02
3	Plancha prensa	Hoffman	HBC-15	PLP-03
4	Plancha p/cuellos	Hoffman	HALCY-8	PLP-04
5	Maniquí p/sacos	Cissell	CF-100	MAN-01
6	Lavadora al seco	Forenta	P-20	LSE-01
7	Calandria	Speed Queen	QRF120	CAL-01
8	Lavadora a vapor	Unimac	UF250	LAV-01
9	Lavadora a vapor	Unimac	UF135	LAV-02
10	Lavadora a vapor	Unimac	UF85	LAV-03
11	Lavadora comercial	Speed queen	EA2021WA	LAV-04
12	Secadora a vapor	Speed Queen	ST120CSH	SEC-01
13	Secadora a vapor	Speed Queen	ST120CSH	SEC-02
14	Secadora a vapor	Speed Queen	STB50CSH	SEC-03
15	Secadora comercial	Speed Queen	EE2007WT	SEC-04

Tabla 4.1 Criterio de selección de equipos

Del Lay Out se describe el proceso de lavado, el cual iniciará con la recepción de toda la ropa a lavar, la cual será clasificada en los carritos existentes dentro del área de lavandería. La ropa ingresará a las lavadoras, luego a las secadoras.

# LAY OUT DE EQUIPOS DE LAVANDERIA

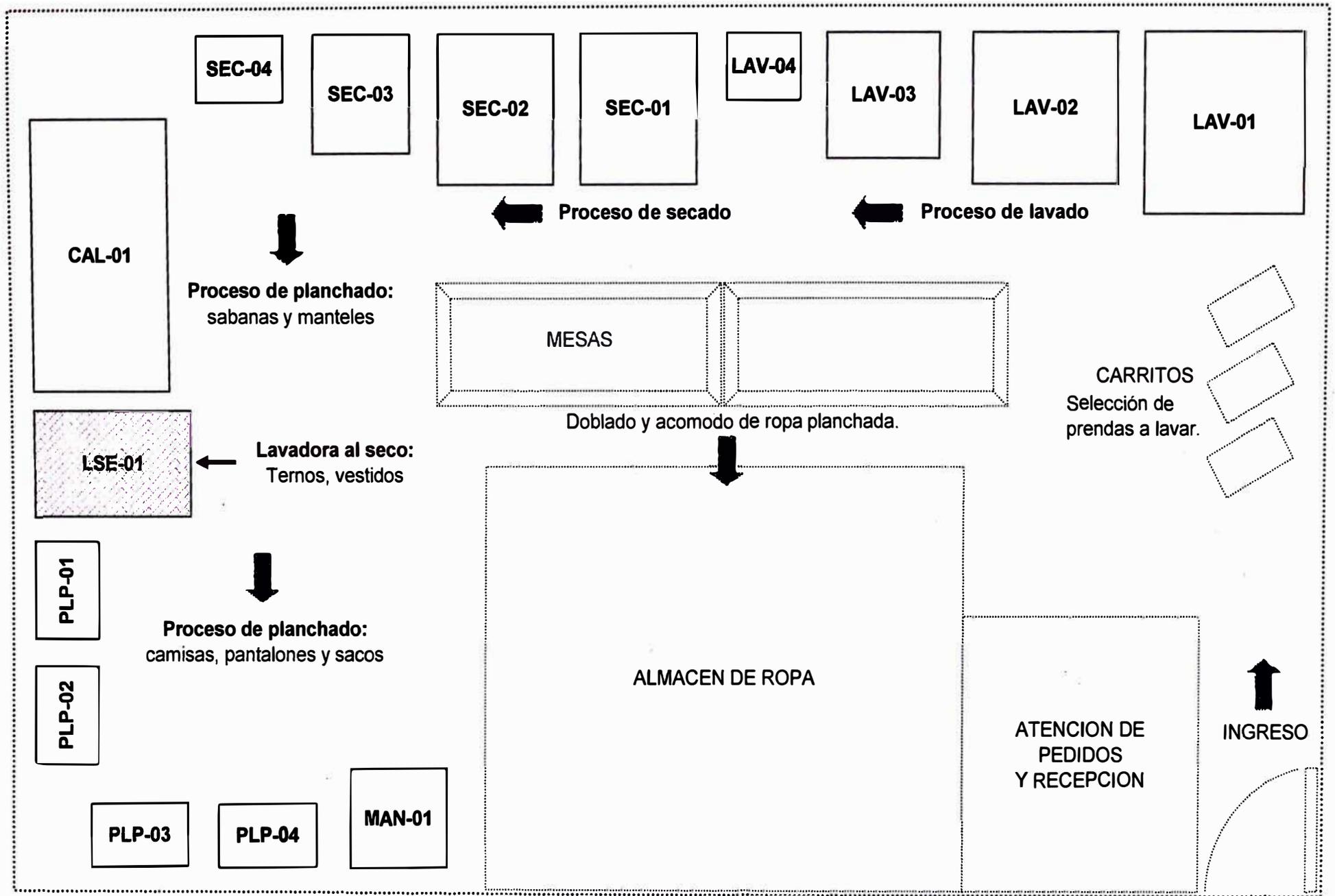


Fig. 4.1 Lay Out de equipos de lavanderia del Hotel Los Delfines

Después de la secadora, en el caso de las sabanas y manteles estos serán planchados en la calandria, las camisas y pantalones en las planchas prensa. Los sacos serán lavados en la lavadora al seco y planchados en el Maniquí. La ropa luego de terminar el planchado será acondicionada en el almacén listo para ser atendido.

El tiempo de todo un proceso de lavado es aproximadamente 01 hora y existen 02 turnos (mañana y tarde).

#### **4.1.1 Clasificación de equipos.**

Ver definiciones en Capítulo 2. SubCapítulo 2.3, numeral 2.3.4.

N°	EQUIPO / CODIFICACION	ANTIGUEDAD	CRITICIDAD	CLASIFICACION
1	PLP-01	B	2	B2
2	PLP-02	B	2	B2
3	PLP-03	B	3	B3
4	PLP-04	B	2	B2
5	MAN-01	B	1	B4
6	LSE-01	B	1	B1
7	CAL-01	B	1	B1
8	LAV-01	B	2	B2
9	LAV-02	B	2	B2
10	LAV-03	B	3	B3
11	LAV-04	B	5	B5
12	SEC-01	B	2	B2
13	SEC-02	B	2	B2
14	SEC-03	B	3	B3
15	SEC-04	B	5	B5

Tabla 4.2 Clasificación de equipos según antigüedad y criticidad.

## **4.2 Descripción del mantenimiento.**

Será realizado periódicamente basándose en el procedimiento para mantenimiento preventivo establecido por la empresa, y las tareas a realizar serán las recomendadas por el fabricante de los equipos y según las necesidades de los mismos.

### **4.2.1 Procedimiento del servicio de mantenimiento.**

- Evaluar las condiciones de los equipos y del entorno de la lavandería previo al servicio de mantenimiento (por ejemplo que no esté resbaloso el piso, exista disponibilidad de los equipos).
- Check in (comunicar al Jefe de Mantenimiento el inicio del servicio).
- Solicitar permiso de trabajo por la persona designada por el Hotel.
- Charla de seguridad de 5 minutos antes de iniciar los trabajos.
- Verificar el AST (evaluación de riesgos).
- Señalizar la zona de trabajo.
- Ejecutar el servicio de mantenimiento
- Verificar las pruebas de funcionamiento de los equipos concluido el mantenimiento a través del check list (ver tabla 4.3).
- Limpiar zona de trabajo.
- Firma del reporte técnico de mantenimiento por el encargado del Hotel.
- Check out (comunicar al Jefe de Mantenimiento la culminación del servicio).
- Elaborar y enviar informe técnico al Hotel.
- Facturar los servicios realizados mensualmente.

#### **4.2.2 Detalle del servicio de mantenimiento.**

Comprende el servicio de mantenimiento programado y realizado aún sin la aparición de fallas o desperfectos y que consistirá en la inspección, diagnóstico, limpieza, regulación, comprobación operativa, puesta en marcha y recomendaciones para el correcto funcionamiento de los equipos. Todo ello realizado según la frecuencia del servicio. Ver Tabla 4.4.

#### **4.3 Cronograma de mantenimiento.**

El cronograma menciona la cantidad de equipo y las fechas en que se realizará el mantenimiento preventivo con una frecuencia de actividad de PARADA de los equipos, esto tomando en cuenta la disponibilidad de los equipos, esto a partir de las 7:00 p.m. (fuera del segundo turno de trabajo de la lavandería).

#### **4.4 Atención a imprevistos ó emergencias.**

Al presentarse averías, desperfectos y/o irregularidades menores en cualquiera de los equipos (propias por el uso de los mismos), el Hotel podrá solicitar la presencia de un técnico para realizar una evaluación del incidente, revisión y regulación. Estos servicios se atenderán de forma prioritaria las 24 horas del día para todos los días del año.

CHECK LIST DE OPERATIVIDAD DEL EQUIPO					Nº
EQUIPO: LAVADORA A VAPOR UNIMAC			MODELO Y SERIE: UF135PV		
TECNICO A CARGO:					
ITEM	PARTE	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	Min	Max	V.B.
1.	Suministro de agua	Revisar presiones y fugas en conexiones de mangueras a válvulas de agua.	50 psi	125 psi	
2.	Suministro de vapor	Revisar presión y fugas en conexiones de mangueras a válvula de vapor.	50 psi	100 psi	
3.	Suministro eléctrico	Verificar que el aislante este intacto en todos los cables externos.	No aplica		
4.	Sistema de puerta	Revisar el seguro y el sistema de enclavamiento de puerta antes de usar el equipo:			
		Tratar de arrancar la máquina con la puerta abierta.	No aplica		
		Cerrar la puerta sin ponerle el seguro e intentar arrancar la máquina.	No aplica		
		Cerrar y poner el seguro a la puerta, presionar start y luego intentar abrir la puerta.	No aplica		
		Limpiar la empaquetadura de la puerta quitando partículas extrañas.	No aplica		
		Dejar la puerta abierta al final del turno para que se evapore la humedad.	No aplica		
5.	Conexiones de agua	Inspeccionar todas las conexiones de tubería de recirculación de agua.	No aplica		
6.	Caja de mandos	Limpiar los filtros de protección contra polvo de la caja de mandos de CA.	No aplica		
7.	Motor Principal	Limpiar los filtros del ventilador de enfriamiento del motor eléctrico.	No aplica		
8.	Suministro de detergente	Limpiar el surtidor automático de detergentes y su tapa.	No aplica		
9.	Carcasa	Limpiar la parte superior, delantera y los paneles laterales.	No aplica		
OBSERVACIONES		DESCRIPCION DE LA OBSERVACION			
1.					
2.					

**Recomendación:** Antes de cargar la ropa a la lavadora, revisarla que no contengan objetos (botones, clips, monedas, entre otros) que puedan dañar el equipo en su funcionamiento (especialmente el sistema de drenaje).

Tabla 4.3 Check List para la lavadora UNIMAC UF135PV, ha realizarse finalizado el servicio de mantenimiento.

EQUIPOS	DETALLE
PLP-01 PLP-02 PLP-03 PLP-04 MAN-01	<p><b>sistema neumático</b>            revisión de válvula de distribución neumática            revisión de filtros de aire, lubricación            ajuste de válvulas neumáticas            regulación de pistón</p> <p><b>sistema eléctrico</b>            revisión de motor eléctrico            revisión de cableado            revisión y limpieza de contactores, relay e interruptores            verificación de voltaje y amperaje            verificación de funcionamiento de controles y mandos            ajuste de terminales y contactos            limpieza exterior</p>
LSE-01	<p><b>sistema mecánico</b>            limpieza de filtros de aire y filtros toma pelusas            limpieza de filtro ecológico y filtro contra polvos            revisión y limpieza de decolorador            limpieza y revisión de condensador-separador            revisión y limpieza interna del destilador            limpieza de control de secado            revisión de regulador de presión de aire, agua y vapor            verificación de control de lubricación            lubricación de cojinetes            revisión de sistema de transmisión y templado de fajas            revisión de sistema neumático            revisión de sistema de refrigeración (presostatos, válvulas, manómetros)</p> <p><b>sistema eléctrico</b>            revisión y limpieza de tablero electrónico-eléctrico            revisión sistemas de seguridad (switch's, indicador luminoso)            revisión de motores lavado, extracción, ventilación, bomba</p>
CAL-01	<p><b>sistema mecánico</b>            revisión y lubricación de partes móviles            rodamientos principales y chumaceras            revisión de tensión de fajas            aplicación de antideslizantes            revisión y engrase de cadenas y engranajes            limpieza de los extractores de vahos            revisión del sistema neumático:            Válvula de distribución neumática y filtro de aire, aplicación de aceite.            revisión de pistones neumáticos            ajuste de pernos y tuercas</p> <p><b>sistema eléctrico</b>            revisión de los motor eléctrico            revisión de carbones o escobillas            revisión de cableado            revisión y limpieza de tarjeta electrónica            contactores, relay e interruptores            verificación de voltaje y amperaje            verificación de funcionamiento de controles y mandos            ajuste de terminales y contactos            limpieza exterior</p>

Tabla 4.4 Detalle del servicio de mantenimiento preventivo

EQUIPOS	DETALLE
LAV-01 LAV-02	<b>sistema mecánico</b> revisión y lubricación de partes móviles, rodamientos principales y chumaceras revisión de rodamientos de motores revisión de tensión de fajas y aplicación de antideslizantes revisión de válvula neumática de drenaje revisión y ajuste de pernos y tuercas revisión del dispensador de detergente
LAV-03 LAV-04	<b>sistema eléctrico</b> revisión de los motores de velocidad revisión de cableado eléctrico revisión y limpieza de tarjeta electrónica, contactores, relay e interruptores verificación de voltaje y amperaje verificación de funcionamiento de controles y mandos limpieza exterior
SEC-01 SEC-02 SEC-03 SEC-04	<b>sistema mecánico</b> revisión de tensión de fajas trapecoidal y plana canalizada aplicación de antideslizantes limpieza de trampa de pelusa revisión de tensión de fajas revisión y limpieza de filtros de pelusa <b>sistema de vapor</b> limpieza de filtro de ingreso y de condensado de vapor limpieza de radiador (intercambiador de calor)
	<b>sistema eléctrico</b> revisión de los motor eléctrico revisión de cableado revisión y limpieza de tarjeta electrónica, contactores, relay e interruptores verificación de voltaje y amperaje verificación de funcionamiento de controles y mandos limpieza exterior

Continuación Tabla 4.4 Detalle del servicio de mantenimiento preventivo

#### **4.5 Servicios correctivos.**

Comprende las tareas necesarias para la puesta en operatividad del equipo dañado ocasionadas por el uso normal del equipo y/o por desgaste propios de la máquina o de sus partes, y su retorno al óptimo funcionamiento. Considera una frecuencia de actividad de parada y/o renovación de los equipos

#### **4.6 Equipos considerados.**

Según la clasificación de los equipos de la definición del Capítulo 2, SubCapítulo 2.3, numeral 2.3.4, consideraremos los equipos más críticos en la Tabla 4.5.

N°	EQUIPO / CODIFICACION	ANTIGUEDAD	CRITICIDAD	CLASIFICACION
1	PLP-01	B	2	B2
2	PLP-02	B	2	B2
3	PLP-03	B	3	B3
4	PLP-04	B	2	B2
5	MAN-01	B	1	B1
6	LSE-01	B	1	B1
7	CAL-01	B	1	B1
8	LAV-01	B	2	B2
9	LAV-02	B	2	B2
10	LAV-03	B	3	B3
11	LAV-04	B	5	B5
12	SEC-01	B	2	B2
13	SEC-02	B	2	B2
14	SEC-03	B	3	B3
15	SEC-04	B	5	B5

Tabla 4.5 Equipos considerados para el mantenimiento preventivo.

#### **4.7 Frecuencia del servicio.**

Se contempla realizar el mantenimiento preventivo de acuerdo a la Tabla 4.6.

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	DURACION	COMPLEJIDAD
OPERACIÓN	Por turnos, diarias, semanales o por equivalencia en horas.	De 01 a 20 minutos.	Inspección y control, NO INTERRUMPE LA PRODUCCION.
PARADA	Quincenal, mensual, bimensual, trimestral, semestral o equivalente en horas.	De 30 minutos a 02 horas.	Revisiones o cambio de materiales o partes no estructurales, PUEDE INTERRUMPIR LA PRODUCCION.
RENOVACION	Anual, bianual o equivalente en horas.	Establecida por la complejidad de su ejecución.	Basada en recambio estructural de partes y piezas y componentes, INTERRUMPE LA PRODUCCION.

Tabla 4.6 Frecuencia del servicio.

Los servicios de mantenimiento para la actividad en parada de equipos se realizará según la tabla 4.7, y para actividades con los equipos en operación se realizará según la tabla 4.8. Los servicios por atención a imprevistos y servicios correctivos de renovación se atenderán de forma prioritaria.

#### **4.8 Administración de reportes técnicos de trabajo y de informes técnicos.**

##### **4.8.1 Reportes técnicos.**

Cada servicio atendido, ya sea trabajos preventivos o correctivos, atenciones a emergencia e imprevistos será registrado a través de un reporte técnico (ver tabla 4.9), el mismo que será presentado inmediatamente después de dichos servicios al personal encargado del Hotel.

## CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - EN PARADA

**OBRA** : MANTENIMIENTO A EQUIPOS DE LAVANDERIA  
**ENTIDAD** : HOTEL LOS DELFINES  
**PERIODO** : ANUAL  
**HORARIO** : 7:00 P.M. - 11:00 P.M.

#	EQUIPOS	MARCA	MODELO	CODIFICACION	PRIMER AÑO											
					15-Ene.	15-Feb.	15-Mar	15-Abr.	15-May	15-Jun	15-Jul	15-Ago	15-Sep	15-Oct	15-Nov	15-Dic
1	Plancha prensa	Hoffman	HBCM-1	PLP-01	o		o		o		o		o		o	
2	Plancha prensa	Hoffman	HBC-45	PLP-02	o		o		o		o		o		o	
3	Plancha prensa	Hoffman	HBC-15	PLP-03		o		o		o		o		o		o
4	Plancha p/cuellos	Hoffman	HALCY-8	PLP-04		o		o		o		o		o		o
5	Maniquí p/sacos	Cissell	CF-100	MAN-01		o		o		o		o		o		o
6	Lavadora al seco	Forenta	P-20	LSE-01	o		o		o		o		o		o	
7	Calandria	Speed Queen	QRF120	CAL-01		o		o		o		o		o		o
8	Lavadora a vapor	Unimac	UF250	LAV-01	o		o		o		o		o		o	
9	Lavadora a vapor	Unimac	UF135	LAV-02		o		o		o		o		o		o
10	Lavadora a vapor	Unimac	UF85	LAV-03	o		o		o		o		o		o	
11	Lavadora comercial	Speed queen	EA2021WA	LAV-04	o		o		o		o		o		o	
12	Secadora a vapor	Speed Queen	ST120CSH	SEC-01	o		o		o		o		o		o	
13	Secadora a vapor	Speed Queen	ST120CSH	SEC-02		o		o		o		o		o		o
14	Secadora a vapor	Speed Queen	STB50CSH	SEC-03		o		o		o		o		o		o
15	Secadora comercial	Speed Queen	EE2007WT	SEC-04		o		o		o		o		o		o

: EQUIPOS A LOS CUALES SE REALIZARA EL MANTENIMIENTO EN LA FECHA INDICADA

: FECHAS EN QUE SE REALIZARA LA ATENCION A IMPREVISTOS, EMERGENCIAS Y CORRECTIVOS

**NOTA:**

- PARA REALIZAR CONVENIENTEMENTE LOS SERVICIOS DE MANTENIMIENTO, FAVOR DE PONER LOS EQUIPOS A DISPOSICION DE LOS TECNICOS EN LAS FECHA PROGRAMADAS.
- ES IMPORTANTE LA PRESENCIA DEL OPERADOR DE LOS EQUIPOS DE LAVANDERIA PARA PODER MANIPULAR LOS EQUIPOS SIN DIFICULTAD ALGUNA.

**TELEFONO DE EMERGENCIA (24 HORAS)**

JEFE DE MANTENIMIENTO EMPRESA CONTRATISTA	GERENTE DE MANTENIMIENTO HOTEL LOS DELFINES
--	--

Tabla 4.7 Cronograma de mantenimiento preventivo con parada de equipos

## CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO - EN OPERACION

**OBRA** : MANTENIMIENTO A EQUIPOS DE LAVANDERIA  
**ENTIDAD** : HOTEL LOS DELFINES  
**PERIODO** : ANUAL  
**HORARIO** : 9:00 A.M. - 5:00 P.M.

#	EQUIPOS	MARCA	MODELO	CODIFICACION	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SETIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
					1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
1	Lavadora al seco	Forenta	P-20	LSE-01	AV	M		AV			AV			AV			AV	M		AV			AV			AV			AV	M		AV			AV			AV		
2	Calandria	Speed Q.	QRF120	CAL-01	AV	AL		AV			AV			AV			AV			AV	AL		AV			AV			AV			AV			AV			AV		
3	Lavadora a vapor	Unimac	UF250	LAV-01	AV	M		AV			AV			AV	M		AV			AV			AV			AV			AV	M		AV			AV			AV		
4	Lavadora a vapor	Unimac	UF135	LAV-02	AV	M		AV			AV			AV	M		AV			AV			AV			AV			AV	M		AV			AV			AV		
5	Lavadora a vapor	Unimac	UF85	LAV-03	AV	M		AV			AV			AV	M		AV			AV			AV			AV			AV	M		AV			AV			AV		
6	Secadora a vapor	Speed Q.	ST120CSH	SEC-01	AV	M		AV			AV			AV	M		AV			AV			AV			AV			AV	M		AV			AV			AV		
7	Secadora a vapor	Speed Q.	ST120CSH	SEC-02	AV	M		AV			AV			AV	M		AV			AV			AV			AV			AV	M		AV			AV			AV		
8	Secadora a vapor	Speed Q.	STB50CSH	SEC-03	AV	M		AV			AV			AV	M		AV			AV			AV			AV			AV	M		AV			AV			AV		

- AV** : ANALISIS VIBRACIONAL A LOS RODAMIENTOS (MENSUAL).
- AL** : ANALISIS DE LUBRICACION DE REDUCTOR (SEMESTRAL).
- M** : MEGADO DE LOS MOTORES ELECTRICOS (CADA 04 MESES).

**NOTA:**

- ES IMPORTANTE LA PRESENCIA DEL OPERADOR DE LOS EQUIPOS DE LAVANDERIA PARA PODER MANIPULAR LOS EQUIPOS SIN DIFICULTAD ALGUNA.

**TELEFONO DE EMERGENCIA (24 HORAS)**

JEFE DE MANTENIMIENTO EMPRESA CONTRATISTA	GERENTE DE MANTENIMIENTO HOTEL LOS DELFINES
--	--

Tabla 4.8 Cronograma de mantenimiento predictivo con los equipos en operación.

En el reporte se mencionará la actividad realizada, las observaciones y recomendaciones a tener en cuenta. Si se recomendara alguna actividad correctiva esta será cotizada, y estará a la espera de la aprobación del Cliente para su programación y realización. Cada reporte generado será registrado para tener el historial del equipo. (Ver Tabla 5.0).

REPORTE DE SERVICIO TECNICO					
<b>CLIENTE:</b>		<b>TIPO DE SERVICIO</b> PREVENTIVO <input type="checkbox"/> CORRECTIVO <input type="checkbox"/> PREDICTIVO <input type="checkbox"/> EMERGENCIA <input type="checkbox"/>			
<b>EQUIPO:</b>	<b>MARCA:</b>	<b>MODELO:</b>	<b>N° SERIE:</b>		
<b>ESTADO DE EQUIPO:</b> INOOPERATIVO <input type="checkbox"/> OPERATIVO <input type="checkbox"/>		<b>SOLUCION DE AVERIA:</b> DEFINITIVA <input type="checkbox"/> MOMENTANEA <input type="checkbox"/> NO SE SOLUCIONO <input type="checkbox"/>			
<b>PARTE AVERIA:</b>		<b>NATURALEZA DE AVERIA:</b> MECANICA <input type="checkbox"/> ELECTRONICA <input type="checkbox"/> HIDRAULICA <input type="checkbox"/> ELECTRICA <input type="checkbox"/> NEUMATICA <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>			
<b>DETALLE DE INTERVENCION:</b>					
<b>REPUESTOS UTILIZADOS:</b>			<b>OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:</b>		
<b>TECNICOS:</b>		<b>FECHA:</b>		<b>CLIENTE:</b>  NOMBRE / FIRMA / SELLO	
		H. INICIO:	H. SALIDA:		
		TCO RESPONSABLE			

Tabla 4.9 Reporte de servicio técnico.

Ítem	N° Reporte	Fecha	Equipo	Tiempo duración	Técnico	Observaciones y/o recomendaciones

Tabla 5.0 Registro de los reportes.

#### **4.8.2 Informes técnicos.**

Estos serán realizados y entregados al Hotel mensualmente para llevar un control actualizado del estado general de los equipos. Y será un resultado de todos los reportes técnicos efectuados en ese mes, donde se contemplará la actividad realiza, estado final del equipo, observaciones, recomendaciones y sugerencias.

## CAPITULO 5

### IMPLEMENTACIÓN PROGRAMÁTICA DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO

#### 5.1 Clasificación de equipos a considerar.

Se realizará el análisis de criticidad (ver Tabla 5.1) según la definición del Capítulo 2, SubCapítulo 2.4, numeral 2.4.3, a todos los equipos de lavandería, ello para determinar la necesidad del mantenimiento predictivo.

Nº	EQUIPO SEGÚN CODIFICACION	CRITERIO DE SELECCIÓN, SEGÚN ITEM									NIVEL DE CALIFICACION
		1.	2.	3.	4.				5.	6.	
					4.1	4.2	4.3	4.4			
1	PLP-01	0	1	1	1	1	1	0	1	0	6
2	PLP-02	0	1	1	1	1	1	0	1	0	6
3	PLP-03	0	1	1	1	1	1	0	1	0	6
4	PLP-04	0	1	1	1	1	1	0	1	0	6
5	MAN-01	2	1	1	1	0	0	0	2	0	7
6	LSE-01	2	1	3	1	1	0	0	2	1	11
7	CAL-01	4	1	2	1	0	0	0	2	1	11
8	LAV-01	2	1	3	1	1	0	0	2	0	10
9	LAV-02	2	1	3	1	1	0	0	2	0	10
10	LAV-03	2	1	3	1	1	0	0	2	0	10
11	LAV-04	0	1	1	1	1	0	0	1	0	5
12	SEC-01	2	1	2	1	1	1	1	1	0	10
13	SEC-02	2	1	2	1	1	1	1	1	0	10
14	SEC-03	2	1	2	1	1	1	1	1	0	10
15	SEC-04	0	1	1	1	1	0	0	1	0	5

Tabla 5.1 Criterio de selección de equipos a considerar para mantenimiento predictivo.

## 5.2 Identificación de equipos de mayor costo en la producción.

Del nivel de calificación de la Tabla 5.1, los equipos más críticos y de costosa reparación a los cuales se consideran necesarios la implementación del programa, se muestran en la Tabla 5.2.

Nº	EQUIPO SEGÚN CODIFICACION	NIVEL DE CALIFICACION
1	LSE-01	11
2	CAL-01	11
3	LAV-01	10
4	LAV-02	10
5	LAV-03	10
6	SEC-01	10
7	SEC-02	10
8	SEC-03	10

Tabla 5.2 Equipos considerados para el mantenimiento predictivo.

## 5.3 Descripción de las tareas predictivas.

Identificado los equipos para el mantenimiento predictivo, dentro de los procedimientos requeridos para tal fin, se iniciará identificando las fallas y efectos comunes propios de la operación del equipo.

Así se cuente con el programa preventivo, se requerirá de todas maneras realizar un monitoreo de parámetros que ocasionan estas fallas, seleccionando las técnicas y métodos para dicho monitoreo, logrando de esta manera determinar con anticipación las fallas y programar las acciones correctivas oportunamente.

### **5.3.1 Análisis de fallas y efecto.**

Al haber identificado los equipos que incluyen este programa, se procederá a determinar la causa raíz de las fallas potenciales que generan un sobre costo al corregirlas, dentro de este análisis no solo se busca el porque ocurrió; sino, que hacer para prevenir o en su defecto anticipar su ocurrencia.

En la tabla 5.3 se describen a modo de ejemplo las fallas potenciales para una lavadora de 250 lb, los cuales son similares para las demás lavadoras y secadoras. Donde con el uso de técnicas de monitoreo podremos optimizar los recursos tanto de mano de obra, anticipación de repuestos, programación efectiva de tareas requeridas (tanto de mantenimiento preventivo como de mantenimiento predictivo).

Vale la pena mencionar que los efectos por la falta de un buen mantenimiento preventivo y predictivo traen fallas funcionales con costos que superan el 20 % del costo del equipo, lo cual se puede evitar realizando un buen análisis de fallas y efectos tomando las acciones pertinentes.

## ANALISIS DE FALLAS Y EFECTOS

Ítem	Función	Falla Funcional	Modo de Falla	Frecuencia de Ocurrencia	Efecto de la Falla	Consecuencias de la Falla	Tareas de Mantenimiento Propuestas					
							Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisiones del MCC	Acciones de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Número óptimo de repuestos	Personal	
1	Realizar un ciclo de lavado (proceso de lavado y centrifugado) con un 80% de la carga nominal.	1A Presentar deficiencia en un ciclo de lavado ya que el cilindro gira lentamente.	1A1	Falla en rodamientos los cuales presentan desgaste.	01 cada 06 meses	Al presentar desgaste en los rodamientos, estos empiezan a desgastar los retenes y friccionar el eje principal desgastandolo a tal punto de descentrar el cilindro. Esto ocasiona un golpeteo y baja en el rendimiento del equipo. Tiempo de reparación a emplear 16 horas.	Impacto Operacional: afecta la producción (ya que el equipo queda fuera de servicio), generando perdidas operacionales (envío de la ropa a una lavandería) además del costo de reparación (M.O. + repuesto).	Preventiva (detectivas)	Revisión, evaluación y cambio en las tareas de mantenimiento predictivo y preventivo.	Según cronograma de mantenimiento predictivo.	cero repuestos	02 Mecánicos, 01 ayudante
			1A2	Falla en motor eléctrico el cual presenta recalentamiento.	01 cada 06 meses	Salta el termico desactivando el funcionamiento del motor electrico, esto por un cortocircuito en dicho motor. Tiempo de reparación a emplear 16 horas.	Impacto Operacional: afecta la producción (ya que el equipo queda fuera de servicio), generando perdidas operacionales (envío de la ropa a una lavandería) además del costo de reparación (M.O. + repuesto).	Preventiva (detectivas)	Revisión, evaluación y cambio en las tareas de mantenimiento predictivo y preventivo.	Según cronograma de mantenimiento predictivo.	cero repuestos	01 Ayudante, 01 Electricista
			1A3	Falla en el sistema de transmisión, la faja se encuentra desgastada.	01 vez al año	Deslizamiento de faja en polea de transmisión, disminuyendo la potencia y velocidad de giro del cilindro. Tiempo de reparación a emplear 02 horas.	Impacto Operacional: afecta la producción (ya que el equipo queda fuera de servicio), generando perdidas operacionales (envío de la ropa a una lavandería) además del costo de reparación (M.O. + repuesto).	Preventiva	Evaluación y cambio en las tareas de mantenimiento predictivo.	Según cronograma de mantenimiento preventivo.	01 faja en almacen	01 Mecánico, 01 ayudante
		1B	No completar el ciclo de lavado por activación del sensor de vibración y plantar la máquina.	1B1	Descentrado de cilindro, por encontrarse desgastado el eje principal.	01 cada 06 meses	Al desgastarse el eje y descentrar el cilindro, se produce alteraciones de diseño en la estructura del equipo ocasionando vencimiento en los resortes y amortiguadores. Tiempo de reparación a emplear 16 horas.	Impacto Operacional: afecta la producción (ya que el equipo queda fuera de servicio), generando perdidas operacionales (envío de la ropa a una lavandería) además del costo de reparación (M.O. + repuesto).	Preventiva (detectivas)	Revisión, evaluación y cambio en las tareas de mantenimiento predictivo y preventivo.	Según cronograma de mantenimiento predictivo.	cero repuestos

Tabla 5.3 Analisis de falla y efecto potencial en una lavadora industrial de 250 lb.

### 5.3.2 Parámetros factibles a monitorear.

Nº	Equipo	Parámetros factibles a monitorear
1	LSE-01	Vibración de rodamientos. Resistencia del aislamiento de bobina de motor eléctrico.
2	CAL-01	Vibración de rodamientos. Baja lubricación de reductor.
3	LAV-01	Vibración de rodamientos. Resistencia del aislamiento de bobina de motores eléctricos.
4	LAV-02	Vibración de rodamientos. Resistencia del aislamiento de bobina de motores eléctricos.
5	LAV-03	Vibración de rodamientos. Resistencia del aislamiento de bobina de motores eléctricos.
6	SEC-01	Vibración de cojinetes (falla de rodamientos y cojinetes). Resistencia del aislamiento de bobina de motor eléctrico.
7	SEC-02	Vibración de cojinetes (falla de rodamientos y cojinetes). Resistencia del aislamiento de bobina de motor eléctrico.
8	SEC-03	Vibración de cojinetes (falla de rodamientos y cojinetes). Resistencia del aislamiento de bobina de motor eléctrico.

Tabla 5.4 Parámetros a monitorear de los equipos.

### 5.3.3 Selección de la técnica y el método para el monitoreo.

Las técnicas a emplearse para las actividades de mantenimiento predictivo serán el análisis vibracional y el análisis de lubricación, realizados por una empresa tercera, ello por el costo de los equipos. Y el megado de motores será realizado por los técnicos de la empresa que brindará el servicio de mantenimiento predictivo, esto por ser el método mas adecuado y económico, ello de acuerdo a las

necesidades de los equipos.

### **5.3.3.1 Análisis vibracional.**

Considera los siguientes parámetros de medición de vibración de rodamientos:

- **Frecuencia:** Es el tiempo necesario para completar un ciclo vibratorio. En los estudios de Vibración se usan los CPM (ciclos por segundo) o HZ.
- **Desplazamiento:** Es la distancia total que describe el elemento vibrante, desde un extremo al otro de su movimiento.
- **Velocidad y Aceleración:** Como valor relacional de los anteriores.
- **Dirección:** Las vibraciones pueden producirse en 3 direcciones lineales y 3 rotacional.

En cada muestra podemos conseguir y/o estudiar los siguientes factores que afectan a los equipos seleccionados:

- **Elementos de desgaste:** Hierro, Cromo, Aluminio, Cobre, Estaño, Plomo.
- **Conteo de partículas:** Determinación de la limpieza, ferrografía.
- **Contaminantes:** Silicio, Sodio, Agua, Oxidación, Sulfatos, Nitratos.
- **Aditivos y condiciones del lubricante:** Magnesio, Calcio, Zinc, Fósforo, Boro, Azufre, Viscosidad.
- **Gráficos e historial:** Para la evaluación de las tendencias a lo largo del tiempo.

### **5.3.3.2 Megado de motores eléctricos.**

Se hará uso de un megómetro para determinar la resistencia de aislamiento de los motores eléctricos y la necesidad de estufado, barnizado o en el peor de los casos rebobinado.

### **5.3.3.3 Análisis de lubricación.**

Se realizará análisis rutinarios: se define una frecuencia de muestreo, siendo el objetivo principal de los análisis la determinación del estado del aceite, nivel de desgaste y contaminación entre otros.

### **5.3.4 Responsable de las tareas predictivas.**

Estará a cargo del Jefe de mantenimiento, debido al elevado costo de adquisición de los equipos para las mediciones de Análisis Vibracional y Análisis de Lubricación, estos servicios se subcontratarán. El megado de motores eléctricos será realizado por un técnico electricista nuestro.

### **5.4 Frecuencia del servicio.**

N°	ACTIVIDAD	INTENSIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO
1	Análisis vibracional	En operación	Mensual	45 min
2	Megado de motor eléctrico (*)		Cada 04 meses	30 min
3	Análisis de lubricación		Semestral	10 min

(\*) Tiempo de megado para un motor eléctrico.

Tabla 5.5 Frecuencia del servicio.

### **5.5 Evaluación de mejoras.**

Al inicio del programa, aplicando las técnicas descritas anteriormente se obtendrá la información inicial de la condición de los equipos, suficiente, precisa y oportuna para la toma de decisiones.

Dependiendo de la calidad, cantidad, frecuencia de medición y el instrumental utilizado y de los informes de control, se podrá programar las tareas requeridas para mantener la confiabilidad de los equipos de lavandería.

## CAPITULO 6

### COSTOS

#### **6.1 Costo del mantenimiento preventivo.**

Se considerará los costos para las actividades de mantenimiento en operación y parada para un año, para el caso de renovación o recambio de partes o repuestos los costos dependerán de su complejidad (costo del repuesto y el tiempo de horas-hombre empleadas para su ejecución), los mismos que serán cotizados por separado. Ver costo de mantenimiento en Tabla 6.1 y Tabla 6.2.

#### **6.1.1 Costos del mantenimiento con los equipos en operación.**

De la Tabla 6.1, se considerará lo siguiente:

- Se realizará una visita por semana para todos los equipos. Teóricamente al mes se realizarían 4.33 visitas (52 semanas en un año entre 12 meses), pero no se considerará la semana en que se realizará el mantenimiento con los equipos parados, por lo que el costo de mano de obra mensual será el costo de mano de obra semanal multiplicado por 3.33.
- El tiempo estimado para la inspección de un equipo será por técnico (mecánico, electricista o refrigeración), por lo que el costo por equipo será la suma de horas-hombre de cada técnico.

## COSTO FIJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - EN OPERACIÓN

<b>1. costo mano de obra</b>						
Equipo a intervenir		minutos en obra	Cantidad de tecnicos x costo h-H			Costo M.O. (S/.)
			Mecánico S/. 18.00	Eléctricista S/. 15.00	Refrigeración S/. 16.00	
1.1	Plancha PLP-01	10	1	-	-	3.00
1.2	Plancha PLP-02	10	1	-	-	3.00
1.3	Plancha PLP-03	10	1	-	-	3.00
1.4	Plancha PLP-04	10	1	-	-	3.00
1.5	Maniqui MAN-01	10	1	-	-	3.00
1.6	Lavadora LSE-01	15	1	1	1	12.25
1.7	Calandria CAL-01	10	1	-	-	3.00
1.8	Lavadora LAV-01	15	1	1	-	8.25
1.9	Lavadora LAV-02	15	1	1	-	8.25
1.10	Lavadora LAV-03	15	1	1	-	8.25
1.11	Lavadora LAV-04	15	-	1	-	3.75
1.12	Secadora SEC-01	15	1	1	-	8.25
1.13	Secadora SEC-02	15	1	1	-	8.25
1.14	Secadora SEC-03	15	1	1	-	8.25
1.15	Secadora SEC-04	15	-	1	-	3.75
<b>Costo Mano de Obra Semanal</b>						<b>S/. 87.25</b>
<b>Costo Mensual Mano de Obra (Costo 1)</b>						<b>S/. 290.83</b>
<b>2.- Costos Adicionales</b>						
2.1	Costo administración		<b>12% del Costo 1</b>			S/. 34.90
2.2	Costo equipamiento		<b>30% del Costo 1</b>			S/. 87.25
2.3	Utilidad		<b>8% del Costo 1</b>			S/. 23.27
<b>Costo Administrativo Mensual</b>						<b>S/. 145.42</b>
<b>Costo Fijo Mensual (Costo 1 + Costo 2), En Operación</b>						<b>S/. 436.25</b>
<b>Costo Fijo Anual Mantenimiento Preventivo, En Operación</b>						<b>S/. 5,235.00</b>

Los costos no incluyen el I.G.V.

Tabla 6.1 Costos fijo de mantenimiento preventivo con los equipos en operación.

## COSTO FIJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - EN PARADA

<b>1. costo mano de obra</b>							
Equipo a intervenir		horas en obra	Cantidad de tecnicos x costo h-H				Costo M.O. (S/.)
			Mecánico S/. 27.00	Eléctricista S/. 22.50	Refrigeración S/. 24.00	Practicante S/. 13.50	
1.1	Plancha PLP-01	1.00	1	-	-	1	40.50
1.2	Plancha PLP-02	1.00	1	-	-	1	40.50
1.3	Plancha PLP-03	1.00	1	-	-	1	40.50
1.4	Plancha PLP-04	1.00	1	-	-	1	40.50
1.5	Maniqui MAN-01	1.00	1	-	-	1	40.50
1.6	Lavadora LSE-01	2.00	1	1	1	-	147.00
1.7	Calandria CAL-01	1.50	1	-	-	1	60.75
1.8	Lavadora LAV-01	1.50	1	1	-	1	94.50
1.9	Lavadora LAV-02	1.50	1	1	-	1	94.50
1.10	Lavadora LAV-03	1.00	1	1	-	1	63.00
1.11	Lavadora LAV-04	0.50	-	1	-	1	18.00
1.12	Secadora SEC-01	1.00	1	1	-	1	63.00
1.13	Secadora SEC-02	1.00	1	1	-	1	63.00
1.14	Secadora SEC-03	1.00	1	1	-	1	63.00
1.15	Secadora SEC-04	0.50	-	1	-	1	18.00
<b>Costo Mano de Obra para 15 equipos</b>							<b>S/. 887.25</b>
<b>Costo Mensual Mano de Obra</b>							<b>S/. 443.63</b>
<b>2.- Costo Materiales Fungibles</b>							
Elemento a utilizar		Unidad	Costo Unidad	Cantidad	Costo (S/.)		
2.1	Grasa albania	Kg	50.00	1/2	25.00		
2.2	Solbente dielectico	Gal	56.00	1/8	7.00		
2.3	Trapo Industrial	Kg	2.50	5	12.50		
2.4	Waype	Kg	1.80	5	9.00		
2.5	Kit de accesorios varios (terminales, cinta, ...)	Gbl	8.00	1	8.00		
<b>Costo Total de Materiales Fungibles para los 15 equipos</b>							<b>S/. 61.50</b>
<b>Costo Mensual Materiales Fungibles</b>							<b>S/. 30.75</b>
<b>3.- Costo Mensual Mano de Obra + Materiales Fungibles (Costo 3)</b>							<b>S/. 474.38</b>
<b>4.- Costos Adicionales</b>							
4.1 Costo administracion			12% del Costo 3			S/. 56.93	
4.2 Costo equipamiento			40% del Costo 3			S/. 189.75	
4.3 Utilidad			8% del Costo 3			S/. 37.95	
<b>Costo Administrativo Mensual</b>							<b>S/. 284.63</b>

**Costo Fijo Mensual (Costo 3 + Costo 4), En Parada** **S/. 759.00**

**Costo Fijo Anual Mantenimiento Preventivo, En Parada** **S/. 9,108.00**

Los costos no incluyen el I.G.V.

Tabla 6.2 Costos fijo de mantenimiento preventivo con los equipos parados.

- El costo de la hora-hombre en horario normal de trabajo (8:30 a 7:00 p.m.) será de S/. 18.00 para un técnico mecánico, S/. 15.00 para un técnico electricista, S/. 16.00 para un técnico en refrigeración y S/. 13.50 para un practicante.
- Todos los trabajos de inspección serán realizados dentro del horario normal de trabajo (HNT).
- También se incluirán en los costos de mantenimiento los costos adicionales; tales como, costos administrativos (gestión del mantenimiento), costo de equipamiento (herramientas solo para inspección, comunicaciones, infraestructura, movilidad, seguros) y la utilidad para la empresa.

#### **6.1.2 Costos de mantenimiento con parada de equipos.**

De la Tabla 6.2, se considerará lo siguiente:

- Se realizará una visita por mes para la mitad de los equipos (ver Tabla 4.6).
- La disponibilidad a parar los equipos será a partir de las 7:00 p.m. por lo que el costo de hora-hombre tendrá un recargo del 50% sobre el HNT.
- Las horas hombre programadas incluirá -en caso se requiera- el cambio de algún repuesto menor (no estructural).
- También se incluirán en los costos de mantenimiento los costos adicionales; tales como, costos administrativos (gestión del mantenimiento), costo de equipamiento (herramientas específicas, comunicaciones, infraestructura, movilidad, seguros) y la utilidad para la empresa.
- Se considerará para este calculo solo los costos de mano de obra, costos de materiales fungibles y costos adicionales. No se considerará el costo de repuesto a cambiar, el cual será cotizado por separado.

## COSTO DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO - EN OPERACIÓN

### ANÁLISIS VIBRACIONAL Y ANÁLISIS DE LUBRICACION

#### 1. costo anual mano de obra

Item	Equipo	Parámetros factibles a monitorear	Actividad	Frecuencia (días)	Tiempo (min)	Costo Alquiler equipo (A)	Costo M.O. del tercero (B)	Costo M.O. del técnico (C)	Sub total por servicio (A+B+C)	Costo Total Anual
1.1	LSE-01	Vibración de rodamientos.	Análisis vibracional	30	45	95.10	9.00	18.00	122.10	1,465.20
1.2	CAL-01	Vibración de rodamientos.	Análisis vibracional	30	45	95.10	9.00	18.00	122.10	1,465.20
		Baja lubricación de reductor.	Análisis de lubricación	180	10	634.00	2.00	18.00	654.00	1,308.00
1.3	LAV-01	Vibración de rodamientos.	Análisis vibracional	30	45	95.10	9.00	18.00	122.10	1,465.20
1.4	LAV-02	Vibración de rodamientos.	Análisis vibracional	30	45	95.10	9.00	18.00	122.10	1,465.20
1.5	LAV-03	Vibración de rodamientos.	Análisis vibracional	30	45	95.10	9.00	18.00	122.10	1,465.20
1.6	SEC-01	Vibración de cojinetes (falla de rodamientos y cojinetes).	Análisis vibracional	30	45	95.10	9.00	18.00	122.10	1,465.20
1.7	SEC-02	Vibración de cojinetes (falla de rodamientos y cojinetes).	Análisis vibracional	30	45	95.10	9.00	18.00	122.10	1,465.20
1.8	SEC-03	Vibración de cojinetes (falla de rodamientos y cojinetes).	Análisis vibracional	30	45	95.10	9.00	18.00	122.10	1,465.20
<b>Costo Anual de mano de obra</b>										<b>\$/ 13,029.60</b>

### MEGADO DE MOTORES ELÉCTRICOS

#### 2. costo anual mano de obra

Item	Equipo	Parámetros factibles a monitorear	Actividad	Frecuencia (días)	Tiempo (min)	Costo M.O. del técnico	Anual
2.1	LSE-01	Resistencia del aislamiento de bobina de 04 motores eléctricos.	Megado	120	120	30.00	90.00
2.2	LAV-01	Resistencia del aislamiento de bobina de motor eléctrico.	Megado	120	30	7.50	22.50
2.3	LAV-02	Resistencia del aislamiento de bobina de motor eléctrico.	Megado	120	30	7.50	22.50
2.4	LAV-03	Resistencia del aislamiento de bobina de motor eléctrico.	Megado	120	30	7.50	22.50
2.5	SEC-01	Resistencia del aislamiento de bobina de motor eléctrico.	Megado	120	30	7.50	22.50
2.6	SEC-02	Resistencia del aislamiento de bobina de motor eléctrico.	Megado	120	30	7.50	22.50
2.7	SEC-03	Resistencia del aislamiento de bobina de motor eléctrico.	Megado	120	30	7.50	22.50
<b>Costo Anual de mano de obra</b>							<b>\$/ 225.00</b>

#### 3.- Costo anual total mano de Obra (costo 1 + costo 2)

**\$/ 13,254.60**

#### 4.- Costos Adicionales

5.1	Costo administracion	12% del costo 3	\$/ 1,590.55
5.2	Costo equipamiento	30% del costo 3	\$/ 3,976.38
5.3	Utilidad	8% del costo 3	\$/ 1,060.37
<b>Costo Administrativo Anual</b>			<b>\$/ 6,627.30</b>

**Costo Anual Mantenimiento Predictivo (Costo 3 + Costo 4) - En Operación \$/ 19,881.90**

Los costos no incluyen el I.G.V.

## **6.2 Costo del mantenimiento predictivo.**

De la Tabla 6.3, se considerará lo siguiente:

- Para el Análisis vibracional y Análisis de Lubricación se verá por conveniente contratar el servicio de terceros, esto por el elevado costo de los equipos de medición. El costo del tercero considerará el alquiler, la mano de obra del técnico tercero para la medición (S/. 12.00 la hora-hombre) y la entrega de resultados de dicha medición. A esto se sumará el costo de S/. 18.00 la hora-hombre del técnico mecánico de nuestra empresa.
- Para el megado de los motores eléctricos, estos serán realizados por el técnico de nuestra empresa cuyo costo de hora-hombre será de S/. 15.00.
- Todos los trabajos de medición serán realizados dentro del HNT.
- También se incluirán en los costos de mantenimiento los costos adicionales; tales como, costos administrativos (gestión del mantenimiento), costo de equipamiento (herramientas solo para medición, comunicaciones, infraestructura, movilidad, seguros) y la utilidad para la empresa.

## CONCLUSIONES

1. Al realizar el mantenimiento preventivo con una buena gestión del mantenimiento, lograremos minimizar las fallas por imprevistos y/o emergencias, lo cual repercutirá en un beneficio económico a corto plazo al minimizar los costos por atender este tipo de servicios y a largo plazo evitará parada del equipo por servicios correctivos de mayor costo.
2. El equipamiento de la lavandería por encontrarse en un ambiente poco ventilado y con carga de trabajo constante requiere de una revisión y limpieza periódica, la realización del mismo extenderá la vida útil de los equipos ya que existen equipos críticos como la Lavadora al Seco, la Lavadora a Vapor de 250 Lb y la Calandria que cuando fallan estructuralmente la causa raíz es por descuido en la limpieza, regulación o lubricación, ocasionando un sobre costo enorme para retornar el equipo a su funcionamiento normal.
3. Por ejemplo si no se lubrican o cambian oportunamente los rodamientos de la Lavadora UF250PV (250Lb), estos desgastaran los retenes, alojamiento de rodamientos y por ultimo el eje principal del tambor. Para reparar este tipo de avería se estima un costo estimado de S/. 15,000.00. Imaginemos que por las misma causa fallan las otras dos Lavadoras, la Lavadora al Seco y la Calandria, esto generaría un sobre costo estimado de S/. 70,00.00 en total. Ahora comparamos con el costo anual del programa preventivo de S/. 14,343.00 notamos que tan beneficioso resulta esta alternativa de mantenimiento.

4. Desde otro punto de vista al realizar el mantenimiento preventivo, el personal técnico conocerá al detalle los equipos, manejando un historial de las atenciones, tendrá la opción de poder realizar cambios oportunos de los repuestos en coordinación con logística, el cual a su vez manejará un stock de repuestos ya identificados de acuerdo al historial de los reportes técnicos del programa de mantenimiento. Con esto se logrará la Mantenibilidad de los equipos.
5. Actualmente todos los equipos de lavandería tienen mas de 07 años de operación por lo que el realizar el mantenimiento preventivo no garantiza la confiabilidad de los mismos, es por estas circunstancias que se requiere de un mantenimiento predictivo para anticipar la falla funcional de los equipos.
6. Con un costo anual de mantenimiento preventivo de S/. 14,343.00 no garantiza que el equipo falle funcionalmente generando sobrecostos ya mencionados, por lo tanto habrá la necesidad de considerar un costo anual por mantenimiento predictivo de S/. 19,881.90 que en conjunto con el preventivo sumarian S/. 34,224.90. Este valor total anticiparía un gasto por tareas correctivas el cual seria programado de manera oportuna disminuyendo considerablemente el sobrecosto calculado anteriormente de S/. 70,000.00.
7. Notamos que no es muy complicado llevar un mantenimiento predictivo ya que tomando el criterio de selección definido en el Capítulo 5, SubCapítulo 5.1, este mantenimiento es específico y oportuno, ello con un costo compacto y garantizando la efectividad del mismo.
8. Finalmente con el monto de S/. 34,224.90 anuales (S/. 2,852.08 mensuales), el Hotel tendrá por conveniente encargarnos a sus equipos de Lavandería ya que se ahorraría el disponer de una planilla de técnicos, equipamiento y gestión de mantenimiento, además de mantener la buena operatividad de sus equipos,

garantizando la confiabilidad, Mantenibilidad, disponibilidad y fiabilidad de los mismos.

9. Y como empresa al realizar los programas de mantenimiento preventivo y predictivo a parte del beneficio económico, se generará mas empleos, se obtendrá mayor experiencia profesional y mayor renombre como resultado de la satisfacción del Cliente.

**Reflexión final:**

El Mantenimiento es esto:

Cuando todo va bien

... nadie recuerda que existe

Cuando algo va mal

... dicen que no existe

Cuando es para gastar

... dicen que no es necesario

Pero cuando realmente no existe

... todos concuerdan en que debería existir

## **BIBLIOGRAFIA**

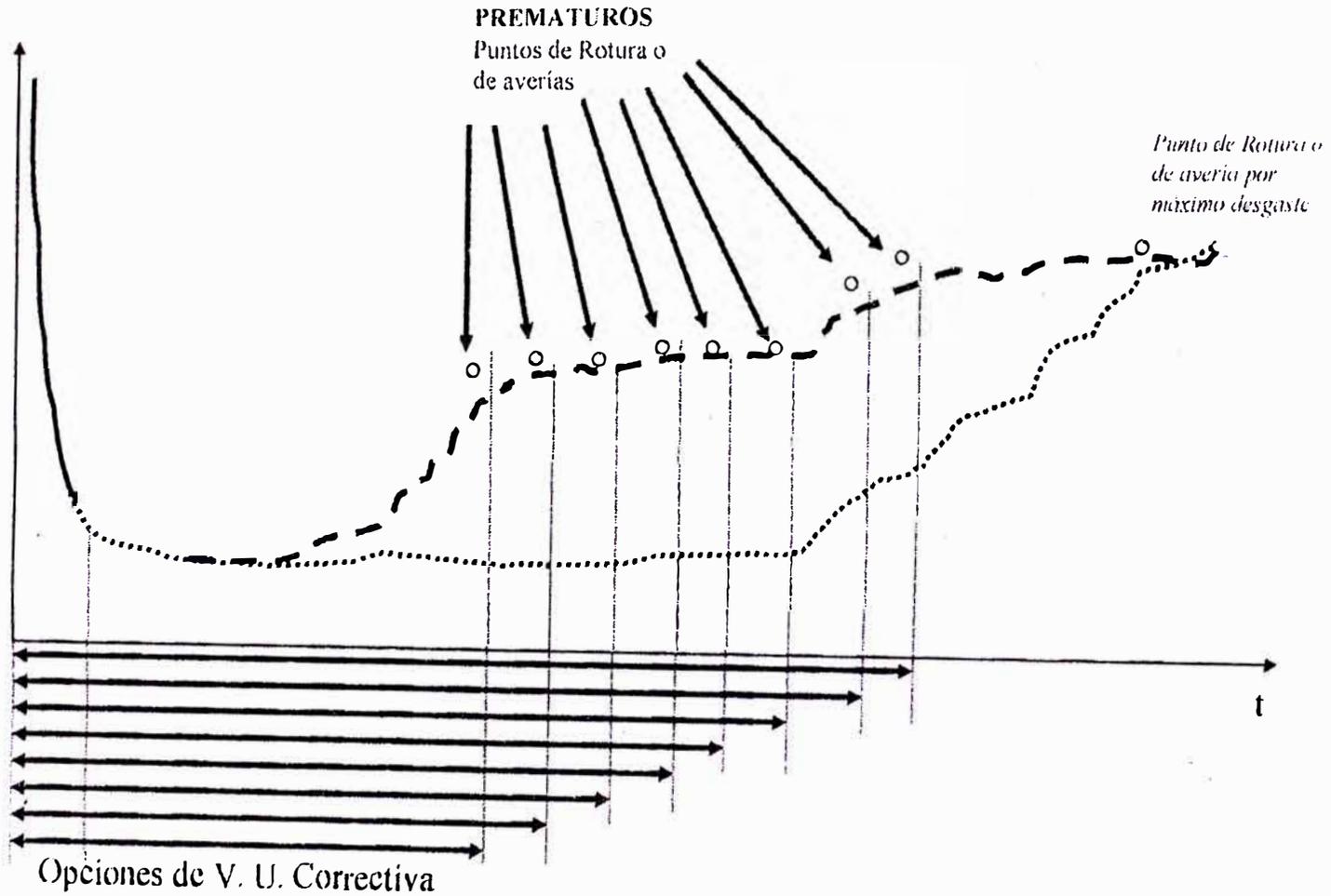
- **Separata Gestión del Mantenimiento**  
Autor: Ing. Víctor Ortiz Álvarez (2006)  
Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Mecánica
  
- **Manual del Ingeniero de Planta**  
Autor: Rosales, Robert C. (2002)  
Editorial: Mac Graw Hill/Interamericana de Editores
  
- **Enciclopedia del MANAGEMENT**  
Autor: Bittel, L./Ramsey, J. (1992)  
Editorial: Centrum  
[http://www.monografias.com/trabajos17/mantenimiento-predictivo/  
mantenimiento-predictivo.shtml](http://www.monografias.com/trabajos17/mantenimiento-predictivo/mantenimiento-predictivo.shtml)
  
- **[www.solomantenimiento.com](http://www.solomantenimiento.com)**  
[http://www.solomantenimiento.com/m\\_preventivo.htm](http://www.solomantenimiento.com/m_preventivo.htm)  
Titulo: Tipos de Mantenimiento - MANTENIMIENTO PREVENTIVO
  
- **[www.mantenimientomundial.com](http://www.mantenimientomundial.com)**  
<http://internal.dstm.com.ar/sites/mmnew/her/tip.asp>  
Titulo: Tipos de Mantenimiento.

**APENDICE**

**ANEXO A**

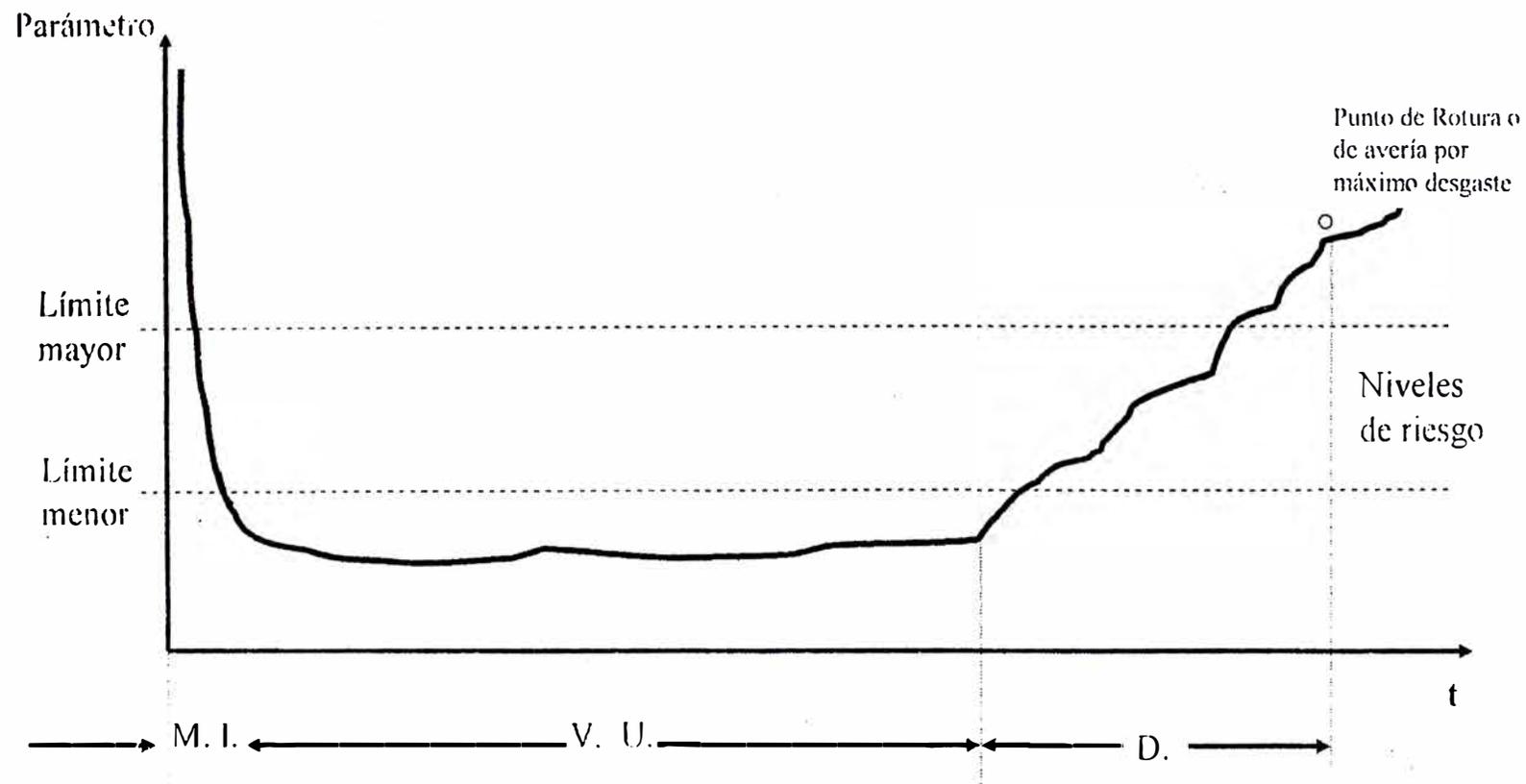
**GRAFICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Probabilidad de falla



Actividades de mantenimiento ejecutadas solo cuando se dificulta el funcionamiento, se produce una falla o avería catastrófica generando pérdida en la producción y elevados costos operativos y de mantenimiento

Fig. A.1 Evolución del mantenimiento correctivo



- M.I. = Etapa de Mortalidad Infantil
- V. U. = Etapa de Vida Útil normal
- D. = Etapa de Vida Útil en desgaste obsolescencia o zona de riesgo

Fig. A.2 Condición evolutiva de la vida útil en el mantenimiento.

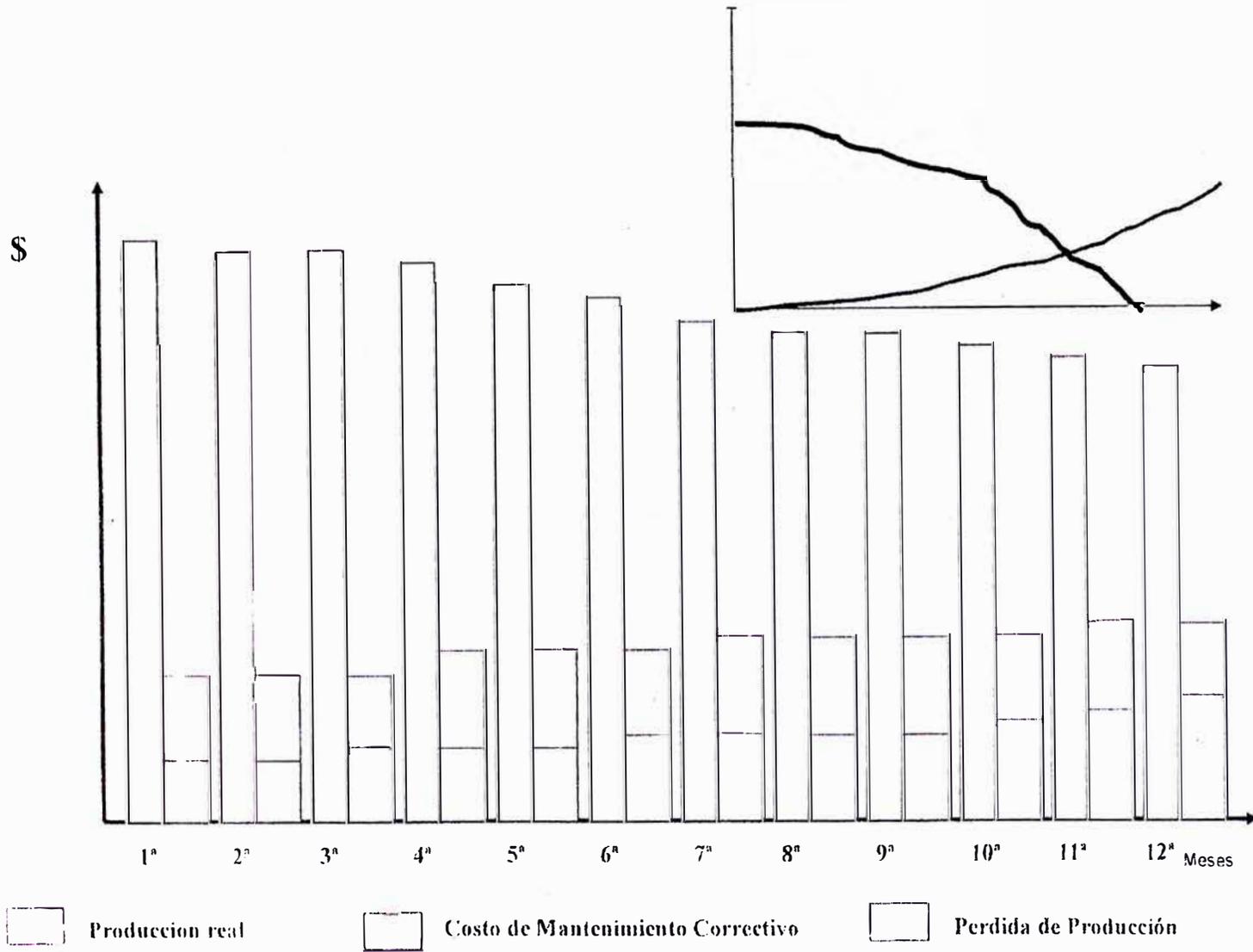


Fig. A.3 Producción vs Costos de Mantenimiento Correctivo (maquinas y equipos industriales).

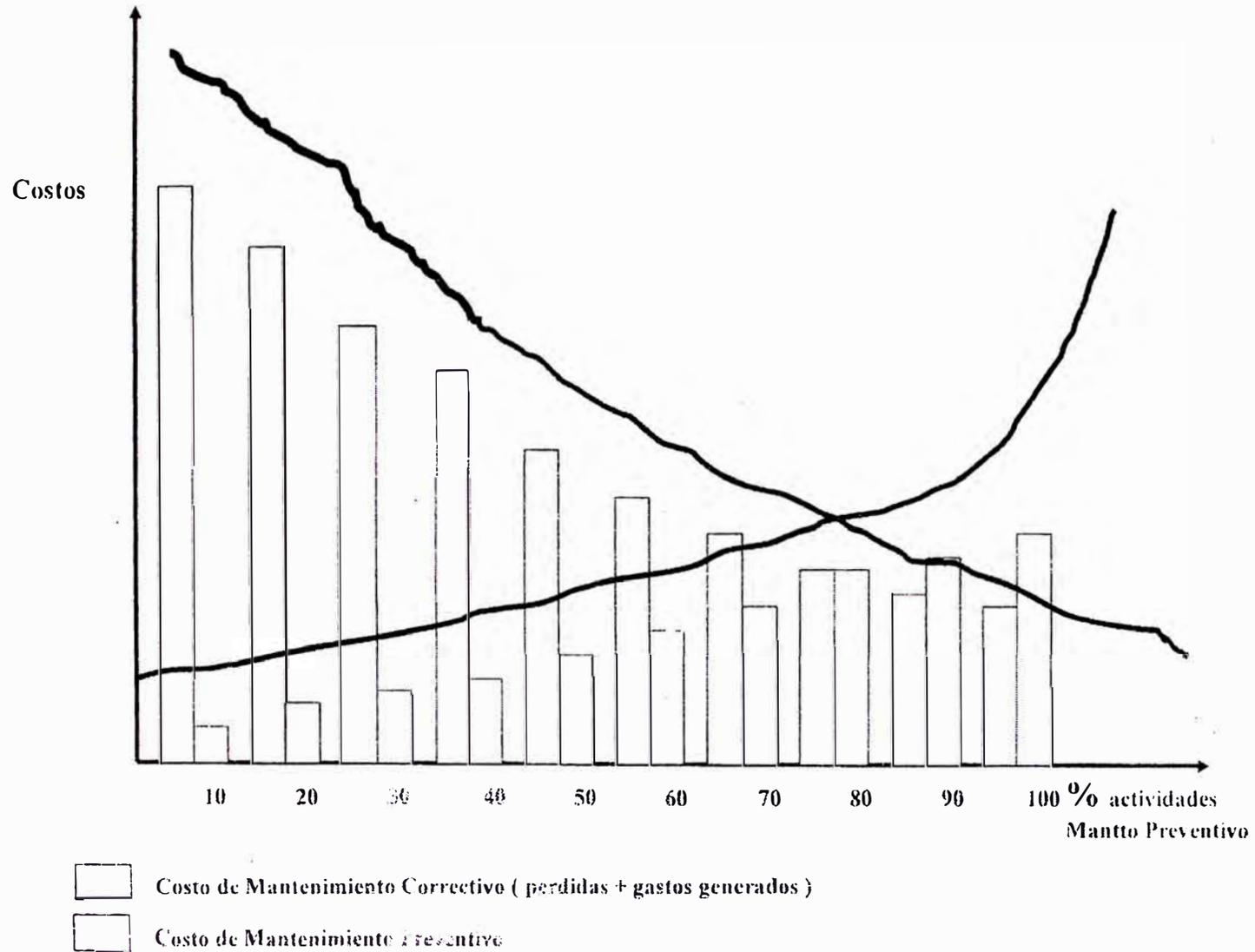
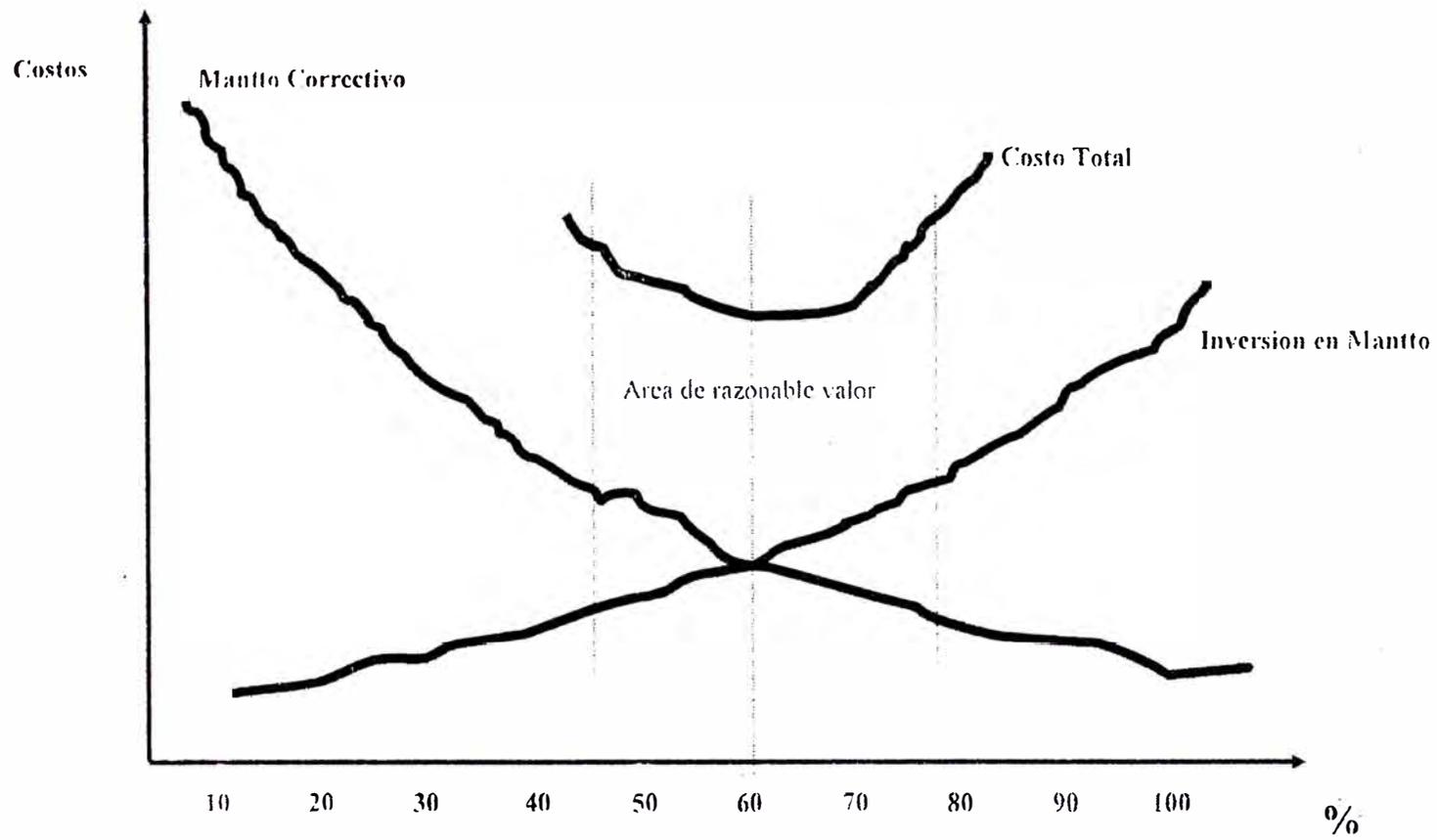


Fig. A.4 Nivel de Inversión en Mantenimiento.

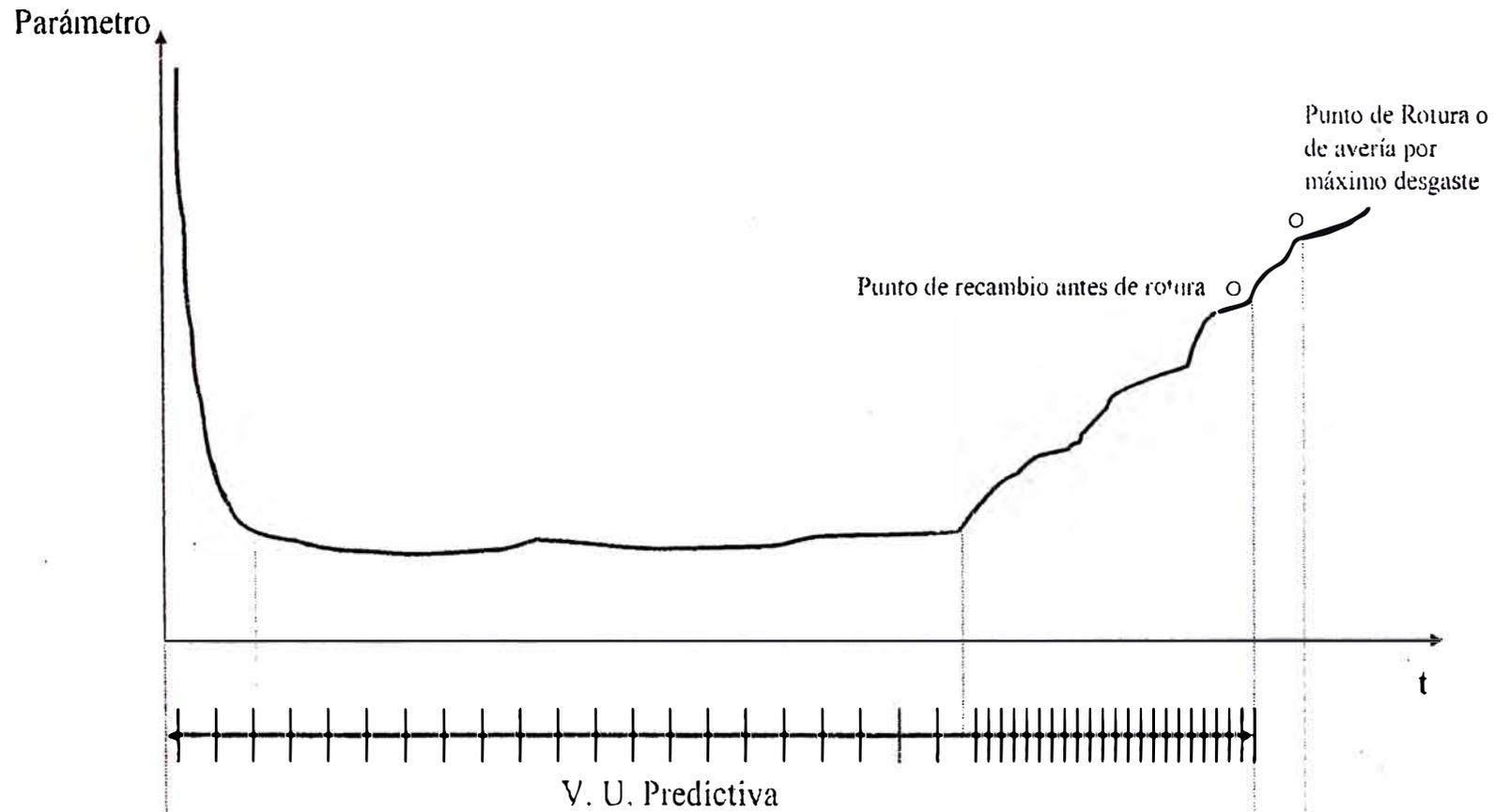


Zona de equilibrio de Correctivo vs. Preventivo - Planificado - Mejoras

Fig. A.5 Equilibrio de costos de mantenimiento.

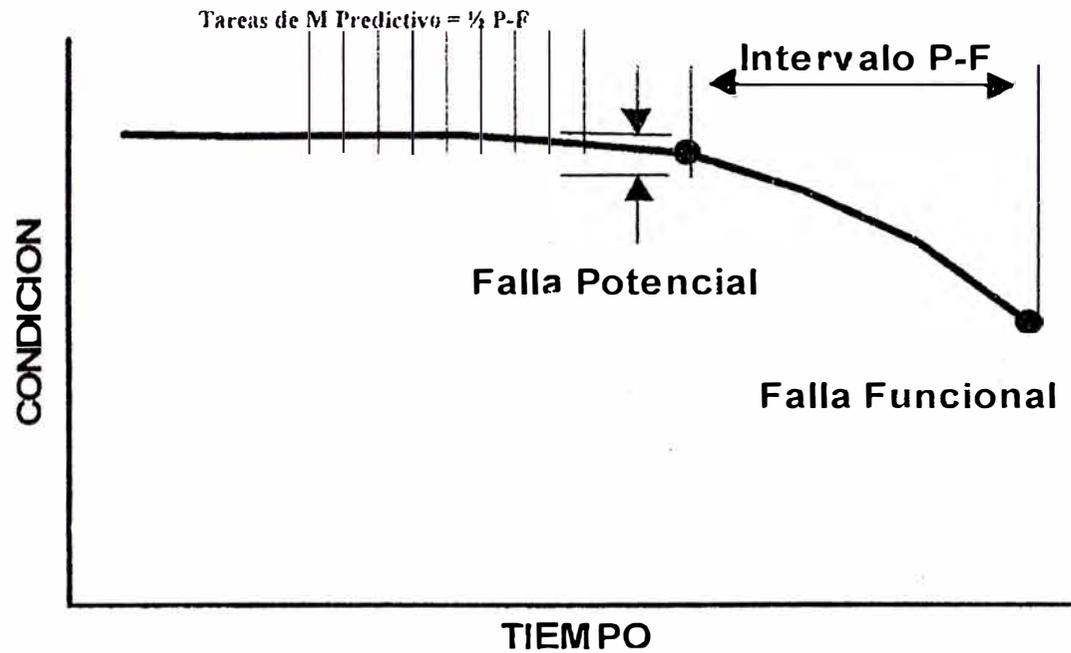
## **ANEXO B**

### **GRAFICAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO**



Basado en este principio el Mantenimiento Predictivo, se sustenta en el **MONITOREO DE CONDICION**, tecnica encargada de medir periódicamente la evolución del parámetro seleccionado a través del tiempo, registrando y siguiendo su comportamiento con la vigilancia de los valores medidos. Tiene la capacidad de **INFORMAR** con anticipación la probabilidad de falla o rotura de componentes. **ROTURA**

**Fig. B.1 Evolución del mantenimiento predictivo**

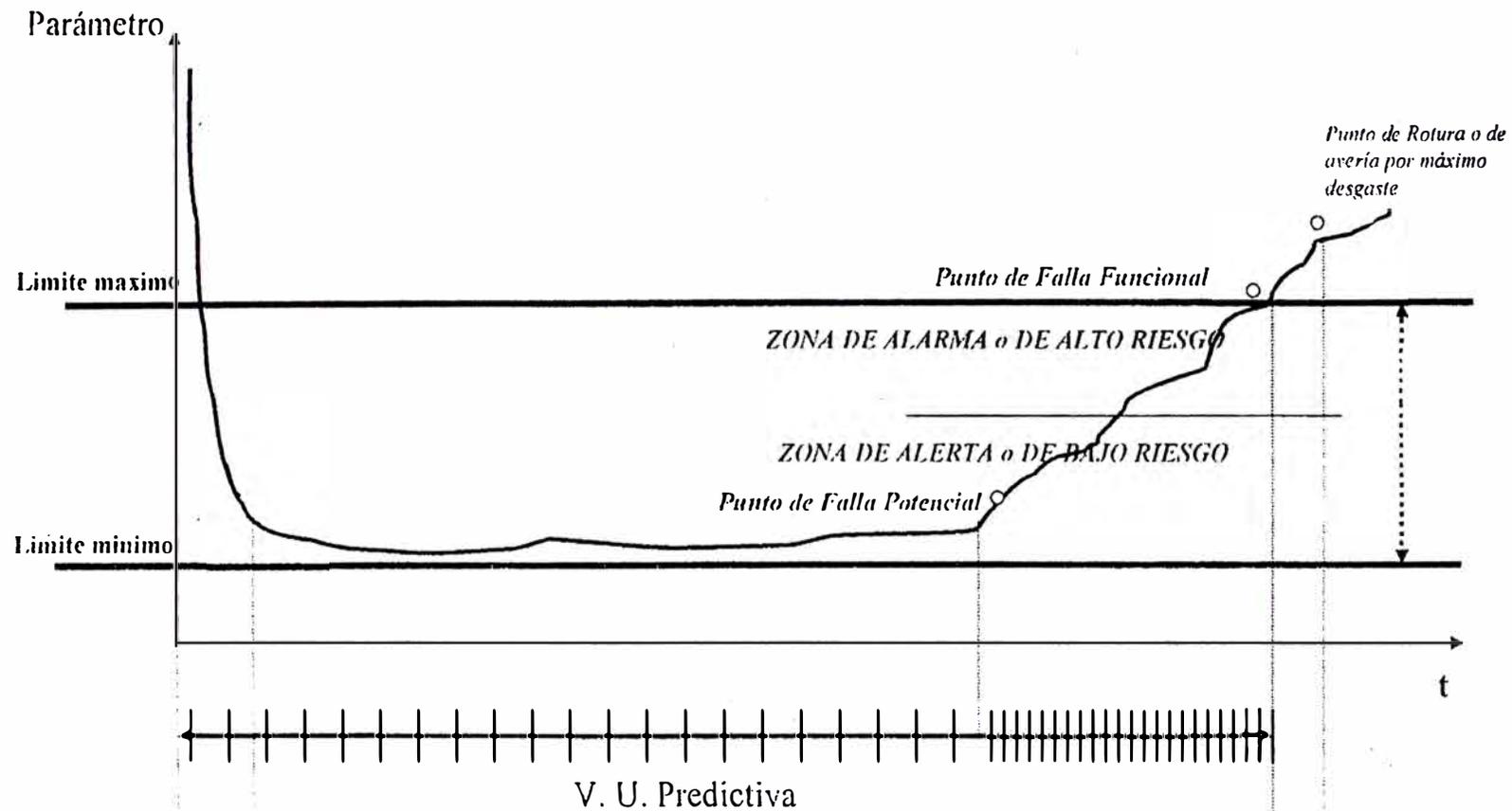


*El **intervalo P – F** debe ser lo suficientemente largo como para planificar o evitar las consecuencias de las fallas.*

*Los intervalos de monitoreo deben ser más cortos que los intervalos de P-F (idealmente la mitad)*

*Las **tareas a condicion** consisten en chequear los diversos parametros de control con instrumental de medicion o lectura de valores de control asociados con otras variables. Requiere entrenamiento propio en sus propias instalaciones con personal especializado en interpretacion de valores y lecturas (inspector de mantenimiento)*

**Fig. B.1.1 Evolución del mantenimiento predictivo**

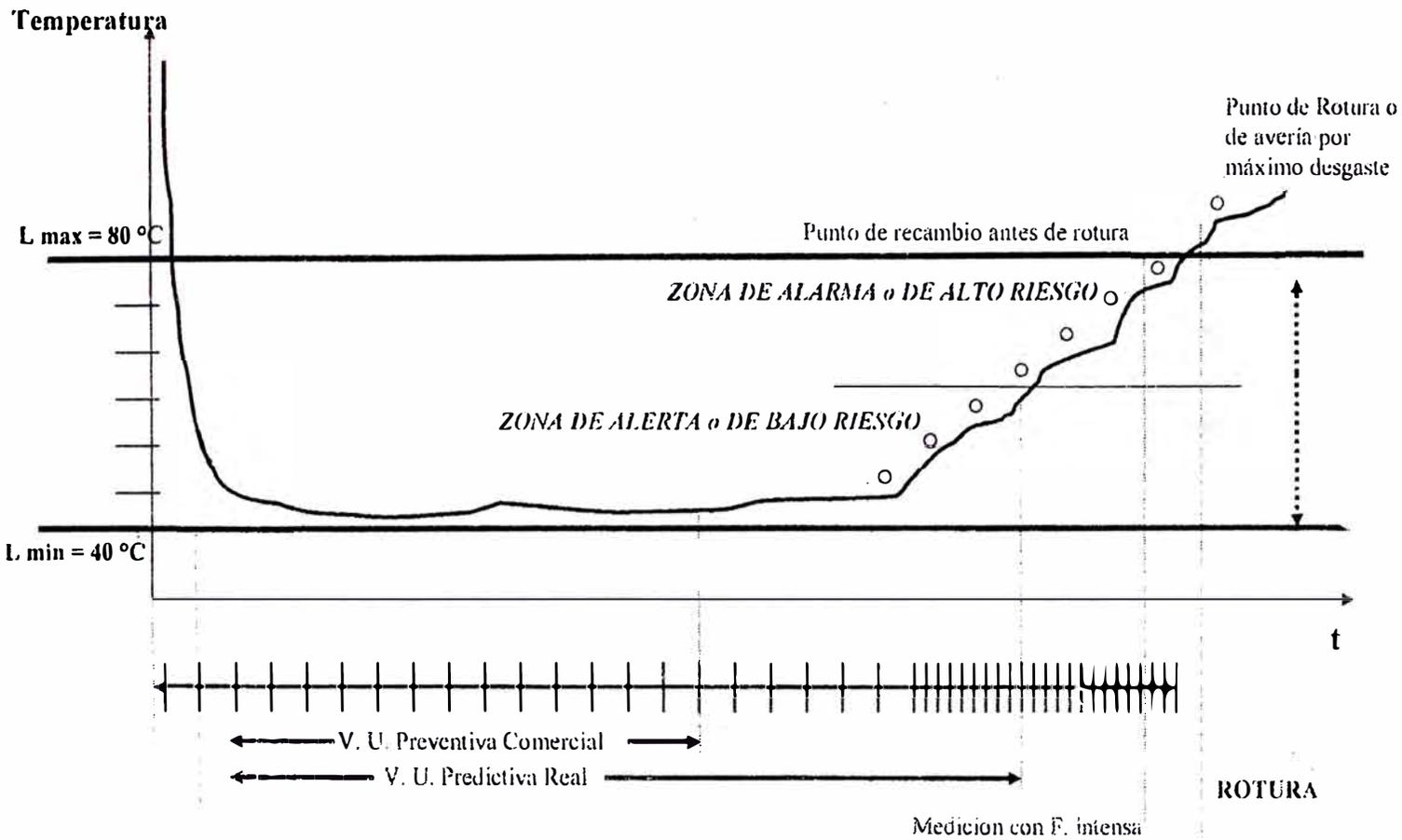


Se basa en el **MONITOREO DE CONDICION**, vigilando sus valores Máximos y Mínimos admisibles

Aumenta la Confiabilidad Operacional al intervenir la maquina o equipo antes de que produzca una falla con consecuencias Humanas, Medio Ambientales y/o de Costos u Operacionales.

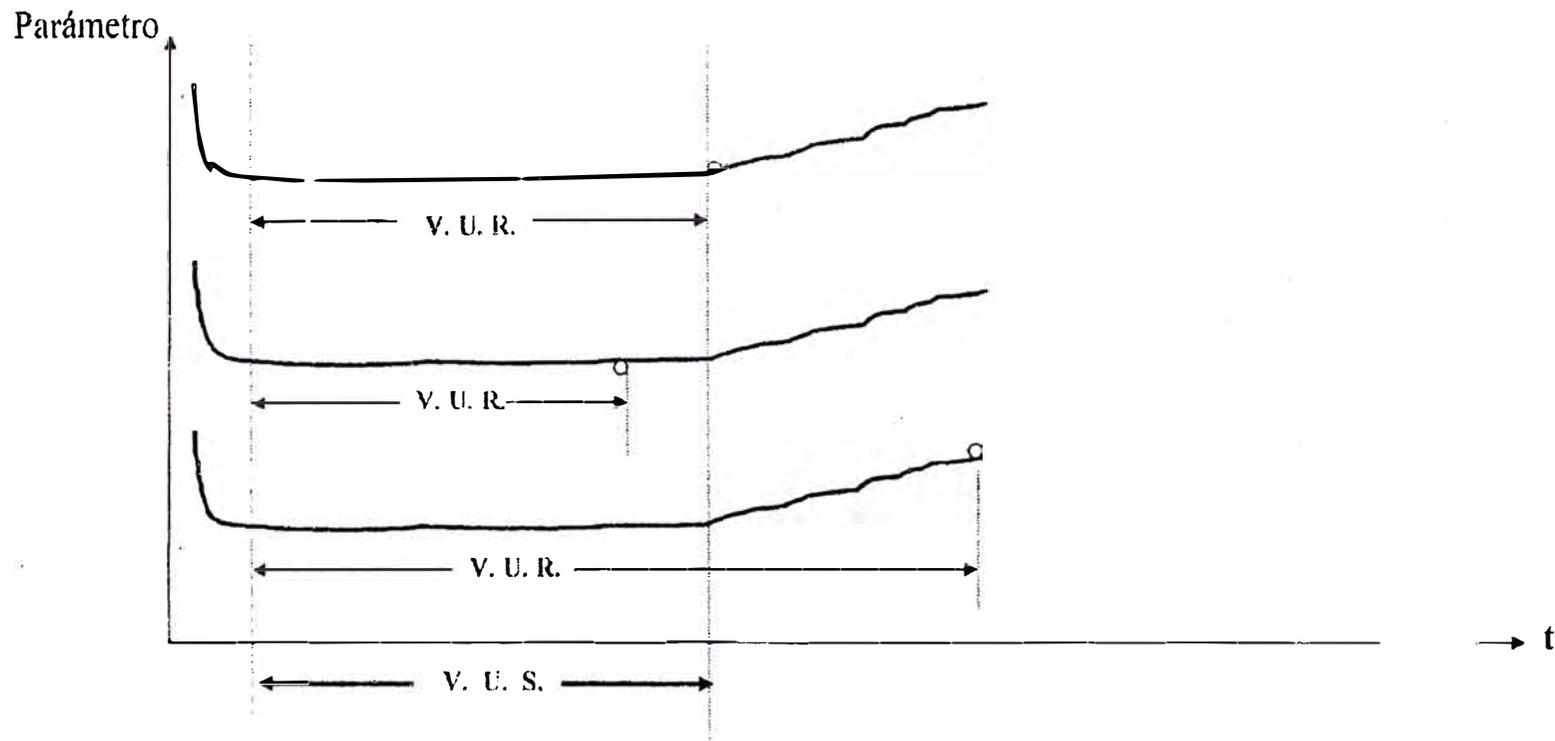
**ROTURA**

**Fig. B.1.2 Evolución del mantenimiento predictivo**



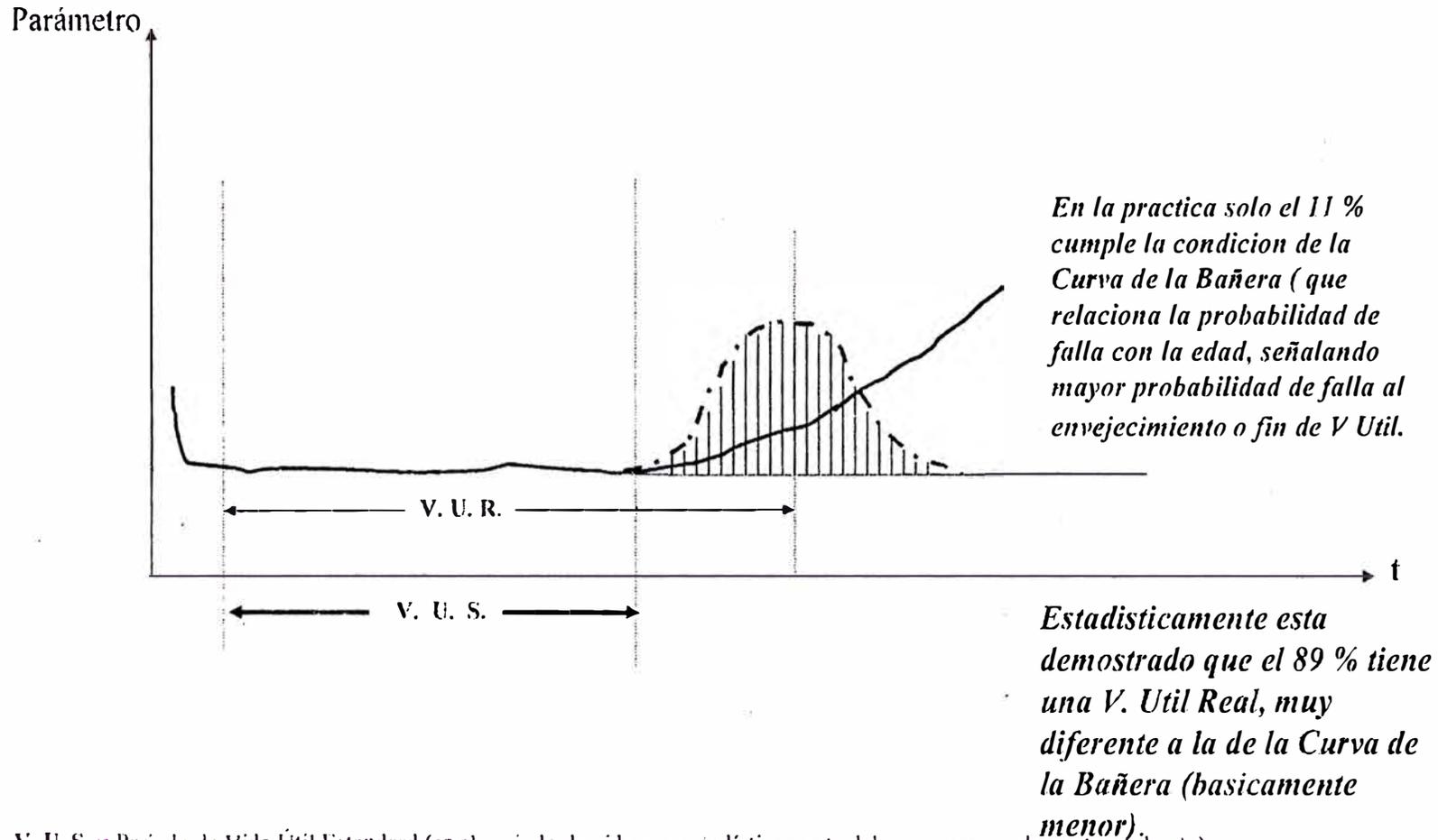
**MONITOREO DE CONDICION**, midiendo periódicamente la evolución de un parametro se puede extender la Vida Util de elementos, consumibles, componentes, repuestos, equipos y maquinarias hasta periodos adicionales de servicio productivo con respecto a la Vida Comercial asignada por el fabricante significando un ahorro sustantivo a la economía de las empresas.

**Fig. B.1.3 Evolución del mantenimiento predictivo**



V. U. S. = Período de Vida Útil Estandar (es el período de vida que estadísticamente debe recorrer un elemento evaluado)  
 V. U. R. = Período de Vida Útil Real (es el período de vida que estadística y realmente recorre un elemento evaluado)

Fig. B.2 Condición evolutiva de la vida útil



V. U. S. = Periodo de Vida Útil Estándar (es el periodo de vida que estadisticamente debe recorrer un elemento evaluado)  
 V. U. R. = Periodo de Vida Útil Real (es el periodo de vida que estadística y realmente recorre un elemento evaluado)

Fig. B.2.1 Condición evolutiva de la vida útil

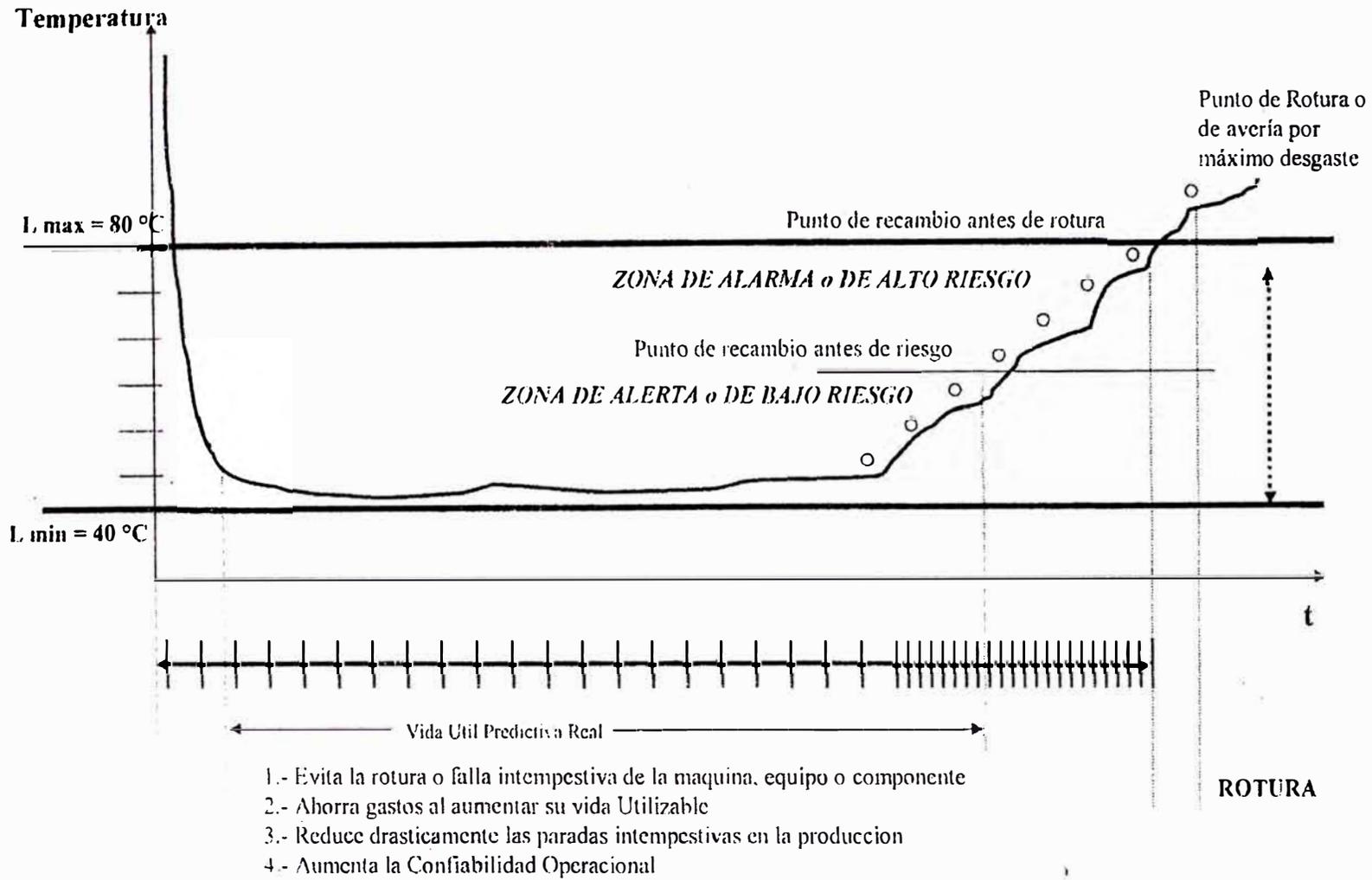


Fig. B.3 Beneficio económico potencial del mantenimiento predictivo

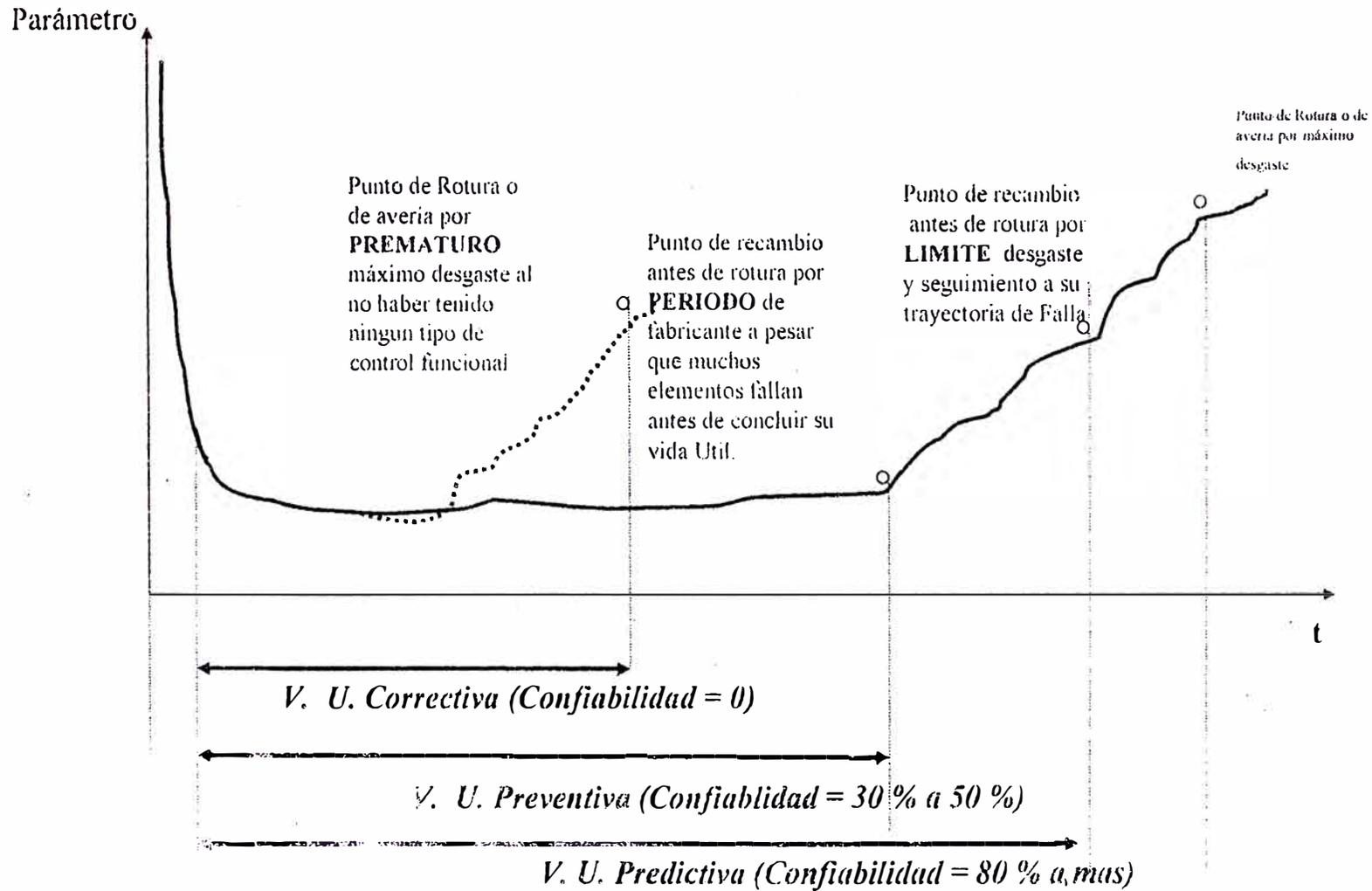


Fig. B.4 Comparación Correctivo / Preventivo / Predictivo.