

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM) EN LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO PARA LA INDUSTRIA LECHERA CARCHI S.A "I.L.C.S.A"

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

DANNY PATRICIO PAZMIÑO REINA

DIRECTOR: ING. JUAN DÍAZ

CODIRECTOR: ING. CARLOS SUNTAXI

Sangolquí, 2009 - 10 - 26

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM) EN LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO PARA LA INDUSTRIA LECHERA CARCHI S.A "I.L.C.S.A" fue realizado en su totalidad por Danny Patricio Pazmiño Reina como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Mecánico.

Ing. Juan Díaz.

DIRECTOR

Ing. Carlos Sntaxi.

CODIRECTOR

Sangolquí, 2009-10-26

LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

**ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE
MANUFACTURA (BPM) EN LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO PARA
LA INDUSTRIA LECHERA CARCHI S.A "I.L.C.S.A"**

ELABORADO POR:

Danny Patricio Pazmiño Reina

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

Ing. Emilio Tumipamba

DIRECTOR

Sangolquí, 2009-10-26

DEDICATORIA

A mis padres que siempre estaban alentándome a seguir adelante, por todo el esfuerzo y sacrificio que realizaron a lo largo de mi vida estudiantil para que pueda llegar a culminar mi carrera universitaria. Gracias por todo ese apoyo que me brindaron.

A mis hermanos por su constante e incondicional apoyo, sus buenos consejos, que fueron una base fundamental para alcanzar las metas propuestas.

A mis familiares y amigos, que me han apoyado para poder lograr mi objetivo de ser un profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarme por el camino correcto de la vida, por darme las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día, por el enorme don de la vida, sabiduría y por permitirme realizar mi sueño de presentar este proyecto.

A mis tutores por su entrega y generosidad para compartir su tiempo y conocimientos, que fueron parte fundamental para la realización de este proyecto.

A los Ing. Wilmer Pérez y Francisco Valencia, que con sus buenos consejos, me supieron guiar en el desarrollo de este proyecto

A la Industria Lechera Garchi S.A por haberme brindado la oportunidad de desarrollar este proyecto.

A todos quienes ayudaron desinteresadamente para la realización de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	ii
LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
LISTADO DE TABLAS	viii
LISTADO DE FIGURAS	ix
LISTADO DE ANEXOS	x
RESUMEN.....	xi
CAPÍTULO 1.....	1
GENERALIDADES.....	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. GENERAL	3
1.3.2. ESPECÍFICOS.....	3
1.4. ALCANCE.....	3
1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
CAPÍTULO 2.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM).....	5
2.1.1. CONCEPTOS GENERALES	5
2.1.2. ANÁLISIS DE LAS ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO	6
2.1.3. MEDIDAS DE HIGIENE PREVENTIVA	11
2.1.4. CONTAMINACIÓN DEL PRODUCTO	13
2.1.5. REQUISITOS HIGIÉNICOS DE FABRICACIÓN DE ALIMENTOS	15
2.1.6. EQUIPOS Y UTENSILIOS.....	23
2.1.7. EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN.....	27
2.1.8. MANTENIMIENTO A LAS MÁQUINAS, EQUIPOS E INSTALACIONES	28
2.2. INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO	32
2.2.1. DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO.....	32
2.2.2. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO	33
2.2.3. FACTORES DEL MANTENIMIENTO	33
2.2.4. TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	35
2.2.5. FILOSOFÍAS DEL MANTENIMIENTO	39
2.2.6. NIVELES Y CATEGORIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	42
2.2.7. DIFERENCIACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	44
2.2.8. PERIODICIDAD DEL MANTENIMIENTO	47
2.2.9. TEORÍA SOBRE EL ENVEJECIMIENTO DE LAS MÁQUINAS	57
2.2.10. TEORÍA DE FALLAS Y FIABILIDAD DE LAS MÁQUINAS	64
CAPÍTULO 3.....	71
DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE "I.L.C.S.A"	71
3.1. INSTALACIONES FÍSICAS DE LA INDUSTRIA LECHERA CARCHI S.A "I.L.C.S.A"	71
3.1.1. INSPECCIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN Y SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES DE "I.L.C.S.A"	72
3.2. INVENTARIO DE MAQUINARIA Y EQUIPO EXISTENTE	76
3.3. CONDICIÓN DE OPERACIÓN ACTUAL DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO	79
3.3.1. INSPECCIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO	79
3.3.2. INSPECCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL	81
3.3.3. INSPECCIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DONDE SE OPERA LA MAQUINARIA Y EQUIPO	82
3.3.4. INSPECCIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS.....	84
3.3.5. INSPECCIÓN DE EXISTENCIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	86
3.3.6. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO	88
3.3.7. CATEGORIZACIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO	90
CAPÍTULO 4.....	111
PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO	111
4.1. ACTIVIDADES DE PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	111
4.1.1. PRINCIPIOS	113
4.2. PROCEDIMIENTO PARA LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO.....	114
4.3. ADMINISTRACIÓN DE REPUESTOS, MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPOS	118
4.3.1. ADMINISTRACIÓN DE REPUESTOS Y MATERIALES	118
4.3.2. ADMINISTRACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS.....	121
4.4. FICHAS TÉCNICAS DE MAQUINARIA Y EQUIPOS.....	126
4.5. CRITICIDAD DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS.....	126
4.5.1. CRITICIDAD.....	127
4.6. MANUAL DE BPM EN LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO PARA "I.L.C.S.A"	132

CAPÍTULO 5.....	133
IMPLEMENTACIÓN DE LAS BPM EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA Y EQUIPO.....	133
5.1. FASE DE PREPARACIÓN.....	133
5.1.1. RECURSOS.....	133
5.1.2. CAPACITACIÓN.....	133
5.1.3. MATERIAL DE APOYO.....	135
5.1.4. PROGRAMACIÓN.....	136
5.2. FASE DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	136
5.2.1. PLAN DE MANTENIMIENTO DE PRIMER ESCALÓN.....	137
5.2.2. PLAN DE MANTENIMIENTO DE SEGUNDO Y TERCER ESCALÓN.....	138
5.2.3. PLAN DE MANTENIMIENTO DE CUARTO ESCALÓN.....	139
CAPÍTULO 6.....	141
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO.....	141
6.1. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	141
6.1.1. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO.....	141
6.1.2. COSTOS DE MANTENER EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO.....	141
6.1.3. COSTO TOTAL.....	142
6.2. ANÁLISIS FINANCIERO.....	142
6.2.1. FINANCIAMIENTO.....	142
6.2.2. FLUJO DE CAJA.....	142
6.2.3. CALCULO DEL VAN Y EL TIR.....	143
CAPÍTULO 7.....	144
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	144
7.1. CONCLUSIONES.....	144
7.2. RECOMENDACIONES.....	145
ANEXOS.....	147
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	155

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1 Ejemplo de determinación del envejecimiento	63
Tabla 2.2 Determinación de desgaste por su plazo de servicio	64
Tabla 3.1 Estado de conservación y seguridad de las instalaciones de "I.L.C.S.A" TM	72
Tabla 3.2 Maquinaria y equipo existente en la Industria Lechera Carchi S.A.	76
Tabla 3.3 Ponderación del funcionamiento y de las condiciones externas dadas por inspección	79
Tabla 3.4 Ponderación del funcionamiento de los elementos de control	81
Tabla 3.5 Ponderación de las condiciones ambientales donde se opera la maquinaria y equipo	83
Tabla 3.6 Ponderación de condiciones según vida útil de la maquinaria y equipos	85
Tabla 3.7 Ponderación según existencia de mantenimiento preventivo	87
Tabla 3.8 Evaluación de la condición actual de la maquinaria y equipo	89
Tabla 3.9 Criterios para la categorización de maquinaria y equipos	91
Tabla 3.10 Categorización de la maquinaria y equipo	92
Tabla 3.11 Resultados de categorización y recomendaciones	99
Tabla 4.1 Criterios para determinar la criticidad de máquinas y equipos	128
Tabla 4.2 Criticidad de máquinas y equipos	128
Tabla 5.1 Programación para la implementación	136
Tabla 5.2 Descripción de los escalones de mantenimiento	136
Tabla 6.1 Costos de implementación del sistema de mantenimiento	141
Tabla 6.2 Costos de mantener el sistema de mantenimiento	142

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1 Fundamento del cálculo de la periodicidad del mantenimiento por el método de productividad máxima	48
Figura 2.2 Fundamento del cálculo de periodicidad del mantenimiento por el método de la probabilidad de fallo máximo	50
Figura 2.3 Fundamento del cálculo de la periodicidad del mantenimiento por el método técnico económico	51
Figura 2.4 Aspectos teóricos relacionados con la determinación de la periodicidad del predictivo	54
Figura 2.5 Clasificación de fallas	64
Figura 2.6 Sistemas en serie	66
Figura 2.7 Sistemas en paralelo	67
Figura 2.8 Sistemas en reserva	68
Figura 3.1 Distribución de areas dentro de "I.L.C.S.A"	71
Figura 4.1 Procedimiento para realizar las acciones de mantenimiento	115
Figura 4.2 Formato de orden de compra	119
Figura 4.3 Formato de repuestos y materiales	120
Figura 4.4 Formato de registro de gastos de mantenimiento	120
Figura 4.5 Formato de solicitud de repuestos y materiales	121
Figura 4.6 Formato de ficha técnica de máquinas y equipos	122
Figura 4.7 Formato del plan maestro de actividades	122
Figura 4.8 Formato del reporte diario de mantenimiento	123
Figura 4.9 Formato del programa semanal de mantenimiento	123
Figura 4.10 Formato de solicitud de mantenimiento	124
Figura 4.11 Formato de orden de trabajo	124
Figura 4.12 Formato de un reporte de mantenimiento	125
Figura 4.13 Formato del historial de servicio de una máquina o equipo	125
Figura 5.1 Organigrama del departamento de mantenimiento	133
Figura 5.2 Plan de capacitación	134

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO A.....	148
ANEXO B.....	149
ANEXO C.....	150
ANEXO D.....	151
ANEXO E.....	152
ANEXO F.....	153
ANEXO G.....	154

RESUMEN

El presente documento se basa en un estudio para la Implementación de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en las acciones de mantenimiento de las maquinas, equipos e instalaciones de la Industria Lechera Carchi S.A. "I.L.C.S.A"

La Industria Lechera Carchi S.A con una superficie aproximada de 6279 m², inaugura su producción láctea en el año de 1964, llegando ha convertirse en una de las principales empresas en la rama alimenticia de la Provincia del Carchi, ciudad de Tulcán, generando de esta forma fuentes de trabajo para la localidad.

Las BPM son los procedimientos necesarios para producir alimentos inocuos, saludables y sanos. Son una herramienta básica para la obtención de productos seguros para el consumo y se focaliza en la higiene.

Las BPM aplicadas al mantenimiento comprenden en acciones y procedimientos de mantenimiento a seguir, para poder conseguir la máxima disponibilidad tanto de instalaciones, maquinaria y equipos, aportando así a una mayor productividad y calidad del producto.

La Industria Lechera Carchi S.A, no cuenta una planificación, organización y control del mantenimiento de las instalaciones, maquinaria y equipos existentes en la planta, ya que estos están estrechamente ligados con la elaboración de los distintos productos, debido a esto se vio la necesidad de buscar un camino para reducir los paros de producción a través de un estudio para la implementación de las BPM en las acciones de mantenimiento.

Se deja establecido procedimientos y formatos de fácil aplicabilidad, para poder organizar y planificar las acciones de mantenimiento para "I.L.C.S.A"

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

La Industria Lechera Carchi S.A con una superficie aproximada de 6279 m², inaugura su producción láctea en el año de 1964, llegando ha convertirse en una de las principales empresas en la rama alimenticia de la Provincia del Carchi, generando de esta forma fuentes de trabajo para la localidad y promotora del desarrollo agro-industrial en la zona norte del país.

La Industria Carchi S.A tiene definido en sus instalaciones seis áreas: 1) Área de recepción; 2) Área de pasteurización y enfundado de la leche; 3) Área de yogurt; 4) Área de quesos; 5) Área de máquinas y 6) Área del taller mecánico.

La Industria lechera Carchi cuenta para la recolección de la materia prima (leche) en las distintas haciendas de la zona con tanqueros higiénicamente adecuados para el trabajo. Además, en su planta ubicada en la Av. Veintimilla y 24 de Mayo de la ciudad de Tulcán, tiene la infraestructura adecuada para el procesamiento (sistema HTST de pasteurización) y almacenamiento (tanques para leche) de la leche.

Por otro lado, para la distribución del producto terminado (leche pasteurizada, queso, yogurt, mantequilla, bolos y mangar de leche) en la provincia y fuera de ella tiene camiones equipados para tal efecto.

Sin embargo, lo que en su época fue una gran empresa con un gran producto (que todavía lo sigue manteniendo en la actualidad) llegando a captar no sólo el mercado local (Tulcán) sino también de la región Norte del país (Ibarra y Quito, principalmente), la competencia cada vez tiende a ganar más terreno en el sector lácteo y ésta a su vez cuenta con maquinaria más moderna, controles estrictos de calidad, normas en seguridad e higiene industrial, etc., por esta

razón se ha visto la necesidad de hacer un estudio para la implementación de las BPM en las acciones de mantenimiento, de su maquinaria, equipos e instalaciones.

En los 44 años de vida de la empresa, se han realizado pequeños cambios en sus equipos reemplazando los obsoletos por nuevos o instalando más equipos. Este trabajo se ha realizado con poco estudio técnico-económico y quizá sea esta la razón por la cual no se cuenta con un historial de cuantas máquinas o equipos existen, ya que después de haber trabajado aproximadamente medio siglo, se encuentran completamente depreciados, amortizados y requieren ser ya reemplazados. No se cuentan con un historial de funcionamiento ni de mantenimiento de la maquinaria existente en la planta.

Las tendencias y exigencias actuales nos obligan a volcar las expectativas hacia el obrero, a tratar de modelar sus valores y creencias para lograr cambiar su comportamiento acorde a los requerimientos de la organización, y de esta forma encaminar a los trabajadores y empresa hacia un objetivo en común. Además, la globalización nos exige que las empresas deban manejar su misión dentro de una visión estratégica empresarial, y por lo tanto esta debe ser comunicada a los empleados y directivos y asegurarse de que fue comprendida en su totalidad, esto ayudará a comprender al personal lo que la empresa requiere de ellos, sus obligaciones y recompensas.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La Industria Lechera Carchi S.A "I.L.C.S.A" no cuenta con registros, procedimientos, planificación, organización, y control del mantenimiento Preventivo de la maquinaria, equipos e instalaciones, lo cual a conllevado a que el mantenimiento Correctivo de la planta tenga un costo muy elevado. Los malos hábitos en el manejo de la maquinaria, equipos y la falta de capacitación del personal de mantenimiento, la cual se la ha dejado a un lado, definen la problemática de este proyecto.

Debido a que la maquinaria y equipos utilizados en la Industria Lechera Carchi S.A, están estrechamente ligados con la elaboración de los distintos productos lácteos, se vio la necesidad de buscar un camino para reducir los altos costos de mantenimiento y los paros de producción a través de un estudio para la implementación de las BPM en las acciones de mantenimiento.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. GENERAL

- Realizar el estudio para la Implementación de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en las acciones de mantenimiento de las maquinas, equipos e instalaciones de la Industria Lechera Carchi S.A. "I.L.C.S.A"

1.3.2. ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico del mantenimiento preventivo y correctivo que se realiza a las instalaciones, maquinaria y equipos.
- Estructurar procedimientos de mantenimiento de instalaciones, maquinaria y equipos en base a las BPM.
- Elaboración de registros de mantenimiento.
- Elaboración de procedimientos para las necesidades de capacitación del personal operativo y de mantenimiento.

1.4. ALCANCE

Facilitar a la empresa los manuales, procedimientos y formatos de mantenimiento, para la maquinaria y equipo utilizado en "I.L.C.S.A", los cuales van a permitir la planificación, programación y presupuestación de la realización de las acciones de mantenimiento a nivel de 3 escalón.

1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El desarrollo y la implementación de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en las acciones de mantenimiento, son la base para lograr alimentos

inocuos, saludables y sanos. Un alimento seguro es aquel que no contiene ninguna contaminación por sustancias o agentes extraños de origen biológico, químico o físico que al ser ingerido pueda causar enfermedad o muerte en el consumidor.

Este proyecto contribuirá al buen funcionamiento de la maquinaria, equipos e instalaciones de la Industria Lechera Carchi S.A., con lo cual se logrará reducir el paro de procesos de producción, anhelando además que este trabajo sea el primero de muchos que posiblemente se realicen en el futuro en la Provincia del Carchi.

Justificándose su importancia, en que toda propuesta de mejoramiento que se haga, será traducida al lenguaje de lo económico, para que los altos ejecutivos de la empresa tengan más indicios para implantar el proyecto de factibilidad de las mejoras de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) aplicadas en las acciones de mantenimiento, con el fin de garantizar la disponibilidad de máquinas, equipos e instalaciones.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM)

2.1.1 CONCEPTOS GENERALES

Las BPM son los procedimientos necesarios para producir alimentos inocuos, saludables y sanos. Es una herramienta básica para la obtención de productos seguros para el consumo y se focaliza en la higiene.

Un alimento seguro es aquel que no contiene ninguna contaminación por sustancias o agentes extraños de origen biológico, químico o físico que al ser ingerido pueda causar enfermedad o muerte en el consumidor.

De modo general podemos decir que las BPM son recomendaciones que involucran los tres vértices de la producción: el personal involucrado, las instalaciones donde se efectúa el proceso y el producto fabricado.

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) o (Good Manufacturing Practices) (GMP) se constituyen como regulaciones de carácter obligatorio en una gran cantidad de países; buscan evitar la presentación de riesgos que pudieran repercutir en afectaciones a la salud del consumidor, forman parte de un Sistema de Aseguramiento de la Calidad destinado a la producción homogénea de alimentos, las BPM son especialmente monitoreadas para que su aplicación permita el alcance de los resultados esperados por el procesador, comercializador y consumidor, con base a las especificaciones plasmadas en las normas que les apliquen.

Su utilización genera ventajas no solo en materia de salud; los empresarios se ven beneficiados en términos de reducción de las pérdidas de producto por descomposición o alteración producida por contaminantes diversos y por otra

parte, mejora el posicionamiento de sus productos, mediante el reconocimiento de sus atributos positivos para su salud.

Las BPM comprenden actividades a instrumentar y vigilar sobre las instalaciones, equipo, maquinaria, utensilios, servicios, el proceso en todas y cada una de sus fases, manejo de productos, manipulación de desechos, higiene personal, etcétera.

2.1.2 ANÁLISIS DE LAS ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO

La organización en el proceso productivo debe ser concebida de tal manera que el alimento fabricado cumpla con las normas establecidas en las especificaciones correspondientes; que el conjunto de técnicas y procedimientos previstos, se apliquen correctamente y que se evite toda omisión, contaminación, error o confusión en el transcurso de las diversas operaciones.

La elaboración de un alimento debe efectuarse según procedimientos validados, en locales apropiados, con áreas, maquinaria y equipos limpios y adecuados, con personal competente, con materias primas y materiales conforme a las especificaciones, según criterios definidos, registrando en el documento de fabricación todas las operaciones efectuadas.

2.1.2.1 Materia prima

- La empresa no deberá aceptar ninguna materia prima que contenga componentes extraños que no pueden ser reducidas a niveles aceptables por los procedimientos normales de pasteurización.
- Las materias primas deberán inspeccionarse y clasificarse antes de llevarlas a la línea de elaboración y en caso necesario, deberán efectuarse pruebas de laboratorio. En la elaboración posterior sólo deberán utilizarse materias primas o ingredientes limpios y en buenas condiciones.

- El departamento de control de calidad aprobará todas las materias primas y material de empaque antes de ser usados en producción.
- Las materias primas almacenadas en el establecimiento se mantendrán en condiciones adecuadas. Se recomienda efectuar una rotación de las materias primas existentes.
- Los materiales de empaque y recipientes de materias primas, no serán utilizados para otros fines diferentes a los que fueron destinados originalmente. A menos que se eliminen las etiquetas, las leyendas o se pinten.
- Las materias primas deberán estar separadas de aquellas ya procesadas, para evitar su contaminación.
- Las materias primas que evidentemente no sean aptas, deberán separarse y eliminarse del lugar, a fin de evitar mal uso, contaminaciones y adulteraciones.

2.1.2.2 Proceso de elaboración

En la elaboración de productos se recomienda tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Seguir los procedimientos dados en los manuales de operación como son: velocidades de equipos, temperaturas de agua - producto, flujos de agua y otros parámetros de proceso, etc.
- Las áreas de fabricación, equipos y maquinaria deben estar limpios y libres de materiales extraños al proceso. No debe haber tránsito de personal o materiales que no correspondan a las mismas.
- Durante la fabricación de productos, se cuidará que la limpieza realizada no genere contaminación alguna que puede ser por salpicadura de agua que puedan contaminar los productos.
- Todos los productos en proceso, que se encuentren en tambores deben estar tapados y las bolsas tener cierre sanitario, para evitar su posible contaminación por el ambiente.

- Se evitará la contaminación con materiales extraños (agua, grasas, etc.), que vengan adheridos a los empaques de los insumos que entran a las áreas de manufactura.
- Los tanques de almacenamiento estarán limpios antes, y aún cuando no se usen.
- Todos los insumos, en cualquier operación del proceso, deben estar identificados en cuanto al contenido.
- Los productos a granel, se recomienda sean empacados a la mayor brevedad posible.
- Al lubricar los equipos o maquinarias, se deben tomar las precauciones, para evitar la contaminación de los productos. Es recomendable el uso de lubricantes inocuos, de grado alimenticio.
- Se recomienda no utilizar frascos de vidrio para la toma de muestras, por el riesgo de rotura.
- Se recomienda no utilizar termómetros de vidrio para tomar temperaturas dentro de la fábrica, a menos que tengan protección metálica para los mismos.
- Se recomienda efectuar un registro de los controles realizados, primordialmente de los puntos críticos.
- Los procesos de elaboración de los productos se recomienda sean supervisados por personal capacitado.
- Todas las operaciones del proceso de producción, se realizarán a la mayor brevedad posible y en condiciones sanitarias que eliminen toda posibilidad de contaminación.
- Los métodos de conservación y los controles necesarios habrán de ser tales, que protejan contra la contaminación o la aparición de un riesgo para la salud pública.
- Se recomienda que en el área de manipulación de los alimentos, todas las estructuras y accesorios elevados, sean de fácil limpieza, y cuando así proceda, se proyecten y construyan de manera que eviten la acumulación de suciedad y se reduzca al mínimo, la condensación y la formación de mohos e incrustaciones.

2.1.2.3 Empacado

- El material deberá ser apropiado para el producto y las condiciones previstas de almacenamiento. El material de empaque deberá conferir una protección apropiada contra la contaminación.
- En el área de empaque sólo deberá manejarse el material de empaque necesario para uso inmediato.
- El empaque de los diferentes productos deberá hacerse en condiciones que no permitan la contaminación del producto.
- La identificación de lotes deberán estar permanentemente codificados.
- Registros de elaboración y producción de cada lote deberá llevarse un registro continuo, legible y con la fecha de los detalles pertinentes de elaboración.

2.1.2.4 Almacenamiento

- Las entradas de carga y descarga deben estar techadas, para evitar la entrada de lluvia.
- Los pisos deben ser de material adecuado, de fácil limpieza, resistente para soportar la carga de tráfico diario.
- Las juntas de las paredes y pisos deben estar selladas.
- La iluminación en las áreas generales será suficiente y adecuada para realizar las actividades propias de cada área.
- Se recomienda llevar un control de primeras entradas y primeras salidas, a fin de evitar que se tengan productos sin rotación.
- Es menester de la Gerencia de Planta, el que periódicamente se les dé salida a productos y materiales inútiles, obsoletos o fuera de especificaciones a fin de facilitar la limpieza y eliminar posibles áreas de contaminación.
- Se tomarán precauciones para evitar que las materias primas sufran contaminación química, física, microbiológica, u otras sustancias objetables, asimismo se evitará la entrada y el establecimiento de plagas.

- Las materias primas deberán almacenarse en condiciones que confieran protección contra la contaminación y reduzcan al mínimo los daños y deterioros.
- Los plaguicidas u otras sustancias tóxicas, deberán etiquetarse adecuadamente con un rótulo en que se informe sobre su toxicidad y empleo. Estos productos deberán almacenarse en áreas o armarios especialmente destinados al efecto, y habrán de ser distribuidos o manipulados sólo por personal competente. Se pondrá el mayor cuidado en evitar la contaminación de los productos.
- En el área de manipulación de productos no se permitirá el almacenamiento o estacionamiento de ninguna sustancia que pudiera contaminarlos. Salvo que sea necesario para fines de higiene o control de plagas.
- El personal de control de calidad verificará que el producto esté identificado y etiquetado correctamente.
- No se permite el almacenamiento de materias primas, ingredientes, material de empaque o productos terminados, directamente sobre el piso ya que se deben almacenar sobre tarimas.

2.1.2.5 Transporte

- Todos los vehículos deben ser inspeccionados antes de cargar los productos, con el fin de asegurarse de que se encuentren en buenas condiciones sanitarias.
- Los productos alimenticios no deben ser transportados con otros productos que ofrezcan riesgos de contaminación o generen malos olores.
- Los medios de transporte que se utilicen para el acarreo y distribución de la materia prima o productos terminados estarán contruidos con materiales que puedan ser limpiados con facilidad, y el equipo que sea instalado en ellos, deberá asegurar la conservación de los productos e impedir la entrada y establecimiento de plagas.
- Los vehículos que cuentan con sistema de refrigeración, serán sometidos a verificación periódica del equipo con el fin de que su

funcionamiento garantice que las temperaturas requeridas para la buena conservación de los productos, estén aseguradas y a más de eso deben contar con registradores de temperatura.

- La transportación refrigerada es requisito indispensable en la mayoría de los alimentos perecederos y en ciertas materias primas.

2.1.3 MEDIDAS DE HIGIENE PREVENTIVA

Todo el personal debe estar entrenado en las buenas prácticas de higiene y sanidad, así como conocer la parte del proceso que le toca realizar.

La Dirección de la empresa, deberá tomar medidas para que todas las personas, incluyendo las de nuevo ingreso que manipulen productos, equipos, maquinas y a los que supervisan a éstos, reciban instrucción continua en materia de manipulación higiénica de los productos, equipos e higiene personal, a fin de que sepan adoptar las precauciones necesarias para evitar la contaminación de los productos.

Además de la instrucción en los principios básicos de higiene, tal información es recomendable sea diseminada en material escrito, proporcionarla al personal y supervisar continuamente su aplicación.

Toda persona que entre en contacto con materias primas, ingredientes, material de empaque, producto en proceso y terminado, maquinaria, equipos y utensilios, deberá observar las siguientes indicaciones, según corresponda:

- Usar ropa limpia y apropiada al tipo de trabajo que desarrolla, incluyendo el calzado. Los empleados al comienzo de las operaciones deben cambiarse la ropa de calle por uniformes o vestimentas limpias. El calzado debe mantenerse limpio y en buenas condiciones, además de no usarlo fuera de la planta.
- Cuando es de esperarse que los uniformes o vestimentas, debido al tipo de trabajo se ensucien rápidamente, entonces es recomendable el uso de delantales plásticos o de tela sobre los mismos, y estar lo suficientemente ajustados para proteger la limpieza de los uniformes.

- Lavar las manos y desinfectarlas antes de iniciar el trabajo, después de cada ausencia del mismo y en cualquier momento durante la jornada cuando puedan estar sucias o contaminadas. Los operarios deben lavar sus manos a fondo, desde la mitad del antebrazo hasta la punta de los dedos, con jabón y restregando con energía, usando cepillo para las uñas y yemas de los dedos; después de enjuagarse, sumergir las manos en una solución desinfectante, secarlas en el secador de aire o con toalla desechable de papel. Nunca deben usarse toallas de tela.
- Mantener las uñas cortas, limpias y libres de pintura y esmalte. Si se utilizan guantes que estén en contacto con el producto, serán impermeables y deberán mantenerlos limpios y desinfectados, con la misma frecuencia que las manos, tal como se ha indicado en párrafos anteriores.
- Usar cubre boca.
- Evitar cualquier contaminación con expectoraciones, mucosidades, cosméticos, cabellos, sustancias químicas, medicamentos o cualquier otro material extraño.
- El cabello debe mantenerse limpio, usar protección que cubra totalmente el cabello, y usarla en la planta todo el tiempo.
- Los bigotes deben ser cortos y mantenerse limpios. No deben rebasar el extremo de los labios, ni extenderse más allá de los lados de la boca. No se permite bigote bajo el labio que se extienda bajo la barbilla.
- Las patillas deben mantenerse limpias y recortadas, no más largas que la parte inferior de la oreja. No se permiten patillas del tipo curvadas; a no ser que estén cubiertas totalmente con un protector facial.
- Las redes deben ser simples y sin adornos, ya que éstas pueden terminar dentro del producto. Se recomienda que las aberturas en las redes, no sean mayores de 3 mm. Las cubiertas para el cabello se recomienda sean de color que contraste con el color del cabello.
- Fumar, mascar, comer o beber sólo podrá hacerse en áreas preestablecidas, en donde el riesgo de contaminación sea mínimo.
- Se prohíben chicles, dulces u otros objetos en la boca durante el trabajo, ya que éstos pueden caer al producto en proceso.

- Prescindir de plumas, lapiceros, termómetros, lentes, herramientas, alfileres, sujetadores u otros objetos desprendibles en los bolsillos superiores de la vestimenta.
- No se deben usar joyas, ni adornos: broches para el cabello, pasadores, pinzas, aretes, anillos, pulseras y relojes, collares u otros que puedan contaminar el producto, aún cuando se usen debajo de una protección.
- Queda prohibido estrictamente escupir en el área de proceso.
- Evitar estornudar y toser sobre el producto (uso obligatorio de cubre boca).
- Los operarios deben mantener un alto grado de limpieza personal. Se requiere que se presenten diariamente bañados, de preferencia al llegar a su trabajo; usen el cabello convenientemente recortado y los hombres estén bien afeitados.
- Evitar que personas con enfermedades contagiosas, erupciones, heridas infectadas o mal protegidas, laboren en contacto directo con los productos. Será conveniente aislarlos y que efectúen otra actividad que no ponga en peligro la calidad del producto.
- Cortadas o heridas, deberán cubrirse apropiadamente con un material sanitario (gasas, vendas) y colocar encima algún material impermeable (dedillo plástico, guante plástico), antes de entrar al área de proceso.

2.1.4 CONTAMINACIÓN DEL PRODUCTO

La contaminación del producto se puede ocasionar mediante contaminantes o agentes físicos, químicos y biológicos.

2.1.4.1 Contaminantes Físicos

Los contaminantes físicos están contenidos en diversas formas de energía, en general mecánica o electromagnética, por lo que deben ser tratados individualmente en función de ese origen energético.

El ruido y las vibraciones, las situaciones extremas de calor y frío, las radiaciones ionizantes y no ionizantes (microondas, el láser, rayos infrarrojos y ultravioleta) son los principales contaminantes físicos.

2.1.4.2 Agentes Químicos

Los agentes químicos formados por materia inanimada, se presentan en el aire como moléculas individuales o en grupos, lo que determina un tratamiento diferenciado. Contemplamos los siguientes:

Gases.- Son fluidos que se expanden hasta ocupar el recinto que los contiene, no condensan porque su temperatura crítica es inferior a la temperatura ambiente.

Vapores.- Son formas volátiles de sustancias que se presentan en estado líquido, habitualmente bajo temperatura y presión ambiental. El bajo punto de ebullición de los solventes hacen que se volatilicen o se evaporen a temperatura ambiente.

Humos metálicos.- Son el resultado de condensaciones de sustancias previamente volatilizadas y que proceden generalmente de procesos en los que existe metales fundidos.

Humos carbonosos.- Son partículas de carbón o cenizas que proceden de la combustión incompleta de material orgánico.

Aerosoles.- Partículas sólidas o pequeñas gotas de líquido, tan pequeñas como para permanecer en el aire un tiempo determinado.

Nieblas.- Son suspensiones de finas gotas líquidas que se producen por condensación de vapores o por la dispersión en su estado líquido.

2.1.4.3 Agentes Biológicos.

Los agentes biológicos son algunas formas microscópicas de seres vivientes que se encuentran en determinados puestos de trabajo y son capaces de producir enfermedades concretas. Están constituidos por bacterias, parásitos, virus y hongos.

Otra posible clasificación de los contaminantes se hace en función de sus efectos patológicos en el cuerpo humano, como los siguientes:

Neumoconióticos.- Originados por partículas sólidas, fibrógenas o no, que producen alteraciones pulmonares.

Asfixiantes.- Por desplazamiento del oxígeno del aire o por alteración de los procesos de oxidación biológica.

Corrosivos.- A través de la destrucción de los tejidos.

Irritantes.- Tanto de la piel como de las mucosas del tracto respiratorio y del tejido pulmonar.

Sensibilizantes.- Derivados de los efectos alérgicos del agente.

Cancerígenos.- Incluyen los de procedencia hereditaria y los que tienen efectos sobre la descendencia.

Anestésicos y narcóticos.- Que actúan sobre el sistema nervioso.

Sistémicos.- Producen alteraciones en sistemas u órganos específicos como el hígado y el riñón.

2.1.5 REQUISITOS HIGIÉNICOS DE FABRICACIÓN DE ALIMENTOS

Todas las materias primas y demás insumos para la fabricación de alimentos, así como las actividades de preparación y procesamiento, envasado y almacenamiento deben cumplir con los requisitos descritos a continuación, para garantizar la inocuidad y salubridad del alimento.

Las materias primas e insumos para alimentos cumplirán con los siguientes requisitos:

- a.** La recepción de materias primas debe realizarse en condiciones que eviten su contaminación, alteración y daños físicos.
- b.** Las materias primas e insumos deben ser inspeccionados, previo al uso, clasificados y sometidos a análisis de laboratorio cuando así se requiera, para determinar si cumplen con las especificaciones de calidad establecidas al efecto.
- c.** Las materias primas se someterán a la limpieza con agua potable u otro medio adecuado de ser requerido y a la descontaminación previa a su incorporación en las etapas sucesivas del proceso.
- d.** Las materias primas conservadas por congelación que requieren ser descongeladas previo al uso, deben descongelarse a una velocidad controlada para evitar el desarrollo de microorganismos; no podrán ser recongeladas,

además, se manipularan de manera que se minimice la contaminación proveniente de otras fuentes.

e. Las materias primas e insumos que requieran ser almacenadas antes de entrar a las etapas de proceso, deberán almacenarse en sitios adecuados que eviten su contaminación y alteración.

f. Los depósitos de materias primas y productos terminados ocuparan espacios independientes, salvo en aquellos casos en que a juicio de la autoridad sanitaria competente no se presenten peligros de contaminación para los alimentos.

g. Las zonas donde se reciban o almacenen materias primas estarán separadas de las que se destinan a elaboración o envasado del producto final. La autoridad sanitaria competente podrá eximir del cumplimiento de este requisito a los establecimientos en los cuales no exista peligro de contaminación para los alimentos.

Los envases y recipientes utilizados para manipular las materias primas o los productos terminados deberán reunir los siguientes requisitos:

a. Estar fabricados con materiales apropiados para estar en contacto con el alimento y cumplir con las reglamentaciones del Ministerio de Salud.

b. El material del envase deberá ser adecuado y conferir una protección apropiada contra la contaminación.

c. No deben haber sido utilizados previamente para algún fin diferente que pudiese ocasionar la contaminación del alimento a contener.

d. Deben ser inspeccionados antes del uso para asegurarse que estén en buen estado, limpios y/o desinfectados. Cuando son lavados, los mismos se escurrirán bien antes de ser usados.

e. Se deben mantener en condiciones de sanidad y limpieza cuando no estén siendo utilizados en la fabricación.

Las operaciones de fabricación deberán cumplir con los siguientes requisitos:

a. Todo el proceso de fabricación del alimento, incluyendo las operaciones de envasado y almacenamiento, deberán realizarse en óptimas condiciones sanitarias, de limpieza y conservación y con los controles necesarios para reducir el crecimiento potencial de microorganismos y evitar la contaminación del alimento. Para cumplir con este requisito, se deberán controlar los factores físicos, tales como tiempo, temperatura, humedad, actividad acuosa, pH, presión y velocidad de flujo y, además, vigilar las operaciones de fabricación, tales como: congelación, deshidratación, tratamiento térmico, acidificación y refrigeración, para asegurar que los tiempos de espera, las fluctuaciones de temperatura y otros factores no contribuyan a la descomposición o contaminación del alimento.

b. Se deben establecer todos los procedimientos de control, físicos, químicos, microbiológicos y organolépticos en los puntos críticos del proceso de fabricación, con el fin de prevenir o detectar cualquier contaminación, falla de saneamiento, incumplimiento de especificaciones o cualquier otro defecto de calidad del alimento, materiales de empaque o del producto terminado.

c. Los alimentos que por su naturaleza permiten un rápido crecimiento de microorganismos indeseables, particularmente los de mayor riesgo en salud pública deben mantenerse en condiciones que se evite su proliferación. Para el cumplimiento de este requisito deberán adoptarse medidas efectivas como:

- Mantener los alimentos a temperaturas de refrigeración no mayores de 4°C (39°F).
- Mantener el alimento en estado congelado.
- Mantener el alimento caliente a temperaturas mayores de 60°C (140°F)
- Tratamiento por calor para destruir los microorganismos mesófilos de los alimentos ácidos o acidificados, cuando estos se van a mantener en recipientes sellados herméticamente a temperatura ambiente.

d. Los métodos de esterilización, irradiación, pasteurización, congelación, refrigeración, control de pH, y de actividad acuosa, que se utilizan para destruir o evitar el crecimiento de microorganismos indeseables, deben ser suficientes

bajo las condiciones de fabricación, procesamiento, manipulación, distribución y comercialización, para evitar la alteración y deterioro de los alimentos.

e. Las operaciones de fabricación deben realizarse secuencial y continuamente, con el fin de que no se produzcan retrasos indebidos que permitan el crecimiento de microorganismos, contribuyan a otros tipos de deterioro o a la contaminación del alimento. Cuando se requiera esperar entre una etapa del proceso y la subsiguiente, el alimento debe mantenerse protegido y en el caso de alimentos susceptibles de rápido crecimiento microbiano y particularmente los de mayor riesgo en salud pública, durante el tiempo de espera, deberán emplearse temperaturas altas (> 60°C) o bajas (< 4°C) según sea el caso.

f. Los procedimientos mecánicos de manufactura tales como lavar, pelar, cortar, clasificar, desmenuzar, extraer, batir, secar etc, se realizaran de manera que protejan los alimentos contra la contaminación.

g. Cuando en los procesos de fabricación se requiera el uso de hielo en contacto con los alimentos, el mismo debe ser fabricado con agua potable y manipulado en condiciones de higiene.

h. Se deben tomar medidas efectivas para proteger el alimento de la contaminación por metales u otros materiales extraños, instalando mallas, trampas, imanes, detectores de metal o cualquier otro método apropiado.

i. No se permite el uso de utensilios de vidrio en las reas de elaboración debido al riesgo de ruptura y contaminación del alimento.

j. Los productos devueltos a la empresa por defectos de fabricación, que tengan incidencia sobre la inocuidad y calidad del alimento no podrán someterse a procesos de reempaque, reelaboración, corrección o esterilización bajo ninguna justificación.

2.1.5.1 Prevención de la contaminación cruzada

Con el propósito de prevenir la contaminación cruzada, se deberán cumplir los siguientes requisitos:

a. Durante las operaciones de fabricación, procesamiento, envasado y almacenamiento se tomaran medidas eficaces para evitar la contaminación de

los alimentos por contacto directo o indirecto con materias primas que se encuentren en las fases iniciales del proceso.

b. Las personas que manipulen materias primas o productos semielaborados susceptibles de contaminar el producto final no deberán entrar en contacto con ningún producto final, mientras no se cambien de indumentaria y adopten las debidas precauciones higiénicas y medidas de protección.

c. Cuando exista el riesgo de contaminación en las diversas operaciones del proceso de fabricación, el personal deberá lavarse las manos entre una y otra manipulación de alimentos.

d. Todo equipo y utensilio que haya entrado en contacto con materias primas o con material contaminado deberá limpiarse y desinfectarse cuidadosamente antes de ser nuevamente utilizado.

2.1.5.2 Limpieza, desinfección, control de plagas y roedores

Limpieza

- En la limpieza deberán eliminarse los residuos de alimentos y la suciedad que puedan constituir una fuente de contaminación.
- Los productos químicos de limpieza deberán manipularse y utilizarse con cuidado y de acuerdo con las instrucciones del fabricante y almacenarse, cuando sea necesario, separados de los alimentos, en sitios claramente identificados, a fin de evitar el riesgo de contaminación de los alimentos.
- Los programas de limpieza y desinfección deberán asegurar que todas las partes de las instalaciones estén debidamente limpias, e incluir la limpieza del equipo de limpieza.
- Deberá vigilarse de manera constante y eficaz y, cuando sea necesario, documentarse la idoneidad y eficacia de la limpieza y los programas correspondientes.

Cuando se preparen por escrito programas de limpieza, deberá especificarse lo siguiente:

- Superficies, elementos del equipo y utensilios que han de limpiarse.
- Responsabilidad de tareas particulares.
- Método y frecuencia de la limpieza.
- Medidas de vigilancia.

Los objetivos de la limpieza son los siguientes:

- Cumplir las exigencias estéticas.
- Reestablecer el normal funcionamiento de las instalaciones y utensilios tras su actividad.
- Prolongar la vida útil de las instalaciones y utensilios.
- Asegurar la calidad óptima de los alimentos frente a influencias químicas.

Desinfección

En la desinfección deberán eliminarse los determinados microorganismos nocivos mediante actuación sobre su estructura y metabolismo con objeto de impedir su transmisión. En la desinfección no se destruyen necesariamente todos los microorganismos, pero reduce su número a un nivel aceptable para determinados fines, que no resulte nocivo para la salud, ni perjudique la calidad de los alimentos.

Control de plagas

El control de plagas es aplicable a todas las áreas del establecimiento, recepción de materia prima, almacén, proceso, almacén de producto terminado, distribución, punto de venta, e inclusive vehículos de acarreo y reparto.

Todas las áreas de la planta deben mantenerse libres de insectos, roedores, pájaros u otros animales.

Los edificios deben tener protecciones, para evitar la entrada de plagas pudiendo utilizarse cortinas de aire, antecámaras, mallas, tejidos metálicos, trampas, etc.

Cada establecimiento debe tener un sistema y un plan para el control de plagas. Los establecimientos y las áreas circundantes deberán inspeccionarse periódicamente para cerciorarse de que no existe infestación.

En caso de que alguna plaga invada el establecimiento, deberán adoptarse medidas de control o erradicación. Las medidas que comprendan el tratamiento con agentes químicos, físicos o biológicos, sólo deberán aplicarse bajo la supervisión directa del personal que conozca a fondo los riesgos para la salud, que el uso de esos agentes pueden entrañar.

Sólo deberán emplearse plaguicidas, cuando otras medidas no sean eficaces. Antes de aplicar plaguicidas se deberá tener cuidado de proteger todos los productos, equipos y utensilios contra la contaminación. Después de aplicar los plaguicidas, deberán limpiarse minuciosamente el equipo y los utensilios contaminados, a fin de que antes de volverlos a usar queden eliminados los residuos.

En caso de utilizar plaguicidas, éstos deben ser guardados bajo llave y aplicados bajo la responsabilidad del personal autorizado y entrenado en su manejo. Todos los pesticidas utilizados deben cumplir con las regulaciones vigentes.

Roedores

Un programa de control de roedores efectivo deberá incluir:

- a) Limpieza de todas las áreas dentro y fuera del establecimiento, para evitar nidos y su proliferación.
- b) Medidas para evitar su entrada a las instalaciones.
- c) Verificaciones constantes para detectar su presencia.
- d) Colocar trampas y carnadas con veneno para su control y/o eliminación.

Las áreas exteriores del establecimiento y el perímetro cercano al edificio, se pueden proteger con trampas que contengan una carnada que les guste a los roedores. También pueden utilizarse carnadas preparadas con venenos anticoagulantes. Estas carnadas, cuando son ingeridas por los roedores, les causan hemorragias internas y generalmente se desangran hasta morir. El tamaño y peso del roedor determina la cantidad efectiva de carnada que los roedores deben comer

En las áreas internas de almacenamiento de materias primas, ingredientes, material de empaque y áreas de proceso, se podrán utilizar trampas mecánicas o artefactos que se revisarán constantemente para retirar los cadáveres de los animales atrapados y al mismo tiempo volver a activar las trampas.

2.1.5.3 Manejo de desechos sólidos y líquidos

Se adoptarán las medidas apropiadas para la remoción y el almacenamiento de los desechos. No deberá permitirse la acumulación de desechos en las áreas de manipulación y de almacenamiento de los alimentos o en otras áreas de trabajo ni en zonas circundantes, salvo en la medida en que sea inevitable para el funcionamiento apropiado de las instalaciones. Los almacenes de desechos deberán mantenerse debidamente limpios.

Manejo de desechos sólidos

a. Los residuos sólidos deben ser removidos frecuentemente de las áreas de producción y disponerse de manera que se elimine la generación de malos olores, el refugio y alimento de animales y plagas y que no contribuya de otra forma al deterioro ambiental.

b. El establecimiento debe disponer de recipientes, locales e instalaciones apropiadas para la recolección y almacenamiento de los residuos sólidos, conforme a lo estipulado en las normas sanitarias vigentes.

Manejo de desechos líquidos

- a.** Dispondrán de sistemas sanitarios adecuados para la recolección, el tratamiento y la disposición de aguas residuales, aprobadas por la autoridad competente.
- b.** El manejo de residuos líquidos dentro del establecimiento debe realizarse de manera que impida la contaminación del alimento o de las superficies de potencial contacto con este.

2.1.6 EQUIPOS Y UTENSILIOS

Todo el equipo y utensilios de la planta tienen que ser diseñados de tal manera que sean adecuadamente limpiados y mantenidos. El diseño, construcción, y uso de equipo y utensilios tienen que prevenir la adulteración de los alimentos con lubricantes, combustible, fragmentos de metal, agua contaminada, u otros contaminantes.

Todo equipo tiene que ser instalado y mantenido para facilitar el limpiado del equipo y de todos los espacios adjuntos. Las superficies de contacto con alimentos tienen que ser resistentes a la corrosión cuando están en contacto con los alimentos. Tienen que ser hechos de materiales no tóxicos, diseñados para soportar el ambiente de su uso y la acción de los alimentos, así como también deben de soportar los agentes de limpieza y agentes de desinfección. Las superficies de contacto con alimentos tienen que ser mantenidas para proteger los alimentos de ser contaminados de cualquier fuente, incluyendo aditivos ilegales indirectos.

Los sellos o uniones de las superficies de contacto con alimentos tienen que ser lisamente soldadas o mantenidas para minimizar la acumulación de partículas de alimentos, tierra, y material orgánico y de este modo minimizar la oportunidad que crezcan los microorganismos.

Cada congelador o cuarto frío usado para almacenar y mantener alimentos que pueden hospedar el crecimiento de microorganismos tiene que ser equipado

con un termómetro indicador, aparato que mida la temperatura, o aparato que grabe la temperatura e instalado para enseñar la temperatura precisa en el cuarto o congelador, y tiene que ser equipado con un control automático para regular la temperatura o con un sistema de alarma automática que indica un cambio significativo de temperatura en una operación manual.

Los instrumentos y controles usados para medir, regular, o grabar las temperatura, pH, acidez, actividad de agua, y otras condiciones que controlan o previenen el crecimiento de microorganismos no deseables en los alimentos tienen que ser precisos y adecuadamente mantenidos, y de número adecuado para sus usos designados.

Los gases a presión y otros gases mecánicamente introducidos en los alimentos o usados para limpiar las superficies de contacto con alimentos o equipo tienen que ser tratados de tal manera que los alimentos no sean contaminados con la adición de aditivos indirectos que son ilegales.

Todos los equipos y utensilios deben ser usados para los fines que fueron diseñados.

El equipo y los recipientes que se utilicen para el proceso deben construirse y conservarse de manera que no constituyan un riesgo para la salud. Los envases que se vuelvan a utilizar deben ser de material y construcción tales, que permitan una limpieza fácil y completa.

El equipo y utensilios deben limpiarse y mantenerse limpios y, en caso necesario, desinfectarse.

Los recipientes para materias tóxicas ya usados, deben ser debidamente identificados y utilizarse exclusivamente para el manejo de estas sustancias. Y si dejan de usarse, inutilizarlos o destruirlos.

2.1.6.1 Condiciones generales

Los equipos y utensilios utilizados en el procesamiento, fabricación, preparación, de alimentos dependen del tipo del alimento, materia prima o insumo, de la tecnología a emplear y de la máxima capacidad de producción prevista. Todos ellos deben estar diseñados, construidos, instalados y mantenidos de manera que se evite la contaminación del alimento, facilite la limpieza y desinfección de sus superficies y permitan desempeñar adecuadamente el uso previsto.

2.1.6.2 Condiciones específicas

Los equipos y utensilios utilizados deben cumplir con las siguientes condiciones específicas:

- a.** Los equipos y utensilios empleados en el manejo de alimentos deben estar fabricados con materiales resistentes al uso y a la corrosión, así como a la utilización frecuente de los agentes de limpieza y desinfección.
- b.** Todas las superficies de contacto con el alimento deben ser inertes bajo las condiciones de uso previstas, de manera que no exista interacción entre estas o de estas con el alimento, a menos que este o los elementos contaminantes migren al producto, dentro de los límites permitidos en la respectiva legislación. De esta forma, no se permite el uso de materiales contaminantes como: plomo, cadmio, zinc, antimonio, hierro, u otros que resulten de riesgo para la salud.
- c.** Todas las superficies de contacto directo con el alimento deben poseer un acabado liso, no poroso, no absorbente y estar libres de defectos, grietas, intersticios u otras irregularidades que puedan atrapar partículas de alimentos o microorganismos que afectan la calidad sanitaria del producto. Podrán emplearse otras superficies cuando exista una justificación tecnológica específica.
- d.** Todas las superficies de contacto con el alimento deben ser fácilmente accesibles o desmontables para la limpieza e inspección.

e. Los ángulos internos de las superficies de contacto con el alimento deben poseer una curvatura continua y suave, de manera que puedan limpiarse con facilidad.

f. En los espacios interiores en contacto con el alimento, los equipos no deben poseer piezas o accesorios que requieran lubricación ni roscas de acoplamiento u otras conexiones peligrosas.

g. Las superficies de contacto directo con el alimento no deben recubrirse con pinturas u otro tipo de material desprendible que represente un riesgo para la inocuidad del alimento.

h. En lo posible los equipos deben estar diseñados y contruidos de manera que se evite el contacto del alimento con el ambiente que lo rodea.

i. Las superficies exteriores de los equipos deben estar diseñadas y contruidas de manera que faciliten su limpieza y eviten la acumulación de suciedades, microorganismos, plagas u otros agentes contaminantes del alimento.

j. Las mesas y mesones empleados en el manejo de alimentos deben tener superficies lisas, con bordes sin aristas y estar contruidas con materiales resistentes, impermeables y lavables.

k. Los contenedores o recipientes usados para materiales no comestibles y desechos, deben ser a prueba de fugas, debidamente identificados, contruidos de metal u otro material impermeable, de fácil limpieza y de ser requerido provistos de tapa hermética. Los mismos no pueden utilizarse para contener productos comestibles.

l. Las tuberías empleadas para la conducción de alimentos deben ser de materiales resistentes, inertes, no porosas, impermeables y fácilmente desmontables para su limpieza. Las tuberías fijas se limpiaran y desinfectaran mediante la recirculación de las sustancias previstas para este fin.

2.1.6.3 Condiciones de instalación y funcionamiento

Los equipos y utensilios requerirán de las siguientes condiciones de instalación y funcionamiento:

a. Los equipos deben estar instalados y ubicados según la secuencia lógica del proceso tecnológico, desde la recepción de las materias primas y demás ingredientes, hasta el envasado y embalaje del producto terminado.

b. La distancia entre los equipos y las paredes perimetrales, columnas u otros elementos de la edificación, debe ser tal que les permita funcionar adecuadamente y facilite el acceso para la inspección, limpieza y mantenimiento.

c. Los equipos que se utilicen en operaciones críticas para lograr la inocuidad del alimento, deben estar dotados de los instrumentos y accesorios requeridos para la medición y registro de las variables del proceso. Así mismo, deben poseer dispositivos para captar muestras del alimento.

d. Las tuberías elevadas no deben instalarse directamente por encima de las líneas de elaboración, salvo en los casos tecnológicamente justificados y en donde no exista peligro de contaminación del alimento.

e. Los equipos utilizados en la fabricación de alimentos podrán ser lubricados con sustancias permitidas y empleadas racionalmente, de tal forma que se evite la contaminación del alimento.

2.1.7 EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN

a. Todas las personas que han de realizar actividades de manipulación de alimentos deben tener formación en materia de educación sanitaria, especialmente en cuanto a prácticas higiénicas en la manipulación de alimentos. Igualmente deben estar capacitados para llevar a cabo las tareas que se les asignen, con el fin de que sepan adoptar las precauciones necesarias para evitar la contaminación de los alimentos.0

b. Las empresas deberán tener un plan de capacitación continuo y permanente para el personal manipulador de alimentos desde el momento de su contratación y luego ser reforzado mediante charlas, cursos u otros medios efectivos de actualización. Esta capacitación estará bajo la responsabilidad de la empresa y podrá ser efectuada por esta, por personas naturales o jurídicas contratadas y por las autoridades sanitarias. Cuando el plan de capacitación se realice a través de personas naturales o jurídicas diferentes a la empresa, estas deberán contar con la autorización de la autoridad sanitaria competente.

Para este efecto se tendrán en cuenta el contenido de la capacitación, materiales y ayudas utilizadas, así como la idoneidad del personal docente.

c. La autoridad sanitaria en cumplimiento de sus actividades de vigilancia y control, verificara el cumplimiento del plan de capacitación para los manipuladores de alimentos que realiza la empresa.

d. Para reforzar el cumplimiento de las prácticas higiénicas, se han de colocar en sitios estratégicos avisos alusivos a la obligatoriedad y necesidad de su observancia durante la manipulación de alimentos.

e. El manipulador de alimentos debe ser entrenado para comprender y manejar el control de los puntos críticos que están bajo su responsabilidad y la importancia de su vigilancia o monitoreo; además, debe conocer los límites críticos y las acciones correctivas a tomar cuando existan desviaciones en dichos límites.

2.1.8 MANTENIMIENTO A LAS MÁQUINAS, EQUIPOS E INSTALACIONES

Se trata de la descripción detallada de las tareas de Mantenimiento, explicando las acciones, plazos y recambios a utilizar; en general, hablamos de tareas de limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas.

Consideraciones generales

Las instalaciones y el equipo deberán mantenerse en un estado apropiado de reparación y condiciones para:

1. Facilitar todos los procedimientos de saneamiento.
2. Evitar la contaminación de los alimentos, por ejemplo a causa de fragmentos de metales, desprendimiento de piezas, escombros y productos químicos.

Como crear un programa de mantenimiento

Ideas básicas para crear un programa de Mantenimiento para un equipo o máquina determinada:

- Quien mejor conoce una máquina es su fabricante, por lo que es altamente aconsejable comenzar por localizar el manual de uso y mantenimiento original, y si no fuera posible, contactar con el fabricante por si dispone de alguno similar, aunque no sea del modelo exacto.
- Establecer un manual mínimo de buen uso para los operarios de la máquina, que incluya la limpieza del equipo y el espacio cercano.
- Comenzar de inmediato la creación de un Historial de averías e incidencias.
- Establecer una lista de puntos de comprobación, como niveles de lubricante, presión, temperatura, voltaje, peso, etc, así como sus valores, tolerancias y la periodicidad de comprobación, en horas, días, semanas, etc.
- Establecer un Plan-Programa de Lubricación de la misma forma, comenzando con plazos cortos, analizando resultados hasta alcanzar los plazos óptimos.
- Actuar de la misma forma con los todos sistemas de filtración y filtros del equipo, sean de aire, agua, lubricantes, combustibles, etc. Para establecer los plazos exactos de limpieza y/o sustitución de los filtros, nos ayudará revisarlos y comprobar su estado de forma periódica. Los filtros de cartucho pueden abrirse para analizar su estado, y comprobar si se sustituyeron en el momento justo, pronto o tarde.
- En cuanto a transmisiones, cadenas, rodamientos, correas de transmisión, etc, los fabricantes suelen facilitar un nº de horas aproximado o máximo de funcionamiento, pero que dependerá mucho de las condiciones de trabajo: temperatura, carga, velocidad, vibraciones, etc. Por lo tanto, no tomar esos plazos máximos como los normales para su sustitución, sino calcular esa sustitución en función del comentario de los operarios, la experiencia de los técnicos de mantenimiento, incidencias anteriores, etc.
- Crear un listado de accesorios, repuestos, recambios para el equipo, valorando el disponer siempre de un Stock mínimo para un plazo temporal 2 veces el plazo de entrega del fabricante, sin olvidar épocas especiales como vacaciones, etc.

- Siempre que sea posible, agrupar en el Plan o Programa de Mantenimiento las distintas acciones de mantenimiento preventivo que requieran la parada del Equipo o máquina, aunque los plazos no sean exactos, adelantando un poco los más alejados (por ejemplo, si establece el fabricante la comprobación de presión de un elemento cada 30 días, podemos establecerlo nosotros cada 28, para coincidir con otras tareas preventivas del plazo semanal (7 x 4 semanas = 28 días).
- Si no disponen de un Software de Mantenimiento con un mínimo conocimiento de ordenadores pueden crearse aplicaciones simples pero efectivas con programas como Access (bases de datos) y Excel (Hoja de Cálculo), que nos permitirán tener una ficha del equipo, con sus incidencias, paradas, averías, soluciones, repuestos usados, etc. Cuantos más datos recojan y guarden, más exacto podrán ser su Programa de Mantenimiento.

El mantenimiento de una planta es crucial para lograr productos de calidad. El deterioro de las instalaciones y equipos puede ocasionar: accidentes, contaminaciones, tanto físicas, químicas, como microbiológicas. Inclusive afecta rendimientos ocasionando pérdidas económicas y de imagen comercial.

La limpieza, y por tanto la higiene estarán directamente relacionadas con el mantenimiento de la planta.

Cuando sea necesario realizar tareas de mantenimiento, se recomienda disponer de un sistema de aislamiento del área en reparación.

Los tableros de control deben estar instalados en forma que se evite acumulación de polvo y que permita su limpieza.

Todos los instrumentos de control de proceso (medidores de tiempo, temperatura, humedad, flujo, torque, peso, etc.), deben estar en condiciones de uso para evitar desviaciones de los patrones de operación.

Al lubricar el equipo se deben tomar precauciones para evitar contaminación de los productos que se procesan. Cuando proceda, el equipo con partes móviles que requiera lubricación, será diseñado en tal forma que evite la contaminación de los productos.

Los equipos deben ser instalados en forma tal que el espacio entre la pared, el cielo raso y piso, permita su limpieza.

Las bombas deben ser colocadas sobre una base que no dificulte la limpieza y mantenimiento.

Las partes externas de los equipos que no entran en contacto con los alimentos, deben de estar limpios, sin muestras de derrames.

Los equipos deben ser diseñados en tal forma que no tengan tornillos, tuercas, remaches o partes móviles que puedan caer accidentalmente al producto.

Para el caso específico de manejo de alimentos, se recomienda que los utensilios y equipos sean de diseño sanitario tales como: Materiales inertes que no contaminen o sean atacados por los productos, no deben tener esquinas, bordes o rebordes que permitan la acumulación de residuos y dificulten su limpieza, las superficies deben ser lisas y las soldaduras pulidas.

Los equipos y utensilios deben estar reparados y se les dará mantenimiento permanentemente.

En las operaciones de mantenimiento o reparación, el personal encargado deberá notificar al personal de manufactura para que cuando el equipo sea inspeccionado, se limpie previo uso en producción.

2.2 INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

2.2.1 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO

Es una serie de acciones preventivas, predictivas y correctivas planeadas previamente y organizadas oportunamente las cuales se ejecutan para prevenir y/o corregir los problemas ocasionados por las fallas potenciales de las funciones de una máquina o equipo a fin de asegurar que una instalación, sistema industrial, una máquina u otro activo fijo continúen realizando las funciones para las que fueron diseñadas y desarrolladas.

El mantenimiento como tal tiene pocos años de existencia, pero a pesar de ello ha presentado una rápida evolución, debido a las siguientes razones:

- Complejidad de las máquinas y equipos.
- Elevado costo de parada por falla o por mantenimiento.
- Precio de los equipos y máquinas cada vez mayor.

Para que pueda existir un buen servicio de mantenimiento se deben utilizar las siguientes acciones:

- Observación.- Es el estudio detallado de un acontecimiento.
- Análisis.- Existen diversos tipos de análisis que se deben realizar, esto de acuerdo a la necesidad así tenemos: análisis de costos, tiempos, fallas, etc.
- Comunicación.- Es el punto de unión, imprescindible, entre la información, la decisión y la acción.
- Determinación de acciones prioritarias.- A la hora de dar preferencia de actuación es fundamental organizarse de forma eficaz y racional, así como distinguir entre lo urgente y lo importante.

2.2.2 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

- Asegurar la disponibilidad de la maquinaria para la producción al menor costo dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes de los equipos e instalaciones y las normas de seguridad.
- Equilibrar los costos de mantenimiento y producción perdida.
- Planificar las tareas.
- Evitar sobremantenimiento.
- Minimizar costos y optimizar recursos.
- Determinar cuando debe cesar la vida útil de una máquina, sea por obsolescencia o por pérdida de rendimiento.

2.2.3 FACTORES DEL MANTENIMIENTO

2.2.3.1 Confiabilidad (Reliability)

Es la probabilidad de que un elemento, producto o sistema funcione de una manera satisfactoria cuando es explotado bajo condiciones de operación y mantenimiento especificadas por un período de tiempo determinado.

Es una característica inherente del diseño y la fabricación de la maquinaria o equipo a ser mantenido, además es un factor clave en la frecuencia de las acciones de mantenimiento.

$$MTFB = \frac{TTO}{\#F} \quad (2.1)$$

TTO= Tiempo total de operación en el periodo.

#F= Número total de horas por fallas.

2.2.3.2 Mantenibilidad (Maintenability)

Es la facilidad, precisión, seguridad y economía en el rendimiento de las acciones de mantenimiento, es un parámetro inherente del diseño y la instalación del equipo o maquinaria.

La mantenibilidad es la capacidad de un sistema a ser mantenido, las acciones de mantenimiento son aplicables a lo largo de todo el ciclo de vida de la maquinaria o equipo.

$$MTTR = \frac{TTR}{\#F} \quad (2.2)$$

TTR= Tiempo total empleado en restaurar la operación después de cada falla.

#F= Número total de horas por fallas.

2.2.3.3 Disponibilidad (Availability)

Es la medida del grado en que un sistema está operable y en estado de iniciar una misión o un trabajo dentro de un tiempo dado, con frecuencia se lo conoce como rapidez operacional.

$$A = \frac{T_p - T_m}{T_p} * 100\% \quad (2.3)$$

Donde:

T_p= Tiempo planeado, además es función de la mantenibilidad y confiabilidad.

T_m= Tiempo muerto, es función de todas las fallas, MTTO correctivo.

Disponibilidad inherente (A_i)

Es la probabilidad de que un sistema o equipo, cuando se usa bajo condiciones ideales, esté en condiciones de operar satisfactoriamente en cualquier punto y tiempo requerido.

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + \overline{M}_{ct}} * 100\% \quad (2.4)$$

Donde:

MTBF= Tiempo medio entre fallas.

\overline{M}_{ct} = Mantenimiento correctivo.

Disponibilidad total (A_a)

$$A = \frac{MTBM}{MTBM + \overline{M}} * 100\% \quad (2.5)$$

Donde:

MTBM= Tiempo medio entre mantenimiento.

\bar{M} = Mantenimiento preventivo.

Disponibilidad operacional (Ao)

$$A = \frac{MTBM}{MTBM + MDT} * 100\% \quad (2.6)$$

Donde:

MTBM= Tiempo medio entre mantenimiento.

MDT= Tiempo muerto entre mantenimiento.

2.2.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Los tipos de mantenimiento más aceptados por los diversos autores son:

- Mantenimiento Correctivo.
- Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento Predictivo.

2.2.4.1 Mantenimiento Correctivo

En este tipo de mantenimiento se utiliza la máquina hasta que sobreviene la falla y con esto una parada obligatoria del equipo, es decir, el mantenimiento se reduce a la reparación del equipo o maquinaria.

Este tipo de mantenimiento tiene las siguientes desventajas:

- Imprevisión de la falla.
- Imprevisión de los suministros.
- Inseguridad.
- Costo elevado por paradas improductivas.

Como se puede apreciar es una operación efectuada después de la falla cuya finalidad es conseguir la mayor eficiencia de las intervenciones, determinada en función del grado de cumplimiento de las siguientes condiciones:

- Rapidez de respuesta a la demanda de intervención.
- Rapidez de ejecución o reacondicionamiento.
- Calidad en la realización de los trabajos.

En este tipo de mantenimiento se supone el cambio, reparación o ajuste de la pieza. Debido a que no es posible programar la intervención, la acción se realiza en forma aleatoria, donde aparezca o se produzca la falla, según esto existen dos tipos de reparaciones que son:

- Paliativas o provisionales, que son efectuadas en campo cuando la falla no es de gravedad, esto puede resultar a veces muy rentable.
- Curativas o definitivas, estas se realizan de manera obligada en el taller, reestablecen el nivel óptimo de prestaciones.

2.2.4.2 Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento trata de reducir la probabilidad de falla, consiste en someter al equipo, después de un determinado periodo de funcionamiento, a un desmontaje total o parcial para su inspección, procediendo a la reparación o sustitución de los elementos deteriorados o de aquellos para los que se espera una falla próxima.

Se logra un grado de previsión que puede ser muy importante; mediante una intervención presagiada, preparada y programada antes de la fecha probable de aparición de la falla, se puede planificar de una manera adecuada las paradas de los equipos.

Existen diversos tipos de mantenimiento preventivo entre los cuales tenemos:

- De uso rutinario.- Se usa inspecciones frecuentes, con intervenciones preventivas ligeras realizadas por el operario, que aseguran una vigilancia continua de los equipos, evitando fallas pequeñas que a largo plazo pueden traer graves consecuencias. Este consiste en tareas

como: apretar tornillos, completar niveles de aceite, detectar fugas, detección de ruidos anormales, etc.

- Sistemático.- Es un mantenimiento efectuado según un plazo previamente establecido por unidades de tiempo o de uso, esto nos trae las siguientes ventajas:
 - Disminuye los costos por tiempo de reparación.
 - Reduce el número de reparaciones.
 - Baja los costos de reparación.
 - Mejora la calidad del producto.
 - Permite el seguimiento de equipos con alto costo de mantenimiento.

El mantenimiento preventivo presenta las siguientes desventajas:

- El desmontaje total o parcial de una máquina, con la consiguiente parada de producción y reposición de elementos, es excesivamente costoso para la seguridad de funcionamiento que aporta.
- Las paradas de inspección, que son importantes en unidades de funcionamiento continuo, el mantenimiento preventivo es altamente costoso.
- Dificultad para determinar el intervalo entre inspecciones periódicas.
- Cuando se hacen inspecciones periódicas en una máquina esta puede quedar, por falla en el montaje, en peores condiciones que las iniciales, resultando así más propensa a fallar.
- Existen defectos en las máquinas que únicamente pueden ser detectadas durante el proceso de operación como desequilibrios, resonancia, etc.

2.2.4.3 Mantenimiento Predictivo

Este tipo de mantenimiento consiste en la vigilancia o seguimiento del estado de una máquina de forma continua o discontinua, mediante la captación de

señales que sufren una modificación de su magnitud dependiendo de la gravedad de la falla.

Estas señales analizadas de una manera adecuada se usan para diagnosticar el tipo de falla, donde se está produciendo y su severidad.

Este tipo de información nos permite determinar la potencialidad de la falla, así como planificar adecuadamente las paradas y reparaciones.

El mantenimiento predictivo tiene las siguientes ventajas:

- Detección prematura e identificación de defectos, sin necesidad de detener y desmontar la máquina.
- Seguimiento de la evolución del defecto en el tiempo hasta que se vuelva peligroso.
- Permite programar el suministro de repuesto y mano de obra
- Reduce el tiempo de reparación, ya que se tiene identificada la falla y los elementos que han fallado.
- Evita las fallas repetitivas, identificando y corrigiendo el origen de las mismas.
- Reduce costos e incrementa la producción por ahorro de paradas y tiempos muertos.
- Permite una selección satisfactoria de las condiciones de operación de la máquina.
- Funcionamiento más seguro.

Las desventajas que se presentan en este tipo de mantenimiento son:

- Inversión costosa en equipos de adquisición y tratamiento de información.
- Generación de gran cantidad de información.
- Limitación de aplicación para algunos tipos de fallas.

La aplicación de las técnicas de vigilancia continua para que sea eficaz comparada con otros tipos de mantenimiento, deben cumplir los siguientes objetivos:

- No impedir, ni limitar el funcionamiento de la máquina durante su ejecución.
- Poseer un costo de implantación menor que el de cualquier otro tipo de mantenimiento.
- Permitir la detección de la falla en fase inicial, antes de que se convierta en catastrófica, así como la detección de la causa que lo origina.

2.2.5 FILOSOFÍAS DEL MANTENIMIENTO

Las filosofías del mantenimiento se clasifican en:

- RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad)
- TPM (Mantenimiento Productivo Total)

2.2.5.1 Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

El RCM tiene la finalidad de ayudar a las personas a determinar las políticas para determinar las funciones de los activos físicos y manejar las consecuencias de sus fallas.

El RCM pone mucho énfasis en las consecuencias de las fallas como en las características técnicas de las mismas, mediante:

- Integración de una revisión de fallas operacionales con la evaluación del aspecto de seguridad y amenazas al medio ambiente.
- Manteniendo mucha atención en las tareas de mantenimiento que más incidencia tienen en el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, esto garantiza que la inversión en mantenimiento se utilice donde más beneficio va a reportar.

El **objetivo** del RCM radica en reducir al mínimo el costo por mantenimiento, para enfocarse en las funciones más importantes de los sistemas y evitando acciones de mantenimiento que no son necesarias.

Las principales ventajas que se va a tener con la implantación de esta filosofía de mantenimiento son:

- Si el RCM se aplica sobre un mantenimiento preventivo ya existente en la empresa, puede reducir la cantidad de mantenimiento rutinario hasta un 70%.
- Si el RCM se aplicara para desarrollar un nuevo sistema de mantenimiento preventivo en la empresa, esto beneficiará para que la carga de trabajo programada sea mucho menor que el si el sistema se hubiera desarrollado por métodos convencionales.
- Su lenguaje técnico es común, sencillo y fácil de entender para todos los empleados vinculados al sistema RCM, permitiendo al personal involucrado en las tareas saber que pueden hacer y como hacer para obtener los resultados requeridos.

2.2.5.2 Mantenimiento productivo total (TPM)

Esta es una técnica desarrollada en Japón en la década de los 70s, esta nace como una necesidad de mejorar la calidad de sus productos y servicios.

El TPM se define como la reformulación y la mejora de la estructura empresarial a partir de la reestructuración, mejora de las personas y equipos, todo esto con el compromiso de todos los niveles jerárquicos y un cambio de la postura organizacional.

El TPM promueve un trabajo en conjunto vinculando al hombre, máquina y empresa, de esta manera el trabajo de conservación de los medios de producción pasa a ser preocupación de todos.

Esta filosofía de mantenimiento compromete la eficacia de la estructura orgánica de la empresa, por medio de mejoras a ser introducidas, tanto en personal como en equipo.

El TPM nos marca una diferencia por la aparición del término TOTAL en los siguientes aspectos:

- Eficacia TOTAL.- Se distingue por la persecución de un modo de operación más económico y rentable de producción, manteniendo el concepto de efectividad como un fundamento principal de la productividad, esto es aplicado directamente al funcionamiento de las máquinas, el mismo que debe elevarse a un nivel superior, hasta lograr cero averías y cero defectos.
- Mantenimiento TOTAL.- Considera la necesidad de que el mantenimiento cubra toda la vida útil del equipo.
- Participación TOTAL.- El TPM involucra y compromete a toda la organización, especialmente a los que están directamente relacionados con la producción.

Los principales objetivos del TPM son:

- Constituir una estructura empresarial que busque la máxima eficiencia del sistema de producción.
- Comprometer a todos los departamentos, comenzando por el de producción (operación y mantenimiento) extendiéndose hasta abarcar a todos los departamentos de la empresa.
- Contar con la participación de todos, desde los directores hasta los operarios.
- Mejorar la calidad del personal en todas las áreas.
- Mejorar la calidad de los equipos, maximizando la vida útil de los mismos.
- Mejorar los resultados de la empresa.

2.2.6 NIVELES Y CATEGORIZACIÓN DE MANTENIMIENTO

Primer escalón

Compuesto por el operador de la máquina, alcanza controles diarios, de limpieza, lubricación, ajustes menores y reparaciones menores que no requieran desarmar componentes o conjuntos.

En este primer escalón se debe tener un perfecto conocimiento de los tipos de lubricantes que han de emplearse y la situación de los puntos de engrase y forma y período de engrase. Hay que lograr en estas tareas un sentido de automatismo conforme a la clase tipo y modelo de máquina que corresponda.

Misiones

- Limpieza, tanto interna como externa de la máquina que habrá de realizarse diariamente a la terminación de los servicios prestados.
- Engrase de todos aquellos puntos que se establecen en las guías reglamentarias y colaboración para esta tarea con los equipos especiales del escalón segundo.
- Conservación de las herramientas, equipo y documentación asignados.
- Revisión periódica diaria y colaboración en las revisiones semanales o quincenales con participación en estas últimas del escalón segundo.

Segundo escalón (equipo de obra)

Este escalón es el primero en que se efectúan reparaciones menores, es efectuado por personal especializado y que cuenta con la capacidad y medios que no posee el primer escalón.

El segundo escalón comprende normalmente el reemplazo de partes o conjuntos dañados (no su reparación) y que no requiera de un equipo especial ni la ejecución de un desmontaje completo.

Misiones

- Revisión y mantenimiento periódico.
- Localización de averías tan pronto como se observe algún fallo.
- Reparación de tipo ligero basadas esencialmente en la sustitución de piezas o conjuntos.
- Suministro de carburantes en buenas condiciones de limpieza y pureza.

Tercer escalón

A cargo de personal especialmente entrenado, este tercer escalón incluye el reemplazo de partes, conjuntos y la reparación de estos.

Misiones

- Reparaciones basadas en arreglos o reconstrucciones parciales de piezas dañadas.
- Construcción de nuevas piezas.

Cuarto escalón (talleres fijos)

Es efectuado por personal entrenado y especialista que opera en talleres semi-fijos o permanente, destinados a apoyar a los escalones menores de mantenimiento. Este escalón comprende reparaciones generales de conjuntos y componentes mayores.

Este escalón esta mejor dotado de herramientas, conjuntos y equipos de prueba adicionales de mayor precisión de los escalones inferiores.

Misiones

- Reconstrucciones (Over hauling=total) de la maquinaria de la empresa.
- Reconstrucción de las piezas desgastadas procedentes de sustituciones.
- Modificaciones en la maquinaria existente y construcción de equipos auxiliares.
- Abastecimientos de conjuntos y piezas a todos los escalones inferiores.
- Reparación general de equipos, conjuntos y piezas que requieran uso de

equipos muy sofisticado de gran precisión y el servicio y recursos humanos de alta preparación y experiencia.

- En una emergencia este escalón puede verse obligado a fabricar piezas para hacer frente a situaciones especiales.

2.2.7 DIFERENCIACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Modernamente, la acción de mantenimiento sobre las máquinas tiene que poseer un nivel de intensidad racional. Por intensidad se puede entender la cantidad de operaciones que se planifican y la intensidad con la que se ejecutan.

Para determinar la intensidad del mantenimiento programado sobre cada máquina y equipo se ha considerado como el método adecuado a la “Diferenciación y categorización de maquinaria”, que permite asignarle a cada una la atención necesaria de mantenimiento acorde con sus características; los parámetros que se han considerado pertinentes para caracterizar a maquinaria y equipos que son los que se señalan a continuación:

1) Intercambiabilidad.- Consiste en la posibilidad de ser sustituida la máquina por otros equipos.

A) Una máquina se denomina “A” si es irremplazable, o sea, su labor no pueda realizarse por ningún otro equipo.

B) Se caracterizaría como “B” si es reemplazable su producción por una o dos máquinas de la sección.

C) Toma la categoría de “C” si su producción puede ser ejecutada por cualquier otra maquinaria.

2) Nivel de utilización.- Se refiere a la forma en la que la máquina toma parte en el proceso operativo.

A) Son aquellas máquinas que participan en una línea de operación continua.

B) Asumen esta categoría las que ejecutan operaciones seriadas, entre las cuales se pueden requerir modificaciones y ajustes a la máquina.

C) Las que participan poco en los procesos operativos trabajando en días alternos, etc.

3) Régimen de operación.- Este parámetro tiene en cuenta el tiempo y la frecuencia que son utilizadas las máquinas durante las jornadas laborales. Esta reconocido como el parámetro de categorización más importante a la hora de tomar decisiones pues refleja la importancia productiva.

A) Son de categoría “A” las máquinas muy utilizadas, aquellas que necesitan del 90-100% de la jornada para realizar la producción exigida y realizarle el mantenimiento preventivo mínimo para que logre producir.

Cualquier necesidad de mantenimiento correctivo afectaría la producción pues no hay huelgo libre.

B) Son menos utilizados y sólo necesitan de una parte de la jornada para complementar su producción. Existe en ellas un tiempo libre de parada que puede ser utilizado para el mantenimiento correctivo sin afectaciones al trabajo principal.

C) Son máquinas poco utilizadas durante la jornada diaria. Se utilizan en general para trabajar complementarios y de apoyo a la producción principal.

4) Parámetro característico.- Se refiere a un parámetro característico de la máquina que garantiza la cantidad y calidad de su producción.

A) Las que poseen el valor más elevado del parámetro.

B) Las de valor medio del parámetro.

C) Las de bajo valor del parámetro.

5) Mantenibilidad.- Es una de las propiedades del diseño de la máquina y corresponde con la facilidad para ejecutarle el mantenimiento, la accesibilidad a sus sistemas y elementos, etc., según sus características constructivas.

A) Se categorizan en este grupo a máquinas de poca mantenibilidad, de difícil acceso a sus partes, es decir, equipos de alta complejidad.

B) Son de complejidad media, donde el acceso no es tan difícil a todos los sistemas.

C) Máquinas de poca complejidad y elevada mantenibilidad, donde el acceso es fácil a casi todos los sistemas.

6) Conservabilidad.- Es otra propiedad de la fiabilidad de la máquina que refleja la sensibilidad de su resistencia al medio ambiente que la rodea pero en este caso incluye los periodos de trabajo.

A) Son categoría “A” aquellas máquinas que necesitan condiciones especiales de conservación y de trabajo, tales como acondicionamiento de aire, local cerrado, determinada iluminación, etc.

B) Son las máquinas que necesitan protección normal tales como techo, paredes, etc.

C) Se refiere a las que pueden ser sometidas a condiciones severas como alta humedad, temperatura, lluvia, etc.

7) Grado de automaticidad.- Este parámetro evalúa los grados de libertad de la máquina para trabajar sin la acción del hombre.

A) Las máquinas automatizadas, con control numérico, robotizadas, computarizadas, las cuales prácticamente laboran “sin el hombre”.

B) Son equipos semiautomáticos porque algunas de sus funciones son automatizadas y en otras tiene que intervenir el hombre.

C) Son máquinas que operan mecánicamente en intercambio constante con el hombre.

8) Valor de la máquina.- Es el valor de salida en el momento de ejecutar este análisis y tiene en cuenta la depreciación acumulada hasta el momento.

A) Las máquinas de más alto valor se hallan en esta categoría.

B) Las de valor moderado.

C) Máquinas baratas.

9) Facilidad de aprovisionamiento físico.- Se refiere a la facilidad que exista para garantizar los suministros de piezas de repuesto y materiales para el mantenimiento y trabajo de la máquina y la intercambiabilidad de sus partes.

A) Se categorizar como “A” aquellas con dificultades serias en su aprovisionamiento.

B) Las que tienen asegurado al abastecimiento de algunos ítems.

C) Las que poseen grandes posibilidades con los suministros de repuestos y materiales.

10) Seguridad operacional.- Consiste en evaluar la medida en que la máquina puede afectar al hombre.

A) Son máquinas muy peligrosas en este sentido.

B) Serán aquellas que su peligrosidad se reduce a una menor cantidad de hombres o a lesiones menos graves en caso de accidente.

C) Son poco peligrosas y no ofrecen inseguridad salvo al propio operario ante su incumplimiento de alguna reglamentación de la protección personal.

11) Condiciones de explotación.- Tiene en cuenta las condiciones que caracterizan el trabajo de la máquina, tales como ambientales, geográficas, sobrecargas, calidad de los operarios, regímenes intermitentes y variables de trabajo, etc.

A) Son maquinarias sometidas a severas condiciones de trabajo y que manipulan productos muy agresivos.

B) Máquinas sometidas a condiciones normales para las cuales han sido concebidas.

C) Serán las que operan en condiciones más bien favorables en todos los órdenes.

12) Afectación al medio ambiente.- Se refiere a la posible afectación al medio que produce tanto el trabajo de máquina como sus posibles fallos.

A) Son las máquinas que crean afectaciones severas al medio ambiente (incluida la contaminación auditiva).

B) Los que lo afectan en alguna medida cuando ocurren fallos.

C) Las que no afectan al medio en ningún momento.

2.2.8 PERIODICIDAD DEL MANTENIMIENTO

Periodicidad de las acciones del mantenimiento preventivo

No se completa la tecnología de mantenimiento si no se determina y establece la periodicidad para ejecutar tal acción. Para el cálculo de la periodicidad de acciones programadas hay alternativas generales:

- A) Cuando no hay datos sobre el comportamiento del sistema.** En este caso se pueden utilizar las recomendaciones del fabricante de la máquina y si no existen para el sistema que se analiza, situar una periodicidad que coincida con la que recomienda el fabricante para otros sistemas de la máquina. Otra opción en esta alternativa es apelar a la experiencia de Mantenimiento para situar aproximadamente la periodicidad. Es evidente que ninguna de ellas ofrece un resultado óptimo y son decisiones aproximadas ya que el fabricante no puede conocer las condiciones propias en que trabaja la máquina y en general se excede en sus recomendaciones para cuidar su prestigio a expensas de mayores costos.
- B) Cuando se tiene datos sobre la fiabilidad del sistema y de la máquina,** así como los datos económicos relacionados con su comportamiento en las condiciones concretas de explotación.

En este caso existen métodos que posibilitan calcular la periodicidad de las acciones preventivas teniendo en cuenta la categoría de la máquina en que se ubica el sistema.

1) Método de la productividad máxima

El objetivo de este método es calcular una periodicidad que garantice la máxima productividad de la máquina. Es conocido que el rendimiento y productividad de una máquina disminuyen acorde con cierta ley con el tiempo de utilización (t). En la figura 2.1 se representa el fundamento de este método:

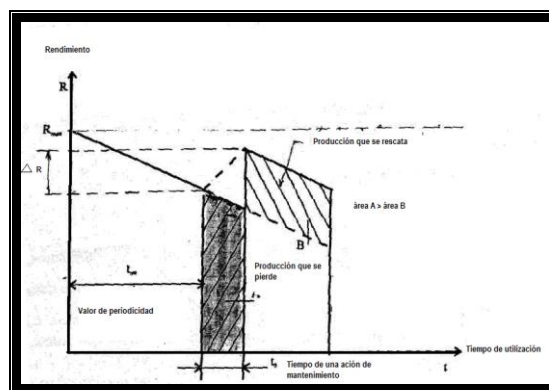


Figura 2.1 Fundamento del cálculo de la periodicidad del mantenimiento por el método de productividad máxima.

El problema consiste en determinar un valor de la periodicidad " t_{mt} " para lo cual el área "B" (producción que se rescata por haber efectuado el mantenimiento) sea lo mayor posible al área "A" (producción que se pierde por haber efectuado el mantenimiento durante el tiempo " t_0 "). Es evidente que para diferentes valores de periodicidad, la relación entre las áreas antes mencionadas varía.

El problema puede tener solución gráfica y analítica, teniendo la ecuación de cambio del parámetro "R" con el tiempo.

En realidad los cálculos se pueden complicar por las siguientes razones:

- El comportamiento del parámetro "R" no siempre es lineal.
- El comportamiento después del mantenimiento puede diferir del ocurrido antes de la acción.
- La acción del mantenimiento en general no devuelve el valor máximo o nominal al parámetro.

Sin embargo, para el ejemplo que se plantea en la figura 2.1 y solamente para la situación de áreas iguales ($A=B$), se puede demostrar que la periodicidad se calcula fácilmente por:

$$t_{mt} = \sqrt{\frac{2t_0 R_{max}}{R'}} \quad (horas) \quad (2.7)$$

Donde:

R' : intensidad de variación del parámetro "R" respecto al tiempo (unidades R/horas).

De la ecuación 2.1 se concluye que en la medida en que se eleve el tiempo de la acción de mantenimiento " t_0 " y la productividad máxima " R_{max} ", proporcionalmente se incrementará la periodicidad " t_{mt} ". Con el incremento de la intensidad de variación del parámetro "R" la periodicidad debe disminuir. Estos planteamientos tienen una lógica elemental.

Es importante señalar que este método es aplicable no sólo para garantizar el parámetro productividad, sino cualquier otro que interese según el tipo de máquina y cómo afecta el sistema objeto del mantenimiento a la misma. Por

ejemplo, puede utilizarse para determinar la periodicidad que garantice la eficiencia máxima, la precisión máxima, la potencia máxima y otros. Como se observa, este método es de interés para aplicarlo a sistemas que se encuentran en **máquinas "A"**.

2) Método de la probabilidad de fallo máxima admisible

Para aplicar este método el requisito es conocer el comportamiento de la función probabilidad de fallo $F(t)$ del sistema objeto de análisis. Es muy sencillo y su esencia es determinar una periodicidad " t_{mt} " que impida que la probabilidad de fallo supere cierto valor permisible dada la categoría de la máquina. La periodicidad en este caso es realmente un recurso " γ " dado. En la figura 2.2 se presenta el fundamento del método.

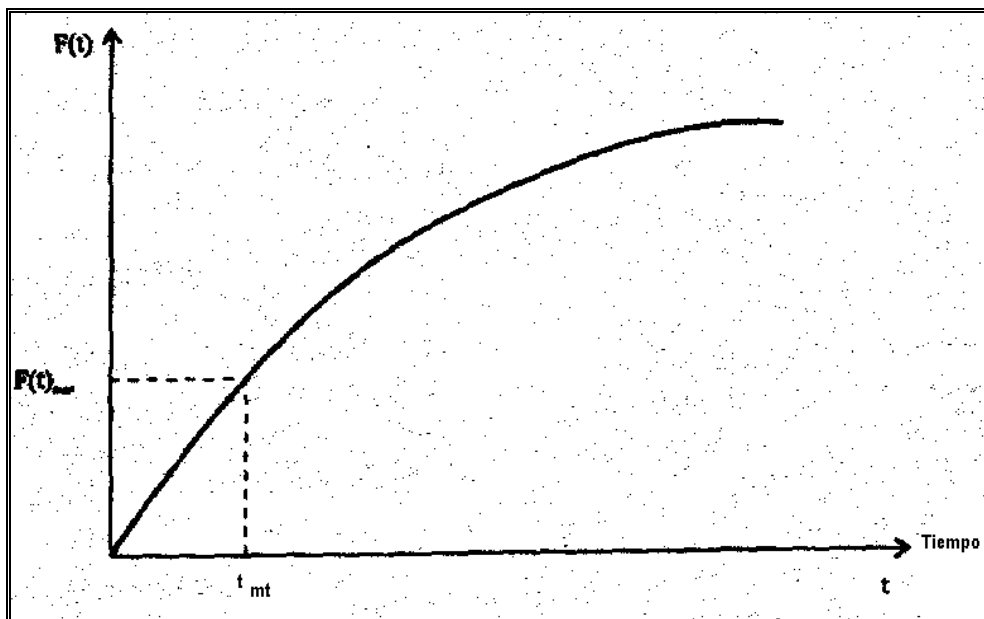


Figura 2.2 Fundamento del cálculo de periodicidad del mantenimiento por el método de la probabilidad de fallo máximo.

De modo que ejecutando el mantenimiento cada " t_{mt} " (horas), se impide que la probabilidad de fallo supere cierto valor y se garantiza determinado nivel de fiabilidad de la maquina. Resulta evidente lo conveniente que es este método para sistemas que se encuentren en maquinas de **categoría "A"**.

3) Método técnico económico

Para máquinas **categoria "B"** y mas aún para las de categoria "C", el accionar del mantenimiento preventivo debe justificarse desde el punto de vista económico ya que el objetivo es reducir los costos sin provocar catástrofes ni descensos indeseados en la disponibilidad y durabilidad.

El método técnico-económico garantiza una periodicidad " t_{mt} " que ofrece los menores costos específicos del mantenimiento (correctivo + preventivo).

El requisito para aplicarlo es conocer el comportamiento de ambos tipos de costos para diferentes periodicidades del accionar preventivo. En la figura 2.3 se muestra el fundamento del método.

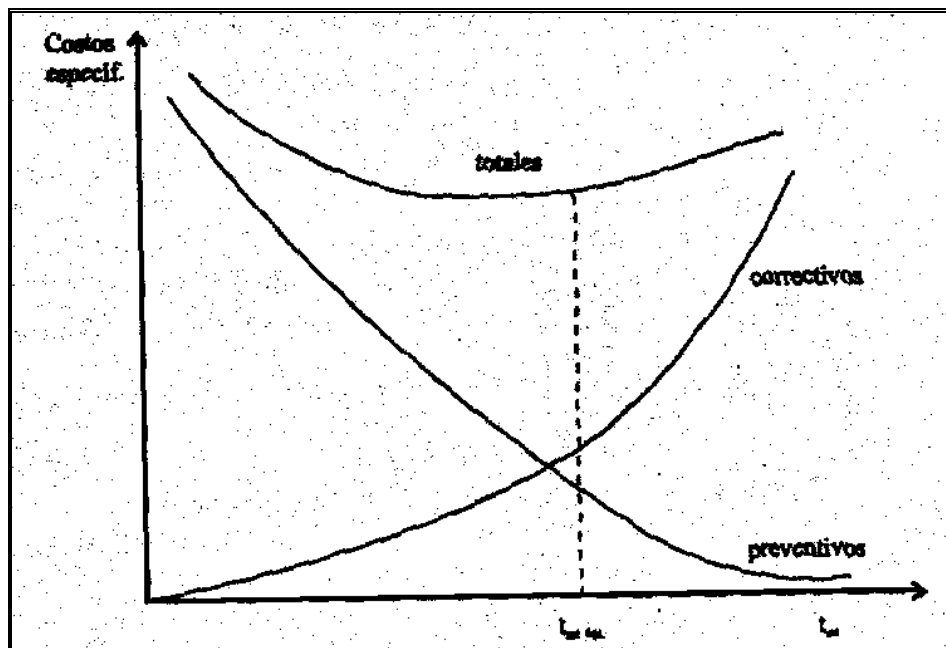


Figura 2.3 Fundamento del cálculo de la periodicidad del mantenimiento por el método técnico económico.

La esencia del método es encontrar la periodicidad " t_{mt_opt} " donde se tienen los costos específicos totales mínimos:

$$C_{esp\ tot} = C_{esp\ prev} + C_{esp\ corr} \quad (2.8)$$

Derivando e igualando a cero se puede despejar la periodicidad óptima " t_{mt_opt} ".

$$\frac{d C_{esp\ tot}}{dt_{mt}} = \frac{d C_{esp\ prev}}{dt_{mt}} + \frac{d C_{esp\ corr}}{dt_{mt}} = 0$$

$$\Rightarrow t_{mt} = t_{mt\ \acute{o}pt}$$

Los costos específicos preventivos se calculan por:

$$C_{esp\ prev} = \frac{C_{prev}}{t_{mt}} (\text{pesos_unidad_de_labor}) \quad (2.9)$$

Donde:

- C_{prev} - costo concreto de ejecutar la acción preventiva (pesos/acción)
- " t_{mt} " - periodicidad dada (acción/unidad de labor)

Los costos específicos correctivos se determina por:

$$C_{esp\ corr} = \frac{F(t_{mt}) C_{corr}}{t_{mt}} (\text{pesos / unidad_de_labor}) \quad (2.10)$$

Donde:

- $F(t_{mt})$ – probabilidad de fallo para una labor equivalente a " t_{mt} "
- C_{corr} - costo concreto de ejecutar la acción correctiva (pesos/acción)

La solución del problema planteado en la ecuación de la periodicidad óptima puede lograrse gráficamente, tabulando los costos para suficiente cantidad de periodicidades estudiadas. Analíticamente deben encontrarse las ecuaciones de ambos tipos de costos y proceder con la derivada como se indicó. El inconveniente del método radica en poder contar con el comportamiento de los costos correctivos para diferentes periodicidades de atención. Los costos preventivos se calculan de manera mucho más fácil.

Determinación de la periodicidad del mantenimiento predictivo

El concepto de periodicidad del mantenimiento predictivo se refiere al trabajo útil que debe separar una inspección de otra y tiene sentido cuando se está en el monitoreo discreto a la máquina.

Cuando corresponde la inspección, se diagnostican todos los sistemas que programados y se les determinan los valores instantáneos del parámetro "S_i".

En aquellos donde el valor "S_i" supera el valor preventivo se ordena la intervención para restituir la capacidad de trabajo. De lo contrario se producirá el fallo antes del próximo momento de diagnóstico distante la magnitud "t_d".

Debe tenerse en cuenta que los parámetros de diagnóstico se ubican en dos grandes grupos:

- a) Parámetros de regulación, los cuales reflejan el estado de regulación y ajuste de mecanismos y cuya acción correctora requiere de operaciones de ese tipo.
- b) Parámetros de estado técnico que reflejan el estado de envejecimiento general de los elementos del sistema, la afectación significativa de sus parámetros estructurales y cuyos valores no son restituidos por simples tareas de ajuste y regulación.

En general los parámetros de regulación llegan a su valor preventivo y límite mucho antes que los de estado técnico, lo cual es un resultado lógico de la concepción y diseño del sistema.

Por estas razones la periodicidad para monitorear parámetros de regulación es mucho menor que para parámetros de estado técnico.

El problema de la determinación de la periodicidad óptima para ejecutar el diagnóstico es muy complejo y requiere tener en cuenta muchos aspectos. En la figura 2.4 se representan las líneas de comportamiento y variación de un parámetro de diagnóstico de un grupo de sistemas en explotación. Cada línea significa la variación del parámetro de un sistema y pueden ser diferentes aún en las mismas condiciones de explotación. La intersección de cada línea con el valor límite del parámetro significa que se produce el fallo del sistema en cuestión.

Las curvas $f(t)$ representan la densidad de distribución del fallo del sistema en función del tiempo. Se señalan dos posibles periodicidades para el diagnóstico t_{d1} y t_{d2} .

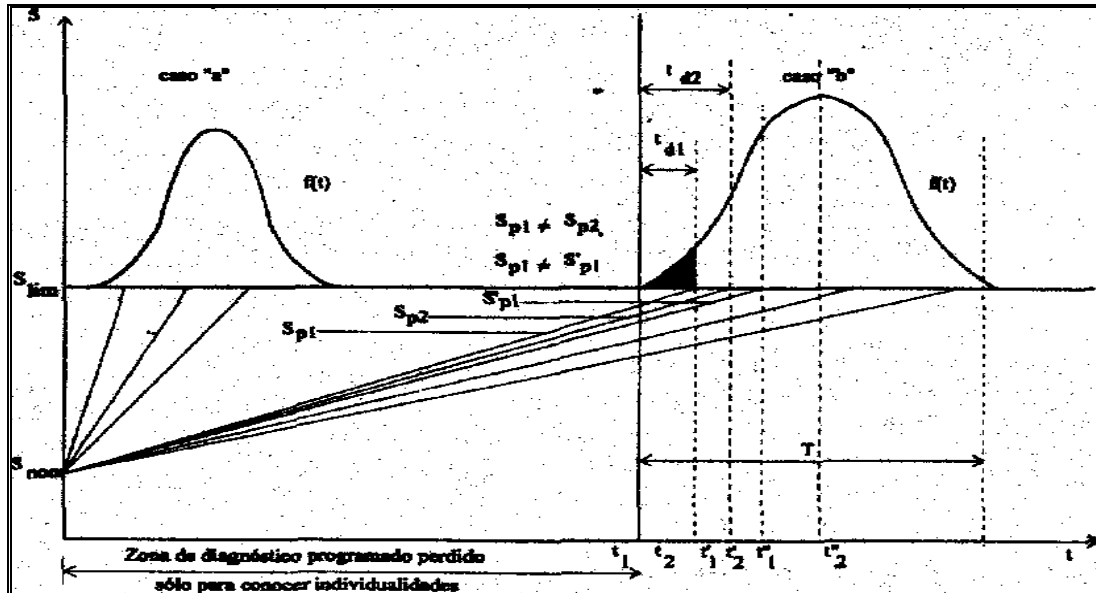


Figura 2.4 Aspectos teóricos relacionados con la determinación de la periodicidad del predictivo.

Destacan entonces las siguientes consideraciones y análisis:

- 1) Aunque todas las líneas parten de un mismo valor nominal S_{nom} , se conoce que esto no es cierto y realmente cada sistema en explotación posee su valor propio.
- 2) Los comportamientos del parámetro de diagnóstico "S" con el tiempo no tienen que ser ni son en general lineales ni iguales entre un sistema y otro.
- 3) La ley de distribución del tiempo hasta el estado límite puede ser cualquiera y su determinación requeriría de investigaciones o criterios de expertos para asumirla. Se ha utilizado la función de densidad de la ley normal para facilitar el análisis y cuya área bajo la curva significa la cantidad de sistemas que alcanzan el estado límite en un período dado de tiempo.
- 4) Si el parámetro de diagnóstico es de regulación se estará en el caso "a" de la figura, donde dicha función de fallo está más cerca del eje de "perdido" pues en general no hay fallos en ella y el objetivo del predictivo puede ser el conocimiento de las individualidades de los sistemas en explotación. Esto se

lograría con uno o dos monitoreos en dicha zona y así se conoce cuáles sistemas marchan mejor o peor.

- 5) Se demuestra que el valor preventivo S_{p1} , para una posible periodicidad t_{d1} es muy diferente al valor preventivo S_{p2} que habría que utilizar con una periodicidad t_{d2} .
- 6) Para una misma periodicidad, por tiempo t_{d1} , el valor preventivo S_{p1} en el primer momento de monitoreo t_1 es diferente del valor S'_{p1} para el segundo momento t'_1 .
- 7) En cada momento de monitoreo se ejecuta la inspección o diagnóstico a todos los sistemas en explotación y se ordena la corrección a aquellos que poseen un valor del parámetro superior al preventivo. Por tanto, para cada periodicidad son diferentes los costos por concepto de inspecciones y correcciones.
- 8) En cada momento de monitoreo se tienen pérdidas de vida útil de aquellos sistemas y elementos que se ordenan intervenir para corregirlos.

De todo lo anterior se desprende que la variación de la periodicidad del diagnóstico influye en los resultados técnico-económicos de los sistemas en explotación y sólo habrá una periodicidad que ofrezca los costos mínimos sobre la base de evitar el fallo sólo con el error de ajuste de la función densidad de distribución. Cuando las leyes de distribución se solapan (caso "a") se complica en extremo la solución y la periodicidad se toma otras gamas que recomienda el fabricante o por otras investigaciones propias.

Los costos totales como consecuencia del accionar predictivo (monitoreo) durante un período T (fig. 2.4) se pueden hallar por:

$$C_{tot_pd} = C_{pd} + C_{vup} + C_{corr_ind} \quad (2.11)$$

Donde:

C_{pd} : costos propios de la ejecución del diagnóstico a todos los sistemas en activo.

C_{vup} : pérdidas de vida útil de los sistemas que se intervienen como conclusión de la inspección.

C_{corr_ind} : costos propios de los trabajos de corrección que se indican por las inspecciones.

Los costos propios de la ejecución del diagnóstico a todos los sistemas en activo se evalúan por:

$$C_{pd} = \frac{T}{td} C_{acc} N \quad (2.12)$$

Donde:

T: periodo para el cual se determina la periodicidad td.

C_{acc}: costo propio de ejecutar una inspección a un sistema.

N: cantidad de sistemas en explotación.

Las pérdidas en la vida útil se determinan por:

$$C_{vup} = \sum_{i=1}^{T/td} \frac{C_e}{t_{lim_i}} \times t_{vup_i} \times n_i \quad (2.13)$$

Donde:

T_{lim_i}: recurso limite medio de los sistemas que fallarían en cada período entre inspecciones "i" si no fuesen corregidos en el momento de monitoreo.

T_{vup_i}: recurso perdido a los sistemas que se corrigen en el momento de monitoreo correspondiente al próximo período entre inspecciones "i".

n_i: cantidad de sistemas que alcanzan el estado límite en el próximo período entre inspecciones "i".

La función de densidad y sus propiedades pueden facilitar el cálculo de los aspectos anteriores.

Los costos propios de los trabajos de corrección se evalúan por:

$$C_{corr_ind} = \sum_{i=1}^{T/td} C_{corr} \times n_i \quad (2.14)$$

Donde:

C_{corr} son los costos propios de la corrección que se indica a un sistema.

Resulta evidente que los costos totales del accionar predictivo son una función de la periodicidad t_d. Luego derivando respecto a t_d e igualando a cero la ecuación 2.5 se puede encontrar la periodicidad para los menores costos y máxima

disponibilidad pues se ha planteado corregir a todos los sistemas que fallarían en el próximo período entre inspecciones.

Una vez establecida la periodicidad, debe fijarse el valor preventivo para cada momento de monitoreo. Para ello se tiene en cuenta la curva de variación del parámetro de diagnóstico respecto al tiempo.

También se puede utilizar un método gráfico para una solución aproximada.

Para máquinas muy costosas o unitarias la filosofía anterior es improcedente. En estos casos se establecen periodicidades algo amplias al inicio y después se van disminuyendo en la medida que el parámetro de diagnóstico se acerca a su valor límite, de forma tal que se aproveche la máxima vida útil posible. En estos casos no se utiliza el concepto de parámetro preventivo pues el monitoreo no es con programación rígida, sino flexible y más frecuente al acercarse al estado límite.

2.2.9 TEORÍA SOBRE EL ENVEJECIMIENTO DE LAS MÁQUINAS

Para la apreciación comparativa general de los mecanismos o máquinas en servicio ha adquirido gran difusión el coeficiente de fiabilidad de servicio.

De acuerdo con las investigaciones del académico B. S. Svirshchevski, el coeficiente de fiabilidad de servicio de las máquinas.

$$K_{fs} = \frac{T_{tr} - t_{par}}{T_{tr}} \quad (2.15)$$

Donde:

T_{tr} - es el tiempo de trabajo de la máquina (tiempo de observación).

t_{par} - es el tiempo de paradas de la máquina para la eliminación de sus roturas y desarreglos.

Otros autores, para la determinación del coeficiente de fiabilidad de servicio emplean la expresión.

$$K_{fs} = \frac{T_{tr.r}}{T_{tr} + t_{par}} \quad (2.16)$$

Donde:

$T_{tr.r}$: es el tiempo de trabajo real de la máquina (que difiere de T_{tr} en que no incluye las paradas por motivos de falta de organización y otros, no ligados con la máquina dada).

Con una correcta elección de las condiciones de observación y un tiempo relativamente pequeño de paradas, el segundo procedimiento para la determinación del coeficiente de fiabilidad de servicio, durante el ensayo de las máquinas, revela mejor la esencia de la dependencia y garantiza la obtención de la importante característica en la apreciación del servicio de la máquina, mientras que la determinación del coeficiente K_{fs} según B. S. Svirshchevski, es más importante para resolver las cuestiones de organización de la producción.

Sin embargo, los valores del coeficiente de fiabilidad de servicio de la máquina o mecanismo obtenidos por estos procedimientos no reflejan el estado auténtico de la máquina que se ensaya. Según los índices citados de fiabilidad de servicio, todas las máquinas son iguales, si tienen iguales paradas debido a las roturas o desarreglos, pero, en realidad, éstas pueden diferir bruscamente en muchas propiedades de servicio, a las cuales son particularmente sensibles los usuarios.

La apreciación de las máquinas por el coeficiente de fiabilidad de servicio resulta insuficiente para sus usuarios, ya que en ellas van incluidas otras características cualitativas, que se manifiestan durante su funcionamiento y no se registran durante las paradas. No se puede considerar igual la fiabilidad de dos máquinas con igual tiempo de paradas, sí en un caso el fallo o desarreglo se elimina sustituyendo el elemento de corta vida de acuerdo con

el plazo prefijado por el diseñador, mientras que en el otro caso la causa del fallo o desarreglo era desconocida y este fue eliminado sólo después de una búsqueda prolongada.

Tampoco se puede considerar igual la fiabilidad de dos máquinas con igual tiempo de paradas para eliminar los desarreglos, si en un caso el desarreglo se elimina por medio de un destornillador o llave de tuerca (por ejemplo, mediante una regulación), mientras que en otro se hace por medio de un equipo diverso, complejo, de aparatos y herramientas y sustituyendo las piezas desgastadas por otras nuevas. Aquí no se tiene en cuenta que en la máquina tuvo lugar una rotura u otro desarreglo, que se debe eliminar y, registrando las paradas, se aprecia la fiabilidad de servicio de la misma.

Se supone que en la máquina se ha desgastado una pieza o un conjunto, cuya sustitución está prevista por el diseño, y el tiempo necesario para su recambio no difiere del necesario para la limpieza o regulación del conjunto.

- Los diseñadores y tecnólogos no siempre prevén los plazos de sustitución de las piezas, pero éstos se manifiestan siempre en la esfera de uso de las máquinas.

Esta particularidad de las máquinas modernas no encuentra su reflejo correspondiente en los índices de fiabilidad y de vida útil, incluyendo también el coeficiente examinado de fiabilidad de servicio de las máquinas, establecido por B. S. Svirshchevski.

Lo mismo se refiere a la diferente duración de servicio de los elementos de una máquina en funcionamiento, incluidos por los diseñadores en el ejemplar inicial, como son la lubricación, pintura, afilado de los órganos de trabajo, ajuste, etc.

Las características habituales para apreciar la fiabilidad de servicio no permiten distinguir las máquinas bien adaptadas para la lubricación y otras

formas de mantenimiento técnico y reparación o la sustitución de las piezas de rápido desgaste, de aquellas que no han sido conseguidas absolutamente en este sentido.

Casi todos los investigadores se ocupan sobre el desgaste solamente de una categoría de elementos integrantes de la máquina, a saber de sus piezas sin embargo, para apreciar la máquina que necesita el usuario no es suficiente saber sólo los desgastes de sus piezas. Los datos del desgaste de todas las piezas de una máquina no le darán una característica completa, incluso sobre el índice del desgaste, sin hablar ya de la habilidad, vida útil, reparabilidad, etc.

El perno desenroscado o el estado indebido de la lubricación *de* la máquina no expresa ningún desgaste de sus piezas, pero éstos expresan un desgaste determinado de toda la máquina en funcionamiento, ya que ésta no representa, en sí un juego simple de piezas, sino un juego de piezas racionalmente montadas, de conjugaciones respectivamente reguladas, de conjuntos y grupos engrasados y pintados y en interacción. En la máquina de funcionamiento se desgastan no sólo las piezas que físicamente existen por separado, sino también los elementos que no se separan y que van esparcidos por toda la máquina, como la grasa, pintura, regulación, etc.

Por consiguiente, para juzgar sobre el desgaste de toda la máquina hay que investigar el desgaste de todas sus piezas, saber las leyes del empeoramiento de la lubricación y pintura, de la alteración de todas sus regulaciones y saber sumar estos datos de todos los elementos de la maquina a fin de obtener un índice único.

A diferencia de las ciencias de ingeniería, en las investigaciones económicas y estadísticas han sido elaborados y se recomiendan varios métodos para la determinación del desgaste de las máquinas y de otros objetos complejos.

Los principales de éstos son:

- 1) Método de apreciación del desgaste de la máquina **por su estado técnico conjunto**.
- 2) Método de apreciación del desgaste de la máquina **por el estado técnico de los elementos constructivos** (o por el estado técnico de los elementos constructivos más importantes).
- 3) Método de apreciación del desgaste de la máquina **por el plazo de servicio** (o el volumen de trabajo ejecutado).

Por principio, se puede aceptar como correcto el método de apreciación del desgaste de la máquina por su estado técnico en conjunto, ya que existe cierta probabilidad de que los peritos, inspeccionando la máquina y conociendo prácticamente las leyes de variación de la utilidad de ésta y de sus elementos, puedan apreciar correctamente su desgaste. Pero esta probabilidad es extremadamente pequeña, al determinar el desgaste de la mayoría de las máquinas complejas modernas, debido a la comprensión subjetiva y arbitraria de su estado técnico, que se toma en consideración aplicando este método.

El método de apreciación del desgaste de las máquinas por su plazo de servicio (o el volumen de trabajo ejecutado) también puede hallar aplicación limitada debido a la gran inexactitud que acompaña frecuentemente a la determinación de los plazos mencionados. Sin embargo, este método es en principio, correcto también, si éste se emplea para determinar el desgaste de las máquinas con carga uniforme en el tiempo y en condiciones estables de funcionamiento.

El método de determinación del desgaste de las máquinas y de otros objetos complejos por el estado técnico de los elementos constructivos, se considera fundamental y el más exacto, y se recomienda, generalmente, para apreciar el desgaste de las máquinas complejas, equipos, material móvil, construcciones, etc.

P. G. Bunich expone detalladamente el método de determinación del desgaste de las máquinas y del equipo por el estado técnico de los elementos constructivos, junto con el de determinación del desgaste por el plazo de servicio de las máquinas.

Como ejemplo de la aplicación de este método él cita la determinación del desgaste de la locomotora por el estado técnico de los elementos constructivos en la tabla inferior.

El expone también tales ejemplos para determinar el desgaste de un puente de caballetes.

Si se toma el peso específico de los elementos no en porcentaje, sino en partes de la unidad, entonces el método examinado para el cálculo del desgaste de un objeto complejo puede ser expresado por una función matemática sencilla, que en muchos casos es más cómodo emplear:

$$P_{mx} = \gamma_1 P_{1x} + \gamma_2 P_{2x} + \dots + \gamma_i P_{ix} + \dots + \gamma_s P_{sx} \quad (2.17)$$

o bien

$$P_{mx} = \sum_{i=1}^s \gamma_i P_{ix} \quad (2.18)$$

Donde:

P_{mx} : es el desgaste de la máquina en el momento de su control, en %.

$\gamma_i = \frac{Q_i}{Q_m}$: es el peso específico del elemento constructivo en el costo total

de la máquina (Q_j es el costo del elemento constructivo o de una parte de la máquina, en rublos; Q_m : es el costo total de la máquina en rublos).

P_{ix} : es el índice del desgaste de un elemento constructivo en el momento de control, en %.

Si por medio de los dos métodos citados (plazo de servicio de la máquina y estado técnico de los elementos constructivos) se quiere determinar el desgaste de una misma máquina, compuesta, por ejemplo, de dos partes de igual costo (con peso específico $\gamma_i = Q_i/Q_m=0.5$), una de las cuales trabaja todo el plazo de servicio ($t_1 = T = 10$ años), y la otra se sustituye cada año ($t_2 = 1$ año), se obtienen resultados contradictorios.

Tabla 2.1 Ejemplo de determinación de envejecimiento			
Elementos constructivos de la locomotora	Peso específico de los elementos constructivos en el costo de la locomotora en %	Desgaste de los elementos constructivos P_i en %	Producto del desgaste por el peso específico
Caldera	22	18	396
Parte del equipo junto con la máquina	50	20	1000
Ténder	23	22	506
Etc
En total	100		2072

Nota: La apreciación general del desgaste de la locomotora constituye 2072:100=21%

Fuente: Técnicas de Expresión Gráfica I-II

El método para la determinación del desgaste P_{mx} de la máquina por su plazo de servicio al pasar $t_x = 5$ años de trabajo, da un índice de desgaste igual al 50% ($P_{mx} = t_x/T * 100 = 5/10 * 100 = 50\%$).

El método para la determinación del desgaste por el estado técnico de los elementos constructivos, en este caso sencillo da el índice $P_{mx} = 75\%$, que se obtiene de los datos citados en la tabla inferior, pero no el 50%.

Si se aplica el método para la determinación del desgaste basado en la fórmula correspondiente, para los mecanismos y máquinas modernas más complejos, se revelarán también alteraciones del cuadro real del desgaste, provocadas por la imperfección sustancial de este método.

Tabla 2.2 Determinación de desgaste por su plazo de servicio			
Elemento constructivos	Peso específico V_i de los elementos constructivos en el coste de la máquina, en %	Desbaste de los elementos constructivos $P_i J$;	Producto del desgaste por el peso específico
Primero	50	50	2500
Segundo	50	100	5000
Total	---	---	7500

Nota: $P_m x = \sum y_i P_i x = 7500/100 = 75\%$

2.2.10 TEORÍA DE FALLAS Y FIABILIDAD DE LAS MÁQUINAS

Teoría de fallas

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

Clasificación de las Fallas

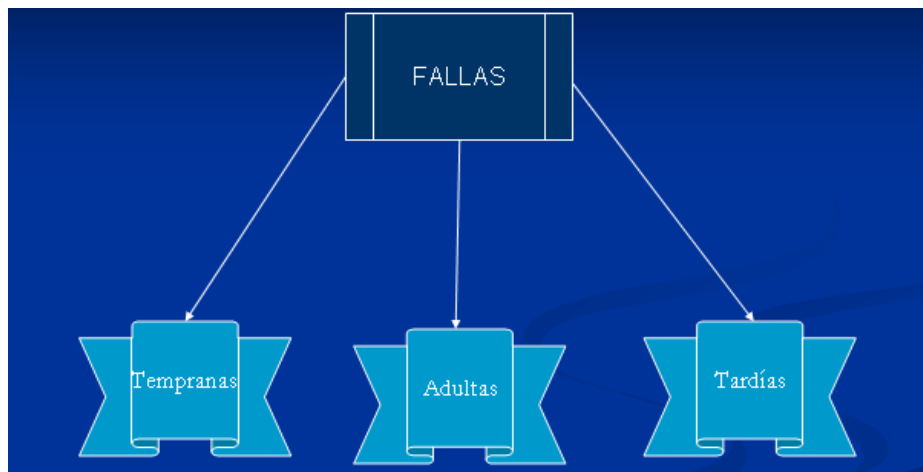


Figura 2.5 Clasificación de Fallas

Fallas Tempranas

Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje.

Fallas adultas

Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores (suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos de una máquina, etc.).

Fallas tardías

Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida del bien (envejecimiento de la aislación de un pequeño motor eléctrico, pérdida de flujo luminoso de una lámpara, etc.).

Fiabilidad de sistemas o máquinas

La fiabilidad es la probabilidad de que un componente de una máquina o producto funcione adecuadamente durante un período de tiempo dado.

Los sistemas están formados por una serie de componentes individuales interrelacionados, realizando cada uno un trabajo específico. Si algún componente no funciona, por cualquier motivo, el sistema entero puede fallar.

Se procederá a examinar la fiabilidad de los sistemas complejos, teniendo en cuenta que existen dos grandes grupos de sistemas: Serie y Paralelo.

Sistemas en serie

Los sistemas en serie (fig. 2.6) se caracterizan porque están en operación sólo si todos sus componentes operan.

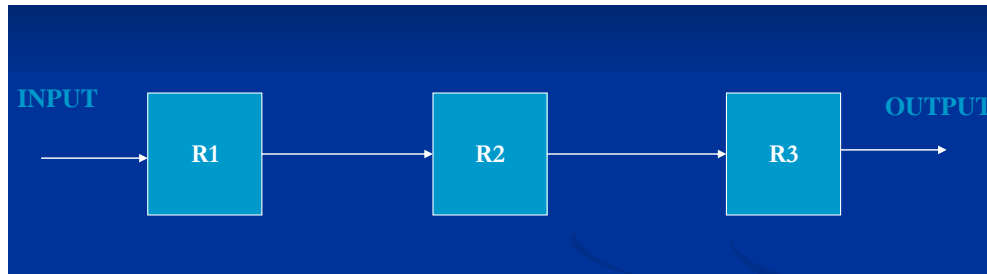


Figura 2.6 Sistemas en serie

Como la probabilidad de que se presente un evento, es el producto de probabilidades de dichos eventos, se infiere que la fiabilidad es el producto de fiabilidades de sus componentes. O sea:

$$R = R_1 * R_2 * R_3 * \dots * R_n \quad (2.19)$$

En el caso de que todos los componentes tengan una distribución exponencial L , y siendo R , exp. $(-L, *t)$, resulta:

$$R = e^{(-L_1*t - L_2*t - L_3*t \dots)} \quad (2.20)$$

Ejemplo: sean dos válvulas de selenoide (a y b) en serie en un circuito con probabilidades individuales de fallo/año de 0.05. La fiabilidad del conjunto es:

$$L_{\text{CONJUNTO}} = L_a + L_b = 0.1/\text{año}$$
$$R_{\text{CONJUNTO}} = e^{-L*t} = e^{-1} = 0.905$$

Sistemas en paralelo

Los sistemas en paralelo (fig. 2.7) se caracterizan porque el sistema falla si todos los componentes fallan en su operación.

$$Q_{\text{CONJUNTO}} = Q_a * Q_b = (1 - e^{-0,05}) * (1 - e^{-0,05}) = 0,00238/\text{año}$$

Y la fiabilidad es:

$$R_{\text{CONJUNTO}} = 1 - 0,00238 = 0,9976$$

Sistemas en reserva

Un sistema en reserva es un sistema que ha estado desactivado y en paralelo con el sistema en operación, aguardando a entrar en servicio a que el sistema básico operativo falle. En estas condiciones, el sistema en reserva queda conmutado (mediante un interruptor o conmutador) en sustitución del sistema básico. En la (fig. 2.8) se puede ver un esquema de un sistema en reserva.

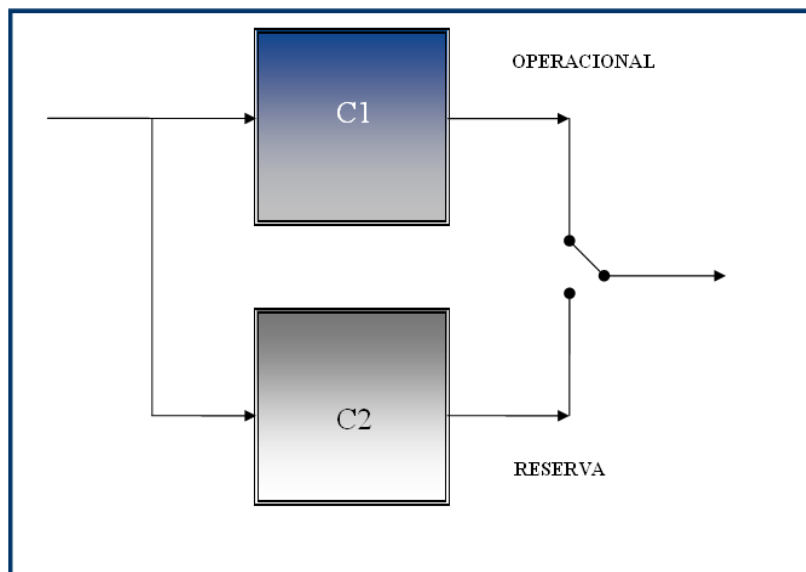


Figura 2.8 Sistemas en reserva

Un ejemplo simple de sistema en reserva consta de componentes operacionales con la misma tasa de fallos, y componentes en reserva con una tasa de fallos de valor cero, y con una perfecta conmutación entre ambos sistemas operacional y reserva, que actúa cuando un elemento de detección percibe el fallo del sistema operacional.

En términos de definición, la fiabilidad de un sistema en reserva formado por dos componentes, el operacionales y el de reserva, es la probabilidad de que la unidad operacional funcione correctamente durante el tiempo t, o de que habiendo fallado en tiempo t1 las unidades de captación y de conmutación del falló actúen con éxito en t1 (fiabilidad = 1), y que la unidad de reserva no falle al entrar en funcionamiento y que continúe operando con éxito hasta que ha transcurrido el tiempo que falta entre t1 y t. De este modo:

$$R(t)=R1(t) + Q1(t1) * R2 (t - t2) \quad (2.24)$$

Siendo:

R(t)= Fiabilidad del sistema.

R1(t)= Fiabilidad de la unidad operacional en el tiempo t.

Q1(t1)= Probabilidad de fallo de la unidad operacional en el tiempo t1.

R2(t-t1)= Probabilidad de fallo de la unidad de reserva en el tiempo t -t1.

Considerando una tasa de fallos de L, (operacional) y L2 (reserva), resulta:

$$R_1(t) = L_1 * e^{(-L_1 * t)}$$

$$R_2(t - t_1) = L_2 * e^{(-L_2 * (t - t_1))}$$

$$Q_1(t_1) = \int_0^{t_1} L_1 * e^{-L_1 * t} dt$$

Y haciendo operaciones se obtiene la expresión:

$$R(t) = e^{(-L_1 * t)} + \frac{L_1 * e^{L_2 * t}}{L_1 - L_2} * (1 - e^{-(L_1 - L_2) * t}) \quad (2.25)$$

Ejemplo: El circuito de agua de alimentación de una caldera de vapor dispone, para una mayor seguridad, de dos bombas centrífugas en paralelo, de las cuales una estará en marcha y la otra en reserva (Tasa de fallos=0,1 fallos/año). La conmutación de una a otra se hará de forma manual o automática, realizándose

con un pulsador en el panel de control de la caldera. Se supone que la maniobra de conmutación es instantánea y sin fallos. Determinar la fiabilidad durante dos años.

$$R_2 = e^{-(0,1 \cdot 2)} (1 + 0,1 \cdot 2) = 0,9824$$

Y si se supone que la conmutación falla y que su fiabilidad es de 0,002, resulta:

$$R_2 = e^{-(0,1 \cdot 2)} (1 + 0,002 \cdot 0,1 \cdot 2) = 0,8190$$

Sistemas con reparación

Si un sistema admite reparación, su fiabilidad aumenta. Aunque los tiempos de reparación pueden corresponderá varios tipos de distribuciones, se asume normalmente que la función de distribución del tiempo de reparación es una exponencial, de tasa de reparación constante (o de tiempo medio de reparación mr). Si el tiempo de reparación de un componente del sistema es tr , es decir es el tiempo que transcurre entre el fallo inicial (o su detección) hasta la reparación final (o la sustitución final del componente que había fallado), resulta:

$$fr(tr) = u \cdot e^{-u \cdot tr} = u \cdot e^{-(1/mr) \cdot tr} \quad (2.26)$$

CAPÍTULO 3

DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE “I.L.C.S.A”

3.1 INSTALACIONES FÍSICAS DE LA INDUSTRIA LECHERA CARCHI S.A “I.L.C.S.A”

La Industria lechera Carchi S.A. cuenta con una instalación de 6279 m² de área para la planta según Anexo A “Plano de planta Industria Lechera Carchi S.A” donde se realizan diversas acciones de manufactura. En el cual se realizan las operaciones de recepción, preenfriado, descremado, homogenizado, pasteurizado, enfriado, envasado y almacenamiento, y diferentes procesos relacionados con la elaboración de productos lácteos.

La distribución de planta se muestra en la figura 3.1.

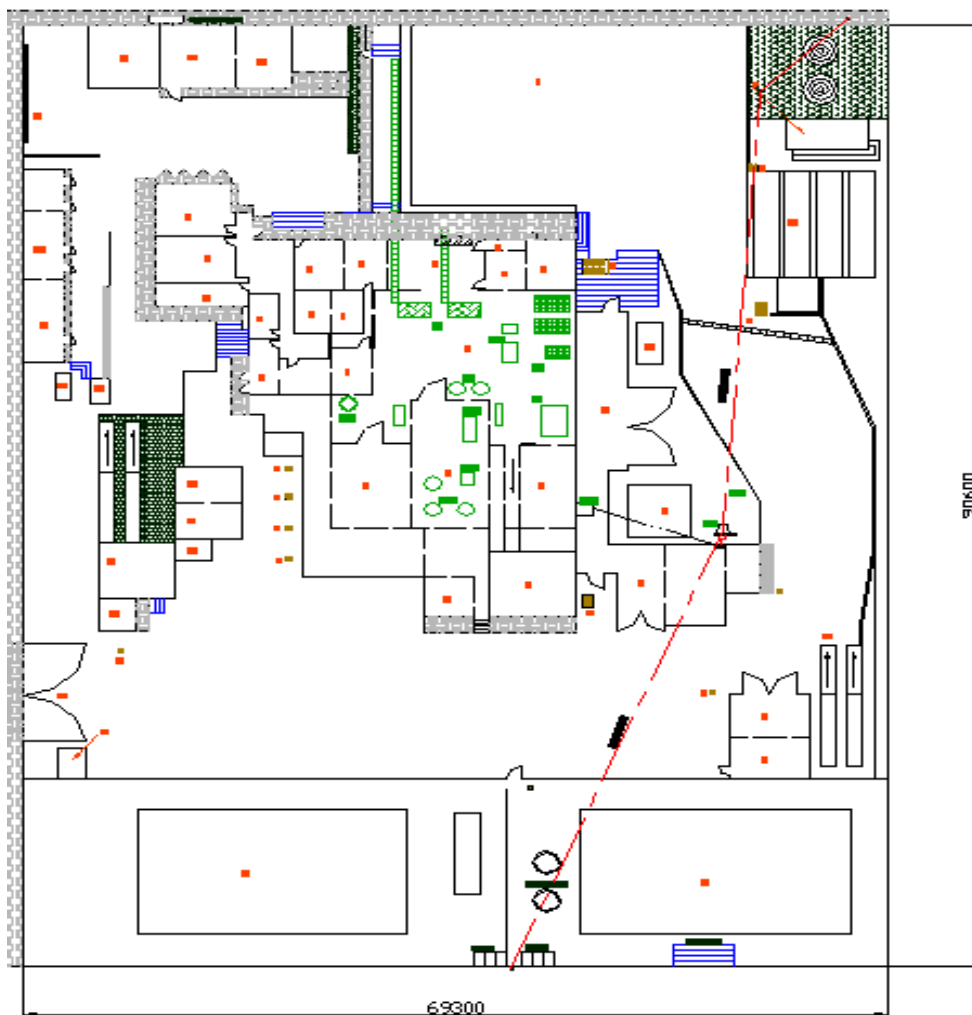


Figura 3.1 Distribución de áreas dentro de “I.L.C.S.A”

3.1.1 INSPECCIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN Y SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES DE “I.L.C.S.A”

Para este caso se analizó el estado actual de las instalaciones de la planta, para compararlo con los requerimientos sugeridos en instalaciones industriales semejantes.

La puntuación para la evaluación viene dada de la siguiente manera:

No cumple	0
Cumple parcialmente	5
Cumple	10

Tabla 3.1 Estado de conservación y seguridad de las instalaciones de “I.L.C.S.A”

Ord.	Descripción	Requerimiento	Estado actual	Deficiencias	Puntaje
1	Piso área externa	<ul style="list-style-type: none"> – Uniformidad. – Prevención y protección contra incendios. – Señalización de áreas. – Orden. – Limpieza. 	<ul style="list-style-type: none"> – Piso de hormigón armado con pequeñas irregularidades. – Uniformidad. – Extintores debidamente distribuidos. 	<ul style="list-style-type: none"> – Falta de señalización de áreas de tránsito, zonas de trabajo, y almacenaje de repuestos y accesorios. 	5
2	Paredes taller	<ul style="list-style-type: none"> – Uniformidad. – Pintado. – Acabado. 	<ul style="list-style-type: none"> – Pared de ladrillo visto con enlucido interior. – Uniformidad. – Paredes blancas. 	<ul style="list-style-type: none"> – Suciedades en las paredes. 	5
3	Ventanas taller	<ul style="list-style-type: none"> – Permitir buena iluminación natural. – Permitir ventilación del área. 	<ul style="list-style-type: none"> – Existen 8 ventanas que permiten adecuada ventilación e iluminación. 	<ul style="list-style-type: none"> – Existe una ventana que presenta un vidrio roto. 	5
4	Techo taller	<ul style="list-style-type: none"> – Protección solar y de lluvia al área de trabajo. – Ventilación. – Resistencia al viento. 	<ul style="list-style-type: none"> – El taller es completamente cubierto, con techo metálico perfectamente sujeto. 	<ul style="list-style-type: none"> – No se aprecian deficiencias. 	5

Ord.	Descripción	Requerimiento	Estado actual	Deficiencias	Puntaje
5	Iluminación taller	<ul style="list-style-type: none"> – Suficiente número de lámparas que garanticen total iluminación del área. 	<ul style="list-style-type: none"> – El taller cuenta con 4 lámparas de 500 w, que cubren la totalidad del área. 	<ul style="list-style-type: none"> – No se aprecian deficiencias. 	10
6	Puerta principal	<ul style="list-style-type: none"> – Facilidad de acceso y apertura. – Suficiente amplitud para fácil ingreso y salida de material. – Pintado. 	<ul style="list-style-type: none"> – Se cuenta con una puerta de 6.2 x 5 m. metálica. – La puerta está completamente pintada. 	<ul style="list-style-type: none"> – No se aprecian deficiencias. 	10
7	Puerta ingreso personal	<ul style="list-style-type: none"> – Facilidad de acceso y apertura. – Suficiente amplitud para fácil ingreso de personal. – Pintado. 	<ul style="list-style-type: none"> – Se cuenta con una puerta de 1.5 x 2 m. metálica. – La puerta está completamente pintada. 	<ul style="list-style-type: none"> – No se aprecian deficiencias. 	10
8	Piso baños	<ul style="list-style-type: none"> – Antideslizante. – Uniformidad. – Sifón de desagüe. 	<ul style="list-style-type: none"> – Piso de hormigón armado recubierto por baldosa. – Existe un sifón de desagüe en el piso. 	<ul style="list-style-type: none"> – No se aprecian deficiencias. 	10
9	Iluminación y ventilación baños	<ul style="list-style-type: none"> – Iluminación artificial y/o natural de la totalidad del área. – Ventilación. 	<ul style="list-style-type: none"> – El baño cuenta con una ventana que proporciona adecuada ventilación e iluminación. – Existe iluminación artificial de 2 luminarias. 	<ul style="list-style-type: none"> – No se aprecian deficiencias. 	10
10	Implementos baños	<ul style="list-style-type: none"> – 2 letrinas por cada 12 personas. – 1 ducha por cada 15 personas. – 1 lavamanos por cada 15 personas. 	<ul style="list-style-type: none"> – Existen 3 letrinas, 1 ducha, 2 urinarios y 2 lavamanos, para un personal de 20 miembros. 	<ul style="list-style-type: none"> – No se aprecian deficiencias. 	10
11	Piso oficina	<ul style="list-style-type: none"> – Antideslizante. – Uniformidad. 	<ul style="list-style-type: none"> – El piso de la oficina es de hormigón armado recubierto por baldosa. 	<ul style="list-style-type: none"> – No se aprecian deficiencias. 	10

Ord.	Descripción	Requerimiento	Estado actual	Deficiencias	Puntaje
12	Iluminación y ventilación oficina	<ul style="list-style-type: none"> – Iluminación artificial y/o natural de la totalidad del área. – Ventilación. 	<ul style="list-style-type: none"> – La oficina cuenta con iluminación artificial de 2 luminarias. – Existe una ventana que proporciona ventilación adecuada. 	<ul style="list-style-type: none"> – No se aprecian deficiencias. 	10
13	Paredes oficina	<ul style="list-style-type: none"> – Uniformidad. – Pintado. – Acabado. 	<ul style="list-style-type: none"> – Las paredes son de bloque y enlucidas. – La pintura de las paredes es de color blanco. 	<ul style="list-style-type: none"> – No se aprecian deficiencias. 	10
14	Piso vestidores	<ul style="list-style-type: none"> – Antideslizante. – Uniformidad. 	<ul style="list-style-type: none"> – El piso de la oficina es de hormigón armado recubierto por baldosa. 	<ul style="list-style-type: none"> – No se aprecian deficiencias. 	10
15	Iluminación y ventilación vestidor	<ul style="list-style-type: none"> – Iluminación artificial y/o natural de la totalidad del área. – Ventilación. 	<ul style="list-style-type: none"> – El vestidor cuenta con iluminación artificial de 2 luminarias. 	<ul style="list-style-type: none"> – Existe una ventana que proporciona ventilación deficiente. 	5
16	Implementos vestidores	<ul style="list-style-type: none"> – Un casillero para cada trabajador. – Bancas o asientos de descanso. 	<ul style="list-style-type: none"> – Existe un casillero para cada trabajador. 	<ul style="list-style-type: none"> – No existen bancas o asientos en el vestidor. 	5
17	Instalaciones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> – Conexión a tierra. – Protección de sobrecargas. – Facilidad de acceso a tomacorrientes. – Tomacorrientes con cobertura a la demanda de la planta. 	<ul style="list-style-type: none"> – Existe conexión a tierra. – Existe protección de sobrecargas. – Tomacorrientes cubren la demanda de la planta. 	<ul style="list-style-type: none"> – Los cables de paso de corriente se encuentran deteriorados por el tiempo de uso. 	5
18	Protección incendio	<ul style="list-style-type: none"> – Señalización. – Extintores de polvo químico o CO₂, 2 por cada 350m² 	<ul style="list-style-type: none"> – Existe 1 extintor por cada 290 m² 	<ul style="list-style-type: none"> – No existe señalización 	5

Ord.	Descripción	Requerimiento	Estado actual	Deficiencias	Puntaje
19	Área de máquinas	<ul style="list-style-type: none"> – Señalización de áreas. – Orden. – Limpieza. – Pintado y acabado. – Iluminación artificial y/o natural de la totalidad del área. – Ventilación. 	<ul style="list-style-type: none"> – No existe los rótulos respectivos para la señalización de áreas. – Existe una correcta limpieza del lugar. – El área cuenta con iluminación artificial de 8 luminarias. – Se cuenta con seis ventanas para la iluminación 	<ul style="list-style-type: none"> – No existe señalización en el cuarto de calderos, compresores, bombas, ni generador eléctrico. 	5
20	Área superior de la planta	<ul style="list-style-type: none"> – Iluminación artificial y/o natural de la totalidad del área. – Ventilación. – Señalización de áreas. – Orden. – Limpieza. – Pintado y acabado. 	<ul style="list-style-type: none"> – El área superior de la planta cuenta con iluminación artificial de 12 luminarias y diez ventanas, las cuales a su vez sirven para una correcta ventilación. – Existe los rótulos respectivos para la señalización. – Existe una correcta limpieza del lugar. 	<ul style="list-style-type: none"> – No se aprecian deficiencias. 	10
21	Área inferior de la planta	<ul style="list-style-type: none"> – Iluminación artificial y/o natural de la totalidad del área. – Ventilación. – Señalización de áreas. – Orden. – Limpieza. – Pintado y acabado. 	<ul style="list-style-type: none"> – El área superior de la planta cuenta con iluminación artificial de 8 luminarias y siete ventanas, las cuales a su vez sirven para una correcta ventilación. – Existe los rótulos respectivos para la señalización. – Existe una correcta limpieza del lugar. 	<ul style="list-style-type: none"> – No se aprecian deficiencias. 	10

A nivel general, la inspección realizada a la planta muestra un buen estado de la instalación, con pequeñas deficiencias que se sugiere corregir.

3.2 INVENTARIO DE MAQUINARIA Y EQUIPO EXISTENTE

Tabla 3.2 Maquinaria y equipo existente en la Industria Lechera Carchi S.A

AREA	EQUIPOS	MARCA	CÓDIGO	SERIE	DESCRIPCIÓN	ESTADO
RECEPCIÓN	Acidímetro	Dr. N: Gerber	RCAC1000		Mide el grado de acidez de una disolución	Operativo
	Balanza Granataria	Acculab Sartorius Group	RCBZ1000	VIC - 303	Determina el peso o la masa de un objeto o sustancia	Operativo
	Bomba transporte leche cruda	Ram	RCBB1000		Eleva o transfiere la leche cruda	Operativo
	Calentador para antibióticos	Sacco	RCCA1000	TWINSENEOR32P	Termostato de antibióticos	Operativo
	Centrifugador	Dr. N: Gerber	RCCF1000	9645119	Elimina un constituyente gaseoso a partir de un liquido	Operativo
	Crioscopio	Adadvanced Instruments	RCCC1000	4D3	Detecta el aspecto y presencia de materias extrañas	Operativo
	Ekomilk	Milcana Kam	RCEM1000	113773	Estandarización de la leche	Operativo
	Estufa	Memmert	RCEF1000	5-58548	Se utiliza para secado de sustancias y esterilización	Operativo
	Lactómetro		RCLT1000	A425557	Mide la densidad de la leche	Operativo
	Medidor pH	Presto-Teka	RCMP1000	397289	Mide el pH de una disolución	Operativo
	Nivelador de energía	Salicro Electronics	RCNE1000	EE 38271-14	Nivela la energía	Operativo
	Refractómetro de mano	Atago 9523	RCRM1000	9523	Analiza una sustancia	Operativo
	Tina de almacenamiento		RCTA1000		Contiene un líquido como la leche	Operativo
PASTEURIZACIÓN	Bolos					
	Bomba		PTBB2000		Eleva o transfiere líquidos	Operativo
	Tina doble fondo		PTTN2000		Contiene liquido	Operativo
	Crema de Leche					
	Marmita 1		PTMT1000		Producción de yogurt	Operativo
	Leche					
	Estandarizador	Chester - Jense	PTED1000	4641257	Preenfriado de la leche cruda	Operativo
	Empacadora Prepac 1	Prepac	PTEP1000	EQ28	Enfundado de leche y bolos	Operativo
	Empacadora Prepac 2	Prepac	PTEP2000	EQ25	Enfundado de leche y bolos	Operativo
	Homogenizador	Superhom	PTHG1000	275374	Dispersión del glóbulo graso	Operativo
Pasteurizador	F & W TECH., Inc	PTPU1000		Pasteurización de la leche	Operativo	

PASTEURIZACIÓN	EQUIPOS	MARCA	CÓDIGO	SERIE	DESCRIPCIÓN	ESTADO	
PASTEURIZACIÓN	Tanque 1 de 10000 ltrs		PTTA1000		Almacenado de leche	Operativo	
	Tanque 2 de 10000 ltrs		PTTA2000		Almacenado de leche	Operativo	
	Tanque 3 de 8000 ltrs		PTTA3000	201-657	Almacenado de leche	Operativo	
	Manjar de Leche						
	Agitador		PTAG1000		Agita la leche	Operativo	
	Marmita 2		PTMT2000		Producción de yogurt	Operativo	
	Motor para agitador marmita		PTME1000		Impulsa al agitador	Operativo	
	Mantequilla						
	Batidora	Kolding	PTBD1000		Producción de crema	Operativo	
Empacadora automática	Benhil	PTEP3000		Empacado de mantequilla	Operativo		
YOGURT	Bomba para embasar	ASEA	YGBB3000	36768	Traslado de yogurt	Operativo	
	Bomba para Thimonnier	Grassel	YGBB4000	D3260	Traslado de yogurt	Operativo	
	Embassadora de Yogurt	AUTOPROD INC.	YGEB1000	1763	Llenado envasado de Yogurt	Operativo	
	Empacadora Thimonnier	Thimonnier	YGEP4000	394	Llenado enfundado de Yogurt	Operativo	
	Marmita Sattler 1 de 4000 ltrs	SATTTLER	YGMT3000		Producción de yogurt	Operativo	
	Marmita Sattler 2 de 1850 ltrs	SATTTLER	YGMT4000		Producción de yogurt	Operativo	
	Marmita Sattler 3 de 1000 ltrs	ASEA BROWN BOVERI	YGMT5000		Producción de yogurt	Operativo	
	Marmita Sattler 4 de 2000 ltrs	GRASSEL	YGMT6000		Producción de yogurt	Operativo	
QUESOS	Queso Fresco						
	Bomba de suero		QSBB5000		Transfiere el suero	Operativo	
	Prensa neumática		QSPS1000		Comprime	Operativo	
	Prensa normal		QSPS2000		Comprime	Operativo	
	Tinas de cuajado 1		QSTN3000		Sirve para cuajar la leche	Operativo	
	Tinas de cuajado 2		QSTN4000		Sirve para cuajar la leche	Operativo	
	Queso Maduro						
	Motor del molino	Corraoh	QSME2000	933619	Produce movimiento al molino	Operativo	
	Tina de cuajado doble fondo 1		QSTN5000		Sirve para cuajar la leche	Operativo	

QUESOS	EQUIPOS	MARCA	CÓDIGO	SERIE	DESCRIPCIÓN	ESTADO
	Queso Mozzarella					
	Hiladora	Jorvic.S.A	QSHD1000	MO50618	Hilado de la cuajada	Operativo
	Moldeadora	Jorvic.S.A	QSMO1000	MO50619	Moldea y dosifica el queso	Operativo
	Tina de cuajado doble fondo 2	Horsens	QSTN6000		Sirve para cuajar la leche	Operativo
	Empacadoras					
	Empacadora al vacío 1	Roscherwerker	QSEP5000	6252006	Sella el queso	Operativo
	Empacadora al vacío 2	Roscherwerker	QSEP6000	G111E56	Sella el queso	Operativo
	Banco de hielo	Kyoritsu Denki	MQBH1000	3137	Enfría el agua	Operativo
	Bomba de Agua 1	Siemens	MQBB6000		Elevar, transferir o comprimir líquidos y gases	Operativo
	Bomba de Agua 2	Siemens	MQBB7000	971024	Producción de frío	Operativo
	Bomba de Agua 3	ASEA	MQBB8000	12848904	Producción de aire	Operativo
	Bomba de Agua 4	General Electric	MQBB9000	TX6251001	Producción de frío	Operativo
	Caldera Continental	Continental	MQCD1000	E7A50B-4134-3236	Producción de vapor	Operativo
	Caldera York Shipley	York Shipley	MQCD2000	78-12275-H- 72242	Producción de vapor	Operativo
	Compresor Cem	Cie Electro Mecanique	MQCS1000	I 558921	Producción de aire	Operativo
	Compresor siemens	Siemens Schuckert	MQCS2000	E11453620	Producción de aire	Operativo
	Compresor Wetzels	Wayne Wetzels	MQCS3000	60344	Producción de aire	Operativo
	Generador eléctrico	Cummins	MQGE1000	LM-93900-11/25-9	Genera electricidad	Operativo
	Mycom	Mycom 4A	MQMC1000	19859	Enfriamiento de agua	Operativo
	Unidad Condensante	Danfoss	MQUC1000	AD12345-001	Cuarto frío	Operativo
	TALLER					
	Amoladora		TLAL1000	2206	Corta, desbarbar y pule superficies	Operativo
	Compresor		TLCS4000	YL 905-2	Producción de aire	Operativo
	Esmeril	DIH - LUEN	TLER1000	1	Afila instrumentos metálicos y pule	Operativo
	Taladro	Perles	TLTD1000		Herramienta con que se agujerea	Operativo

Para asignar el número de inventario se lo hizo según el **Anexo B “Procedimiento para la identificación y codificación de máquinas y equipos”**

3.3 CONDICIÓN DE OPERACIÓN ACTUAL DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO

La determinación del estado actual de operación de la maquinaria y equipo, se realizó por medio de la medición de diferentes aspectos, los mismos que se calificaron luego de hacer inspecciones y análisis basados en criterios técnicos.

3.3.1 INSPECCIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO

Para este caso se analizaron el estado actual de la carcasa, como son los defectos superficiales, limpieza de los elementos, los mismos que sujetan la carcasa y a más de eso el funcionamiento de la maquinaria y equipos.

La puntuación para la ponderación viene dada de la siguiente manera:

Malo	0-3
Bueno	4-6
Muy Bueno	7-9
Excelente	10

Tabla 3.3 Ponderación del funcionamiento y de las condiciones externas dadas por inspección

Nro.	Descripción	Código SB	Defectos superficiales	Limpieza	Funcionamiento	Puntaje
AREA DE RECEPCIÓN						
1	Acidímetro	RCAC1000	9	8	9	8.67
2	Balanza Granataria	RCBZ1000	8	8	7	7.67
3	Bomba transporte leche cruda	RCBB1000	8	9	8	8.33
4	Calentador para antibióticos	RCCA1000	9	8	9	8.67
5	Centrifugador	RCCF1000	9	8	9	8.67
6	Crioscopio	RCCC1000	9	8	9	8.67
7	Ekomilk	RCEM1000	9	8	9	8.67
8	Estufa	RCEF1000	9	8	9	8.67
9	Lactómetro	RCLT1000	9	8	9	8.67
10	Medidor PH	RCMP1000	9	8	9	8.67
11	Nivelador de energía	RCNE1000	9	8	9	8.67
12	Refractómetro de mano	RCRM1000	9	8	9	8.67
13	Tina de almacenamiento	RCTA1000	8	9	9	8.67
AREA DE PASTEURIZACIÓN						
14	Agitador	PTAG1000	9	9	9	9.00
15	Batidora	PTBD1000	7	8	5	6.67
16	Empacadora Prepac 1	PTEP1000	7	8	2	5.67
17	Empacadora Prepac 2	PTEP2000	4	4	1	3.00
18	Estandarizador	PTED1000	7	8	7	7.33
19	Homogenizador	PTHG1000	7	8	7	7.33

Nro.	Descripción	Código SB	Defectos superficiales	Limpieza	Funcionamiento	Puntaje
AREA DE PASTEURIZACIÓN						
20	Marmita 1	PTMT1000	7	9	8	8.00
21	Marmita 2	PTMT2000	7	9	8	8.00
22	Motor para agitador marmita	PTME1000	7	7	7	7.00
23	Pasteurizador	PTPU1000	7	8	7	7.33
24	Tanque 1 de 10000 ltrs	PTTA1000	7	9	8	8.00
25	Tanque 2 de 10000 ltrs	PTTA2000	7	9	8	8.00
26	Tanque 3 de 8000 ltrs	PTTA3000	7	9	8	8.00
27	Tina doble fondo	PTTN2000	7	9	9	8.33
AREA DE YOGURT						
28	Bomba para embasar	YGBB3000	6	8	6	6.67
29	Bomba para Thimonnier	YGBB4000	6	8	8	7.33
30	Embasadora de Yogurt	YGEB1000	7	9	6	7.33
31	Empacadora Thimonnier	YGEP4000	7	9	8	8.00
32	Marmita Sattler 1 de 4000 ltrs	YGMT5000	7	9	8	8.00
33	Marmita Sattler 2 de 1850 ltrs	YGMT6000	7	9	8	8.00
34	Marmita Sattler 3 de 1000 ltrs	YGMT7000	7	9	8	8.00
35	Marmita Sattler 4 de 2000 ltrs	YGMT8000	7	9	8	8.00
AREA DE QUESOS						
36	Bomba de suero	QSBB5000	8	8	8	8.00
37	Empacadora al vacío 1	QSEP5000	7	8	8	7.67
38	Empacadora al vacío 2	QSEP6000	7	8	8	7.67
39	Hiladora	QSHD1000	8	9	7	8.00
40	Moldeadora	QSMD1000	8	9	7	8.00
41	Motor del molino	QSME2000	6	5	8	6.33
42	Prensa neumática	QSPS1000	6	8	7	7.00
43	Prensa normal	QSPS2000	6	8	8	7.33
44	Tina de cuajado doble fondo 1	QSTN5000	7	9	8	8.00
45	Tina de cuajado doble fondo 2	QSTN6000	7	9	8	8.00
46	Tinas de cuajado 1	QSTN3000	7	9	8	8.00
47	Tinas de cuajado 2	QSTN4000	7	9	8	8.00
AREA DE MAQUINAS						
48	Banco de hielo	MQBH1000	6	5	7	6.00
49	Bomba de agua 1	MQBB6000	6	5	8	6.33
50	Bomba de agua 2	MQBB7000	6	5	8	6.33
51	Bomba de Agua 3	MQBB8000	6	5	8	6.33
52	Bomba de Agua 4	MQBB9000	6	5	8	6.33
53	Caldera Continental	MQCD1000	6	5	6	5.67
54	Caldera York Shipley	MQCD2000	6	5	6	5.67
55	Compresor Cem	MQCS1000	6	5	8	6.33
56	Compresor siemens	MQCS2000	6	5	8	6.33
57	Compresor Wetzel	MQCS3000	6	5	8	6.33
58	Generador eléctrico	MQGE1000	6	5	9	6.67
59	Mycom	MQMC1000	6	5	7	6.00
60	Unidad Condensante	MQUC1000	6	5	7	6.00
AREA DE TALLER						
61	Amoladora	TLAL1000	7	5	9	7.00
62	Compresor	TLCS4000	7	4	8	6.33
63	Esmeril	TLER1000	7	5	9	7.00
64	Taladro	TLTD1000	7	5	9	7.00

3.3.2 INSPECCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL

En este caso se analizó el funcionamiento actual de manómetros, controladores, sensores, medidores de niveles, entre otros elementos que ayudan para el control de la maquinaria y equipo.

La puntuación para la ponderación viene dada de la siguiente manera:

Malo	0-3
Bueno	4-6
Muy Bueno	7-9
Excelente	10

Tabla 3.4 Ponderación del funcionamiento de los elementos de control

Nro.	Descripción	Código SB	Funcionamiento de los elementos de control
AREA DE RECEPCIÓN			
1	Acidímetro	RCAC1000	8
2	Balanza Granataria	RCBZ1000	8
3	Bomba transporte leche cruda	RCBB1000	7
4	Calentador para antibióticos	RCCA1000	8
5	Centrifugador	RCCF1000	8
6	Crioscopio	RCCC1000	8
7	Ekomilk	RCEM1000	8
8	Estufa	RCEF1000	8
9	Lactómetro	RCLT1000	8
10	Medidor PH	RCMP1000	8
11	Nivelador de energía	RCNE1000	8
12	Refractómetro de mano	RCRM1000	8
13	Tina de almacenamiento	RCTA1000	7
AREA DE PASTEURIZACIÓN			
14	Agitador	PTAG1000	9
15	Batidora	PTBD1000	7
16	Empacadora Prepac 1	PTEP1000	4
17	Empacadora Prepac 2	PTEP2000	1
18	Estandarizador	PTED1000	7
19	Homogenizador	PTHG1000	7
20	Marmita 1	PTMT2000	7
21	Marmita 2	PTMT3000	7
22	Motor para agitador marmita	PTME1000	7
23	Pasteurizador	PTPU1000	7
24	Tanque 1 de 10000 ltrs	PTTA1000	7
25	Tanque 2 de 10000 ltrs	PTTA2000	7
26	Tanque 3 de 8000 ltrs	PTTA3000	7
27	Tina doble fondo	PTTN2000	7
AREA DE YOGURT			
28	Bomba para embasar	YGBB3000	6
29	Bomba para Thimonnier	YGBB4000	6
30	Embassadora de Yogurt	YGEB1000	7

Nro.	Descripción	Código SB	Funcionamiento de los elementos de control
AREA DE YOGURT			
31	Empacadora Thimonnier	YGEP4000	7
32	Marmita Sattler 1 de 4000 ltrs	YGMT5000	7
33	Marmita Sattler 2 de 1850 ltrs	YGMT6000	7
34	Marmita Sattler 3 de 1000 ltrs	YGMT7000	7
35	Marmita Sattler 4 de 2000 ltrs	YGMT8000	7
AREA DE QUESOS			
36	Bomba de suero	QSBB5000	6
37	Empacadora al vacío 1	QSEP5000	7
38	Empacadora al vacío 2	QSEP6000	7
39	Hiladora	QSHD1000	8
40	Moldeadora	QSMD1000	8
41	Motor del molino	QSME2000	6
42	Prensa neumática	QSPS1000	5
43	Prensa normal	QSPS2000	5
44	Tina de cuajado doble fondo 1	QSTN5000	7
45	Tina de cuajado doble fondo 2	QSTN6000	7
46	Tinas de cuajado 1	QSTN3000	7
47	Tinas de cuajado 2	QSTN4000	7
AREA DE MAQUINAS			
48	Banco de hielo	MQBH1000	6
49	Bomba de agua 1	MQBB6000	6
50	Bomba de agua 2	MQBB7000	6
51	Bomba de Agua 3	MQBB8000	6
52	Bomba de Agua 4	MQBB9000	6
53	Caldera Continental	MQCD1000	6
54	Caldera York Shipley	MQCD2000	6
55	Compresor Cem	MQCS1000	6
56	Compresor siemens	MQCS2000	6
57	Compresor Wetzal	MQCS3000	6
58	Generador eléctrico	MQGE1000	6
59	Mycom	MQMC1000	6
60	Unidad Condensante	MQUC1000	6
AREA DE TALLER			
61	Amoladora	TLAL1000	6
62	Compresor	TLCS4000	6
63	Esmeril	TLER1000	6
64	Taladro	TLTD1000	6

3.3.3 INSPECCIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DONDE SE OPERA LA MAQUINARIA Y EQUIPO.

Para este caso se analizó la presencia de humedad en el lugar de trabajo y elementos corrosivos presentes.

La puntuación para la ponderación viene dada de la siguiente manera:

	Si	NO
Humedad	0	5
Corrosión	0	5

Tabla 3.5 Ponderación de las condiciones ambientales donde se opera la maquinaria y equipo

Nro.	Descripción	Código SB	Humedad	Corrosión	Puntaje
AREA DE RECEPCIÓN					
1	Acidímetro	RCAC1000	x		5
2	Balanza Granataria	RCBZ1000	x		5
3	Bomba transporte leche cruda	RCBB1000	x		5
4	Calentador para antibióticos	RCCA1000	x		5
5	Centrifugador	RCCF1000	x		5
6	Crioscopio	RCCC1000	x		5
7	Ekomilk	RCEM1000	x		5
8	Estufa	RCEF1000	x		5
9	Lactómetro	RCLT1000	x		5
10	Medidor PH	RCMP1000	x		5
11	Nivelador de energía	RCNE1000	x		5
12	Refractómetro de mano	RCRM1000	x		5
13	Tina de almacenamiento	RCTA1000	x		5
AREA DE PASTEURIZACIÓN					
14	Agitador	PTAG1000	x		5
15	Batidora	PTBD1000	x		5
16	Empacadora Prepac 1	PTEP1000	x		5
17	Empacadora Prepac 2	PTEP2000	x		5
18	Estandarizador	PTED1000	x		5
19	Homogenizador	PTHG1000	x		5
20	Marmita 1	PTMT2000	x		5
21	Marmita 2	PTMT3000	x		5
22	Motor para agitador marmita	PTME1000	x		5
23	Pasteurizador	PTPU1000	x		5
24	Tanque 1 de 10000 ltrs	PTTA1000	x		5
25	Tanque 2 de 10000 ltrs	PTTA2000	x		5
26	Tanque 3 de 8000 ltrs	PTTA3000	x		5
27	Tina doble fondo	PTTN2000	x		5
AREA DE YOGURT					
28	Bomba para embasar	YGBB3000	x	x	0
29	Bomba para Thimonnier	YGBB4000	x	x	0
30	Embasadora de Yogurt	YGEB1000	x		5
31	Empacadora Thimonnier	YGEP4000	x		5
32	Marmita Sattler 1 de 4000 ltrs	YGMT5000	x		5
33	Marmita Sattler 2 de 1850 ltrs	YGMT6000	x		5
34	Marmita Sattler 3 de 1000 ltrs	YGMT7000	x		5
35	Marmita Sattler 4 de 2000 ltrs	YGMT8000	x		5
AREA DE QUESOS					
36	Bomba de suero	QSBB5000	x		5
37	Empacadora al vacío 1	QSEP5000	x		5
38	Empacadora al vacío 2	QSEP6000	x		5
39	Hiladora	QSHD1000	x		5
40	Moldeadora	QSMD1000	x		5

Nro.	Descripción	Código SB	Humedad	Corrosión	Puntaje
AREA DE QUESOS					
41	Motor del molino	QSME2000	x	x	0
42	Prensa neumática	QSPS1000	x	x	0
43	Prensa normal	QSPS2000	x	x	0
44	Tina de cuajado doble fondo 1	QSTN5000	x	x	0
45	Tina de cuajado doble fondo 2	QSTN6000	x	x	0
46	Tinas de cuajado 1	QSTN3000	x		5
47	Tinas de cuajado 2	QSTN4000	x		5
AREA DE MAQUINAS					
48	Banco de hielo	MQBH1000		x	5
49	Bomba de agua 1	MQBB6000		x	5
50	Bomba de agua 2	MQBB7000		x	5
51	Bomba de Agua 3	MQBB8000		x	5
52	Bomba de Agua 4	MQBB9000		x	5
53	Caldera Continental	MQCD1000		x	5
54	Caldera York Shipley	MQCD2000		x	5
55	Compresor Cem	MQCS1000		x	5
56	Compresor siemens	MQCS2000		x	5
57	Compresor Wetzal	MQCS3000		x	5
58	Generador eléctrico	MQGE1000		x	5
59	Mycom	MQMC1000		x	5
60	Unidad Condensante	MQUC1000		x	5
AREA DE TALLER					
61	Amoladora	TLAL1000		x	5
62	Compresor	TLCS4000		x	5
63	Esmeril	TLER1000		x	5
64	Taladro	TLTD1000		x	5

Nota: Si marca con **X** equivale a una puntuación de cero, en cambio si deja un espacio en **blanco** equivale a una puntuación de 5

3.3.4 INSPECCIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

Para este caso se analizó los años de uso que llevan los equipos y la vida útil recomendada.

La puntuación para la ponderación viene dada de la siguiente manera:

Tiempo menor a vida útil	10
Tiempo igual a vida útil	5
Tiempo mayor a vida útil	0

Tabla 3.6 Ponderación de condiciones según vida útil de la maquinaria y equipos

Nro.	Descripción	Código SB	Años de vida útil recomendada	Años de operación	Puntaje	Vida útil remanente
AREA DE RECEPCIÓN						
1	Acidímetro	RCAC1000	10	6	10	4.00
2	Balanza Granataria	RCBZ1000	10	7	10	3.00
3	Bomba transporte leche cruda	RCBB1000	15	8	10	7.00
4	Calentador para antibióticos	RCCA1000	10	8	10	2.00
5	Centrifugador	RCCF1000	10	8	10	2.00
6	Crioscopio	RCCC1000	10	8	10	2.00
7	Ekomilk	RCEM1000	10	2	10	8.00
8	Estufa	RCEF1000	10	8	10	2.00
9	Lactómetro	RCLT1000	10	8	10	2.00
10	Medidor PH	RCMP1000	10	8	10	2.00
11	Nivelador de energía	RCNE1000	10	8	10	2.00
12	Refractómetro de mano	RCRM1000	10	8	10	2.00
13	Tina de almacenamiento	RCTA1000	25	15	10	10.00
AREA DE PASTEURIZACIÓN						
14	Agitador	PTAG1000	10	9	10	1.00
15	Batidora	PTBD1000	20	15	10	5.00
16	Empacadora Prepac 1	PTEP1000	30	15	10	15.00
17	Empacadora Prepac 2	PTEP2000	30	25	10	5.00
18	Estandarizador	PTED1000	30	28	10	2.00
19	Homogenizador	PTHG1000	20	15	10	5.00
20	Marmita 1	PTMT2000	10	9	10	1.00
21	Marmita 2	PTMT3000	10	9	10	1.00
22	Motor para agitador marmita	PTME1000	10	5	10	5.00
23	Pasteurizador	PTPU1000	10	7	10	3.00
24	Tanque 1 de 10000 ltrs	PTTA1000	25	24	10	1.00
25	Tanque 2 de 10000 ltrs	PTTA2000	25	24	10	1.00
26	Tanque 3 de 8000 ltrs	PTTA3000	25	12	10	13.00
27	Tina doble fondo	PTTN2000	25	15	10	10.00
AREA DE YOGURT						
28	Bomba para embasar	YGBB3000	15	9	10	6.00
29	Bomba para Thimonnier	YGBB4000	15	14	10	1.00
30	Embasadora de Yogurt	YGEB1000	30	9	10	21.00
31	Empacadora Thimonnier	YGEP4000	30	29	10	1.00
32	Marmita Sattler 1 de 4000 ltrs	YGMT5000	10	7	10	3.00
33	Marmita Sattler 2 de 1850 ltrs	YGMT6000	10	7	10	3.00
34	Marmita Sattler 3 de 1000 ltrs	YGMT7000	10	7	10	3.00
35	Marmita Sattler 4 de 2000 ltrs	YGMT8000	10	7	10	3.00
AREA DE QUESOS						
36	Bomba de suero	QSBB5000	15	4	10	11.00
37	Empacadora al vacío 1	QSEP5000	20	7	10	13.00
38	Empacadora al vacío 2	QSEP6000	20	13	10	7.00
39	Hiladora	QSHD1000	25	9	10	16.00
40	Moldeadora	QSMD1000	25	9	10	16.00
41	Motor del molino	QSME2000	10	3	10	7.00
42	Prensa neumática	QSPS1000	20	12	10	8.00
43	Prensa normal	QSPS2000	20	16	10	4.00
44	Tina de cuajado doble fondo 1	QSTN5000	25	18	10	7.00
45	Tina de cuajado doble fondo 2	QSTN6000	25	18	10	7.00

Nro.	Descripción	Código SB	Años de vida útil recomendada	Años de operación	Puntaje	Vida útil remanente
AREA DE QUESOS						
46	Tinas de cuajado 1	QSTN3000	25	7	10	18.00
47	Tinas de cuajado 2	QSTN4000	25	7	10	18.00
AREA DE MAQUINAS						
48	Banco de hielo	MQBH1000	20	16	10	4.00
49	Bomba de agua 1	MQBB6000	15	10	10	5.00
50	Bomba de agua 2	MQBB7000	15	10	10	5.00
51	Bomba de Agua 3	MQBB8000	15	14	10	1.00
52	Bomba de Agua 4	MQBB9000	15	10	10	5.00
53	Caldera Continental	MQCD1000	35	32	10	3.00
54	Caldera York Shipley	MQCD2000	35	31	10	4.00
55	Compresor Cem	MQCS1000	20	18	10	2.00
56	Compresor siemens	MQCS2000	20	5	10	15.00
57	Compresor Wetzel	MQCS3000	20	14	10	6.00
58	Generador eléctrico	MQGE1000	35	33	10	2.00
59	Mycom	MQMC1000	30	22	10	8.00
60	Unidad Condensante	MQUC1000	20	12	10	8.00
AREA DE TALLER						
61	Amoladora	TLAL1000	10	8	10	2.00
62	Compresor	TLCS4000	20	10	10	10.00
63	Esmeril	TLER1000	10	6	10	4.00
64	Taladro	TLTD1000	10	8	10	2.00

3.3.5 INSPECCIÓN DE EXISTENCIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para este análisis se evaluó la existencia de acciones de mantenimiento preventivo en los equipos y maquinaria.

La puntuación para la ponderación viene dada de la siguiente manera:

Existe mantenimiento preventivo	10
No existe mantenimiento preventivo	0

Tabla 3.7 Ponderación según existencia de mantenimiento preventivo

Nro.	Descripción	Código SB	Existe MTTO Preventivo	No existe MTTO Preventivo	Puntaje
AREA DE RECEPCIÓN					
1	Acidímetro	RCAC1000		x	0
2	Balanza Granataria	RCBZ1000		x	0
3	Bomba transporte leche cruda	RCBB1000		x	0
4	Calentador para antibióticos	RCCA1000		x	0
5	Centrifugador	RCCF1000		x	0
6	Crioscopio	RCCC1000		x	0
7	Ekomilk	RCEM1000		x	0
8	Estufa	RCEF1000		x	0
9	Lactómetro	RCLT1000		x	0
10	Medidor PH	RCMP1000		x	0
11	Nivelador de energía	RCNE1000		x	0
12	Refractómetro de mano	RCRM1000		x	0
13	Tina de almacenamiento	RCTA1000		x	0
AREA DE PASTEURIZACIÓN					
14	Agitador	PTAG1000		x	0
15	Batidora	PTBD1000		x	0
16	Empacadora Prepac 1	PTEP1000		x	0
17	Empacadora Prepac 2	PTEP2000		x	0
18	Estandarizador	PTED1000		x	0
19	Homogenizador	PTHG1000		x	0
20	Marmita 1	PTMT2000		x	0
21	Marmita 2	PTMT3000		x	0
22	Motor para agitador marmita	PTME1000		x	0
23	Pasteurizador	PTPU1000		x	0
24	Tanque 1 de 10000 ltrs	PTTA1000		x	0
25	Tanque 2 de 10000 ltrs	PTTA2000		x	0
26	Tanque 3 de 8000 ltrs	PTTA3000		x	0
27	Tina doble fondo	PTTN2000		x	0
AREA DE YOGURT					
28	Bomba para embasar	YGBB3000		x	0
29	Bomba para Thimonnier	YGBB4000		x	0
30	Embasadora de Yogurt	YGEB1000		x	0
31	Empacadora Thimonnier	YGEP4000		x	0
32	Marmita Sattler 1 de 4000 ltrs	YGMT5000		x	0
33	Marmita Sattler 2 de 1850 ltrs	YGMT6000		x	0
34	Marmita Sattler 3 de 1000 ltrs	YGMT7000		x	0
35	Marmita Sattler 4 de 2000 ltrs	YGMT8000		x	0
AREA DE QUESOS					
36	Bomba de suero	QSBB5000		x	0
37	Empacadora al vacío 1	QSEP5000		x	0
38	Empacadora al vacío 2	QSEP6000		x	0
39	Hiladora	QSHD1000		x	0
40	Moldeadora	QSMD1000		x	0
41	Motor del molino	QSME2000		x	0
42	Prensa neumática	QSPS1000		x	0
43	Prensa normal	QSPS2000		x	0
44	Tina de cuajado doble fondo 1	QSTN5000		x	0
45	Tina de cuajado doble fondo 2	QSTN6000		x	0

Nro.	Descripción	Código SB	Existe MTTO Preventivo	No existe MTTO Preventivo	Puntaje
AREA DE QUESOS					
46	Tinas de cuajado 1	QSTN3000		x	0
47	Tinas de cuajado 2	QSTN4000		x	0
AREA DE MAQUINAS					
48	Banco de hielo	MQBH1000		x	0
49	Bomba de agua 1	MQBB6000		x	0
50	Bomba de agua 2	MQBB7000		x	0
51	Bomba de Agua 3	MQBB8000		x	0
52	Bomba de Agua 4	MQBB9000		x	0
53	Caldera Continental	MQCD1000		x	0
54	Caldera York Shipley	MQCD2000		x	0
55	Compresor Cem	MQCS1000		x	0
56	Compresor siemens	MQCS2000		x	0
57	Compresor Wetzel	MQCS3000		x	0
58	Generador eléctrico	MQGE1000		x	0
59	Mycom	MQMC1000		x	0
60	Unidad Condensante	MQUC1000		x	0
AREA DE TALLER					
61	Amoladora	TLAL1000		x	0
62	Compresor	TLCS4000		x	0
63	Esmeril	TLER1000		x	0
64	Taladro	TLTD1000		x	0

3.3.6 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO

Para este caso se obtendrá un promedio de las inspecciones realizadas y se procede a evaluar de acuerdo al puntaje obtenido.

La puntuación para la evaluación de la condición de la maquinaria y equipo viene dada de la siguiente manera:

Malo	0-3
Bueno	4-6
Muy Bueno	7-9
Excelente	10

Tabla 3.8 Evaluación de la condición actual de la maquinaria y equipo

Nro.	Descripción	Código SB	Inspección externa	Elementos de Control	Condiciones ambientales	Vida útil	Mantenimiento preventivo	Suma Total	Promedio	Condición
AREA DE RECEPCIÓN										
1	Acidímetro	RCAC1000	8.67	8	5	10	0	31.67	6.33	Bueno
2	Balanza Granataria	RCBZ1000	7.67	8	5	10	0	30.67	6.13	Bueno
3	Bomba transporte leche cruda	RCBB1000	8.33	7	5	10	0	30.33	6.07	Bueno
4	Calentador para antibióticos	RCCA1000	8.67	8	5	10	0	31.67	6.33	Bueno
5	Centrifugador	RCCF1000	8.67	8	5	10	0	31.67	6.33	Bueno
6	Crioscopio	RCCC1000	8.67	8	5	10	0	31.67	6.33	Bueno
7	Ekomilk	RCEM1000	8.67	8	5	10	0	31.67	6.33	Bueno
8	Estufa	RCEF1000	8.67	8	5	10	0	31.67	6.33	Bueno
9	Lactómetro	RCLT1000	8.67	8	5	10	0	31.67	6.33	Bueno
10	Medidor PH	RCMP1000	8.67	8	5	10	0	31.67	6.33	Bueno
11	Nivelador de energía	RCNE1000	8.67	8	5	10	0	31.67	6.33	Bueno
12	Refractómetro de mano	RCRM1000	8.67	8	5	10	0	31.67	6.33	Bueno
13	Tina de almacenamiento	RCTA1000	8.67	7	5	10	0	30.67	6.13	Bueno
AREA DE PASTEURIZACIÓN										
14	Agitador	PTAG1000	9.00	9	5	10	0	33.00	6.60	Bueno
15	Batidora	PTBD1000	6.67	7	5	10	0	28.67	5.73	Bueno
16	Empacadora Prepac 1	PTEP1000	5.67	4	5	10	0	24.67	4.93	Bueno
17	Empacadora Prepac 2	PTEP2000	3.00	1	5	10	0	19.00	3.80	Malo
18	Estandarizador	PTED1000	7.33	7	5	10	0	29.33	5.87	Bueno
19	Homogenizador	PTHG1000	7.33	7	5	10	0	29.33	5.87	Bueno
20	Marmita 1	PTMT2000	8.00	7	5	10	0	30.00	6.00	Bueno
21	Marmita 2	PTMT3000	8.00	7	5	10	0	30.00	6.00	Bueno
22	Motor para agitador marmita	PTME1000	7.00	7	5	10	0	29.00	5.80	Bueno
23	Pasteurizador	PTPU1000	7.33	7	5	10	0	29.33	5.87	Bueno
24	Tanque 1 de 10000 ltrs	PTTA1000	8.00	7	5	10	0	30.00	6.00	Bueno
25	Tanque 2 de 10000 ltrs	PTTA2000	8.00	7	5	10	0	30.00	6.00	Bueno
26	Tanque 3 de 8000 ltrs	PTTA3000	8.00	7	5	10	0	30.00	6.00	Bueno
27	Tina doble fondo	PTTN2000	8.33	7	5	10	0	30.33	6.07	Bueno
AREA DE YOGURT										
28	Bomba para embasar	YGBB3000	6.67	6	0	10	0	22.67	4.53	Bueno
29	Bomba para Thimonnier	YGBB4000	7.33	6	0	10	0	23.33	4.67	Bueno
30	Embasadora de Yogurt	YGEB1000	7.33	7	5	10	0	29.33	5.87	Bueno
31	Empacadora Thimonnier	YGEP4000	8.00	7	5	10	0	30.00	6.00	Bueno
32	Marmita Sattler 1 de 4000 ltrs	YGMT5000	8.00	7	5	10	0	30.00	6.00	Bueno
33	Marmita Sattler 2 de 1850 ltrs	YGMT6000	8.00	7	5	10	0	30.00	6.00	Bueno
34	Marmita Sattler 3 de 1000 ltrs	YGMT7000	8.00	7	5	10	0	30.00	6.00	Bueno
35	Marmita Sattler 4 de 2000 ltrs	YGMT8000	8.00	7	5	10	0	30.00	6.00	Bueno
AREA DE QUESOS										
36	Bomba de suero	QSBB5000	8.00	6	5	10	0	29.00	5.80	Bueno
37	Empacadora al vacío 1	QSEP5000	7.67	7	5	10	0	29.67	5.93	Bueno
38	Empacadora al vacío 2	QSEP6000	7.67	7	5	10	0	29.67	5.93	Bueno
39	Hiladora	QSHD1000	8.00	8	5	10	0	31.00	6.20	Bueno
40	Moldeadora	QSMD1000	8.00	8	5	10	0	31.00	6.20	Bueno

Nro.	Descripción	Código SB	Inspección externa	Elementos de Control	Condiciones ambientales	Vida útil	Mantenimiento preventivo	Suma Total	Promedio	Condición
AREA DE QUESOS										
41	Motor del molino	QSME2000	6.33	6	0	10	0	22.33	4.47	Bueno
42	Prensa neumática	QSPS1000	7.00	5	0	10	0	22.00	4.40	Bueno
43	Prensa normal	QSPS2000	7.33	5	0	10	0	22.33	4.47	Bueno
44	Tina de cuajado doble fondo 1	QSTN5000	8.00	7	0	10	0	25.00	5.00	Bueno
45	Tina de cuajado doble fondo 2	QSTN6000	8.00	7	0	10	0	25.00	5.00	Bueno
46	Tinas de cuajado 1	QSTN3000	8.00	7	5	10	0	30.00	6.00	Bueno
47	Tinas de cuajado 2	QSTN4000	8.00	7	5	10	0	30.00	6.00	Bueno
AREA DE MAQUINAS										
48	Banco de hielo	MQBH1000	6.00	6	5	10	0	27.00	5.40	Bueno
49	Bomba de agua 1	MQBB6000	6.33	6	5	10	0	27.33	5.47	Bueno
50	Bomba de agua 2	MQBB7000	6.33	6	5	10	0	27.33	5.47	Bueno
51	Bomba de Agua 3	MQBB8000	6.33	6	5	10	0	27.33	5.47	Bueno
52	Bomba de Agua 4	MQBB9000	6.33	6	5	10	0	27.33	5.47	Bueno
53	Caldera Continental	MQCD1000	5.67	6	5	10	0	26.67	5.33	Bueno
54	Caldera York Shipley	MQCD2000	5.67	6	5	10	0	26.67	5.33	Bueno
55	Compresor Cem	MQCS1000	6.33	6	5	10	0	27.33	5.47	Bueno
56	Compresor siemens	MQCS2000	6.33	6	5	10	0	27.33	5.47	Bueno
57	Compresor Wetzal	MQCS3000	6.33	6	5	10	0	27.33	5.47	Bueno
58	Generador eléctrico	MQGE1000	6.67	6	5	10	0	27.67	5.53	Bueno
59	Mycom	MQMC1000	6.00	6	5	10	0	27.00	5.40	Bueno
60	Unidad Condensante	MQUC1000	6.00	6	5	10	0	27.00	5.40	Bueno
AREA DE TALLER										
61	Amoladora	TLAL1000	7.00	6	5	10	0	28.00	5.60	Bueno
62	Compresor	TLCS4000	6.33	6	5	10	0	27.33	5.47	Bueno
63	Esmeril	TLER1000	7.00	6	5	10	0	28.00	5.60	Bueno
64	Taladro	TLTD1000	7.00	6	5	10	0	28.00	5.60	Bueno

3.3.7 CATEGORIZACIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO

Es importante categorizar la maquinaria y equipo para determinar el tipo de mantenimiento que se debe realizar en los mismos.

La categorización se basa en los siguientes criterios:

Tabla 3.9 Criterios para la categorización de maquinaria y equipos

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	CONCEPTO	CATEGORIAS		
		A	B	C
<i>Intercambiabilidad</i>	Que una máquina pueda ser sustituida por otra	Irreemplazable	Reemplazable por una o dos máquinas	Reemplazable por cualquier máquina
<i>Nivel de utilización</i>	Manera en que la máquina forma parte del proceso productivo	Producción continua	Producción en serie	Producción alterna
<i>Régimen de operación</i>	Tiempo y frecuencia en que las máquinas son utilizadas en la jornada de trabajo.	Utilización 90-100%	Utilización <90%	Poco utilizadas
<i>Parámetros característicos</i>	Garantiza la cantidad y calidad de productos	Mayor valor	Valor medio	Menor valor
<i>Mantenibilidad</i>	Facilidad, rapidez, precisión que una acción de mantenimiento puede ser ejecutada.	Poca	Media	Alta
<i>Conservabilidad</i>	Sensibilidad de la resistencia a las condiciones atmosféricas	Condiciones especiales	Condiciones normales	Condiciones severas
<i>Grado de automatización</i>	Grados de libertad en las que se puede trabajar sin la acción del operador.	Muy automatizado	Automatizado	Manual
<i>Valor residual de la máquina</i>	Valor remanente al momento de evaluar, considera la depreciación	Mayor	Medio	Menor
<i>Facilidad de aprovisionamiento</i>	Garantía de obtener repuestos estándar y suministros	Dificultades serias	Asegurado algunos rubros	Sin dificultades
<i>Seguridad operacional</i>	Riesgo que la máquina puede causar sobre el hombre	Muy peligroso	Medianamente peligroso	Poco peligroso
<i>Condiciones de explotación</i>	Condiciones en que se explota	Condiciones severas	Condiciones normales	Condiciones favorables
<i>Afección del medio ambiente</i>	Daños que pueden causar al medio ambiente la operación sobre posible falla.	Crean afectaciones severas	Afectan de cualquier manera en caso de fallo	No afectan en ningún momento

Tabla 3.10 Categorización de la maquinaria y equipo

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Acidímetro			Balanza Granataria			Bomba transporte leche cruda			Calentador para antibióticos			Centrifugador			Crioscopio		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Intercambiabilidad		x			x			x			x			x			x	
Nivel de utilización		x				x		x				x		x			x	
Régimen de operación			x			x		x				x			x			x
Parámetros característicos		x			x			x			x			x			x	
Mantenibilidad		x			x			x			x			x			x	
Conservabilidad		x			x			x			x			x			x	
Grado de automatización		x			x			x			x			x			x	
Valor residual de la máquina		x			x			x			x			x			x	
Facilidad de aprovisionamiento		x			x				x		x			x			x	
Seguridad operacional			x			x			x			x			x			x
Condiciones de explotación		x			x			x			x			x			x	
Afección del medio ambiente			x			x			x			x			x			x
SUMATORIA	0	9	3	0	8	4	0	9	3	0	8	4	0	9	3	0	9	3
CATEGORÍA	B			B			B			B			B			B		

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Ekomilk			Estufa			Lactómetro			Medidor pH			Nivelador de energía			Refractómetro de mano		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Intercambiabilidad		x			x			x			x			x			x	
Nivel de utilización		x				x		x			x			x			x	
Régimen de operación			x			x			x			x		x				x
Parámetros característicos		x			x			x			x			x			x	
Mantenibilidad		x				x		x			x				x		x	
Conservabilidad		x			x			x			x			x			x	
Grado de automatización		x			x			x			x			x			x	
Valor residual de la máquina		x				x		x			x				x		x	
Facilidad de aprovisionamiento		x			x			x			x				x		x	
Seguridad operacional			x		x				x			x		x				x
Condiciones de explotación		x			x			x			x			x			x	
Afección del medio ambiente			x			x			x			x			x			x
SUMATORIA	0	9	3	0	7	5	0	9	3	0	9	3	0	8	4	0	9	3
CATEGORÍA	B			B			B			B			B			B		

Tabla 3.10 Categorización de la maquinaria y equipo (Continuación)

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Tina de almacenamiento			Bomba para bolos			Tina de cuajado doble fondo 1			Estandarizador			Empacadora Prepac 1			Empacadora Prepac 2		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Intercambiabilidad		x			x			x		x				x			x	
Nivel de utilización		x			x			x			x			x			x	
Régimen de operación		x			x			x			x			x				x
Parámetros característicos		x			x			x			x			x				x
Mantenibilidad			x		x				x		x			x				x
Conservabilidad		x			x			x			x			x				x
Grado de automatización			x		x				x			x	x				x	
Valor residual de la máquina		x			x			x			x			x				x
Facilidad de aprovisionamiento		x				x			x		x			x				x
Seguridad operacional			x			x						x			x			x
Condiciones de explotación		x			x			x			x			x				x
Afección del medio ambiente			x			x			x			x			x			x
SUMATORIA	0	8	4	0	9	3	0	7	5	1	8	3	1	9	2	1	8	3
CATEGORÍA	B			B			B			B			B			B		

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Homogenizador			Marmita 1			Marmita 2			Pasteurizador			Tanques 1 de 10000 ltrs			Tanque 2 de 10000 ltrs		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Intercambiabilidad	x				x			x		x				x			x	
Nivel de utilización		x			x			x			x			x			x	
Régimen de operación		x			x			x			x			x			x	
Parámetros característicos		x		x			x				x			x			x	
Mantenibilidad		x				x			x		x				x			x
Conservabilidad		x			x			x			x			x			x	
Grado de automatización		x			x			x				x			x			x
Valor residual de la máquina		x			x			x			x			x				x
Facilidad de aprovisionamiento		x			x			x			x			x				x
Seguridad operacional			x			x						x			x			x
Condiciones de explotación		x			x			x			x			x				x
Afección del medio ambiente			x			x			x			x			x			x
SUMATORIA	1	9	2	1	8	3	1	8	3	1	8	3	0	8	4	0	8	4
CATEGORÍA	B			B			B			B			B			B		

Tabla 3.10 Categorización de la maquinaria y equipo (Continuación)

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Tanque 2 de 10000 ltrs			Tanque 3 de 8000 ltrs			Agitador			Motor para agitador marmita			Batidora			Taladro		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Intercambiabilidad		x			x			x			x		x				x	
Nivel de utilización		x			x				x		x			x				x
Régimen de operación		x			x			x			x			x				x
Parámetros característicos		x			x			x			x			x				x
Mantenibilidad			x			x			x			x			x			x
Conservabilidad		x			x			x			x			x				x
Grado de automatización			x			x			x			x			x			x
Valor residual de la máquina		x			x				x			x			x			x
Facilidad de aprovisionamiento		x			x				x			x			x			x
Seguridad operacional			x			x			x			x			x			x
Condiciones de explotación		x			x			x			x			x				x
Afección del medio ambiente			x			x			x			x			x			x
SUMATORIA	0	8	4	0	8	4	0	5	7	0	9	3	1	9	2	0	7	5
CATEGORÍA	B			B			C			B			B			B		

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Empacadora automática			Bomba para embasar			Bomba para Thimonnier			Embasadora de Yogurt			Empacadora Thimonnier			Marmita Sattler 1 de 4000 ltrs		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Intercambiabilidad		x			x			x		x			x				x	
Nivel de utilización		x			x			x			x			x				x
Régimen de operación		x			x			x			x			x				x
Parámetros característicos		x			x			x			x			x				x
Mantenibilidad		x			x			x			x			x				x
Conservabilidad		x			x			x			x			x				x
Grado de automatización		x			x			x			x			x				x
Valor residual de la máquina	x				x			x			x			x				x
Facilidad de aprovisionamiento		x				x			x			x			x			x
Seguridad operacional			x			x			x			x			x			x
Condiciones de explotación		x			x			x			x			x				x
Afección del medio ambiente			x			x			x			x			x			x
SUMATORIA	1	9	2	0	9	3	0	9	3	1	9	2	1	9	2	1	8	3
CATEGORÍA	B			B			B			B			B			B		

Tabla 3.10 Categorización de la maquinaria y equipo (Continuación)

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Marmita Sattler 2 de 1850 ltrs			Marmita Sattler 3 de 1000 ltrs			Marmita Sattler 4 de 2000 ltrs			Bomba de suero			Prensa neumática			Prensa normal		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Intercambiabilidad		x			x			x			x			x			x	
Nivel de utilización		x			x			x			x			x			x	
Régimen de operación		x			x			x			x			x			x	
Parámetros característicos		x			x			x			x			x			x	
Mantenibilidad			x			x			x			x			x			x
Conservabilidad		x			x			x			x			x			x	
Grado de automatización		x			x			x			x			x			x	
Valor residual de la máquina	x			x			x				x			x			x	
Facilidad de aprovisionamiento		x			x			x				x			x			x
Seguridad operacional			x			x			x			x			x			x
Condiciones de explotación		x			x			x			x			x			x	
Afección del medio ambiente			x			x			x			x			x			x
SUMATORIA	1	8	3	1	8	3	1	8	3	0	9	3	0	8	4	0	7	5
CATEGORÍA	B			B			B			B			B			B		

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Tinas de cuajado 1			Tinas de cuajado 2			Motor del molino			Tina de cuajado doble fondo 2			Hiladora			Moldeadora		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Intercambiabilidad		x			x			x			x		x			x		
Nivel de utilización		x			x			x			x			x			x	
Régimen de operación		x			x			x			x			x			x	
Parámetros característicos		x			x			x			x			x			x	
Mantenibilidad			x			x			x			x			x			x
Conservabilidad		x			x			x			x			x			x	
Grado de automatización			x			x			x			x			x			x
Valor residual de la máquina		x			x			x			x			x			x	
Facilidad de aprovisionamiento			x			x			x			x			x			x
Seguridad operacional			x			x			x			x			x			x
Condiciones de explotación		x			x			x			x			x			x	
Afección del medio ambiente			x			x			x			x			x			x
SUMATORIA	0	7	5	0	7	5	0	9	3	0	8	4	1	9	2	1	9	2
CATEGORÍA	B			B			B			B			B			B		

Tabla 3.10 Categorización de la maquinaria y equipo (Continuación)

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Tina doble fondo			Empacadora al vacío 1			Empacadora al vacío 2			Banco de hielo			Bomba de Agua 1			Bomba de Agua 2		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Intercambiabilidad		x			x			x		x			x			x		
Nivel de utilización		x			x			x			x			x			x	
Régimen de operación		x			x			x		x				x			x	
Parámetros característicos		x			x			x			x			x			x	
Mantenibilidad			x		x			x			x			x			x	
Conservabilidad		x			x			x			x			x			x	
Grado de automatización			x		x			x				x			x			x
Valor residual de la máquina		x			x			x			x			x			x	
Facilidad de aprovisionamiento		x			x			x			x				x			x
Seguridad operacional			x			x			x			x			x			x
Condiciones de explotación		x			x			x			x			x			x	
Afección del medio ambiente			x			x			x			x			x			x
SUMATORIA	0	8	4	0	10	2	0	10	2	2	7	3	1	8	3	1	8	3
CATEGORÍA	B			B			B			B			B			B		

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Bomba de Agua 3			Bomba de Agua 4			Caldera Continental			Caldera York Shipley			Compresor Cem			Compresor Siemens		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Intercambiabilidad	x				x			x			x			x			x	
Nivel de utilización		x			x			x			x			x			x	
Régimen de operación		x			x			x			x			x			x	
Parámetros característicos		x			x			x			x			x			x	
Mantenibilidad		x			x			x			x			x			x	
Conservabilidad		x			x				x			x			x			x
Grado de automatización		x			x		x			x				x				x
Valor residual de la máquina		x			x		x			x				x				x
Facilidad de aprovisionamiento			x			x			x			x			x			x
Seguridad operacional			x			x			x			x			x			x
Condiciones de explotación		x			x			x			x			x			x	
Afección del medio ambiente			x			x			x			x			x			x
SUMATORIA	1	8	3	0	9	3	2	9	1	2	9	1	0	9	3	0	9	3
CATEGORÍA	B			B			B			B			B			B		

Tabla 3.10 Categorización de la maquinaria y equipo (Continuación)

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Compresor Wetzel			Generador eléctrico			Mycom			Unidad Condensante			Amoladora			Compresor		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Intercambiabilidad		x		x			x			x				x			x	
Nivel de utilización		x				x		x			x				x			x
Régimen de operación			x			x		x		x					x			x
Parámetros característicos			x		x			x			x			x			x	
Mantenibilidad		x			x			x			x			x			x	
Conservabilidad		x			x			x			x			x			x	
Grado de automatización		x			x			x			x			x			x	
Valor residual de la máquina		x			x			x			x				x		x	
Facilidad de aprovisionamiento			x		x			x			x				x		x	
Seguridad operacional			x		x			x				x		x				x
Condiciones de explotación		x			x			x			x			x			x	
Afección del medio ambiente			x		x			x			x				x			x
SUMATORIA	0	7	5	1	9	2	1	11	0	2	9	1	0	7	5	0	8	4
CATEGORÍA	B			B			B			B			B			B		

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Esmeril		
	A	B	C
Intercambiabilidad		x	
Nivel de utilización			x
Régimen de operación			x
Parámetros característicos		x	
Mantenibilidad		x	
Conservabilidad		x	
Grado de automatización		x	
Valor residual de la máquina			x
Facilidad de aprovisionamiento			x
Seguridad operacional		x	
Condiciones de explotación		x	
Afección del medio ambiente			x
SUMATORIA	0	7	5
CATEGORÍA	B		

Para maquinas de **categoria "A"** el objetivo del mantenimiento es lograr la mayor disponibilidad al costo que sea necesario al caso. Debe darse preferencia a la utilización del **mantenimiento predictivo** con todas las técnicas de diagnostico posibles de aplicar racionalmente y profundizar en aquellas de avanzada, tales como análisis de vibraciones, análisis de lubricantes, endoscopia, ferrografía, etc.

Se utiliza todas las operaciones posibles del mantenimiento preventivo, con frecuencias elevadas al accionar.

Con lo anterior, el mantenimiento correctivo debe ser mínimo pero de ocurrir, se le dará la máxima prioridad a su cumplimiento.

Para maquinas de **categoria "B"** la política es diferente y objetivo consiste en lograr reducir los costos de mantenimiento a expensas de una menor disponibilidad que las maquinas "A", con lo cual debe darse preferencia a la utilización del **mantenimiento preventivo**.

El mantenimiento predictivo se descarta, aunque pueden ejecutarse acciones baratas que por experiencia tengan buena efectividad en la detección de averías.

El mantenimiento correctivo existirá y es admitido en mayor medida pero en fallos que quieran correcciones que quepan en la holgura de la maquina (tiempo que no tiene que laborar en la jornada).

Para maquinas de **categoria "C"** el objetivo del mantenimiento es reducir al mínimo sus costos.

No se utiliza el mantenimiento predictivo, excepto algún control visual barato.

El preventivo se limita a actividades de lubricación, bien obligadas por recomendación del fabricante en periodos de garantía o por conocimiento de su imperiosa necesidad.

La actividad del **mantenimiento correctivo** abunda pero hay gran holgura o condiciones para ejecutarla sin afectar la producción.

Tabla 3.11 Resultados de categorización y recomendaciones

MAQUINARIA Y EQUIPO	CATEGORÍAS			RECOMENDACIONES
	A	B	C	
Acidímetro	0	9	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Balanza Granataria	0	8	4	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Bomba transporte leche cruda	0	9	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – El mantenimiento correctivo es mínimo y el predictivo es nulo.
Calentador para antibióticos	0	8	4	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento predictivo es nulo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará.
Centrifugador	0	9	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – En esta categoría el mantenimiento predictivo es nulo.
Crioscopio	0	9	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.

Tabla 3.11 Resultados de categorización y recomendaciones (Continuación)

MAQUINARIA Y EQUIPO	CATEGORÍAS			RECOMENDACIONES
	A	B	C	
Ekomilk	0	9	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Estufa	0	7	5	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Lactómetro	0	9	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará, y el mantenimiento predictivo es nulo.
Medidor pH	0	9	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Nivelador de energía	0	8	4	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará, y el mantenimiento predictivo es nulo.
Refractómetro de mano	0	9	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.

Tabla 3.11 Resultados de categorización y recomendaciones (Continuación)

MAQUINARIA Y EQUIPO	CATEGORÍAS			RECOMENDACIONES
	A	B	C	
Tina de almacenamiento	0	8	4	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – El mantenimiento correctivo es importante. – El mantenimiento predictivo es mínimo.
Agitador	0	5	7	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento correctivo que está dentro de la categoría C. – El mantenimiento predictivo es nulo. – El mantenimiento preventivo es importante.
Batidora	1	9	2	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento predictivo es mínimo. – El mantenimiento correctivo se incrementa.
Empacadora Prepac 1	1	9	2	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento preventivo es mínimo.
Empacadora Prepac 2	1	8	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento preventivo es mínimo.
Estandarizador	1	8	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – El mantenimiento preventivo es importante puesto que se trata de maquinaria que no se puede parar. – El mantenimiento correctivo es mínimo.

Tabla 3.11 Resultados de categorización y recomendaciones (Continuación)

MAQUINARIA Y EQUIPO	CATEGORÍAS			RECOMENDACIONES
	A	B	C	
Homogenizador	1	9	2	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo es mínimo. – El mantenimiento preventivo es importante puesto que se trata de maquinaria que no se puede parar, disponibilidad debe ser importante para esta maquinaria.
Marmita 1	1	8	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará – El mantenimiento predictivo es mínimo.
Marmita 2	1	8	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará – El mantenimiento predictivo es mínimo.
Motor para agitador marmita	0	9	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Pasteurizador	1	8	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementa. – El mantenimiento preventivo es importante puesto que se trata de maquinaria que no se puede parar, disponibilidad debe ser importante para esta maquinaria.

Tabla 3.11 Resultados de categorización y recomendaciones (Continuación)

MAQUINARIA Y EQUIPO	CATEGORÍAS			RECOMENDACIONES
	A	B	C	
Tanque 1 de 10000 ltrs	0	8	4	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Tanque 2 de 10000 ltrs	0	8	4	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Tanque 3 de 8000 ltrs	0	8	4	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Tina doble fondo	0	7	5	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – El mantenimiento correctivo es importante. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Marmita Sattler 1 de 4000 ltrs	1	8	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – El mantenimiento correctivo es mínimo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es mínimo.

Tabla 3.11 Resultados de categorización y recomendaciones (Continuación)

MAQUINARIA Y EQUIPO	CATEGORÍAS			RECOMENDACIONES
	A	B	C	
Marmita Sattler 2 de 1850 ltrs	1	8	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es mínimo.
Marmita Sattler 3 de 1000 ltrs	1	8	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es mínimo.
Marmita Sattler 4 de 2000 ltrs	1	8	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará – El mantenimiento predictivo es mínimo
Embassadora de Yogurt	1	9	2	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es mínimo.
Empacadora Thimonnier	1	9	2	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo es mínimo. – El mantenimiento preventivo es importante puesto que se trata de maquinaria que no se puede parar, disponibilidad debe ser importante para esta maquinaria.

Tabla 3.11 Resultados de categorización y recomendaciones (Continuación)

MAQUINARIA Y EQUIPO	CATEGORÍAS			RECOMENDACIONES
	A	B	C	
Bomba para embasar	0	9	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento predictivo se incrementará – El mantenimiento correctivo es mínimo
Bomba para Thimonnier	0	9	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará – El mantenimiento preventivo es nulo
Bomba de suero	0	9	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Empacadora al vacío 1	0	10	2	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – El mantenimiento predictivo es nulo y el correctivo es mínimo.
Empacadora al vacío 2	0	10	2	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – El mantenimiento predictivo es nulo y el correctivo es mínimo.
Hiladora	1	9	2	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – En esta categoría el mantenimiento correctivo es mínimo. – El mantenimiento preventivo es importante puesto que se trata de maquinaria que no se puede parar.

Tabla 3.11 Resultados de categorización y recomendaciones (Continuación)

MAQUINARIA Y EQUIPO	CATEGORÍAS			RECOMENDACIONES
	A	B	C	
Moldeadora	1	9	2	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo es mínimo. – El mantenimiento preventivo es importante puesto que se trata de maquinaria que no se puede parar.
Motor del molino	0	9	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Prensa neumática	0	8	4	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Prensa normal	0	7	5	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Tina de cuajado doble fondo 1	0	8	4	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.

Tabla 3.11 Resultados de categorización y recomendaciones (Continuación)

MAQUINARIA Y EQUIPO	CATEGORÍAS			RECOMENDACIONES
	A	B	C	
Tina de cuajado doble fondo 2	0	8	4	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará – El mantenimiento predictivo es nulo
Tina de cuajado 1	0	7	5	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Tinas de cuajado 2	0	7	5	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Banco de hielo	2	7	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementa. – El mantenimiento preventivo es importante puesto que se trata de maquinaria que no se puede parar, disponibilidad debe ser importante para esta maquinaria.
Bomba de agua 1	1	8	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – El mantenimiento predictivo es mínimo y correctivo se incrementa.

Tabla 3.11 Resultados de categorización y recomendaciones (Continuación)

MAQUINARIA Y EQUIPO	CATEGORÍAS			RECOMENDACIONES
	A	B	C	
Bomba de agua 2	1	8	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – El mantenimiento predictivo es mínimo y correctivo se incrementa.
Bomba de agua 3	1	8	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – El mantenimiento predictivo es mínimo. – El mantenimiento correctivo se incrementara.
Bomba de agua 4	0	9	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – El mantenimiento predictivo es nulo. – El mantenimiento correctivo se incrementara.
Caldera Continental	2	9	1	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo es mínimo. – El mantenimiento preventivo es importante puesto que se trata de maquinaria que no se puede parar, disponibilidad debe ser importante para esta maquinaria.
Caldera York Shipley	2	9	1	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo es mínimo. – El mantenimiento preventivo es importante puesto que se trata de maquinaria que no se puede parar, disponibilidad debe ser importante para esta maquinaria.

Tabla 3.11 Resultados de categorización y recomendaciones (Continuación)

MAQUINARIA Y EQUIPO	CATEGORÍAS			RECOMENDACIONES
	A	B	C	
Compresor Cem	0	9	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – El mantenimiento predictivo es mínimo. – El mantenimiento correctivo se incrementara.
Compresor siemens	0	9	3	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – El mantenimiento predictivo es mínimo y correctivo se incrementa.
Compresor Wetzel	0	7	5	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará – El mantenimiento predictivo es nulo.
Generador eléctrico	1	9	2	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo es mínimo. – El mantenimiento preventivo es importante puesto que se trata de maquinaria que no se puede parar, disponibilidad debe ser importante para esta maquinaria.
Mycom	1	9	2	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo es mínimo. – El mantenimiento predictivo es importante puesto que se trata de maquinaria que no se puede parar, disponibilidad debe ser importante para esta maquinaria.

Tabla 3.11 Resultados de categorización y recomendaciones (Continuación)

MAQUINARIA Y EQUIPO	CATEGORÍAS			RECOMENDACIONES
	A	B	C	
Unidad Condensante	2	9	1	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo es mínimo. – El mantenimiento preventivo es importante puesto que se trata de maquinaria que no se puede parar, disponibilidad debe ser importante para esta maquinaria.
Amoladora	0	7	5	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Compresor	0	8	4	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Esmeril	0	7	5	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.
Taladro	0	7	5	<ul style="list-style-type: none"> – Por los valores obtenidos se destaca el mantenimiento preventivo que está dentro de la categoría B. – De preferencia se debe realizar un mantenimiento preventivo. – En esta categoría el mantenimiento correctivo se incrementará. – El mantenimiento predictivo es nulo.

CAPÍTULO 4

PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO

4.1 ACTIVIDADES DE PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

El propósito de la planificación es asegurar la mejor utilización de todos los recursos como la cantidad y calidad de la mano de obra, los materiales y repuestos que se deberán emplear, así como el equipo y el tiempo probable en el trabajo de mantenimiento, con lo cual se va a poder dar un mejor direccionamiento a la industria. La planificación permite incorporar las acciones de mantenimiento y el personal adecuado en el momento oportuno.

La programación del mantenimiento deberá ser llevada a cabo con el esfuerzo de todos. La planificación realizada por mantenimiento debe ser apoyada por otros departamentos para la programación respectiva. El programa de mantenimiento constituye una sistematización de todas las actividades y estrategias destinadas a prevenir los daños. Su objetivo básico es garantizar la disponibilidad de las máquinas, equipos e instalaciones.

Muchos son los beneficios alcanzados al llevar un programa establecido de mantenimiento, cito algunos a continuación:

- Menor consumo de horas hombre, reduciendo los tiempos improductivos.
- Optimización del contenido básico de trabajo.
- Disminución de inventarios.
- Menor tiempo de parada de equipos, garantizando una vida útil más larga y un funcionamiento continuo.
- Mejora el clima laboral en el personal de mantenimiento.
- Mejora la productividad, mediante el perfeccionamiento de métodos indicases de trabajo.
- Ahorro en costos, como resultado de la optimización de los *input* y mejorando los *output* de las acciones de mantenimiento.

La programación del mantenimiento está dada según el equipo y la inspección que se realicen en la industria, esta programación es diaria, semanal, quincenal, mensual, etc.

Es una programación específica de las actividades de mantenimiento en el tiempo. La asignación de los trabajos de mantenimiento preventivo se los realizara el primer día laborable de la semana. La identificación de la semana que transcurre se lo hará colocando una hoja impresa en la cartelera del taller de mantenimiento en la que se indica el número de la semana y la acción a realizar.

Los formularios de las distintas "Acciones programadas", son entregados por el Supervisor de Mantenimiento o el Delegado a cada una de las personas asignadas.

Los trabajos serán ejecutados por el personal de Mantenimiento, bajo supervisión del Supervisor de Mantenimiento y registrados en los formularios de "Acciones programadas"; en los que se especifica si el trabajo fue realizado o no, día de la semana, la descripción del trabajo, el tiempo en horas, el número y posición de ordenes internas solicitadas a bodega de materiales en el formulario "Orden interna de entrega de materiales".

Las inspecciones rutinarias de las máquinas y equipos, se la realizara mediante la actividad visual o física para comprobar su normal funcionamiento. Las inspecciones se registran diariamente en los formularios de inspección; estos son revisados por el Supervisor de Mantenimiento, quien indica verbalmente al personal de mantenimiento si es necesario una intervención preventiva o correctiva.

Los reportes generados en los Formularios de inspección son archivados en orden cronológico en los registros de calidad que se encuentran en la oficina del Supervisor de Mantenimiento. El control, seguimiento e ingreso de datos del mantenimiento preventivo lo realiza el Supervisor de Mantenimiento o un delegado.

El personal de Mantenimiento dispondrá de listados con sus respectivos códigos de: máquinas y equipos; se procederá a ubicar un casillero individual, el cual va estar ubicado en la oficina de mantenimiento, con su identificación personal, en los cuales se guardaran sus reportes. Estos son revisados por el Supervisor de Mantenimiento o un delegado para verificar el cumplimiento de los trabajos asignados.

La contratación de servicios para Mantenimiento, lo realiza el Supervisor de Mantenimiento o el delegado con la autorización del Gerente de Planta; la emisión de las solicitudes de trabajos externos se generara, utilizando la "Solicitud de trabajo externo".

4.1.1 PRINCIPIOS

La planificación del mantenimiento esta centrada en la producción, el trabajo es evitar, reducir y corregir fallas. Cualquier sistema de mantenimiento debe seguir un proceso preestablecido y planificado.

El mejoramiento continuo, la planificación ayuda a tomar datos, evaluar y mejorar la ejecución del mantenimiento y la producción en la industria.

Qué es planear.- Planear es trazar un proyecto que contengan los siguientes puntos:

El **Que:** Alcance del trabajo o proyecto. En este punto se plantea el listado de acciones de mantenimiento a efectuarse.

El **Como:** Procedimientos, normas, procesos. Forma a efectuar el trabajo, incluye documentación técnica, procedimientos y maniobras.

Los **Recursos:** Humanos [horas-hombre] necesarias según especialidades, equipos, herramientas, materiales etc.

La **Duración**: Tiempo del trabajo.

Todo tipo de trabajo de mantenimiento debe ser evaluado y documentado llevando una descripción de los procesos que sigue el equipo.

Este procedimiento establece las condiciones específicas para la planificación, registro, supervisión y ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo, este procedimiento se aplica a las máquinas y equipos de producción, medición y servicios del procesamiento de lácteos en la Industria lechera Carchi S.A.

Ver anexo C “Procedimiento de mantenimiento de máquinas y equipos”

4.2 PROCEDIMIENTO PARA LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO

Preparar en mantenimiento es asegurar la calidad de trabajo en el área que se aplica el mantenimiento y por ende incide en la confiabilidad de la industria.

La preparación del mantenimiento es un plan en donde se detalla el trabajo a desarrollarse, se verifica órdenes de trabajo, herramientas, búsqueda de información y preparación del recurso humano que intervendrá en el mantenimiento.

El supervisor de mantenimiento juega un papel importante ya que él verificara con anticipación todos los recursos para el desempeño efectivo de la aplicación del mantenimiento; él mismo buscará al personal idóneo y calificado para el mantenimiento e incluirá en la preparación.

En la figura 4.1 se muestra el procedimiento para las acciones de mantenimiento.

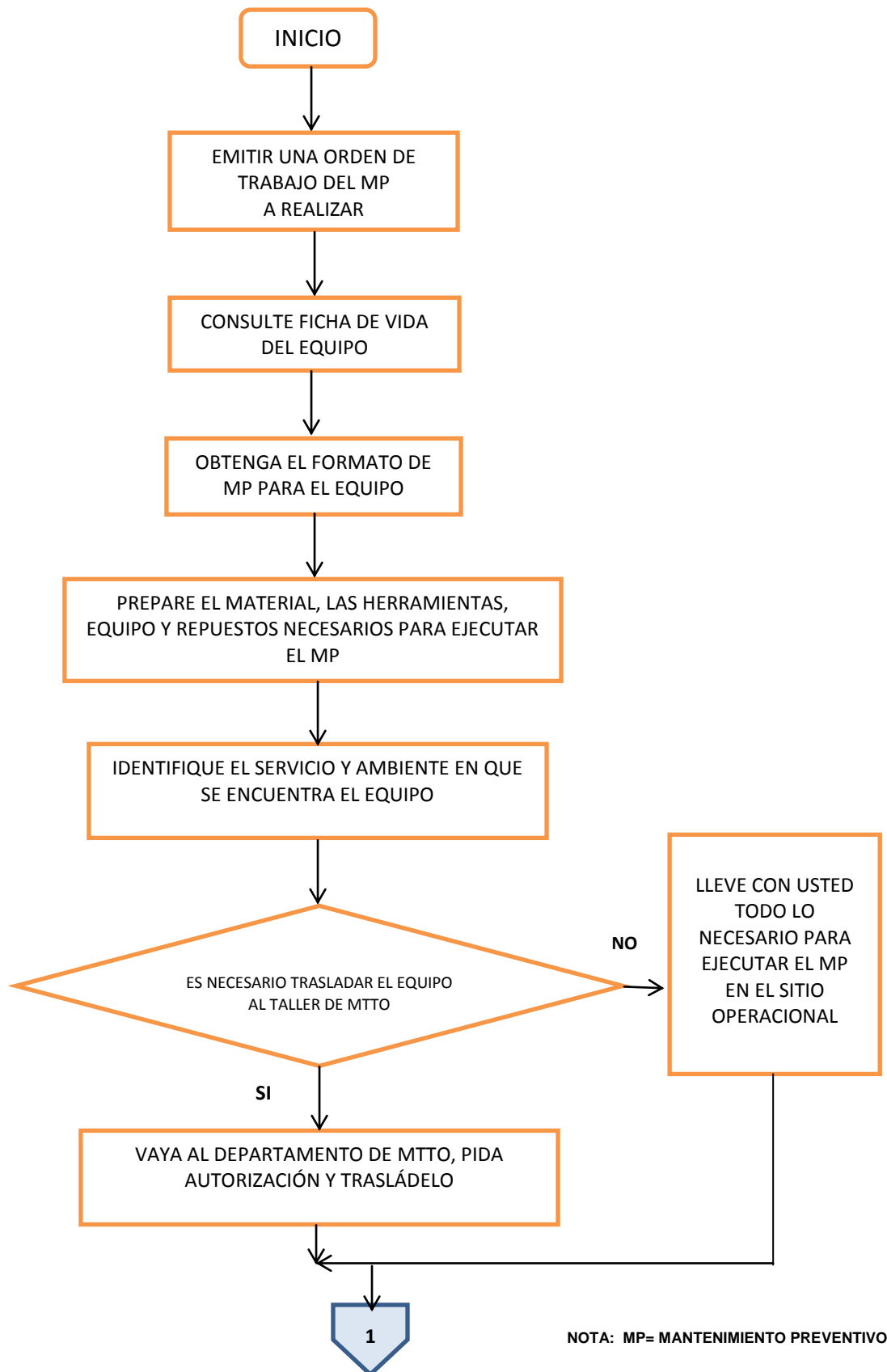


Figura 4.1 Procedimiento para realizar las acciones de mantenimiento

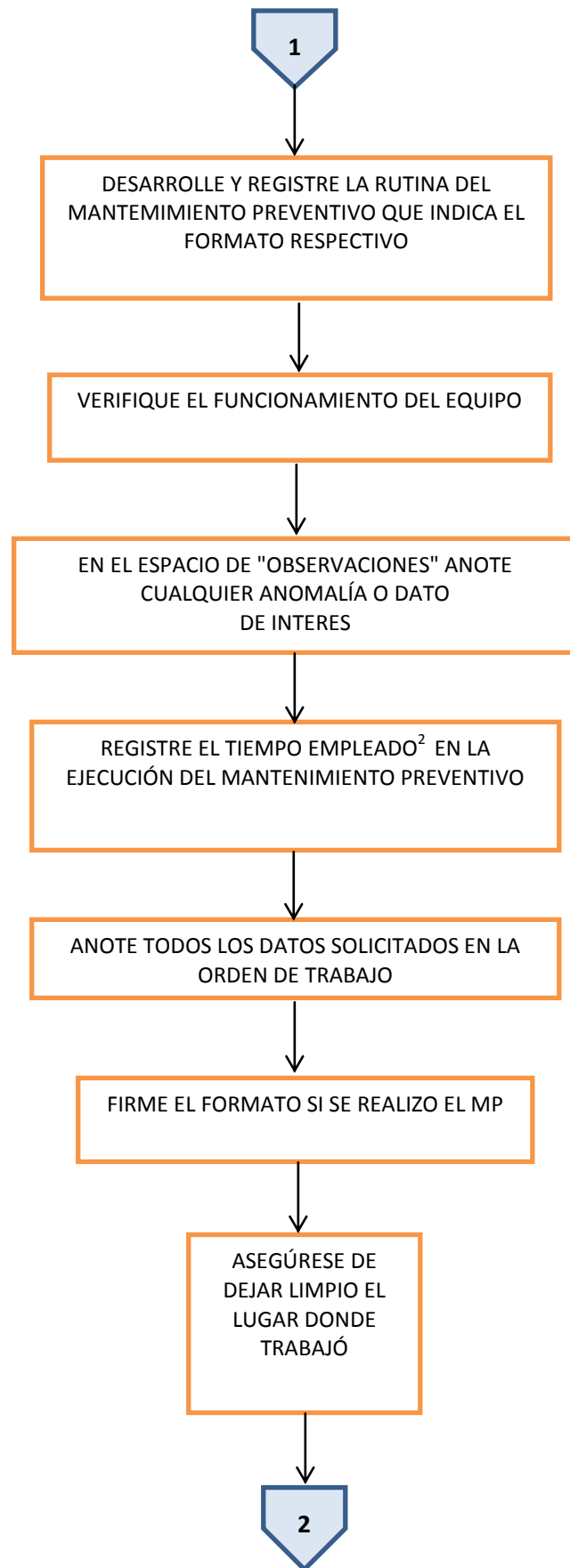


Figura 4.1 Procedimiento para realizar las acciones de mantenimiento (Continuación)

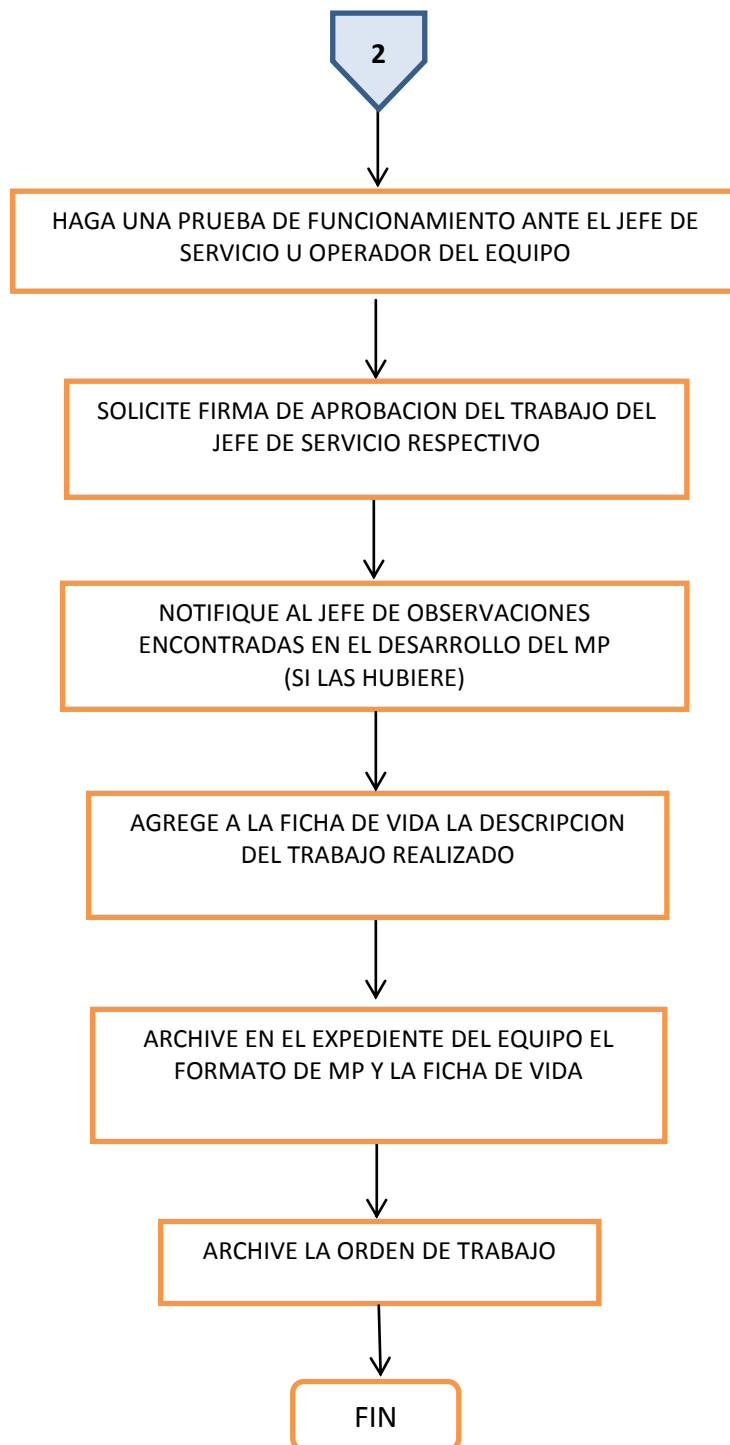


Figura 4.1 Procedimiento para realizar las acciones de mantenimiento (Continuación)

4.3 ADMINISTRACIÓN DE REPUESTOS, MATERIALES MAQUINARIA Y EQUIPOS

4.3.1 ADMINISTRACIÓN DE REPUESTOS Y MATERIALES

Se debe tomar en cuenta varios aspectos para una administración efectiva de repuestos y materiales:

Repuestos.- En los repuestos a ser almacenados hay que considerar el alto costo de mantener el inventario.

Materiales. - Se considera consumibles y partes de uso general.

Stock.- Se define como stock aquella cantidad de materia prima, materiales y repuestos en general que se almacenan, para su posterior empleo.

Es importante tener un registro de control de materiales y repuestos para conocer lo siguiente:

- Qué se debe tener en *stock*.
- Cuándo hacer un pedido de repuestos.
- Cómo codificarlos para uso.
- Precio de compra del artículo.
- Costo de almacenamiento.
- Cantidad que se mantiene en stock.

Para una gestión efectiva se considera una buena codificación y un buen control de inventarios. El almacenamiento de los repuestos y materiales debe ser en un lugar de fácil acceso, con una buena distribución y centralizado con el fin de movilizar en el menor tiempo posible en caso de mantenimientos emergentes; conviene tener en cuenta el beneficio y el valor potencial del repuesto para no asumir riesgos ni un inútil almacenamiento.

Para ello se debe elaborar formatos que sirven para tener un registro de artículos que se encuentran en almacén.

4.3.1.4 Solicitud de repuestos y materiales.- Es un formato que sirve para proveer de materiales y repuestos al personal de mantenimiento, donde se solicita a almacén estos insumos. Este formato servirá para llevar un control adecuado de repuestos y materiales.



SOLICITUD DE REPUESTOS Y MATERIALES

"I.L.C.S.A"

MATERIAL A UTILIZAR EN:						
FECHA:				SOLICITANTE:		
CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD SOLICITADA	DESTINO	CANTIDAD EN BODEGA	RESPONS.DE BODEGA
ORDEN DE SALIDA #						



.....
FIRMA DEL SOLICITANTE

.....
APROBADO POR

Figura 4.5 Formato de solicitud de repuestos y materiales

4.3.2 ADMINISTRACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

Para ejecutar el programa de mantenimiento se requiere elaborar unos formatos que servirán para controlar, solicitar, reportar, etcétera, las actividades de mantenimiento que se van a ejecutar.

A continuación se presentan una serie de formatos que pueden servir de base para informatizar las tareas de Mantenimiento

4.3.2.3 Programa y reporte diario de mantenimiento.- El programa y reporte diario, después de la “orden de trabajo” constituye el principal documento para recopilar información útil para la administración del mantenimiento.

 "I.L.C.S.A"		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO						PROGRAMA N°		
		PROGRAMA Y REPORTE DIARIO DE MANTENIMIENTO						APROBADO		
N° Ord.Trab	PROGRAMADO	EMERGENCIA	CÓDIGO	TRABAJO REALIZADO	NOMBRE	NORMAL		EXTRA		NOVEDADES DEL DIA
						INIC.	TER.	INIC.	TER.	
										PERSONAL DE TURNO
										NOMBRE NORMAL EXTRA
ÁREA: FECHA:										

Figura 4.8 Formato del reporte diario de mantenimiento

4.3.2.4 Programa semanal de mantenimiento.- Tiene por objeto informar al personal involucrado tanto en mantenimiento como en el de operación, a través de un resumen, sobre todas las acciones a realizarse durante la semana.


 "I.L.C.S.A"		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO						PROGRAMA II *					
		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO SEMANAL						FECHA: DE: A:					
DIA							N° Ord.Trabajo	CÓDIGO MAQ	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	H.H Planeadas	Ord.Trabajo	
L	M	M	J	V	S	D						PEND.	EJEC.
NOTAS:										TOTAL:			

Figura 4.9 Formato del programa semanal de mantenimiento

4.4 FICHAS TÉCNICAS DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

Ver anexo D “Fichas técnicas de máquinas y equipos”

4.5 CRITICIDAD DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS

Son diferentes las causas dentro de una industria para que se produzca una falla, estas están vinculadas con el desempeño del las máquinas y equipos.

En general las fallas es el resultado de defectos, daños y otras condiciones adversas que provocan que:

- El equipo o máquina tenga que ser parado para poder prevenir un daño.
- El equipo o máquina no puede arrancar debido a un defecto.
- El equipo o máquina no puede desempeñar su función.

Los efectos de una falla sobre los resultados de una empresa son típicos:

- Pérdida de producción.
- Variación en la calidad del producto.
- Gastos adicionales en la producción.

Las fallas se pueden corregir pero no todas, dependerán del uso y de las inspecciones básicas que se les realice, el operador debe estar atento al desempeño del equipo.

En el análisis de fallas esta ligado íntimamente con la criticidad en donde se debe codificar el equipo para priorizar las actividades de mantenimiento preventivo. En la industria se debe implementar un plan de contingencia de fallas que contenga partes, piezas, repuestos, material de los equipos de alta criticidad.

Las fallas normalmente se clasifican de acuerdo a las causas, para el caso de la mecánica tenemos los siguientes:

- Errores en el diseño.
- Defectos en el material.
- Defectos de fabricación.
- Tratamiento térmico incorrecto.
- Fallas de ensamblaje o montaje.
- Condiciones de sobre carga.
- Corrosión.
- Mantenimiento incorrecto.

4.5.1 CRITICIDAD

Es la herramienta de orientación efectiva para la toma de decisiones a que máquina, equipo o parte de la industria priorizo actividad de mantenimiento.

La criticidad consiste en determinar o clasificar los equipos existentes según la importancia que tienen para cumplir los objetivos de la industria.

Las máquinas o equipos críticos, son aquellos que al fallar pueden afectar la seguridad del personal, el entorno ambiental, provocar un paro de la producción o incrementar el costo de mantenimiento.

El objetivo es priorizar el esfuerzo de mantenimiento, enfocado a la satisfacción del cliente, favoreciendo y promoviendo el aprovechamiento de los recursos del área en las actividades de mayor valor.

4.5.1.1 Los criterios para analizar la criticidad pueden ser los siguientes:

- Seguridad y Salud.
- Medio ambiente.
- Calidad y Productividad.
- Producción.
- Tiempos de operación.
- Tiempos y costos de reparación.

Tabla 4.1 Criterios para determinar la criticidad de máquinas y equipos

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	CATEGORIAS		
	A	B	C
Seguridad y salud	Alto riesgo de vida del personal. Daños graves en la salud del personal. Pérdida de material.	Riesgo de vida significativo del personal. Daños menores en la salud del personal.	No existe riesgo ni de salud y daños al personal.
Medio Ambiente	Derrames y fugas: Alto excedente de límites permitidos.	Derrames y fugas: Repetitivas y excedentes a los límites permitidos.	Emisiones normales de la planta dentro de los límites permitidos.
Calidad y Productividad	Defectos de producción. Reducción de velocidad. Reducción de producción.	Variaciones en las especificaciones de calidad y producción.	Sin efectos.
Producción	Parada de todo el proceso.	Parada de una parte del proceso.	Sin efectos.
Tiempos de operación	24 horas diarias.	2 turnos u horas normales de trabajo.	Ocasionalmente, o no es un equipo de producción.
Tiempos y costos de reparación	Tiempos o costos de reparación altos.	Tiempos o costos de reparación razonables.	Tiempos o costos de reparación irrelevantes.

Tabla 4.2 Criticidad de máquinas y equipos

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Acidímetro			Balanza Granataria			Bomba transporte leche cruda			Calentador para antibióticos			Centrifugador			Crioscopio		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Seguridad y salud			x			x			x			x			x			x
Medio Ambiente			x			x			x			x			x			x
Calidad y Productividad		x				x	x				x			x			x	
Producción			x			x		x				x			x			x
Tiempos de operación			x			x		x				x			x			x
Tiempos y costos de reparación			x		x			x				x			x			x
SUMATORIA	0	1	5	0	1	5	1	3	2	0	1	5	0	1	5	0	1	5
RIESGO	C			C			B			C			C			C		

Tabla 4.2 Criticidad de máquinas y equipos (Continuación)

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Ekomilk			Estufa			Lactómetro			Medidor pH			Nivelador de energía			Refractómetro de mano		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Seguridad y salud			x		x				x			x		x				x
Medio Ambiente			x			x			x			x			x			x
Calidad y Productividad		x				x		x			x				x		x	
Producción			x			x			x			x		x				x
Tiempos de operación			x			x			x			x			x			x
Tiempos y costos de reparación			x			x			x			x			x			x
SUMATORIA	0	1	5	0	1	5	0	1	5	0	1	5	0	2	4	0	1	5
RIESGO	C			C			C			C			C			C		

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Tanque de almacenamiento			Bomba para bolos			Tina de cuajado doble fondo 1			Estandarizador			Empacadora Prepac 1			Empacadora Prepac 2		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Seguridad y salud			x			x			x			x		x			x	
Medio Ambiente			x			x			x			x			x			x
Calidad y Productividad			x		x			x	x			x			x			x
Producción		x			x			x	x			x		x			x	
Tiempos de operación			x		x			x		x				x			x	
Tiempos y costos de reparación		x			x			x	x			x			x			x
SUMATORIA	0	2	4	0	4	2	0	2	4	3	1	2	2	3	1	2	3	1
RIESGO	C			B			C			A			B			B		

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Homogenizador			Marmita 1			Marmita 2			Pasteurizador			Tanques 1 de 10000 ltrs			Tanque 2 de 10000 ltrs		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Seguridad y salud			x		x			x			x			x				x
Medio Ambiente			x			x			x			x			x			x
Calidad y Productividad	x			x			x			x				x				x
Producción	x				x			x		x				x			x	
Tiempos de operación		x			x			x			x		x			x		
Tiempos y costos de reparación	x				x			x		x				x			x	
SUMATORIA	3	1	2	1	4	1	1	4	1	3	1	2	1	2	3	1	2	3
RIESGO	A			B			B			A			C			C		

Tabla 4.2 Criticidad de máquinas y equipos (Continuación)

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Tanque 3 de 8000 ltrs			Agitador			Motor para agitador marmita			Batidora			Empacadora automática			Bomba para embasar		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Seguridad y salud			x			x			x			x			x			x
Medio Ambiente			x			x			x			x			x			x
Calidad y Productividad			x			x		x			x			x			x	
Producción		x				x		x		x			x				x	
Tiempos de operación	x				x			x			x			x			x	
Tiempos y costos de reparación		x			x			x			x			x			x	
SUMATORIA	1	2	3	0	2	4	0	4	2	1	3	2	1	3	2	0	4	2
RIESGO	C			C			B			B			B			B		

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Bomba para Thimonnier			Embasadora de Yogurt			Empacadora Thimonnier			Marmita Sattler 1 de 4000 ltrs			Marmita Sattler 2 de 1850 ltrs			Marmita Sattler 3 de 1000 ltrs		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Seguridad y salud			x			x			x		x			x			x	
Medio Ambiente			x			x			x			x			x			x
Calidad y Productividad		x		x			x			x			x			x		
Producción		x			x			x			x			x			x	
Tiempos de operación		x			x			x			x			x			x	
Tiempos y costos de reparación		x			x			x			x			x			x	
SUMATORIA	0	4	2	1	3	2	1	3	2	1	4	1	1	4	1	1	4	1
RIESGO	B			B			B			B			B			B		

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Marmita Sattler 4 de 2000 ltrs			Bomba de suero			Prensa neumática			Prensa normal			Tinas de cuajado 1			Tinas de cuajado 2		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Seguridad y salud		x				x			x			x			x			x
Medio Ambiente			x			x			x			x			x			x
Calidad y Productividad	x					x	x			x					x			x
Producción		x				x		x			x			x			x	
Tiempos de operación		x			x			x			x			x			x	
Tiempos y costos de reparación		x			x				x			x			x			x
SUMATORIA	1	4	1	0	2	4	1	2	3	1	2	3	0	2	4	0	2	4
RIESGO	B			C			C			C			C			C		

Tabla 4.2 Criticidad de máquinas y equipos (Continuación)

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Motor del molino			Tina de cuajado doble fondo 2			Hiladora			Moldeadora			Tina doble fondo			Empacadora al vacío 1		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Seguridad y salud			x			x	x				x				x			x
Medio Ambiente			x			x			x			x			x			x
Calidad y Productividad			x			x	x			x					x	x		
Producción			x		x			x			x				x		x	
Tiempos de operación		x			x			x			x			x			x	
Tiempos y costos de reparación		x				x	x			x				x			x	
SUMATORIA	0	2	4	0	2	4	3	2	1	2	3	1	0	2	4	1	3	2
RIESGO	C			C			A			B			C			B		

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Empacadora al vacío 2			Banco de hielo			Bomba de Agua 1			Bomba de Agua 2			Bomba de Agua 3			Bomba de Agua 4		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Seguridad y salud			x			x			x			x			x			x
Medio Ambiente			x			x			x			x			x			x
Calidad y Productividad	x			x				x			x				x			x
Producción		x			x			x			x			x			x	
Tiempos de operación		x			x			x			x				x			x
Tiempos y costos de reparación		x			x			x			x			x			x	
SUMATORIA	1	3	2	3	1	2	0	4	2	0	4	2	0	2	4	0	2	4
RIESGO	B			A			B			B			C			C		

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Caldera Continental			Caldera York Shipley			Compresor Cem			Compresor siemens			Compresor Wetzel			Generador eléctrico		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Seguridad y salud		x		x					x			x			x			x
Medio Ambiente		x			x				x			x			x			x
Calidad y Productividad	x			x			x			x			x					x
Producción	x			x				x			x			x			x	
Tiempos de operación			x		x			x			x			x				x
Tiempos y costos de reparación	x			x				x			x			x			x	
SUMATORIA	3	2	1	4	2	0	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2
RIESGO	A			A			B			B			B			B		

Tabla 4.2 Criticidad de máquinas y equipos (Continuación)

PARÁMETROS DE VALORACIÓN	Mycom			Unidad Condensante			Amoladora			Compresor			Esmeril			Taladro		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Seguridad y salud			x			x		x				x		x			x	
Medio Ambiente		x				x			x			x			x			x
Calidad y Productividad		x							x			x			x			x
Producción	x			x					x			x			x			x
Tiempos de operación	x			x					x			x			x			x
Tiempos y costos de reparación	x			x					x			x			x			x
SUMATORIA	3	2	1	3	1	2	0	1	5	0	0	6	0	1	5	0	1	5
RIESGO	A			A			C			C			C			C		

4.6 MANUAL DE BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA EN LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO PARA “I.L.C.S.A”

Ver anexo E “Manual de Buenas Prácticas de Manufactura”

CAPÍTULO 5

IMPLEMENTACIÓN DE LAS BPM EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA Y EQUIPO

5.1 FASE DE PREPARACIÓN

5.1.1 RECURSOS

Los recursos a implementar son la mano de obra calificada de un supervisor de mantenimiento, un técnico electromecánico, un maestro mecánico y un ayudante, con lo cual se podrá estructurar un departamento de mantenimiento, mediante este departamento se podrá direccionar las distintas responsabilidades y acciones que deban ser realizadas por el personal de mantenimiento. El organigrama del departamento de mantenimiento propuesto se puede observar en la figura 5.1.

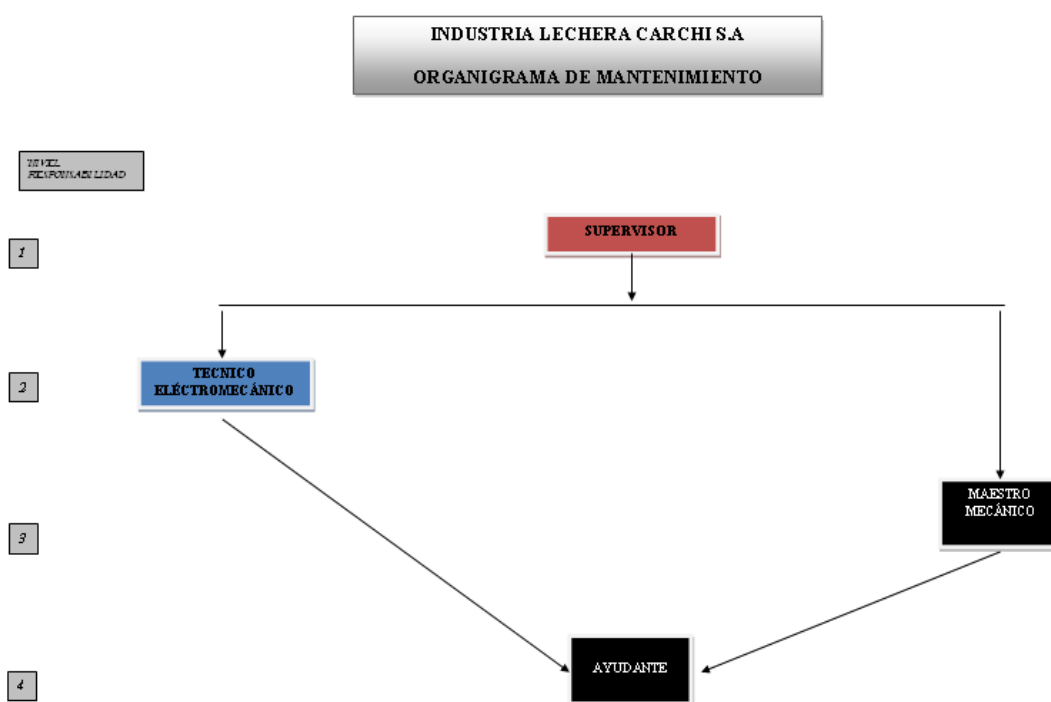


Figura 5.1 Organigrama del departamento de mantenimiento

5.1.2 CAPACITACIÓN

El personal de la Planta se mantendrá en constante capacitación, con el fin de garantizar la disponibilidad de los equipos y con esto se evitara paros de producción.

La capacitación del personal dentro de la empresa, se lo realizara a través de:

- Videos.
- Documentales.
- Cursos interactivos.
- A través de conferencias, charlas ofrecidas por empleados de la misma empresa que han sido anteriormente capacitados.
- Los gerentes, directivos, jefes de departamentos pueden ser capacitados para que después estos transmitan lo aprendido al resto del personal de planta.

En la figura 5.2 se puede observar el plan de capacitación del personal de mantenimiento.

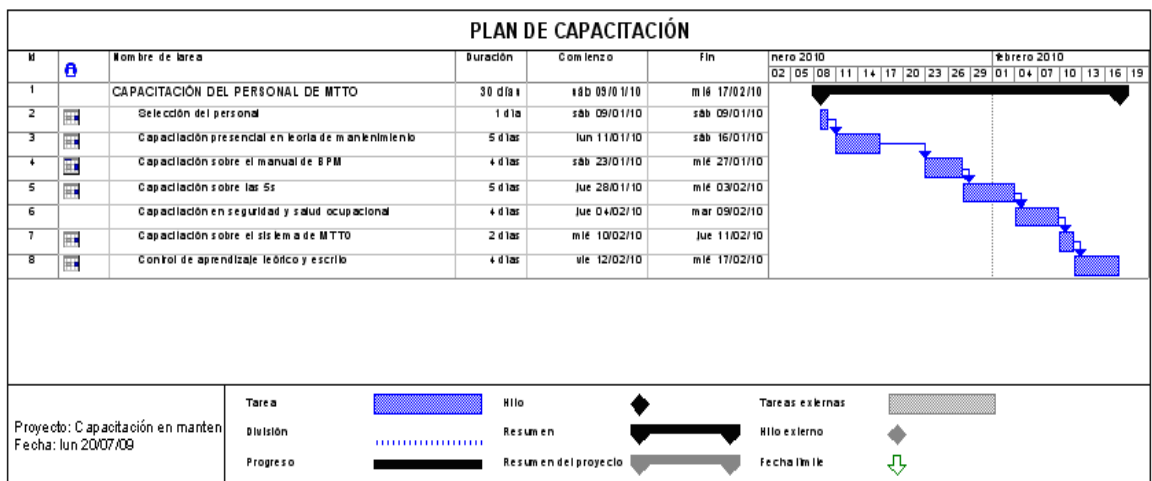


Figura 5.2 Plan de capacitación.

El siguiente anexo es un modelo tentativo del proceso para el diagnóstico de necesidades de Capacitación.

Ver anexo F “Procedimiento para el diagnóstico de necesidades de capacitación”

5.1.3. MATERIAL DE APOYO

Se procederá a establecer el sistema de mantenimiento y los medios para llevar a efecto la implementación, apoyado en el programa Excel, el cual va a ser instalado en la computadora del jefe de mantenimiento, el cual va a constar de los siguientes documentos:

- Manual de Buenas Prácticas de Manufactura.
- Procedimiento: Identificación y codificación de máquinas y equipos de producción, medición y servicios.
- Procedimiento: Diagnóstico de necesidad de capacitación.
- Formulario 01: Solicitud de mantenimiento.
- Formulario 02: Orden de trabajo.
- Formulario 03: Ficha técnica máquina/equipo (Datos generales).
- Formulario 04: Ficha técnica máquina/equipo (Elementos principales).
- Formulario 05: Formato de mantenimiento preventivo.
- Formulario 06: Reporte de mantenimiento preventivo.
- Formulario 07: Historial de servicio de máquinas/equipos.
- Formulario 08: Reporte de fallas de máquinas/equipos.
- Formulario 09: Control de contenedores.
- Formulario 10: Programación de lubricación
- Formulario 11: Solicitud de trabajo externo.
- Formulario 12: Plan maestro de actividades.
- Formulario 13: Mantenimiento diario.
- Formulario 23: Plantilla de repuestos y materiales.
- Formulario 24: Solicitud de repuestos y materiales.
- Formulario 25: Orden de compra de repuestos y materiales.
- Formulario 26: Registro de gastos de mantenimiento.

5.1.4 PROGRAMACIÓN

Hasta este punto hemos mencionado toda la información de un programa dedicado al mantenimiento preventivo manual o computarizado. Cualquier buen sistema de mantenimiento preventivo necesita de esta información.

Esto por supuesto no es una rutina pequeña pero es donde realmente la fase de implementación comienza.

Tabla 5.1 Programación para la implementación

	DESDE	HASTA	ACTIVIDADES	RESPONSABLE
FASE DE PREPARACIÓN	01/09/2009	30/09/2009	Mano de obra calificada	Jefe de Mantenimiento
	09/10/2009	10/10/2009	Capacitación del personal	Jefe de Mantenimiento
	12/10/2009	13/10/2009	Manual de BPM	Jefe de Mantenimiento
	12/10/2009	13/10/2009	Procedimientos	Jefe de Mantenimiento
	12/10/2009	13/10/2009	Formatos	Jefe de Mantenimiento
FASE DE IMPLEMENTACIÓN	14/10/2009	16/10/2009	Sistema de mantenimiento	Jefe de Mantenimiento
FASE DE RESULTADOS	02/11/2009	30/11/2009	Medición de resultados	Jefe de Mantenimiento

5.2 FASE DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Para la implementación del plan de mantenimiento se analizó la descripción de los diversos escalones de mantenimiento, para seleccionar los niveles que abarcará la planificación, por lo que a continuación se describe cada escalón:

Tabla 5.2 Descripción de los escalones de mantenimiento

NIVELES		
Localización Geográfica	Alcance	Mantenimiento
MTTO Orgánico u organizacional	1 Escalón	Operador
	2 Escalón	Mecánico
MTTO de apoyo	3 Escalón	Mecánico
	4 Escalón	Mantenimiento contratado

Después de esta descripción de cada escalón de mantenimiento se determina que el plan propuesto abarcará hasta el tercer escalón, las acciones que se llevarán a cabo por parte del área de mantenimiento.

Cada una de las tareas que han de realizarse para el mantenimiento de los equipos debe ser asignada a un escalón.

Para la implementación del plan, se ha tomado en cuenta los escalones de mantenimiento en los que se deberá trabajar. Por lo tanto, se ha organizado las acciones del primer escalón que serán ejecutadas por los operadores de los equipos, y las acciones de segundo y tercer escalón que se ejecutarán por el área o departamento de mantenimiento.

5.2.1. PLAN DE MANTENIMIENTO DE PRIMER ESCALÓN

El mantenimiento de primer escalón será ejecutado por los operadores del equipo, por lo cual se deberá proporcionar la información necesaria. Y el control estará a cargo del departamento de mantenimiento de manera periódica para verificar su ejecución.

MISIÓN

Realizar la conservación de maquinaria y equipos.

Acciones de mantenimiento:

- Limpieza
- Puesta a punto/calentamiento/ajustar.
- Engrase y lubricación.
- Conservación de equipos y maquinaria.
- Chequeos periódicos diarios (MTTO Rutinario)
- Colaborar en las revisiones semanales, mensuales, trimestrales, etc.
- Pequeñas reparaciones de emergencia, mecánicas, eléctricas.

5.2.2.1. Herramientas e insumos requeridos

Para la correcta ejecución de las acciones de mantenimiento se requiere la disponibilidad de las siguientes herramientas e insumos:

- 2 Llaves inglesas 3/4 "
- 1 Juego de llaves planas dobles (Boca-corona) Hasta 3/4"
- 1 Juego de desarmadores punta plana.
- 1 Juego de desarmadores punta philips.
- 1 Cinta aislante.
- Capuchones
- Cepillos cerda metálica.
- Franelas para limpieza.

5.2.2. PLAN DE MANTENIMIENTO DE SEGUNDO Y TERCER ESCALÓN.

Las acciones de segundo y tercer escalón serán ejecutadas por el departamento de mantenimiento, para esto se debe entregar toda la información necesaria. La información entregada deberá ser copiada en el disco duro del computador del departamento de mantenimiento. Dicha documentación contiene:

- Plan de mantenimiento de maquinaria y equipo.
- Fichas técnicas de los equipos.
- Procedimientos.
- Ordenes de trabajo.
- Inventario de equipos y máquinas.
- Codificación de equipos y máquinas.

Con estos archivos, el departamento de mantenimiento podrá realizar la planeación de las acciones de mantenimiento a ejecutar. Al concluir una acción de mantenimiento, esta deberá ser registrada como terminada.

MISIÓN

Mantenimiento preventivo y correctivo de máquinas y equipos.

Acciones de mantenimiento:

- Inspecciones periódicas.
- Localización de averías.
- Reparaciones del tipo ligero de elementos dañados.
- Construcción de pequeñas piezas.
- Chequeos periódicos diarios (MTTO Rutinario)
- Colaborar en las revisiones semanales, mensuales, trimestrales, etc.
- Pequeñas reparaciones de emergencia, mecánicas, eléctricas.

5.2.2.1. Herramientas e insumos requeridos

Para la correcta ejecución de las acciones de mantenimiento se requiere la disponibilidad de las siguientes herramientas e insumos:

- 1 Llave inglesa 3/4 "
- 1 Juego de llaves planas dobles (Boca-corona) Hasta 1"
- 1 Juego de desarmadores punta plana.
- 1 Juego de desarmadores punta philips.
- 1 Cinta aislante, teflón, grasa, aceite.
- 1 Multímetro
- 1 Juego de llaves Hexagonales.
- 1 Juego de llaves de copa. Hasta 1"
- Lija para metal # 80,90,180,260
- 1 Cepillos cerda metálica.
- Franelas para limpieza.

5.2.3. PLAN DE MANTENIMIENTO DE CUARTO ESCALÓN.

En este escalón concluye la cadena de reparaciones. Han de estar capacitados para reconstruir totalmente las máquinas que necesiten una reparación

general. Tanto el número como la organización de estos talleres no pueden prefijarse apriorísticamente.

Debe existir por lo menos, un taller central y en aquellas obras de gran importancia y con periodo de duración superior a los cinco años debe montarse un taller para la asistencia de la maquinaria en obra.

MISIONES

- Reconstrucciones (Over hauling) de la maquinaria de la empresa.
- Reconstrucción de las piezas desgastadas.
- Mantenimiento predictivo por observación.
- Reparación de los equipos eléctricos provenientes de las obras
- Modificaciones en la maquinaria existente y construcción de equipos auxiliares.

CAPÍTULO 6

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

La finalidad básica de los costos de mantenimiento es estimular la optimización del uso de mano de obra, cantidad de materiales y minimizar tiempos de paro.

En el campo de mantenimiento el objetivo final es situar el objeto de trabajo (la máquina, equipo o sistema) en condiciones tales que recupere la capacidad de trabajo perdido.

6.1 ANÁLISIS ECONÓMICO

6.1.1 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MTTO

Los costos tanto directos como indirectos, requeridos para implementar el plan de mantenimiento se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6.1 Costos de implementación del sistema de mantenimiento

COSTOS DE MATERIALES DIRECTOS	608
COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA	345.14
COSTOS GENERALES	350.00
COSTO DE IMPLEMENTAR EL SISTEMA DE MTTO	1303.14

Ver Anexo G “Costos para implementar y mantener el sistema de MTTO”

6.1.2 COSTOS DE MANTENER EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

Los costos tanto directos como indirectos, que se necesitan para mantener el sistema de mantenimiento se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6.2 Costos de mantener el sistema de mantenimiento

COSTOS DE MATERIALES DIRECTOS	2071.42
COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA	999.17
COSTOS INDIRECTOS DE MTTO	1215.03
COSTO DE MANTENER EL SISTEMA DE MTTO	4285.62

Ver anexo G “Costos para implementar y mantener el sistema de MTTO”

6.1.3 COSTO TOTAL

El costo total de la inversión esta compuesta por el costo de mantener el sistema de mantenimiento y el costo de implementar el sistema de mantenimiento, el valor total asciende a la suma de USD 5.588,76 y se desglosa en el **Anexo G “Costos para implementar y mantener el sistema de MTTO”**.

COSTO TOTAL	5588.76
--------------------	----------------

6.2 ANÁLISIS FINANCIERO

6.2.1 FINANCIAMIENTO

El costo total del financiamiento solicitado al banco del Pichincha y al banco del Austro, asciende a la suma de USD 6.000.

Ver Anexo G “Costos para implementar y mantener el sistema de MTTO”

6.2.2 FLUJO DE CAJA

El objetivo de realizar un estado de resultados (estado de pérdidas y ganancias) es calcular el flujo neto de efectivo (fne) que es la cantidad necesaria para realizar la evaluación económica del proyecto.

Ver Anexo G “Costos para implementar y mantener el sistema de MTTO”

6.2.3 CALCULO DEL VAN Y EL TIR

Los indicadores económicos como el VAN y el TIR nos permiten determinar si la inversión ha realizar en un proyecto es rentable o no.

Por Valor Actual Neto de una inversión se entiende la suma de los valores actualizados de todos los flujos netos de caja esperados del proyecto, deducido el valor de la inversión inicial.

El VAN a una tasa de 10%, es USD 4.876,24

La TIR es la tasa por la cual el VAN es igual a cero. Se le llama Tasa interna de retorno porque supone el valor real del rendimiento en la inversión realizada.

Se determino que la Tasa Interna de Retorno TIR es 97.92%

Ver Anexo G “Costos para implementar y mantener el sistema de MTTO”

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- Las Buenas Prácticas de Manufactura se aplican a las acciones de mantenimiento realizadas por el personal de MTTO, en edificios, terrenos e instalaciones, maquinaria, equipo y utensilios, con lo cual se puede controlar peligros de inocuidad alimenticia.
- Se ha inventariado, clasificado, codificado y diferenciado los equipos, llegando a un total de 64 máquinas y equipos, de todos estos el 98% son de categoría B y un 2% categoría C, significa que predomina el sistema de mantenimiento preventivo o categoría B; posteriormente el sistema de mantenimiento correctivo o categoría C.
- En el diagnóstico se determinó que la industria "ILCSA" solamente realiza mantenimiento correctivo y no preventivo, originando elevados costos de mantenimiento.
- Se deja establecido procedimientos de fácil aplicabilidad, para sistematizar las actividades de mantenimiento en "ILCSA".
- El sistema de mantenimiento a implementar, permitirá garantizar la confiabilidad tanto humana, de máquinas, equipos e instalaciones y con lo cual se podrá mejorar la disponibilidad operacional e inherente de la máquina y equipo utilizado en el proceso productivo.
- La empresa actualmente no tiene organizado un departamento de mantenimiento, por lo cual se deja estructurado un organigrama tentativo de mantenimiento para su posterior implementación.

- La empresa no cuenta con un stock mínimo de repuestos y materiales, para las respectivas acciones de mantenimiento.
- La empresa no cuenta con un plan de capacitación para el personal de la empresa, con lo cual sus conocimientos no pueden ser actualizados o complementados.

7.2 RECOMENDACIONES

- Seguir estrictamente los lineamientos de BPM que se dejan establecidos en el presente proyecto, a fin de reducir los problemas de inocuidad alimentaria y determinar prácticas correctas de sanidad, de proceso y de mantenimiento, en la realización de las acciones de mantenimiento.
- Asignar la codificación planteada tanto para máquinas como equipos, posteriormente ingresar los códigos de los equipos a la base de datos del SMILC y mantenerla actualizada para una fácil designación de acciones de mantenimiento.
- Implementar la organización del departamento de mantenimiento para que asuma la responsabilidad de planificación, ejecución, control de las acciones de mantenimiento y su gestión.
- Los procedimientos deben ser revisados al menos cada año o cuando hayan cambios importantes en equipos y procesos de producción.
- Dar a conocer al personal de mantenimiento acerca del sistema de mantenimiento a implementar y de los beneficios que este traerá.
- Aplicar el organigrama de mantenimiento propuesto, con lo cual se podrá direccionar de mejor manera las distintas acciones de mantenimiento.

- Se recomienda mantener en bodega los stocks mínimos de materiales y repuestos debidamente codificados, para garantizar su fácil ubicación y agilidad en la entrega de los mismos, según anexo G.
- La capacitación de personal de mantenimiento debe ser permanente, dando prioridad cuando haya equipos nuevos y cambios importantes en el proceso de producción y previo a la implementación del sistema de mantenimiento.

ANEXOS

ANEXO A

PLANO DE PLANTA DE LA INDUSTRIA LECHERA CARCHI S.A

ANEXO B

PROCEDIMIENTO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CODIFICACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

ANEXO C

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

ANEXO D

FICHAS TÉCNICAS DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

ANEXO E

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

ANEXO F

PROCEDIMIENTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE NECESIDADES DE CAPACITACIÓN

ANEXO G

COSTOS PARA IMPLEMENTAR Y MANTENER EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

- CRUZ RABELO EDUARDO, Ingeniería de mantenimiento, Argentina, Nueva librería, 1997.
- BALDIN, FURLANETTO, ROVERSI, TURCO, Manual de mantenimiento de instalaciones industriales, Barcelona, Editorial Gustavo Pili, 1982.
- DÍAZ MANUEL, Manual de maquinaria de construcción, 2da. ed, España, McGraw Hill, 2001.
- GRANJA JORGE, Administración del mantenimiento, Primera ed, S.L, s.e, 1994.
- Codex alimentarius commitee, 1997, código internacional recomendado revisado de prácticas - principios generales de higiene de los alimentos cac/gl 21-1997

DIRECCIONES DE INTERNET

- <http://www.aseduisbogota.com/Uploads/BPM1.pdf>
- <http://www.inp.gov.ec/productos-pesqueros-acuicolas/Normativas/Acuerdos%20Ministeriales/Buenas%20Practicas%20de%20Manufactura/>
- http://www.emagister.com/tutorial/frame.cfm?id_centro=61174090033066666748506549694552&id_curso=66565010051967536956545649664570&id_segmento=4&id_categ=422&url_frame=http://www.estrucplan.com.ar/Articulos/00084.asp
- <http://encolombia.com/racial.htm>
- <http://www.codexalimentarius.net/>
- <http://www.solomantenimiento.com>