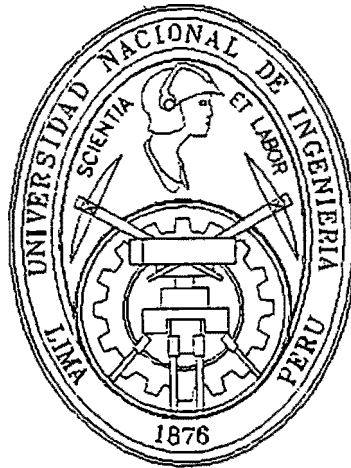


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



**"SISTEMA DE MANTENIMIENTO
PREDECIBLE"**
TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE :
INGENIERO INDUSTRIAL**

Carlos Antonio Vargas Gilles

PROMOCION 1978-2

LIMA - PERU

1997

"A TODOS LOS QUE CONTRIBUYERON
A MI FORMACION PROFESIONAL:
A LA MEMORIA DE MIS PADRES,
A MIS MAESTROS
Y A DIOS".

PRESENTACION

El esquema tradicional de la empresa, constituido por un conjunto de funciones que son administradas independientemente por órganos de dirección especializados, ha sobrevivido en la teoría. De hecho, hoy se tiende cada vez más a sustituirlo por el de una empresa concebida como un sistema de componentes en estrecha interacción, organizándose este sistema para alcanzar objetivos precisos.

Este enfoque, aunque no siempre de fácil aplicación, es sin embargo, mucho más satisfactorio a nivel teórico y, lo que es esencial, mucho más adecuado a la realidad profunda de cada caso.

Recién llegada al campo de las técnicas de gestión, el Mantenimiento Predecible constituye un método que se inspira en esta concepción. En su estado último, dicho principio se traduce en una gestión completamente integrada.

DESCRIPTORES TEMATICOS

- MANTENIMIENTO PREVENTIVO
- MANTENIMIENTO CORRECTIVO
- MANTENIMIENTO PREDECIBLE
- MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
- SISTEMA DE ALMACEN

INDICE

	<u>PAG.</u>
PRESENTACION	
1. INTRODUCCION	
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 OBJETIVOS Y ALCANCES	3
1.3 RESUMEN	4
2. GENERALIDADES SOBRE LA INDUSTRIA ESCOGIDA	
2.1 TIPO DE INDUSTRIA	7
2.2 PLANO DE UBICACION	8
2.3 SISTEMA ACTUAL DE MANTENIMIENTO	8
2.3.1 ORGANIZACION ACTUAL	8
2.3.2 CRITICA AL SISTEMA ACTUAL	11
3. SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREDECIBLE	
3.1 DEFINICION	14
3.2 OBJETIVOS	16
3.3 IMPORTANCIA	17
3.4 ORGANIZACION DE UN SISTEMA DE MANTENI- MIENTO PREDECIBLE	18

3.4.1	NORMAS PARA LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREDECIBLE	19
3.5	ANALISIS NECESARIO PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREDECIBLE	21
4.	EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREDECIBLE - APLI- CACION EN MADERAS LAMINADAS S.A. - PUCALLPA	
4.1	MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS	23
4.1.1	NUMERO DE EQUIPOS - CODIFICACION DE LA MAQUINARIA	24
4.1.2	CUADERNO DE MAQUINAS - CONSIDERA- CIONES GENERALES	25
4.1.3	IMPLEMENTANDO UN CUADERNO DE MA- QUINA	38
4.1.4	REPORTES DIARIOS Y PERIODICOS DE MANTENIMIENTO	41
4.2	GENERACION Y DISTRIBUCION DE SERVICIOS	44
4.3	APROVISIONAMIENTO (SUMINISTROS)	45
4.3.1	CALCULO DE CANTIDADES MINIMAS	47
4.4	DEPOSICION DE DESECHOS	54

5. MANTENIMIENTO PREDECIBLE PROGRAMADO

5.1	FACTORES QUE INFLUYEN EN EL MANTENIMIENT-- TO PROGRAMADO	56
5.2	ELABORACION DEL PROGRAMA	57
5.2.1	ANTEPROYECTO DE PROGRAMA DE MAN-- TENIMIENTO	57
5.2.2	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	59
5.2.3	CALENDARIO DE SEGURIDAD DE EQUI-- POS	60
5.2.4	"REGLAMENTO DE PROCEDIMIENTO DE INSPECCIONES"	67
5.3	INDICES DE CONTROL	67
5.3.1	CURVAS DE SUPERVIVENCIA	69
5.3.2	OBTENCION DE DATOS PARA LOS INDI-- CES	69
5.4	CONFIABILIDAD	76
5.4.1	CONCEPTO Y DEFINICION	76
5.4.2	"LEYES DE FALLAS"	82
5.5	ORGANIZACION DEL DEPARTAMENTO	86
5.5.1	PRINCIPIOS BASICOS	86
5.5.2	ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	87

5.5.3	IMPLEMENTACION MINIMA DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DEL DEPARTAMENTO -- DE MANTENIMIENTO	88
6.	MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	
6.1	COMPRAS	92
6.2	ALMACEN Y CONTROL DE INVENTARIOS - APLI-- CADO EN MADERAS LAMINADAS S.A. -PUCALLPA	94
6.2.1	CODIFICADOR DE ALMACENES	95
6.2.2	ESTRUCTURA DEL DEPARTAMENTO DE -- ALMACEN	98
6.2.3	COSTOS DE MATERIALES PARA IMPL-- MENTAR EL ALMACEN PRINCIPAL O DE SUMINISTROS	115
6.2.4	AREAS DE ALMACENAMIENTO Y RECO RRIDOS	118
6.2.5	CONCLUSION	119
6.3	SEGURIDAD INDUSTRIAL EN MADERAS LAMINADAS S.A. - PUCALLPA	120
7.	OTROS DEPARTAMENTOS Y SUS RELACIONES DIREC-- TAS CON EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
7.1	INGENIERIA DE METODOS	125

	<u>PAG.</u>
7.2 ADMINISTRACION DE PERSONAL	126
7.2.1 MANUAL DE FUNCIONES GENERALES APLICADO EN NOVOA INGENIEROS S.A	129
7.2.2 MANUAL DE FUNCIONES Y OBLIGACIONES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO	134
7.2.3 PLAN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO	141
7.2.4 PROCEDIMIENTO DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO	142
7.3 RELACIONES ENTRE EL MANTENIMIENTO Y LAS OTRAS FUNCIONES DE LA EMPRESA	144
8. EVALUACION ECONOMICA	145
8.1 EVALUACION DE COSTOS	145
8.2 ANALISIS ECONOMICO DE REEMPLAZO DE EQUIPOS	149
8.2.1 DEGRADACION O ELIMINACION	149
8.2.2 EVALUACION EN REEMPLAZO DE EQUIPO	153
8.2.3 EVALUACION DE ALGUNOS TERMINOS ECONOMICOS	155

8.3	LOS ESTUDIOS DE REEMPLAZO POR COMPU--	
	TADORA	158
8.3.1	METODO DEL VALOR PRESENTE O	
	ACTUAL	192
8.3.2	PROGRAMA PRINCIPAL	196
8.3.3	ENTRADA DE DATOS DEL PROGRA--	
	MA PRINCIPAL	199
8.3.4	ESTIMACION DE REPARACIONES	203
8.3.5	SUBROUTINA PARA ESTIMAR REPA--	
	RACIONES	210
8.3.6	ENTRADA DE DATOS DE LA SUBRU--	
	TINA PARA ESTIMAR REPARACIONES	213
9.	CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	214
ANEXO 1: INVENTARIO, DISPONIBILIDAD Y UTILIZA--		
CION DEL EQUIPO MOVIL.		
ANEXO 2: CODIFICACION DE MAQUINAS Y EQUIPOS.		
10.	BIBLIOGRAFIA	

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

En muchas industrias o compañías, el mantenimiento se ha considerado como un mal que simplemente hay que tolerar.

Ahora, los más altos funcionarios de gerencias se están dando cuenta de la función tan importante que representa el mantenimiento en el proceso de reducir costos y se están aplicando nuevas técnicas y procesos ahorrativos, acoplados con motivación y control de mantenimiento y reparación.

Tanto el Mantenimiento Correctivo como el Preventivo ofrecen ventajas y desventajas, la Técnica de Mantenimiento Predecible combina lo mejor de ambos, con técnicas avanzadas para extender los ciclos de operación y eliminar trabajo de mantenimiento innecesario.

Es por esta razón que el Mantenimiento Predecible constituye una técnica que al utilizarse con propiedad, los resultados pueden ser altamente significativos. Mediante esta técnica se podrán analizar los pasos futuros, estudiar los puntos débiles de las máquinas y velar por la sustitución periódica de partes estropeadas o gastadas y realizar esfuerzos semejantes para anticiparse a las dificultades.

De este aspecto y con aplicación a cualquier tipo de industria o empresa comercial, como ya la hemos implementado en el transcurso de los cuatro últimos años, se ocupa la tesis titulada "SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREDECIBLE", incidiendo en los aspectos de Ingeniería Industrial aprendidos en nuestra Universidad, de los cuales depende directamente el mantenimiento óptimo de los equipos y por ende la disponibilidad de planta, es decir, la operatividad de las líneas de producción, para la buena marcha de la

Empresa.

1.2 OBJETIVOS Y ALCANCES

El objetivo fundamental de la tesis, consiste en aplicar conceptos dinámicos de Ingeniería de Mantenimiento Predecible, proporcionando así una guía práctica para la elaboración de Programas de Mantenimiento Predecible en cualquier tipo de Empresa.

El uso de información "predecible" en la organización de un Programa de Mantenimiento de Costo Mínimo, requiere tanto trabajo de análisis, como el trabajo de establecimiento de un Sistema para obtener, asimilar, recopilar y comunicar datos.

El costo de este trabajo analítico y de sistema, sin embargo, es pequeño comparado con los beneficios cuantiosos obtenidos con el uso, completamente implementado del Sistema de Mantenimiento Predecible. El uso, por ejemplo, de información predecible en el planeamiento y programación del Mantenimiento puede indicar el tiempo más favorable para reacondicionar todo el equipo.

El propósito buscado de la tesis, es pues, despertar el interés, así como mostrar la conveniencia prácti-

ca de introducir esta nueva técnica de Ingeniería en la confección de Programas de Mantenimiento, a través de nuevas conceptualizaciones y la aplicación del computador a todas las facetas del proceso de Mantenimiento.

1.3 RESUMEN

La elaboración de la tesis se ha efectuado de acuerdo a la siguiente metodología:

1) Introducción

- Presenta los antecedentes del estudio.
- Precisa su propósito y establece sus alcances.
- Da cuenta de sus limitaciones y de los instrumentos que se han empleado para redactar el trabajo.

2) Generalidades sobre la Industria escogida

- Se realiza una breve descripción de lo general que es este sistema de Mantenimiento Predecible y que puede abarcar y ser útil para cualquier tipo de empresa, incidiendo en aspectos industriales y de organización.
- Se presenta una crítica al sistema actual de Mantenimiento.

3) Sistema de Mantenimiento Predecible

- Se define conceptos importantes en Mantenimiento Predecible.
- Se determinan los puntos que requieren análisis.

4) El Sistema de Mantenimiento Predecible - Aplicación en Maderas Laminadas S.A. - Pucallpa

- Se centraliza el estudio en el Mantenimiento Predecible de la Maquinaria y equipos de una Empresa.

5) Mantenimiento Predecible Programado

- Se presenta los factores que influyen en el Mantenimiento Predecible Programado.
- Se definen y determinan los Indices de Control.
- Se analizan aspectos relativos a la Confiabilidad.
- Se presenta la organización del Departamento de Mantenimiento.

6) Mantenimiento Industrial

-- Se realiza un estudio y se plantea mejoras en aspectos de:

- * Compras
- * Almacén y Control de Inventarios
- * Seguridad Industrial

Por la gran importancia que representan para el Mantenimiento Predecible de una Empresa.

7) Otros Departamentos y sus relaciones directas con el Departamento de Mantenimiento

-- Se analiza las relaciones entre el Mantenimiento y las otras funciones de la empresa:

- * Ingeniería de Métodos.
- * Administración de Personal.

8) Evaluación Económica del Sistema

-- Se realiza una Evaluación de Costos.
-- Se presenta las ventajas económicas del Sistema.

9) Conclusiones y Sugerencias

-- Se extraen conclusiones y se proyectan recomendaciones.

10) Anexo

-- Se presenta el informe: "Inventario, disponibilidad y utilización del equipo móvil"

CAPITULO 2

GENERALIDADES SOBRE LA INDUSTRIA ESCOGIDA

2.1 TIPO DE INDUSTRIA

La presente tesis enfoca un Sistema de Mantenimiento Predecible de tipo general que puede ser empleado en cualquier tipo de industria e inclusive en Empresas Constructoras y parcialmente en Empresas Comerciales.

Un buen ejemplo de ello es que este sistema se ha aplicado en las siguientes Empresas:

- * MADERAS LAMINADAS S.A. - PUCALLPA
- * NOVOA INGENIEROS S.A - LIMA
- * J. ALVA CENTURION CONTRATISTAS S.A. - TACNA

Se debe tomar en cuenta en todas las fábricas, independientemente de su tamaño, que los siguientes factores: clase de fábrica, clase de servicios, clase de equipo y clase de conocimiento, delinean y circunscriben el papel del mantenimiento en la organización, determinando lo que el mantenimiento "hace" y su papel en la organización total.

2.2 PLANOS DE UBICACION

En el caso específico de una empresa, es necesario contar con los planos de ubicación y de planta, con sus instalaciones, maquinarias y equipos, indicándose el proceso que recorre el flujo de producción con simbología convencional, que permita en forma completa identificar las unidades para fines del mantenimiento.

2.3 SISTEMA ACTUAL DE MANTENIMIENTO

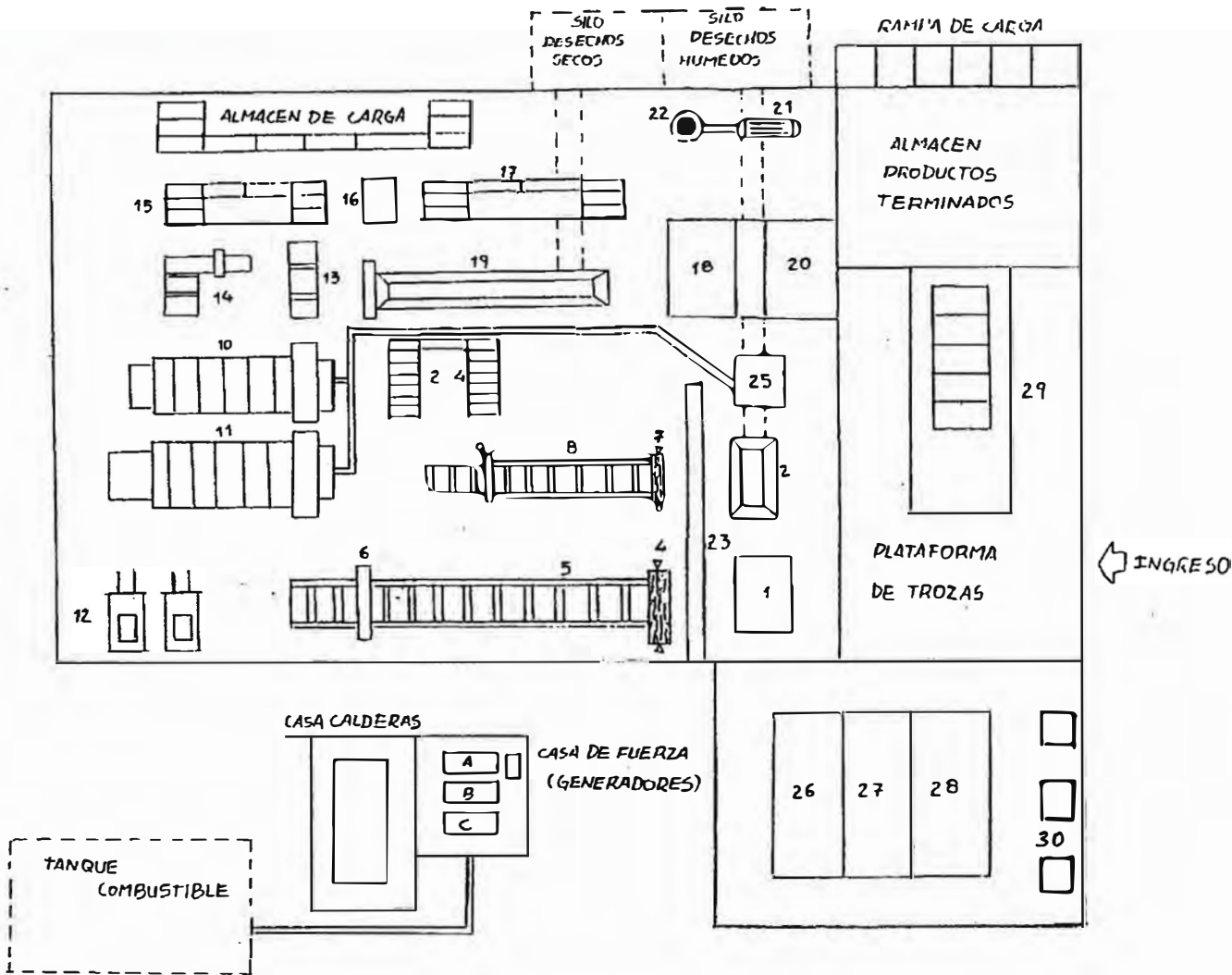
2.3.1 ORGANIZACION ACTUAL

En vista que no hemos escogido una industria o empresa específica, no podemos mostrar la organización actual de la misma, pero si podemos referir que aún para empresas que están en etapa de gestación el sistema se puede adaptar fácilmente y en el caso de

maquinaria nueva, cuanto mejor para hacer un seguimiento y mantenimiento preventivo desde el inicio de la operación de la maquinaria o equipo.

Además, por nuestra experiencia profesional podemos indicar que en muchas industrias no existe una estructura organizativa de Mantenimiento, lo que da a entender que la función de mantenimiento es considerado como algo necesario pero no de importancia; en tal sentido las labores realizadas son de carácter correctivo casi en su totalidad, por un grupo de personas que pertenecen a los talleres tales como: mecánicos, electricistas, carpinteros, etc.

Y en aquellas empresas que cuentan con una estructura, la organización del Departamento Mantenimiento varía de una planta a otra, normalmente de este Departamento se reporta al Ingeniero de Planta quien trabaja en estrecha coordinación con el Superintendente de Planta.



LEYENDA

1. Sierra de cadena para trozas.
2. Trituradora de cortezas.
3. Trascabo.
4. Torno Grande.
5. Transportadora Múltiple de chapas (Tray System).
6. Guillotina.
7. Torno pequeño.
8. Transportadora Múltiple de chapas (Tray System).
9. Guillotina.
10. Secador para alta velocidad.
11. Secador circulación longitudinal.
12. Montacargas de secaderos.
13. Cortadora transversal de chapas.
14. Cortadora longitudinal con cinta.
15. Encoladora.
16. Pre-prensa (Prensa fría).
17. Prensa caliente.
18. Sierra de Escuadra.
19. Trituradores de desechos secos.
20. Listadora de cinta ancha.
21. Ventilador.
22. Ciclón de escape neumático.
23. Puente grúa.
24. Encoladora.
25. Tanque de aceite.
26. Chapas húmedas.
27. Láminas interiores.
28. Caras y espaldas
29. Lijadoras.
30. Compresoras.

PLANO I

PLANO DE CONTRACHAPADO

Plano 1. PLANO ESQUEMATICO DE UNA PLANTA DE CONTRACHAPADO

Las operaciones básicas involucradas en la conversación de trozas a contrachapados son:

01. Acondicionamiento de las trozas para los tornos y las rebanadoras.
02. Conversión de trozas o de bloques en chapas.
03. Cortado de chapas por anchos.
04. Secado de chapas.
05. Acondicionamiento de las chapas para el encolado.
06. Encolado de paneles.
07. Cortado de paneles en largo y anchos (escuadrado).
08. Lijado y reparado (parchado, etc.) de paneles.
09. Acumulación de paneles de acuerdo a sus grados (calidades) y tamaños para el embarque.
10. Tratamiento de los residuos producidos.

maquinaria nueva, cuanto mejor para hacer un seguimiento y mantenimiento preventivo desde el inicio de la operación de la maquinaria o equipo.

Además, por nuestra experiencia profesional podemos indicar que en muchas industrias no existe una estructura organizativa de Mantenimiento, lo que da a entender que la función de mantenimiento es considerado como algo necesario pero no de importancia; en tal sentido las labores realizadas son de carácter correctivo casi en su totalidad, por un grupo de personas que pertenecen a los talleres tales como: mecánicos, electricistas, carpinteros, etc.

Y en aquellas empresas que cuentan con una estructura, la organización del Departamento Mantenimiento varía de una planta a otra, normalmente de este Departamento se reporta al Ingeniero de Planta quien trabaja en estrecha coordinación con el Superintendente de Planta.

2.3.2 CRITICA AL SISTEMA ACTUAL

El sistema actual de Mantenimiento en la mayoría de empresas peruanas es deficiente, por lo que nosotros presentamos este Sistema de Mantenimiento Predecible con la finalidad específica de lograr la mejora de este aspecto.

Las deficiencias que nosotros consideramos tiene el Sistema actual son, entre otras:

- * La importancia del mantenimiento y la reparación es a menudo pasada por alto, no sólo en el diseño de la planta, sino también en la operación diaria de la misma.
- * Falta de mano de obra calificada que haya sido capacitado en industrias afines.
- * Existe una carencia casi total información y control de las actividades de mantenimiento.
- * No se cuenta con un programa pre-establecido de inspecciones a los equipos críticos.

cos.

- * No hay coordinación con el Departamento de Compras en cuanto al control de calidad que se debe tener para los repuestos o piezas que la empresa adquiere para el Departamento de Mantenimiento.

- * No existe reporte de almacén indicando el nivel de stock de los repuestos.

CAPITULO 3

SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREDECIBLE

3.1 DEFINICION

El mantenimiento o disponibilidad de materiales, maquinarias y equipos, es esencial para que exista eficiencia y continuidad en la producción.

Al hacer el estudio sobre organización y programación del mantenimiento, no sólo buscamos mantener las cosas en condiciones de que puedan utilizarse, sino prever su deterioro y establecer una inspección que pueda corregir las deficiencias lo más pronto posible, mediante un "Programa de Mantenimiento", que tiene por objeto mantener las maquinarias y equipos en niveles óptimos y que puedan operar continuamente, es decir, que la combinación de hombres, dirección y máquinas funcionen sin tropiezos.

Para lograr estos resultados se requiere que la maquinaria y los equipos se mantengan en un estado de elevada eficiencia productiva, en otras palabras, que no existan "paralizaciones", lo cual se alcanza con un estudio concienzudo para la confección de un buen programa de mantenimiento.

La finalidad del Mantenimiento Correctivo es corregir algunas posibles fallas que se produzcan durante un período de tiempo, se lleva a cabo mediante una serie de inspecciones en las cuales participan el Jefe de Mantenimiento y los Supervisores. Las inspecciones pueden ser:

- a) **Visual:** Que consisten en observar el desgaste de las piezas móviles, equipos u otros.

- b) **Auditivas:** Que consiste en detectar sonidos irregulares de las maquinarias y equipos.

La finalidad del Mantenimiento Preventivo es anticiparse al deterioro y establecer procedimientos para corregir cualquier posible falla antes que se produzca y transtorne la marcha de la empresa.

El Mantenimiento Preventivo comprende los siguientes aspectos:

- a) Plan de inspecciones sistemáticas de la maquinaria, equipos e instalaciones.
- b) Reemplazo periódico de partes esenciales de la maquinaria y equipos.

Tanto el Mantenimiento Correctivo como el Preventivo ofrecen ventajas, la teoría del Mantenimiento Predecible combina lo mejor de ambos con técnicas avanzadas para extender los ciclos de operación y eliminar trabajo de mantenimiento innecesario.

Esta técnica cuando se utiliza con propiedad nos da resultados altamente significativos.

3.2 OBJETIVOS

Mediante la técnica de Mantenimiento predecible se podrán analizar los pasos futuros, estudiar los puntos débiles de las máquinas y velar por la sustitución periódica de las partes estropeadas y/o gastadas y realizar esfuerzos semejantes para anticiparse a las dificultades.

En vista que los programas de Mantenimiento Predecible requieren de un tiempo largo para su confección y siendo necesaria la atención inmediata de los problemas que afectan el buen funcionamiento y operación de las instalaciones, las cuales aparte de perjudicar el cumplimiento de los programas de operaciones, afectarían enormemente la economía del mantenimiento, es conveniente establecer un programa de Mantenimiento Preventivo como primera etapa y pensar entonces en la implementación futura en forma sistematizada y uniforme de acuerdo a un programa de actividades previas de programa de Mantenimiento Predecible, con los objetivos siguientes:

- a) Los requerimientos de mantenimiento deben establecerse para todos los equipos.
- b) Debe determinarse la Programación de Mantenimiento Optimo.
- c) La obtención de datos, el almacenaje y comunicación de los mismos deben **SISTEMATIZARSE.**

3.3 IMPORTANCIA

Esperar que falle un equipo trae consigo un exceso de gastos y perjudica en forma total a la empresa en

la cual se estaría prácticamente trabajando en base a "Emergencia" (Mantenimiento Correctivo).

Ahora, efectuar un Mantenimiento Preventivo, traería consigo altos costos que afectarían a la empresa y por lo tanto, no tendría razón de ser el mantenimiento mismo, contándose con esto el costo que traerían consigo las "interrupciones".

En conclusión, cualquier selección basada en la alta demanda de mantenimiento conduce a altos costos. He ahí la importancia del Mantenimiento Predecible o Mantenimiento de Costo Mínimo.

3.4 ORGANIZACION DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREDECIBLE

El uso de información predecible en la Organización de un Programa de Mantenimiento de Costo Mínimo, requiere tanto trabajo de análisis como el trabajo de establecimiento de un sistema para obtener, asimilar, recopilar y comunicar datos.

El costo de este trabajo analítico y de sistema, sin embargo, es pequeño comparado con los beneficios obtenidos con el uso completamente implementado del Sistema de Mantenimiento Predecible, por ejemplo, el

uso de información predecible en el Planeamiento y programación del Mantenimiento, puede indicar el tiempo más favorable para reacondicionar los equipos.

Las reparaciones pueden llevarse a cabo inmediatamente antes de que el equipo probablemente falle; aplicando esta técnica a través de todas la máquinas se puede extender el tiempo entre reacondicionamientos y se puede eliminar los gastos asociados con reparaciones que se efectúan mucho antes o muchos después de cuando se necesitan.

3.4.1 NORMAS PARA LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREDECIBLE

- a) Partimos de un Mantenimiento correctivo hacia la implementación de un programa de Mantenimiento Preventivo, orientándolo a la organización de un Sistema de Mantenimiento Predecible.

- b) Se debe crear conciencia de grupo en los diferentes sectores y niveles relacionados directa o indirectamente con el mantenimiento a fin de que actúen efectivamente.

- c) Debemos tener conciencia de dirigir el mantenimiento hacia la obtención de costos mínimos, permitiéndose el análisis de los mismos.
- d) Debemos organizar un servicio efectivo de repuestos de Almacén y Control de Inventarios.
- e) Hay que conceder plena autoridad al Departamento de Mantenimiento, así como a los integrantes de éste, en lo relativo al Mantenimiento Predecible.
- f) Hay que establecer un plan definido encaminado a la capacitación del personal relacionado con el Mantenimiento Predecible.
- g) Necesitamos personas preparadas, entrenadas o al menos "enteradas", para esto se capacitará gradualmente al personal que lo necesite.
- h) Se debe canalizar el sistema con el Departamento de Compras, para un aprovisiona-

miento efectivo.

- i) Hay que considerar, también, que cuando se realizan reemplazos de piezas malogradas hay que tener en cuenta que las piezas restantes se encuentran en un proceso de desgaste, por lo tanto, no se puede esperar que el conjunto se comporte como nuevo.

3.5 ANALISIS NECESARIO PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREDECIBLE

A) COSTOS

Se deben analizar continuamente los costos de mantenimiento, así como el rendimiento de los equipos tratando de identificar aquellos que resulten costosos, investigando las causas y proponiendo soluciones que conduzcan a su normalización.

B) ESTADISTICA

El procedimiento anual es una etapa en la que requiere datos que conduzcan a la predicción de fechas en que se produzcan fallas normales en los equipos, para posteriormente programar su mantenimiento, consiguiendo así una minimización de interrupciones en los programas de

operaciones.

C) TIEMPOS STANDARD

Revisar constantemente los informes de mantenimiento en los que se refiere el tiempo empleado en la ejecución de trabajos y compararlos con los ítems por standard, analizando las diferencias para lograr una mejor programación y un eficiente aprovechamiento de la mano de obra.

D) PARADAS DE EQUIPOS

Analizar las paradas producidas para el mantenimiento de los equipos, determinando aquellos puntos débiles en los que un diseño puede conducir a economías en el mantenimiento y una disminución del tiempo de producción perdido, permitiendo de esta manera los costos más bajos.

E) PROGRAMAS

Revisar los programas elaborados comparando la funcionalidad de las frecuencias y la flexibilidad para la introducción de cambios eventuales. En el caso de que no se cumplan los programas, analizar las causas que lo impidieron revisando los tiempos standard, la disposición de los trabajadores y otras circunstancias.

CAPITULO 4

EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREDE- CIBLE APLICACION EN MADERAS LAMINADAS S.A. - PUCALLPA

4.1 MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

El mantenimiento de los equipos, tanto correctivo como preventivo debe ser general, es decir, para todos los equipos y máquinas.

Para la mayor facilidad de ubicación de los diferentes equipos y máquinas, éstos deben ser agrupados en áreas, grupos o secciones.

Ejemplo: * Sección Materias primas,
* Sección de producción,
* Sección Envase,
* etc.

4.1.1 NUMERO DE EQUIPOS - CODIFICACION DE LA MAQUINARIA

Luego de tener los equipos clasificados por áreas, grupos o secciones se continúa con asignarle un número a cada uno, es decir se realiza la codificación de cada máquina o equipo.

Ejemplo: Al tener reservado un grupo de códigos a un área definida.

SECCION	CODIGOS
Materias Primas	Del 001 al 100
Producción	Del 101 al 200
Envase	Del 201 al 300
Vehículos	Del 301 al 400
Sala de Máquinas	Del 401 al 500

Le Asignaremos un código a cada máquina o equipo respetando el grupo o sección a la que pertenecen. Ver cuadro adjunto.

También se pueden considerar como secciones: Talleres, Oficinas, Almacenes, etc. Ver anexo para más información.

Algunos aspectos teóricos importantes están insertados en las consideraciones generales para la confección del Cuaderno de Máquinas que ofrecemos a continuación.

SECCION	NUMERO DE EQUIPO	DESCRIPCION
Materias Primas	001	Puente - Grúa 15 TM
	002	Montacargas Toyota
	003	Tray Sistem No. 1
Producción	101	Batidora SYMONS
	102	Secadora CELLA ER-16
	103	Prensa Continua FMR
Envase	201	Encuadradora CREMONA
	202	Encoladora FRITZ
	203	Empaquetadora BOTTCHE
Vehículos	301	Camioneta Pic-up DATSUN Placa 06-1173
	302	Camión DODGE D-300. Placa W1-6162
Sala de Máquinas	401	Grupo Electrónico Gene ral Motors de 250 KW
	402	Transformador No. 1
	403	Caldero Cleaver Brooks
	404	Compresora Atlas Copco BT-5

4.1.2 CUADERNO DE MAQUINAS - CONSIDERACIONES GENERALES

- a) Se debe confeccionar un file o "Cuaderno de Máquina" por cada máquina o equipo existente en la Empresa.

b) En una primera parte deberán especificarse los datos de máquinas generales, tales como:

b.1) Equipos: Se colocará el nombre de la máquina o equipo. Un equipo puede ser una máquina, un vehículo, una parte importante de una máquina, un complemento o cualquier elemento esencial ya sea por su importancia como por su costo.

b.2) Número de Equipo: Las máquinas o equipos se codificarán de acuerdo al área en que pertenece, de una manera convencional. Ejemplo: Área de Materias Primas (del 001 al 100).
Área de producción (del 101 al 200)
Área de Envase (del 201 al 300).

b.3) Ubicación: Se especificará la localización de la máquina o equipo, así como de los cambios efectuados (en el futuro), indicando el área correspondiente.

b.4) Folletos y Planos: Cada cuaderno de máquina contará con los folletos correspondientes a la máquina y/o de los planos en caso de que los hubiere con sus respectivas actualizaciones.

b.4) Especificaciones Técnicas: Se indicarán las especificaciones técnicas de las máquinas (voltaje con que trabajan, tipo de corriente, número de fabricación, vida útil, combustible, etc.)

c) En una segunda parte, se especificarán algunos datos inherentes a resúmenes de reportes de mantenimiento (resúmenes anuales) y algunas comparaciones, tales como:

c.1) Piezas Principales: Se indicarán las piezas más importantes de la máquina o equipo, dando prioridad a las probables de fallas o cambios temporales. Motores con su respectivo número y especificaciones (caballaje, voltaje, amperaje, etc.)

c.2) Piezas Críticas: Son las piezas más importantes y las que necesitan de control, ya sea por su importancia dentro de la máquina o equipo, así como porque son las que más continuamente necesitan reparación o cambio (por período. Ejm.: anual).

c.3) Número de Paradas Promedio Anual:

Esta información se desprenderá de los reportes diarios de mantenimiento y del resumen que en base a éstos se realicen, con sus respectivos gráficos y estadísticas.

c.4) Indices de Frecuencia de fallas: Son

índices calculados de acuerdo a los reportes y que se utilizarán como medios de comparación, así como para calcular la eficiencia de las máquinas.

c.5) Costos de Reparación: Los costos por

reparaciones, fabricaciones y repuestos, quedarán establecidos en el cuadro de máquina para tomar decisio-

nes futuras de cambios o modificaciones.

c.6) Causas Frecuentes de Fallas: En base al análisis y los reportes de mantenimiento se podrán definir las causas repetitivas de fallas, para eliminarlas con un adecuado programa de mantenimiento preventivo, (predecible en la siguiente etapa).

c.7) Información Adicional: De acuerdo a las características de las máquinas o equipos se podrá especificar alguna información adicional propia de cada una de ellas (Podría ser una evaluación anual por máquina o equipo).

d) En base al análisis de los reportes de mantenimiento, se deben determinar las Cantidades Mínimas que deben existir en stock (almacén) por cada artículo o pieza.

e) El "disponible" por lo tanto, siempre debe estar actualizado, es decir, los reportes de Sistemas (IBM) deben llegar lo antes

posible a la planta para efectuar el control pertinente. Igualmente la información de Almacén debe cumplir los plazos establecidos. (Los inventarios se deben hacer a fin de mes y se deben remitir en un plazo de 72 horas).

- f) Es conveniente efectuar un análisis de Costos en el caso de que la máquina o equipo tenga demasiado consumo por reparaciones (repuestos) y a partir de ello se puede tomar una decisión para que el equipo sea Reemplazado o Modificado para operar con menos gastos de reparación.

- g) Es necesario realizar regularizaciones y ajustes de stock según los casos de falta o sobra de artículos en Almacén. Para esto hay que analizar el flujo o rotación del artículo en Almacén (ingresos - salidas), haciendo una comparación de acuerdo a: pedidos urgentes, cantidades extraordinarias o excepcionales (poca frecuencia) con los artículos estacionarios, en deterioro, etc.

- h) Es importante que lo relativo a Almacén es función del almacenero, pero es necesario la coordinación y relación permanente entre Mantenimiento y Almacén para un mantenimiento efectivo y eficiente de las máquinas y toda la línea de producción. (Sería conveniente la presencia de un empleado de mantenimiento durante los inventarios de almacén o en todo caso realizar un paralelo sobre "variaciones").
- i) En todos los formatos de reportes de mantenimiento se imprimirá el siguiente texto: "EL BUEN MANTENIMIENTO INCREMENTA LA EFICIENCIA DE LA MAQUINA".
- j) En el "Cuaderno de Máquina" irán también en un legajo las normas de Mantenimiento Preventivo del equipo o máquina. Indicando también, si se deben realizar pruebas semanales, mensuales o trimestrales sobre seguridad de la máquina o equipo.
- k) En los casos de que se utilice como repuesto una pieza o parte de otro equipo o

máquina, esta transferencia se asentará en el cuaderno de máquina y se deberá reportar inmediatamente a Almacén para suplir dicho artículo y alcanzar la cantidad mínima requerida.

- l) Cabe notar que es más importante el control de stock en Almacén de los artículos de Reparación de máquinas y equipos, que de los artículos suplementarios: materiales de limpieza, uniformes de personal y todo lo que no esté ligado a la reparación del equipo específicamente.

- m) En las siguientes páginas se muestra algunos formatos:
 - a) Reporte de Mantenimiento Diario
 - b) Reporte de Mantenimiento por Máquina (Preventivo)
 - c) Contraportada del Cuaderno de Máquina
 - d) Reporte Diario del Vehículo (si se considera como equipo de características especiales).

REPORTE DE MANTENIMIENTO DIARIO

**"EL BUEN MANTENIMIENTO
INCREMENTA LA EFICIENCIA
DE LA MAQUINA"**

FECHA:

MECANICO V/O ELECTRICISTA

OBRA :

FIRMA:

CAMBIOS, AJUSTES Y REPARACIONES:			
MAQUINA Y EQUIPO	DESPERFECTO	TRABAJO EFECTUADO	TIEMPO PARADA

FABRICACIONES

TRABAJOS REALIZADOS:

OBSERVACIONES:

REPORTE DE MANTENIMIENTO DIARIO

**"EL BUEN MANTENIMIENTO
INCREMENTA LA EFICIENCIA
DE LA MAQUINA"**

TURNO:

PLANTA DE TRIPLAY **T**

FECHA:

PLANTA DE ENCHAPE **E**

CAMBIOS REPARACIONES Y AJUSTES

CAMBIOS, AJUSTES Y REPARACIONES:

PLANTA	EQUIPO/MAQUINA	DESPERFECTO	TRABAJO EFECTUADO	TIEMPO PARADA

FABRICACIONES

TRABAJO EFECTUADO:

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

MECANICO DE GUARDIA

SUPERVISOR DE TURNO

CUADERNO DE MAQUINAS

FECHA	REPUESTO O PIEZA	DESCRIPCION FALLA	COSTO REPUESTO	COSTO MATER.	OBSERVACIONES

**ESTE FORMATO O SIMILAR SERVIRA COMO "HISTORIA CLINICA" DE CADA EQUIPO O MAQUINA.
SI ES POSIBLE IRA IMPRESO EN LOS FILES O "CUADERNOS DE MAQUINAS" CONTRAPORTADA**

"EL BUEN MANTENIMIENTO
INCREMENTA LA EFICIENCIA
DE LA MAQUINA"

REPORTE DIARIO DE VEHICULOS

VEHICULO :
PLACA :
MARCA :
COMB. UTIL:

FECHA :
OBRA :
MANANA:
TARDE :

NIVEL DE ACEITE MOTOR:	<u>TANQUE COMBUSTIBLE</u> DEL DIA: INGRESO: DIA ANTERIOR:
<u>KILOMETRAJE</u> DEL DIA: DIA ANTERIOR:	RENDIMIENTO:
FRENSO: ACEITE TRANSMISION: : AGUA: LUNAS	LLANTAS: FILTROS: LUCES: HERRAMIENTAS:
REPUESTO CAMBIADO :	MANTENIMIENTO REALIZADO:
OBSERVACIONES: _____	

EVALUACION PARA CUADERNO DE MAQUINAS: _____	

LAVADO Y ENGRASE	CAMBIO DE ACEITE
_____	_____
_____	_____

n) Se debe anotar también, en el cuaderno de máquina, las fechas correspondientes al Programa de Mantenimiento Preventivo, frecuencia con que se debe realizar y no debemos olvidar las fechas de Paradas y Fallas. (Fallas por máquina y paradas de la producción).

o) Una coordinación y relación ágiles, son necesarias entre los Departamentos de Compras y Mantenimiento y sobre "Casos especiales" con su debida información.

Ejm.: La compañía Ingeniería Termodinámica S.A. envía con un Presupuesto la siguiente nota: "Los dos programadores enviados a reparación tienen el mismo defecto.

La causa más probable es haber sido alimentados por más de 120 V que es la carga necesaria".

4.1.3 IMPLEMENTANDO UN CUADERNO DE MAQUINA

En la oficina del Departamento de Mantenimiento debe existir un archivador de 4 gabinetes o más donde irán los cuadernos de máquina que será utilizado de la siguiente manera:

Gabeta No. 1

Equipos con códigos del 001 al 100. Es decir según el ejemplo, del área o sección de materias primas.

Gabeta No. 2

Equipos con códigos del 101 al 200. Es decir, según el ejemplo, del área o sección de producción.

Gabeta No. 3

Equipos con códigos del 201 al 300. Área o Sección de vehículos.

Gabeta No. 4

Equipos con códigos del 301 al 400. Área o Sección de sala de máquinas.

Específicamente, según nuestro ejemplo anterior tendríamos:

Gabeta No. 1

- 001 - Fuente Grúa de 15 Tn.
- 002 - Montacargas Toyota
- 003 - Tray Sistem No. 1

Gabeta No. 2

- 101 - Batidora SYMONS
- 102 - Secadora CELLA ER - 14
- 103 - Prensa continua FMR.

Gabeta No. 3

- 201 - Encuadradora Cremona
- 202 - Encoladora FRITZ
- 203 - Encuadradora BOTTEMER.

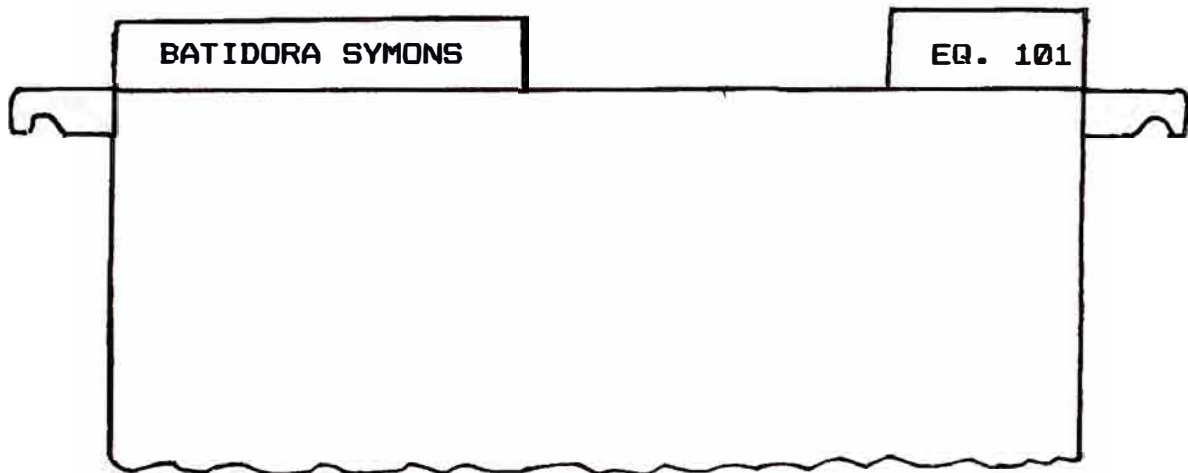
Gabeta No. 4

- 301 - Camioneta Pick-up Datsun Placa 06-1173
- 302 - Camión Dodge D - 300 Placa WI-6162

Gabeta No. 5

- 401 - Grupo Electrógeno General Motors de
250 Kv.
- 402 - Transformador #1
- 403 - Caldero Cleaver Brooks
- 404 - Compresora Atlas Copco BT - 5

Cada file o "Cuaderno de Máquina" contará con dos membretes (pestañas), en una se especificará el nombre o descripción del equipo y en la otra el número o código de equipo, para no perder el orden secuencial en caso de que el file sea separado del archivador.



4.1.4 REPORTES DIARIOS Y PERIODICOS DE MANTENIMIENTO

Estos reportes no se incluirán en el "Cuaderno de Máquina" pero la información que contiene será valiosa para el análisis del mantenimiento preventivo y de ellos se desprenderán datos anuales que se inscribirán en el file del equipo tales como frecuencia de fallas, número promedio de paradas anuales, piezas críticas, índices de control, gráficos, costos de las reparaciones, etc.

Los reportes diarios de mantenimiento son tres:

a) **Reporte de Mantenimiento Diario:** La información reportada será de acuerdo al formato (1) mostrado en la sección 4.1.2.

Este formato es temporal, en una primera etapa de 3 meses se realizará una evaluación preliminar que nos llevará a su mejora. Además, deberán incluirse, los equipos que necesitan de una inspección diaria, según la apreciación del jefe de Mantenimiento y en base a la información recogida.

El reporte será llevado por el siguiente personal (Ejemplo de la Empresa Maderas Laminadas S.A. - Pucallpa):

1er. Turno (0.00 hrs. - 8.00 hrs.)

Mecánico de guardia (V°B° Supervisor de turno de Producción).

Electricista de guardia (V°B° Supervisor de turno de Producción).

2do. Turno (8.00 hrs. - 16.00 hrs.)

Supervisor de mecánica

Supervisor de Electricidad.

3er. Turno (16.00 hrs. - 24.00 hrs.)

Mecánico de guardia (V°B° Supervisor de turno de Producción)

Electricista de guardia (V°B° Supervisor de turno de Producción).

Esto en caso de que en el primer y tercer turno no existan supervisores de mecánica y electricidad.

b) Reporte de Mantenimiento Preventivo: Este formato deberá ser llenado por los mecánicos de guardia y los supervisores de acuerdo a las máquinas o equipos que le están asignados y de acuerdo al rol de mantenimiento preventivo.

c) Reporte de Vehículos: Este reporte lo llevará los choferes de cada vehículo.

Nota: El mantenimiento general también incluye lo relacionado al edificio o edificios de la planta (nuevas estructuras, etc.). Ejemplo: servicios higiénicos, cerco perimétrico, etc.

4.2 GENERACION Y DISTRIBUCION DE SERVICIOS

a) El Departamento de Mantenimiento, tiene encargada la disponibilidad de la planta y la generación y distribución de servicios:

1. Agua
2. Aire comprimido
3. Energía eléctrica
4. Aceite caliente
5. Vapor, etc.

Cuando estos servicios fallan, no existe ni eficiencia, ni continuidad en la producción.

b) Con el Plan de Mantenimiento Preventivo, alcanzaremos, de acuerdo a los consumos de las máquinas o equipos una correcta generación y distribución de servicios.

c) Se deberá programar línea de flujo (flow sheet) que nos muestren las ALTERNATIVAS de uso de los servicios ya que en algunos casos por deficiencias no pueden operar los equipos al mismo tiempo.

Ejm.: Los grupos electrógenos de emergencia no pueden alimentar de energía eléctrica a todas las máquinas, ya que el porcentaje de utiliza-

ción efectiva es bajo.

Lo mismo puede ocurrir con el aire comprimido cuando solo una compresora tiene que alimentar de aire comprimido toda la planta.

- d) En conclusión, para alcanzar los mejores resultados se requiere que los equipos de generación y distribución de servicios, se mantengan en un estado de elevada eficiencia productiva, en otras palabras, que no existan máquina paradas por falta de repuestos o mantenimiento.

4.3 APROVISIONAMIENTO (SUMINISTROS)

- a) Para nuestro aprovisionamiento de suministros, así como de materias primas y materiales debe existir una programación efectiva.

- b) Las prioridades a considerarse en términos generales de almacén serían:

Prioridad 1	Materias primas
Prioridad 2	Materiales de producción
Prioridad 3	Suministros (*)
Prioridad 4	Artículos de seguridad
Prioridad 5	otros (ej.: Economato)

(*) En el caso de suministros en el período de Implementación de cantidades mínimas, existen artículos que tienen Prioridad 1.

- c) Debemos evitar algunos problemas por falta de materias primas para no recurrir a otras compañías que de encontrarse en problemas semejantes, llegaríamos a una paralización de la producción.
- d) El flujo de aprovisionamiento pues, debe ser continuo y no se debe esperar a la llegada de un documento para un aprovisionamiento efectivo, en el caso de artículos de Prioridad 1.
- e) En el caso de los suministros realizamos un INVENTARIO GENERAL para lograr los siguientes datos:
- A. Artículos en stock
 - B. Cantidades mínimas requeridas
 - C. Diferencias a llenar o saldos.
- f) En un "Codificador de Almacenes" se enviarán estos tres datos a la central de cómputo, para que se apruebe o desaprobe su implementación. Si es posible se incluirán costos aproximados de los artículos.
- g) Además, al efectuarse mensualmente los inventarios de "Regularizaciones al Maestro" podremos

controlar los stocks mínimos por cada artículo (cantidades mínimas) y ajustar las VARIACIONES. Es importante que desde la central envíen un reporte mensual (Codificador) con los movimientos de artículos de almacén.

- h) Se presenta un formato sobre regularizaciones al Maestro (Inventario mensual) para controlar el stock o cantidades mínimas de suministros y otros formatos de vales de almacén, formato de correcciones de salidas y correcciones de movimiento pendiente. Es importante notar que estos trabajos se deben coordinar con la central. Ahora sí contamos con un mini-computador todas estas operaciones son fáciles de controlar.

Nota: En este aspecto relativo a aprovisionamiento, hemos considerado de alguna manera lo relativo a Control de Inventarios, que está ligado al aspecto Almacén y Control de Inventarios.

4.3.1 CALCULO DE CANTIDADES MINIMAS

- a) En primera instancia, realizaremos un cálculo de cantidades mínimas o stock mínimo por cada artículo; de acuerdo a la "historia" o cuaderno de máquinas, existente en la sección almacén.

b) Además, con las informaciones recibidas de los supervisores y mecánicos de guardia, podemos evaluar y especificar nuestros requerimientos de piezas o repuestos (suministros).

Ejemplo de Cálculo del Stock Mínimo de Repuestos

Un equipo consiste de diez tipos de piezas principales y de otras partes, para cada pieza principal asumimos una frecuencia de falla por pieza: $r_r = 0.001$ fallas/hora y para otras partes de frecuencia de falla $r_p = 0.0005$ fallas/hora. El equipo está en uso 23 horas al día, siendo una hora de mantenimiento programado.

¿Qué cantidad de repuestos para piezas principales se necesitan para satisfacer un nivel de confianza de 99.73% para un período de 2 años?

No. Total de horas de operación: (T)

$$T = 2 \text{ años} \times 365 \text{ días/año} \times 23 \text{ hrs/día} \\ = 16,790 \text{ hrs.}$$

No. Promedio de piezas principales falladas o**No. esperado de fallas: (d)**

$$d = r_p T = 0.001 \times 16,790 = 16.79 \text{ fallas.}$$

No. de Repuestos aceptados o Stock mínimo para un nivel de confianza X (Aw):

$$Aw = r_p T + Z \sqrt{r_p T}$$

$$\text{De Tablas: } Z = (X_i - \bar{X}) / \sigma :$$

$$\text{Para } X = 99.73\% \rightarrow Z = 3$$

$$\text{Luego: } Aw = 16.79 + 3 \sqrt{16.79} = 29 \text{ piezas de cada tipo.}$$

Como tenemos 10 tipos,

$$\text{Total de Piezas Principales: } 29 \times 10 = 290$$

piezas (para 2 años)

Para las otras partes:

No. Promedio esperado de fallas: $r_p T$

$$r_p T = 0.0005 \times 16,790 = 8.395$$

Stock mínimo: Aw

$$Aw = 8.395 + 3 \sqrt{8.395} = 17.095 \approx 17 \text{ partes.}$$

Total: $500 \times 17 = 8,500$ repuestos para 2 años.

Nota: Este ejemplo es figurativo y lo más importante es definir el tiempo necesario que necesita un artículo para llegar a Almacén.

Por ejemplo, en el caso de artículos importados necesitaremos un tiempo algo similar al del ejemplo (tal vez un año), para artículos que se pueden adquirir en muy corto tiempo, el tiempo podría ser 1 mes para un aprovisionamiento continuo y sin tropiezos.

Además, al fijar las cantidades para existencias, hay que recordar que muchas piezas pueden reconstruirse de una manera económica, mediante técnicas de soldadura por rocío u otras regresándolas al inventario y reduciendo con ello los saldos del mismo.

De esta manera se reducen las cantidades de repuestos en almacén y compensaríamos la balanza de Control de Inventarios con Finanzas que trata de reducir costos.

4.4 DEPOSICION DE DESECHOS

a) Supongamos que nuestra Planta existan los siguientes equipos exclusivos de deposición de desechos:

- Un extractor de polvo
- Un transportador de basura o desechos
- Un incinerador
- Un ventilador.

- b) Los desechos son incinerados en su totalidad. El calor generado en esta operación se desperdicia.

- c) Para el futuro, podríamos contar con un caldero el cual sería alimentado por estos desechos, por consiguiente minizaremos costos en generación y distribución de servicios, que son utilizados tanto en la producción como en el mantenimiento de la misma.

CAPITULO 5

MANTENIMIENTO PREDECIBLE PROGRAMADO

5.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Los factores que influyen en un mantenimiento programado son los siguientes:

- a) Inspección sistemática de la maquinaria e instalaciones.
- b) Que haya reemplazo periódico de partes esenciales de la maquinarias.
- c) Establecer y llevar registros adecuados de la maquinaria, equipos e instalaciones, con información que deberá mantenerse al día.

- d) Efectuar reparaciones y reemplazar las partes de la maquinaria que se requieran según se haya establecido en las inspecciones de acuerdo al programa de mantenimiento.
- e) Chequeo permanente de todas las fases anteriores.

Con el personal existente en mantenimiento podemos realizar todas estas actividades o en todo caso b, c, d, e; para el factor a, en algunas empresas se acostumbra tener un inspector de seguridad de equipos exclusivamente para ese trabajo, al que se le entrega un "Calendario de Seguridad" y un "Reglamento de Procedimiento de Inspecciones" que es un adicional del Manual de Mantenimiento Preventivo.

Nota: Sería conveniente hacer una evaluación en el personal o en todo caso contratar un inspector de seguridad.

5.2 ELABORACION DEL PROGRAMA

5.2.1 ANTEPROYECTO DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

1. Para formular un plan de trabajo:
 - a) Distribuir las tareas de mantenimiento uniformemente a lo largo del año.

- b) Asegurar que ningún equipo o máquina de la planta quede fuera del programa.
 - c) Asegurar que el mantenimiento planeado se realice con la frecuencia prevista.
 - d) Coordinar las facilidades de mantenimiento existentes.
 - e) Coordinar las tareas de mantenimiento con los programas de producción.
2. Presentar un escenario completo del trabajo de mantenimiento, tanto para el plazo inmediato como el mediano plazo.
- Para apoyo de los planes futuros:
- a) Compra de repuestos.
 - b) Incorporación de personal.
 - c) Presupuesto de Gastos.
3. Actuar como ayuda, memoria o recordatorio de las tareas futuras de mantenimiento (en el corto plazo).
- a) Formulación de planes de trabajo semanales.

- b) Adecuar el programa de mantenimiento, para lograr la Disponibilidad de Planta para la Producción.
- c) Arreglar o comprobar la disponibilidad de personal, contratistas, repuestos, materiales, etc. para el mantenimiento.

5.2.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

1. El programa debe ser simple en su diseño y en sus detalles.
2. Los componentes o unidades (nuevos diseños) deben ser de tipo modular o de fácil reemplazo. (No reparable, sino descartable).
3. Debemos buscar la ESTANDARIZACION (Entrenamiento de personal fácil y rápida, Economía en el Inventario de Componentes).
4. Mejora permanente de los sistemas de lubricación.
5. Mejora de sistemas de protección.
6. Endurecimiento de partes metálicas sujetas a desgastes por abrasión, etc.
7. Mejorar los dispositivos y disposiciones para la inspección (MANTENIBILIDAD).
8. Mejora de métodos para prueba y localización de fallas.

9. Identificación de procedimientos y materiales sustitutos.
10. Señalización e identificación de componentes o sistemas (codificación por símbolos, colores, etc.)
11. Mejora permanente de vías de acceso a la planta, al equipo, al componente.
12. Mejora permanente de instrucciones al personal.

5.2.3 CALENDARIO DE SEGURIDAD DE EQUIPOS

Se debe confeccionar un "Calendario de Seguridad de Equipos" (Ver Formatos: Calendario Programado y Calendario Ejecutado).

Se realizará pruebas o inspecciones de seguridad (además de las inspecciones diarias de calderos y energía eléctrica) por períodos:

Semanales	-	Trimestrales
Quincenales	-	Semestrales
Mensuales	-	Anuales

Nota: Las inspecciones que se vayan realizando se colorearán en Formato del Calendario Ejecutado.

MADERAS LAMINADAS S.A.

"EL BUEN MANTENIMIENTO INCREMENTA LA EFICIENCIA DE LA MAQUINA"

CALENDARIO DE LA SEGURIDAD DE EQUIPOS - 1984 PROGRAMADO

DIA MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ENE.		○							○							○	□						○							○	□
FEB.	△					○							○		□					○							○		□		
MAR.	△				○							○			□				○						○		□	△	▽		
ABR.		○							○							○							○			□	△			○	
MAY.							○							○	□							○							○	△	□
JUN.				○							○				□				○						○	△	▽				
JUL.		□	○						○							○	□						○			△				○	□
AGO.						○							○		□		○			○				○			○		△		□
SET.			○							○				□			○						○				△	▽			
OCT.	□	○							○						□	○							○						○	□	△
NOV.					○							○			□					○						○			□	△	
DIC.			○							○				□			○									○	○	○			

LEYENDA:

INSPECCIONES DE
SEGURIDAD

- SEMANALES
- QUINCENALES
- △ MENSUALES

INSPECCIONES DE
SEGURIDAD

- ▽ TRIMESTRALES
- ◊ SEMESTRALES
- ANUALES

CALENDARIO DE LA SEGURIDAD DE EQUIPOS - 1984 EJECUTADO

DIA MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ENE.																															
FEB.																															
MAR.																															
ABR.																															
MAY.																															
JUN.																															
JUL.																															
AGD.																															
SET.																															
OCT.																															
NOV.																															
DIC.																															

LEYENDA:

INSPECCIONES DE
SEGURIDAD

- SEMANALES
- QUINCENALES
- △ MENSUALES

INSPECCIONES DE
SEGURIDAD

- ∩ TRIMESTRALES
- ⊖ SEMESTRALES
- ANUALES

Todos los equipos tendrán inspecciones de seguridad, aunque sea una vez al año (anual). En el caso de ser anuales, se realizarán llenando el formato de "Evaluación de Equipos adjunto, en el caso de ser semestrales o en períodos menores, se realizarán según las instrucciones del "Reglamento de Procedimiento de Inspecciones".

Estas pruebas o inspecciones periódicas pueden ser de tres tipos:

A. Inspecciones Visuales: Consiste en observar las partes de las máquinas, especialmente las piezas movibles, engrases, etc. para luego reportar su estado de acuerdo a las familias de defectos.

Familias de Defectos:

1. Aflojamiento
2. Dislocación
3. Deformación
4. Fractura
5. Desgaste
6. Fuga
7. Engrane
8. Erosión

EVALUACION DE EQUIPO

UBICACION:

MAQUINA:

MARCA:

ESTADO DE CONSERVACION:

ACCESORIOS: _____

PINTURA: _____

FUGAS DE LUBRICANTES: _____

FUGAS DE COMBUSTIBLES: _____

FUNCIONAMIENTO MECANICO:

MOTORES: _____

FUNCIONAMIENTO ELECTRICO: _____

MOTORES: _____

MANDOS Y TABLEROS: _____

INSTRUMENTOS: _____

FUNCIONAMIENTO NEUMATICO: _____

FUGAS: _____

INSTRUMENTOS: _____

ACCESORIOS: _____

9. Corrosión
10. Envejecimiento
11. Contaminación
12. Interrupción de conductor
13. Desconexión de relés automáticos
14. Desviación de características
15. Quemadura de aislamiento
16. Otros.

Cabe notar que las inspecciones visuales depende directamente de la Serviciabilidad de la máquina o equipo (grado de facilidad o dificultad con el cual el sistema puede ser inspeccionado o reparado).

B. Inspecciones Auditivas: Consiste en detectar sonidos irregulares de las máquinas o equipos. Estas inspecciones se realizarán sistemáticamente. Algunas familias de defectos son detectados por este tipo de inspecciones.

C. Pruebas de Equipo: Consiste en realizar ensayos o accionamientos (procedimientos) en algunos casos repetitivos, para un mejor chequeo y de acuerdo al "Reglamento de Procedimientos de Inspecciones".

5.2.4 "REGLAMENTO DE PROCEDIMIENTO DE INSPECCIONES"

Ejemplos:

a) **Válvula de Seguridad de Bombas:** Inspección semanal de equipos.

Ajuste: 1400 PSI.

Procedimiento Chequear el ajuste durante la operación cerrando por un momento la válvula de descarga de la bomba. Cerrar la válvula lentamente para evitar choque. Hacer la prueba 2 veces y anotar ambos resultados.

b) **Puerta Corrediza de Vigilancia:**

Inspección: Mensual

Oprimir el botón del control o mando. Ver que la puerta se desplace, libremente sobre la riel. Repetir la operación dos veces. Anotar los resultados.

5.3 INDICES DE CONTROL

a) **Frecuencia de Fallas:** (r)

$$r = \frac{\text{No. de Fallas en el período de prueba dado}}{\text{No. total de horas de prueba}}$$

$$r = \frac{f}{T}$$

$$T = \bar{S}t$$

\bar{S} = No. de supervivientes

t = Duración del tiempo de supervivencia

b) Razón de Frecuencia de falla: (λ)

$$\lambda = \frac{\text{Total de fallas durante el período}}{\text{No. de pruebas}}$$

$$\lambda = \frac{f}{n}$$

c) Probabilidades de Supervivencia: (P_s)

(Confiabilidad)

$$P_s = e^{-d}$$

d = No. esperado de fallas en el tiempo T ó No de fallas esperado.

$$d = rT$$

e = Base logarítmica neperiana.

La probabilidad de supervivencia para un grupo de partes idénticas, expresadas como un porcentaje

es igual a la probabilidad de supervivencia de una parte o de una unidad.

5.3.1 CURVAS DE SUPERVIVENCIA

Con los índices de control, calculados anteriormente, haremos gráficos o curvas de supervivencia que se podrían archivar en nuestro "Cuaderno de Máquinas". Estas curvas nos ayudarán al análisis de la vida de las máquinas, lo que permitirá el máximo alargamiento de su vida controlando su envejecimiento en forma rigurosa y organizada.

Las curvas a graficarse serían:

- a) Frecuencia de fallas vs. tiempo (hrs.)
- b) Razón de frecuencia de fallas vs. tiempo (hrs.)
- c) Confiabilidad vs. tiempo (hrs.)

5.3.2 OBTENCION DE DATOS PARA LOS INDICES

Un buen trabajo de Programación y Control de un eficiente Sistema de Mantenimiento Predecible se logra mediante la aplicación de una metodología que tiene el siguiente procedimiento:

Objetivos:

Efectuar inspecciones programadas a maquinarias y/o equipos industriales de Producción, con instrumento de diagnósticos para establecer un control efectivo de su comportamiento mediante la graficación de Tarjetas y Curvas de Control.

Inspecciones a efectuar con la finalidad de elevar la CONFIABILIDAD en su operación y disminuir sustancialmente las fallas o paradas imprevistas por mantenimiento. De igual forma lograr mediante este moderno sistema reducir las horas perdidas en producción, los costos de mano de obra, stock de repuestos y suministros y, minimizar los riesgos de seguridad operativa tanto para el personal como las instalaciones en general. En resumen, REDUCCION DE COSTOS.

Equipos a utilizar

La gama de equipos es muy amplia y una descripción de los principales se resumen en el siguiente cuadro, los cuales en su conjunto logran mostrar índices de control en los principales parámetros identificatorios de las máquinas y equipos.

Registros

Los valores obtenidos en las lecturas instrumentales son registradas en Tarjetas Tabuladas (Ver formatos adjuntos), indicando secuencialmente los diversos niveles de comportamiento, deterioro o degradación que van alcanzando en su operatividad los elementos de las máquinas o equipos por efecto de su utilización constante; trayectoria conocida como "Proceso de Envejecimiento".

Cuando el proceso de envejecimiento ingresa a niveles "Críticos" de operación, el sistema permite detectar el riesgo en potencia al que está sometido el órgano o parte de máquina, procediéndose a programar su intervención en fecha próxima (dentro de los 15 a 60 días posteriores), antes de que se produzca la falla o rotura, adelantándose a la parada de la maquinaria por fallas de mantenimiento.

Beneficios del Sistema

Establecer un control efectivo y periódico sobre las máquinas de producción de "Prioritaria importancia" en el proceso productivo de una Planta, obteniéndose una mayor CONFIABILIDAD en su comportamiento operacional.

INSTRUMENTO	AREA DE DIAGNOSTICO/EVALUACION	APLICACION
SPM INSTRUMENT	Analiza el nivel de operación de los rodamientos.	Máquinas rotativas, compresoras, Motores a Combustión, Bombas y Equipos en general.
LUBRI-SENSOR	Analiza el nivel de envejecimiento y los ataques producidos por agentes externos de los aceites.	Cajas de velocidad, Reductores, Motores a Combustión, etc.
STROBOSCOPIO INDUSTRIAL	Analiza los desgastes, desbalances y huelgas en elementos móviles.	Fajas, Acoplamientos, Trenes de Engranajes, Ventiladores, Turbinas.
ANALIZADOR DE TEMPERATURA	Mide la temperatura a distancia sin tocar la superficie.	Circuitos Eléctricos, Líneas de Vapor, Transformadores, Apoyos Giratorios, etc.
ANALIZADOR DE FUGA DE GAS	Detecta la fuga de gases y vapores en sistemas cerrados.	Sistema de Refrigeración, Bombas de vacío, Línea de Vapor y Aire Comprimido.
ANALIZADOR DE VIBRACION	Vibrometro que determina el nivel de vibración real existente en las maquinarias o equipos.	Máquinas rotativas, Compresoras, Motores a Combustión, Bombas y Equipos en general.
ANALIZADOR DE ESPESORES	Analizador que registra los espesores de paredes de ductos y estructuras.	Tuberías de vapor, líneas de gases, tanques de almacenamiento, carcasa de máquinas, estructuras metálicas.
MULTITESTER	Medición de emparaje, voltaje y continuidad en Circuitos Eléctricos.	Motores, Tableros, Circuitos e Instalaciones Eléctricas.

Frecuencia del Servicio

Las inspecciones para las maquinarias y equipos en Plantas a condiciones normales trabajando a plena carga, se aplicará cada 1,000 horas o su equivalente cada 60 días.

Estas son efectuadas por un Ingeniero Inspector que realiza las pruebas, analiza y registra los valores, informando si adicionalmente observa indicios externos de riesgos operativos en las maquinarias.

Puntos de Maquinaria

La maquinaria se diagrama en un conjunto de unidades llamados puntos de maquinaria, las cuales son parte o sección que requiere ser inspeccionada y controlada con uno ó más instrumentos generando cada valor la utilización de una Tarjeta.

5.4 CONFIABILIDAD

5.4.1 CONCEPTO Y DEFINICION

Hay varias acepciones para la palabra confiabilidad, acepciones que están en la categoría de concepto abstracto. No obstante, en Estadística, confiabilidad tiene un significado preciso por lo tanto no sólo puede ser definida sino también puede ser calculada, medida y docimada.

La confiabilidad es la probabilidad de un éxito, la presencia de fallas no es confiabilidad.

La medida de la confiabilidad de un sistema o equipo es la frecuencia en que ocurren fallas en un tiempo determinado. Si no hay fallas en el equipo es 100% confiable; si la frecuencia de falla es muy baja la confiabilidad del equipo es aceptable, si la frecuencia de fallas es grande el equipo no es confiable.

Un equipo bien diseñado, construido y mantenido adecuadamente no debería fallar nunca, pero la experiencia demuestra que los más

altos esfuerzos no pueden eliminar la presencia de fallas.

En confiabilidad se distinguen tres tipos de fallas (excluyendo el deterioro causado por descuido o uso incorrecto de los usuarios) inherentes al equipo y que ocurren sin responsabilidad por parte del operador.

Primer Tipo

Son las fallas que ocurren tempranamente en la vida de un componente de un equipo o en el equipo mismo. Este tipo de fallas son llamadas "Fallas Tempranas". En la mayoría de los casos estas fallas son el resultado de una mala manufactura y un mal control de calidad.

Estas fallas ocurren durante los primeros minutos u horas de operación del equipo. Pueden ser controladas si se opera el equipo durante un número de horas bajo condiciones que simulan el uso regular del equipo. Otro método para controlar este tipo de fallas consiste en operar varios componentes bajo condiciones simuladas durante algunas horas y luego usar en el armado del equipo los componentes que

"pasaron la prueba".

Segundo Tipo

Son las fallas que son causadas por el envejecimiento de los componentes. Reciben el nombre de "Fallas por desgaste". Estas ocurren solamente si un equipo no está apropiadamente mantenido. En la mayoría de los casos estas fallas pueden ser prevenidas.

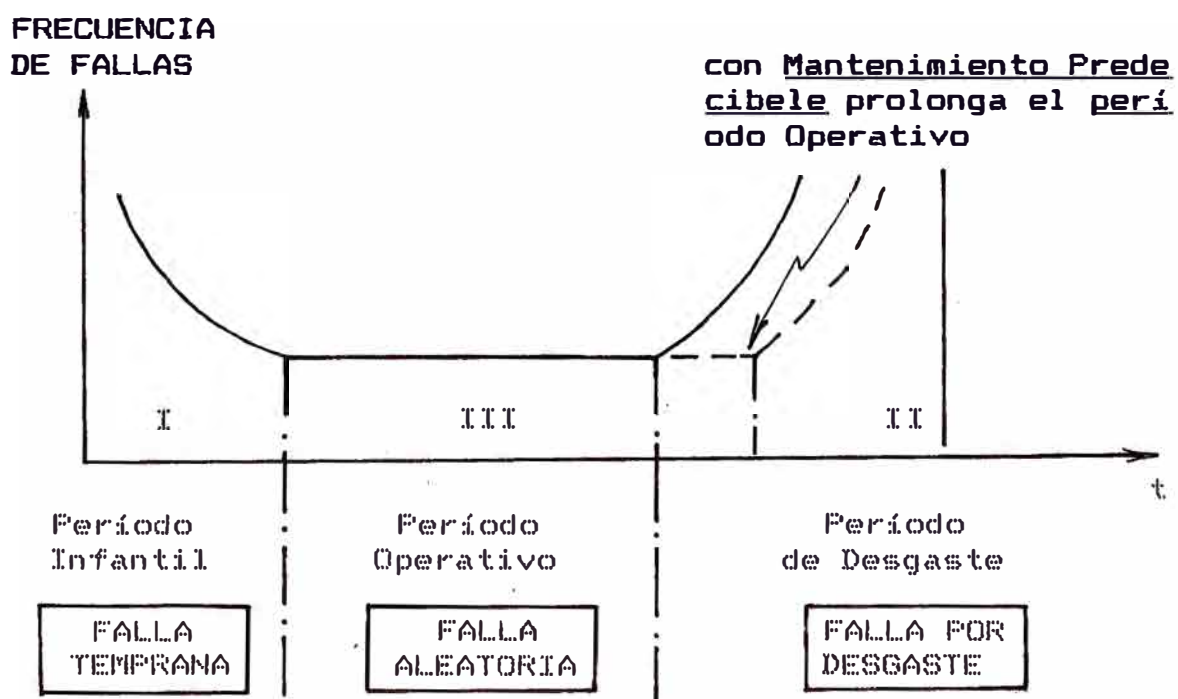
Tercer Tipo

Son las llamadas "Fallas Aleatorias" causadas por un repentino o inesperado agotamiento de uno de los componentes de un equipo. Este tipo de fallas se presentan en intervalos irregulares y/o inesperadamente. No obstante ellas obedecen a ciertas reglas de comportamiento colectivo.

La teoría y práctica de la confiabilidad hace diferencias entre estos tres tipos de fallas por dos razones. Primero, cada uno de este tipo de fallas tiene una específica distribución estadística y requiere entonces un tratamiento distinto y segundo se usan diferentes métodos para su control.

Cuando un equipo funciona como corresponde se dice que es "altamente confiable". En un equipo con esas características las fallas

tempranas deben ser eliminadas a través de chequeos completos antes de la puesta en marcha del equipo. Las fallas por desgaste serán controlados con un apropiado mantenimiento. Luego, si alguna falla ocurre durante la vida útil del equipo esta debería ser una falla aleatoria. Por lo tanto, en un equipo que está en uso su confiabilidad está determinada por la frecuencia de ocurrencia de fallas aleatorias. Evidentemente las frecuencias que se mencionan para ser transformadas en Probabilidad deben ser llevadas al límite. El siguiente gráfico nos muestra la incidencia de las fallas en los periódicos de la vida de una máquina.



Ya se mencionó previamente que la confiabilidad es una probabilidad. En la más simple y más general de las formas, confiabilidad es la probabilidad de un suceso.

En resumen:

Confiabilidad es la probabilidad de que un componente de un sistema o el sistema mismo, cumpla con los propósitos del diseño durante el período de tiempo que debe permanecer en actividad.

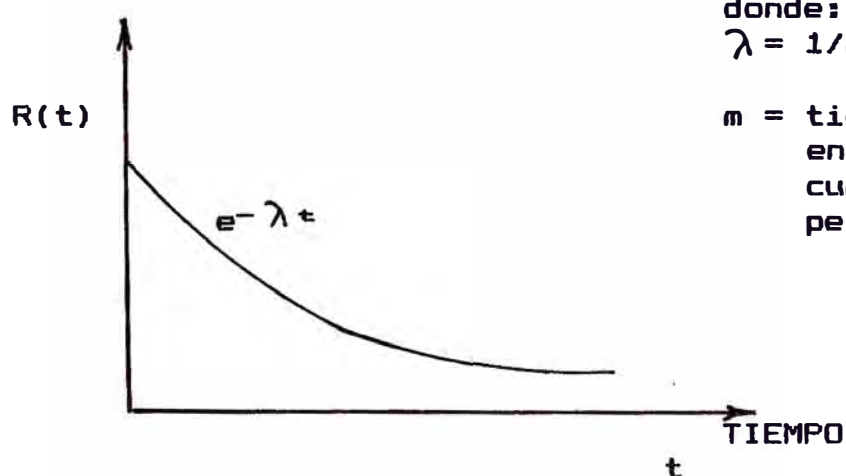
Esta definición implica que la confiabilidad es la probabilidad de que un artefacto no falle durante un cierto tiempo. En la mayoría de los casos esta probabilidad no es conocida a priori.

La forma de conocer esta probabilidad es a través de la frecuencia, evidentemente cuanto más se repita el experimento (cuanto más se observa el funcionamiento de un equipo) más aproximado será el cálculo de la probabilidad y por lo tanto de la confiabilidad.

La probabilidad identificada se denomina **PROBABILIDAD DE SUPERVIVENCIA**. Para evaluar un equipo debe ser operado y evaluado su funcionamiento durante un período de tiempo conveniente ya sea observando como trabaja realmente en su función específica o en un laboratorio bajo condiciones simuladas.

La verdadera probabilidad de un equipo o sistema es siempre desconocida; ésta se determina experimentalmente lo que no quiere que se conozca de esa manera la verdadera probabilidad.

**PROBABILIDAD
DE SOBREVIVIR**



donde:

$\lambda = 1/m$ (frecuencia de fallas)

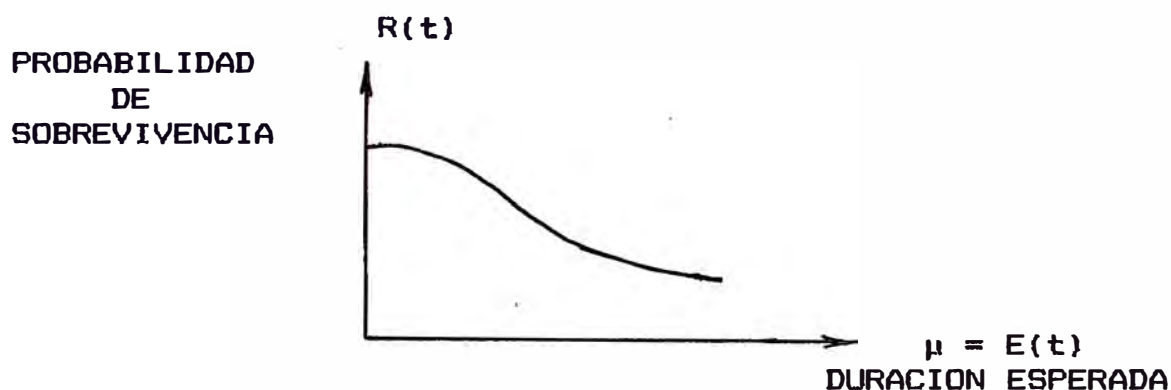
$m =$ tiempo promedio entre fallas (se cumple dentro del período operativo)

5.4.2 LEYES DE FALLAS

Es evidente que para calcular estas probabilidades se hace necesario conocer cuáles son las "leyes de fallas" fundamentales, es decir, cómo se distribuye la variable "t". Es decir que preocupa determinar cuál es el modelo matemático razonable para la descripción de alguno fenómenos observables. Desde el punto de vista matemático es posible suponer cualquier función de distribución de probabilidad para "t" pero hay algunas funciones que se adaptan mejor a estos fenómenos.

a) Ley normal de Fallas

Hay tipos de componentes cuyo comportamiento de fallas puede presentarse por la distribución normal. Es decir que "t" es la duración de un componente y su función de densidad, de probabilidad está dada por:



Nótese que para obtener una confiabilidad alta el tiempo de operación de equipo debe ser considerablemente menor que μ que es precisamente la duración esperada.

La ley normal de fallas representa un modelo apropiado para los componentes en los cuales la falla se debe a efectos de uso. Suponiendo que la distribución de un componente está distribuido normalmente con $\sigma = 10$ horas, si el componente tiene una confiabilidad de 0.99 para $t = 100$ horas, la duración esperada sería $\mu = 123.3$ hrs. (Esto se deduce de Tablas).

b) Ley Exponencial de fallas

Una de las leyes de fallas más importantes es aquella cuyo tiempo para fallar se describe mediante una distribución de probabilidad exponencial. Se puede describir de varias maneras pero la más simple es quizás la siguiente:

Es la distribución aplicable en el caso de que las fallas de un componente o equipo se presente aleatoriamente y el número de

fallas es el mismo para intervalos de longitudes cualquiera sea la ubicación de estos intervalos; es decir, que la frecuencia de fallas es constante.

La suposición de que una frecuencia de fallas es constante se interpreta como que después que el componente ha sido usado su probabilidad de fallar no ha cambiado. Dicho de otra forma, no hay efecto de "uso" cuando se utiliza el modelo exponencial, no hay fallas iniciales porque la frecuencia de fallas es siempre la misma. Resumiendo, el equipo actúa siempre como si fuera nuevo.

Esta función de fallas es de uso correcto en el caso en que el equipo no está sujeto a fallas tempranas y además no se presentan fallas por desgaste. Generalmente en la Electrónica (fusibles, computadoras, etc.). Existen muchos tipos de componentes en que la ley exponencial de fallas es aplicable, por ejemplo, es razonable suponer que un fusible es tan bueno como nuevo mientras está funcionando.

Sin embargo hay muchas situaciones para las cuales las hipótesis básicas que conducen a la ley exponencial de fallas no son satisfechas. Por ejemplo, si una pieza de acero está expuesta a tensión continua evidentemente sufrirá un deterioro y por lo tanto se debe considerar un modelo distinto al exponencial (un auto, por ejemplo, tiene fallas tempranas debido al desgaste).

La ley exponencial d fallas está matemáticamente definido por la fórmula:

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$$

La función de confiabilidad de la ley exponencial de fallas, que se denominará $R(t)$ adopta la siguiente expresión:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

donde:

e = es la base de los logaritmos neperianos.

λ = es una constante llamada frecuencia de fallas.

5.5 ORGANIZACION DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

La organización del mantenimiento ha venido cambiando a lo largo de los años. Antes, toda labor de reparación era realizada por una sola persona, pero se ha ido desarrollando de manera gradual una moderna forma de organización.

El lugar que el mantenimiento ocupa en la Empresa también ha cambiado de modo radical, pues si antes estaba subordinado a la producción, ahora se está equiparando con ella y dependerá directamente de la Gerencia al nivel más elevado.

5.5.1 PRINCIPIOS BASICOS

- a) Entendimiento claro y razonable de la autoridad evitando o suprimiendo superposiciones.
- b) Que las líneas verticales de actividad y responsabilidad deberían ser lo más cortas posibles (evitar rodeos y papeles).
- c) Mantener el óptimo número de personas bajo la responsabilidad de una sola.
- d) Ajustar la organización a las personalidades de los individuos que intervienen.
- e) Imagen permanente de "DE QUIEN DEPENDE, ANTE QUIEN RESPONDE" en el Departamento de Mantenimiento.

5.5.2 ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

El Departamento de Mantenimiento debe estar organizado de la siguiente manera:

- a) Lo primero que debemos efectuar es un organigrama donde se encuentre el personal que depende directamente de mantenimiento. La funcionalidad del Departamento para las condiciones de la Empresa debe ser buena, el número de niveles apropiado, para el futuro solo nos ha de preocupar la asignación de personal en las tareas tanto de mantenimiento correctivo, como de mantenimiento preventivo.

- b) Por otro lado, sabemos que la administración de personal de mantenimiento, le corresponde al mismo Departamento y de acuerdo al organigrama se derivan las actividades y funciones. (Claro está que esto se llevará a cabo cuando se defina los puestos de trabajo que integrarán el Departamento de Mantenimiento).

- c) Se deberá confeccionar un "Manual de Funciones" para el personal del Departamento de Mantenimiento.

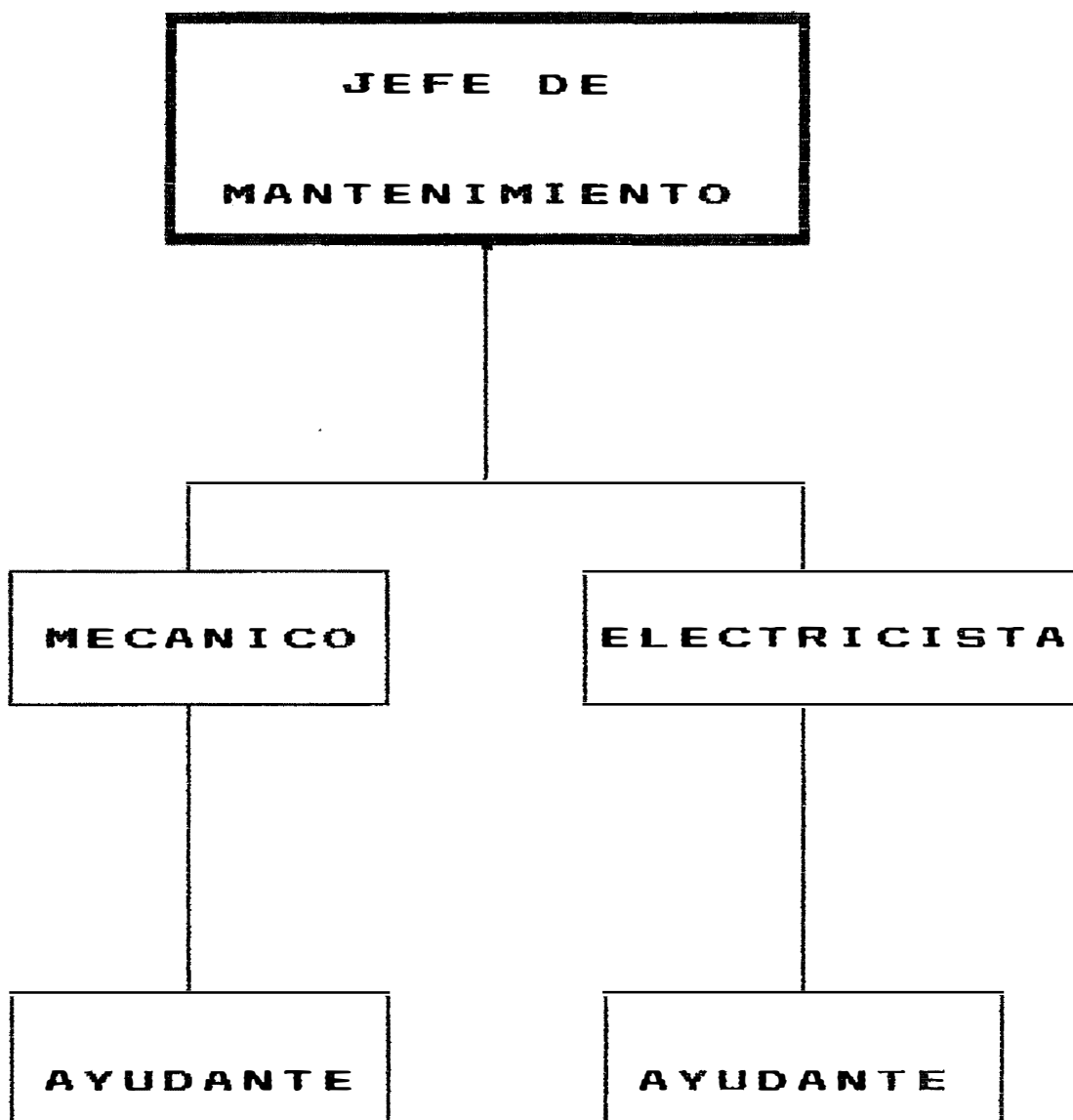
En base a estas consideraciones, el Departamento de Mantenimiento debe contar con un personal mínimo, que estaría dispuesto de acuerdo a la estructura organizacional de la siguiente página, para posteriormente asumir la estructura organizacional subsiguiente. Ver diagramas.

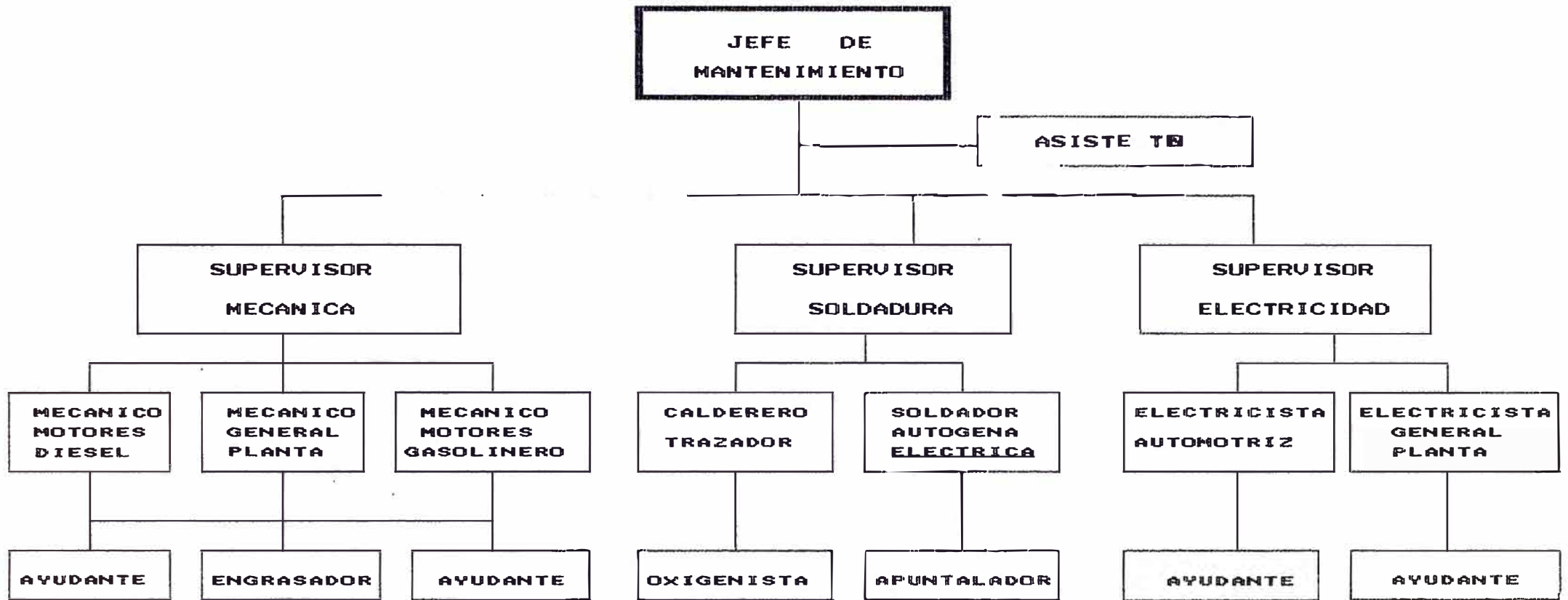
5.3.3 IMPLEMENTACION MINIMA DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

La compra inmediata de herramientas y equipos para realizar un mantenimiento efectivo, implementando el Departamento de los recursos necesarios, debe ser autorizada a corto plazo por Gerencia General.

Las herramientas y equipos requerido son:

- a) Esmeril de banco
- b) Esmeril portátil
- c) Taladro de banco (eléctrico)
- d) Taladro de mano
- e) Tornillo de banco
- f) Mordaza de cadena
- g) Yunque
- h) Prensa
- i) Fragua





- j) Equipo de Oxicorte
- k) Máquina de soldar eléctrica
- l) Mesa de calderero
- m) Ferrería
- n) Juego de llaves de boca y corona
- ñ) Juego de llaves ratchet
- o) Juego de llaves allen
- p) Alicates
- q) Tenaza
- r) Desarmador plano
- s) Desarmador estrella
- t) Martillo de uña
- u) Comba

Combustibles

- a) Oxígeno
- b) Acetileno
- c) Soldaduras.

Servicios

- a) Conexión de agua
- b) Iluminación artificial
- b) Corriente eléctrica trifásica
- d) Servicio higiénico

Nota: Sería conveniente el acondicionamiento del terreno para una zanja de Mecánico (en el caso de un Taller Mecánico).

CAPITULO 6

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

6.1 COMPRAS

Nuevamente diremos que el Departamento de Compras debe canalizar de una manera programada los envíos de materias primas, materiales y suministros.

Si es recargado su trabajo por ausencia de stock en almacén, con la implementación de las cantidades mínimas de repuestos, se reducirán los pedidos "urgentes" y su labor será continuar, con un flujo normal de suministros.

Las compras realizadas deberán ser de artículos "justificables" y deberán tener atención los artículos suplementarios (materiales de limpieza, vestido del personal, etc.)

La secuencia administrativa seguida para la obtención de un repuesto, si bien es cierto, facilita el Control Administrativo; retarda la finalidad para el que se hizo la gestión, o sea el mantenimiento de las máquinas y equipos. Esto hay que superarlo para realizar un mantenimiento efectivo y rápido.

Las cuentas por pagar, referidas al mantenimiento juegan un papel importante cuando se requieren los servicios de algún proveedor o centro de reparaciones.

Hay que dar la debida importancia a los repuestos "pequeños", porque son vitales para las máquinas.

Ejm.: Rectificador de una máquina de soldar. Rodaje de excitatriz en un grupo electrógeno.

Debemos tener en cuenta también, que cuando se cumple un programa de mantenimiento, a veces se hacen horas extras (personal) para utilizar el mayor tiempo posible las máquinas. Por lo tanto, su "operatividad" no debe de ser desperdiciada en las obras, teniendo las máquinas y/o equipos en stand by, pudiendo ser utilizadas en el incremento de la producción.

6.2 ALMACEN Y CONTROL DE INVENTARIOS - APLICADO EN MADE- RAS LAMINADAS S.A - PUCALLPA

Se recomienda efectuar en el Departamento de Almacén:

- a) Una organización haciéndolo "funcionable" para que pueda prestar un servicio efectivo y adaptado a nuestros requerimientos.
- b) Un programa de inventarios por período (mensuales) sobre "Variaciones en el Maestro" (listado o Codificador de Almacenes) y un Inventario General semestral o anual, que signifique un apoyo para la operatividad de las líneas de producción.
- c) Una implementación de los artículos o suministros (Reordenamiento), CODIFICANDO su ubicación en las estanterías existentes de acuerdo a un plan pre-establecido.
- d) Todo lo inherente al mantenimiento preventivo (cantidades mínimas de suministros y materiales, etc.) para que exista funcionabilidad en el sistema y una disponibilidad operativa en las diferentes máquinas o equipos.

6.2.1 CODIFICADOR DE ALMACENES

Los artículos en el Departamento de Almacén estarán codificados y divididos en Areas:

Ejm.: Area 1 - Materias Primas

Area 2 - Materiales

Area 3 - Suministros

Area 4 - Suministro en desuso (obsoletos)

El formato del listado del "Codificador de Almacenes" es como lo presentamos a continuación:

FECHA	P	C	UBIC.	DESC.	UNIDAD	OBSERV.
-------	---	---	-------	-------	--------	---------

FECHA : Apertura del artículo en el Kardex.

P : Planta (se diferencian con una letra si existen más de una planta).

UBIC : Ubicación (CODIGO).

DESC : Descripción del artículo.

UNIDAD: Unidad (pieza, juego, Kg., etc.)

OBSERV: Observaciones.

NOTA: La descripción de los artículos será dada en Inglés o en Castellano.
(Es conveniente uniformizarla)

Ejms.: Los diferentes artículos de Almacén estarán descritos de la siguiente manera:

MATERIAS PRIMAS:

CODIGO	DESCRIPCION
7190064	Pegamento UF-600
7190065	Catalizador 629
7190066	Harina extra
7310160	Cloruro de Amonio

NOTA: El código lo puede dar Contabilidad de acuerdo a sus números de cuentas, o Almacén según su ingreso en el Kardex.

CODIFICADOR DE MATERIALES DEL ALMACEN (Ejemplo Aplicativo):

CODIGO	REPUESTO
704000	Bomba de agua caliente
705000	Tractor Ferguson y Fordson
715000	Compresora Atlas Copco
716000	Afiladora y Sierra Sthil
719000	Tecla Demag. 5 Tn.
720000	Cable Eléctrico No. 14 (Mellizo) Soldadura 7018 (Supercito" Fe. de 3/8"0
734000	Rodaje No. 2452 de Bolas.

Notamos que esta clasificación nos presenta una mezcla de máquinas, materiales y suministros, es decir, no se ha seguido un criterio unilateral.

CODIFICADOR DE ALMACENES

P	C	UBICAC	DESCRIPCION	UNID	FECHA	OBSERVACIONES
A	2	A - 11	TUERCA HEXAGONAL DE 3/8"	PZA	10/6/84	
A	2	A - 12	TUERCA HEXAGONAL DE 1/2"	PZA	10/6/84	
A	2	A - 13	TUERCA HEXAGONAL DE 5/8"	PZA	10/6/84	
A	2	A - 21	ARANDELA PLANA DE 3/8"	PZA	10/6/84	
A	2	A - 22	ARANDELA PLANA DE 1/2"	PZA	10/6/84	
A	2	A - 23	ARANDELA PLANA DE 5/8"	PZA	10/6/84	
A	2	A - 24	ARANDELA DE PRESION DE 3/8"	PZA	10/6/84	
A	2	A - 25	ARANDELA DE PRESION DE 1/2"	PZA	10/6/84	
A	2	A - 31	ARANDELA DE PRESION DE 5/8"	PZA	10/6/84	
A	2	C - 11	PERNO DE 3/8"x1" c/HEXAG.	PZA	10/6/84	
A	2	C - 12	PERNO DE 3/8"x 1" c/HEXAG.	PZA	10/6/84	
A	2	C - 13	PERNO DE 1/2"x1 1/2" c/HEXAG.	PZA	10/6/84	
A	2	C - 14	PERNO DE 1/2"x2" c/HEXAG.	PZA	10/6/84	
A	2	C - 15	PERNO DE 1/2"x3" c/HEXAG.	PZA	10/6/84	
A	2	C - 21	PERNO DE 5/8"x1 1/2" c/HEX.	PZA	10/6/84	
A	2	C - 22	PERNO DE 5/8"x2 1/2" c/HEXAG.	PZA	10/6/84	
A	2	C - 23	PERND DE 5/8"x3 1/2" c/HEXAG.	PZA	10/6/84	
A	1	B - 332	PISTON	PZA	10/6/84	
A	1	B - 41	CORREA V DE 3/8"x 37"	PZA	10/6/84	
A	1	B - 42	CORREA V DE 3/8"x 39"	PZA	10/6/84	
A	1	B - 31	PUNTA DE TORNO GIRATORIA	PZA	10/6/84	CONO MORSE N 1
A	1	D - 221	MADRIL LLAVE o A8 o 5-8 mm	PZA	20/7/84	CONO MORSE N 1
A	1	D - 212	MADRIL DE AGUJERO o 20 mm.	PZA	20/7/84	IMPDRTADO
A	1	D - 213	MADRIL DE AGUJERO o 50 mm.	PZA	20/7/84	IMPORTADO
A	1	D - 211	MADRIL DE AGUJERO o 80 mm.	PZA	20/7/84	IMPORTADO
A	1	D - 212	GUBIA o 10 mm.	PZA	20/7/84	IMPORTADO
A	1	D - 212	GUBIA o 16 mm.	PZA	20/7/84	IMPORTADO
A	1	D - 121	BURIL INTERIOR	PZA	20/7/84	IMPORTADO
A	1	D - 122	BURIL EXTERIOR	PZA	20/7/84	IMPORTADO
A	1	D - 123	BURIL DE TRONZAR	PZA	20/7/84	IMPORTADO
A	1	D - 311	UTIL DE DESBASTAR	PZA	20/7/84	IMPORTADO
A	2	E - 31	PEGAMENTO UF-600	GAL	20/7/84	
A	2	E - 51	CATALIZADOR 629	GAL	20/7/84	
A	2	A - 51	HARINA EXTRA	KGR	20/7/84	
A	1	F - 41	CABLE ELECTRICO N14(mellizo)	PT	20/7/84	
A	1	O - 33	RODAJE N 2452 DE BOLAS	PZA	20/7/84	

o al menos por grupos o sectores de los artículos de almacén, por esta razón, se explica la existencia de un repuesto que "no se encuentra" (existiendo físicamente en Almacén) por el hecho de no estar situado en el lugar que le corresponde. Esto siempre debemos evitar.

6.2.2 ESTRUCTURA DEL DEPARTAMENTO DE ALMACEN

I. El Departamento de Almacén contará como mínimo con dos áreas de almacenamiento o almacenes.

A) Almacén de suministros

B) Almacén de materias primas, materiales y suministros en desuso (obsoleto).

II. En el Almacén de Suministros se hará la ubicación de artículos (ordenación) con su respectivo asentamiento en el "Codificador de Almacenes".

FECHA	P	C	UBIC.	DESC	UNIDAD OBSERV.
12-1-84	A	1	B-332	Pistón	Pza. Importado

III. Se implementará un Plan de Ordenamiento para un mejor acceso a los suministros de acuerdo a los siguientes lineamientos"

A) Existirán dos áreas en el Almacén de Suministros:

a) Area de Suministros de menor volumen.

b) Area de Suministro de mayor volumen.

B) Los artículos de estas dos áreas seguirán una ordenación lógica de acuerdo al número o código ya establecido, la consecutividad sólo se verá afectada por la separación de los artículos en las dos áreas respecto a su volumen. Pero en cada área seguirán el ordenamiento de menor a mayor (7120043-7120044...)

C) El área de suministros de menor volumen contará con tres o más estantes y el área de suministros de mayor volumen con dos estantes o

más, según la necesidad.

a) Area de Suministros de menor volumen

1. Cada estante contará con 7 ó más partes o secciones frontales y 7 o más secciones posteriores. Las secciones frontales seguirán un ordenamiento alfabético (A, B, C, D,) y las secciones posteriores seguirán el mismo ordenamiento pero adjuntando un subíndice numérico (A₁, B₁, C₁, ..) Ver Figura superior de la siguiente página.

2. Cada sección, ya sea frontal o posterior contará con NIVELES:

Nivel 0 (Techo)

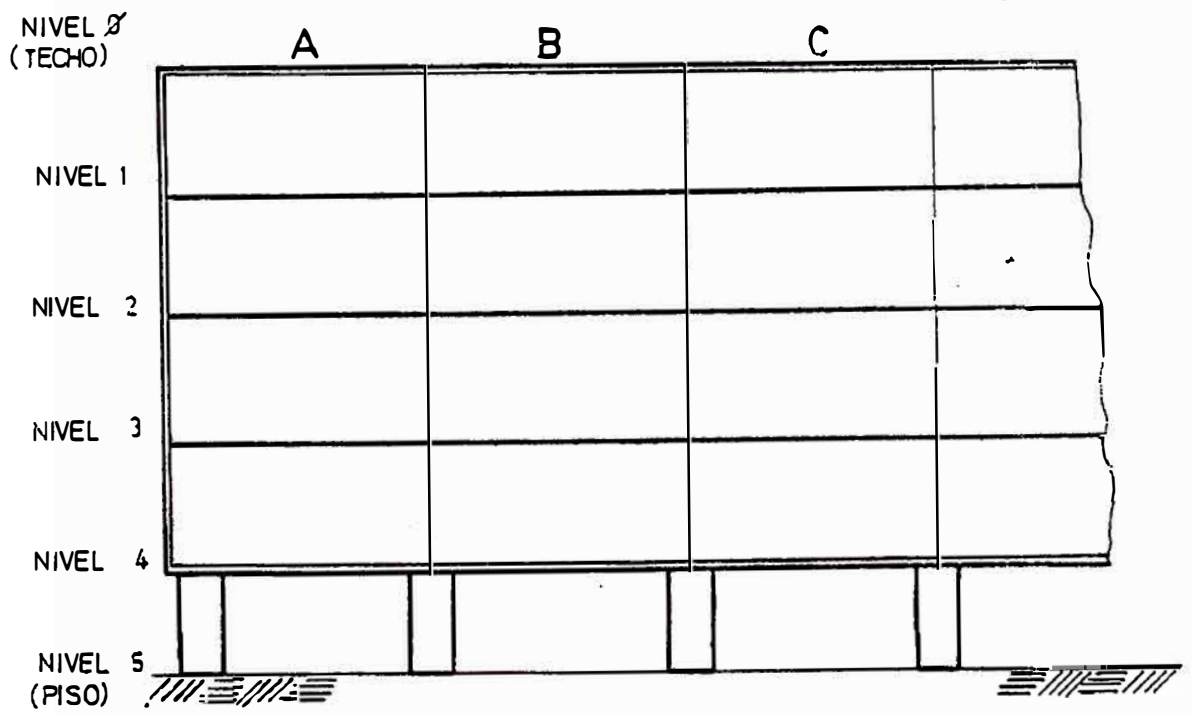
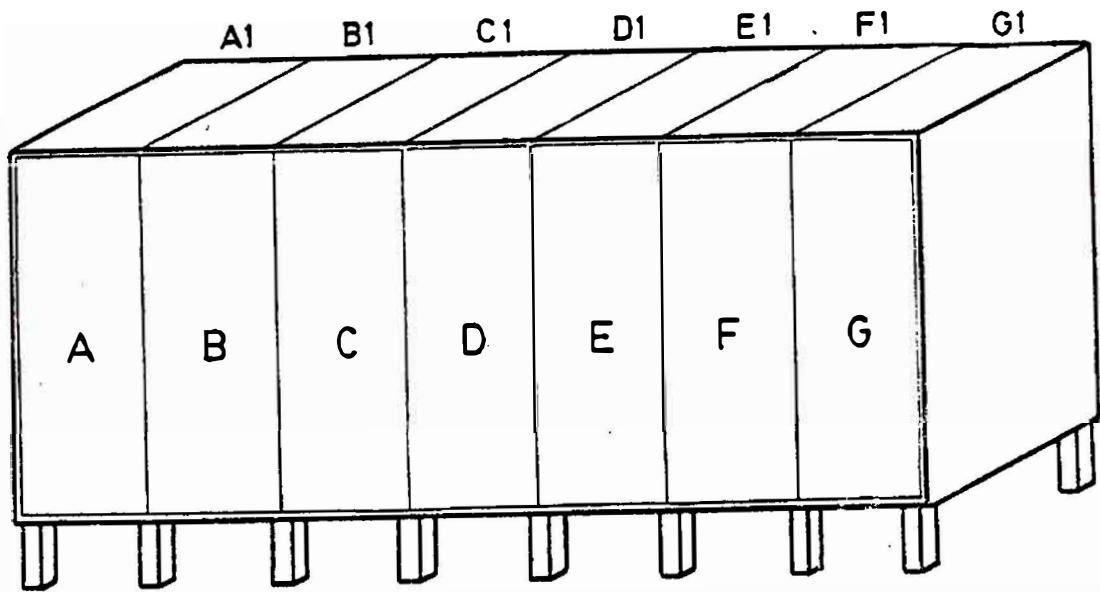
Nivel 1 (Cajonería)

Nivel 2 (Cajonería)

Nivel 3 (Cajonería)

Nivel 4 (Cajonería)

Nivel 5 (Fiso)



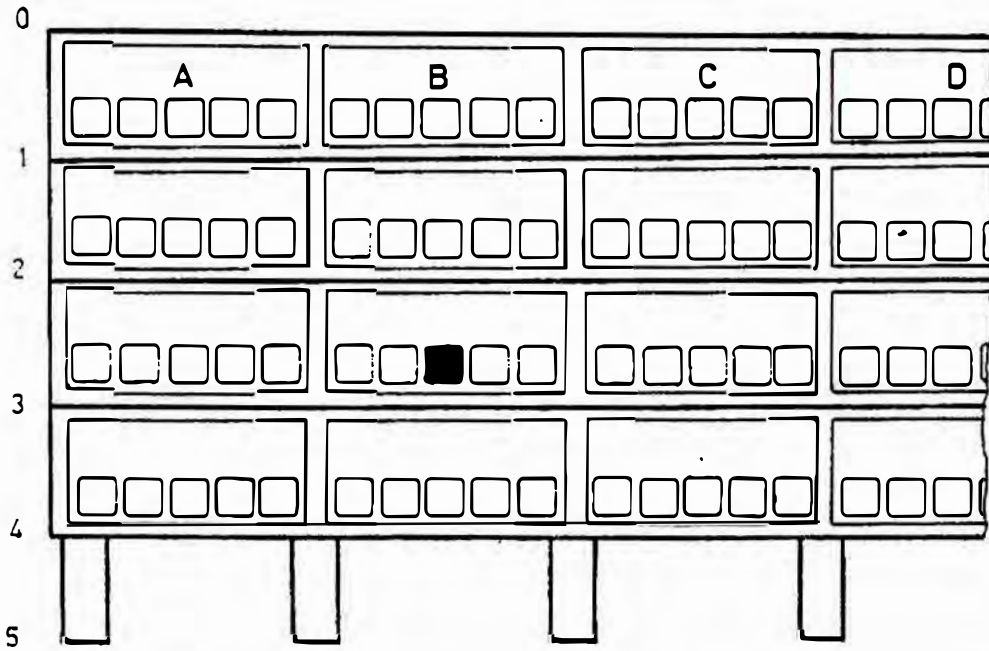
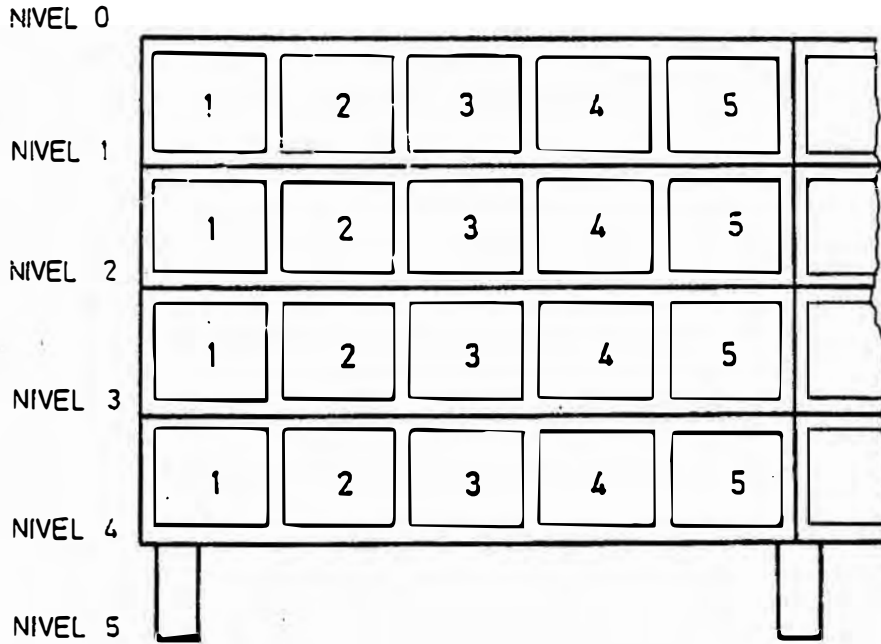
Presentamos una figura para visualización de los niveles, en la siguiente página.

3. Cada nivel contará con una cajonería (Fila de 5 cajones) que llevarán una numeración correlativa de izquierda a derecha. Ver Figura superior en la siguiente página.

Cabe anotar, que tanto el techo como el piso no llevarán cajones.

4. El techo se utilizará para suministros de volumen mediano o mayor y de poco peso (casos excepcionales).
5. El piso se empleará para suministros pesados y de mayor volumen (casos excepcionales).
6. Como resumen podemos dar un Ejm: Presentamos un dibujo o diagrama en la cual pintamos de negro un cajón, luego describimos su ubicación (código). Ver diagrama inferior de la siguiente página.

SECCION - A.



CODIGO DE UBICACION : B - 33

CODIGO DE UBICACION: E-33

Donde, E: Sección E

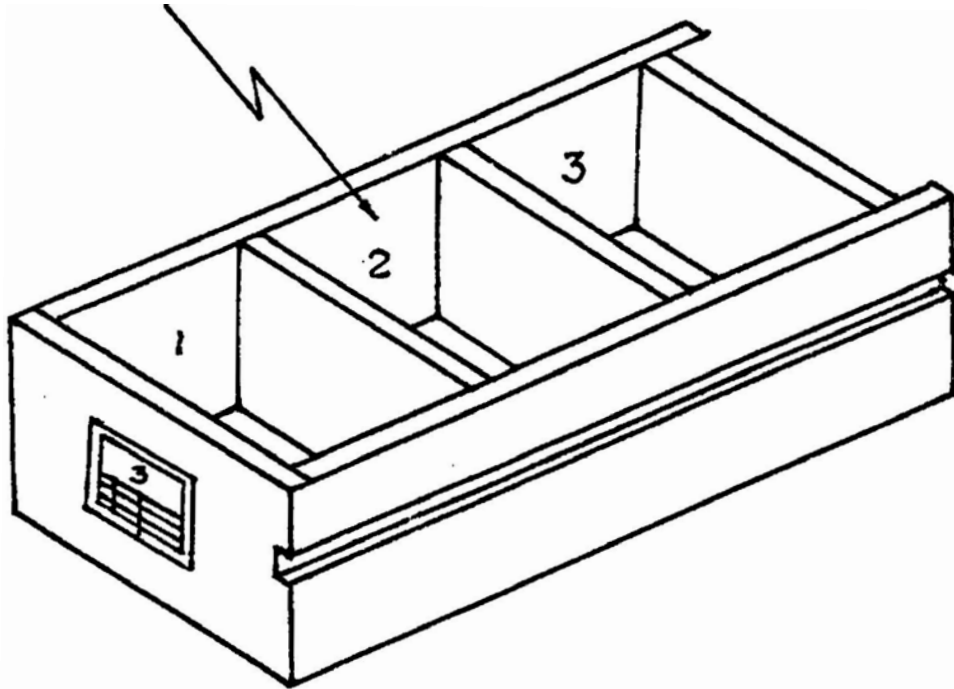
-: guión de separación
sección-nivel/cajón.

3: Cajón 3

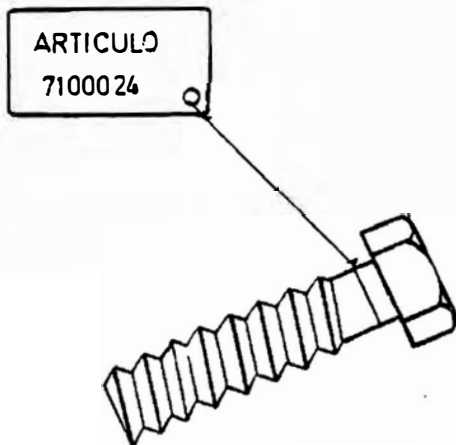
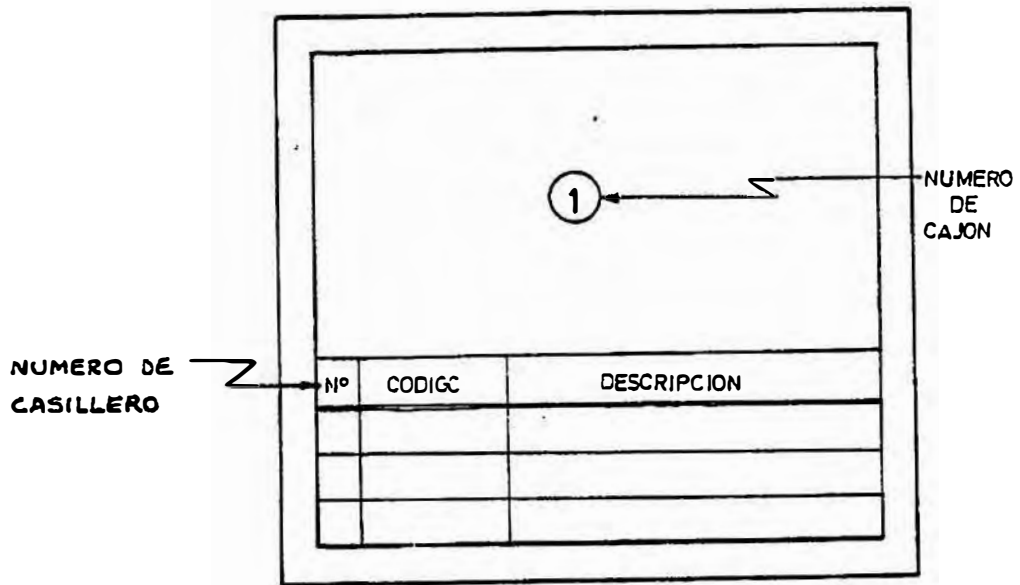
Además, el código de ubicación del cajón opuesto sería: E₁-33.

7. Debemos aclarar que en un mismo cajón pueden existir 1, 2 ó 3 artículos diferentes separados por una tabiquería, esto se hará de acuerdo al volumen que ocupan las cantidades mínimas de los suministros. Se supone que estos artículos por estar en un mismo cajón tendrán la misma ubicación (código) hasta el cajón. Pero agregaremos un último dígito al código para ubicarlo. Ver gráfico.
8. En el caso de existir en un mismo cajón más de un artículo no existirán problemas de "escoger el artículo" porque además del código en el frente del cajón existirá una etiqueta (cartulina) con el formato que se indica en página 106.

**CODIGO DE UBICACION
DEL ARTICULO : B-332**



CAJON : B-33

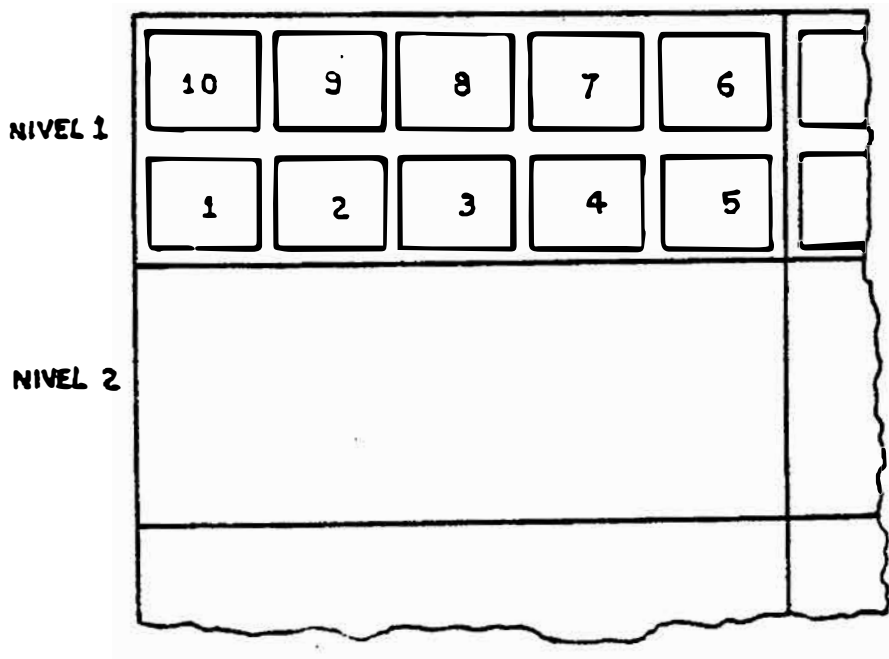


9. Además en los espacios de los artículos existirá una muestra del artículo que siempre quedará en stock en la que se colocará una etiqueta con el código del artículo. Ver figura inferior de la página anterior.
10. Para el futuro en el caso que se necesite más espacio por existir mayor cantidad de artículos, se podrán superponer cajones encima de los actuales con la numeración correlativa: 6, 7, 8, 9, 10 etc. Ver figura en la siguiente página.

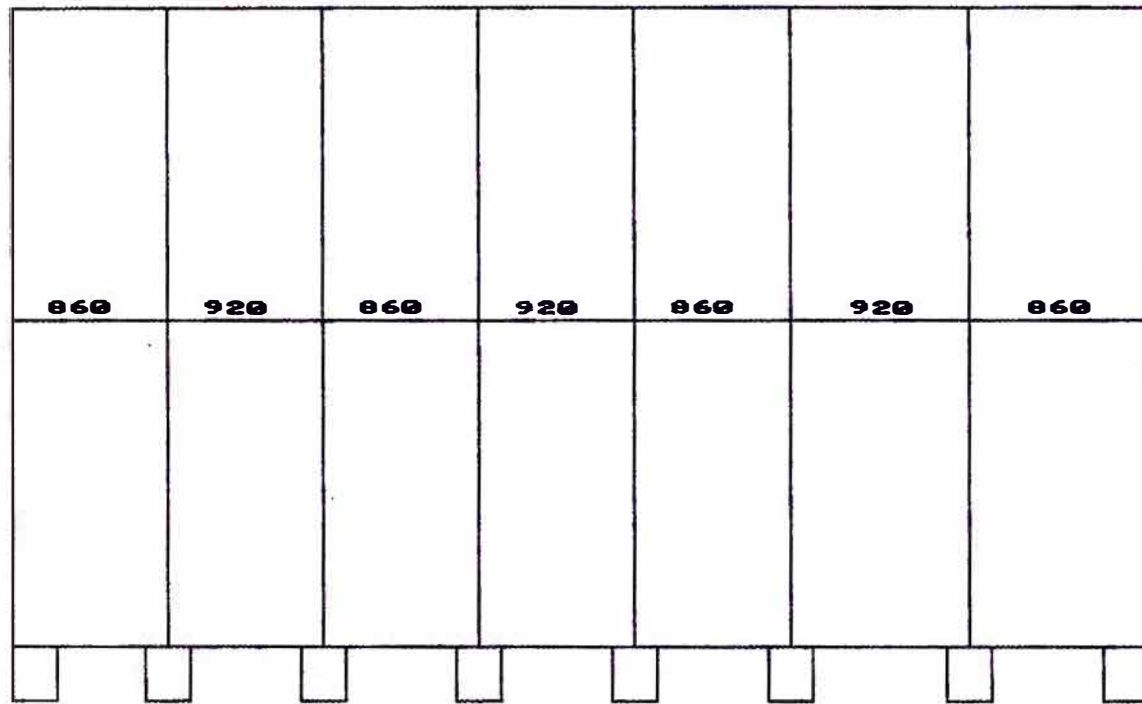
Dimensiones de la cajonería en el área de suministros de menor volumen

1. Los estantes que se encuentran en almacén se hallan estructurados de acuerdo a las siguientes dimensiones (nos interesan por su significatividad, sólo los anchos y largos; no la altura de los cajones). Ver diagrama en la página 109.

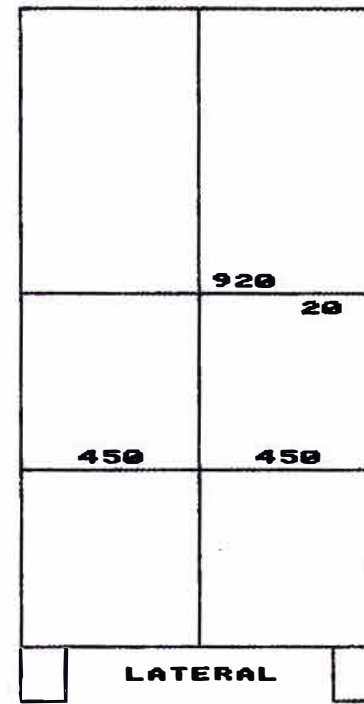
NIVEL ϕ



SUPERPOSICION DE CAJONES



FRONTAL



LATERAL

2. Los cajones, por lo tanto, deberán confeccionarse con el criterio de que siempre en una sección sean cinco. Entonces como la dimensión es $1/7$, existirá un cajón con $1/35$ como dimensión frontal o ancho del cajón.
3. Las dimensiones de los cajones "standard" son las siguientes:
Alto : 150 mm (recomendable)
Largo: $a/2$ (460 mm. recomendable)
Ancho: $L/35$ (170 mm. recomendable)
4. Los cajones se construirán con planchas defectuosas de triplay de 8' x 4' y de mm. de espesor, es lógico suponer que se desecharán algunas partes muy dañadas, pero los costos serán mucho mejores a comprar planchas sin defectos.

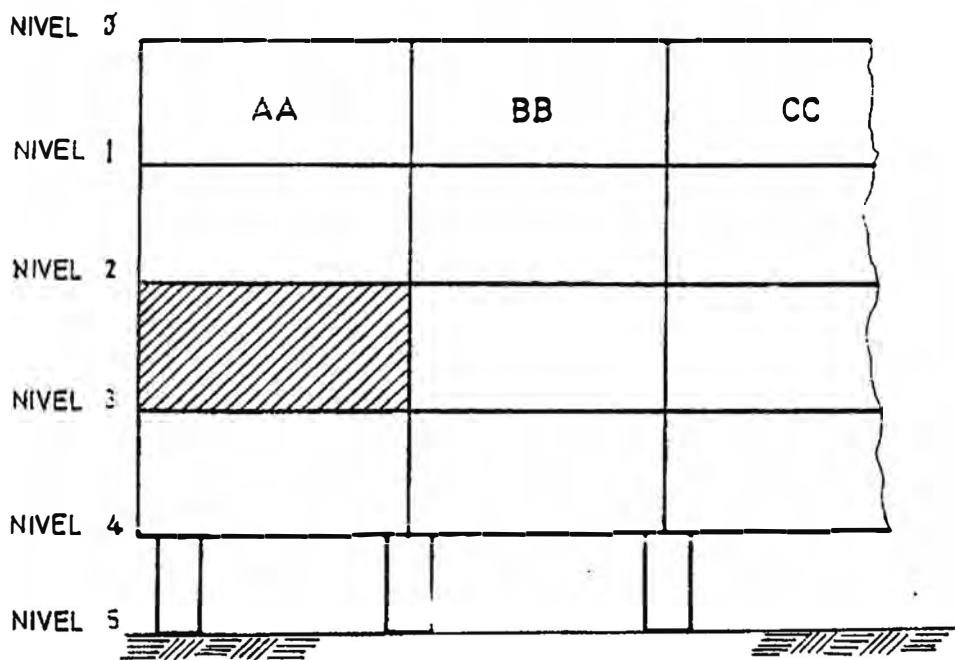
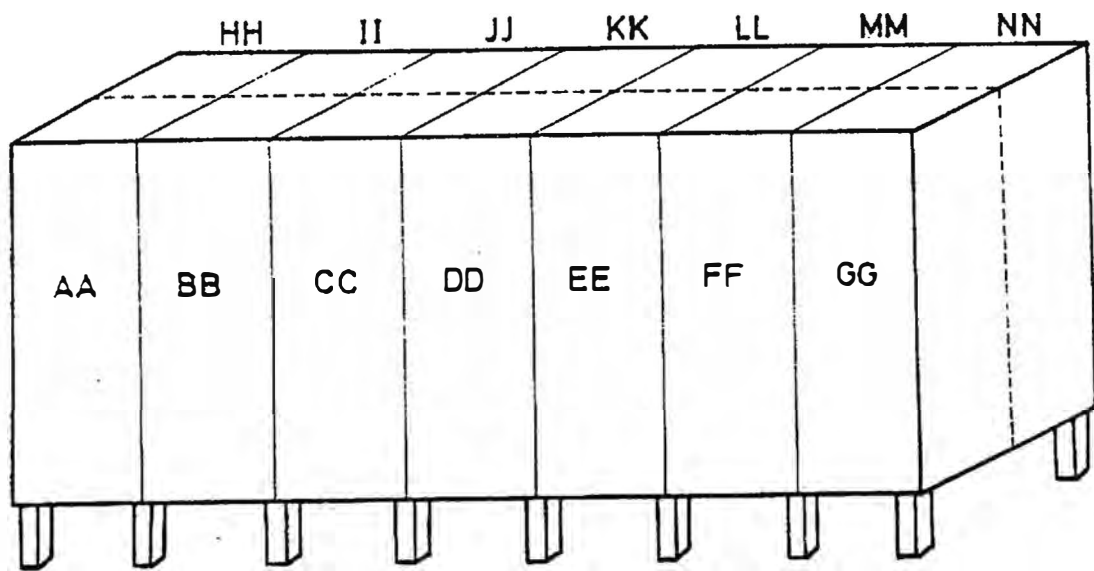
b) Area de Suministros de Mayor Volumen

1. Esta Área contará con dos estan-

tes o más, no contará con cajonería sino solamente con divisiones o tabiques que dividirán las secciones (AA, BB, CC, etc.) y se tendrá acceso por la parte frontal y posterior. Ver figura adjunta.

2. En lugar de utilizar letras simples del alfabeto, A, B, C, D, etc., las secciones contará con dobles letras (repetidas) para diferenciarlas de las secciones de los estantes del área de suministros de menor volumen y las partes posteriores serán completamente diferentes a sus opuestas frontales.

3. Los niveles a considerarse serán los mismo que en el caso anterior (Área de Suministros de Menor Volumen). Ver figura adjunta.



4. Mostraremos como ejemplo de codificación la parte achurada de la figura anterior:

AA - 3

AA : Sección
 - : Separación sección-
 compartimiento.
 3 : Nivel (compartimiento)

5. Tal vez en un caso excepcional, en un nivel o compartimiento se coloquen dos artículos o más, éstos deberán ir con su respectiva Etiqueta (indicando Código de artículo).

Es lógico que estos artículos tengan el mismo código de ubicación. Pero se les puede diferenciar de izquierda a derecha con un dígito más: 1, 2, 3.

Ejm: AA - 31, AA - 32, AA - 33,

Si hubieran tres artículos en un mismo compartimiento.

IV. En el almacén de Materias Primas, Materiales o Suministros en desuso (obsole-

tos) se ubicarán en dos estantes los cilindros que contengan lubricantes o combustibles, en otros dos estantes los materiales y en una estantería central todos los repuestos o suministros que por alguna razón han dejado de usarse, suministros que han sido usados y que pueden servir en algún caso futuro y algunos suministros que de acuerdo a sus características y estado, se consideren como excepcionales.

1. A este Almacén de materias primas, materiales y suministros en desuso se le conocerá con el nombre de Almacén Auxiliar y al anterior Almacén Principal.

2. Es muy importante notar que, por razones de capacidad del Almacén Auxiliar, existirá materias primas (como por ejemplo: sacos de harina) que no se encuentren apiladas o aperchadas en su interior. Estas materias primas pueden encontrarse en áreas especiales, por su gran volumen, en diferentes lugares de

la planta.

3. Por último, y por conclusión lógica, la ubicación de estos artículos en el Almacén Auxiliar no será codificado. En algunos casos se indicará con una etiqueta el nombre del artículo, su código si lo tuviese y alguna referencia particular que incluir, en otros, se pintará alguna señal en la pared si es que fuese necesario. Ejm.: caso de barriles conteniendo lubricantes.

6.2.3 COSTOS DE MATERIALES PARA IMPLEMENTAR EL ALMACEN PRINCIPAL O DE SUMINISTROS (Acondicionamiento para el Sistema)

a) Area de Suministros de Menor Volumen

En esta área se confeccionarán cajones standard:

1. Frontales : 3 estantes x 4 niveles x 35. Total: 420 cajones
2. Posteriores: 3 estantes x 4 niveles x 35. Total: 420 cajones.

Son: 840 cajones "standard"

1. Cajones tipo standard (Ejemplo de cálculo de planchas). Bases (460 x 170 mm).

	Dimensión	Piezas	Sobra
1220 mm (4')...	460	2	300
	170	7	30
		====	
2440 mm (8')...	460	5	140
			====
	170	14	40

1 plancha de triplay = 35 piezas (Minimización de desperdicios) según investigación operativa.

Para 840 bases = 24 planchas.

NOTA: Las planchas a utilizarse son "defectuosas". Los procedimientos de corte serán dadas al carpintero.

Laterales (460 x 142 mm):

1 plancha = 40 piezas

Para (840 x 2) laterales = 42 planchas.

Frente (154 x 142 mm):

1 plancha = 120 piezas

(840 x 2) laterales = 14 planchas

**Sub-total de planchas utilizadas para
cajones:**

24 + 42 + 14 = 80 planchas.

b) Area de Suministros de Mayor Volumen

En esta Área se confeccionarán tabiques de dos tipos y de acuerdo al mismo criterio de cálculos y procedimientos de corte de planchas:

Tabique (850 x 360 mm) (Considerando 360 mm. la altura entre niveles)

Planchas utilizadas = 16

**Sub-total de planchas utilizadas para
tabiques**

16 planchas.

Total planchas en las dos Areas

80 + 16 = 96 planchas

El costo unitario por planchas de 4' x 8 de espesor defectuosos es de S/. 7.00 (40% de una plancha nueva).

Costo Total Planchas.....S/. 672.00

Costo de otros materiales

<u>Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio</u>	
			<u>Unitario</u>	<u>Total</u>
			S/.	S/.
Pintura Lava				
ble marrón	Galón	6	35.00	=210.00 =
Clavos 1/2"	Kg	8	5.00	= 40.00 =

Por tanto, el Costo Total de la de la ordenación de Almacén de Suministros (materiales) es de S/. 922.00, suponiendo que los estantes se encuentren en Almacén.

6.2.4 AREAS DE ALMACENAMIENTO Y RECORRIDOS

En lo relativo a las áreas de almacenamiento y recorridos de los vehículos y flujos de producción es necesario realizar todo un plan o estudio para optimizar tiempos y áreas.

- a) Las áreas de almacenamiento deben ser demarcadas y se debe controlar que sean respetadas por los Op. de Montacargas, otros operadores de vehículos (Ejm. Trascabo).

- b) Los letreros deberán ser utilizados correctamente y se llamará la atención al que no cumpla con sus indicaciones.
- c) Se utilizará pintura para demarcación de los pisos, donde se colocan ciertas materias primas, materiales o productos en proceso o productos terminados.
- d) Los recorridos siempre deben estar "limpios", es decir, todos los equipos de limpieza deben estar en perfectas condiciones de operación para evitar "Corte de tránsito" porque las vías se vuelven inaccesibles, por desperdicios o material de desecho. No se debe obstruir el paso vehicular ni peatonal en las Plantas.

6.2.5 CONCLUSION

Toda esta nueva estructura u ordenamiento del Departamento de Almacén obedece a las siguientes mejoras:

- A. Rápido acceso al artículo pedido por los mecánicos u operarios.

B. Recorrido y tráfico en Almacén menos "cargado" y limpieza de las áreas de almacenamiento.

C. Poder efectuar inventarios periódicos mensuales, para controlar las cantidades mínimas requeridas para la implementación del mantenimiento predecible.

D. Control y despacho separado de artículos no homogéneos.

E. Se debe controlar el cumplimiento de los flujos de recorridos, y tránsito vehicular evitando que los camiones de carga atraviesen toda la planta.

6.3 SEGURIDAD INDUSTRIAL EN MADERAS LAMINADAS S.A.

Debemos poner especial cuidado en todo lo relativo a Seguridad Industrial.

Ejemplo aplicativo:

"En el año 1977 se constituyó un "Comité de Seguridad Industrial de la Empresa Maderas Laminadas S.A." integrado por las siguientes personas:

1. E. Humberto Morán : Superintendente de Mantenimiento
2. Manuel Puetto Da Silva : Insp. de Mantenimiento
3. Cresencio Villasis : Insp. de Mantenimiento
4. Augusto Sayaní S. : Sup. Secadores
5. Máximo Hernández : Sup. Torno
6. Bolívar Silva Solano : Sup. Enchapes
7. Roger Armas Lane : Sup. Prensas
8. Roldán Ríos Trigoso : Sup. Enchapes
9. Dionisio Kataljana : Mecánico de Guardia
10. Edwin Palacios : Calderista
11. Telésforo Jazmín : Ayud. Mecánico
12. Ladislao Navarro : Electricista
13. Wilson Villarís : Soldador
14. Marcos Rengifo : Sanitario
15. Lisia Córdova Samamé : Asistente Social

"Nos encontramos en un momento, en que tenemos que actualizar o reorganizar este Comité de Seguridad"
¡Texto de un Memorándum! El Comité de Seguridad siempre debe estar organizado y actuando.

- a) Es muy importante tener "al día" los equipos y extinguidores contra incendios. Para esto se confeccionará una lista de los trabajos inmediatos a realizarse así como de los extinguido-

res que necesitan "recargue" y de los equipos que se deben comprar para prevenir cualquier incendio que pueden ocasionar pérdidas irreparables para la empresa. Una buena implementación de los equipos contra incendios puede evitar pérdidas irrecuperables.

b) Uno de los fines es eliminar todas las causas de accidentes de la planta: actos inseguros, condiciones inseguras, fuentes de condiciones inseguras, factores personales, factores estructurales, etc.

c) Se realizarán también estudios de costos por accidentes:

- Costos directos o asegurables.
- Costos indirectos o no asegurables.

d) Se calcularán los índices de seguridad:

- Índice de frecuencia.
- Índice de severidad.

En el caso de lesiones en los trabajadores.

e) Las inspecciones de seguridad ya han sido contempladas anteriormente. Estas han sido programadas de acuerdo a la importancia de los equipos.

- f) Los análisis de seguridad para detectar riesgo, no se dejarán de lado, para así establecer métodos seguros en las operaciones de trabajo.
- g) Para realizar todos estos trabajos en el Organigrama de Mantenimiento se podría proponer un Inspector de Seguridad.
- h) Una campaña de seguridad se debe realizar a corto plazo para tener "enterados" a los trabajadores de todo lo relacionado a la Seguridad Industrial.
- i) Un plan de orden y limpieza se podría ejecutar durante el año. No se debe descuidar este aspecto.
- j) Nos basta contar con extinguidores para tres tipos de fuego:
- Tipo A: Producidos por madera, papel, plásticos, etc.
 - Tipo B: Producidos por gasolina, aceites, petróleos, etc
 - Tipo C: Producidos por equipos eléctricos.

Es decir, debemos utilizar extinguidores que contengan los siguientes agentes:

- Agua a presión
- Polvo químico seco
- Dióxido de Carbono
- Universal.

Además, se deben hacer "pruebas" para el uso correcto de los extinguidores portátiles, y sobre el material que se pueda sofocar con ello.

La Organización de "Brigadas contra Incendios" es una de las tareas inmediatas a ejecutar e implementar.

Un aspecto importante es la prohibición terminante de quemar basura en áreas "no apropiadas" de la Planta, siempre se debe hacer en incineradores.

CAPITULO 7

OTROS DEPARTAMENTOS Y SUS RELACIONES DIRECTAS CON EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

7.1 INGENIERIA DE METODOS

Este aspecto es muy importante tocar, ya que de un estudio de Ingeniería de Métodos podemos obtener valiosos resultados en Producción.

Sería importante realizar:

- a) Un estudio de tiempos de trabajo (Cronometraje o toma de tiempo), para ver como se desenvuelven los operarios con las máquinas.

- b) Un estudio de métodos de trabajo:

- Método actual
- Método mejorado
- Método mecanizado (óptimo)

y hacer las respectivas comparaciones de productividad o eficiencia de las máquinas.

- c) Observaciones instantáneas para llegar a una racionalización de trabajo efectiva, acorde con los equipos.
- d) Un Balance de Líneas de Producción ligado al planeamiento y control de la producción, rediseñando partes si son necesarias.
- e) Un estudio de las horas disponibles, horas asignadas de trabajo a las máquinas, horas de ocio, tiempo de proceso, asignación de personal a las máquinas, etc.

Todo esto nos llevará a una comunión con el Departamento de Producción.

7.2 ADMINISTRACION DE PERSONAL

Debemos hacer una "Evaluación de Puestos y Salarios" del personal del Departamento de Mantenimiento, con ello obtendremos datos valiosos de sus estudios, habilidades, etc., para asignar las tareas en las que se encuentren "a gusto" y las realicen efectivamente bien.

CALCULO DE LA OPERACION STANDARD

N° días muestreo Tiempo Muestreados	1	2	3	4	5	PARCIAL	Factor de Valuación	TOTAL	
	T T								
T R									
T tP									
SUMA PROMEDIO FINAL DE OPERACION (P.F.o)									
$\text{OPERACION STANDARD} = \frac{\text{P.f.o.}}{\text{N° días}} = \text{-----} \cong (\text{Min})$									

Factor de Valuación: Factor Experimental que indica distribución y dá una proporcionalidad de importancia para la decisión final. Normalmente se da una distribución del 50% al tiempo del promedio (T tP) ya que representa valor real obtenido.

La distribución de 25% al TT y 25% al TR va adecuado generalmente por tendencia de valorización y experiencia.

Es recomendable mantener está proporcionalidad.

Ejemplo:

Si alguien tiene habilidades de gasfitero le daremos los trabajos de reparación de las tuberías de los sanitarios de la Planta.

7.2.1 MANUAL DE FUNCIONES GENERALES APLICADO EN NOVOA INGENIEROS S.A.

1. El suministro de combustible y lubricantes, juega un papel preponderante en la operatividad de la máquina. Por eso es importante que cada operador chequee constantemente los niveles de aceite y petróleo (o gasolina) de las máquinas.
2. Si se ha descuidado mucho el aspecto técnico, se debe proceder a solicitar información técnica, catálogos, planos, etc. a las diferentes casas que han vendido equipos, máquinas y vehículos a la Empresa. Esta información técnica se insertará en el cuaderno de máquina.
3. Las máquinas y equipos a veces sólo reciben mantenimiento correctivo y mecánico, siendo la parte eléctrica descuidada completamente. El plan de mantenimiento a

considerarse verá ambos aspectos en las máquinas: mecánico y eléctrico.

4. El ajuste de pernos, engrases, calibraciones y otros trabajos pequeños deben ser una obligación, también de los operarios y choferes, etc. que tiene a su cargo las diferentes máquinas y equipos.

5. Los operarios deben aprender a operar y conservar sus máquinas y efectuar trabajos periódicos para los cuales deben existir las herramientas necesarias.

Como ejemplo, diremos que los choferes deben inspeccionar y controlar el nivel de agua, aceite, combustible, batería (ácido y agua destilada), herramientas (gata, llaves, etc.) y llantas de repuesto.

Debe reportar el kilometraje diario, galones de combustible utilizados por día y su rendimiento (Km/gl).

Los vehículos los podrán movilizar siempre y cuando tengan autorización directa del Jefe de Mantenimiento y/o Gerente de Servicios.

Se les exigirá algunas normas, como por ejemplo:

a) Nunca deben llevar pasajeros que no sean de la Empresa o los de la Empresa que no tengan la autorización respectiva.

b) La limpieza de su vehículo es norma fundamental para el chofer.

"El vehículo es el Espejo de la Empresa" "Mantener tu vehículo limpio ayuda a mantener tu trabajo".

Serían lemas internos que se pueden utilizar.

c) La falta de cumplimiento a las normas serán sancionadas.

d) Por las noches dejarán el vehículo con llave y las llaves en la guardiana.

6. En el caso de operadores especializados, también se confeccionarán lineamientos de mantenimiento.

Por ejemplo, el operador del grupo elec-

trógeno:

- a) Debe velar por el buen funcionamiento del grupo electrógeno.
- b) Ver por la limpieza del G.E., cambio de aceite, filtros, etc.
- c) Informar con anticipación a almacén cuando los niveles de petróleo y aceite estén por terminarse y hacer el pedido respectivo.
- d) Confeccionar el parte diario de mantenimiento y reportar cualquier anomalía, etc.

7. Se tiene que crear un Departamento de Mantenimiento organizado, capaz de planear todos los trabajos inmediatos de conexión y luego de prevención de fallas, para esto debemos contar con personal calificado, organizado y responsable, para poder formar un buen equipo. Se tendrá que contratar dos personas capacitadas (una para la parte eléctrica y otra para la parte mecánica).

8. Los trabajadores van a ser controlados mediante tarjetas o partes diarios para de esta manera asignar nuevas tareas y controlar los trabajos.

La información de los reportes debe ser volcada al Cuaderno de Máquina (trabajos realizados, repuestos reemplazados, etc.)

9. Se debe contar con un taller apropiado, con casilleros para las herramientas del mecánico y el electricista, un almacén de repuestos, materiales consumibles propios de un taller, etc. Demás está decir que tiene que haber siempre un responsable en el taller que cuide de las herramientas (almacenero-ayudante).

10. Cada uno de los integrantes del Departamento de Mantenimiento-DIVSER debe cumplir con el "Manual de Funciones", esto quiere decir que las obligaciones asignadas de las cuales son responsables, los limitan a realizar otras funciones por la buena marcha del Departamento.

11. De acuerdo a la disponibilidad de personal y repuestos en el almacén, se tiene que ir programando los diferentes trabajos, teniendo en cuenta la prioridad de los mismos para dejar poco a poco todas las máquinas y equipos operativos y con un 100% de eficiencia.

7.2.2 MANUAL DE FUNCIONES Y OBLIGACIONES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

"En principio todo el personal que trabaje en NOVOA INGENIEROS S.A., de una u otra forma está llamado a colaborar y apoyar con el mantenimiento de todos los activos pertenecientes a la Empresa".

Jefe de Mantenimiento

1. Organizar el Departamento de Mantenimiento perteneciente a la División de Servicios (DIVSER).
2. Planear y programar los trabajos del personal de mantenimiento.
3. Supervisar las labores de mantenimiento (correctivas y preventivas).

4. Preocuparse de buscar Recursos para que todas las máquinas y equipos se encuentren operativas.
5. Disponer qué trabajos deben ser efectuados por los operarios u operadores de las máquinas.
6. Disponer los trabajos que deben hacer terceras personas (talleres) en la localidad de Lima. En obra lo harán los Residentes de Obra o un encargado de Servicios de Logística.
7. Actualizarse en técnicas de mantenimiento, familiarizarse con las máquinas, leer los manuales de recomendaciones dadas por los diferentes fabricantes.
8. Capacitar al personal de su Departamento y controlar la ejecución de sus trabajos continuamente.
9. Preocuparse por la seguridad del personal del Departamento y en general de todo el personal Novoa Ingenieros S.A. y de sus

instalaciones.

10. Preparar un equipo contra incendio dentro de cada centro de trabajo (Central Novoa Ingenieros S.A. y en cada obra).
11. Colaborar directamente en la reparaciones cuando las circunstancias lo requieran.
12. Reportará mensualmente a la Gerencia de Servicios (DIVSER) de las ocurrencias más importantes de su Departamento.
13. Debe evaluar a todo el personal a su cargo y la evaluación debe ser continua.
14. Estudiará diariamente los cuaderno de máquina y los reportes de mantenimiento.

Mecánico

1. Es el responsable directo del mantenimiento mecánico.
2. Debe atender el rol de prioridades entregado por el Jefe de Mantenimiento.

3. Debe solicitar los repuestos que necesite al almacén y gestionar su compra inmediata si no se encuentran en stock.
4. Debe estar en comunicación directa y continua con el Jefe de Mantenimiento.
5. Debe solicitar los servicios del ayudante almacenero sólo cuando sea necesario, si en caso está ocupado con el electricista.
6. Confeccionará el reporte diario de mantenimiento y lo entregará al Jefe de Mantenimiento.
7. Debe hacer buen uso de las herramientas que se le entreguen, no debe retirarlas del taller y debe cuidarlas como si fueran propias.
8. Debe realizar todos los trabajos que se le asigne y reportar inmediatamente cuando los termine.
9. Debe tener a mano una tabla de los tipos de grasas y aceites que utilizan nuestras

máquinas para su mantenimiento periódico.

10. Debe hacer limpieza general de toda la máquina o equipo al que le preste mantenimiento.

Almacenero-Ayudante

1. Abastecer de herramientas, repuestos y materiales al mecánico y al electricista del taller.
2. Confeccionar el inventario conjuntamente con el Jefe del Departamento una vez por mes.
3. Aprendizaje para poder realizar trabajos menores sin ayuda del mecánico y/o electricista.
4. Ayudar a mantener las herramientas del mecánico y electricista, ordenadas y limpias.
5. Controlar el material eléctrico y mecánico utilizado en las reparaciones.

6. Confeccionar las órdenes de pedidos de repuestos, consumibles, lubricantes, etc.
7. Llevar las tarjetas Kardex de almacén al día.

Electricista

1. Es el responsable directo del mantenimiento eléctrico de las máquinas, equipos y del taller mismo.
2. Debe programar los trabajos de reparaciones y mantenimiento preventivo sin interferir con las labores del mecánico.
3. Debe solicitar los repuestos y materiales que necesite al almacén y gestionar su compra si no se encuentra en stock.
4. Debe estar en comunicación directa y continua con el Jefe de Mantenimiento.
5. Debe asignar tareas al ayudante-almacenero siempre y cuando no interfiera en los trabajos del mecánico.

6. Confeccionará el Reporte Diario de mantenimiento y lo entregará al Jefe de Mantenimiento.
7. Debe hacer buen uso de las herramientas que se entreguen, no debe retirarlas del taller y debe cuidarlas como si fueran propias.
8. Debe realizar todos los trabajos asignados y reportar inmediatamente cuando los termine.
9. Debe confeccionar diagramas de las diferentes conexiones (220/440V) de las máquinas y equipos de Novoa Ingenieros S.A.
10. Debe hacer limpieza general de toda la máquina o equipo al que le preste mantenimiento.

Todos los Operarios

1. Los operarios que trabajan en las distintas obras deben conservar en óptimas condiciones sus máquinas y equipos.

2. Deben preocuparse de que la máquina esté bien engrasada, los pernos y las tuercas bien ajustadas y la máquina en general esté bien limpia.
3. Deben ayudar al mecánico cuando su máquina se encuentre en mantenimiento.
4. Deben dar aviso inmediato al Jefe de Mantenimiento (Ingeniero Residente en Obra) cuando encuentren alguna anomalía en su máquina.

7.2.3 PLAN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

1. Después de hacer una evaluación rápida de la máquina y equipos de Novoa Ingenieros S.A., sabemos cuáles son los puntos más importantes que debemos atacar, para optimizarlas y queden 100% operativas, tanto de su parte mecánica como eléctrica, seguridad, higiene y apariencia con su respectivo logotipo.
2. En caso de que se requiera personal y equipos especializados para ciertos trabajos, se tendrá que contratar externamente

- a los que se requieran (servicio exterior).
3. Debemos equipar el taller y el almacén a la brevedad posible.
 4. Lo ideal sería atacar máquina por máquina y no dejarla hasta que quede 100% operativa, según la naturaleza de los trabajos, primero mecánicos y luego eléctricos.
 5. Sería conveniente proponer un cronograma de trabajos de optimización y cumplirlos, en base a una relación de prioridad.
 6. La programación la seguiremos en base de recursos, repuestos y de personal.
 7. Otra forma, sería ir preparando planes de trabajo semanales y quincenales que se puedan cumplir si no se presentan eventualidades a las programaciones.

7.2.4 PROCEDIMIENTOS DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

1. Se tendrá que aperturar los "cuadernos de máquina" para todas las máquinas y equipos.
2. Todas las mañanas el Jefe de Mantenimiento se reunirá con el Jefe de mecánica y el Jefe de electricidad para analizar los trabajos realizados y los "por realizar"

hacer la evaluación correspondiente y distribuir los trabajos.

3. El mecánico y el electricista, recibirán el formato de "Reporte Diario" donde anotarán las tareas asignadas y los resultados (Lema: "Todo queda escrito").
4. Como en el trabajo se necesitan repuestos, se van a tener que agilizar los pedidos. Primero se verifica si existen en almacén, luego se hace el pedido a compras y se ayuda a cotizar en caso se requiera.
5. El mecánico y el electricista al comenzar el trabajo es responsable de terminarlo. Terminarlo no significa solo dejar operativa la máquina, sino también colocar las fajas protectoras y tapas con todos sus pernos, arandelas y tuercas. También los cables deben estar aislados y protegidos.
6. Cada vez que se desarme un motor o máquina se tendrá cuidado de anotar en el "Cuaderno de Máquina" las ocurrencias, numeraciones y marcas de los diferentes rodajes y retenes, para tener una relación de los rodajes que se necesitan en stock, para hacer los pedidos con anticipación.

7.3 RELACIONES ENTRE EL MANTENIMIENTO Y LAS OTRAS FUNCIONES DE LA EMPRESA

El fin del Departamento de Mantenimiento es la concepción y la gestión del Sistema de Mantenimiento Predecible de la Empresa. Por ello está en estrecha relación con otras funciones de la empresa, tanto las que contribuyen a definir los objetivos del Sistema de Mantenimiento Predecible y a imponerle limitaciones, como las que, por el contrario, deben tener en cuenta algunos imperativos que emanan del Mantenimiento. Dada la posición fundamental que ocupa el Sistema de Mantenimiento Predecible y el papel fundamental que desempeña, no hay campo alguno de la gestión de la empresa que no se vea afectado directa o indirectamente por aquél. Sin embargo, las relaciones son más directas y más evidentes con las finanzas, la producción, el aprovisionamiento (compras y almacén), Seguridad Industrial y el Departamento encargado del tratamiento de la Información. Por otra parte, es muy frecuente que el Mantenimiento se vea parcialmente respaldado por todas estas funciones.

CAPITULO 8

EVALUACION ECONOMICA

8.1 EVALUACION DE COSTOS

Lo relativo a costo se hará sistemáticamente, se deben analizar continuamente los costos de mantenimiento, así como el rendimiento de los equipos para así poder identificar los que nos resulten costosos, para reemplazarlos o modificarlos.

De los datos desprendidos del reporte de mantenimiento diarios respecto a cambios de repuestos y fabricaciones, haremos un chequeo del vale de almacén para de allí extraer el costo respectivo que será asentado en el "Cuaderno de Máquinas".

8.2 ANALISIS ECONOMICO DE REEMPLAZO DE EQUIPOS

Se puede decir que reemplazamiento es sinónimo de desplazamiento. Así pues, reemplazamiento significa que el proceso utilizado en la actualidad será desplazado por otro más económico. Por consiguiente, todo problema de inversión en equipo es también un problema de reemplazamiento o cuando menos parte de una situación más amplia de reemplazamiento.

Los principios de la ingeniería económica que se conoce, se aplica a todos los problemas de reemplazamiento; pero en este punto examinaremos varios principios nuevos que se pueden comprender mejor en situaciones específicas de reemplazamiento.

8.2.1 DEGRADACION O ELIMINACION

¿Qué sucede al equipo que se desplaza como resultado de un análisis económico?

Podría suponerse que reemplazamiento significa el final de vida del equipo en la economía, o sea retiro o eliminación del equipo, o se degradaría a otro trabajo antes de su retiro final y que cada una de estas degradaciones representaría un período de vida económica en servicio diferente.

Entre las razones básicas que nos llevan a

pensar en un reemplazo, podemos mencionar: deterioro físico, obsolescencia e insuficiencia.

Generalmente al decidir un reemplazo están ocurriendo más de una de ellas a la vez.

a) Deterioro físico

Se refiere solo al desgaste físico evidente por el uso normal.

El deterioro puede definirse también como la disminución de eficiencia de la ingeniería de un equipo e induce al incremento de:

1. Aumento del consumo de combustible y energía.
2. Incremento de mantenimiento y reparaciones como consecuencia de las fallas de la pieza.
3. Mayor merma de materiales y mano de obra debido a la inseguridad.
4. Mayor tiempo ocioso de la mano de obra, debido a la mayor frecuencia de inte-

rrupciones.

5. Incremento de los costos de inspección por falta de seguridad.

6. Incremento de productos de baja calidad.

b) Obsolescencia

Una máquina o equipo es obsoleta cuando ya no puede servir económicamente para un propósito útil. La obsolescencia es caracterizada por cambios externos al bien y ocurre como resultado del continuo progreso de las herramientas de producción y no puede ser previsto.

La razón del progreso es tan grande que muchas veces es más económico reemplazar un bien en buenas condiciones de operación por una unidad nueva.

Los conceptos siguientes ilustran ciertas diferencias de costos resultantes de la inferioridad tecnológica de diseño.

1. Mayor consumo de combustible y energía eléctrica, debido a la menor eficiencia del diseño.
2. Menor productividad, debido a las velocidades productivas más bajas.
3. Costos más elevados de mantenimiento.
4. Menos seguridad.
5. Más espacio de suelo por diseño menos compacto.

c) Insuficiencia

Ocurre cuando una máquina no posee la capacidad suficiente como para ajustarse a las necesidades de un negocio en desarrollo y necesita ser reemplazada por otra de mayor capacidad, ya que no sería satisfactorio duplicar y tener otra similar; deberá ser retirada aún en el caso de que se encuentre en buenas condiciones y puede ser usada económicamente en otras circunstancias.

8.2.2 EVALUACION EN REEMPLAZO DE EQUIPO

Para evaluar económicamente el reemplazo de un equipo hay varios métodos, pero particularmente uno es el más usado porque se hace más simple, comprensivo y rápido; nos referimos al método del "Valor Presente", llamado así porque actualiza todos los costos, tanto de reparaciones, mantenimiento y operación, como los de valor de recuperación para luego, por comodidad, distribuirlos en forma igual a todos los años parcialmente estimados en el estudio.

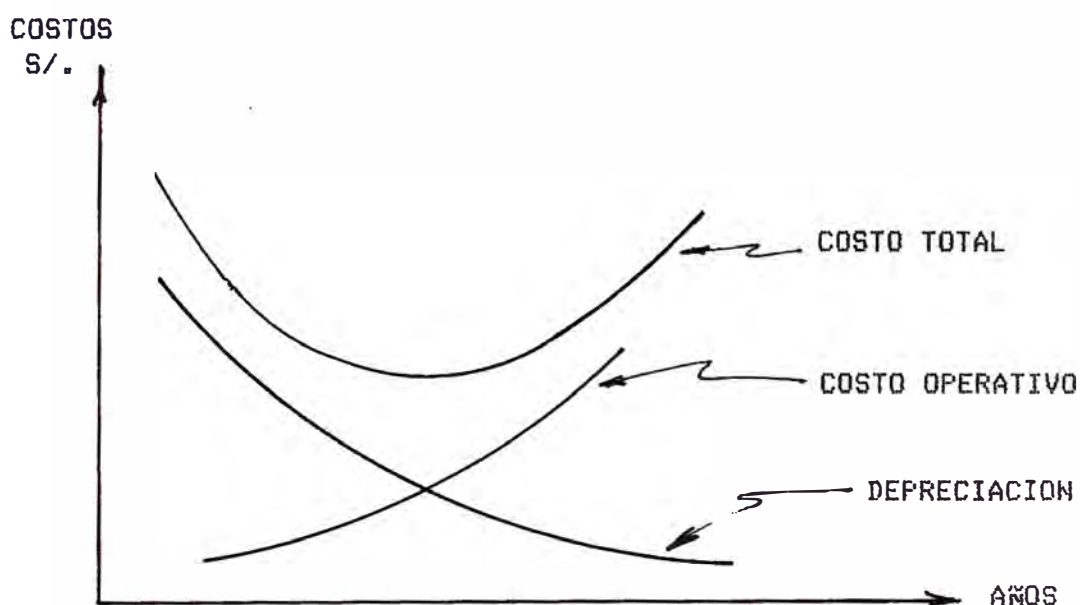
Sabemos que el vehículo se irá depreciando con su uso, pero mayor proporción en los primeros años, como puede observarse en la Fig.

La curva de los costos de operación, mantenimiento y reparaciones, por el contrario, mantendrá una tendencia ascendente y su pendiente será mayor cuando mayor sea el uso.

Este breve análisis nos lleva a pensar que hay un costo distinto en cada año y por lo tanto debe existir un punto en la suma de las

dos curvas, en que el costo se haga menor; matemáticamente ese punto se determina igualando la derivada de la función de la curva a cero, para obtener el mínimo.

Entonces, la curva total del sistema se puede representar como sigue:



Se ha demostrado matemáticamente que si la carga periódica equivalente ha sido calculada hasta el final del último período, puede compararse con el costo previsto para el período siguiente, para determinar la oportunidad de su situación. Si el precio previsto es mayor, se deberá reemplazar el equipo inmediatamente, y si es menor, no se reempla-

za y los cálculos deberá repetirse al final de cada período.

El método consiste en ir sumando en Valor Presente, el costo de mantenimiento, reparaciones y operación, y el costo de depreciación, finalmente se escoge el menor.

El costo de depreciación lo hallamos restando el precio inicial menos el Valor presente del Valor de recuperación en el año estimado; el costo de mantenimiento, reparaciones y operación lo obtendremos sumando sucesivamente en Valor Presente los costos ocurridos al final de cada año.

8.2.3 DEFINICION DE ALGUNOS TERMINOS ECONOMICOS

Para comprender mejor el problema, vamos a definir los términos a los cuales hacemos mención en la solución.

Precio inicial

Es el valor monetario inicial que se paga por una máquina nueva; se debe incluir los gastos adicionales hechos hasta su puesta en funcionamiento.

Valor de recuperación

Es la suma de dinero que el propietario podría recibir si la máquina fuera vendida.

Valor de desecho

Es la suma neta que el propietario recibe al final de la vida de la máquina. En estas circunstancias casi se vende como chatarra y la máquina ya no puede desempeñarse las funciones para las cuales fueron diseñadas.

Depreciación

Es la pérdida del valor que sufre la máquina por su uso a través del tiempo.

Valor presente

Es el dinero que podemos depositar hoy para que en un tiempo dado y a una tasa de interés compuesto adecuada, represente la cantidad que deseamos tener al final de ese tiempo; dicho en otra forma: si estamos al principio de año y nos deben pagar cierta cantidad de dinero al final "n" años, Valor Presente es la cantidad que podríamos aceptar si el pago es hecho hoy. Lógicamente, la cantidad a recibir será menor.

Interés

Es la utilidad que se obtiene por una inversión.

Tasa de interés

Es la relación entre el interés que se paga al final de un período (generalmente un año) y el dinero invertido al principio.

Costo anual uniforme equivalente

Es la cuota fija y uniforme que se abona al final de cada período, mientras dure una deuda o inversión; así, en lugar de efectuar un solo pago en Valor Presente, por una deuda de 10 años, podríamos pagarla en cuotas iguales al final de cada año hasta cancelarla. Este valor no será la décima parte de la deuda total, sino una cantidad mayor por el hecho de ser pagos en diferentes tiempos.

Vida económica de un equipo

Es el período de tiempo en que un equipo trabaja al menor costo. Al final de la vida económica debería ser renovado porque los costos suben considerablemente.

Vida estimada de un equipo

Es el intervalo de tiempo que se supone el equipo va a operar eficientemente, se usa para efectos de depreciación y no tiene porqué coincidir con su vida económica.

8.3 LOS ESTUDIOS DE REEMPLAZO POR COMPUTADORA

A continuación se presenta lo siguiente:

- a) Cuadros de Costos (resultados)
- b) Programa y subrutinas
- c) Entrada de Datos

para la solución por programación digital del Reemplazo de Equipos (Ejemplo computarizado en el Centro de Cómputo de la UNI).

El programa se puede utilizar cuando se posee información real en cuyo caso llamará a la subrutina de Datos la cual leerá la información real que se posea, estos datos serán ajustados a una curva mediante una regresión matemática. Los resultados de esta regresión automáticamente alimentarán a las subrutinas de los costos anuales y gráficos, dando los resultados correspondientes.

Cuando no se posee información real habrá que alimentar datos estimados de los costos de los diferentes tipos de reparaciones y de los costos de mantenimiento y operación, entonces, el programa ya no pasará por la regresión sino que pasará los datos de

```

*****
*****
** V1/370 VERSION 06 LEVEL 00 PLC 0027 ***** CLASS X *** DEV 00F ***** 10/3184 *** 13:07:30 **

```

```

USERIO      ORIGIN      CC36      CC36                UUU      UUU      NNN      NNN      III
                UUU      UUU      NNNN     NNN      III
DISTRIBUTION CODE  VARGAS                UUU      UUU      NNNNN     NNN      III
                UUU      UUU      NNNNNN     NNN      III
SPOOL FILE NAME TYPE  CARLOS      IMPR                UUU      UUU      NNN NNN NNN      III
                UUU      UUU      NNN NNNNN     III
CREATION DATE          10/01/04    13:00:56          UUU      UUU      NNN      NNNNN     III
                UUUUUUUUUU      NCCCCC     NNN      III      CCCCC
SPOOL FILE 19          1624                UUUUUU      CCCCCCCCCC     III      CCCCCCCCCCCC
                CCCC      CCCC      CCCC      CCCC
RECORD COUNT          0451                CCCC      CCCC      CCCC      CCCC
                CCCC      CCCC      CCCC      CCCC
                CCCCCCCCCC      CCCCCCCCCC
                CCCC      CCCC

```

```

CCCCCCCCC      CCCCCCCCC      333333333      666666666
CCCCCCCCCCCCC      CCCCCCCCCCCCC      33333333333      66666666666
CC      CC      CC      CC      33      33      66      66
CC                CC                33      66
CC                CC                33      66
CC                CC                3333      66666666666
CC                CC                3333      66666666666
CC                CC                33      66      66
CC                CC                33      66      66
CC      CC      CC      CC      33      33      66      66
CCCCCCCCCCCCC      CCCCCCCCCCCCC      33333333333      66666666666
CCCCCCCCC      CCCCCCCCC      3333333333      66666666666

```

CUADRO DE COSTOS (RESULTADOS)

 NUMERO ESPERADO DE REPARACIONES Y
 COSTO ESPERADO UNITARIO POR AÑO

1 TIPO A

AÑO	PROBABILIDAD	COSTO
1	0.20000	9000.00
2	0.14000	28.00
3	0.34800	104.40
4	0.30800	157.44
5	0.35552	177.76
6	0.27986	167.92
7	0.81760	222.82
8	0.34876	279.01
9	0.88889	300.35
10	0.32013	320.13
11	0.32337	355.13
12	0.33154	397.84

2 TIPO B

AÑO	PROBABILIDAD	COSTO
1	0.35000	10500.00
2	0.42250	84.50
3	0.50287	150.86
4	0.44026	176.10
5	0.47808	239.04
6	0.46875	278.25
7	0.48207	323.45
8	0.46752	374.02
9	0.46411	417.70
10	0.45530	485.80
11	0.46526	511.79
12	0.33154	557.93

3 TIPO C

AÑO	PROBABILIDAD	COSTO
1	0.60000	9000.00
2	0.76000	152.00
3	0.69600	208.80
4	0.72160	288.54
5	0.71136	355.68
6	0.71546	429.27
7	0.71382	499.27
8	0.71447	571.02
9	0.71421	642.79
10	0.71432	714.82
11	0.71427	745.70

4 TIPO 0

AÑO	PROBABILIDAD	COSTO
1	0.0	0.0
2	0.10000	20.00
3	0.50000	150.00
4	0.41000	154.00
5	0.10000	50.00
6	0.33100	193.00
7	0.41500	200.50
8	0.24710	197.56
9	0.24700	222.80
10	0.36461	304.51
11	0.31425	345.57
12	0.25330	310.50

COSTOS DE REPARACIONES ANUALES

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		1000.	28.	104.	157.	178.	158.	222.	279.	300.	320.	350.	398.
2		10500.	85.	151.	176.	239.	278.	323.	374.	418.	465.	512.	556.
3		9000.	152.	209.	289.	356.	429.	500.	572.	643.	714.	786.	857.
4		0.	20.	150.	164.	50.	199.	290.	198.	222.	365.	346.	311.
TOTAL		28500.	284.	614.	786.	822.	1074.	1336.	1422.	15831.	1864.	1999.	2123.

DATOS...COSTOS DE OPERACION

N	TIPO	COSTO	INTERVALO
---	------	-------	-----------

1	COMBUSTIBLE	10000.	12. MESES
2	ACEITE DE MOTOR	371.	10200. KMS.
3	ACEITE DE CAJA CAMBIO	39.	30000. KMS.
4	ACEITE DE COROVA	57.	30000. KMS.
5	ACEITE DE DIRECCION	62.	50000. KMS.
6	GRASA	212.	1. MES.
7	LIQUIDO DE FRENOS	212.	8000. KMS.

DATOS...COSTOS DE MANTENIMIENTO

N TIPO COSTO INTERVALO

1	ALIN Y BALA RUEDAS	130.	20000. KMS.
2	ROTAC.Y CAMB.LLANTA	120.	5. MESES
3	AJUSTE DE FRENOS	100.	1. MES
4	AFINAMIENTO MOTOR	400.	1. KMS
5	REVISION DE BATERIA	80.	1 MES
6	REGULAR DINAMO	100.	1. MESES
7	CAMB.CORREA VENTILA	80.	6. MESES
8	REV.TUBO ESCA.,SILEN.	50.	12. MESES
9	REGULAR EMBRAGUE	50.	1. MES
10	FILTRO DE ACEITE	120.	1. MES
11	FILTRO DE AIRE	250.	6. MESES

COSTOS DE OPERACION ANUALES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1000000.	1000000.	1000000.	1000000.	1000000.	1000000.	1000000.	1000000.	1000000.	1000000.	1000000.	1000000.
2	24061.	24061.	24061.	24061.	24061.	24061.	24061.	24061.	24061.	24061.	24061.	24061.
3	0.	0.	2469.	0.	0.	2469.	0.	0.	2469.	0.	0.	2469.
4	0.	0.	3608.	0.	0.	3608.	0.	0.	3608.	0.	0.	3608.
5	0.	0.	0.	0.	3925.	0.	0.	0.	0.	3925.	0.	0.
6	148180.	156049.	160608.	168800.	166249.	168230.	169891.	171318.	172568.	173679.	174677.	175584.
7	12050.	12050.	23169.	18421.	12971.	28869.	13930.	13421.	29266.	14235.	13715.	29539.
TOTAL	1164291.	1192160.	1218914.	1201261.	1207204.	1227237.	1207881.	1208799.	1231971.	1215899.	1212452.	1235261.

COSTOS DE MANTENIMIENTO ANUALES

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		0.	11895.	0.	19395.	0.	11895.	0.	11395.	0.	11895.	0.	13895.
2		18415.	18826.	19054.	19230.	19350.	19461.	19622.	19637.	19637.	19746.	19798.	19845.
3		69873.	73758.	76758.	77264.	78419.	79354.	80137.	80810.	81400.	81924.	82395.	82823.
4		279491.	294432.	303080.	309057.	313678.	317415.	320543.	323241.	325600.	327696.	329580.	351291.
5		20962.	22082.	22728.	28170.	23526.	23806.	24041.	24243.	24420.	24577.	24719.	24847.
6		59878.	73608.	75758.	77284.	78419.	79354.	80137.	80810.	81400.	81924.	82395.	82823.
7		12277.	12551.	12709.	12820.	12905.	12974.	13032.	13081.	13125.	13164.	13198.	13230.
8		5000.	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.	5000.
9		84936.	86804.	87879.	88882.	39210.	39677.	40069.	40405.	40705.	40962.	41198.	41411.
10		88847.	88830.	90910.	92717.	94103.	95224.	96164.	96972.	94680.	98309.	98874.	99387.
11		88865.	39222.	39716.	40062.	40328.	40544.	40724.	40880.	41016.	41137.	41245.	41344.
TOTAL		888088.	875858.	622556.	706520.	704944.	724203.	719400.	736461.	780027.	745832.	738402.	753396.

PRECIO INICIAL 152500.00

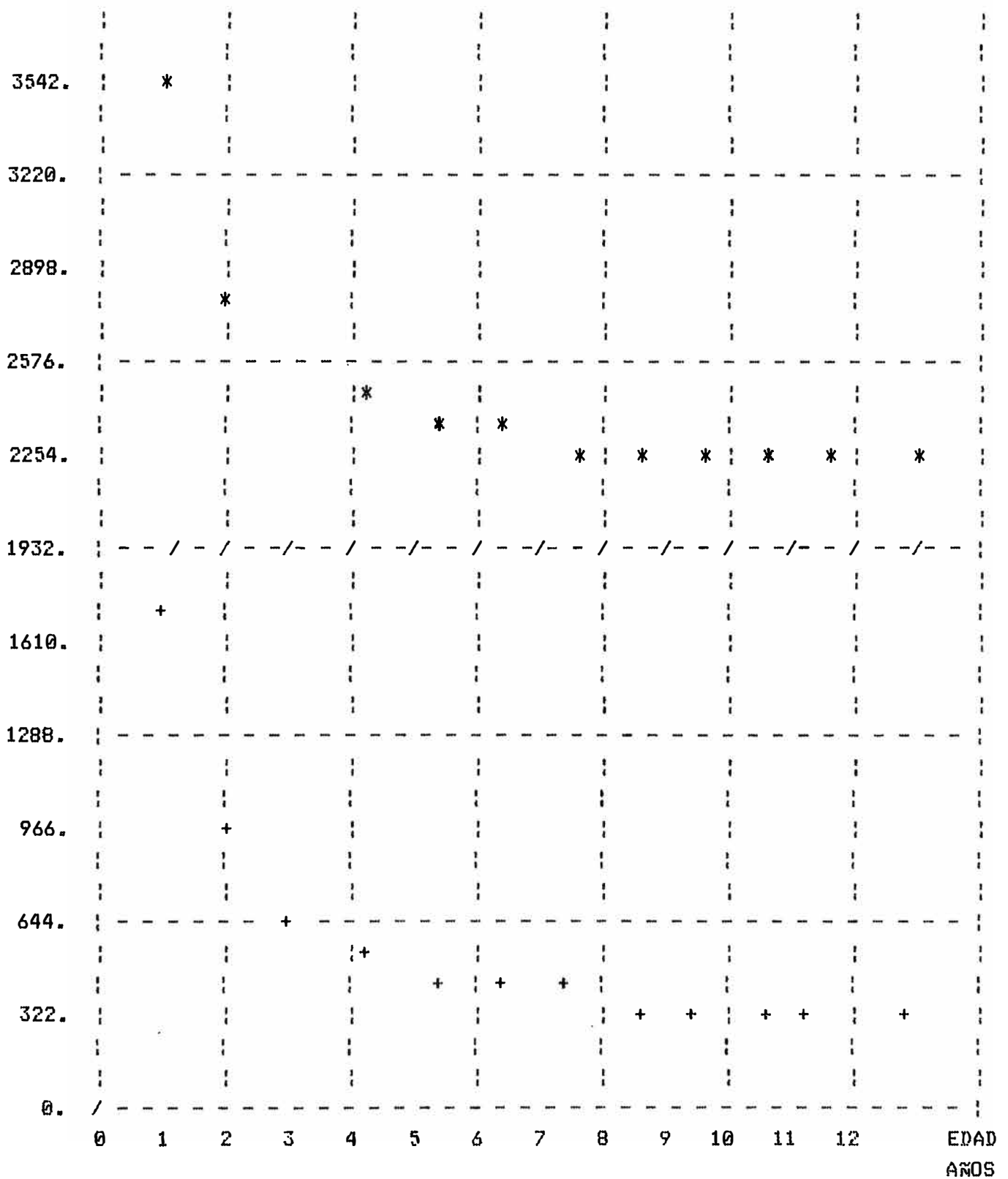
TASA PARA VALOR DE RECUPERACION 12%

TASA PARA GASTOS ANUALES TOTALES 20%

AÑO	RECUPERACION	GASTOS ANUALES	DEPRECIACIONES	GASTOS ANUALES	GASTOS TOTALES	EQUIVALENTE
1	11900.00	1845778.00	1898899.00	1845777.00	3052523.00	2541876.00
2	21100.00	1368802.00	892888.06	1856020.00	4343760.00	2748408.00
3	31400.00	1902083.00	625328.12	1868575.00	5438974.00	2494303.00
4	11500.00	1908687.00	499677.19	1876130.00	6374486.00	2375807.00
5	11600.00	1912970.00	421224.25	1881080.00	7143993.00	2302304.00
6	11700.00	1952551400	369478.06	1888274.00	7798542.00	2257752.00
7	21800.00	1928615.00	33194.256	1894749.00	8782565.00	2199142.00
8	31900.00	1946681.00	304898.06	1894749.00	8782565.00	2199142.00
9	42000.00	1963580.00	288663.12	1898057.00	9160859.00	2181425.00
10	52100.00	1953595.00	266982.25	1900582.00	9476363.00	2167514.00
11	52200.00	1952851.00	253322.19	1902209.00	9138087.00	2156031.00
12	72300.00	1990779.00	243195.44	1904446.00	9960691.00	2147641.00

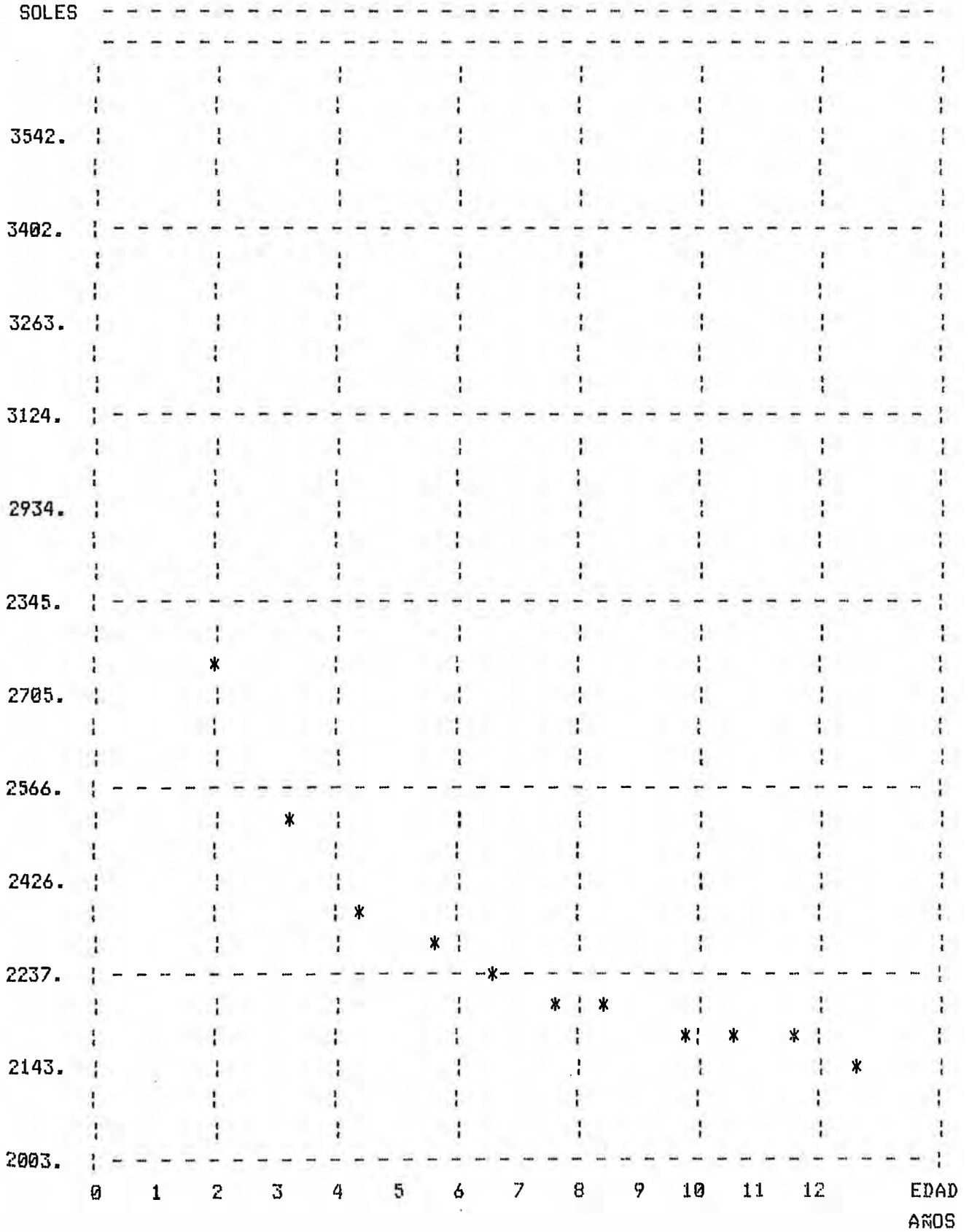
TODAVIA NO HA LLEGADO EL NUMERO OPTIMO DE REEMPLAZO

MILES DE SOLES



+ COSTOS UNIFORMES DE DEPRECIACION
 / COSTOS UNIFORMES DE GASTOS ANUAL
 * COSTOS UNIFORMES EQUIVALENTES

MILES DE SOLES



COSTOS UNIFORMES EQUIVALENTES

AMPLIACION DE LOS COSTOS UNIFORMES EQUIVALENTES

	A#	COSTO
LAPLASE	12	2147641.00
WALD	12	2147641.00

```

*****
*****
** V1/370 VERSION 06 LEVEL 00 PLC 0027 ***** CLASS X *** DEV DOF ***** 10/3184 *** 13:07:30 **

```

```

USERID      ORIGIN      CC36      CC36
                                UUU      UUU      NNN      NNN      III
                                UUU      UUU      NNNN     NNN      III
DISTRIBUTION CODE      VARGAS
                                UUU      UUU      NNNNN     NNN      III
                                UUU      UUU      NNNNNN    NNN      III
SPOOL FILE NAME TYPE  CARLOS      IMPR
                                UUU      UUU      NNN NNN NNN      III
                                UUU      UUU      NNN NNNNN    III
CREATION DATE          10/01/84   13:00:56
                                UUU      UUU      NNN NNNNN    III
                                UUUUUUUUUU  NCCCCC  NNN      III  CCCCC
SPOOL FILE 19          1624
                                UUUUUU     CCCCCCCCCCN  ICCCCCCCCCCCC
                                CCCC      CCCC      CCCC      CCCC
RECORD COUNT          0451
                                CCCC      CCCC      CCCC      CCCC
                                CCCCCCCCCC  CCCCCCCCCC
                                CCCC      CCCC

```

```

CCCCCCCCC      CCCCCCCCC      333333333      666666666
CCCCCCCCCCCCC  CCCCCCCCCCCCC  33333333333    66666666666
CC      CC      CC      CC      33      33      66      66
CC      CC      CC      CC      33      66
CC      CC      CC      CC      33      66
CC      CC      CC      CC      3333     66666666666
CC      CC      CC      CC      3333     66666666666
CC      CC      CC      CC      33      66      66
CC      CC      CC      CC      33      66      66
CC      CC      CC      CC      33      33      66      66
CCCCCCCCCCCCC  CCCCCCCCCCCCC  33333333333    66666666666
CCCCCCCCC      CCCCCCCCC      333333333      666666666

```

PROGRAMA Y SUBRUTINAS

```
C          METODO DEL VALOR PRESENTE          CLA00010
0001      DIMENSION CAR(12),TIPO(5),X(10),YS(10),KJ(10),XX(20),YY(20),JK(20)  CLA00020
          1,CAT(12)          CLA00030
0002      DATA LECT/5,IMPR/6/          CLA00040
0003      200 READ (LECT,100,END = 160) NUM,N,LJ,LM,LR,IML          CLA00050
0004      100 FORMAT (615)          CLA00060
0005      IF (NUM.LE.0)GO TO 160          CLA00070
0006      IF (ML.NE.0)GO TO 160          CLA00080
0007      CALL PRBRLS (NUM,N,LR,CAR,LECT,IMPR)          CLA00090
0008      WRITE (IMPR, 130)          CLA00100
0009      130 FORMAT (1 + 1///TLO,53(' ')/T21,'DATOS..COSTOS DE OPERACION'//  CLA00110
          1 TLO,53 (' ')/TL1,'M',T22.'TIPO',T40,'COSTO',T51,'INTERVALO'//  CLA00120
          2 TLO,531(' ')/)30}          CLA00130
0010      DO 120 I=1,LO          CLA00140
0011      READ(LECT,L10)(TIPO(4),M-1,5),X(1),YS(1),KJ(1),D,F,          CLA00150
0012      110 FORMAT(5A4,2F10.0,13,2AA)          CLA00160
0013      WRITE(IMPR,150),(TIPO(4),M-1,5),X(1),YS(1),KJ(1),D,F          CLA00170
0014      150 FORMAT(T10,12,2X,5A4,F12-0,F10-0,T57,2A41          CLA00180
0015      120 CONTINUE          CLA00190
0016      WRITE(IMPR,170)          CLA00200
0017      170 FORMAT(1H1///TLO,53(' ')/)110,'DATOS...COSTOS DE MANTENIMIENTO'  CLA00210
          1 //T10,53(' ')/T11,'M',122,'TIPO',140'COSTO',T51,'INTERVALO'//  CLA00220
          2 T10,53(' ')/)1          CLA00230
0018      DO 130 II=1,LM          CLA00240
0019      READ(LECT,110)(TIPO(M),M=1,5),XX(1),YY(1),JK(1),D,F          CLA00250
0020      180 WRITE(IMPR,150)1,(TIPO(M),M=1,5),XX(1),JK(1),D,F          CLA00260
0021      GO TO 140          CLA00270
0022      190 CALL DATOS(CAI,N,LECT,IMPR)          CLA00280
0023      140 CALL COSAM(LECT,IMPR,NUM,IML,LO,LM,X,YS,KJ,XX,JK,CAR,CAT)          CLA00290
0024      WRITE ( 1 , 1 )
0025      1 FORMAT ( ' PASA COSAM ' )
0026      GO TO 200          CLA00300
0027      160 CALL EXIT          CLA00310
0028      END          CLA00320
```


OPTIONS IN EFFECT TERM,NOID,EBCDIC,SOURCE,NOLIST,NOBECK,LOAD,NOMAP,NOTEST

OPTIONS IN EFFECT NAME = MAIN , LINECNT = 50

STATISTICS SOURCE STATEMENTS = 26, PROGRAM SIZE = 1946

STATISTICS NO DIAGNOSTICS GENERATED

```

C
C          SUBROUTINA PARA ESTIMAR REPARACIONES
0001      SUBROUTINE PROBLEMS (NUM,N,LR,CAR,LECT,IMPR)
0002      INTEGETER TIPO (5)
0003      DIMENSION P(15), Y(20,12), R(20,12), PP(20,5),CAR(12)
0004      DD 120 I=1,N
0005      120 CAR(I) = 0
0006      WRITE (IMPR,210) (I,I=1,12)
0007      210 FORMAT (1H1///T10,100('X')//149,'CUADRADO DE DENSIDAD DE
1 'T52,'PROBABILIDADES'//T10,100('X')//T61,'A N S S', T102
2 'COSTO'//T11,'TIPO DE REPARACION', 1215, T101,'UNITARIO'//
3 T10,100('X')//1
0008      DD 160 K=1,LR
0009      READ(LECT,110)(TIPO(J),J=1,5),K1,(P(I),I=1,12),T
0010      110 FORMAT(5A4,12,12F4.2,F10.0)
0011      WRITE(IMPR,220)R,(TIPO(J),J=1,5),(P(I),I=1,12),T
0012      220 FORMAT(T20,I2,I15,5A4,T33,12F5.2,F10.0)
0013      Y(K,L)=P(1)
0014      R(K,L)=Y(K,L)*T*NUM
0015      CAR(1)=R(K,L)+CAR(1)
0016      DO 130 I=2,N
0017      IF(I.GT.KL)GO TO 140
0018      Y(K,I)=P(I)
0019      K3=I-1
0020      GO TO 150
0021      140 K3=K1
0022      Y(K,I)=0
0023      150 K2=I-K3
0024      DO 200 K4=1,K3
0025      K5=K0-K4+1
0026      Y(K,I)=Y(K,I)+P(K5)*Y(K,K2)
0027      K2,K2+1
0028      200 CONTINUE
0029      R(K,I) =Y(K,I)*I*NUM
0030      CAR(I)=CAR(I)+R(K,I)
0031      DO 200 J=1,5
0032      200 II(K,J)=TIPO(J)
0033      130 CONTINUE
0034      160 CONTINUE
0035      WRITE(IMPR,240)
0036      240 FORMAT (1H1///T10,41('X')//T14,'NUMERO ESPERADO DE REPARACIONES Y'
1/T15,'COSTO ESPERADO UNITARIO POR A#0'//T10,41('X'))
0037      DO 250 J=1, LR
0038      WRITE (IMPR,260)J,(I)(J,I),I=1,5)
0039      260 FORMAT (//T10,52,2X,5A4,//T14,'A=0 PROBABILIDAD',T41,'COSTO'/)
0040      WRITE (IMPR,170)(I,Y(J,I),R(0,I)=I,N)
0041      170 FORMAT T (T14,12,F15.5,5,F16.2)
0042      250 CONTINUE

```

0043	WRITE (INPR,270)(I,I=1,12)	CLA00010
0044	270 FORMAT (1HL///T10,100('X')//T44,'COSTOS DE REPARACIONES ANUALES'// 1 T10,100('*')//T11,'N',1210//T10,100('*')//)	CLA00020 CLA00030
0045	DO 200 I=1,LR	CLA00040
0046	WRITE (INPR,290)(I,LR(I,J),J=1,N)	CLA00050
0047	290 FORMAT (J10,I2,T14,12F0.0)	CLA00060
0048	200 CONTINUE	CLA00070
0049	WRITE (INPR,300)(CAR(I),I=1;N)	CLA00080
0050	300 FORMAT T (//T9,'TOTAL',12F0.0)	CLA00090
0051	RETURN	CLA00090
0052	END	CLA000910

OPTIONS IN EFFECT TERM,NOID,EBCDIC,SOURCE,NOLIST,NOBECK,LOAD,NONAP,NOTEST

OPTIONS IN EFFECT NAME - PROBLS , LINECNT = 50

STATISTICS SOURCE STATEMENTS = 52,PROGRAM SIZE = 4316

STATISTICS NO DIAGNOSTICS GENERATED

```

C          SUBROUTINA PARA COSTOS UNUALES          CLA00920
0001      SOBROUTINE COSAN(LECT,IMPR,NUM,IML,LD,LM,X,YS,KJ,XX,YY,JK,CAR,CAT)  CLA00930
0002      DIMENSION VR(12),CAOP(12)CAR(12),CAT(12),VPDEP(12),VPCAT(12),    CLA00940
1 CAUME(12),CAUCAT(12),CAUDEP(12),VPBAS(12)          CLA00950
0003      DIMENSION VICTOR(3)          CLA00960
0004      DIMENSION GRDE(40),ARSC1(40),IB(40)          CLA00970
0005      DIMENSION X910,YS(10),KJ(10),XX(20),YY(20),JK(20),CANA(12),    CLA00980
      ISOLES(12)          CLA00990
0006      PWFF(TA,K)=1./(1+TA)**K          CAL01000
0007      CRF(TA,J)=TA*(1.+TA)**J/((1.+TA)**J-1.)          CLA01010
0008      30 FORMAT (13,F11.2,F9.0,16)          CLA01020
0009      40 FORMAT (3F10.0)          CLA01030
0010      110 FORMAT(/////145,'PRECIO INICIAL'.F16.2//T41,'TASA PARA VALOR DE    CLA01040
1 RECUPERACION', 15,' 2'//140.'TASA PARA GASTOS ANUALES TOTALES'15,'    CLA01050
2 1',///T50.'COSTO ANUAL      COSTO ANUAL      VALOR PRESENTE COSTO    CLA01060
3 ANUAL'/T19'VALOR DE      TOTAL DE      UNIFORME DE      UNIFORME    CLA01070
4 DE      DE LOS      UNIFORME'/T10,'AÑO RECUPERACION GASTO    CLA01080
5 S ANUALES DEPRECIACIONES GASTOS ANUALES GASTOS TOTALES EQUIV    CLA01090
6 ALENTE'/)          CLA01100
0011      120 FORMAT(0X,I3,6F16.2)          CLA01110
0012      130 FORMAT(//T34,'TODAVIA NO HA LLEGADO EL MOMENTO OPTIMO DE REEMPLAZO    CLA01120
1 ')          CLA01130
0013      140 FORMAT(/////T11,'+ EL COSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE MINIMO ES    CLA01140
1 $',F11.2//T1),'$ EL MOMENTO OPTIMO DE REEMPLAZO ES AL FINAL DEL',    CLA01150
3 13, 'AÑO/T13,'APROXIMADAMENTE A LOS',18,' KMS. DE RECORRIDO')    CLA01160
0014      150 FORMAT(1M1)          CLA01170
0015      READ(LECT,1600)K1,K2,K3,K4,K5,K6          CLA01180
0016      160 FORMAT(6I5)          CLA01190
0017      READ(LECT,30)N,PRI,ANKIL,IMDI          CLA01200
0018      READ(LECT,40)(VR(I),CASP(1),CANA(1),I=1,M1    CLA01210
0019      NC=0          CLA01220
0020      PLACE=9999999.          CLA01230
0021      PRI=PRI*NUM          CLA01240
0022      DO 270 I=1,N          CLA01250
0023      CAOP(I)=CAOP(I)*NUM          CLA01260
0024      CANA(I)=CANA(I)*NUM          CLA01270
0025      270 VR(I)=VR(I)*NUM          CLA01280
0026      DO 200 IDEP=K1,K2,K3          CLA01290
0027      TA=IDEP/100.          CLA01300
0028      VPDEP(1)=PRI-VR(1)*PWFF(TA,1)          CLA01310
0029      CAUDEP(1)=VPDEP(1)*CRF(TA,1)          CLA01320
0030      DO 200 IDEP=K1,K2,K3          CLA01330
0031      IF(ICAT.EQ.9)ICAT=10          CLA01340
0032      RF=ICAT/100.          CLA01350
0033      IF(IML.NE.0)GO TO 180          CLA01360
0034      WRITE(IMPR,500)(IJ,IJ=1,12)          CLA01370
0035      300 FORMAT(1H1/////T10,100(' ')/145,'COSTOS DE OPERACION ANUALES'//    CLA01380
1 TLO,100(' ')/T11,'N',1216//T10,1001(' ')/)          CLA01390

```

```
0036          DO 810 IZ=1,LD                      CLA01400
0037          CALL ORMA (X(IZ),YS(IZ),RJ(IZ),SOLES,RF,H,IZ,ANKIL,NUM,IMPR)  CLA01410
0038          DO 815 J=1,H                          CLA01420
0039          815 CAOP(J)=CAOP(0)+SOLES(J)          CLA01430
0040          810 CONTINUE                          CLA01440
0041          WRITE(IMPR,26))(CAOP(J),J=1,H)        CLA01450
0042          260 FORMAT//T0,'TOTAL ', 12F8.0)     CLA01460
0043          WRITE (IMPR,240) (IJ=1,H)            CLA01470
0044          240 FORMAT (1H1///T10,100(' ')/144,'COSTOS DE MANTENIMIENTO ANUALES'  CLA01480
          2//T10,100(' ')/T11,'N',1216,//T10,100(' ')/)  CLA01490
0045          DO 340 I2=1,LM                      CLA01500
0046          CALL ORMA(XX(I)Z,YY(I)Z),JK(IZ),SOLES,RF,H,IZ,ANKIL,NUM,IMPR)  CLA01510
0047          DO 850 J=1,H                          CLA01520
0048          350 CANA(J)=CANA(J)+SOLES(J)          CLA01530
0049          840 CONTINUE                          CLA01540
0050          WRITE(IMPR,260)(CANA(J),J=1,H)        CLA01550
0051          DO 170 I=1,H                          CLA01560
0052          170 CAT(I)=CAO(I)+CANA(I)+CAR(I)     CLA01570
0053          180 VPCAT(1)=CAT(1)*PWFF(RF,1)       CLA01580
0054          VPCAS(1)=VPDEP(1)+VPCAT(1)          CLA01590
0055          CAUCAT(1)=VPCAT(1)*CRF(RF,1)         CLA01600
0056          CAUNE(1)=CAUDEP(1)+CAUCAT(1)        CLA01610
0057          DO 100 K=2,H                          CLA01620
0058          VPDEP(K)=PRI-VR(K)*PWFF(TA,K)        CLA01630
0059          CAUDEP(K)=VPDEP(K)*CRF(TA,K)         CLA01640
0060          VPCAT(K)=VPCAT(K-1)+CAT(K)*PWFF(RF,K)  CLA01650
0061          VPGAS(K)=VPDEP(K)+VPCAT(K)          CLA01660
0062          CAUCAT(K)=VPCAT(K)*CRF(RF,K)         CLA01670
0063          100 CAUNE(K)=CAUDEP(K)+CAUCAT(K)     CLA01680
0064          WRITE (IMPR,150)                     CLA01690
0065          WRITE (IMPR,110)PRI,IDEP,ICAT        CLA01700
0066          WRITE (IMPR,120)(K,VR(K),CAT(K),CAUDEP(K),CAUCAT(K),VPGAS(K),  CLA01710
          1CAUNE(K),K=1,H)                       CLA01720
          C                                       CLA01730
          C          SELECCION DEL MEJOR A O DE REEMPLAZO  CLA01740
          C                                       CLA01750
0067          IMEJOR=1                             CLA01760
0068          CESAR=CAUNE(1)                       CLA01770
0069          DO 500 K=2,H                          CLA01780
0070          IF(CAUNE(K), GT.CESAR) GO TO 500     CLA01790
0071          IMEJOR=K                              CLA01800
0072          CESAR=CAUNE(K)                       CLA01810
0073          500 CONTINUE                         CLA01820
0074          KILON=ANKIL+IMEJOR                   CLA01830
0075          NC=NC+1                              CLA01840
          C          PRINCIPIO DE LAPLACE          CLA01850
0076          VICTOR(NC)=CESAR                    CLA01860
0077          IF(VICTOR(NC).ST.PLACE)GO TO 700    CLA01870
```

0078	MPLA=INEJOR	CLAB1800
0079	PLACE=VICTOR(WC)	CLAB1890
	C PRINCIPIO DE WALD	CLAB1900
0080	700 IF(IDEP.LT.K3)GO TO 200	CLAB1910
0081	IF(ICAT.LT.K6)GO TO 200	CLAB1920
0082	NNAL=INEJOR	CLAB1930
0083	WALD=CESAR	CLAB1940
0084	IF(INEJOR-N)73,77,77	CLAB1950
0085	77 WRITE(IMPR,130)	CLAB1960
0086	GO TO 190	CLAB1970
0087	78 WRITE(IMPR,140)CESAR,INEJOR,KILON	CLAB1980
0088	190 IF(INDI.WE.0)GO TO 200	CLAB1990
	C INICIACION D ELOS DATOS PARA EL GRAFICO	CLAB2000
0089	IG=N	CLAB2010
0090	DO 210 I=1,IG	CLAB2020
0091	ORDE(I)=CAUDEP(I)	CLAB2030
0092	ABSI(I)=I	CLAB2040
0093	210 JJ(I)=0	CLAB2050
0094	II=IG+1	CLAB2060
0095	IG=2*N	CLAB2070
0096	DO 220 I=II,IG	CLAB2080
0097	ORDE(I)=CAUSAT(I-N)	CLAB2090
0098	ABSCI(I)=I-N	CLAB2100
0099	220 JJ(I)=1	CLAB2110
0100	II=IG+1	CLAB2120
0101	IG=3*N	CLAB2130
0102	DO 230 I=II,IG	CLAB2140
0103	ORDE(I)=CAUNE(1-2*N)	CLAB2150
0104	ABSI(II)=I-2*N	CLAB2160
0105	230 JJ(I)=2	CLAB2170
0106	CALL ORDEMA(ABSCI,ORDE,JJ,IG)	CLAB2180
0107	IG=IG+1	CLAB2190
0108	ORDE(IG)=0	CLAB2200
0109	ABSI(IG)=0	CLAB2210
0110	JJ(IG)=1	CLAB2220
0111	H2=1	CLAB2230
0112	CALL GRAFICORDE,ABSCI,JJ,IG,IDEP,ICAT,H2,LECT,IMPR)	CLAB2240
0113	WRITE(IMPR,290)	CLAB2250
0114	290 FORMAT(/T30, 1IFORMES DE DEPRECIACION'/T30,'/COSTOS UNIFORMES DE GASTOS ANUAL+COSTO 2'/T30,'* COSTOS UNIFORMES EQUIVALENTES')	CLAB2270 CLAB2280
0115	DO 500 LU=1,N	CLAB2290
0116	ORDE(LU)=CAUNE(LU)	CLAB2300
0117	ABSCI(LU)=LU	CLAB2310
0118	500 JJ(LU)=2	CLAB2320
0119	CALL ORDEMA(ABSCI,ORDE,JJ,N)	CLAB2330
0120	IG=N	CLAB2340
0121	N2=4	CLAB2350

0122	CALL GRAFIC(ORDE,ABSCI,JJ,IG,IDEF,ICAT,M2,LECI,IMPR)	CLA02360
0123	WRITE(IMPR,250)	CLA02370
0124	250 FORMAT(/T30,'* COSTOS UNIFORMES EQUIVALENTES'//T30,'AMPLIACION DE 1LOS COSTOS UNIFORMES EQUIVALENTES')	CLA02380 CLA02390
0125	IF(ICAT.EQ.10)ICAT=9	CLA02400
0126	211 CONTINUE	CLA02410
0127	200 CONTINUE	CLA02420
0128	WRITE (IMPR,166) MPLA,PLACE,MHAL,WALD	CLA02430
0129	155 FORMAT (1H1///154,'AHO',I45,'COSTO'//T20,'LAPLACE',5X,15,F16.2,/, 1T20,'WALD',9X,15,F16.2)	CLA02440 CLA02450
0130	RETURN	CLA02460
0131	END	CLA02470

OPTIONS IN EFFECT TERM,NOID,EDCDIC,SOURCE,NOLIST,MODECK,LOAD,NOMAP,NOTEST

OPTIONS IN EFFECT NAME =COSAN, LINEONT = 50

STATISTICS SOURCE STATEMENTS = 131,PROGRAM SIZE = 6336

STATISTICS NO DIAGNOSTICS GENERATED

	C	CLA02470
0001	SOBREOUTINE DRMA(X3,Y3,Z3,SOLES,RF,N,IZ,ANKTL,NUN,INPR)	CLA02480
0002	DIMENSION SOLES(12)	CLA02490
0003	IF(JB.EQ.1)GO TO 100	CLA02500
0004	ABC=12	CLA02510
0005	GO TO 150	CLA02520
0006	100 ABC = RM = 0	CLA02530
0007	150 RM = 0	CLA02540
0008	DO 110 I=1,N	CLA02550
0009	SOLES(I)=0	CLA02560
0010	120 RM=RM+YB	CLA02570
0011	IF(RM.GT.ABC*)GO TO 140	CLA02580
0012	SOLES(I)=SOLES(I)+(XB/(1.+(I*ABC-RM)/(ABC*1))*RF))*NUN	CLA02590
0013	GO TO 120	CLA02600
0014	140 RM=RM-YB	CLA02610
0015	110 CONTINUE	CLA02620
0016	WRITE(INPR,150)12,(SOLES(I),I=1,N)	CLA02630
0017	130 FORMAT(T10,12,3X,12F8.0)	CLA02640
0018	RETURN	CLA02650
0019	END	CLA02660

#OPTIONS IN EFFECT# TERM,NOID,EBCDIC,SOURCE,NOLIST,NORECK,LOAD,NOMAP,NOTEST
#OPTIONS IN EFFECT# NAME - PBBL , LINECT = 50
#STATISTICS# SOURCE STATEMENTS = 19,PROGRAM SIZE = 976
#STATISTICS# NO DIAGNOSTICS GENERATED

0		CLA02670
0	SUBROUTINA PARA ORDENAR	CLA02680
0		CLA02690
0001	SUBROUTINE ORDENA(AA,BB,JC,L)	CLA02700
0002	DIMENSION AA(40),BB(40),JC(40)	CLA02710
0003	DO 230 II=1,L	CLA02720
0004	AMAX=BB(II)	CLA02730
0005	KK=II	CLA02740
0006	DO 210 I=II,L	CLA02750
0007	IF(AMAX-BB(I))200,210,210	CLA02760
0008	200 AMAX=BB(I)	CLA02770
0009	KK=I	CLA02780
0010	210 CONTINUE	CLA02790
0011	BB(KK)=BB(II)	CLA02800
0012	BB(II)=AMAX	CLA02810
0013	AMAX=AA(KK)	CLA02820
0014	AA(KK)=AA(II)	CLA02830
0015	AA(II)=AMAX	CLA02840
0016	AMAX=JC(KK)	CLA02850
0017	JC(KK)=JC(II)	CLA02860
0018	JC(II)=AMAX	CLA02870
0019	230 CONTINUE	CLA02880
0020	RETURN	CLA02890
0021	END	CLA02900

OPTIONS IN EFFECT TERM,NOID,EBCDIC,SOURCE,NOLIST,NODECK,LOAD,NONAP,NOTEST

OPTIONS IN EFFECT NAME =ORDENA, LINECNT = 50

STATISTICS SOURCE STATEMENTS = 21,PROGRAM SIZE = 674

STATISTICS NO DIAGNOSTICS GENERATED

0		CLA02910
0	SUBROUTINA PARA HACER GRAFICOS	CLA02920
0		CLA02930
0001	SUBROUTINE GRAFIC(ORDE,ABSCI,JJ,IGIDEP,ICAT,M2,LECT,INPR)	CLA02940
0002	DIMENSION ORDE(40),ABSI(40),80(40)	CLA02950
0003	REAL INISOL, I SOL,III	CLA02960
0004	INTEGER PUNTO,COMA,BLANCO,HORIZO,VERII,ASTER,LINEA(85)	CLA02960
0005	DATA ABSMAX/12./,ABSMIN/0./	CLA02970
0006	DATA PUNIO/' '/, ASTER/'*'/	CLA02980
0007	DATA COMA, BLANCO, HORIZO, VERII/'+', ' ', '-',' '/	CLA02990
0008	DATA LEVE,LUV,INIE,INHOR,M1,M4,M5,M6,M7,M8,M9/37,85,12,6,34,1,78	CLA03000
	1 3,6,34,31/	CLA03010
0009	WRITE(INPR,400)IDEP,ICAT	CLA03020
0010	40 FORMAT(1H1/T54,'TASA PARA VALOR DE RECUPERACION',15,' * '/121,'NIL	CLA03030
	1 ES DE',T53,'TASA PARA GASTOS ANUALES TOTALES',15,'%/T23,'SOLES	CLA03040
	2 /)	CLA03040
0011	LONG=LOW-1	CLA03050
0012	IJK=2	CLA03060
0013	KIJ=2	CLA03070
0014	DO 899 I = 1,LOW	CLA03080
0015	899 LINEA (I) = HORIZO	CLA03090
0016	WRITE (IMP. 998) LINEA	CLA03440
0017	998 FORMAT (T30 85A1)	CLA03450
0018	IS=1	CLA03100
0019	I4=LVE - M9 = 1	CLA03110
0020	ISS = LVE - MB + 1	CLA03120
0021	B1 = LVE + 1 - M2	CLA03130
0022	B2 = (M1 - M2) / (ORDE (1) - ORDE (IG))	CLA03140
0023	B3 = (M5 - M4) / (ABSMAX - ABSMIN)	CLA03150
0024	DO 150 J = 1 , IG	CLA03160
0		CLA03170
0	CALCULO DE LA POSICION DE ORDENADA DEL PUNTO J	CLA03180
0		CLA03290
0025	IFIJD = B1 - (ORDE (J) - ORDE (IG)) * B2	CLA03220
0026	IF (IFIJD .NE. IS) GO TO 160	CLA03210
0027	IJK = 1	CLA03220
0		CLA03230
0	CALCULO DE LA POSICION DE LA ABSCISA DEL PUNTO J	CLA03240
0		CLA03250
0028	M15 = (ABSCI (J) - ABSMIN) * B3	CLA03260
0029	IFIADS = M4 = M15	CLA03260
0030	IF (JJ(J) - 1) 190, 200, 210	CLA03280
0031	LINEA (IFIADS) = COMA	CLA03290
0032	GO TO 170	CLA03300
0033	LINEA (IFIADS) = PUNTO	CLA03310
0034	GO TO 170	CLA03320
0035	LINEA (IFIADS) = ASTER	CLA03330
0036	GO TO 170	CLA03340

161834 ERROR COMPILATION TERMINATE T1205 OUTPUT ERROR 013 ON TEXT

STATISTICS NO DIAGNOSTICS THIS STEP


```

*****
*****
** V1/370 VERSION 06 LEVEL 00 PLC 0027 ***** CLASS X *** DEV 00F ***** 10/3184 *** 13:07:30 **

```

```

USERID      ORIGIN      CC36      CC36      UUU      UUU      NNN      NNN      III
            ORIGIN      CC36      CC36      UUU      UUU      NNNN     NNN      III
DISTRIBUTION CODE  VARGAS      UUU      UUU      NNNNN     NNN      III
            ORIGIN      CC36      CC36      UUU      UUU      NNNNNN     NNN      III
SPOOL FILE NAME TYPE  CARLOS      IMPR      UUU      UUU      NNN NNN NNN      III
            ORIGIN      CC36      CC36      UUU      UUU      NNN NNNNN     III
CREATION DATE      10/01/84   13:00:56  UUU      UUU      NNN NNNNN     III
            ORIGIN      CC36      CC36      UUUUUUUUUU  NCCCCC  NNN      III  CCCCC
SPOOL FILE 19      1624      UUUUUU    CCCCCCCCCCN  ICCCCCCCCCCCC
            ORIGIN      CC36      CC36      CCCCC      CCCCC      CCCCC      CCCCC
RECORD COUNT      0451      CCCCC      CCCCC      CCCCC      CCCCC
            ORIGIN      CC36      CC36      CCCCC      CCCCC      CCCCC      CCCCC
            ORIGIN      CC36      CC36      CCCCCCCCCC  CCCCCCCCCC
            ORIGIN      CC36      CC36      CCCCC      CCCCC

```

```

CCCCCCCCCC      CCCCCCCCCC      3333333333      6666666666
CCCCCCCCCC      CCCCCCCCCC      3333333333      6666666666
CC      CC      CC      CC      33      33      66      66
CC      CC      CC      CC      33      66
CC      CC      CC      CC      33      66
CC      CC      CC      CC      3333      6666666666
CC      CC      CC      CC      3333      6666666666
CC      CC      CC      CC      33      66      66
CC      CC      CC      CC      33      66      66
CC      CC      CC      CC      33      33      66      66
CCCCCCCCCC      CCCCCCCCCC      3333333333      6666666666
CCCCCCCCCC      CCCCCCCCCC      3333333333      6666666666

```

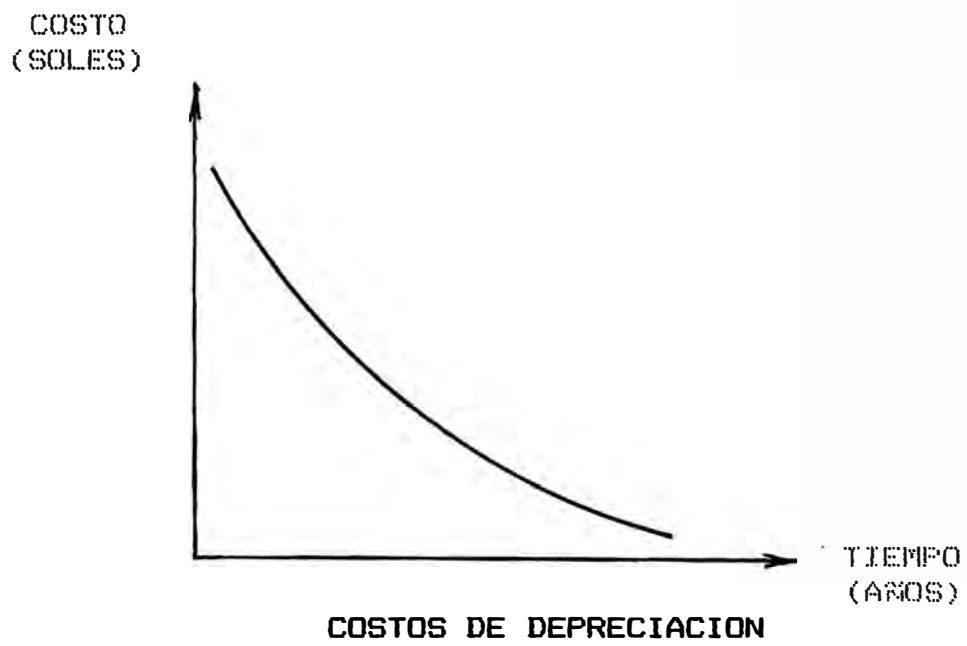
ENTRADA DE DATOS

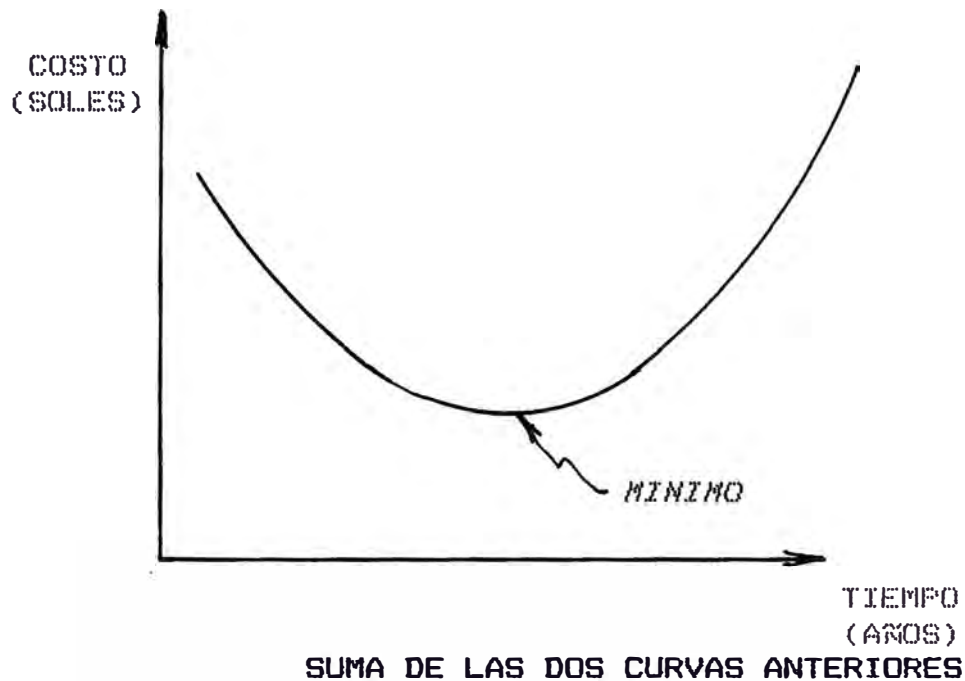
reparaciones a la subrutina de estimación de reparaciones (probabilidades) y los datos de mantenimiento y operación los corregirá llevándolos a fin del año, los resultados de éstas son alimentados a las subrutinas de los costos anuales y gráficos con los cuales el computador nos dará la respuesta directamente.

8.3.1 METODO DEL VALOR PRESENTE O VALOR ACTUAL

Es una característica muy conocida de las partes de una máquina que sus costos de operación y mantenimiento aumenta con los años de la máquina. En contraste con esto, la contribución al costo anual del valor de la compra original decrece con respecto al período de tiempo desde la compra del equipo. Estos costos pueden ser balanceados, uno incrementándose y el otro decreciendo; es importante, entonces, determinar la edad de la máquina cuando se produzca un costo anual mínimo. Si hasta entonces esta maquinaria está operando, debe ser reemplazada, ocurriendo su reemplazo en el momento óptimo.

Gráficamente, estos costos pueden expresarse de la siguiente manera:





El método del Valor presente o actual, llamado así porque actualiza todos los costos y los acumula, para posteriormente, por comodidad, distribuirlos en forma igual a todos los años parcialmente estimados en la solución.

Para la mejor comprensión del método, tomemos la siguiente notación:

P = Precio de equipo nuevo.

C = Costo de operación y mantenimiento al final de año.

L = Valor de recuperación al final del año.

a = Factor para convertir a valor presente o actual.

b = Factor para convertir a costo anual uniforme.

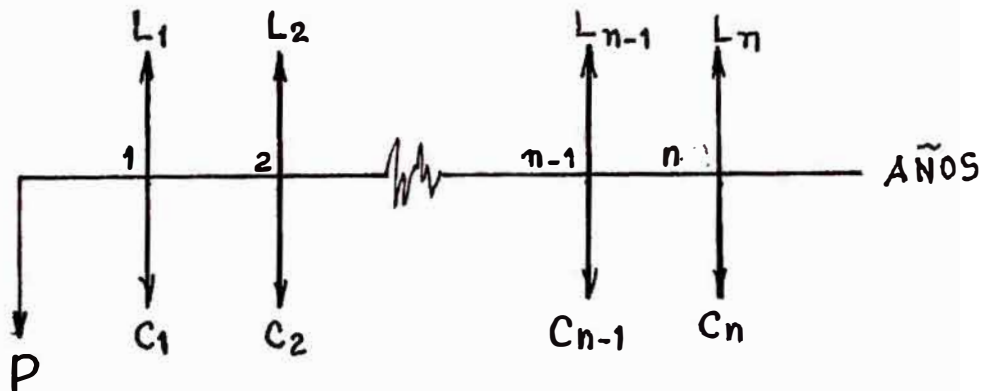
$$a_n = \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$b_n = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

donde:

i = tasa de interés expresada como fracción.

n = número de años.



En el valor presente los costos serán:

1er. año: $P + a_1 C_1 - a_1 L_1$

2er. año: $P + a_1 C_1 - a_2 L_2 - a_2 L_2$

.....

n-ésimo año: $P + \sum_{j=1}^n a_j C_j - a_n L_n$

El costo anual uniforme será:

$$(P + \sum_{j=1}^n a_j C_j - a_n L_n) b_n$$

Notas que L tiene signo negativo por ser un ingreso y no un desembolso.

Habrá que hacer c culos para todos los fines de año y se notar  que los costos anuales equivalentes (lo mismo que el valor presente) irán decreciendo, pero hay un momento en que comienzan a aumentar considerablemente, entonces, el equipo deberá renovarse al final del año en el cual el costo sea mínimo.

8.3.2 PROGRAMA PRINCIPAL

Permite la lectura de los parámetros patrones y además efectúa la desviación del programa hacia las dos zonas de tratamiento de datos.

Se hace un estudio estadístico de probabilidades con el objeto de obtener los datos sobre los costos de reparaciones, y además los costos de operación y mantenimiento.

Se permite la entrada hacia la subrutina de datos; esta subrutina fue creada con la finalidad de permitir a la persona que haga un estudio de reemplazo, hacer un tratamiento de datos diferentes al realizado en este estudio, esto, de acuerdo al tipo de datos que se pueden recopilar y de acuerdo al sistema a estudiarse. El único resultado necesario de esta subrutina de datos, para permitir totales, o sea la suma de los costos de operación, mantenimiento, reparaciones, y cualquier otro tipo de costos en que se incurra, durante cada intervalo de tiempo.

Significado de Variable

- NUM = Número de unidades sobre las que se realiza el estudio.
- N = Número de años que comprende el estudio.
- LO = Número de tipos de costos de operación.
- LM = Número de tipos de costos de mantenimiento.
- IML = Indicador sobre el curso a seguir con respecto a los datos.
- TIPO = Nombre del tipo de operación o de mantenimiento.

- X_i = Costo del $i_{\epsilon n}$ de operación
 YS_i = Intervalos en que ocurre el $i_{\epsilon n}$ tipo de operación.
 LR = Número de tipos de reparaciones.
 KJ_i = Indicador sobre las unidades del intervalo.
 D_{iE} = Nombre de las unidades de intervalo.
 XX_j = Intervalo del $j_{\epsilon n}$ tipo de mantenimiento.
 YY_j = Intervalo en que ocurre el $j_{\epsilon n}$ tipo de mantenimiento.
 JK_j = Indicador sobre las unidades del intervalo.

8.3.3 ENTRADA DE DATOS DEL PROGRAMA PRINCIPAL

Parámetros Patrones

Col.	1	-	5	NUM	15
	6	-	10	N	15
	11	-	15	LO	15
	16	-	20	LM	15
	21	-	25	LR	15
	26	-	30	IML	15

Si $IML = 0$, el estudio de reemplazo será hecho aplicando la teoría estadística dada en este trabajo.

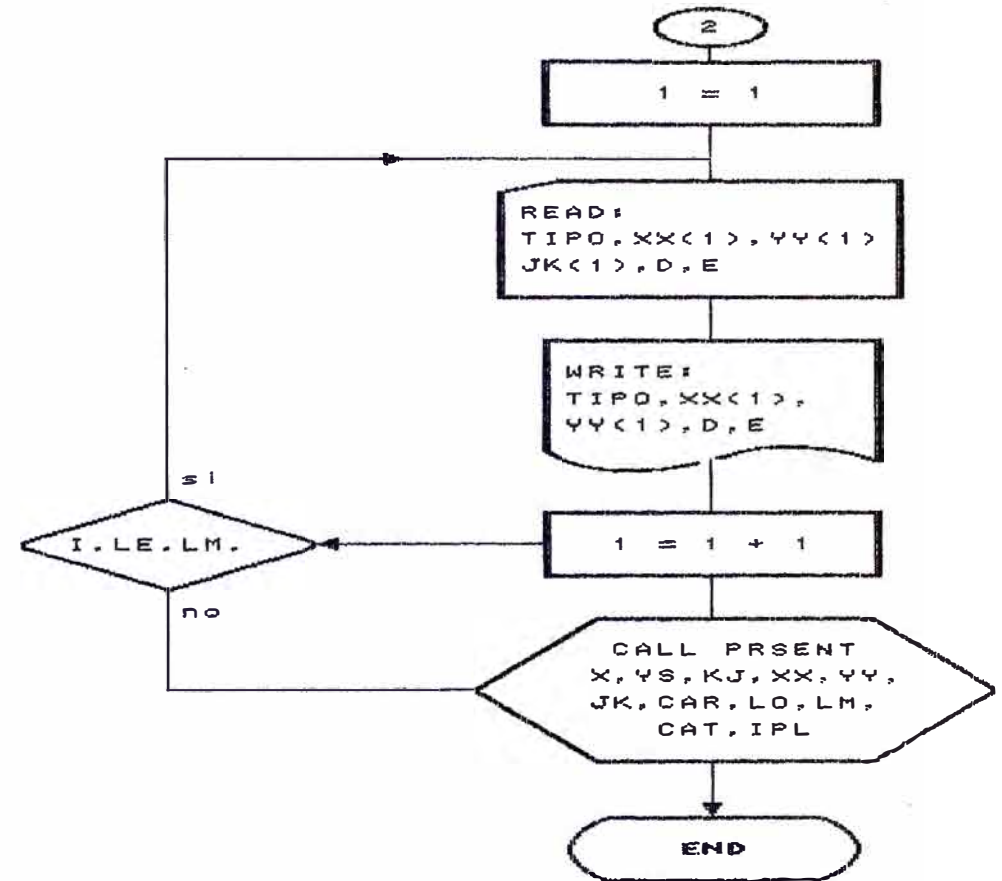
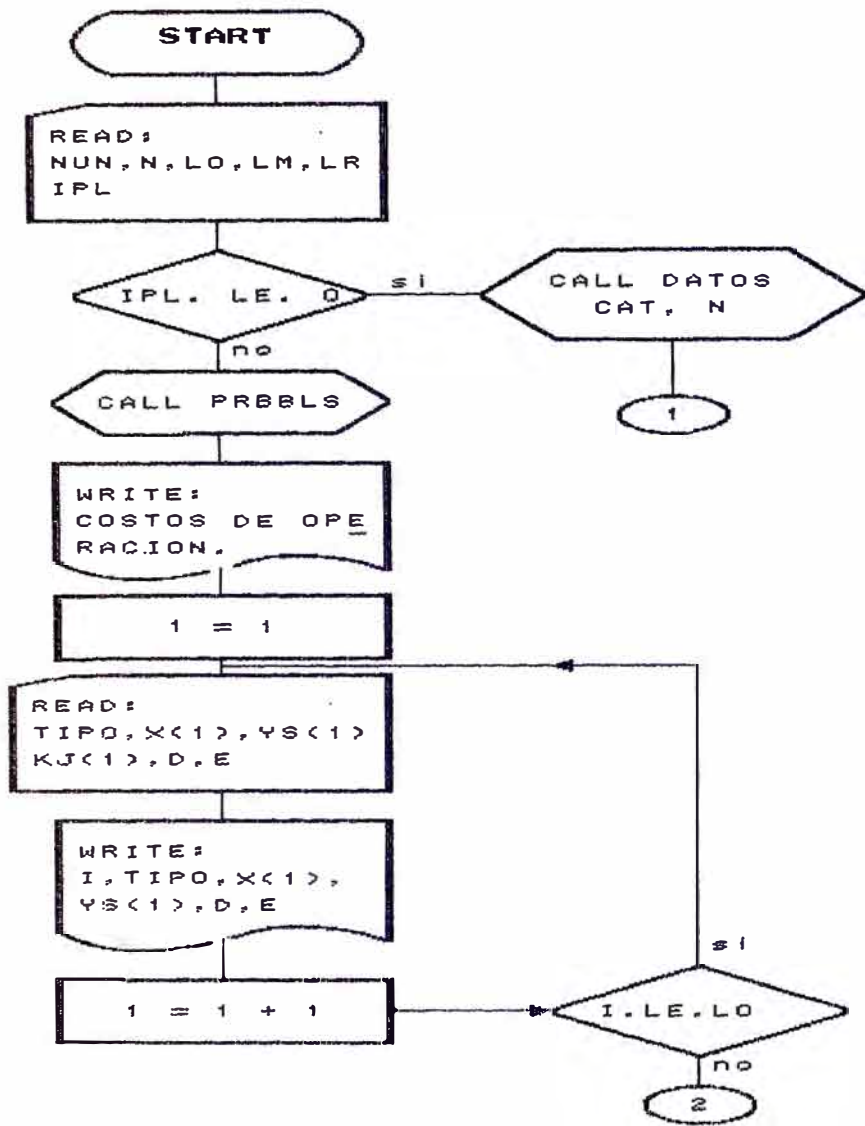


DIAGRAMA DE FLUJO
REEMPLAZO DE EQUIPOS
PROGRAMA PRINCIPAL

Si $IML = 0$, será utilizada la subrutina de datos.

Costo de Operación

Col.	1	-	20	TIFO	5A4
	21	-	30	1	F10.0
	31	-	40	YS ₁	F10.0
	41	-	43	KJ ₁	I3
	44	-	61	D,E	2A4

Si el intervalo de los costos de operación están expresados en Kms. $K_j = 1$, en caso de que $KJ \neq 1$, dicho intervalo estará expresado en meses. En el primer caso $D,E = KMS$, en el segundo caso $D,E = MESES$.

Costos de Mantenimiento

Col.	1	-	20	TIFO	5A4
	21	-	30	XX ₁	F10.0
	31	-	40	YY ₁	F10.0
	41	-	43	JK ₁	2A4

Si el intervalo de los costos de mantenimiento están expresados en Kms. $J_k = 1$, en caso contrario $JK \neq 1$ y dicho intervalo estará expresado en mese. En el primer caso $D,E = KMS$, en el segundo caso $D,E = MESES$.

Si $IML \neq$, los costos de mantenimiento y costos de operación son omitidos.

Con el propósito de poder mostrar los resultados de cada uno de los programas, se va a resolver un problema teórico, en el cual los datos serán los siguientes (ejemplo):

Número de años de estudio		12
Precio inicial de las unidades		150.00
Valores recuperables a través de		
los años	1	123.00
	2	112.00
	3	104.00
	4	94.00
	5	85.00
	6	80.00
	7	74.00
	8	67.00
	9	57.00
	10	40.00
	11	30.00
	12	15.00

Estos deben ser obtenidos a través de encuestas entre los distribuidores.

Los valores de los costos de operación y mantenimiento son mostrados en la salida del programa, en la siguiente hoja.

Los valores de los costos de reparación y su intervalo de ocurrencia, o si no, su frecuencia de reparación, deben ser obtenidos a través de sectores donde se realizan esas reparaciones.

Un ejemplo de esta encuesta podría ser:

Frecuencia de reparaciones estimada para los diferentes años del equipo. Podría tomarse como base 100 unidades.

Reparación	Años de uso					Costo prom por repar. (S/.)
	1	2	3	4	5	
Tipo A	20	30	60	85	100	450
Tipo B	40	70	95	100		300
Tipo C	80	100				150
Tipo D	0	0	60	100		600

Explicación:

Para la reparación Tipo A, con un año de uso deben haber vendido 20 unidades, hasta el 2do. año deben haberlo hecho 30 buses (incluyendo los 20 primeros), así hasta completar las unidades tomadas como base; en este caso, 100 unidades.

Este cuadro se hace para cada una de las reparaciones más representativas.

Para el uso del programa, estos datos deben ser convertidos en densidades de probabilidades, así estos datos se convertirían en:

	1	2	3	4	5
Tipo A	0.20	0.10	0.30	0.25	0.15
Tipo B	0.40	0.30	0.25	0.05	

y así sucesivamente.

8.3.4 ESTIMACION DE REPARACIONES

En esta estimación se considerarán aquellas partes que fallan con regularidad durante el servicio, estas partes son generalmente costosas y es conveniente tratar de prever el hecho. También en estas estimaciones se consideran aquellos costos de operación y mantenimiento, que a pesar de haber sido definidos

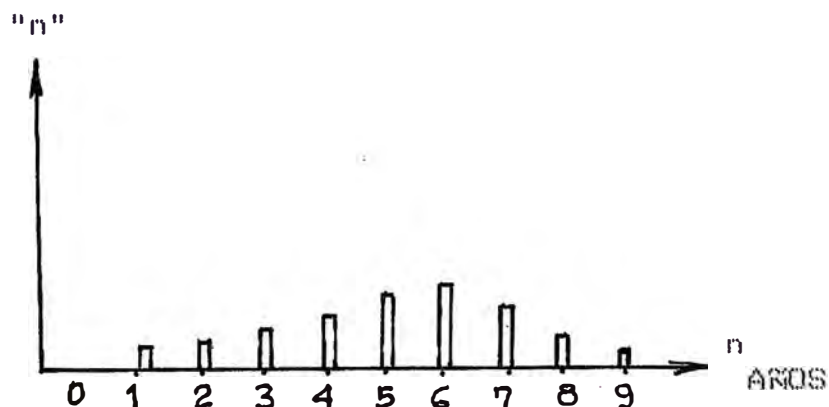
en dichos rubros, tienen una ocurrencia casi random en esa categoría; por tanto, tiene un determinado costo esperado, sobre una base permanente estadística.

Fundamento Teórico

La distribución estadística que se quiere mostrar tiene una variable random que son los años cuyo rango es de $1 < n$, sin embargo durante un estudio "n" está restringido hasta el número de años en que se hace dicho estudio.

El evento es la ocurrencia de la primera reparación (por ejemplo, un reemplazo de la transmisión en un volquete) en un año específico "n". Para un reemplazo de este tipo la densidad de probabilidad discreta podría ser como sigue:

PROBABILIDAD
DE LA REPARA-
CION EN EL AÑO

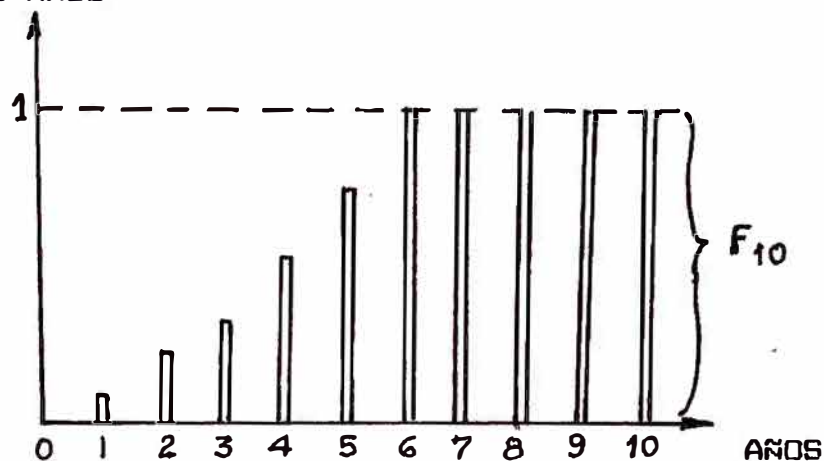


donde $F(n = 5)$ es la probabilidad de la primera reparación en el año quinto.

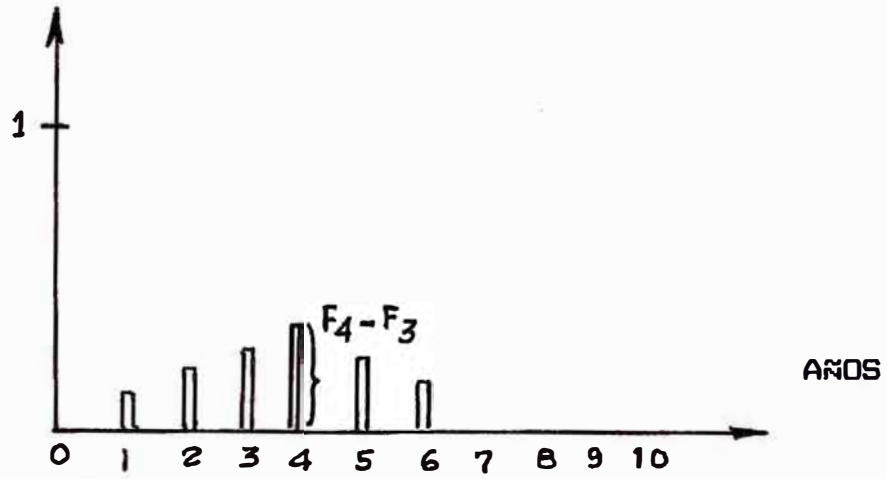
Para este análisis es, por tanto, necesaria una de estas densidades para cada uno de los tipos de reparaciones. Una vez que la densidad es estimada se procede a determinar el número esperado de reparaciones en cada categoría, y teniendo el precio por cada reparación es posible obtener el costo esperado en cada año.

Para obtener este número de reparaciones esperado y su costo esperado en un año "n" determinado es necesaria la siguiente teoría:

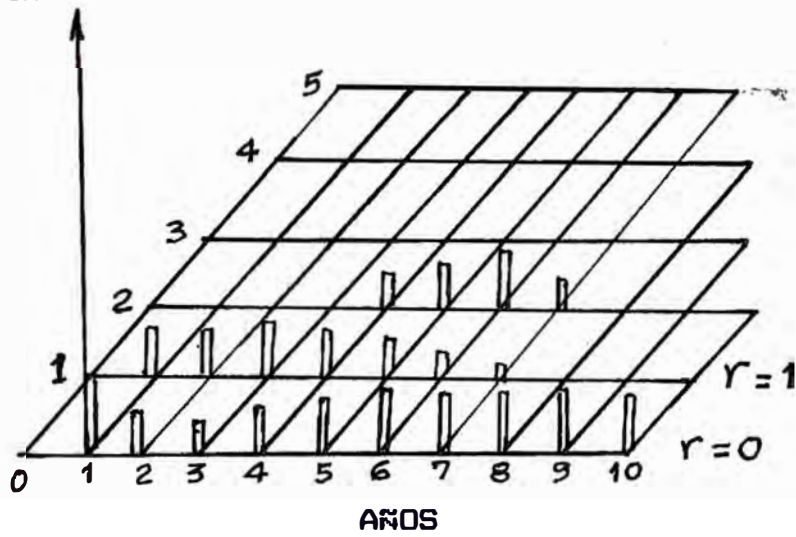
**PROBABILIDAD DE QUE
OCURRA UNA 1a REPARACION EN CIERTO PERIODO DE AÑOS**



PROBABILIDAD DE LA
REPARACION EN EL
AÑO n .



PROBABILIDAD DE r
REPARACIONES EN EL
 N ésimo AÑO.



Ejemplo de Cálculo

Calcular el número esperado de reparaciones para 100 carros en el 3er. año, y su costo esperado.

Sean los datos:

$P_1 = 0.01$ probabilidad de una reparación en el 1er. año.

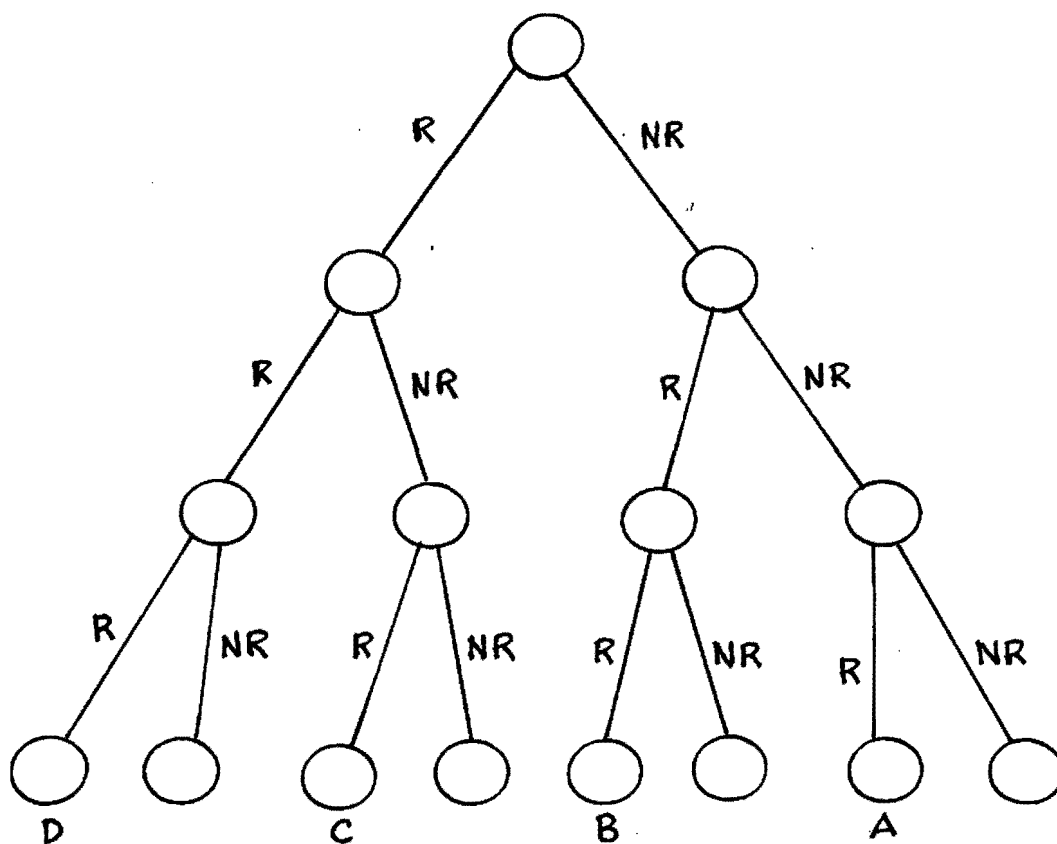
$P_2 = 0.04$ probabilidad de una reparación en el 2do. año.

$p_3 = 0.07$ probabilidad de una reparación en el 3er. año.

Las asunciones que se tomarán son las siguientes:

- Una reparación restablece completamente la parte averiada y la pone en condición de "nuevo".
- Todas las fallas ocurren cuando el equipo está en uso.
- Ninguna falla ocurrida en un intervalo debe ser considerada como que ocurrió justo antes del próximo chequeo general.
- La performance promedio que se muestra en los estimados de las reparaciones, se consideran como la performance actual de algunas piezas.

De los 100 carros, los siguientes sucesos podrían ocurrir.



R = ocurre una reparación

NR = no ocurre una reparación

Los equipos que podrían tener una reparación en el 3er. año son aquellos que están en los sets A, B, C, D. Cada uno de los sets tiene su propia configuración o patrón de reparación y además su propia expectativa. Pero dado que la expectativa es un operador lineal podemos tomar simplemente la suma de las expectativas de cada set A, B, C, D, y tener el número total de reparaciones esperadas en el 3er. año.

Para poder describir las configuraciones A, B, C, D, representamos por O las no reparaciones y por R las reparaciones.

SET A O.O.R P(A) = (P₃) = .07 = .070000

SET B $\begin{matrix} O & R \\ \hline P_2 & P_1 \end{matrix}$ P(B) = (P₂) (P₁) = .04 .01 = .000400

SET C $\begin{matrix} O & R \\ \hline P_2 & P_1 \end{matrix}$ P(C) = (P₂) (P₁) = .01 .04 = .000400

SET D $\begin{matrix} O & R & & \\ \hline P_1 & P_1 & P_1 \end{matrix}$ P(D) = (P₁) (P₁) (P₁) = (.01) $\begin{matrix} .000001 \\ \hline \end{matrix}$
 P* = .070801

P^* = probabilidad de reparación en el 3er. año.

Debido a que este evento es un proceso Bernoulli, ya que se tiene una reparación o no, el valor de reparaciones esperado será $= N \times P^*$, donde N , en este caso es 100. En este ejemplo el número esperado de reparaciones para el 3er. año será 7.0801, o el número esperado de reparaciones por carro será $7.0701/100 = 0.070801$. Además si cada costo de reparación es de 2000, el costo esperado por carro será $2000 \times p^* = 141.602$.

8.3.5 SUBROUTINA PARA ESTIMAR REPARACIONES

En el ejemplo anterior se tuvo para tres años, 4 sets posibles, pero en el caso de que un estudio sea hecho sobre la base de 10, 11, 12, etc., años, estas combinaciones se incrementan grandemente. Así por ejemplos, para:

10 años	512 combinaciones
11 años	1024 combinaciones
12 años	2048 combinaciones

Una manera práctica de enfocar el problema es por medio del siguiente cuadro:

Intervalo	Inicio	Número esperado de fallas en el intervalo.			Número esperado
		1	2	3	
		$n_0 p_1$			n_0
1		$n_0 p_1$	$n_1 p_1$		n_1
2		$n_0 p_2$	$n_1 p_2$	$n_2 p_1$	n_2
3		$n_0 p_3$	$n_1 p_3$	$n_2 p_2$	n_3
4		$n_0 p_4$	$n_1 p_4$	$n_2 p_3$	n_4
5		$n_0 p_5$	$n_1 p_5$	$n_2 p_4$	n_5

La 1era. columna de este cuadro muestra el intervalo desde el comienzo. La 2da. columna muestra cómo se malogran las n_0 piezas iniciales. La última columna representa el número de piezas que se van a malograr en cada intervalo. La columna encabezada con inicio muestra la distribución de fallas de las primeras n_0 piezas. En el 1er. intervalo $n_0 p_1$, en el 2do. intervalo $n_0 p_2$, etc., y así sucesivamente para todas las columnas; la última columna es la suma de todas las columnas de un intervalo.

Aplicando esta manera de cálculo al ejemplo anterior, se obtiene:

Número esperado de fallas en el intervalo.
Número esperado de reparaciones.

Intervalo	Inicio	1	2	3	
	Inicio				100
1	1				1.000000
2	4	.01			4.010000
3	7	.04	.0401		7.080100
4	15	.07	.1604	.070801	15.301201
5	25	.15	.2807	.283204	

Para el tercer año el número esperado de reparaciones es de 7.0801, sobre 100 unidades en estudio.

Significado de Variable

- CAR_i = Costo anual de las reparaciones.
 TIPO = Nombre de la reparación
 K_i = No. del intervalo en el que el 100% de las unidades tienen por lo menos una reparación.
 P_j = Probabilidad de una reparación en el intervalo j .
 T = Costo unitario de la reparación.
 $R_{k,i}$ = Costo esperado de las reparaciones del tipo k en el intervalo i (costo unitario).
 NUM = Número de unidades.
 LR = No. de tipos de reparación.
 N = No. de intervalos.
 $Y_{k,i}$ = Número esperado de la reparación del tipo k en el intervalo i .

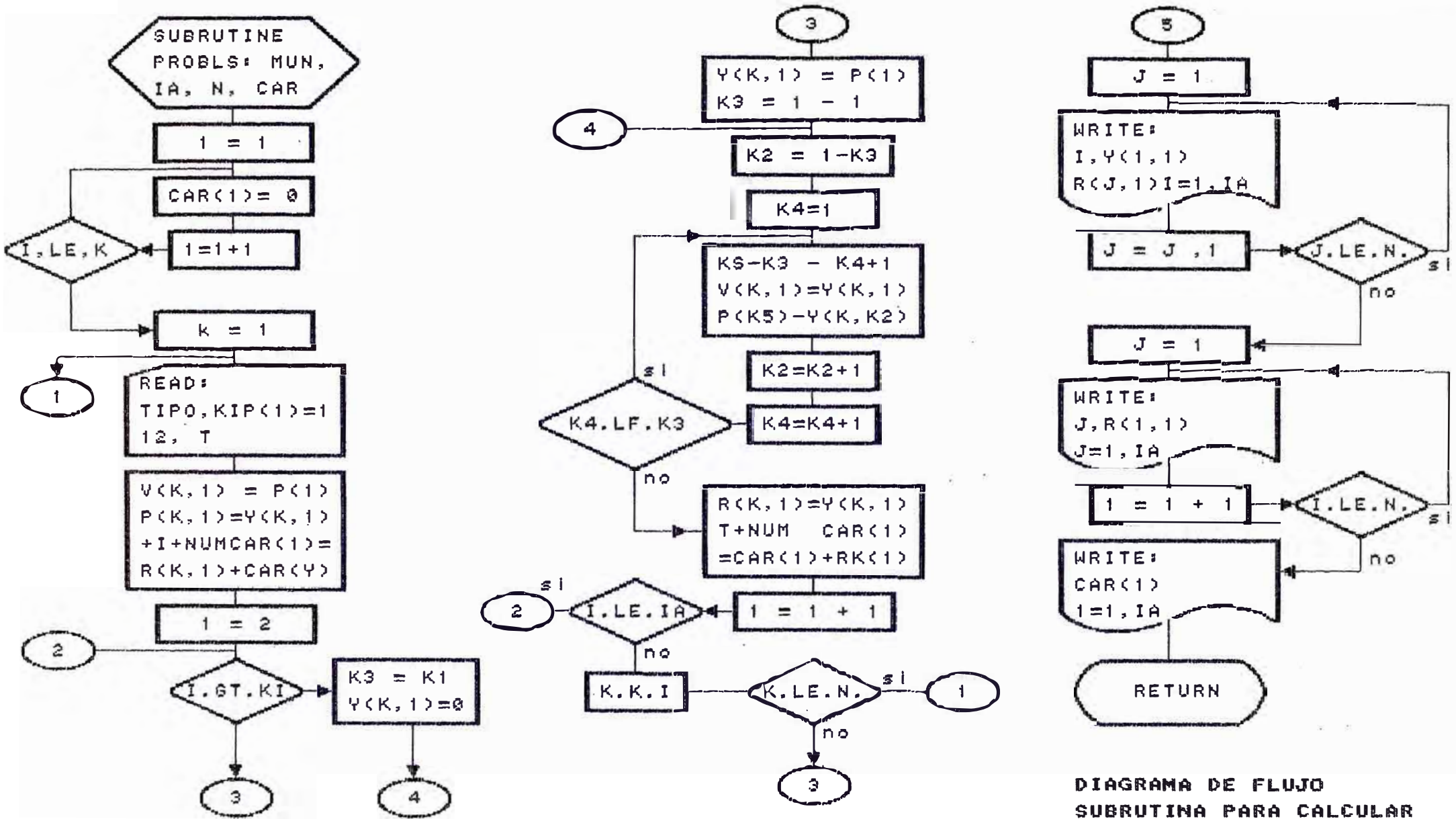


DIAGRAMA DE FLUJO
SUBROUTINA PARA CALCULAR
EL NUMERO Y COSTO ESPERADO
DE LAS REPARACIONES.

8.3.6 ENTRADA DE DATOS DE LA SUBROUTINA PARA ESTIMAR REPARACIONES

Columnas	1	-	20	TIPO	5A4
	21	-	22	K1	I2
	23	-	26	P ₁	F4.0
	27	-	30	P ₂	F4.0

	67	-	70	P ₁₂	F4.0
	71	-	80	T	F10.0

NOTA

Hay 12 campos para escribir los datos sobre las probabilidades, en caso de que los intervalos de estudio sean menores de 12, los campos restantes se dejarán en cero.

Las variables LR y N son trasladadas del programa principal a esta subrutina.

CAPITULO 9

CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

1. A través del estudio se ha visto en todo momento los beneficios que el Mantenimiento Predecible aporta a la Industria. Con el empleo del Sistema de Mantenimiento Predecible es tangible un aumento en la productividad, ya que disminuye el tiempo ocioso debido a menos paros imprevistos así como sus sobretiempos, acumula fuerza de trabajo de mantenimiento y del equipo, disminuye el número de productos rechazados al mejorar el control de calidad por la correcta adaptación del equipo, reduce el inventario por mejor control de reparaciones y en general, reduce el costo unitario de producción.

2. Cuando tengamos una disposición de planta óptima, en base a la maquinaria pesada que la podemos considerar "inmovible"; una racionalización de trabajo efectiva, producto de un Balance de Línea; un Control de Calidad efectivo y preventivo (control de calidad en el diseño), una mejora de métodos de trabajo orientada a la mecanización de la producción; un asignación de personal y materiales correcta, etc., llegaremos a una etapa en la que el Sistema de Mantenimiento Predecible llegue a un nivel óptimo y de máxima eficiencia.

3. Debemos considerar también como importante una organización funcional de la Empresa; una evaluación de puestos y salarios y elaborar un manual de funciones, en general para la buena marcha de la empresa.

4. Debemos considerar que los defectos en el mantenimiento pueden estar radicados en:

a) **Personal**

Falta de entrenamiento (por ello una de las claves del éxito en el mantenimiento es el entrenamiento permanente).

b) Herramientas

Inadecuadas para hacer las reparaciones en forma fácil y rápida.

c) Materiales

Que son el complemento de los otros factores.

5. Todas las decisiones relativas a una máquina y sus piezas pueden ser tomadas en base a la información contenida en su archivo (Cuaderno de Máquina). Se debe desterrar definitivamente el sistema de una máquina a la cual se le extrae la pieza malograda o fallada y luego enviada a fabricación utilizándola como modelo. Para esto, una vez extraída la pieza se confeccionará un plano de la pieza, en caso que no lo hubiese y luego de fabricado el repuesto quedaría en archivo, es decir, en el "Cuaderno de Máquina".

6. Es inconcebible que existan "paradas" en la producción porque un montacargas no camina o una compresora no arranca, teniendo otras unidades con **OPERATIVIDAD ALTERNATIVA**, pero en condiciones al mínimo por una pésima previsión de aspectos que aún están enmarcadas dentro del mantenimiento correctivo.

En resumen, si no se ha superado en la Planta la etapa inicial y básica del mantenimiento, para llegar a un Mantenimiento Predecible eficiente y a corto plazo, se necesita de un cambio radical, tanto en el aspecto organizativo como en el apoyo económico y de abastecimiento que debe brindar la empresa para alcanzar una máxima operatividad de las líneas y por ende conseguir una producción óptima.

"Quitadnos todo, nuestras fábricas, nuestros edificios, nuestros vehículos, sólo dejadnos nuestra organización y en menos de lo esperado todo estará nuevamente en marcha"

CORNEILLE

Industrial Americano

ANEXO No. 1

**INVENTARIO, DISPONIBILIDAD Y UTILIZACION
DEL EQUIPO MOVIL**

INTRODUCCION

Con este informe ponemos de manifiesto todo el trabajo realizado durante el tiempo que se nos asignó para nuestras prácticas Pre-Profesionales, exponiendo todas las actividades realizadas para llevar a cabo el trabajo asignado. Incluimos una serie de cuadros y gráficos que se han elaborado en base a los datos recopilados de todos los Departamentos del Area Ilo, de algunos informes y de la verificación en el campo.

Este trabajo se ha realizado en coordinación con el Departamento de Informática (ILO) y el Departamento de Ingeniería (TOQUEPALA), por lo cual se buscó y verificó información tanto necesaria para ambos Departamentos pero siempre siguiendo nuestro rol de actividades asignadas.

PROGRAMA ASIGNADO

1. Verificación del Inventario del Equipo Móvil.
2. Evaluación preliminar de récords de disponibilidad y utilización.

I. Siendo la verificación del Inventario del Equipo Móvil la primera actividad que se tenía que realizar y no pudiendo llevarse a cabo por no contar en el área con un inventario actualizado, nosotros tuvimos que empezar con la elaboración y actualización del Inventario del Equipo Móvil. Convenimos necesario confeccionar una carta de presentación firmada por el Jefe del Departamento de Ingeniería, Mr. E. P. Dierick con el respectivo visto bueno del Gerente de Area, Mr. R. D. Alley, para poder realizar una visita a cada Departamento y Sección, con el fin de averiguar la cantidad y clase de vehículos que estos tienen a su disposición. Luego nosotros verificamos personalmente la lista de vehículos que obtuvimos, siendo éste uno de los grandes problemas que tuvimos que afrontar porque los vehículos se encontraban distribuidos en cualquier lugar del área, demandando la mayor cantidad de nuestro tiempo.

Trabajando en coordinación con el Departamento de Informática y este necesitando una información completa de cada vehículo, se elaboró un formato donde se incluyó la siguiente información de cada vehículo:

- Placa de rodaje
- Número de código interno (nuevo y viejo)
- Placa de cobre
- Clase
- Marca
- Modelo
- Tipo, Año, Color
- Número de Serie
- Número de motor
- Fecha de inscripción
- Lugar de inscripción
- Documento de revisión técnica
- Fecha de vencimiento
- Fecha de vencimiento libre de infracción
- División, Departamento
- Responsable
- Uso
- Fecha de asignación
- Cuenta contable

Con todos estos datos obtuvimos información completa de cada vehículo.

A partir de esto, con la ayuda de la computadora de la Empresa se elaboraron los listados de los vehículos. (Adjuntamos cuatro tipo de listados: por número de placa de rodaje, por tipo de vehículo, por Departamento asignado y por número de código interno). Con esto termina la primera parte de nuestro trabajo asignado.

GRAFICO No. 1

Se aprecia toda la disponibilidad de todos los tipos de vehículos con los que cuenta la Empresa en Area Ilo.

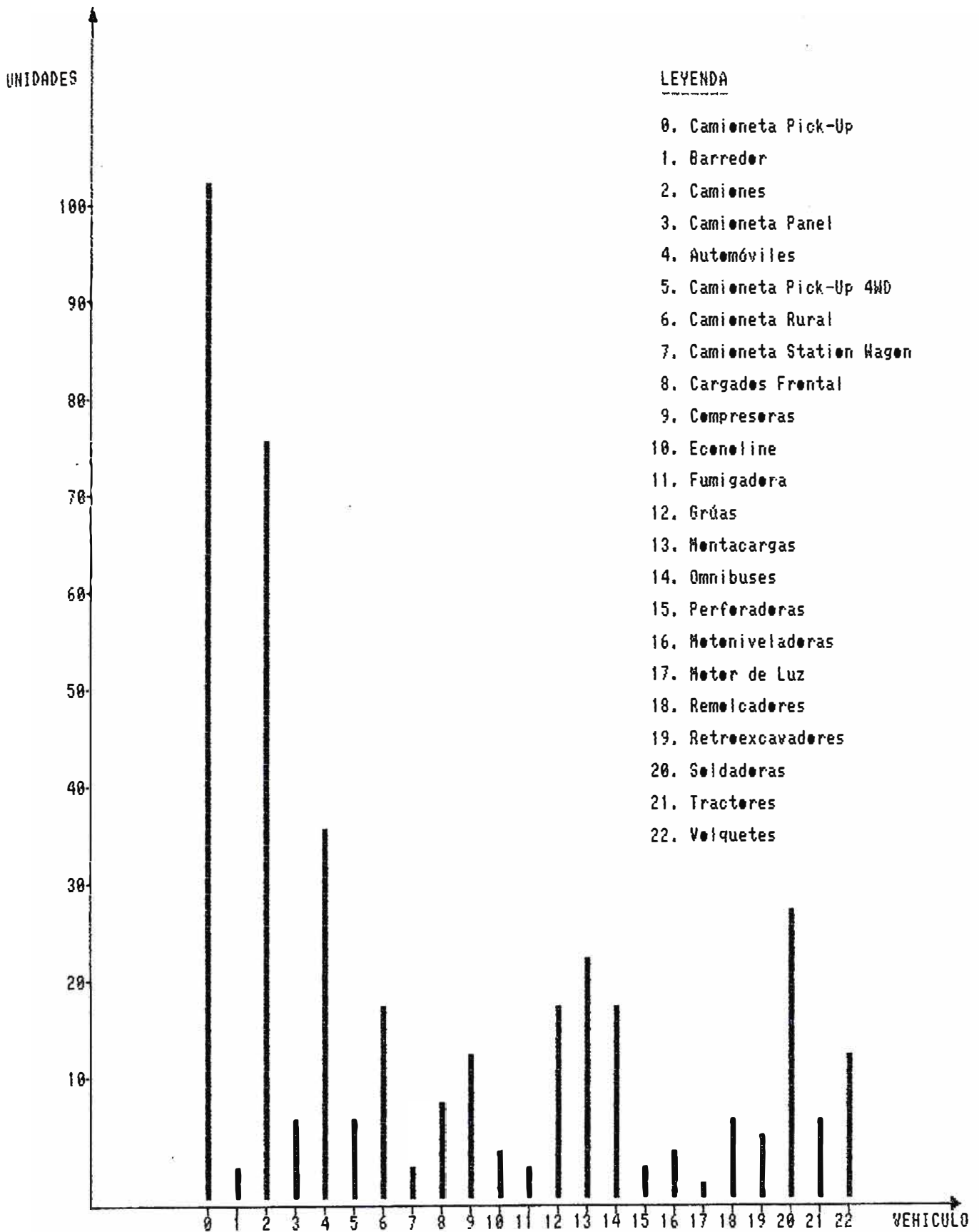


GRAFICO N° 1

II. En esta segunda parte del informe trataremos de explicar todo acerca de la evaluación de los récords de disponibilidad y utilización del equipo móvil.

Antes de empezar, creemos que es conveniente definir los siguientes términos:

- **Disponibilidad**

Es el tiempo en que un vehículo, está apto a realizar una determinada actividad.

- **Utilización**

Es el tiempo en que un vehículo, realiza una determinada actividad.

Para realizar una evaluación de la disponibilidad y utilización de los equipos móviles, se deben contar con unos récords de determinados tiempos que realizan los vehículos, así como :

- * Tiempo de mantenimiento en el taller
- * Tiempo de reparación
- * Tiempo de utilización
- * Tiempo de paros.

Teniendo todos estos tiempos como datos históricos de por lo menos un año, se puede obtener un promedio mensual o diario de cada uno de estos tiempos.

Por ejemplo, en un mes se tiene 720 horas a las cuales se les resta el tiempo de reparación y mantenimiento, se obtiene el tiempo de disponibilidad mensual. De igual manera con el promedio diario de cada tiempo se puede obtener una disponibilidad diaria de cada equipo móvil. Haciendo un estudio, de comparación entre el tiempo disponible y el tiempo de utilización, se puede llegar a una conclusión donde saldría mucho más económico alquilar muchos equipos por determinadas horas en vez de tenerlos como activos fijos de la empresa.

En nuestro recorrido por todos los Departamentos observamos que ninguno de ellos llevaba un récord de tiempo, salvo el Departamento de Coquina. Por este motivo no pudimos lograr nuestro objetivo, el cual era obtener una evaluación final de los récords de utilización y disponibilidad para todos los tipos de vehículos existentes en la empresa Area Ilo.

Adjuntamos nuestro informe la evaluación que obtuvimos de los vehículos "DART" que operan en el Departamento de Coquina.

En el Cuadro No. 1 se presentan las horas de operación, horas extras, horas de paro y horas de mantenimiento mensuales de donde se haya realizado mantenimiento o reparación.

Este cuadro ha sido elaborado totalizando las horas de los reportes diarios presentados por el Departamento de Coquina.

Como se puede observar en el cuadro, en los meses de Agosto y Setiembre existe gran cantidad de "horas de paro" debido a una huelga realizada.

Por lo tanto, no consideramos dichos meses para la obtención del promedio mensual y diaria de los tiempos necesarios.

En los Cuadros II y III se muestran los promedios mensuales y diarios, en los cuales no se han considerado los meses de huelga por cuanto los resultados obtenidos no serían muy precisos.

$$\text{Promedio Mensual} = \frac{\text{Total(hrs)} - (\text{hrs. Agosto} + \text{Horas Set.})}{10 \text{ meses}}$$

El promedio diario se obtiene dividiendo el promedio mensual entre treinta días.

En el cuadro IV, se muestran las horas totales de disponibilidad y utilización de los "DART" de Coquina.

CUADRO # I

DATOS HISTORICOS MENSUALES DE LOS "DART" (HORAS)

HORA RES	HORAS NORMALES	HORAS EXTRAS	HORAS REP/COQUINA	HORAS REP. FUNDICION	HORAS DE PARO
ENERO	147.8	27.3	20.2	224.4	5.2
FEBRERO	130.4	23.4	19.6	213.6	2.8
MARZO	137.2	22.5	19.6	214.8	20.5
ABRIL	153.8	27.0	25.0	183.6	--
MAYO	151.8	33.0	31.4	175.2	6.2
JUNIO	106.6	25.5	42.6	272.4	--
JULIO	130.0	29.0	12.3	273.6	11.2
AGOSTO	92.5	10.8	12.5	163.2	87.6
SETIEMBRE	14.2	--	17.1	96.0	175.2
OCTUBRE	142.8	10.5	22.8	211.2	12.0
NOVIEMBRE	149.2	26.7	15.2	219.6	0.8
DICIEMBRE	165.9	23.7	24.4	115.8	9.6
TOTALES	1552.2	259.4	262.7	2363.4	331.3

CUADRO # II

PROMEDIO MENSUAL (HORAS)

	PARA 10 MESES		PARA 12 MESES	
	H	H.M.S.	H	H.M.S.
HORAS NORMALES	141.55	141h.33'	126.85	126h.51'
HORAS EXTRAS	24.86	24h.51'	21.6167	21h.37'
HORAS REP. COQUINA	23.31	23h.18'	21.8917	21h.53'30"
HORAS REP.FUNDICION	210.42	210h.25'	196.95	196h.57'
HORAS PARO	6.85	6h.51'	27.6083	27h.36'30"

CUADRO # III

PROMEDIO DIARIO (HORAS)

	PARA 10 MESES		PARA 12 MESES	
	H	H.M.S.	H	H.M.S.
HORAS NORMALES	4.7183	4h.43'	4.2283	4h.13'42"
HORAS EXTRAS	0.8287	49'	0.7206	43'14"
HORAS REP. COQUINA	0.7777	46'	0.8209	49'15"
HORAS REP.FUNDICION	7.014	7h.00'	6.5650	6h.33'54"
HORAS PARO	0.2283	13'	0.9203	55'13"

CUADRO Nro. IV

DISPONIBILIDAD Y UTILIZACION DIARIA Y MENSUAL DE LOS VEHICULOS "DART"

	CONSIDERANDO LOS DIAS DE HUELGA (12 MESES)		DESCONTANDO LOS 2 MESES DE HUELGA (10 MESES)	
	HORAS	H.M.S.	HORAS	H.M.S.
DISPONIBILIDAD MENSUAL	501.1503	501 h. 09' 30"	486.27	486 h. 16' 12"
UTILIZACION MENSUAL	140.4667	140 h. 20'	166.41	166 h. 24' 36"
DISPONIBILIDAD DIARIA	16.6142	16 h. 36' 51"	16.2092	16 h. 12' 33"
UTILIZACION DIARIA	4.9489	4 h. 56' 56"	5.547	5 h. 32' 49"

DISPONIBILIDAD Y UTILIZACION DIARIA DE LOS VEHICULOS
DART DE PLANTA COQUINA

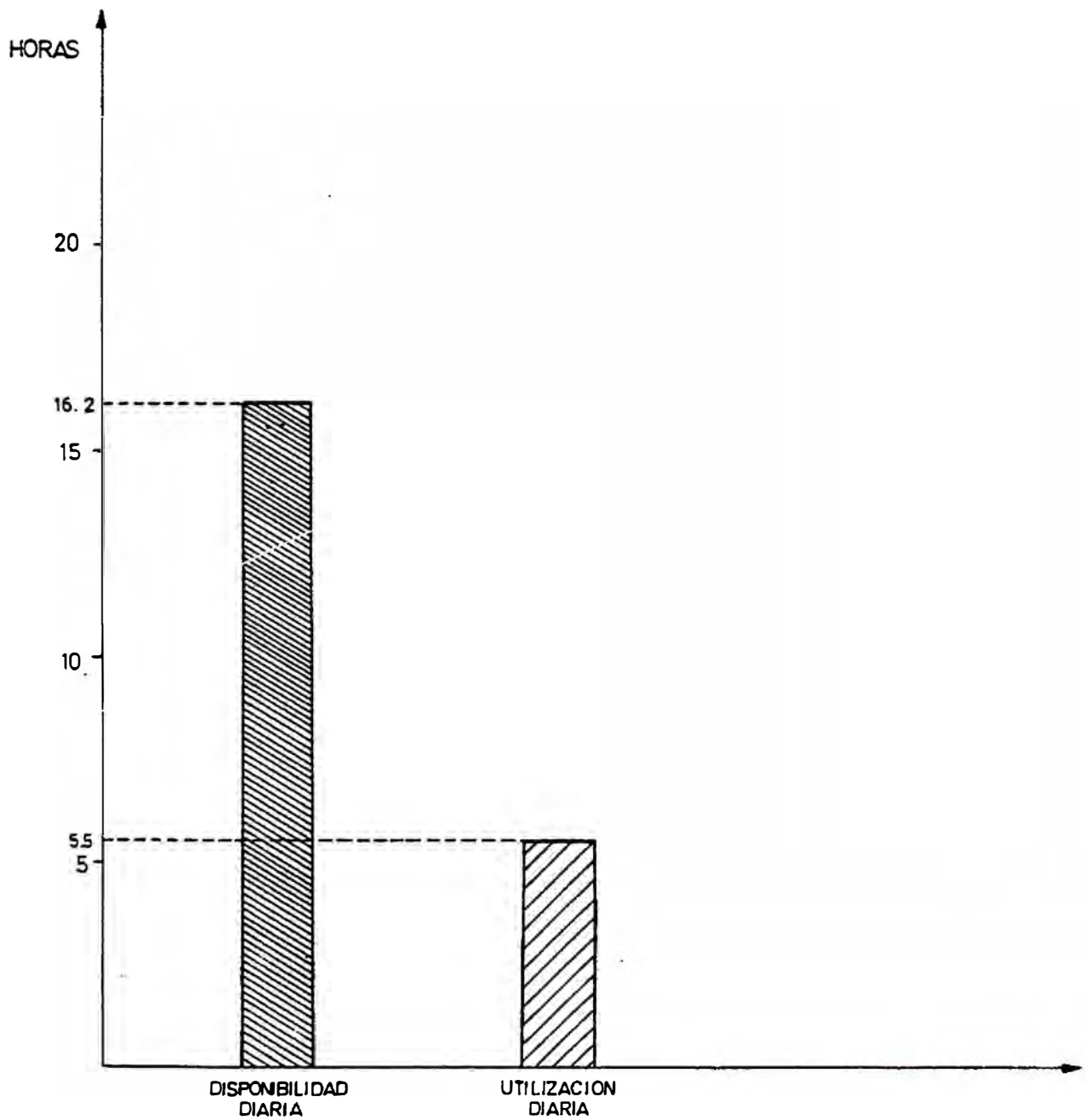


GRAFICO N° 2

En la gráfica II se muestra la comparación diaria entre la utilización y disponibilidad de los "DART".

Cálculo de la Disponibilidad y Utilización

Se han efectuado teniendo en cuenta los paros por huelgas en los meses de Agosto y Setiembre.

- Considerando los doce mese

Disp.	=	16.61 hrs/día		
		24	hrs	----- 100%
		16.61	hrs	----- X
				X = 69.23%

Luego, el porcentaje que se obtiene disponible en un volquete "DART" es el 69.23% del total de 24 hrs. diarias.

hrs. normales	=	4.23 hrs/día		
		8	hrs	----- 100%
		4.23	hrs	----- X
				X = 52.85%

El porcentaje de utilización viene a ser el 52.85% del total de 8 hrs. diarias.

- Descontando los meses de huelga (10 mese)

Disp.	=	16.61 hrs/día		
		24	hrs	----- 100%
		16.21	hrs	----- X
				X = 67.54%

Luego, la disponibilidad viene a ser el 67.54%
del total de 24 hrs. diarias

hrs. normales = 4.72 hrs/día

8 hrs ----- 100%

4.72 hrs ----- X

X = 58.98%

La utilización es de 58.98% del total de 8 hrs.
diarias.

III. Reemplazo de equipo móvil. Existe diferentes formas de estudios a realizarse, para tomar una decisión de reemplazar el equipo de trabajo.

La causas principales son:

- Por ser antieconómico
- Por ser obsoletos
- Equipo antieconómico Para comprobar si un equipo resulta antieconómico se tiene que realizar un estudio profundo respecto a los costos que acarrea operarlo y mantenerlo en buen estado para que desempeñe sus trabajos.

Es preciso analizar:

- * Costo de mantenimiento preventivo (Programado)
- * Costo de reparaciones (repuestos)
- * Costo de mano de obra
- * Costo de consumo de combustible, etc.

Se totalizan estos costos por anualidades para compararlas con otras alternativas de acuerdo a la política de la empresa. Podría ser: Costo por anualidades de adquisición de un nuevo equipo de las mismas características, precio, mantenimiento, reparación, combustible, mano de obra, etc.

Los costos del nuevo equipo se proyectan usando una tabla de factores de tasa discreta de rendimiento.

Específicamente se usa el factor de recuperación de capital.

$$Cr_f = \frac{i (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

n = número de años
i = tasa impositiva

- **Equipo Obsoleto** Un equipo es considerado obsoleto cuando la actividad que realiza no cumple con la calidad y velocidad requerida de acuerdo al adelanto técnico y científico, o porque la empresa ha crecido y requiere de maquinaria más sofisticada.

En este caso se hace un estudio comparativo de los costos de la antigua máquina por anualidades, como el caso anterior, versus los costos anuales que acarreará la nueva máquina.

Análisis Comparativo entre Volquete usado y nuevo

1. Volquete Usado

Se tienen que considerar una serie de costos, entre ellos tenemos:

- a) Sueldo del operador: horas normales de operación, horas extras, etc.
- b) Costo de combustible: petróleo, aceite, etc.
- c) Costo de mantenimiento preventivo o programado (mano de obra, repuestos, etc.)

Luego de obtener estos costos se totalizan para un año, después se hace un cálculo subjetivo de cómo puede ir incrementándose estos costos a año, lo que se llamaría una gradiente (g).

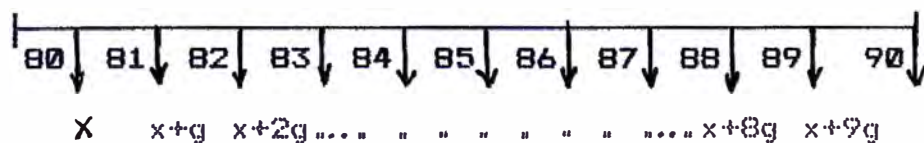
X = desembolso para el primer año.

n = número de años.

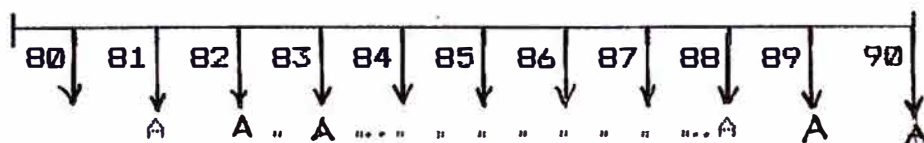
i = tasa impositiva.

A = desembolso anuales.

Asf = factor de serie aritmética.



Se uniformizan los desembolsos de la siguiente manera:



Aplicando la fórmula:

$$A = g \cdot Asf(n-1) + X$$

2. Compra de Volquete nuevo:

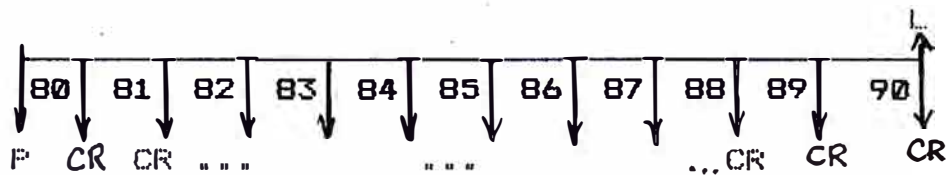
Se tiene que considerar los costos siguientes:

P = desembolso actual por la compra del volquete.

L = Valor de recuperación al final de diez años.

CR = remuneración anual de la deuda.

i = tasa de interés anual.



Estos cálculos se realizan con ayuda de la computadora, con el programa titulado "Remuneración Anual de la Deuda", el cual se adjunta para su respectiva verificación.

Una vez realizados estos cálculos ya se puede saber si conviene o no reemplazar los volquetes.

Conviene reemplazar los Volquetes si: Desembolsamos Anuales en los Volquetes Usados es mayor que los desembolsos Anuales por la adquisición de los Volquetes nuevos.

WANG
2200
SERIES
PROGRAM

ANNUAL DEBT PAYMENT

TITLE

PROGRAM ABSTRAC		
CALCULATES THE ANNUAL DEBT PAYMENT		
BLOCK	SAVE "NAME"	BYTES REQUIRED
10	AN--DEBTP	458

PROGRAM DESCRIPTION

Calculates the annual debt payment by:

$$CR = (P - L) \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} + Li$$

Where:

- CR = annual debt payment
- i = annual interest rate
- N = life of study period (yrs.)
- L = prospective net salvage value at end of N yrs
- P = price or first cost

NOTE

- ▶ Many operating instructions are presented via the CRT (display) or one of the output devices. When such instructions occur the word INSTRUCTION will appear on the left hand side of the operating instructions and what is displayed or typed will appear on the right hand side.

OPERATING INSTRUCTIONS

1. Key

2. Key

3. INSTRUCTION

4. Key PRICE OR FIRST COST

5. INSTRUCTION

6. Key ANNUAL INTEREST RATE

7. INSTRUCTION

8. Key LIFE

9. INSTRUCTION

10. Key SALVAGE VALUE

11. Read :

12. INSTRUCTION

13. Key 0

or

Key 1

PRICE

4. Key 2 5 0 0 0

ANNUAL INTEREST RATE (%)

6. Key 6 . 8

LIFE OF STUDY PERIOD (YRS)

8. Key 1 5

PROSPECTIVE NET SALVAGE VALUE
AT END OF STUDY PERIOD

10. Key 2 0 0 0

ANNUAL DEBT PAYMENT \$ 262947

MORE INPUT (1=YES ; 0=NO)

13. Key 0

if you have more inputs, go to step 3. Otherwise, go to step 14

14.

END PROGRAM

A continuación se presentan un grupo de formatos que sirven para llevar un control de los diferentes tipos de vehículos, ya sean autos, camiones, volquetes, tractores, que se han obtenido haciendo una visita al área de Toquepala, mostrando un mejor control, lo cual favorecen mucho para llevar a cabo el estudio respectivo.

Al final se incluye un formato proporcionado por el Departamento de Coquina, el cual sirve para hacer los reportes de producción; siendo de mucha utilidad para el desarrollo de ese trabajo.

AREA DE MINA

REPORTE DE GRIFO

GRIFO N°
TURNO.

PRIMERA:
ULTIMO :
TOTAL :

CAMION N°	GALONES		CAMION N°	GALONES		CAMION N°	GALONES	
	DIES.	LUBE		DIES.	LUBE		DIES.	LUBE
TANQ. DE AGUA				37 TON.			75 TON.	
1			401			600		
2			402			700		
3			403			TOTAL		
4			404			LECTRA (85 T)		
5			405			74		
			406			75		
			407			76		
TOTAL			408			77		
MOTOS			409			78		
21			410			79		
22			411			80		
24			412			81		
25			413			82		
26			414			83		
27			415			84		
29			417			85		
407			418			86		
411			420			87		
			421					
TOTAL			422			TOTAL		
			423			D - W - 20s		
			424			81		
			425			82		
			426			83		
			427			84		
			428			85		
			429			86		
			430					
			431			TOTAL		
			432					
			433					
			434					
			435					
			436					
			437					
			438					
			439					
			440					
			441			TOTAL		
			TOTAL					

LISTA DE CHEQUEO DE VEHICULOS A GASOLINA

VEHICULO:

TURNO:

FECHA:

KILOMETROS:

RAZON:			
INSPECCION DEL MECANICO			REPARACION REVISADO
MOTOR			
TRANSMISION			
DIFERENCIAL			
SUSPENSION			
DIRECCION			
SISTEMA DE FRENOS			
SISTEMA ESCAPE			
SISTEMA ELECTRICO			
SISTEMA CARGA			
SISTEMA ARRANQUE			
SISTEMA LIMPIA PARABRISA			
SISTEMA ENFRIAMIENTO			
CONDICION GENERAL DE CARROCERIA			
ACEITE DE MOTOR	bk	bo	LUBRICACION
ACEITE DE TRANSMISION			
ACEITE DE DIFERENCIAL			
FILTRO DE AIRE			
LUBRICACION DE BISAGRAS			

OBSERVACIONES

Reg.

Fecha de salida:

FIRMA MECANICO

FIRMA MECANICO

FIRMA SUPERVISOR

ORDEN DE TRABAJO PARA REPARACION DE EQUIPO MOVIL

ILO

TOQUEPALA

CUAJONE

1) VEHICULO Nro. _____

2) ORDEN AUTORIZADA POR _____

3) VEHICULO ENTREGADO POR _____

NOTA: LA PERSONA QUE ENTREGA EL VEHICULO DEBERA SALIR DESPUES DE ENTREGARLO.

4) AVISAR AL TELF. Nro. _____ CUANDO ESTE _____

NOTA: PARA REALIZAR LOS TRABAJOS INDICADOS EL VEHICULO DEBERA PERMANECER POR UN PERIODO DE TIEMPO DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DEL VEHICULO.

BALANCEAR Y ALINEAR TREN DEL

REPARAR DIRECCION

REP. FRENSOS TIRAN DER.

TIRAN IZQ.

CAMB. MUELLE DEL. IZQ.

TRA. DER.

REPARAR LLANTA REPUESTO BAJA

REPARAR GOTERA EN RADIADOR

REP. GOTERA EN MANGUERA AGUA

REP. GOTERA EN MANGUERA HIDR.

REP. GOTERA EN TUBERIAS DE GASOL.

CHEQUEAR AMORTIGUADORES

REP. SIST. GENERADOR/ALTERNADOR

REP. LLAVE DE ENCENDIDO

REP. SISTEMA DE ENCENDIDO

REP. SISTEMA DE ARRANQUE

REPASAR LUZ DIRECCIONAL

REPARAR LUZ DELANTERA

REPARAR LUZ REDUC. DE LUZ

REPARAR LUZ TRASERA

REPARAR LUZ DE FRENSOS

CHEQUEAR O CAMB. BATERIA

EL MOTOR GOLPEA

MOTOR NO FUNCIONA EN MINIMO

REPARAR O CAMB. TRANSMISION

REPARAR PALANCA SELECTORA

TRANSMISION TIENE RUIDO EXTR.

CAMBIAR VENTANA ROTA

REPARAR ASIENTOS

REPARAR FRENSOS DE EMERGENCIA

REPARAR PEDAL DE EMBRAGUE

REPARAR ACELERADOR

REPARAR MEDIDOR GASOLINA

REPARAR MEDIDOR ACEITE

REPARAR AMPERIMETRO

REPARAR VELOCIMETRO

REPARAR LUZ TABLERO

REPARAR CERRADURA DE PUERTA

REPARAR SEGURO DE CAPOTA

PLANCHADO COMO SEA NECESARIO

OTROS

Nro. de Cuenta _____

OPERADOR

OTRAS REPARACIONES U OBSERVACIONES

MECANICO

REG. Nro. _____ NOMBRE _____

 SUPERVISOR O JEFE

**COQUINA PLANT OPERATION
DAILY REPORT**

DATE _____

CRUSHER SECTION.

HOURS OPERATING					FROM	TO	TOTAL HOURS	T. MONTH.
Shovel No. 20 S.C.L.D.	Loader Oper. Hrs	Truck Operating	Men Working	Cat. No. Open Hrs				
					Truck to plant		TONS MINED	
					N° 1	N° 2	Plant 1	Plant 2
								Total
Shovel	N° 20	CAT N° 10	CAT N° 30					
					TOTAL			
					YEAR TO DATE			

HEAVY MEDIA SECTION

HOURS OPERATING			PLANT	FROM	TO	TOTAL HOURS	T. MONTH.
			N° 1				
			N° 2				
MEDIA ADDED	POUNDS USED	YEAR TO DATE	SPECIFIC GRAVITY OF MEDIA			N° NEW	WRS.
FERRUSILICO			START.	MIDDAY	END OF SHIFT	WORKING	DE - COLL
MAGNAPLANT							
CARS LOAD - SSPCC - SHELL.			FINE		TOTAL		
PRODUCTION OF HEAVY MEDIA	TONS HOUR	TONS OF	TONS	COARSE SHELL		FINE SHELL	
				IN TANK TO STOCK		PLAN 1	
This days production						PLAN 2	
Previous production left in tank sent to.						TOTAL	

COQUINA YARD STOCK PILE	N. of TRUCK	Tons per TRUCK	COARSE SHELL STOCKS				FINE SHELL	
			N° 1	C. COLORADO SPCC. N. 2	N° 3	DE COLL N. 4	PLANT 1 N. 4	PLANT 2 W. STOCK
On Hand beginning								
Plus Truck loads								
TOTAL								
Less Truck loads								
Balance on hand of day								
TOTAL			TOTAL					

DE COLL'NECA' _____ SLURRY DE COLL _____

SLURRY BERRIOS _____ SILICA DILL'ERYA _____

REMARKS _____

ANEXO No. 2

CODIFICACION DE MAQUINAS Y EQUIPOS

Existen muchos sistemas, es conveniente utilizar uno de características muy generales conocidas, sencillo y con disponibilidad para interrelacionar su estructura con otra simbología equivalente aplicada por contabilidad, almacenes, etc.

Como ejemplo haremos el sistema de codificación por Centro de Costos, que considera la nomenclatura designada para máquinas y equipos como activos fijos dentro del Plan Anual Contable, a los cuales se les identifica de la siguiente manera:

COSTO DE PRODUCCION (Prefijo)	UBICACION EN LA FABRICA (Sub-Fijo)	MAQUINA O EQUIPO (Bi-Fijo)
----------------------------------	--	-------------------------------

El prefijo (los primeros 2 dígitos) representan su ubicación como costo de producción que generalmente está identificado en la estructura contable de la Empresa.

El Sub-Fijo (2 segundos dígitos) representan la nomenclatura de identificación en el interior de la Fábrica a nivel de áreas de producción, plantas, secciones, talleres, laboratorios, almacenes, edificios administrativos, etc.

El Bi-Fijo (2 últimos dígitos) representan la identificación propia de la maquinaria, equipo o instalación. Este número de dígitos puede variar en función del volumen de maquinarias.

En base a la descripción de especificaciones podemos codificar las máquinas y equipos de una Planta Textil tal como se muestra en el formato adjunto.

RELACION DE MAQUINAS Y EQUIPOS (CODIFICACION)

NOMBRE: (ING DE PLANTA)

COMPANIA:"TEXTIL AMAZONAS"

PLANTA: BATAN Y CARDADO

	<u>DESCRIPCION</u>	<u>CODIFICACION</u>
1.	BATAN JUNGLE C.	920021
2.	BATAN MOORE JAY (I)	920022
3.	BATAN MOORE JAY (II)	920023
4.	CARDADORA ITALIANA L.G. (1)	920024
5.	CARDADORA ITALIANA L.G. (2)	920025
6.	CARDADORA ITALIANA L.G. (3)	920026
7.	CARDADORA ITALIANA L.G. (4)	920027
8.	CARDADORA INGLESA R. R. (1)	920028
9.	CARDADORA INGLESA R. R. (2)	920029
10.	SOPLADORES LIMPIADORES LINEA DE AIRE	920030

LABORATORIO

1.	BALANZA ELECTRONICA	921001
2.	CENTRIFUGADOR DE MEZCLAS	921002
3.	EQUIPO DE DESTILADO	921003

EDIFICIO ADMINISTRATIVOS

1.	COMPUTADORA COMENCO	924011
2.	TELEX	924012

OBSERVACIONES:

.....

.....

10. E.T. Newbrough ... "Administración de Mantenimiento Industrial" - Edit. DIANA.
11. Taylor ... "Teoría Económica del Reemplazo" (Ingeniería Económica), 1980.
12. Heredia ... "Ingeniería de Mantenimiento" UNI - 1988.
13. Garfias ... "Ingeniería de Mantenimiento" UNI - 1984.
14. Calabro ... "Maintenance Reliability" Mc. Graw Hill.
15. Stewar ... "El Departamento de Mantenimiento en la Empresa", Deusta, 1971.
16. Rudell Read ... "Localización, Layout y Mantenimiento de Planta", El Ateneo, 1968.
17. Van Nostrand ... "Engineering Reliability in Long Life Design" Havilland, 1964.
18. B. Sotshov ... "Fundamentos de la Teoría y Cálculo de la Frabilidad", MIR - 1978.
19. Kodak Hd. ... "Vida Optima de Equipos" Publicación 1986 - Lima.