



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Ingeniería

**TECNICAS DE INGENIERIA INDUSTRIAL APLICADAS
AL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

(AREA INDUSTRIAL)

P r e s e n t a :

José Luis Ramírez Cuevas

México, D. F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	PÁG.
CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN.	1
CAPÍTULO II.- TEORÍA DE MANTENIMIENTO	4
1.- DESARROLLO HISTÓRICO.	4
2.- SISTEMAS DE MANTENIMIENTO	12
2.1.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO.	12
2.2.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	13
2.3.- MANTENIMIENTO PREDICTIVO.	21
CAPÍTULO III.- TÉCNICAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL APLICADAS AL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	24
1.- PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	26
1.1.- GENERALIDADES	26
1.2.- METODOLOGÍA PARA EFECTUAR LA PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	30
1.2.1.- LEVANTAMIENTO DE INVENTARIO.	30
1.2.2.- ANÁLISIS DE LOS RECURSOS.	33
1.2.3.- ESTABLECIMIENTO DEL CICLO DE INSPECCIÓN.	35
1.2.4.- PROGRAMACIÓN.	42

	PÁG.
2.- REEMPLAZO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.	48
2.1.- INTRODUCCIÓN.	48
2.2.- VENTAJAS QUE SE LOGRAN CON LA RENOVACIÓN.	49
2.3.- DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA QUE PARTICIPAN EN EL ESTUDIO	50
2.4.- EL REEMPLAZO COMO ALTERNATIVA ECONÓMICA.	53
2.4.1.- CAUSAS FUNDAMENTALES DEL REEMPLAZO.	53
2.4.2.- ALTERNATIVAS EN LOS ESTUDIOS DE REEMPLAZO	59
2.5.- RELACIÓN DE HECHOS IMPORTANTES DE CADA ALTERNATIVA.	72
2.6.- MÉTODOS PARA EVALUAR LA NECESIDAD DEL REEMPLAZO.	76
2.7.- FACTORES INTANGIBLES EN EL ANÁLISIS ECONÓMICO.	85
 CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	 87
 BIBLIOGRAFÍA.	 89

I.- INTRODUCCION

ANTE LA SITUACIÓN ECONÓMICA QUE ATRAVIESA MÉXICO Y OTRAS NACIONES DEL MUNDO, CAUSADA PRINCIPALMENTE POR LA DEVALUACIÓN DE LA MONEDA E INFLACIÓN, HA CREADO UN FUTURO INCIERTO QUE LAS EMPRESAS TIENEN QUE ENFRENTAR, ESTO NOS HACE PENSAR EN COMO SER MÁS PRODUCTIVOS. LA PRODUCTIVIDAD SE DEFINE COMO "LA RELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN OBTENIDA Y LOS RECURSOS UTILIZADOS PARA OBTENERLA" Y LOS RECURSOS SON: LOS MATERIALES, LAS INSTALACIONES, MÁQUINAS HERRAMIENTAS Y LOS SERVICIOS DEL HOMBRE.

UN MEDIO PARA QUE LA EMPRESA PUEDA AUMENTAR SU PRODUCTIVIDAD ES MEDIANTE EL USO DE MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INGENIERÍA.

LA UTILIZACIÓN DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL EN LAS EMPRESAS ABARCA ÁREAS COMO VENTAS, FINANZAS, PRODUCCIÓN, INGENIERÍA, COSTOS, MANTENIMIENTO Y ADMINISTRACIÓN YA QUE SU CAMPO DE APLICACIÓN ESTA EN EL DISEÑAR, INSTALAR Y MEJORAR SISTEMAS INTEGRADOS POR HOMBRES, MATERIALES Y EQUIPO PARA ALCANZAR UN ALTO NIVEL DE PRODUCTIVIDAD A UN COSTO ÓPTIMO.

ALGUNOS CAMPOS DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL SE MUESTRAN A CONTINUACIÓN:

CAMPOS DE ACCION DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL				
ÁREAS DE APLICACIÓN TÉCNICAS	HOMBRES	MÁQUINAS Y EQUIPOS	MATERIALES	COSTOS
MÉTODOS Y ESTÁNDARES	-ESTUDIO DE MOVIMIENTOS. -MEDIDA DEL TRABAJO. -SIMPLIFICACION DEL TRABAJO.	-GRÁFICAS DE HOMBRES Y MÁQUINAS. -DISEÑO DE ÁREAS DE TRABAJO.	-DIAGRAMA DE FLUJO. -SIMPLIFICACIÓN DE PRODUCTOS. -ESTANDARIZACIÓN DE MATERIALES.	-COSTOS Y AHORROS. -COSTOS ESTÁNDAR
ESTADÍSTICA	-MUESTREO DEL TRABAJO. -SELECCIÓN Y EMPLEO (ASIGNACIÓN).	-RELACIÓN DE DEMORAS. -ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS.	-CONTROL DE CALIDAD. -ESTIMACIÓN DE PROBABILIDADES.	-INFORMACIÓN DE COSTOS. -MUESTRAS DE COSTOS.
INGENIERÍA ECONÓMICA	-HOMBRES, CONTRA MÁQUINAS. -CLASIFICACIÓN DE TRABAJOS.	-MÁQUINAS AUTOMÁTICAS - CONTRA MÁQUINAS MANUALES. -CUANDO COMPRAR. -DEPRECIACIÓN.	-MEDIDAS DEL LOTE ECONÓMICO. -HACER O COMPRAR -INVESTIGACIÓN DE MERCADOS.	-ROTACIÓN DEL CAPITAL. -VALOR EN TIEMPO, DEL DINERO.
EVALUACIÓN	-PLANES DE INCENTIVOS. -CLASIFICACIÓN DE MÉRITOS.	-UTILIZACIÓN DE MÁQUINAS.	-CONTROL DE PRODUCCIÓN.	-MEDIDA DE LOS COSTOS.

LA APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE MÉTODOS Y TÉCNICAS-
DE INGENIERÍA VARÍA DE ACUERDO A LAS NECESIDADES QUE TIENE LA-
EMPRESA, CON LA NATURALEZA DE LA MISMA, ASÍ COMO EL AMBIENTE LA-
BORAL Y EL COSTO DE LOS RECURSOS NECESARIOS PARA EL DESARROLLO
DE SUS ACTIVIDADES, SIENDO ESTOS RECURSOS ENTRE LOS MÁS IMPOR-
TANTES:

- SERVICIOS HUMANOS
- MATERIALES
- TERRENOS Y EDIFICIOS
- MAQUINARIA Y EQUIPO

TODOS Y CADA UNO DE ESTOS RECURSOS DEBEN SER CONTROLA-
DOS Y COMBINADOS DE TAL FORMA, QUE SE LOGRE LA MÁXIMA PRODUCTI-
VIDAD.

EN CUALQUIER EMPRESA, LA DIRECCIÓN DARÁ MAYOR IMPORTAN-
CIA A AQUELLOS RECURSOS MÁS NECESARIOS PARA LOGRAR LOS OBJE-
TIVOS QUE SE HA FIJADO LA EMPRESA.

EN EL DESARROLLO DE ESTA TESIS, TOMAREMOS COMO RECURSO
IMPORTANTE PARA LA DIRECCIÓN AQUELLOS QUE PERMITAN ASEGURAR LA
DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARÍA Y EQUIPO, REDUCIENDO COSTOS DE
BIDO A MANTENIMIENTO.

II.- TEORIA DE MANTENIMIENTO

1. DESARROLLO HISTORICO

EL HOMBRE CULTO DE LA ANTIGÜEDAD CREÍA QUE TODO HABÍA SIDO CREADO POR LOS DIOSSES Y CONSIDERABA QUE EL ORDEN CÓSMICO ORIGINALMENTE ESTABLECIDO POR ELLOS, EXISTÍA COMO ESQUEMA ESTABLE DESDE EL PRINCIPIO DE LOS TIEMPOS.

EL HOMBRE NO SENTÍA EL DESEO DE INVESTIGAR POR QUÉ O COMO SE PRODUCÍAN LOS FENÓMENOS DE LA NATURALEZA. SABÍA QUE TENÍA ASIGNADO SU LUGAR EN UN MUNDO MOLDEADO POR LOS DIOSSES EL MISMO DÍA DE LA CREACIÓN.

EN ESTAS CONDICIONES, LA MAGIA, NO LA LÓGICA, REGÍA LOS FENÓMENOS NATURALES. ASÍ LAS OBSERVACIONES DE LOS TECNÓLOGOS SE ALOJABAN EN LA ANTIGÜA FILOSOFÍA DE LA VIDA, PERO NI UN SOLO FENÓMENO NATURAL GUIABA A LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS.

DEBIDO A QUE EN LA ANTIGÜEDAD LA TECNOLOGÍA NO CONTABA CON EL APOYO DE LA CIENCIA, TUVO QUE RECORRER EL LARGO CAMINO DE LA EXPERIENCIA Y POR LO TANTO DE MODO GRADUAL E IMPERCEPTIBLE, EL MUNDO MÁGICO SE CONVIRTIÓ EN UN MUNDO LÓGICO, DETERMINADOS ASPECTOS DE LA NATURALEZA SE CONVIRTIERON GRADUALMENTE EN TEMA DE ESPECULACIÓN CIENTÍFICA, SIN INTROMISIÓN DE DOGMAS

FILOSÓFICOS Y RELIGIOSOS. FINALMENTE SURGIÓ UNA CIENCIA NATURAL SUSCEPTIBLE DE SERVIR DE GUÍA, DE AYUDA A LOS INGENIEROS - ARTESANOS INTELIGENTES Y PRÁCTICOS.

LOS ROMANOS FUERON LOS INGENIEROS MAS NOTABLES DE LA - ANTIGÜEDAD, QUE AUNQUE NO APORTARON GRAN ADELANTO A LA CIENCIA EN SÍ, SUPIERON APROVECHAR LOS CONOCIMIENTOS DE OTROS PUEBLOS CONQUISTADOS POR ELLOS. EN OCASIONES JUNTARON ARTESANOS A LOS CUÁLES DOTARON DE LOCALES, HERRAMIENTAS Y MATERIALES PARA PRODUCCIÓN EN MASA. TAL PARECE HABER SUCEDIDO EN LAS FACTORÍAS METALÚRGICAS DE CAPÚA, AL SUR DE ROMA, DONDE SE PRODUCÍAN UTENSILIOS DE BRONCE Y OBJETOS ARTÍSTICOS EN GRANDES CANTIDADES. NO OBSTANTE, SUS MAYORES LOGROS FUERON EN LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS, TEMPLOS, PUENTES, ETC.

OTRO ASPECTO DE LA INGENIERÍA ANTIGUA, SE DESARROLLÓ - EN EL CAMPO DEL ASCEDIO Y LA GUERRA, EN EL QUE ESPECÍFICAMENTE SE APLICARON LAS INVENCIONES MECÁNICAS. FUE LA AMBICIÓN GRIEGA DE CREAR UN IMPERIO, LA PRIMERA QUE HIZO USO DE MÁQUINAS DE GUERRA, TALES COMO ARCOS MECÁNICOS O CATAPULTA, PARA CUBRIR - LOS ATAQUES Ó RETIRADAS. FILIPO Y ALEJANDRO DE MACEDONIA ORGANIZARON TRENES MILITARES, EL TRANSPORTE Y ENSAMBLE DE MÁQUINAS BÉLICAS COMPUESTAS DE PIEZAS DE FÁCIL MONTAJE Y TRANSPORTE.

EL MUNDO ARABE, EN LA EXPANSIÓN DEL ISLAMISMO, DESARRO

LLÓ LA FUERZA DEL VIENTO Y DEL AGUA COMO FUENTE DE ENERGÍA. -
LOS CRUZADOS LLEVARON A EUROPA EL MOLINO DE VIENTO, EL CUAL -
FUÉ MUY POPULAR EN LOS PAÍSES BAJOS. EN LA EDAD MEDIA, LA TEC-
NOLOGÍA Y LA CIENCIA ESTUVIERON AL SERVICIO DE LA RELIGIÓN, LO
CUAL TRAJÓ UN RESULTADO DESASTROSO PARA SU AVANCE. LA BIBLIA
Y LA IGLESIA FUERON LAS AUTORIDADES MÁXIMAS HASTA BIEN ENTRADO
EL SIGLO XII, HASTA QUE CIERTOS ERUDITOS INGLESES, COMO ROGER-
BACÓN, PROVOCARON EL DESPERTAR DE LAS CIENCIAS NATURALES A TRA-
VÉS DEL ESTUDIO DE MANUSCRITOS HELÉNICOS, ARÁBIGOS, ETC.

FUE EN ESTA ÉPOCA EN LA QUE SE UTILIZÓ EN GRAN ESCALA
LA RUEDA HIDRÁULICA CON CANJILONES Y SE MEJORARON LOS ARREOS -
DE TRACCIÓN ANIMAL. EL MOLINO ACCIONADO POR AGUA, REPRESENTÓ
EL GENERADOR DE FUERZA TÍPICO DE LA EDAD MEDIA, EL CUAL MOLÍA
EL TRIGO, MOVÍA LA SIERRA DEL CARPINTERO Y LAS FUELLES DEL FOR-
JADOR. ESTE GRAN SUMINISTRO DE AIRE RESULTÓ EXTRAORDINARIAMEN-
TE IMPORTANTE PARA LA METALURGIA MEDIEVAL Y FUÉ UNA DE LAS -
CAUSAS DE LA PRODUCCIÓN DEL HIERRO COLADO; INCIDENTALMENTE SIG-
NIFICÓ TAMBIÉN LA EVOLUCIÓN DE ENGRANES Y LEVAS Y EL ESTUDIO -
PRÁCTICO DE LA MECÁNICA, CIENCIA QUE FLORECIÓ EN SU ÚLTIMA FA-
SE. LA MANIVELA PERFECCIONADA ENTONCES, ES UNO DE LOS INVEN-
TOS MÁS IMPORTANTES DE LA HISTORIA DE LA HUMANIDAD.

HASTA EL SIGLO XVII LAS PRINCIPALES FUENTES DE FUERZA-
SIGUIERON SIENDO LA RUEDA HIDRÁULICA, EL MOLINO DE VIENTO Y LA

TRACCIÓN ANIMAL. EN EL AÑO 1663 FUE CONCEDIDA LA PRIMERA PATENTE PARA UNA MÁQUINA DE VAPOR AL MARQUÉS DE WORCESTER, QUE ERA UNA BOMBA PARA EXTRAER EL AGUA DE LAS MINAS.

LA SEGUNDA PARTE DEL SIGLO XVIII ABRIÓ UN PERÍODO QUE SE HA DENOMINADO REVOLUCIÓN INDUSTRIAL Y QUE SE CARACTERIZÓ POR LA APARICIÓN DEL MUNDO MODERNO DE MAQUINARIA E INGENIERÍA Y VINO ACOMPAÑADO DE CONMOCIONES TRASCENDENTALES EN LAS INSTITUCIONES POLÍTICAS, SOCIALES Y ECONÓMICAS DEL MUNDO CIVILIZADO.

EN ESTE PERÍODO SE INICIÓ LA CONSTRUCCIÓN DE MÁQUINAS Y APARATOS PARA MEDICIÓN Y ENSAYE DE MATERIALES, QUE HA SIDO LA BASE DE LA INGENIERÍA MODERNA A TRAVÉS DEL CONOCIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS DIFERENTES MATERIALES. LA CONSTRUCCIÓN DE ESTAS MÁQUINAS Y APARATOS NECESITÓ DE PARTES PRECISAS, LO QUE MOTIVÓ LA NECESIDAD DE MANO DE OBRA Y PERSONAL ESPECIALIZADO, TAMBIÉN EN ÉSTA ÉPOCA SE EDITARON LOS PRIMEROS MANUALES TÉCNICOS. POR ESTOS AÑOS SE DESARROLLARON HERRAMIENTAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PIEZAS TIPO, TALES COMO TORNILLOS, PERNOS, TUERCAS, ETC. TAMBIÉN SE PRODUJERON CAMBIOS IMPORTANTES EN LAS MÁQUINAS DE VAPOR, DEBIDO AL ESTUDIO Y LA EXPERIMENTACIÓN DE LA CALORIMETRÍA, QUE HABÍA PASADO DE LA ETAPA DE DISCUSIÓN TEÓRICA, Y SE ORIENTABA HACIA EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA CALORÍFICA, EN SU APLICACIÓN MÁS PRÁCTICA, COADYUVANDO AL DESARROLLO DE LA MÁQUINA DE VAPOR DE WATT, QUE FUE LA PRIMERA QUE

TRANSFORMÓ EL MOVIMIENTO ALTERNATIVO EN ROTATORIO. PARA DE AHÍ SEGUIR A LA MÁQUINA PERFECCIONADA DE VAPOR DE 3 CILINDROS DE BROTHER HOOD.

PARALELAMENTE AL DESARROLLO DE LA MÁQUINA DE VAPOR SE DESARROLÓ LA AGRICULTURA MECANIZADA, QUE TRAJÓ COMO CONSECUENCIA EL MEJOR APROVECHAMIENTO DE LOS TERRENOS POR EL AGRICULTOR, MULTIPLICANDO LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS,

LA NAVEGACIÓN MARÍTIMA HIZO USO DE LA MÁQUINA DE VAPOR, DESDE QUE EL BARCO CLERMONT DE ROBERT FULTON, HIZO UN RECORRIDO DE 150 MILLAS EN 32 HORAS, Y PERSISTIÓ SU USO HASTA LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XX.

EN LAS POSTRIMERIAS DEL SIGLO PASADO, SE COMENZÓ A PENSAR EN LA DIVISIÓN DE LOS PROCESOS TALES COMO EL SECADO, LA DESTILACIÓN, LA FILTRACIÓN, LA EVAPORACIÓN, ETC., COMO ENTIDADES Y PROBLEMAS INDIVIDUALES. ADEMÁS CADA UNO DE ESTOS PROCESOS SE COMENZÓ A SOMETER A UN CONTROL AUTOMÁTICO CRECIENTE, MEDIANTE APARATOS, LO CUAL TRAJÓ COMO RESULTADO UNA REDUCCIÓN DEL CONTROL MANUAL, DANDO UN FUERTE INCREMENTO A LAS TÉCNICAS DE MEDICIÓN. LA NORMALIZACIÓN Y LA ESTRECHA SUPERVISIÓN DE LAS DIVERSAS ETAPAS DE MANUFACTURA, DIÓ ORIGEN A LAS LÍNEAS DE ENSAMBLE A PARTIR DE PIEZAS PREFABRICADAS. ESTE TIPO DE MECANIZACIÓN HA SIDO VENTAJOSO EN LA PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS DE AM

PLIO CONSUMO, TANTO EN LA INDUSTRIA COMO EN LA VIDA DIARIA.

POR LO TANTO, LA PLANEACIÓN RACIONAL DE LOS PROCESOS DE MANUFACTURA, LA INSPECCIÓN RIGUROSA, LA ESPECIALIZACIÓN DE LA MANO DE OBRA Y LA COORDINACIÓN ESTRECHA DE LAS DIVERSAS FASES DE LA MANUFACTURA, SON UNA PARTE MUY IMPORTANTE DE LA TECNOLOGÍA MODERNA.

LOS AVANCES DE ESTA TECNOLOGÍA A TRAVÉS DE LOS TIEMPOS, HA SIDO EL REFLEJO DE LOS PROBLEMAS Y NECESIDADES DE CADA ÉPOCA.

DURANTE EL SIGLO XIX SE DESARROLLÓ UNA NUEVA FUENTE DE ENERGÍA: LA ELECTRICIDAD, QUE POCO A POCO FUE DESPLAZANDO A LAS ANTERIORES, TALES COMO EL VAPOR. ES DURANTE EL SIGLO XIX CUANDO ALCANZA SU MAYOR DESARROLLO, CONVIRTIÉNDOSE EN LA FUENTE UNIVERSAL DE ENERGÍA.

POR LO ANTERIOR PODEMOS DECIR QUE DURANTE LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL, POR PRIMERA VEZ LA CIENCIA FUE EN AYUDA DEL ARTESANO Y SE DEBE CONSIDERAR COMO UN PERIODO DE CRECIENTE COLABORACIÓN ENTRE ÉSTA Y LOS OFICIOS, EN EL CURSO DE LA CUAL, ESTOS ÚLTIMOS SE TRANSFORMARON EN CIENCIA APLICADA.

COMO CONSECUENCIA DE LA PRODUCCIÓN EN SERIE, Y LA NECE

SIDAD DE REDUCIR LOS COSTOS DE MANUFACTURA, REDUCIENDO LOS -
TIEMPOS MUERTOS DE LA MAQUINARIA, DEBIDOS A FALLAS MECÁNICAS, -
SE TUVO LA NECESIDAD DE PREVENIRLAS DESARROLLANDO TÉCNICAS QUE
ACTUALMENTE SE CONOCEN COMO MANTENIMIENTO Y NO FUE SINO HASTA
HACE UNOS CUANTOS AÑOS QUE LA PALABRA MANTENIMIENTO SE HIZO DE
USO COMÚN EN LAS ACTIVIDADES INDUSTRIALES.

CON ANTERIORIDAD EL MANTENIMIENTO NO EXISTÍA Y LA MA--
QUINARIA DE LAS INDUSTRIAS SUFRÍA CONTÍNUAS FALLAS, CON LA CON
SECUENTE PÉRDIDA DE PRODUCTIVIDAD DEL CAPITAL INVERTIDO.

ESTA PÉRDIDA QUE EN UN PRINCIPIO NO ERA RECONOCIDA, SE
EMPEZÓ A HACER NOTAR A MEDIDA QUE LA SIMPLICIDAD DE LOS CONJUN
TOS MECÁNICOS DE PRODUCCIÓN SE HACÍA MAS COMPLICADA Y TANTO EL
COSTO COMO EL TIEMPO DE REPARACIÓN DE LOS MISMOS SE ELEVABA, -
MÁS TARDE APARECIERON EN LAS NACIONES MÁS INDUSTRIALIZADAS, -
LOS TÉRMINOS DE EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD QUE FORZARON A LAS
GERENCIAS DE LAS COMPAÑÍAS A EXIGIR DE SUS FÁBRICAS MEJORES -
RENDIMIENTOS.

EL MANTENIMIENTO NACIÓ ENTONCES DE SATISFACER LA NECE-
SIDAD DE LA INDUSTRIA DE MANTENER SUS EQUIPOS EN OPERACIÓN -
ININTERRUMPIDAMENTE POR PERÍODOS DE PRODUCCIÓN MAS LARGOS Y HA
CER QUE LA VIDA DE ESTOS SE PROLONGARA HASTA EL MÁXIMO DE SU -
UTILIDAD ECONÓMICA.

SE DEFINE ENTONCES EL MANTENIMIENTO COMO LA ACTIVIDAD NECESARIA PARA QUE UN EQUIPO O MAQUINARIA ALCANCE EL LÍMITE DE SU VIDA ÚTIL, FUNCIONANDO ININTERRUMPIDA Y EFICIENTEMENTE AL - MÍNIMO COSTO.

SE ENTIENDE POR VIDA ÚTIL EL TIEMPO NORMAL DE TRABAJO DE UNA MÁQUINA, ANTES DE SU ENVEJECIMIENTO U OBSOLECENCIA.

EN EL PASADO ERA COSTUMBRE ESPERAR A QUE EL EQUIPO O LA MAQUINARIA FALLARA, SE DESCOMPUSIERA O SE DESBARATARA, PARA REPARARLO O RECONSTRUIRLO COMPLETAMENTE.

SEGÚN LOS NUEVOS CONCEPTOS, EL MANTENIMIENTO VIGILA LA MAQUINARIA CONTÍNUAMENTE PARA REPARAR LAS FALLAS EN SU FASE MENOS COSTOSA Y APLICAR LAS MEJORES TÉCNICAS DE INGENIERÍA EN SU DETECCIÓN Y CORRECCIÓN.

ES ENTONCES FUNDAMENTAL, PARA EL DESARROLLO DE UNA OPERACIÓN INDUSTRIAL, EL PODER DISPONER DE LOS SERVICIOS DE MANTENIMIENTO, (YA SEAN PROPIOS O CONTRATADOS) QUE LE ASEGUREN:

- A).- CONTINUIDAD EN LA OPERACIÓN.
- B).- MÁXIMA EFICIENCIA MECÁNICA.
- C).- MÍNIMO DESPERDICIO.
- D).- MÍNIMO COSTO DE LAS REPARACIONES.

2. SISTEMAS DE MANTENIMIENTO.

EL ANÁLISIS DE LOS MÚLTIPLES PROBLEMAS QUE SE HAN PRESENTADO AL PERSONAL DE CONSERVACIÓN DE LAS INDUSTRIAS, HA DETERMINADO LA APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO CLASIFICADOS EN TRES GRUPOS: CORRECTIVO, PREVENTIVO Y PREDICTIVO.

2.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO ES EL SISTEMA QUE EMPLEAN LAS INDUSTRIAS E INSTITUCIONES CUANDO DESCONOCÍAN LOS BENEFICIOS DE UNA PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO, Y CONSISTE EN CORREGIR LAS FALLAS CUANDO SE PRESENTAN, YA SEA POR SÍNTOMAS CLAROS Y AVANZADOS O POR FALLA TOTAL.

EL EMPLEO ÚNICO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO ORIGINA CARGAS DE TRABAJO INCONTROLABLES, QUE CAUSAN ACTIVIDAD INTENSA Y LAPSOS SIN TRABAJO; CUANDO LAS NECESIDADES SON IMPERIOSAS OBLIGAN AL PAGO DE HORAS EXTRAS; NO SE CONTROLA LA PRODUCTIVIDAD; SE INTERRUMPE EL SERVICIO O LA PRODUCCIÓN; HAY NECESIDAD DE COMPRAR TODOS LOS MATERIALES EN UN MOMENTO DADO, ETC. EN RESUMEN, SON LAS CONSECUENCIAS LÓGICAS QUE SE PRESENTAN CUANDO SE SUFRE UN ACCIDENTE INESPERADO.

ESTA FORMA DE APLICAR MANTENIMIENTO IMPIDE EL DIAGNÓ-

TICO EXACTO DE LAS CAUSAS QUE PROVOCARON LA FALLA, PUES SE IGNORA SI FALLÓ POR MAL TRATO, POR ABANDONO, POR DESCONOCIMIENTO DE MANEJO, POR TENER QUE DEPENDER DEL REPORTE DE UNA PERSONA - PARA PROCEDER A LA REPARACIÓN, POR DESGASTE NATURAL.

SON MUCHOS LOS ASPECTOS NEGATIVOS QUE TRAE CONSIGO ESTE SISTEMA Y SÓLO DEBE APLICARSE COMO EMERGENCIA.

2.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO VARÍA EN ALCANCE E INTENSIDAD DE APLICACIÓN, DE AHÍ QUE NO HAYA UNA DEFINICIÓN QUE ABARQUE TODO EL CONCEPTO PERO BÁSICAMENTE CONSISTE EN UNA INSPECCIÓN PERIÓDICA DE LA PLANTA Y EQUIPO PARA EVITAR PAROS ANTES - DE QUE SUCEDAN, MEDIANTE SERVICIOS REPETITIVOS PARA: LA CONSERVACIÓN, REPARACIÓN GENERAL, LUBRICACIÓN, LIMPIEZA, MATERIALES, HERRAMIENTAS, EDIFICIOS, INSTALACIONES, ETC., PARA QUE LA PRODUCCIÓN Y/O CALIDAD DEL PRODUCTO SE MANTENGAN.

SE PUEDE DECIR QUE UN BUEN MANTENIMIENTO PREVENTIVO SE INICIA CON LA SELECCIÓN DEL DISEÑO E INSTALACIÓN ADECUADOS. - POR EJEMPLO, EN LUGAR DE FIJAR RUTINAS PARA MANTENER LIMPIOS- LOS MOTORES EN ÁREAS EMPOLVADAS, SE SELECCIONAN MOTORES TOTAL- MENTE CERRADOS, ENFRIADOS CON VENTILADOR PARA ELIMINAR ESTE - GASTO CONTÍNUO.

NO IMPORTA EL GRADO DE REFINAMIENTO DESARROLLADO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, TODOS ELLOS INCLUYEN LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES:

A) UNA INSPECCIÓN PERIÓDICA DE LOS ACTIVOS Y DEL EQUIPO EN PLANTA QUE CONDUCEN A PAROS IMPREVISTOS DE PRODUCCIÓN O DE DEPRECIACIÓN PERJUDICIAL.

B) CONSERVAR LA PLANTA PARA ANULAR DICHOS ASPECTOS, ADAPTARLOS O REPARARLOS, CUANDO SE ENCUENTREN AÚN EN ETAPA INCIPIENTE.

A CONTINUACIÓN SE ENUMERAN ALGUNAS DE LAS PRINCIPALES VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

A) DISMINUYE EL TIEMPO DE OCIO, EN RELACIÓN CON TODO LO QUE SE REFIERE A ECONOMÍAS Y BENEFICIOS A LOS CLIENTES, DEBIDO A MENOS PAROS IMPREVISTOS.

B) DISMINUYE LOS PAGOS DE TIEMPO EXTRA DE LOS TRABAJADORES DE MANTENIMIENTO EN AJUSTES ORDINARIOS Y EN REPARACIONES DE PAROS IMPREVISTOS.

C) MENOR NÚMERO DE REPARACIONES EN GRAN ESCALA Y MENOR NÚMERO DE REPARACIONES REPETITIVAS, POR LO TANTO,

MENOR ACUMULACIÓN DE LA FUERZA DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.

D) DISMINUYE LOS COSTOS DE REPARACIONES DE LOS DESPERFECTOS SENCILLOS REALIZADOS ANTES DE LOS PAROS IMPREVISTOS DEBIDO A LA MAYOR FUERZA DE TRABAJO, A LAS TÉCNICAS EMPLEADAS Y A LA MENOR CANTIDAD DE LAS PARTES QUE SE NECESITAN PARA LOS PAROS PLANEADOS, EN RELACIÓN CON LOS NO PREVISTOS.

E) MENOR NÚMERO DE PRODUCTOS RECHAZADOS, MENOS DESPERDICIOS, MEJOR CONTROL DE CALIDAD, DEBIDO A LA CORRECTA ADAPTACIÓN DEL EQUIPO.

F) APLAZAMIENTO O ELIMINACIÓN DE LOS DESEMBOLSOS POR REEMPLAZO PREMATURO DE PLANTA O EQUIPO, DEBIDO A LA MEJOR CONSERVACIÓN DE LOS ACTIVOS E INCREMENTO DE LA VIDA PROBABLE.

G) MENOR NECESIDAD DE EQUIPO SUSTITUTO, REDUCIENDO CON ELLO INVERSIÓN DE CAPITAL.

H) REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO, DE MANO DE OBRA Y MATERIALES, PARA LAS PARTIDAS DE ACTIVOS QUE SE ENCUENTRAN EN EL PROGRAMA.

- I) IDENTIFICACIÓN DE LAS PARTIDAS CON LOS ALTOS COSTOS DE MANTENIMIENTO, LO CUAL LLEVA A INVESTIGAR Y CORRREGIR CAUSAS COMO: APLICACIÓN INADECUADA, ABUSO DEL OPERADOR, OBSOLECENCIA,
- J) CAMBIOS DEL MANTENIMIENTO DEFICIENTE DE "PAROS" A MANTENIMIENTO PROGRAMADO MENOS COSTOSO, CON LO QUE SE LOGRA MEJOR CONTROL DEL TRABAJO,
- K) MEJOR CONTROL DE REFACCIONES, LO CUAL CONDUCE A TENER UN INVENTARIO MÍNIMO.
- L) MEJORES RELACIONES INDUSTRIALES, PORQUE LOS TRABAJADORES DE PRODUCCIÓN NO SUFREN DETENCIONES INVOLUNTARIAS O PÉRDIDAS DE LAS BONIFICACIONES POR INCENTIVOS PROVENIENTES DE LOS PAROS IMPREVISTOS,
- M) MAYOR SEGURIDAD PARA LOS TRABAJADORES Y MEJOR PROTECCIÓN PARA LA PLANTA, LO CUAL CONDUCE A UNA COMPENSACIÓN MÁS BAJA Y MENORES COSTOS DE SEGURO.
- N) MENOR COSTO UNITARIO DE FABRICACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE ORDEN DE PRODUCCIÓN.

EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO FUNCIONA EN LAS INDUSTRIAS

POR PROCESO, YA SEA QUE TRABAJEN POR ÓRDENES O QUE TENGAN OPERACIONES CONTINUAS LAS 24 HORAS DEL DÍA. FUNCIONA EN TALLERES, O EN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN O EN OPERACIONES DE FLUJO CONTÍNUO.

2.2.1. APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIENE APLICACIÓN GENERAL PARA TODAS LAS MAQUINAS Y EQUIPOS. A CONTINUACIÓN SE MENCIONAN ALGUNOS:

- A) EQUIPO DE PROCESO (HORNO, INTERCAMBIADORES DE CALOR, TUBERÍAS, BOMBAS, COMPRESORAS, MOTORES, INSTRUMENTOS, ETC.),
- B) EQUIPO DE SEGURIDAD (VÁLVULAS DE ALIVIO DE PRESIÓN Y VACÍO, CONTROLADORES DE FLAMA, EQUIPOS DE RESPIRACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS),
- C) EQUIPO DE SERVICIO (CALDERAS PRINCIPALES, GENERADORES ELÉCTRICOS, SUMINISTROS, ALMACENES Y SISTEMAS PARA DISTRIBUCIÓN DE AGUA),
- D) TANQUES Y EQUIPO ACCESORIO (TANQUES DE ALMACENAMIENTO, TUBERÍAS, DIQUES, SANJAS, CAÑOS, CALIBRADORES E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN),

- E) EDIFICIOS DE PLANTA (INCLUYE ÁREAS DE EMBARQUE Y - ALMACENAMIENTO, TAMBIÉN EQUIPO DE TRANSPORTE).
- F) EQUIPO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO (ABASTECIMIENTO DE AGUA Y TUBERÍAS, BOMBAS, INSTALACIONES PERMANENTES PARA EXTINGUIR FUEGO CON ESPUMA, NIEBLA, GAS, ROCIADORES O POLVO SECO, EXTINGUIDORES AUXILIARES, CAMIONES DE BOMBEROS Y SISTEMAS DE ALARMA).

2.2.2. REQUISITOS GENERALES PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

- A) NO HAY QUIÉN PUEDA DESARROLLAR UNA BUENA LABOR DE - MANTENIMIENTO SI TIENE ANTE SÍ UN CONJUNTO DE EQUIPOS INADECUADOS O QUE HAN SIDO INSTALADOS EN DESORDEN, SIN TOMAR EN CUENTA LAS NECESIDADES FUTURAS DE MANTENIMIENTO.
- B) CONTAR CON EL PERSONAL ADECUADO PARA EL MANTENIMIENTO, EL CUAL DEBE TENER CONOCIMIENTO Y ENTRENAMIENTO PRECISOS Y CONTAR CON EL EQUIPO DE TRABAJO QUE SE REQUIERA.
- C) ESTABLECIMIENTO DE PAROS PROGRAMADOS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

ES RECOMENDABLE MANTENER EXISTENCIAS DE PIEZAS DE REPUESTO A UN NIVEL RAZONABLE, SOBRE TODO SI SE CONSIDERA AQUELLOS ELEMENTOS COMPONENTES QUE SON MÁS VULNERABLES A LOS DEFECTOS.

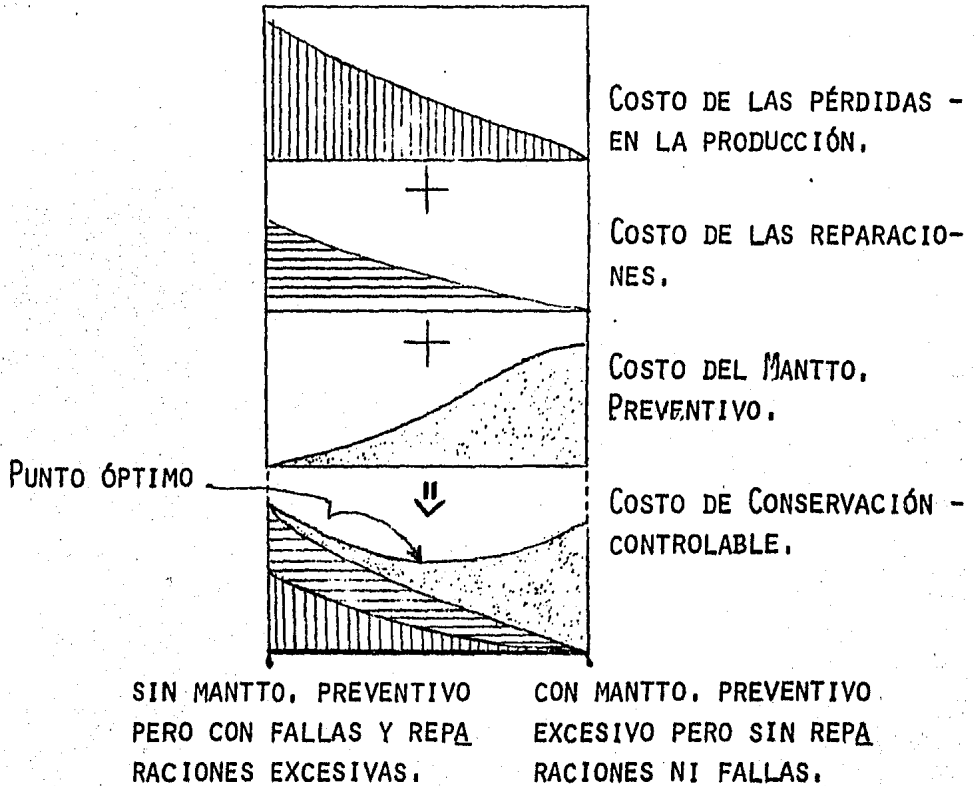
2.2.3. FACTORES QUE DETERMINAN EL USO ÓPTIMO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

ES IMPORTANTE RECORDAR QUE SIEMPRE ES POSIBLE EXAGERAR LA CONSERVACIÓN DEL EQUIPO, DEL MISMO MODO EN QUE PUEDE DESCUIDARSE. EL PROBLEMA RADICA EN DETERMINAR LO QUE CONSTITUYE UN MANTENIMIENTO ADECUADO, PERO ESTO SE PUEDE RESOLVER CON AYUDA DE LAS SIGUIENTES GRÁFICAS, LAS CUALES DETERMINAN EL PUNTO ÓPTIMO DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO CONTROLABLE MEDIANTE LA FÓRMULA SIGUIENTE:

EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO REDUCE PRINCIPALMENTE DOS TIPOS DE COSTOS:

- A) EL COSTO DE LA REPARACIÓN DEL EQUIPO.
- B) EL COSTO DE PÉRDIDAS OCASIONADAS POR INTERRUPCIONES INESPERADAS EN LA PRODUCCIÓN O DISMINUCIÓN DE LA MISMA.

COSTO DE LAS PERDIDAS EN LA PRODUCCION + COSTO DE LAS REPARACIONES + COSTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO = COSTO DE MANTENIMIENTO CONTROLABLE.



ESTOS COSTOS ALCANZAN SU NIVEL MÁXIMO CUANDO NO SE CUENTA CON UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BIEN DEFINIDO; Y SE PUEDEN ELIMINAR CASI POR COMPLETO APLICANDO UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EXAGERADO. EL NIVEL ÓPTIMO SE ENCUENTRA ENTRE ESTOS DOS EXTREMOS. EN LA GRÁFICA ANTERIOR SE DETERMINA SUMANDO LOS TRES TIPOS DE COSTOS EN CURVAS SUPERPUESTAS. EL PUNTO ÓPTIMO SE ENCONTRARÁ EN LA PARTE INFERIOR DE LA CURVA RESULTANTE. NO ES INDISPENSABLE DETERMINAR EL LUGAR EXACTO (UN 10% DE ERROR ES ACEPTABLE) YA QUE UNA PEQUEÑA DIFERENCIA NO TIENE MAYOR IMPORTANCIA.

2.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO SE BASA FUNDAMENTALMENTE EN DETECTAR UNA FALLA ANTES DE QUE SUCEDA, PARA DAR TIEMPO A CORREGIRLA SIN PERJUICIO AL SERVICIO; SE USAN PARA ELLO INSTRUMENTOS DE DIAGNÓSTICO Y PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS.

DE HECHO EL MECÁNICO EXPERIMENTADO QUE SACA UNA GOTITA DE ACEITE DE LA CAJA DE ENGRANES Y LA PALPA ENTRE SUS DEDOS, O EL QUE REvisa CON LA MANO QUÉ TAN CALIENTE ESTÁ UNA CHUMACERA O QUÉ TAN DESALINEADO ESTÁ UN ACOPLAMIENTO, ESTÁ HACIENDO MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

OTRO DE LOS ASPECTOS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO, ES

LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN MÁS COMPLETA QUE SE PUEDA USAR PARA TOMAR DECISIONES. ADEMÁS, PERMITE EL AFINAMIENTO DE LAS TÉCNICAS USADAS EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO DEFINE CON EXACTITUD EL ESPESOR DE LA PARED DE LOS TUBOS Y LLEGA AÚN MÁS LEJOS, YA QUE INDICA SI ESTÁN PROPENSOS A UNA FALLA POR CRISTALIZACIÓN.

UN EJEMPLO DEL ENORME DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO ES QUE ENTRE 1960 Y 1964 SURGIERON MÁS DE 124 INSTRUMENTOS Y SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO BÁSICAMENTE NUEVOS. ESTO SIGNIFICA QUE SE HAN ACABADO LOS SIGUIENTES PROBLEMAS:

- A.- A DIVINAR QUE TIEMPO LES QUEDA DE VIDA A LOS BALE-- ROS, AL AISLAMIENTO, A LOS RECIPIENTES, A LOS TAN-- QUES, A LOS MOTORES, ETC.
- B.- SUSTITUIR EN FORMA RUTINARIA PARTES COSTOSAS SÓLO PARA ESTAR DEL LADO SEGURO.
- C.- PREGUNTARSE SI UN OPERARIO ESTARÁ REALMENTE SI-- GUIENDO LAS INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN.
- D.- SUSPENDER EL SERVICIO, FUERA DE PROGRAMA, POR FA-- LLAS IMPREVISTAS.

AHORA BIEN, ANTES DE EMPEZAR EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO, ES NECESARIO ASEGURARSE DE QUE LA EMPRESA ESTÁ EN CONDICIONES DE APROVECHAR AL MÁXIMO SUS VENTAJAS, TOMANDO EN CUENTA, SOBRE TODO, EL COSTO QUE REPRESENTARÍA UN PARO INESPERADO EN EL SERVICIO.

OTRO FACTOR IMPORTANTE PARA DETERMINAR LAS CONVENIENCIAS DE APLICAR EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO ES EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL EQUIPO, PUES ES EVIDENTE QUE RESULTARÍA UN DESPERDICIO DE TIEMPO Y DINERO AL APLICAR LAS TÉCNICAS MÁS MODERNAS A EQUIPOS QUE DEBERÍAN HABER TENIDO UNA REPARACIÓN GENERAL HACE MUCHO TIEMPO.

A DIFERENCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO, QUE DEBE APLICARSE EN CONJUNTO, EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO PUEDE APLICARSE PASO A PASO, Y EN MÁQUINAS CRÍTICAS. DE HECHO, EN MUCHAS EMPRESAS UTILIZAN INSTRUMENTOS DE DIAGNÓSTICO SIN TENER ESTABLECIDO UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO Y ES MUY CONVENIENTE IR ADQUIRIENDO ESOS INSTRUMENTOS DE DIAGNÓSTICO, QUE SE PUEDAN JUSTIFICAR ECONÓMICAMENTE, PARA IR CREANDO LA BASE DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

III.- TÉCNICAS DE INGENIERIA INDUSTRIAL APLICADAS AL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

COMO FUE DESCRITO EN EL INICIO DE ESTA TESIS, LA INGENIERÍA INDUSTRIAL UTILIZA LOS PRINCIPIOS Y TÉCNICAS DE INGENIERÍA EN EL DISEÑO, INSTALACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SISTEMAS INTEGRADOS QUE EMPLEAN AL HOMBRE, MATERIALES Y EQUIPO PARA UN ALTO NIVEL DE PRODUCTIVIDAD CON UN COSTO ÓPTIMO.

LA TAREA DE ALCANZAR LA PRODUCTIVIDAD MÁXIMA CON LOS RECURSOS EXISTENTES DEBERÁ SER SIEMPRE EL RESULTADO DE LA ACTUACIÓN DE LA DIRECCIÓN CON LA COOPERACIÓN DE LOS TRABAJADORES, UTILIZANDO, EN ALGUNOS CASOS, CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS O TÉCNICOS ESPECIALES.

LAS TÉCNICAS Y MÉTODOS QUE SE INDICAN A CONTINUACIÓN SON ALGUNAS DE LAS MAS USUALES, YA QUE EL NÚMERO ES GRANDE:

- 1.- ESTUDIO DE MÉTODOS.
- 2.- LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.
- 3.- INSPECCIÓN.
- 4.- CONTROL DE PRODUCCIÓN.
- 5.- CONTROL DE MATERIALES.
- 6.- PLANIFICACIÓN DE PROCESOS.
- 7.- PLANEACIÓN.

- 8.- ANÁLISIS ECONÓMICO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.
- 9.- PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.
- 10.- EVALUACIÓN DE PROYECTOS.
- 11.- ESTUDIO DEL PRODUCTO.
- 12.- DESARROLLO DEL PRODUCTO.
- 13.- ADIESTRAMIENTO DEL OPERARIO.

EN EL DESARROLLO DE LOS SIGUIENTES TEMAS TOMAREMOS DOS TÉCNICAS EN LAS QUE PERMITAN ASEGURAR LA DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO, REDUCIENDO COSTOS DEBIDO A MANTENIMIENTO, ÉSTAS PUEDEN SER:

- 1.- PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.
- 2.- REEMPLAZO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.

1.- PLANEACION Y PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

1.1.- GENERALIDADES.

DOS ASPECTOS IMPORTANTES TIENE COMO OBJETIVO EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO: COMBATIR LA DESTRUCCIÓN Y EL DESGASTE POR MEDIO DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y RESTITUIR EL FUNCIONAMIENTO ORIGINAL ANTES DE QUE OCURRA LA FALLA FINAL QUE INUTILIZA UN MECANISMO. POR ELLO SE ENTIENDE QUE UN BUEN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO REQUIERE UNA APLICACIÓN, CONSTANTE Y CONTROLADA DE TODA MEDIDA, PARA REDUCIR AL MÍNIMO EL DESGASTE Y LA DESTRUCCIÓN.

COMPLEMENTO DE LA PROGRAMACIÓN ES UN SISTEMA DE CONTROL, QUE A MÁS DE FACILITAR EL CONSERVAR EN RUTINA TODOS LOS TRABAJOS REPETITIVOS, HAGA RESALTAR PUNTOS DE EXCEPCIÓN, PROPORCIONE, A TRAVÉS DE REGISTROS ADECUADOS, DATOS PARA EL ANÁLISIS DE CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE EQUIPO, MÉTODOS DE TRABAJO, COSTOS, INFORMACIÓN, ETC., CUYO CONOCIMIENTO REDUNRARÁ EN FACILIDAD PARA TOMAR DECISIONES, MEJORAMIENTO DEL SISTEMA, INFORMACIÓN A SUPERIORES, CONTROL DE LO PROGRAMADO, ETC.

TOMANDO EN CUENTA LAS ANTERIORES CONSIDERACIONES, EN LA FIGURA No. 1, SE PRESENTA UN PLAN PARA LA PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO, EXPLICÁNDOSE DE LA SIGUIENTE MANERA:

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

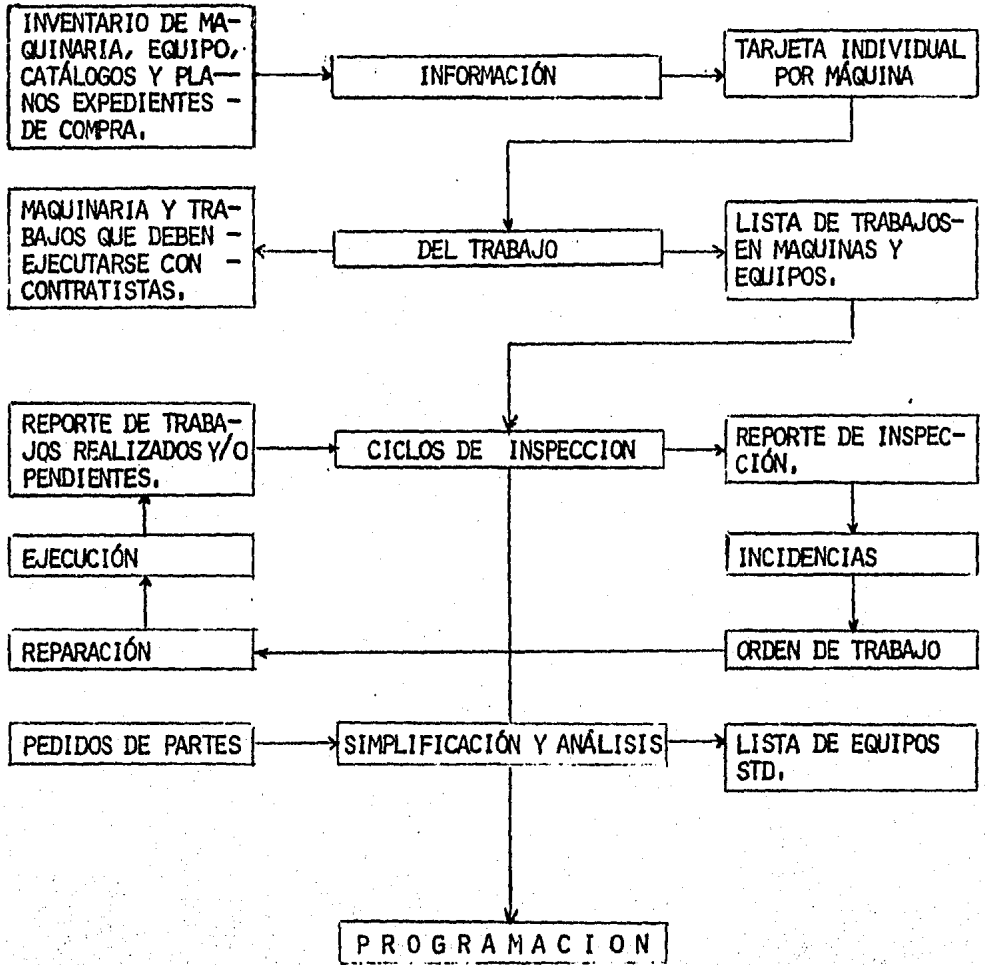


FIG. 1

LA PRIMERA NECESIDAD ES SABER A QUÉ SE VA A DAR MANTENIMIENTO, POR LO CUAL HAY QUE TENER UNA LISTA, RELACIÓN O INVENTARIO DE EDIFICIOS, EQUIPOS Y SERVICIOS QUE DEBEN CONSERVARSE EN BUENAS CONDICIONES, ASÍ COMO TODA INFORMACIÓN RESPECTO A ELLAS COMO PLANOS, ESPECIFICACIONES, INSTRUCTIVOS O MANUALES DE INSTALACIÓN, DE MANEJO, DE MANTENIMIENTO, DE FALLAS; LISTAS DE PARTES DE PROVEEDORES, DISTRIBUIDORES, REPRESENTANTES, VENDEDORES Y CONTRATISTAS. ESTO CONSTITUYE LA INFORMACIÓN INICIAL.

DE LOS DATOS DEL INVENTARIO, SE FORMULARÁ UNA TARJETA INDIVIDUAL POR MÁQUINA. ESTAS TARJETAS VAN A CONSTITUIR EL REGISTRO PERMANENTE DEL EQUIPO QUE HAY QUE CONSERVAR.

CONOCIENDO LOS EQUIPOS, SE ANALIZA EL TRABAJO DE MANTENIMIENTO QUE HAY QUE APLICAR A CADA UNO EN PARTICULAR, AUXILIÁNDOSE DE LA INFORMACIÓN QUE DE ELLOS SE TENGA. DEL MANTENIMIENTO QUE HAYA DE APLICARSELES PARA CONSERVARLOS EN BUENAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO, DEBERÁ DEFINIRSE CUÁL ES EL CUIDADO RUTINARIO QUE CONSTITUIRÁ LA INSPECCIÓN Y REPARACIÓN POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO. CONCRETAMENTE, SE FORMULAN LISTAS DE PUNTOS A INSPECCIONAR, COMO PREVISIÓN DE FALLAS E INSTRUCTIVOS O MANUALES DE REPARACIÓN. DEL ANÁLISIS PUEDE DEFINIRSE QUÉ TRABAJOS SE EJECUTARÁN CON EL PROPIO PERSONAL Y CUÁLES NO.

CON LOS PUNTOS ANTERIORES, SE DETERMINARA LA FRECUENCIA DE LAS INSPECCIONES, LO QUE CONSTITUYE LOS CICLOS DE INSPECCIÓN.

LA LISTA DE PUNTOS A INSPECCIONAR SIRVE DE REPORTE DE LA INSPECCIÓN, ANOTANDO CON SEÑALES CONVENCIONALES O CON INFORME COMPLETO LOS RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN. DICHS RESULTADOS PUEDEN, FUNDAMENTALMENTE, SER DOS: EL EQUIPO ESTÁ BIEN O PRESENTA PROBABILIDADES DE FALLA. EN EL SEGUNDO CASO SE ORDENARÁ LA REPARACIÓN MEDIANTE UNA ORDEN ESCRITA, PLANEÁNDOSE Y PROGRAMÁNDOSE DICHA REPARACIÓN. ESTO QUIERE DECIR, DETERMINAR CÓMO Y CUÁNDO HAY QUE REALIZARLA, TOMANDO EN CUENTA LAS NECESIDADES DEL LUGAR, Y QUIÉN Y CON QUÉ LO VA A HACER. LUEGO EJECUTAN EL TRABAJO, REPORTANDO EN LA PROPIA ORDEN TAL EJECUCIÓN.

PUEDE SUCEDER QUE TAL REPORTE CONDUZCA A LA NECESIDAD DE MODIFICACIÓN DEL CICLO DE INSPECCIÓN, LO CUAL SERÁ DETERMINADO POR EL INGENIERO DE MANTENIMIENTO.

DEL ANÁLISIS DE LOS REPORTES DE INSPECCIÓN Y DE LOS DE REPARACIONES SE ORIGINARÁN LAS SIMPLIFICACIONES A MÉTODOS DE TRABAJO LA DETERMINACIÓN DE CANTIDADES NECESARIAS DE PARTES, PARA EL PEDIDO Y EXISTENCIA DE ESTAS, ASÍ COMO LA FORMULACIÓN DE LISTAS DE EQUIPO BÁSICO.

LAS MODIFICACIONES QUE SE HAGAN A CICLOS DE INSPECCIÓN, MÉTODOS DE TRABAJO Y SISTEMAS DE CONTROL TENDRÁN INFLUENCIA SOBRE LA PROGRAMACIÓN, POR LO QUE SE ESTABLECERÁ LA NECESIDAD DE MODIFICAR, ASÍ MISMO LA PROGRAMACIÓN EN LO QUE CORRESPONDA.

1.2.- METODOLOGIA PARA EFECTUAR LA PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

A CONTINUACIÓN SE DESCRIBIRÁN LOS PASOS A SEGUIR PARA EFECTUAR LA PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CUALQUIER TIPO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS NUEVOS O USADOS QUE REQUIERAN MANTENIMIENTO.

1.2.1.- LEVANTAMIENTO DE INVENTARIO.

PARA PODER REALIZAR EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, ES PRIMORDIAL CONTAR CON LISTAS, RELACIONES, ÍNDICES O INVENTARIOS DE MAQUINARIA Y EQUIPO; TENIENDO EL INVENTARIO, PODEMOS ESTAR EN CONDICIONES DE DETERMINAR Y CONOCER LOS EQUIPOS O CONJUNTOS A LOS CUALES DAREMOS MANTENIMIENTO. EL INVENTARIO BÁSICAMENTE CUMPLE TRES FUNCIONES:

A.- CONOCER A QUÉ EQUIPO HAY QUE DAR MANTENIMIENTO.

B.- ESTAR EN CONDICIONES DE PEDIR A LOS DISTRIBUIDORES

DEL EQUIPO Y/O A LOS FABRICANTES, LOS CATÁLOGOS DE PARTES, MANUALES DE OPERACIÓN, MANUALES DE MANTENIMIENTO, PLANOS PARA INSTALACIÓN Y DEMÁS INFORMACIÓN QUE SUMINISTRAN.

C.- LA DE ESTAR EN CONDICIONES DE PODER VACIAR LOS DATOS DE LA HOJA DE INVENTARIO A LAS TARJETAS QUE SERVIRÁN DE REFERENCIA Y CONTROL EN LAS CUALES SE HARÁ LA PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO. PARA LA TOMA DE INVENTARIOS, SE DISEÑARÁN FORMAS ESPECIALES QUE INCLUYAN LOS DATOS NECESARIOS PARA EL MANTENIMIENTO, QUE DEBEN SER REQUISITADAS EN TODAS SUS PARTES.

SEA CUAL SEA EL EQUIPO QUE SE CONSIDERE, LA CANTIDAD DE DATOS QUE SE PODRÍA CONSIGNAR ES ILIMITADA, POR LO QUE ES NECESARIO HACER UNA SELECCIÓN DE LAS QUE MAS INTERESAN DESDE EL PUNTO DE VISTA DE SU MANTENIMIENTO.

LOS DATOS DE GENERAL APLICACIÓN, LOS CUALES PUEDEN SERVIR DE BASE PARA QUE SE TOMEN LOS DE MAYOR INTERÉS EN CADA CASO PARTICULAR, SE INDICAN EN LA FIGURA No. 2.

SE DEBERÁ EMPLEAR EXCLUSIVAMENTE EL MÉTODO DE FICHA INDIVIDUAL PARA CADA CONCEPTO. LA IDENTIFICACIÓN DE CADA ELEMEN

TO DE TRABAJO EXIGE UNA NUMERACIÓN O CODIFICACIÓN QUE, EN GENERAL, DEBE COINCIDIR CON EL DE LA FICHA DE CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA O INSTALACIÓN, SI BIEN SU POSICIÓN EN EL FICHERO PUEDE DETERMINARSE TANTO POR SU NUMERACIÓN CORRELATIVA COMO POR LA AGRUPACIÓN DE ELEMENTOS IDÉNTICOS, O POR SU EMPLAZAMIENTO DENTRO DE LAS LÍNEAS DE TRABAJO. EN LA FIGURA 2 PUEDE VERSE UN MODELO DE FICHA QUE PUEDE UTILIZARSE EN MAQUINARIA Y EQUIPOS.

ES DE SUMA IMPORTANCIA REGISTRAR LOS DATOS CON TODA PRECISIÓN Y COMPLETOS, PUES LA OMISIÓN DE UN NÚMERO O DE UNA LETRA EN EL MODELO O EN EL NÚMERO DE SERIE PUEDE CAMBIAR TOTALMENTE EL SIGNIFICADO DE LA INFORMACIÓN O PEDIDO DE REFACCIONES QUE SE SOLICITE A LOS FABRICANTES. SE SUGIERE AL RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO QUE SEA PRECISAMENTE ÉL QUIEN LEVANTE EL INVENTARIO, PUES SÓLO UNA VEZ SE HARÁ DICHO LEVANTAMIENTO, Y ESTE DEBE SER PRECISO Y VERAZ EN TODOS SUS ASPECTOS.

DE LO ANTERIOR SE DESPRENDE QUE LOS INVENTARIOS SERÁN LA FUENTE DE INFORMACIÓN PARA LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO, ASÍ COMO DE SU CONTROL.

1.2.2.- ANÁLISIS DE LOS RECURSOS.

UNA VEZ LEVANTADO EL INVENTARIO DEBERÁ HACERSE EL ANÁ-

LISIS DEL MISMO, ES DECIR, CONSIDERAR QUÉ MAQUINARIA, EQUIPO O CONJUNTOS PODEMOS REPARAR CON LOS RECURSOS TÉCNICOS Y HERRAMIENTAS DE QUE SE DISPONE. ÉSTO DEBERÁ DETERMINAR LA LISTA DE MAQUINARIA Y EL EQUIPO AL QUE SÍ PODEMOS DAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO, Y POR OTRO LADO LA LISTA DE MAQUINARIA Y EQUIPO QUE NO PODREMOS ATENDER POR FALTA DE RECURSOS; Y DEBERÁ ENTENDERSE POR FALTA DE RECURSOS LA MANO DE OBRA ALTAMENTE ESPECIALIZADA, CAPACIDAD TÉCNICA, HERRAMIENTA APROPIADA, EQUIPO DE MEDICIÓN, DINERO, ETC.

DEBERÁ CONSIDERARSE EL CASO DE EQUIPOS QUE REQUIEREN DE UNA ALTA ESPECIALIZACIÓN EN MANO DE OBRA Y, EN MUCHOS DE LOS CASOS, DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN BIEN CALIBRADOS Y DE PRECISIÓN.

IGUALMENTE DEBERÁ CONSIDERARSE, AL ADQUIRIR HERRAMIENTA ESPECIALIZADA, SÍ SE JUSTIFICA LA INVERSIÓN POR SU NECESIDAD Y EL USO FRECUENTE QUE VAYA A TENER, PUES DE LO CONTRARIO SERÁ MEJOR RECURRIR A CONTRATISTAS ESPECIALISTAS PARA LA REPARACIÓN DE CIERTOS EQUIPOS.

LOS CATÁLOGOS, MANUALES, PLANOS, DIAGRAMAS Y FOLLETOS DE LOS FABRICANTES, DEBEN CONSIDERARSE COMO UNA AYUDA TÉCNICA DE GRAN IMPORTANCIA Y DEBEN ESTAR SIEMPRE AL ALCANCE.

EL RESPONSABLE DE CONSERVACIÓN AL HACER EL ANÁLISIS DE UN PROBLEMA DEBERÁ DECIDIR SI EJECUTA EL TRABAJO CON SU PERSONAL O SI LO CONTRATA.

DEBE TENERSE PRESENTE QUE LA INFORMACIÓN IMPRESA Y LA EXPERIENCIA SERÁN LA FUENTE PARA DETERMINAR EL RENGLÓN DE RE--FACCIONES QUE DEBERÁ ESTAR ANOTADO EN CADA UNA DE LAS TARJETAS KÁRDEX CORRESPONDIENTES AL EQUIPO. EL RECURSO DE CONTAR CON - REFACCIONES EN EXISTENCIA, AL MÍNIMO COSTEABLE, SERÁ PRECISA--MENTE LO QUE PONGA NUEVAMENTE EN OPERACIÓN LOS EQUIPOS QUE NO ESTÉN TRABAJANDO.

1.2.3.- ESTABLECIMIENTO DEL CICLO DE INSPECCIÓN.

UNA VEZ SE DISPONGA DE LOS DATOS ENUMERADOS EN LOS PUN--TOS ANTERIORES, SE PODRÁ DETERMINAR PARA CADA EQUIPO QUÉ CLASE DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DEBEN EFECTUARSE, CUÁNDO DEBEN - EFECTUARSE Y CÓMO DEBEN EFECTUARSE.

A) EQUIPOS QUE DEBEN INSPECCIONARSE.

EN PRINCIPIO, DEBEN INSPECCIONARSE TODOS LOS EQUIPOS - QUE POR SU HISTORIAL SEA NECESARIO Y CONVENIENTE INCLUIR DEN--TRO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

POSTERIORMENTE, SE DEBERÁ EFECTUAR UNA REVISIÓN DE TODO EL EQUIPO, SEGUIDO DE UNA VERIFICACIÓN DE CADA PARTE O PIEZA CONTRA EL PROCESO COMPLETO Y DEDUCIR EL IMPACTO DE SU FALLA QUE PUEDE TENER SOBRE LA PRODUCCIÓN. SI LA FALLA DE UN EQUIPO EN PARTICULAR INFLUYE EN LA SEGURIDAD, CALIDAD DEL PRODUCTO, CAPACIDAD DE OPERACIÓN, CONTINUIDAD, RENDIMIENTO, COSTOS, ESTOS SERÁN CLASIFICADOS COMO CRÍTICOS; AQUEL CUYA REPERCUSIÓN SERA DESPRECIABLE, SEA CLASIFICADO COMO NO CRÍTICO. UN EQUIPO CLASIFICADO COMO CRÍTICO, TENDRÁ PRIORIDAD EN LA APLICACIÓN DE CUALQUIER TIPO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO SOBRE EL RESTO DEL EQUIPO NO CRÍTICO.

B) DETERMINACIÓN DEL CICLO DE REVISIONES.

PARA LA IMPLANTACIÓN DE ESTE SISTEMA DE MANTENIMIENTO SE HA DE BUSCAR LA ESTADÍSTICA PARA, POSTERIORMENTE, BUSCAR LA FIABILIDAD O PROBABILIDAD DE QUE UN ÓRGANO CUMPLA CON LA MISIÓN ENCOMENDADA DURANTE UN DETERMINADO PERÍODO Y BAJO UNAS CONDICIONES ESPECÍFICAS.

LA FIABILIDAD LOGRADA O REAL SE BASARÁ O RELACIONARÁ CON LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

- A.- CON LA PROBABILIDAD: PROMEDIO DE DURACIÓN DENTRO DE UNOS DETERMINADOS RIESGOS.

- B.- CON EL RENDIMIENTO: SE EXIJE AL ÓRGANO DE LA MÁQUINA O EQUIPO UN ÓPTIMO FUNCIONAMIENTO.
- C.- CON EL TIEMPO DE OPERACIÓN: LA FRECUENCIA SE PUEDE ESTABLECER EN HORAS DE OPERACIÓN, YA QUE LA MAYORÍA DE LOS COMPONENTES DE UN EQUIPO SE DETERIORAN POR EL USO.
- D.- CON LAS CONDICIONES DE LA OPERACIÓN O TRABAJO; YA QUE DEPENDERÁ DE ESTAS CONDICIONES EL PERFECTO CUMPLIMIENTO DE TODAS CIRCUNSTANCIAS.

ENUMERANDO TODO ESTO DE UNA FORMA PRÁCTICA, TENDREMOS:

- SE TIENEN LAS RECOMENDACIONES QUE EL FABRICANTE PROPORCIONA CON CADA EQUIPO, ESTO ES, MANUAL DE SERVICIO, CON RECOMENDACIONES PARA SU INSTALACIÓN, SERVICIO Y MANTENIMIENTO. SEÑALA LAS FALLAS MÁS COMUNES Y LA MANERA DE CORREGIRLAS. ESTE MANUAL ES UNO DE LOS RECURSOS MÁS IMPORTANTES CON QUE SE PUEDE CONTAR.
- SE TIENE UNA SERIE DE MÁQUINAS O EQUIPOS, FABRICADOS BAJO UNAS CONDICIONES HOMOGÉNEAS Y QUE DEBEN CUMPLIR CON UNOS REQUISITOS DETERMINADOS.

- SOMETEMOS BAJO CONTROL ESTADÍSTICO A ESTAS MÁQUINAS EN FUNCIONAMIENTO OBSERVANDO SU COMPORTAMIENTO Y ELABORANDO UN HISTORIAL DE AVERÍAS Y PROBLEMAS, COMO EL QUE SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 3.

- DE ESTA FORMA, PARA CADA EQUIPO ANALIZADO SE HABRÁ OBTENIDO UN ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA CORRESPONDIENTE DISTRIBUCIÓN DE PERÍODOS Y ÓRGANOS AFECTADOS, EL CUAL EXPRESARÁ LA VIDA O DURACIÓN MEDIA DE LA MÁQUINA CONSIDERADA.

- EL NÚMERO DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS DEBERÁ SER SUFICIENTEMENTE ELEVADO PARA QUE SEA REPRESENTATIVO.

EN BASE A LO ANTERIOR ESTABLECEREMOS ASÍ CICLOS DE "INSPECCIÓN PERIÓDICA" DE LAS DIFERENTES MÁQUINAS Y EQUIPOS.

SE PUEDE RESUMIR DICHIENDO QUE PARTIENDO COMO BASE DE LOS DATOS FACILITADOS POR EL FABRICANTE DE LOS EQUIPOS Y APAREÁNDOSLOS CON LOS ESTADÍSTICOS, PODEMOS ELABORAR EL PLAN PREVENTIVO DE CADA MÁQUINA Y EQUIPO QUE SE TIENE EN LA PLANTA.

PREPARADO DICHO PLAN, SE CONFECCIONA UNA HOJA DE VISITA SIMILAR A LA DE LA FIGURA 4, DONDE ESTARÁN ANOTADOS LOS TRABAJOS A REALIZAR.

REGISTRO HISTORICO DE AVERIAS Y PROBLEMAS				
NUM. MAQUINA : _____		ENCARGADO : _____		
NOMBRE MAQ. : _____		AREA : _____		
FECHA	DESCRIPCION DEL PROBLEMA	CAUSA	SOLUCION	MATERIAL

FIG. 3

HOJA DE INSPECCION MANTENIMIENTO PREVENTIVO		MAQUINA : _____ AREA : _____ REFERENCIA: _____		
NUM.	PERIODICIDAD	OPERACIONES A REALIZAR	X /	OBSERVA- CIONES
/ _____BIEN X _____MAL		SUPERVISOR : _____ FECHA : _____		

FIG. 4

UNA VEZ QUE SE HAN ESTABLECIDO LOS CICLOS DE INSPECCIÓN, SE OBSERVA EL FUNCIONAMIENTO DE ESTE PROGRAMA, PARA COMPROBAR SU EFICACIA Y HACER LOS AJUSTES NECESARIOS SEGÚN LO INDICAN LAS NECESIDADES DE OPERACIÓN.

EJEMPLO: SE DETERMINÓ QUE EL AJUSTE DE LAS BANDAS TRAPEZOIDALES EN UN CONJUNTO MOTOR VENTILADOR, DEBERÁ VERIFICARSE CADA 60 DÍAS; SI AL TÉRMINO DE LOS MISMOS ENCONTRAMOS QUE NO REQUIEREN AJUSTE, Y AL SIGUIENTE CICLO DE INSPECCIÓN TAMPOCO REQUIEREN AJUSTE, ESTO NOS INDICA QUE PODEMOS AMPLIAR EL CICLO DE INSPECCIÓN, ES DECIR, QUE PODRÍAMOS DETERMINAR QUE ESA INSPECCIÓN FUERA CADA 120 DÍAS. POR EL CONTRARIO, SI A LOS 60 DÍAS ENCONTRAMOS QUE LAS BANDAS ESTÁN DESAJUSTADAS, ESTO NOS INDICA QUE DEBEMOS REDUCIR PROBABLEMENTE A 30 DÍAS LA FRECUENCIA DE INSPECCIÓN.

LAS RUTINAS CONSTANTES DE INSPECCIÓN PROPORCIONAN LA INFORMACIÓN DEL ESTADO EN QUE SE ENCUENTRA EL EQUIPO, ASÍ POR EJEMPLO, SI LA INSPECCIÓN EN UN MOTOR ELÉCTRICO DETERMINA "RUIDO EN LOS BALEROS", ESTO ES UN LLAMADO DE ATENCIÓN PARA EL RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO, Y DEBERÁ PROGRAMARSE PRECISAMENTE CON EL GERENTE DE PRODUCCIÓN, EL TIEMPO MÁS OPORTUNO PARA SUSPENDER EL SERVICIO QUE PRESTA EL MOTOR ELÉCTRICO EN CUESTIÓN, Y ESTA PROGRAMACIÓN ES POSIBLE, PORQUE PUEDE DETECTARSE CON ANTECIPACIÓN EL DESPERFECTO DEL MOTOR ELÉCTRICO. CABE HACER NO-

TAR QUE EN LA PROGRAMACIÓN DE INTERRUPCIÓN DE SERVICIO DEBE -
CONTARSE CON LOS RECURSOS SIGUIENTES: LA COMPRA DE OTRO MOTOR
ELÉCTRICO, SI ÉSTE ACCIONA EQUIPO CRÍTICO, O EL ALQUILER DE UN
MOTOR ELÉCTRICO, EN TANTO SE REPARA EL DAÑADO.

1.2.4. PROGRAMACIÓN.

UN PROGRAMA DE INSPECCIÓN CONTIENE LA DETERMINACIÓN DE
LAS INSPECCIONES, INDICAN FECHA EN QUE SE DEBAN EFECTUAR. SIN
EMBARGO SURGEN PROBLEMAS CUANDO SE TRATA DE MAQUINARÍA DE PRO-
DUCCIÓN CONTÍNUA.

SE DEBE CONSIDERAR QUE EL COSTO DE LA PRODUCCIÓN SE DE-
BE MANTENER LO MAS BAJO POSIBLE. POR LO TANTO HAY NECESIDAD -
DE ADAPTAR LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO A LAS NECESIDADES DE
PRODUCCIÓN. AQUÍ ES CUANDO SE NECESITA LA COOPERACIÓN ESTRE--
CHA DE LOS GRUPOS DE MANTENIMIENTO Y DE PRODUCCIÓN.

PRIMERO SE DEBEN OBSERVAR LOS PROBLEMAS DE LA ELABORA-
CIÓN DEL PROGRAMA DE INSPECCIONES Y SERVICIO; DESPUÉS LOS PRO-
BLEMAS DE SU APLICACIÓN.

LOS PROGRAMAS PUEDEN SER CONSIDERADOS DENTRO DE DOS CA-
TEGORÍAS:

A) TARJETAS GENERALES.- QUE COMPRENDEN LA LISTA DE TO-

DAS LAS MÁQUINAS DE UNA PLANTA, DE UN DEPARTAMENTO, TODAS LAS MÁQUINAS DE UN SOLO TIPO, ETC.

B) TARJETAS INDIVIDUALES.- EN ESTE TIPO HAY UNA TARJETA PARA CADA MÁQUINA, EN LA FIGURA 5 SE MUESTRA UN MODELO DE TARJETA INDIVIDUAL.

LA TARJETA GENERAL DÁ UN CUADRO GENERAL DEL ESTADO DEL EQUIPO; ES UNA LISTA QUE MUESTRA LAS INSPECCIONES QUE SE DEBEN HACER SEGÚN SE VAN PROGRAMANDO: DIARIAMENTE, SEMANALMENTE, MENSUALMENTE, ETC. SIRVE COMO ORIGEN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO PORQUE SEGÚN LAS MARCAS QUE SE UTILIZAN INDICARAN LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO QUE SE DEBAN EFECTUAR, EN LA FIGURA 6 SE MUESTRA UN MODELO DE TARJETA GENERAL.

LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO NO PUEDEN SER DISEÑADOS RÍGIDAMENTE, YA QUE SON AFECTADOS AUTOMÁTICAMENTE POR LOS CAMBIOS DE FRECUENCIAS, CAMBIOS DE PROGRAMAS DE PRODUCCIÓN, MEJORAS EN LOS EQUIPOS, NUEVOS MATERIALES, NUEVOS MÉTODOS, ETC. TODO ÉSTO OBLIGA A UNA CONSTANTE REVISIÓN DE LOS PROGRAMAS PARA PONERLOS AL DÍA CON CUALQUIER CAMBIO QUE LOS AFECTE. EN ESTE SISTEMA ES NECESARIO CONTAR CON UN BUEN EQUIPO DE INSPECTORES, LOS CUALES SE PUEDEN OBTENER DE LA MISMA FUERZA DE MANTENIMIENTO, SELECCIONÁNDOLOS ENTRE AQUELLOS QUE MAS HABILIDAD Y CONOCIMIENTO TENGAN.

PROGRAMA GENERAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO														M = MECANICO	E = ELECTRICO
AÑO: _____		PROGRAMADO <input checked="" type="checkbox"/>						REALIZADO <input checked="" type="checkbox"/>							
NO. MAQ.	NOMBRE DE LA MAQUINA.	TIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	OBSERVACIONES
		M													
		E													
		M													
		E													
		M													
		E													
		M													
		E													
		M													
		E													
		M													
		E													
		M													
		E													
		M													
		E													
		M													
		E													
		M													
		E													
		M													
		E													
ENCARGADO :			_____												
AREA :			_____												

FIG. 6

CUANDO LAS INSPECCIONES DE ESTE SISTEMA, SON ALTAMENTE REPETITIVAS, ES POSIBLE ESTABLECER MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS DE EFECTUARLAS. LOS ESTUDIOS DE TIEMPOS SON MUY ÚTILES PARA ESTE PROPÓSITO.

LOS SIGUIENTES PUNTOS SON DE UTILIDAD PARA ESTABLECER ESTOS MÉTODOS.

- A.- ESTUDIAR LOS MÉTODOS DE INSPECCIÓN Y SERVICIO, PARA HACER EL TRABAJO LO MEJOR Y MAS RÁPIDO Y PARA DISMINUIR COSTOS. COMO POR EJEMPLO: TAL VEZ SE PUEDA COMBINAR LAS INSPECCIONES CON OTRAS TAREAS DE MANTENIMIENTO, Ó HACER LA MISMA OPERACIÓN DE OTRA FORMA MÁS ECONÓMICA Y RÁPIDA.
- B.- PLANEAR LOS MÉTODOS DE INSPECCIÓN ASÍ COMO LA RUTA QUE SIGUEN, PARA HACERLOS LO MAS CORTO POSIBLE. DOTAR AL INSPECTOR DE FORMAS DE REPORTE DE INSPECCIÓN LO MAS APROPIADAS POSIBLE, PARA EVITARLE TRABAJO Y ACORTARLE EL TIEMPO DE INSPECCIÓN.
- C.- PLANEAR LAS REPARACIONES GENERALES PARA DISMINUIR EL TIEMPO DE LOS PAROS. COORDINAR LOS DIFERENTES GRUPOS DE MANTENIMIENTO QUE INTERVENGAN (ELECTRICISTAS, PLOMEROS, MECÁNICOS, ETC.) PARA EVITAR IN-

TERFIERAN UNOS CON OTROS, PREPARAR LAS REFACCIONES NECESARIAS CON ANTICIPACIÓN.

D.- REVISAR LAS REPARACIONES GENERALES REPETITIVAS, PARA HACERLAS CADA VEZ MAS EFICIENTEMENTE.

E.- TENER CUIDADO DE CONTAR CON LAS MEJORES HERRAMIENTAS PARA EL TRABAJO, ESTAR PENDIENTES DE LA APARICIÓN DE NUEVAS HERRAMIENTAS MAS APTAS, PARA CONTAR CON ELLAS.

F.- TENER CUIDADO DE QUE EL EQUIPO SEA LO MAS ACCESIBLE POSIBLE A LAS INSPECCIONES, PENSAR LA MANERA DE HACERLO O MEJORARLO. POR EJEMPLO, LAS CUBIERTAS DEL EQUIPO COLOCARLAS DE MANERA SEGURA PERO AL MISMO TIEMPO QUE SE PUEDAN QUITAR FÁCILMENTE.

2.- REEMPLAZO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.

2.1. INTRODUCCION.

EL REEMPLAZO DE MAQUINARIA Y EQUIPO CONSISTE EN ELE--
GIR UN PLAN DE ACCIÓN A SEGUIR ENTRE DOS O MÁS ALTERNATIVAS, --
BASADO EN ESTIMACIONES O SUPUESTOS ECONÓMICOS.

LA POLÍTICA PARA HACER REPOSICIONES DESEMPEÑA UN PAPEL
IMPORTANTE EN EL PROGRESO ECONÓMICO Y TECNOLÓGICO DE LAS EMPRE--
SAS. LA REPOSICIÓN INDEBIDA O HECHA PRECIPITADAMENTE PUEDE DE--
JAR A LA EMPRESA URGIDA DE CAPITAL QUE PODRÍA NECESITARSE PARA
OTROS FINES VENTAJOSOS. UN PROBLEMA MÁS IMPORTANTE EN LA PRÁC--
TICA ES QUE SÍ SE DIFIEREN LAS REPOSICIONES MÁS ALLÁ DE UN --
TIEMPO RAZONABLE, QUIZÁ LA EMPRESA DESCUBRA QUE SUBEN SUS COS--
TOS DE PRODUCCIÓN MIENTRAS BAJAN LAS DE SUS COMPETIDORES, --
QUE CUENTAN CON EQUIPOS MÁS MODERNOS. ESTO PUEDE DAR POR RE--
SULTADO PÉRDIDA DE CAPACIDAD PARA ENFRENTARSE A LA COMPETENCIA
DE PRECIOS Y CAER EN UN LAZO TECNOLÓGICO Y ECONÓMICO DE CONSE--
CUENCIAS DRÁSTICAS.

POR EL HECHO DE QUE ESTAS DECISIONES SEAN COMPLICADAS
SE HACEN INDISPENSABLES LOS ESTUDIOS DE RENOVACIÓN. LA MÁ--
BRILLANTE INTUICIÓN Y LARGA EXPERIENCIA SON INSUFICIENTES PARA
APRECIAR TODOS LOS FACTORES EN SU JUSTO VALOR, ESTO NO MINIMI--

ZA EL VALOR NI LA NECESIDAD DE EMPLEAR UN JUICIO ASTUTO. DEBEN OBTENERSE TODOS LOS FACTORES O CONSIDERACIONES POSIBLES, SAZONADOS CON LAS APRECIACIONES Y JUICIOS NECESARIOS Y EMPLEADOS OPORTUNAMENTE.

2.2. VENTAJAS QUE SE LOGRAN CON LA RENOVACION.

EL TRATAMIENTO SISTEMÁTICO DE LOS PROBLEMAS DE RENOVACIÓN BENEFICIA AMPLIAMENTE A LAS EMPRESAS. LAS VENTAJAS CONSEGUIDAS SON LAS SIGUIENTES:

- 1.- REDUCCIÓN DE LOS COSTOS POR MANTENIMIENTO.
- 2.- REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN, SALVANDO LA COMPETENCIA.
- 3.- REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS POR CHATARRAS O RETOQUES.
- 4.- REDUCCIÓN DE DEMORAS Y TIEMPOS PÉRDIDOS.
- 5.- AUMENTO DEL ENTUSIASMO Y MORAL DE SUPERVISORES Y OBREROS, DE LO QUE RESULTA UNA REDUCCIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN Y UNA MEJORA DE LAS RELACIONES HUMANAS.

ALGUNAS DE ESTAS VENTAJAS VIENEN DIRECTAMENTE DE UNA MEJORA EN LA MAQUINARIA, MIENTRAS QUE OTRAS PROVIENEN DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA Y APLICADA COMO RESULTADO DE UNA APROXIMACIÓN SISTEMÁTICA A LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.

2.3. DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA QUE PARTICIPAN EN EL ESTUDIO.

LOS BUENOS ESTUDIOS DE RENOVACIÓN SON RESULTADO DE UN TRABAJO DE EQUIPO REUNIDO POR VARIOS DEPARTAMENTOS. ESTO SE DEBE A QUE TODOS APORTAN INFORMACIÓN DE SU ÁREA, DÁN SU PUNTO DE VISTA Y PROPORCIONAN SUGERENCIAS. ESTO DÁ COMO RESULTADO SU APOYO PARA LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO.

PARA QUE EL ESTUDIO MARCHE SATISFACTORIAMENTE, LA RESPONSABILIDAD DEBE CENTRALIZARSE A UN SOLO PUESTO, DEFINIENDO RESPONSABILIDADES A CADA DEPARTAMENTO.

A CONTINUACIÓN SE EXPONEN LOS DEPARTAMENTOS QUE COMUNEMENTE INTERVIENEN EN EL ESTUDIO:

- 1.- PRODUCCION. EL PERSONAL DIRECTIVO, SUPERVISOR Y, EN ALGUNOS CASOS, PERSONAL OBRERO, PARTICIPAN EN LOS ESTUDIOS DE RENOVACIÓN. ESTE PERSONAL SERÁ EL USUARIO DEL EQUIPO INDUSTRIAL Y DE LAS FACILIDADES

OPERATIVAS QUE SE OBTENDRÁN, ESTÁ FAMILIARIZADO - CON TODOS LOS PROBLEMAS OPERATIVOS, DE MANERA QUE PUEDAN ENCARARSE CON ÉLLOS FÁCILMENTE, SABE LO - QUE MARCHÓ MAL EN EL PASADO, SU EXPERIENCIA PUEDE SER UNA AYUDA CONSIDERABLE PARA EVITAR FALLOS PASADOS Y SEÑALAR MEJORES CONDICIONES OPERATIVAS PARA EL FUTURO.

2.- MANTENIMIENTO. CUALQUIER ESTUDIO DE ESTA CLASE NECESITA INFORMACIÓN RESPECTO AL TIPO, COSTO Y FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE LAS MÁQUINAS ANTIGUAS Y DE LAS NUEVAS PROPUESTAS.

UN DEPARTAMENTO VIGILANTE RESPALDADO CON EXPERIENCIA ADECUADA SOBRE LA MAQUINARIA Y OTRAS VENTAJAS-EXISTENTES, PUEDE SER UNA GRAN AYUDA.

LOS INFORMES SOBRE PASADAS EXPERIENCIAS SON TAN VALIOSOS EN CUANTO A PRONÓSTICO DE COSTOS, COMO EN CUANTO A LA VIDA DE SERVICIO DE LAS MÁQUINAS. DE IGUAL IMPORTANCIA, ASÍMISMO, ES SU HABILIDAD EN HACER SUGERENCIAS SOBRE LO QUE SE ESPERA REDUCIR EN EL COSTO DE RECAMBIOS Y PIEZAS DE CONSERVACIÓN EN ALMACÉN, DE ACUERDO CON LA NORMALIZACIÓN, AYUDAN TAMBIÉN A REDUCIR PÉRDIDAS CAUSADAS POR UN PROYECTO DEFECTUOSO O INADECUADO.

3.- ADMINISTRACION. EL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO O DE CONTABILIDAD DEBE SUMINISTRAR INFORMACIÓN SOBRE LOS PRECIOS DE COSTO Y SOBRE LAS CARGAS FINANCIERAS, IMPUESTOS, TIPOS DE INTERÉS Y DISTRIBUCIÓN DE GASTOS GENERALES. LOS INFORMES HISTÓRICOS SOBRE LA MAQUINARIA EXISTENTE SON GENERALMENTE CONSERVADOS EN EL DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD O EN EL DE MANTENIMIENTO.

4.- INGENIERIA INDUSTRIAL. EL ALCANCE DE LA RESPONSABILIDAD DE ESTE DEPARTAMENTO ES ALTAMENTE VARIABLE Y AFECTA A LA PARTE EN QUE PUEDA INTERVENIR EN ESTUDIOS DE ESTA CLASE. EN ÚLTIMO TÉRMINO, PROPORCIONARÁ DATOS SOBRE LA EFECTIVIDAD DE PRODUCCIÓN DE LAS MÁQUINAS VIEJAS Y DE LAS DEL NUEVO EQUIPO. ESTOS DATOS CONSISTEN EN ESTUDIOS DE TIEMPOS, ANÁLISIS DE MÉTODOS, HOJAS DE RUTAS, UTILIZACIÓN DE MATERIALES, DATOS SOBRE HERRAMIENTAS Y SUMINISTROS.

LO EXPUESTO INDICA LA NECESIDAD DE LA EMPRESA DE OBTENER UNA AMPLIA CONSIDERACIÓN Y COOPERACIÓN AL TRATAR LOS PROBLEMAS DE RENOVACIÓN. A MENOS QUE ESTOS PROBLEMAS SE ENFOQUEN CON ESTAS BASES, CON LA PARTICIPACIÓN TOTAL DE TODOS A QUIENES CONCIERNE, NO SE OBTENDRÁN SOLUCIONES APTAS CON RESULTADOS SATISFACTORIOS.

2.4. EL REEMPLAZO COMO ALTERNATIVA ECONOMICA.

2.4.1. CAUSAS FUNDAMENTALES QUE LLEVAN A LA CONSIDERACION DEL REEMPLAZO COMO ALTERNATIVA ECONOMICA - EN LA INDUSTRIA.

EXISTEN VARIAS RAZONES QUE PUEDEN PROVOCAR UN ESTUDIO-ECONOMICO PARA TRATAR CON LA POSIBILIDAD DE REEMPLAZAR LOS BIENES O PROPIEDADES EXISTENTES DENTRO DE UNA EMPRESA DETERMINADA, ESAS CAUSAS PUEDEN CLASIFICARSE EN UNO DE LOS DOS GRUPOS PRINCIPALES QUE SE PRESENTAN A CONTINUACION:

A.- DETERIORO

EL DETERIORO PUEDE DEFINIRSE COMO LA DISMINUCION DE LA EFICIENCIA DE OPERACION DE UN EQUIPO EN COMPARACION CON LA QUE TENIA CUANDO EL EQUIPO ERA NUEVO. EL DETERIORO FISICO SE REFIERE SOLO A CAMBIOS EN LA CONDICION FISICA DE LA PROPIEDAD MISMA, Y PUEDE CONDUCIR A LOS SIGUIENTES ASPECTOS NEGATIVOS PARA LA COMPAÑIA:

- I.- AUMENTO DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y DE ENERGIA ELÉCTRICA, COMO CONSECUENCIA DE LA DISMINUCION DE EFICIENCIA DEL EQUIPO.

- II.- INCREMENTO DEL COSTO DE MANTENIMIENTO Y REPARACIONES, COMO CONSECUENCIA DE FALLAS DE LAS PIEZAS.
- III.- MAYOR TIEMPO OCIOSO DE LA MANO DE OBRA DIRECTA, - DEBIDO A LA CADA VEZ MAYOR FRECUENCIA DE INTERRUPCIONES POR FALLAS MECÁNICAS.
- IV.- MAYOR CANTIDAD DE PRODUCTO FUERA DE ESPECIFICACIONES.
- V.- INCREMENTO DE LOS COSTOS DE INSPECCIÓN, DEBIDO A - LA PÉRDIDA DE SEGURIDAD.
- VI.- PÉRDIDAS DE INGRESOS POR DEVOLUCIONES O MAYORES - GASTOS DE VENTAS SI EL PRODUCTO DISMINUYE DE CALIDAD.

OTROS ASPECTOS DEL DETERIORO FÍSICO, MODELOS PARA EL ESTUDIO ECONÓMICO DE REEMPLAZO, PUEDEN SER LOS SIGUIENTES:

- A).- REEMPLAZO DEBIDO A LA FALLA TOTAL DEL EQUIPO.

CUANDO LA PROPIEDAD SE ACABA Y YA NO PUEDE DAR MÁS SERVICIO ÚTIL, SE REFLEJA SIN LUGAR A DUDAS UNA FALLA EN LA POLÍTICA DE REEMPLAZO LLEVADA POR LA COMPAÑÍA, PORQUE SE DEJÓ -

TRABAJAR AL EQUIPO EN CONDICIONES QUE PROBABLEMENTE YA NO ERAN ECONÓMICAS. EN ESTE CASO, EL REEMPLAZO ES ABSOLUTAMENTE INDISPENSABLE.

b).- REEMPLAZO DEBIDO A UNA EFICIENCIA DECLINANTE.

FRECUENTEMENTE, EL REEMPLAZO TIENE QUE CONSIDERARSE DEBIDO A QUE LA PROPIEDAD EXISTENTE DISMINUYE SU EFICIENCIA CON EL TIEMPO.

LA EFICIENCIA DECLINANTE PUEDE PRODUCIR VARIOS RESULTADOS, TALES COMO INGRESOS BAJOS, POR LA DISMINUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN, DESGASTE DE HERRAMIENTAS O PÉRDIDA DE PRODUCTO, COMO EN EL CASO DE LOS OLEODUCTOS QUE TIENEN FUGAS.

c).- REEMPLAZO DEBIDO A COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO EXCESIVO.

UNA DE LAS RAZONES PARA CONSIDERAR EL REEMPLAZO DE UNA PROPIEDAD, ES EL AUMENTO DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN, USUALMENTE DEBIDO A UN COSTO DE MANTENIMIENTO EXCESIVO. ORDINARIAMENTE, EN TALES CASOS, LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO ESTÁN AUMENTANDO A UNA VELOCIDAD CRECIENTE, DE TAL MODO QUE LOS COSTOS TOTALES ANUALES CRECERÁN CADA AÑO ADICIONAL QUE LA PROPIEDAD CONTIENE EN OPERACIÓN.

B.- OBSOLESCENCIA

LA OBSOLESCENCIA PUEDE DEFINIRSE COMO LA DISMINUCIÓN - DE LA EFICIENCIA DEL EQUIPO AUNQUE ESTÉ NUEVO, EN COMPARACIÓN - CON LA QUE PUEDE OBTENERSE DE OTRO EQUIPO DISPONIBLE. AQUÍ - SE TRATA DE UNA SITUACIÓN DE INFERIORIDAD TECNOLÓGICA, NO DE - DETERIORO Y, POR CONSIGUIENTE, LA COMPARACIÓN SE LLEVA A CABO ENTRE BIENES QUE ESTÁN EN BUENAS CONDICIONES DE OPERACIÓN.

LOS SIGUIENTES CONCEPTOS ILUSTRAN CIERTOS ASPECTOS RE-
SULTANTES DE LA INFERIORIDAD TECNOLÓGICA DE DISEÑO:

- I.- MAYOR CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y ENERGÍA ELÉCTRICA,-
MAYORES COSTOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIONES, ME
NOR SEGURIDAD Y MAYORES DESPERDICIOS, DEBIDO A LA-
MENOR EFICIENCIA DE DISEÑO.
- II.- MENOR PRODUCTIVIDAD, DEBIDO A LAS MENORES TASAS DE
PRODUCCIÓN.
- III.- MAS PAROS POR FALLAS DE DISEÑO.
- IV.- MAYOR CANTIDAD DE MANO DE OBRA Y SUPERVISIÓN DEBI-
DO A LOS DISEÑOS MENOS AUTOMÁTICOS.

V.- MAYOR ESPACIO POR EL DISEÑO MENOS COMPACTO.

LA OBSOLESCENCIA NO SE ESTABLECE EN UN SOLO SENTIDO, - UN DISEÑO MÁS AUTOMÁTICO PUEDE REDUCIR CONSIDERABLEMENTE LA MANO DE OBRA, LA SUPERVISIÓN, LOS DESPERDICIOS Y EL ESPACIO; PERO PUEDE AUMENTAR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y ENERGÍA ELÉCTRICA, LA INSPECCIÓN, EL MANTENIMIENTO Y LAS REPARACIONES. SIN EMBARGO, EL EFECTO COMBINADO DEL MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO CONDUCE A REDUCIR LOS GASTOS DE OPERACIÓN TOTALES.

LA MAYOR PARTE DE LA OBSOLESCENCIA TIENE LUGAR EN UN PERÍODO MÁS O MENOS LARGO DE TIEMPO, AUNQUE NO SIEMPRE PUEDE SER RECONOCIDO EN SUS ETAPAS INICIALES. SIN EMBARGO, HAY CASOS DE OBSOLESCENCIA REPENTINA Y EL EQUIPO PUEDE SER TAN EFICIENTE Y DIGNO DE CONFIANZA EL DÍA QUE SE REEMPLAZA COMO AQUÉL EN QUE SE PUSO EN SERVICIO.

LA DEPRECIACIÓN FUNCIONAL PUEDE SER CAUSADA POR UN CAMBIO EN EL DISEÑO, EN LOS MATERIALES, EN EL MÉTODO DE OPERACIÓN O POR LA APARICIÓN DE EQUIPO PERFECCIONADO. LA OBSOLESCENCIA TRATA DE LOS EFECTOS DE LOS CAMBIOS PRODUCIDOS EN EL MEDIO EXTERNO A UNA PROPIEDAD. ÉSTA SITUACIÓN EXISTE GENERALMENTE CUANDO HAY UN ESTÍMULO MUY GRANDE PARA LOGRAR EL PERFECCIONAMIENTO, COMO EN CONDICIONES DE GRAN COMPETENCIA, O CUANDO ESTÁ EN JUEGO EL BIENESTAR DE LA COMUNIDAD.

HAY TRES FACTORES ADICIONALES QUE PUEDEN INFLUIR EN LA DECISIÓN DE REEMPLAZO CUANDO SE DEBE A LA OBSOLENCIA:

PRIMERO, LA PROPIEDAD EXISTENTE ESTÁ USUALMENTE EN UNA OPERACIÓN SATISFACTORIA.

SEGUNDO, HAY UNA RESISTENCIA NATURAL A INVERTIR CAPITAL CUANDO APARENTEMENTE NO ES NECESARIO.

TERCERO, Y TENDIENDO A COMPENSAR EL FACTOR PREVIO, UNA PIEZA DE EQUIPO NUEVO TIENE ALGUNAS VECES UN ATRACTIVO ESTÉTICO QUE COADYUVA EN LA PUBLICIDAD DEL PRODUCTO O DEL SERVICIO.

c.- COMBINACIÓN DE CAUSAS.

LA VIDA ECONÓMICA DE MUCHAS PIEZAS DE EQUIPO ES DETERMINADA POR LAS FUERZAS COMBINADAS DEL DETERIORO Y LA OBSOLENCIA; EVENTUALMENTE, ESA ACUMULACIÓN DE INFERIORIDAD INDICARÁ QUE EL REEMPLAZO ES UNA NECESIDAD ECONÓMICA. UNA MÁQUINA - HERRAMIENTA ES UN EJEMPLO CLÁSICO DE ESTA CLASE DE EQUIPO. - COMO RESULTADO DEL DETERIORO Y LA OBSOLESCENCIA PROGRESIVOS, - LLEGARÁ UN AÑO EN LA VIDA DEL EQUIPO EN EL QUE EL MODELO PERFECCIONADO QUE EXISTA EN ESE MOMENTO, OFRECERÁ UNA VENTAJA ECONÓMICA SUFICIENTE PARA DESPLAZAR A LA INSTALADA. UNA MANERA - DE MANEJAR ESTE TIPO DE EQUIPO ES POR LA PREDICCIÓN DE UN CUA

DRO O PATRÓN DE DETERIORO Y OBSOLESCENCIA. LA OBSOLESCENCIA - NO DEBE DESDEÑARSE SIN UN ANÁLISIS CUIDADOSO, PUES ÉSTA AMENAZARÁ EN EL FUTURO COMO CAUSA MUCHO MÁS PROBABLE DE REEMPLAZO - QUE LA DESTRUCCIÓN FÍSICA,

2.4.2. ALTERNATIVAS EN LOS ESTUDIOS DE REEMPLAZO,

A.- COMPRAR EQUIPO NUEVO

A).- IGUAL AL ANTERIOR,

ALGUNAS PIEZAS DE EQUIPO NO CAEN EN DESUSO DURANTE SU VIDA; PERO EL DETERIORO HACE QUE LOS COSTOS ANUALES DE MANTE--NIMIENTO Y REPARACIÓN AUMENTEN HASTA QUE EL EQUIPO DEBA SER - REEMPLAZADO,

EL REEMPLAZO PUEDE LLEVARSE A CABO CON OTRO EQUIPO - IGUAL. EN ESTE CASO, PUEDE CALCULARSE LA VIDA ECONÓMICA DEL - EQUIPO, SI HAY REGISTROS DEL MANTENIMIENTO Y REPARACIONES PASA--DAS, Y SI ES POSIBLE INTERPRETARLAS CORRECTAMENTE PARA EL EQUI--PO PROPUESTO,

SE CALCULAN LOS COSTOS ANUALES PARA DIVERSOS PERÍODOS DE VIDA, BUSCANDO EL QUE DÉ EL MÍNIMO, Y ÉSE SERÁ EL QUE INDI--QUE LA VIDA ECONÓMICA, DEBIDO A QUE LA ELEVACIÓN DE LOS COSTOS

SEÑALA EL MOMENTO OPORTUNO PARA EL REEMPLAZO.

B).- CONSIDERANDO EL EQUIPO NUEVO EN FUNCIÓN DE SU CAPACIDAD.

EXISTE LA ALTERNATIVA DE HACER TRABAJAR EL EQUIPO DEACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES NORMALES DEL FABRICANTE, SI ÉSTAS SE AJUSTAN AL TRABAJO REQUERIDO; PERO, SI SE CREE CONVENIENTE, PUEDE INTENTARSE UNA SOBRE-UTILIZACIÓN DEL EQUIPO.

SI NO SE CREAN RIESGOS DE SEGURIDAD POR MEDIO DE LA DECISIÓN, PUEDE RESULTAR PROVECHOSO HACER FUNCIONAR EL EQUIPO A UN RITMO MAYOR QUE EL NORMAL, EN TANTO EXISTAN LAS CONDICIONES FAVORABLES PARA LA SOBRECARGA.

EN ALGUNOS CASOS, EL ÚNICO COSTO ADICIONAL ES EL DEBIDO AL ACORTAMIENTO DE LA VIDA DEL EQUIPO; PERO ESTE COSTO SE LOCALIZA EN EL FUTURO, Y TOMANDO EN CONSIDERACIÓN EL VALOR CROMOLÓGICO DEL DINERO, ES MENOS IMPORTANTE QUE LAS UTILIDADES QUE SE ENCUENTRAN EN EL FUTURO INMEDIATO.

POR OTRO LADO, EL USO A BAJA CAPACIDAD TIENE LA VENTAJA DE AUMENTAR LA VIDA FÍSICA DEL EQUIPO. POR CONSIGUIENTE EL TRABAJO PUEDE RESULTAR ECONÓMICO EN UNA SITUACIÓN EN LA QUE EXISTA UN COSTO ELEVADO DE OPERACIÓN. EN GENERAL, EL TRABAJO

A UNA VELOCIDAD MENOR QUE LA NORMAL DÁ COMO RESULTADO UNA EFICIENCIA DE FUNCIONAMIENTO REDUCIDA Y, POR LO TANTO, PARA QUE - RESULTE ECONÓMICO, ES NECESARIO QUE SE PRESENTE UNA SITUACIÓN EN LA QUE HAYA UNA UTILIZACIÓN BAJA Y, QUIZÁS, UN COSTO UNITARIO BAJO.

EL USO A BAJA CAPACIDAD TAMBIÉN TIENE LA VENTAJA DE - REDUCIR EL MANTENIMIENTO, Y UNA SITUACIÓN EN LA QUE ÉSTO SEA - MUY IMPORTANTE PUEDE SER SUFICIENTE PARA JUSTIFICARLO.

EJEMPLO.

LOS TUBOS DE UN EVAPORADOR CUESTAN \$ 8,000.00 , DURAN- 8 AÑOS Y REQUIEREN UN COSTO DE \$ 2,000.00 POR AÑO PARA LIMPIEZA. EL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE LA COMPAÑÍA ENCONTRÓ QUE LOS TUBOS PUEDEN OPERARSE BAJO CONDICIONES DE NO LIMPIEZA, LO CUAL ACORTARÁ LA VIDA DE LOS TUBOS A 7 AÑOS; PERO REDUCIRÁ EL COSTO DE LA LIMPIEZA A \$ 200.00 ANUALES, SIN AFECTAR MAYORMENTE LA TRANSFERENCIA DE CALOR. EL AHORRO EN EL COSTO DE LIMPIEZA HA JUSTIFICADO LA SOBRECARGA.

c).- CONSIDERANDO EL EQUIPO NUEVO EN FUNCIÓN DE SU EFICIENCIA DE INGENIERÍA.

HABRÁ OCASIONES EN QUE LA SOLUCIÓN MÁS ECONÓMICA SEA -

ACEPTAR LA ALTERNATIVA QUE TENGA UNA BAJA EFICIENCIA DE INGENIERÍA. ESTO ES, PORQUE LA MÁQUINA MÁS PERFECTA Y EFICIENTE - NO SIEMPRE ES LA MÁS ECONÓMICA. POR SUPUESTO, NO DEBEN TOLERARSE CIERTAS IMPERFECCIONES DE DISEÑO, SOBRE TODO LAS QUE DAN COMO RESULTADO UNA PÉRDIDA DE VIDA O UNA FALLA EN EL TRABAJO.

SIN EMBARGO, ÉSTO NO EXCLUYE LA POSIBILIDAD DE QUE TRIUNFE LA ALTERNATIVA CON LA MAYOR EFICIENCIA DE INGENIERÍA.

EJEMPLO.

UNA COMPAÑÍA ENLATADORA DE COMIDA USA UNA MÁQUINA PARA EL ENLATADO DE CIERTO PRODUCTO. RECIENTEMENTE, ESTA MÁQUINA - HA TENIDO PROBLEMAS DE LUBRICACIÓN QUE HAN CAUSADO PAROS FRECUENTES. EL INGENIERO DE MANTENIMIENTO CONSIDERA ESTOS PROBLEMAS COMO CONSECUENCIA DE UN DEFECTO FUNDAMENTAL EN EL DISEÑO - DE LA MÁQUINA.

CUANDO SE AVERÍA LA MÁQUINA, EL LLENADO SE HACE TEMPORALMENTE A MANO HASTA QUE SE EFECTÚAN LAS REPARACIONES.

ES DIFÍCIL DETERMINAR EL COSTO EXACTO OCASIONADO POR UNA AVERÍA; PERO UN PARO CORTO ES MÁS COSTOSO POR HORA QUE UNO LARGO. EN UN PARO PARA UN CAMBIO ENTERO ES POSIBLE CAMBIAR ASIGNACIONES DE TRABAJADORES EN LAS ENLATADORAS EN UNA FORMA -

EN LA QUE SE TOMA EN CUENTA LA BAJA VELOCIDAD DEL LLENADO.

EN ESTE CASO, EL CRITERIO QUE VA A DECIDIR LA ELECCIÓN SERÁ PROBABLEMENTE LA OBTENCIÓN DE UNA MÁQUINA QUE HAGA EL TRABAJO EN LA FORMA MÁS EFICIENTE POSIBLE, CON LO CUAL SE EVITARÍAN LOS COSTOS POR PAROS Y LA BAJA CALIDAD DEL LLENADO. TODO ÉSO, A RESERVA DE REALIZAR EL ESTUDIO ECONÓMICO CORRESPONDIENTE.

D).- CONSIDERANDO EL EQUIPO NUEVO EN FUNCIÓN DE SU VIDA ÚTIL.

Aquí, NOS ENCONTRAMOS EN LA POSICIÓN DE ELEGIR EQUIPO QUE TENGA VIDA LARGA O CORTA.

UNA ALTERNATIVA PARA AUMENTAR LA VIDA DEL EQUIPO PUEDE SER EL REEMPLAZO DE ALGUNAS DE LAS PIEZAS MÁS GASTADAS. LA ECONOMÍA DE DISEÑAR CON VISTAS A UNA VIDA CORTA SE BASA EN EL HECHO DE QUE UNA VENTAJA FUTURA, COMO LA VIDA LARGA, VALE MUCHO MENOS HOY EN DÍA, A CAUSA DEL VALOR CRONOLÓGICO DEL DINERO. POR CONSIGUIENTE, PUEDE SER MÁS ESTRATÉGICO DEDICAR ESE COSTO EXTRA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL PROCESO O LA CALIDAD DEL PRODUCTO, DONDE LAS UTILIDADES SON MUCHO MÁS INMEDIATAS.

A MUCHAS PIEZAS DE EQUIPO NO SE LES PERMITIRÁ CONCLUIR SUS VIDAS FÍSICAS EN EL TRABAJO, A CAUSA DE LA OBSOLESCENCIA.- ASÍ, LOS COSTOS DE DISEÑO EXTRAS NO TIENEN NINGUNA VENTAJA ECONÓMICA EXCEPTO, QUIZÁS, LA DE HACER AUMENTAR LOS VALORES DE DE SECHO (DE RESCATE) AL FINAL DE LA VIDA ECONÓMICA.

SIN EMBARGO, EN CIERTOS CASOS PUEDE SER CONVENIENTE LA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS CON VIDA LARGA.

B.- CONSERVAR EL EQUIPO EXISTENTE

EN UN ESTUDIO ECONÓMICO DE REEMPLAZO, UNA DE LAS ALTERNATIVAS A CONSIDERAR SERÁ SIEMPRE LA CONTINUACIÓN CON EL SERVICIO DE LA PROPIEDAD EXISTENTE.

DE LLEGAR A TRIUNFAR ESTA PROPOSICIÓN, SIGNIFICARÁ QUE LOS MÉTODOS PROCESOS, NORMAS, ETC. DE LA COMPAÑÍA, TODAVÍA SON ECONÓMICOS COMO PARA CONSERVARLOS EN OPERACIÓN.

C.- COMPLEMENTAR EL EQUIPO EXISTENTE

CUANDO SE TIENE EL PROBLEMA DE INSUFICIENCIA DEL EQUIPO, LA CAPACIDAD QUE SE NECESITA PUEDE OBTENERSE COMPRANDO, UNA PIEZA NUEVA QUE LLENE LOS REQUISITOS, PERO EN OTROS CASOS, TALES COMO BOMBAS, MOTORES, GENERADORES Y VENTILADORES, LA CA-

PACIDAD DESEADA PUEDE OBTENERSE ADQUIRIENDO UNA UNIDAD COMPLEMENTARIA DE LA MÁQUINA ACTUAL, AUNQUE ESTA ALTERNATIVA DEBE DE MOSTRAR SER MEJOR QUE LAS OTRAS.

UN PRINCIPIO BÁSICO EN TODOS LOS ANÁLISIS ECONÓMICOS - DE ALTERNATIVAS QUE SE EXCLUYEN MUTUAMENTE, SEÑALA QUE LA COMPARACIÓN DEBE HACERSE DE ACUERDO CON PRODUCCIONES IGUALES.

EN EL CASO EN QUE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DEL EQUIPO ACTUAL SEA DEMASIADO PEQUEÑA, SÓLO PODRÁ HACERSE UNA COMPARACIÓN CON UNA UNIDAD MAYOR, SI EL EQUIPO ACTUAL SE COMPLEMENTA CON OTRA UNIDAD.

EJEMPLO.

UN AÑO DESPUÉS DE QUE HA SIDO COMPRADO UN MOTOR DE 10 HP PARA MANEJAR UN TRANSPORTADOR DE CORREAS PARA CARBÓN, SE DECIDE DUPLICAR LA LONGITUD DE LA CORREA. LA NUEVA REQUIERE 20 HP. LA POTENCIA NECESARIA PUEDE ABASTECERSE, YA SEA AUMENTANDO UN SEGUNDO MOTOR DE 10 HP, O REEMPLAZANDO EL MOTOR ACTUAL CON UN MOTOR DE 20 HP.

D.- REFORZAR EL EQUIPO EXISTENTE

LA DECISIÓN DE REEMPLAZAR UNA PIEZA DE EQUIPO NO ES -

COMPLETA SI NO SE HA TOMADO EN CUENTA LA POSIBILIDAD DE MEJORAR EL EQUIPO EXISTENTE. ESTO INCLUYE LA REPARACIÓN Y LA REVISIÓN GENERAL DEL MISMO PARA CORREGIR LOS EFECTOS DEL DETERIORO; PERO, PRINCIPALMENTE, EL MEJORAMIENTO DEBE INCLUIR EL REDISEÑO, HASTA DONDE SEA VIABLE Y ECONÓMICO, PARA VENCER LOS EFECTOS DE LA OBSOLESCENCIA. EL REDISEÑO CONSISTIRÁ, EN GRAN PARTE, DE LA INCORPORACIÓN DE LAS TÉCNICAS NUEVAS QUE NO SE INCLUYERON ORIGINALMENTE EN EL EQUIPO, PROBABLEMENTE PORQUE NO SE ENCONTRABAN DISPONIBLES EN ESE MOMENTO. ÉSAS MEJORAS TOMAN CON FRECUENCIA LA FORMA DE DISEÑO Y ACCESORIOS PARA EL AHORRO DE MANO DE OBRA, CON LA FINALIDAD PRINCIPAL DE, POR EJEMPLO, OBTENER EL MANEJO AUTOMÁTICO DE LAS PIEZAS, LA MECANIZACIÓN DE TODAS LAS OPERACIONES, EL AUMENTO DE LAS VELOCIDADES DE FUNCIONAMIENTO, LA PREVISIÓN DE INSTRUMENTOS DE SUJECCIÓN MECÁNICA, ETC. EL OBJETIVO ES AUMENTAR LA EFICIENCIA DE INGENIERÍA DE LA MÁQUINA ANTIGUA. EL COSTO ES AQUEL CAUSADO POR LA PLANEACIÓN, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE DICHS CAMBIOS.

LOS AHORROS SE DEBERÁN EN GRAN PARTE AL AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA, AL REDUCIR EL TIEMPO NECESARIO PARA LA PREPARACIÓN, EL RETIRO, LA OPERACIÓN, EL MANEJO, LA INSPECCIÓN, EL AJUSTE, EL MANTENIMIENTO, LA SUPERVISIÓN Y LA REPARACIÓN DEL EQUIPO. LOS AHORROS TAMBIÉN PUEDEN SER DE MATERIAL Y ENERGÍA.

EL PRINCIPIO DE MEJORAR LO QUE SE TIENE SE BASA EN EL HECHO DE QUE EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA PUEDE LOGRARSE MÁS ECONÓMICAMENTE, MEJORANDO EL EQUIPO EXISTENTE, EN LUGAR DE CONSTRUIR O ADQUIRIR OTRO COMPLETAMENTE NUEVO. LO QUE SE BUSCA ES EL NIVEL DE INVERSIÓN ADICIONAL MÁS ECONÓMICO.

USUALMENTE, UNA MÁQUINA NO ES EXAMINADA HASTA QUE OCURRE, O SE CREE INMINENTE, UNA FALLA EN EL SERVICIO. ASÍ, EL COSTO DE UNA REPARACIÓN EXTENSIVA PERIÓDICA PUEDE CONSIDERARSE COMO UNA INVERSIÓN PARA COMPRAR SERVICIO ADICIONAL PARA EXTENDER LA VIDA DEL EQUIPO. ESTO SE SOSTIENE AÚN CUANDO ESTÉ EN FUNCIÓN UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO. ANTES DE HACER UN GASTO POR REPARACIONES MAYORES, DEBE HACERSE UN ANÁLISIS PARA DETERMINAR SI EL SERVICIO PUEDE SER PROVISTO MÁS ECONÓMICAMENTE POR OTRAS ALTERNATIVAS.

GENERALMENTE, EL EQUIPO OPERA A UNA EFICIENCIA TOTAL EN EL PRINCIPIO DE SU VIDA, Y SUFRE UNA PÉRDIDA DE ELLA CON EL USO DE LA EDAD. CUANDO ESA PÉRDIDA ES DEBIDO AL MAL FUNCIONAMIENTO DE UNAS PARTES DE LA MÁQUINA, A MENUDO ES ECONÓMICO REEMPLAZARLAS PERIÓDICAMENTE, Y DE ESTA FORMA, MANTENER UN ALTO NIVEL DE EFICIENCIA POR UN PERÍODO DE TIEMPO LARGO, COMO ES EL CASO DE UN MOTOR DE GASOLINA.

EXISTE CIERTO EQUIPO QUE DECLINA EN EFICIENCIA CON EL

USO Y LA EDAD, EL CUAL NO ES POSIBLE REPARAR, COMO EL CASO DE LOS TUBOS QUE LLEVAN AGUA CALIENTE, QUE A MENUDO SE LLENA CON COSTRAS Y DISMINUYE ASÍ SU DIÁMETRO INTERNO, AUMENTANDO LA ENERGÍA NECESARIA PARA IMPULSAR UNA CIERTA CANTIDAD DE AGUA. OTRA CAUSA DE LA DISMINUCIÓN DE LA EFICIENCIA, ES LA CORROSIÓN INTERNA Y EXTERNA QUE PROVOCA FUGAS. CUANDO NO ES ECONÓMICO SEGUIR DANDO MANTENIMIENTO, EL SISTEMA PUEDE SER REEMPLAZADO A INTERVALOS ECONÓMICOS.

EJEMPLO.

LOS BALDES DE UN TRANSPORTADOR ESTÁN SUJETOS A UN USO QUE REDUCE LA CAPACIDAD DEL MISMO. CUANDO LA CAPACIDAD DISMINUYE, SE HACE NECESARIO TRABAJAR MAYORES PERÍODOS DE TIEMPO, CON EL AUMENTO CONSECUENTE DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN.

Así, SE VISLUMBRA LA NECESIDAD DE EFECTUAR EL REEMPLAZO DE LOS BALDES EN EL MOMENTO MÁS ECONÓMICO.

E.- ARRENDAR EL EQUIPO NECESARIO

OTRA ALTERNATIVA DE REEMPLAZO ES LA DE ALQUILAR EL EQUIPO NECESARIO, CON LO QUE SE PUEDE DESTINAR EL CAPITAL LIBRE PARA OTROS FINES QUE OFREZCAN MAYORES BENEFICIOS.

POR MEDIO DEL ARRENDAMIENTO SE PUEDE ELUDIR RESPONSABILIDADES DE LA PROPIEDAD, INCLUYENDO EL MANTENIMIENTO, LAS REPARACIONES, LA PROTECCIÓN CONTRA PÉRDIDAS Y DESTRUCCIÓN, LA OBSOLESCENCIA, EL DETERIORO Y EL REEMPLAZO DEL EQUIPO, LAS CUALES PASAN A SER PREOCUPACIONES DE OTRAS PERSONAS. ES POSIBLE TAMBIÉN QUE EL ARRENDADOR LLEVE A CABO UN TRABAJO MÁS EFICIENTE Y ECONÓMICO, SI SE ESPECIALIZA EN EL MANEJO DE ESE EQUIPO.

ADEMÁS, AL EVITAR LA PROPIEDAD POR MEDIO DEL ARRENDAMIENTO, NO ES NECESARIO BUSCAR LA FORMA DE FINANCIAR LA COMPRA, CON LO QUE SE EVITAN OTROS PROBLEMAS.

EL PROBLEMA DE ELEGIR PROPIEDAD O ARRENDAMIENTO APARECE FRECUENTEMENTE COMO PROBLEMA DE REEMPLAZO, YA SEA SI DEBE REEMPLAZARSE EL EQUIPO EXISTENTE POR UNO EN ARRENDAMIENTO O VICEVERSA.

F.- COMPRAR EQUIPO DE SEGUNDA MANO

SI LA UTILIZACIÓN ESPERADA ES BAJA, ES FRECUENTEMENTE MÁS ECONÓMICO ADQUIRIR UN BUEN EQUIPO DE SEGUNDA MANO, SOBRE TODO CUANDO SE TRATA DE TRABAJOS DE CORTA DURACIÓN.

ESTE ES UN MÉTODO DE PROPORCIONAR MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN PARA ALGÚN TRABAJO ESPECÍFICO O MAQUINARIA INDUSTRIAL

PARA SU USO EN UN CONTRATO CORTO, SOBRE TODO LA MÁQUINARIA EXTRA O ESPECIAL QUE SE NECESITARÁ EN UN TRABAJO DADO. CON FRECUENCIA, AL CONCLUIR EL CONTRATO, EL EQUIPO SE VENDE. EL PERÍODO DE USO ES DEMASIADO CORTO PARA JUSTIFICAR LA COMPRA DE EQUIPO NUEVO Y DEMASIADO GRANDE PARA JUSTIFICAR EL ALQUILER.

G.- DEGRADACIÓN DEL EQUIPO EXISTENTE

LAS PROPIEDADES USADAS QUE SEAN DECIDIDAMENTE ANTIECONÓMICAS PARA UN USO PRIMARIO PUEDEN SER, A MENUDO, LA ALTERNATIVA MÁS ECONÓMICA PARA UN SERVICIO DONDE EL USO ESPERADO SEA PEQUEÑO.

EN GENERAL, LAS CIRCUNSTANCIAS DEL CASO HACEN RAZONABLE QUE LA PROPIEDAD VIEJA SEA RETIRADA TAN PRONTO COMO SE TENGA LA NUEVA. PERO, FRECUENTEMENTE, LAS PROPIEDADES NUEVAS SON ADQUIRIDAS PARA UN SERVICIO DADO, EN UNA FORMA QUE DESPLAZA LAS VIEJAS, PERO QUE NO INCLUYE SU RETIRO. LAS PROPIEDADES VIEJAS SIMPLEMENTE RELEGADAS A UN USO DIFERENTE, Y PUEDE PASAR MUCHO TIEMPO PARA QUE UNA PROPIEDAD DESPLAZADA ASÍ, SEA RETIRADA. DE HECHO, PUEDE HABER VARIOS USOS SUCESIVOS INFERIORES ANTES DEL RETIRO.

EN LOS PERÍODOS DE AUMENTO DE DEMANDA POR UN PRODUCTO O SERVICIO, LA TENDENCIA ES ADQUIRIR PROPIEDADES NUEVAS DE DI-

SEÑO MEJORADO, SIN RETIRAR LAS PROPIEDADES VIEJAS,

EN LOS PERÍODOS CUANDO HAY SOBRECAPACIDAD, LAS PROPIEDADES VIEJAS TIENDEN A SER RETIRADAS.

UNA MIRADA ACADÉMICA A UNA MÁQUINA DURANTE TODA SU VIDA ÚTIL; DESDE EL DÍA DE SU INSTALACIÓN HASTA SU RETIRO, DEMUESTRA QUE, EN MUCHOS CASOS, LAS MÁQUINAS SON DEGRADADAS FUNCIONALMENTE DE UN SERVICIO PRIMARIO A OTRO SECUNDARIO, Y ASÍ SUCESIVAMENTE, DURANTE UNA SERIE DE POSICIONES DEGRADADAS, QUE CONCLUYEN EN SU LIQUIDACIÓN EVENTUAL.

POR REGLA GENERAL, EL EQUIPO DESPLAZADO RARAMENTE DEJA DE OBTENER UN PUESTO DE SERVICIO DEGRADADO, DEBIDO A QUE LA HISTORIA MUESTRA QUE PARA LA MAYOR PARTE DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPO, EL PERÍODO DE PROPIEDAD O DE VIDA ÚTIL ES SUPERIOR A LA VIDA EN SERVICIO PRIMORDIAL.

COMO REGLA GENERAL, ASIMISMO, CUANDO UN EQUIPO SE DEGRADA, SU USO DISMINUYE. SI ESE USO CAMBIA, EL PUESTO SERÍA CUBIERTO CON EQUIPO MODERNO DE SERVICIO PRIMARIO. POR CONSIGUIENTE, COMO REGLA, EL EQUIPO PRESTA MENOS SERVICIO EN EL CURSO DE LA DEGRADACIÓN Y TAMBIÉN LOS GASTOS DE OPERACIÓN DISMINUYEN CON LA MENOR UTILIZACIÓN. EN OTRAS PALABRAS EL CUADRO ES DISMINUCIÓN DE COSTOS CON DISMINUCIÓN DE SERVICIOS.

SI UNA MÁQUINA NO LOGRA TRIUNFAR EN LA COMPETENCIA POR UN PUESTO EN SERVICIO DEGRADADO, DEBE RETIRARSE. TAMPOCO HAY JUSTIFICACIÓN PARA CONSERVAR UNA UNIDAD EN SERVICIO DE RESERVA, A MENOS QUE RESULTÉ ECONÓMICO HACERLO.

LA SELECCIÓN PARA SERVICIO DE RESERVA ES LA ÚLTIMA OPORTUNIDAD QUE TIENE UNA PIEZA DE EQUIPO PARA PRESTAR SERVICIO EN LA COMPAÑÍA, PERO SU RETENCIÓN PARA ESE PUESTO NO ESTÁ-ASEGURADA EN NINGUNA FORMA, SINO A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS ECONÓMICO.

2.5. RELACION DE HECHOS IMPORTANTES DE CADA ALTERNATIVA.

ES RECOMENDABLE CONSIDERAR UN PROCEDIMIENTO PARA LLEVAR EL REGISTRO DE TODOS LOS DETALLES DURANTE EL DESARROLLO DEL ESTUDIO. CADA HECHO O CONDICIÓN RELEVANTE DEBE SER IDENTIFICADA O DESCRITA. LA FECHA EN QUE OCURRE Y LA CANTIDAD DE DINERO QUE REPRESENTA, DEBEN SER ANOTADOS.

A CONTINUACIÓN SIGUE UNA LISTA DE PUNTOS QUE AFECTAN A LOS DISTINTOS TIPOS DE ESTUDIOS DE RENOVACIÓN.

A.- ADQUISICIÓN:

- 1.- COSTO INICIAL DEL NUEVO EQUIPO, INCLUYENDO GASTOS DE ENTREGA.

- 2.- COSTO DE INSTALACIÓN DEL NUEVO EQUIPO, INCLUYENDO MANO DE OBRA, MATERIALES, GASTOS GENERALES Y GASTOS DE COMPROBACIÓN Y PUESTA EN MARCHA.
- 3.- VALOR DE LA NUEVA MÁQUINA EN EL FUTURO COMO VALOR RECUPERADO.
- 4.- VALOR FUTURO Y PRESENTE DEL NUEVO EQUIPO COMO AUXILIAR O SUPLENTE.
- 5.- COSTO FUTURO DEL ARRANQUE DEL EQUIPO AL SER SUSTITUIDO.
- 6.- COSTO DE HERRAMIENTAS O EQUIPO QUE TENGA QUE SER ADQUIRIDO O ALQUILADO EN RELACIÓN CON LA INSTALACIÓN, RECUPERACIÓN O DESPLAZAMIENTO.
- 7.- COSTO Y VALOR DISPONIBLE DEL EQUIPO AUXILIAR A INSTALAR.

B.- OPERACIÓN:

- 1.- MANO DE OBRA DIRECTA, CANTIDAD Y CALIDAD.
- 2.- MANO DE OBRA INDIRECTA, CANTIDAD Y CALIDAD.

- 3.- COSTO DE LA POTENCIA O FUERZA.
- 4.- IMPUESTOS.
- 5.- SEGUROS.
- 6.- COSTO DEL ESPACIO OCUPADO: SUPERFICIE DEL SUELO Y ESPACIO VERTICAL, INCLUYENDO AUXILIARES.
- 7.- EMPLEO DE EQUIPO AUXILIAR, TAL COMO GRUAS.
- 8.- CHATARRA, VIRUTAS Y MATERIAL DE DESECHO, INCLUYENDO COSTO EXTRA DE INSPECCIÓN NO CUBIERTO POR LA MANO DE OBRA INDIRECTA.
- 9.- COSTO DE LAS HERRAMIENTAS, APARATOS DE FIJACIÓN, SOPORTES, MATRICES, HERRAMIENTAS MANUALES ESPECIALES O APARATOS DE MANIPULACIÓN.
- 10.- EMPLEO DE ACEITES DE CORTE Y PRODUCTOS SIMILARES - NO RECUPERABLES.
- 11.- COSTO DE LA SEGURIDAD CONTRA EL FUEGO Y ACCIDENTES NO CUBIERTOS POR LAS PÓLIZAS NORMALES DE SEGUROS.
- 12.- COSTO DE OTROS SERVICIOS, TALES COMO AIRE COMPRIMIDO, VAPOR Y CALOR.
- 13.- PÉRDIDAS DE HORAS DE TRABAJO POR REAJUSTES Y MONTAJES.

- 14.- COSTO DE LICENCIAS Y PERMISOS.
- 15.- COSTO DE COMBUSTIBLES, INCLUYENDO EVACUACIÓN DE CENIZAS Y DESECHOS.
- 16.- COSTO DEBIDO A LA REDUCCIÓN O AUMENTO DE LAS ACTIVIDADES DE SUBCONTRATACIÓN EXTERIOR.

C.- MANTENIMIENTO:

- 1.- MANO DE OBRA PARA REPARACIÓN Y ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA, EN CANTIDAD Y CALIDAD.
- 2.- COSTO DE LUBRICANTES.
- 3.- COSTO DE PINTURAS.
- 4.- COSTO DE LIMPIEZA.
- 5.- COSTO DE PIEZAS DE RECAMBIO E INVENTARIO DE LAS MISMAS.
- 6.- COSTO DE PÉRDIDAS POR INTERRUPCIÓN DE TRABAJO, REPARACIONES E INSPECCIONES.
- 7.- COSTO DE HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECIALES NECESARIOS A LA CONSERVACIÓN.

2.6. METODOS PARA EVALUAR LA NECESIDAD DEL REEMPLAZO.

EXISTE UNA AMPLIA GAMA DE CRITERIOS QUE SE PUEDEN APLICAR A UN PROBLEMA DE REEMPLAZO; ALGUNOS BASADOS EN LAS RELACIONES MATEMÁTICAS QUE HAY ENTRE LAS VARIABLES; Y OTROS, QUE SON EMPÍRICOS.

EN ESTE TEMA, SOLAMENTE SE TOMARAN EN CUENTA LOS MÉTODOS MÁS USADOS GENERALMENTE, PORQUE LOS MÉTODOS EMPÍRICOS SON CASI SIEMPRE APLICABLES A PROBLEMAS ESPECÍFICOS Y DESARROLLADOS PARA EL CASO QUE SE TRATE.

LOS TIPOS MÁS SIGNIFICATIVOS SON GENERALMENTE REALIZADOS PARTIENDO DE UNA DE LOS TRES CRITERIOS SIGUIENTES:

- A.- CRITERIO DEL COSTO ANUAL.
- B.- CRITERIO DEL VALOR PRESENTE.
- C.- CRITERIO DE LA TASA DE RENDIMIENTO.

LOS SÍMBOLOS USADOS GENERALMENTE:

P = INVERSIÓN EN EL EQUIPO, COSTO INICIAL TOTAL.

F = VALOR DE DESECHO O RECUPERACIÓN AL FINAL DE LA VIDA ECONÓMICA.

N = VIDA ECONÓMICA EN AÑOS, SOBRE LA BASE DE QUE LA TASA DE RENDIMIENTO EN LOS PROBLEMAS DE COSTO ANUAL, ES POR UN PERÍODO DE UN AÑO.

I = UNA SERIE DE INGRESOS IGUALES DE FIN DE AÑO.

D = UNA SERIE DE EGRESOS IGUALES DE FIN DE AÑO.

i = TASA DE RENDIMIENTO MÍNIMA REQUERIDA.

R = SERIE UNIFORME DE FIN DE PERÍODO EQUIVALENTE A P O A $-P$ Y F ; EL COSTO UNIFORME ANUAL EQUIVALENTE DE LA INVERSIÓN.

A).- CRITERIO DE COSTO ANUAL

ESTE MÉTODO CONSISTE EN REDUCIR TODOS LOS EGRESOS PROVENIENTES DE FUENTES DIVERSAS, (MANTENIMIENTO, OPERACIÓN ETC.) A UN VALOR ANUAL UNIFORME DE SUMAS DE DINERO DURANTE UN CIERTO PERÍODO.

UNA FORMA SIMPLIFICADA DE ESTE MÉTODO, ES EL COSTO DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL, UTILIZADA COMUNMENTE PARA EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE MAQUINARIA Y EQUIPO, DESCRIBIÉNDOSE COMO SIGUE:

1.- COSTO DE RECUPERACIÓN DE CAPITAL.

EL COSTO ANUAL ES EL PATRÓN DE COSTO DE CADA ALTERNATIVA TRANSFORMADO EN UNA SERIE EQUIVALENTE DE COSTOS ANUALES - A LA TASA MÍNIMA REQUERIDA DE RENDIMIENTO i . LA ALTERNATIVA - DE QUE TENGA LA SERIE DE COSTOS MÁS BAJA SERÁ LA SELECCIÓN MÁS CONVENIENTE.

ESTA TRANSFORMACIÓN ES NECESARIA, DEBIDO A QUE UNA SIMPLE INSPECCIÓN NO MOSTRARÁ SI LA ALTERNATIVA CON EL COSTO INICIAL MÁS BAJO ES PREFERIBLE A LA QUE TENGA DESEMBOLSOS DE OPERACIÓN MÁS BAJOS.

EL PATRÓN DE COSTO CONSISTIRÁ DE LA INVERSIÓN P , SU VALOR DE RESCATE F , Y LOS COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN D . LA SERIE UNIFORME EQUIVALENTE DEL COSTO DE INVERSIÓN SE EXPRESA GENERALMENTE POR MEDIO DE LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

$$R = (P-F) \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} + F(i)$$

ESTA ECUACIÓN ABARCA LAS DOS PARTIDAS SIGUIENTES:

- 1.- LOS INTERESES (LA TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO) SOBRE EL CAPITAL INVERTIDO.

2.- LA DEPRECIACIÓN (LA PÉRDIDA DEL VALOR DE UN BIEN - DE ACTIVO CON EL TRASCURSO DEL TIEMPO),

UNA COMPARACIÓN DE COSTO ANUAL SIGNIFICA ALGO MÁS QUE SIMPLEMENTE CONCLUIR QUE LA ALTERNATIVA A TIENE UN COSTO ANUAL MÁS BAJO QUE LA B.

LA PRIMERA INTERPRETACIÓN IMPORTANTE DE UNA COMPARACIÓN DE COSTO ANUAL ES QUE EL ANÁLISIS CONCIERNE SÓLO A LA INVERSIÓN EXTRA. EL PROBLEMA ES EVALUAR SI LOS AHORROS SON SUFICIENTES PARA RECUPERAR EL COSTO INICIAL CON UNA TASA MÍNIMA - ACEPTABLE DE RENDIMIENTO.

DESAFORTUNADAMENTE, SE PUEDE OBSERVAR QUE LAS DIFERENCIAS SE EXPRESAN EN DINERO Y EN PORCENTAJES. ESTA CIRCUNSTANCIA ES LA MAYOR DESVENTAJA DEL MÉTODO. LA POPULARIDAD CADA VEZ MAYOR DE QUE GOZA EL MÉTODO DE LA TASA DE RENDIMIENTO PUEDE ATRIBUIRSE DIRECTAMENTE AL HECHO DE QUE EXPRESA LA COMPARACIÓN EN UNA SOLA MEDIDA: EL PORCENTAJE.

b).- CRITERIO DEL VALOR PRESENTE

EL MÉTODO DE COMPARACIÓN DEL VALOR PRESENTE CONSISTE EN LA REDUCCIÓN DE TODAS LAS DIFERENCIAS FUTURAS ENTRE LAS ALTERNATIVAS A UNA CANTIDAD ACTUAL SIMPLE EQUIVALENTE. ESTO -

PUEDE HACERSE CALCULANDO EL VALOR PRESENTE DE CADA ALTERNATIVA POR SEPARADO, O TRANSFORMANDO LA DIFERENCIA DE COSTO ANUAL EN UNA CANTIDAD PRESENTE SIMPLE.

LOS COSTOS ANUALES PUEDEN SER CONVERTIDOS AL VALOR PRESENTE POR MEDIO DE LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

$$P = R \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N}$$

EL HECHO DE QUE UNA COMPARACIÓN DE COSTO ANUAL PUEDA CONVERTIRSE A VALOR PRESENTE, Y VICEVERSA, ES IMPORTANTE. INDICA QUE TODOS LOS PRINCIPIOS QUE FUNCIONAN PARA EL COSTO ANUAL PUEDEN APLICARSE AL VALOR PRESENTE.

- I.- SOLAMENTE LAS DIFERENCIAS SON IMPORTANTES PARA LA SELECCIÓN.
- II.- EL VALOR PRESENTE DE CADA ALTERNATIVA ES VALOR PRESENTE COMPARATIVO.
- III.- LA COMPARACIÓN DE VALOR PRESENTE DEBE HACERSE PARA CADA ALTERNATIVA DURANTE EL MISMO PERÍODO DE TIEMPO.

SI LA DIFERENCIA DE COSTO ANUAL ENTRE LAS ALTERNATIVAS ES CERO, LA INVERSIÓN EXTRA SE RECUPERARÁ EXACTAMENTE CON LA TASA REQUERIDA DE RENDIMIENTO. LA INTERPRETACIÓN ES LA MISMA CUANDO LA DIFERENCIA DE VALORES PRESENTES DE LAS ALTERNATIVAS SEA CERO.

c).- CRITERIO DE LA TASA DE RENDIMIENTO

EL MODELO MATEMÁTICO SIMPLEMENTE IGUALA LOS COSTOS A LOS INGRESOS; PERO LA SOLUCIÓN DEL MODELO REQUIERE, EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS, EL USO DE TANTEOS. SIN EMBARGO, DESDE EL PUNTO DE VISTA POSITIVO, GRAN PARTE DEL TRABAJO PUEDE REDUCIRSE POR MEDIO DE PROCEDIMIENTOS PLANEADOS AL LLEVAR A CABO LAS PRUEBAS.

EL MODELO GENERAL DE EQUIVALENCIA SERÁ:

$$(P-F) \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} + Fi + D = I$$

DONDE:

I = INGRESOS ANUALES UNIFORMES.

i = TASA DE INTERÉS, FACTOR DESCONOCIDO DE LA ECUACIÓN.

LAS ETAPAS DE UN PROCEDIMIENTO PLANEADO DE TANTEOS SON, -

POR EJEMPLO:

- 1.- IGUALAR LOS COSTOS ANUALES A LOS INGRESOS ANUALES.
- 2.- HACER LA PRIMERA PRUEBA CON $i = 0$.
- 3.- POR MEDIO DE PRUEBAS SUCESIVAS, DETERMINAR LOS PUNTOS CERCANOS A LA TASA REAL DE RENDIMIENTO E INTERPOLAR.

LOS PROCEDIMIENTOS DE TANTEOS SON NECESARIOS EXCEPTO - EN UNOS CUANTOS CASOS. SON POSIBLES LAS SOLUCIONES DIRECTAS - SI $F = P$ O SI $F = 0$, Y LOS INGRESOS Y LOS GASTOS SE DISTRIBUYEN UNIFORMEMENTE, O SI LA ECUACIÓN CONTIENE SÓLO UNA INCÓGNITA. LA SELECCIÓN DE CERO EN LA PRIMERA PRUEBA MUESTRA SI LOS INGRESOS SON REALMENTE SUFICIENTES PARA RECUPERAR LOS COSTOS,

D.- COMENTARIOS A LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN

EN GENERAL, SE USAN LOS MÉTODOS DEL COSTO ANUAL Y VALOR PRESENTE CUANDO SE INCLUYEN PEQUEÑAS CANTIDADES DE CAPITAL, MIENTRAS QUE EL OTRO MÉTODO SE EMPLEA CUANDO LAS INVERSIONES DE CAPITAL SON GRANDES, Y DEBE CONSIDERARSE LA INFLUENCIA DEL IMPUESTO SOBRE LA RENTA Y OTROS COSTOS DE INVERSIÓN, Y SON APLICADOS MÁS GENERALMENTE A PROCESOS COMPLETOS O A PLANTAS,

AL USAR LAS ECUACIONES DE COSTO ANUAL Y VALOR PRESENTE, ES NECESARIO SELECCIONAR UNA TASA DE INTERÉS, PARA CONSIDERAR EL VALOR CRONOLÓGICO DEL DINERO, DEPENDIENDO DE LA FUENTE DEL CAPITAL QUE SE USE PARA EL PROYECTO, Y DEL RIESGO QUE IMPLIQUE.

DEBIDO A LAS COMPLICACIONES DE EVALUAR LOS RESULTADOS DE VALOR PRESENTE, SE PREFIERE EL MÉTODO DEL COSTO ANUAL, Y DEBE USARSE CUANDO LAS VIDAS DE SERVICIO DE LAS ALTERNATIVAS SEAN IGUALES, Y SUS COSTOS ANUALES SEAN UNIFORMES.

CUANDO SE TIENEN VIDAS DE SERVICIO DIFERENTES, O CUANDO SE NECESITA COMPARAR COSTOS ANUALES NO UNIFORMES, ES NECESARIO USAR EL MÉTODO DEL VALOR PRESENTE.

EL MÉTODO DEL COSTO ANUAL SE UTILIZA MÁS FRECUENTEMENTE, DEBIDO A QUE LA GENTE ESTÁ MÁS FAMILIARIZADA CON ÉL, QUE CON OTROS (VALOR PRESENTE, TASA DE RENDIMIENTO SOBRE LA INVERSIÓN). COMO UN REQUISITO PREVIO PARA LA ACEPTACIÓN DE ALGO, ES LA COMPRESIÓN, A VECES PODEMOS SALIRNOS DE NUESTRO CAMINO-HABITUAL PARA COMPARAR ALTERNATIVAS, Y PRESENTARLOS EN LOS TÉRMINOS QUE SEAN COMPRESIBLES PARA AQUÉLLOS A QUIENES PEDIMOS QUE ACEPTEN NUESTRAS CONCLUSIONES. ADEMÁS, EL MÉTODO DEL COSTO ANUAL ES MÁS FÁCIL DE EXPLICAR Y JUSTIFICAR, QUE ALGUNAS DE LAS TÉCNICAS MÁS MODERNAS Y COMPLEJAS, Y ES SENCILLO DE CALCULAR, SOBRE TODO EN COMPARACIÓN CON LOS CÁLCULOS DE PRUEBA Y -

ERROR QUE SE REQUIEREN EN EL MÉTODO DE LA TASA DE RENDIMIENTO.

TODOS LOS MÉTODOS PARECEN TENER SU LUGAR. A CIERTO NIVEL O EN UNA SITUACIÓN DADA DE UNA ORGANIZACIÓN, EL COSTO ANUAL PUEDE TENER UN SIGNIFICADO MÁS PRÁCTICO, AÚN CUANDO NO SE COMPRENDA COMPLETAMENTE. LOS CAPATACES, LOS SUPERVISORES Y LOS OBREROS ESTÁN QUIZÁ MEJOR PREPARADOS POR SU EXPERIENCIA PARA OCUPARSE DE COSTOS QUE DE TASAS DE RENDIMIENTO. POR OTRA PARTE, LAS ORGANIZACIONES DE COMPRA PUEDEN CALCULAR EVALUACIONES DE VALOR PRESENTE DEL EQUIPO PARA DETERMINAR EL PRECIO QUE DEBERÁN PAGAR POR ÉL.

PERO LOS EJECUTIVOS PREFIEREN INVARIABLEMENTE LOS ANÁLISIS DE TASA DE RENDIMIENTO PARA DETERMINAR LOS PROYECTOS A LOS QUE DEBEN DESTINARSE LOS FONDOS DE LA COMPAÑÍA.

POR CONSIGUIENTE, PUEDE HABER BUENAS RAZONES PARA ANALIZAR UN PROBLEMA POR LOS TRES MÉTODOS.

EXISTEN OTROS MÉTODOS MÁS COMPLETOS, BASADOS EN EL CONCEPTO DE LA TASA DE RENDIMIENTO, LOS CUALES TRATAN DE TOMAR EN CONSIDERACIÓN LA MAYOR INFORMACIÓN POSIBLE, USANDO LO MÁS AVANZADO QUE SE CONOCE HASTA LA FECHA, COMO EL USO DE COMPUTADORAS, MATEMÁTICAS AVANZADAS, ETC., PERO SU USO AÚN NO ESTÁ MUY EXTENDIDO, DEBIDO A LAS DIFICULTADES QUE PRESENTAN EN SU UTILIZACIÓN.

UN EJEMPLO ES EL MÉTODO MAPI (MACHINERY AND ALLIED PRODUCTS INSTITUTE) QUE BASICAMENTE ES UN ANÁLISIS DE TASA DE RENDIMIENTO, CALCULADO A PARTIR DE LA EQUIVALENCIA DE COSTOS ANUALES. SIN EMBARGO, EL CONCEPTO BÁSICO ES MÁS COMPLEJO DE LO QUE PODRÍA INDICARSE CON ESTA AFIRMACIÓN.

2.7. FACTORES INTANGIBLES EN EL ANALISIS ECONOMICO.

ASÍ COMO OCURRE CON OTRAS DECISIONES ADMINISTRATIVAS, LOS PROBLEMAS DE REPOSICIÓN TIENEN ASPECTOS INTANGIBLES QUE QUIZÁS PESEN SUFICIENTEMENTE PARA CONTROLAR LAS DECISIONES. ENTRE ELLOS SE HALLAN:

- 1.- INCERTIDUMBRE ACERCA DE MERCADOS Y COSTOS.
- 2.- POSIBILIDADES DE CAMBIOS EN EL PRODUCTO.
- 3.- CIRCUNSTANCIAS FINANCIERAS EN EL NEGOCIO.
- 4.- ACTITUDES Y LAS LIMITACIONES DEL PERSONAL DE TRABAJO.
- 5.- ESCASES O LA SOBREABUNDANCIA DE MANO DE OBRA.
- 6.- PROBLEMAS DE ORDEN ÉTICO Y SOCIAL.

SIEMPRE DEBEMOS TENER PRESENTE EN NUESTRA DECISIÓN FINAL LA PRESENCIA DE ESTOS FACTORES LLAMADOS INTANGIBLES, LOS -

CUÁLES POSEEN UNA INFLUENCIA TAN GRANDE, QUE PUEDEN CAMBIAR TODO NUESTRO PUNTO DE VISTA ORIGINAL Y LLEARNOS A UNA CONCEPTIÓN COMPLETAMENTE DIFERENTE DEL PROBLEMA.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

DURANTE EL DESARROLLO DE ESTA TESIS SE TRATO DE DAR - UNA IDEA DE LA APLICACIÓN DE ALGUNAS DE LAS TÉCNICAS Y MÉTODOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL A UN TEMA ESPECÍFICO, EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. CONTEMPLÁNDOSE ASPECTOS DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN, REDUCCIÓN DE COSTOS Y TOMA DE DECISIONES, ENCAMINADOS SIEMPRE A ASEGURAR LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA Y EQUIPO PARA PRODUCCIÓN, COMO OBJETIVO DESCRITO EN LA INTRODUCCIÓN DE LA TESIS.

EL CONTINUO INCREMENTO DEL COSTO DE LA MATERIA PRIMA, - MANO DE OBRA Y EQUIPOS, LAS GERENCIAS DE LAS EMPRESAS ESTÁN - CAMBIANDO LA MANERA DE PENSAR EN EL SENTIDO DE UTILIZAR CADA - VEZ MÁS LAS TÉCNICAS Y MÉTODOS DE INGENIERÍA, CON EL FIN DE - CONSEGUIR MEJORAR LOS COSTOS Y LOS RENDIMIENTOS, YA QUE LOS RESULTADOS OBTENIDOS HAN SIDO SATISFACTORIOS.

POR OTRA PARTE, SE HA OBSERVADO QUE CUANDO MÁS SE AJUSTA EL ESTUDIO AL SISTEMA YA ESTABLECIDO, LOS RESULTADOS SERÁN - LOS MÁXIMOS POSIBLES; POR LO QUE AL HACERSE UN ANÁLISIS DE UN MÉTODO DEBE PROCURARSE SEA HECHO TAL COMO LO INDICA EL SISTEMA, PARA CONSEGUIR RESULTADOS ÓPTIMOS.

AHORA BIEN, ES MUY FRECUENTE CAER EN EL ERROR DE TRATAR DE ADOPTAR LOS PROBLEMAS A LOS MÉTODOS Y HERRAMIENTAS CON QUE SE CUENTA, EN VEZ DE TRATAR DE USAR LOS MÉTODOS Y HERRAMIENTAS QUE SE ADAPTEN A LA SOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS, PUESTO QUE EL CAMINO PARA LA SOLUCIÓN DE CADA PROBLEMA ES DIFERENTE. AUNQUE SI ES GIERTO QUE MIENTRAS SE CUENTE CON MÁS HERRAMIENTAS Y MAYOR EXPERIENCIA SE TENGA EN EL USO DE LAS MISMAS, MEJORES RESULTADOS SE OBTENDRAN.

AUNQUE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL DEBERÁ SER EL ÁREA QUE IMPULSE Y ACTIVE EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS EMPRESARIALES, NO DEBE ESPERARSE QUE EL LOGRO DE DICHOS OBJETIVOS SEA ÚNICAMENTE LABOR DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL, PUESTO QUE ESTO ES RESPONSABILIDAD DE TODOS Y CADA UNA DE LAS PERSONAS QUE LABORAN EN LA EMPRESA.

B I B L I O G R A F I A

L.C. MORROW

MANUAL DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

CECSA, 1982.

F.R. SACRISTAN

MANUAL DE MANTENIMIENTO DE MAQUINAS Y

EQUIPOS ELECTRICOS.

CEAC, 1979.

H.B. MAYNARD

MANUAL DE INGENIERIA DE LA PRODUCCION INDUSTRIAL

REVERTRE, S.A. 1980.

BENJAMIN W. NIEBEL

INGENIERIA INDUSTRIAL

REPRESENTACIONES Y SERVICIOS

DE INGENIERIA, S.A. 1980.

OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO

INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO

DECIMOCUARTA EDICION, 1971.

ELWOOD S. BUFFA Y WILLIAM H. TAUBER
SISTEMAS DE PRODUCCION E INVENTARIO
PLANEACION Y CONTROL.
LIMUSA, 1978.

J.J. MATTEO CAMOIRANO
APUNTES SOBRE INGENIERIA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M. 1979.

JOHN R. CANADA
TECNICAS DE ANALISIS ECONOMICO PARA
ADMINISTRADORES E INGENIEROS.
DIANA, 1978.

GEORGE A. TAYLOR
INGENIERIA ECONOMICA
LIMUSA, 1983.

BARISH, NORMAN N.
ECONOMIC ANALYSIS FOR ENGINEERING
E MANAGERIAL DECISION-MAKING.
Mc GRAW-HILL BOOK CO., INC., NEW YORK, 1962.

EXPANSION S.A. - REVISTA.
REVISTA SOBRE ECONOMIA, NEGOCIOS Y
FINANZAS EN MEXICO.
ED. LETRARTE, S. A. DE C.V, 1983.

SPRIEGEL - LANSBURGH
ORGANIZACION DE EMPRESAS INDUSTRIALES
CECSA. 1980.