UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

"IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO PARA EL CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN DE UN SUPERMERCADO"

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

HEINER DAVIS CORREA BALBOA

PROMOCIÓN 2000-II

LIMA-PERÚ

2003

Dedico este trabajo a mi madre
por su aliento constante, a mi padre y
hermanos por su apoyo incondicional,
quienes me dan la fuerza para avanzar

TABLA DE CONTENIDO

		Pag.
PROLOGO		1
CAPITULO I	INTRODUCCIÓN	4
1.1. Antecedentes		4
1.2. Objetivo		5
1.3. Alcances		5
CAPITULO II	MARCO DE REFERENCIA	7
2.1.De la empresa que brinda el Servicio de Mantenimiento		7
2.2.Del Supermercado		8
2.3.De los Costos Involucrados		8
2.3.1. Costos de Oportunidad		8
2.3.2. Costos de Perdida de Producto		9
2.3.3. Costo de Mano de Obra		9
2.3.4. Costos de Materiales y Repuestos		11
2.3.5. Costos del Mantenimiento		11
2.3.6. Costos Totales		11
CAPITULO III	ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL MANTENIMIENTO	12
3.1.Situación en el Pasado		13
3.2.Condición Actual		15
3.3.Perspectivas para el Futuro		18
CAPITULO IV	IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN PILOTO	26
4.1.Condición Inicial		26

4.2.Proceso de selección de los equipos del Plan Piloto 30

4.3.Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo 32

4.3.1. Selección de partes de Maquinas y Equipos 32

4.3.2. Frecuencia y Duración de las actividades del M.P. 32

4.3.3. Personal Técnico Ejecutor 33

4.3.4. Materiales y Suministros 34

4.3.5. Repuestos 34

4.3.6. Resumen 35

4.4.Implementación del Plan de Mantenimiento Predictivo 42

4.4.1. Procedimiento 42

4.4.2. Resumen 43

CAPITULO V ANÁLISIS ECONÓMICO 50

5.1.Condición Inicial 50

5.2.Al Implementarse el Mantenimiento Preventivo 54

5.3.Al Implementarse el Mantenimiento Predictivo 56

5.4.Análisis Global 56

CONCLUSIONES 66

BIBLIOGRAFÍA 69

PLANO 70

APÉNDICE 71

PROLOGO

La elaboración del presente trabajo surge de la necesidad de obtener un ahorro económico en la gestión del Mantenimiento en los circuitos de refrigeración con el apoyo de nuevos sistemas de mantenimiento probados en forma eficiente en todo el mundo.

El Mantenimiento es muchas veces considerado como un gasto mas que una inversión, por ello se busca concientizar a todos los involucrados sobre los beneficios que estos nos brindan, lo cual seria un aporte importante al país ya que trae consigo mejoras tecnológicas, capacitaciones con lo que se eleva el nivel de conocimientos, y fundamentalmente mejoras económicas entre otros; logrando asi que las labores lejos de ser pasivas se vuelvan mas activas y participativas.

El trabajo presenta la siguiente distribución capitular:

CAPITULO I. Es la introducción del trabajo, describe los antecedentes que han llevado a su elaboración, es decir la situación inicial del entorno en forma panorámica, para luego trazar el objetivo que perseguimos enmarcado en los alcances definidos, que involucra principalmente un Plan Piloto y la implementación del Mantenimiento Preventivo (1995) y Predictivo (2000) en forma progresiva.

CAPITULO II. Nos muestra el marco de referencia, es decir un entorno mas cercano en el cual se va ha desarrollar, haciéndose mención a la organización y las

actividades a las que se dedica la empresa encargada del mantenimiento, la situación del supermercado al cual se le implementa el plan de Mantenimiento que es el patrón de referencia y los costos principales que se verán involucrados.

CAPITULO III. Se hace mención a la evolución del mantenimiento describiendo características principales de los diferentes tipos de Mantenimiento en el pasado y presente dando una perspectiva hacia donde se encamina el Mantenimiento en un futuro inmediato. Es la base teórica del trabajo.

CAPITULO IV. Los procedimientos para la implementación del Mantenimiento son mencionados en este capitulo, mostrándose en primer lugar la situación inicial de las actividades realizadas y los costos que estos involucran previa a la implementación, luego se realiza la selección de los equipos que comprenderán el Plan Piloto para luego iniciar el plan de implementación mencionando las actividades desarrolladas en cada etapa. Al final de cada etapa de la implementación se presenta un resumen con los resultados obtenidos.

CAPITULO V. Se hace un análisis económico en las diferentes etapas de la implementación del Mantenimiento empezando por la situación inicial, luego en cada una de las etapas de la implementación se comparan los costos mensuales entre los diferentes tipos de Mantenimientos presentes para finalmente hacer una comparación económica entre las diferentes etapas de la implementación con su situación inicial en forma mensual y anual, mostrando los porcentajes de ahorro obtenidos.

Continuando con el desarrollo se da las conclusiones a las que se ha llegado en el trabajo con algunas sugerencias que serán de utilidad para el desarrollo del país, las empresas involucradas con el Mantenimiento, los ingenieros, personal técnico y todo interesado en este tema.

Adicionalmente se muestra tablas y grafico que contienen un resumen de los cálculos de los costos e información requerida en cada capitulo insertados en donde corresponde y en la parte final hay un Apéndice en el cual se muestra las tipos de circuitos de refrigeración, algunos equipos involucrados.

La elaboración del presente trabajo no hubiese sido posible lograr sin el apoyo de mi familia, colegas y amigos, además de la experiencia desarrollada profesionalmente en este campo.

Se espera de esta manera poder contribuir en el desarrollo del país, motivando a los profesionales hacia la mejora continua y la modernidad, ya que el mantenimiento brinda beneficios no solo en el campo de la refrigeración sino en todo campo de la ingeniería.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El presente trabajo nace como consecuencia de la falta de un verdadero plan de mantenimiento a nivel nacional en lo referente a circuitos de refrigeración para supermercado generándose elevados gastos en su gestión. La realidad era que solo se ejecutaba un mantenimiento empírico e informal abocado únicamente a resolver contingencias imprevistas, lo cual hacia que le personal este en constante alerta, con reiteradas emergencias.

En todas las empresas dedicadas a este tipo de labor se nota la presencia de actividades de mantenimiento correctivo aproximadamente en un 90%, y el restante 10% en mantenimiento preventivo, lo cual hace que exista una "ceguera" sobre las verdaderas bondades que nos facilita un mantenimiento programado ya probados con bastante éxito en otro tipo de industrias, pasando luego a ciclos de mejora continua.

También se hace evidente un aumento de la incomodidad y molestia del personal que labora en le supermercado, del publico consumidor y del personal

técnico encargado de las labores del mantenimiento debido a los retiros imprevistos de productos, que genera en algunos casos discusiones entre estos ya que cada cual defiende sus intereses, produciéndose una perdida de imagen y disminución de las ventas.

1.2. Objetivo.

Lograr una mayor confiabilidad operativa del circuito de refrigeración y reducir los costos de Mantenimiento, incentivando de esta manera la mejora continua en los planes de Mantenimiento orientados a un plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM).

1.3. Alcances.

El Trabajo esta enfocada a la implementación progresiva de los mantenimientos Preventivo en su primera etapa y Predictivo en su segunda etapa dentro de un plan piloto, para lo cual se seleccionara un grupo de equipos tomando en cuenta criterios de criticidad, costos de mantenimiento correctivo, intensidad de uso y antigüedad.

Toda la información de los equipos así como los historiales son archivados físicamente en formatos prediseñados y digitalmente en hojas de calculo de Excel, el cual contiene la programación de los planes de mantenimiento implementados.

La empresa que brinda el servicio de mantenimiento tiene autonomía en los circuito de frió , informa únicamente a la gerencia del supermercado si se van ha realizar cortes de frió, cambios de repuestos o trabajos en la sala de ventas.

Es importante hacer una buena selección de los equipos porque ello significara al área de mantenimiento poder mostrar posteriormente un exitoso resultado de su gestión, y así al momento de reportar a la gerencia se le mida con equivalente valor.

El Supermercado tiene como fecha base para los costeos el año 1990 con una antigüedad de 5 años en sus instalaciones para el cual se hace un análisis de su situación, y se va implementando el plan de mantenimiento en el año 1995 y 2000 mostrándose su evolución. Económica.

El mantenimiento abarca todos los equipos del circuito de refrigeración, las tuberías de gas, tableros eléctricos de mando y control, vitrinas de frió, cámaras de conservación y las estructuras que estas involucran, garantizando hermeticidad y las temperaturas de trabajo de las vitrinas cámaras.

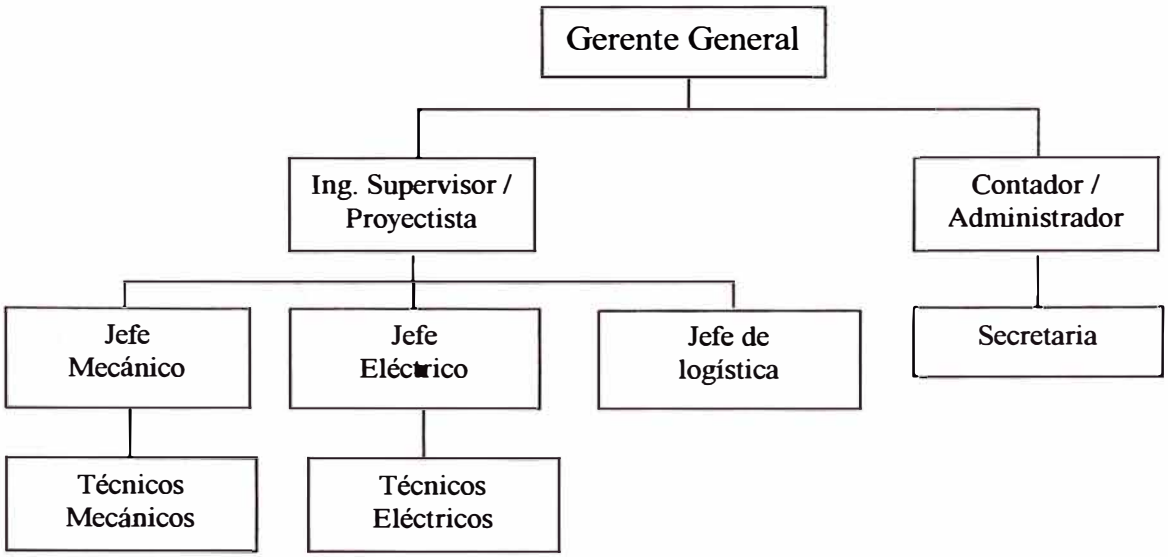
CAPITULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1. De la empresa que brinda el Servicio de Mantenimiento

La empresa de referencia brinda servicios de mantenimiento a Supermercados; diseña y ejecuta proyectos de instalación de circuitos de refrigeración para supermercados, industrias, embarcaciones pesqueras, centros comerciales, y todo sistema que brinde conservación de productos; aclimatación de áreas de trabajo; armado e instala cámaras frigoríficas, vitrinas de frío: reparación en general de sistemas de frío; e instalación de sistemas de aire acondicionado.

Su principal ventaja competitiva es que brinda atención a emergencias las 24 horas del día, los 365 días del año según contrato, el cual cubre mano de obra más no repuestos y materiales. El organigrama de la empresa es el siguiente:



2.2. Del Supermercado

El supermercado considerado tiene una antigüedad de 5 años tomando como base el año 1990. El supermercado vende todo tipo de producto de pan llevar, productos frescos y envasados, dentro de los cuales hay un grupo que requiere sistemas de conservación para los productos perecibles La distribución de los circuitos, maquinarias y equipos así como algunas características se muestra en el Plano de Distribución y en la tabla #1.

Los sistemas del circuito de refrigeración carecen de controles automáticos y algunos instrumentos de medida, trabaja básicamente con sistemas de control mecánico. El circuito de refrigeración tiene un sistema no convencional el cual se divide en dos líneas: una de baja temperatura (BT) y otra de media temperatura (MT). Todo el circuito de refrigeración esta formado por vitrinas de frío, cámaras de conservación, rack de compresores, condensadores, líneas de tuberías y los tableros eléctricos. Se muestra las clases de sistemas de refrigeración y sus componentes en el Anexo #1 y #2.

2.3. De los Costos Involucrados

2.3.1. Costos de Oportunidad (CO)

Para poner en claro el concepto; el costo de oportunidad no es otra cosa sino que el valor del siguiente mejor uso de un bien económico, o sea de la alternativa sacrificada. Es pues, una medida de lo que se renuncia al tomar una decisión. En nuestro caso haciendo una semejanza con las

industrias esta seria nuestra perdida de producción que se da al dejar de vender debido a que se realizan trabajos de mantenimiento en horas de venta en las vitrinas de frío y esta dada por el flujo promedio de venta mostrado en la Tabla #1.

2.3.2. Costos de perdidas de Producto (CPer)

Producto que se pierde como consecuencia del mal funcionamiento del circuito de refrigeración (MERMA por falta de frío) que se da en las vitrinas de frió y las cámaras de conservación, esta dada por la capacidad de productos que pueden almacenar las vitrinas de frío y las cámaras de conservación convertido en su equivalente en dinero cuyos montos se presentan en la Tabla #1.

2.3.3. Costo de Mano de Obra (CH)

Es el costo que involucra la mano de obra directa, es decir la del personal que realiza el trabajo de Mantenimiento, que esta valorizado de acuerdo al horario en que esta se realiza que puede ser trabajó de día, de noche o feriado que multiplicado por la cantidad de horas de realizado el trabajo tendríamos este costo. A este se le adiciona un porcentaje del 20% para incluir la mano de obra indirecta que involucra los gastos administrativos y de supervisión.

$$CH = 1.2 \times (MD \times horas)$$

Tabla #1 : CIRCUITOS DE REFRIGERACIÓN DEL SUPERMERCADO

DESCRIPCION	Circuito	Producto	Cuerpos	Capacidad (s/.)	Costo de Oportunidad (s/. / H)
Vitrina 1	1	Pollos	1	320	60
Vitrina 2	2	Carnes	3	240	80
Vitrina 3	3	Carnes asistidas	4	500	200
Vitrina 4	4	Pasteles	2	600	100
Vitrina 5	5	Pasteles	1	200	40
Vitrina 6	6	Pasteles	2	400	80
Vitrina 7	7	Verduras	3	350	70
Vitrina 8	8	Verduras	2	200	60
Vitrina 9	9	Verduras	3	200	60
Vitrina 10	10	Lacteos	Cabec	550	60
Vitrina 11	11	Lacteos	2	1300	80
Vitrina 12	12	Lacteos	3	1500	80
Vitrina 13	13	Lacteos	Cabec	550	60
Vitrina 14	14	Helados	Cabec	280	40
Vitrina 15	15	Helados	2	550	75
Vitrina 16	16	Helados	Cabec	270	40
Vitrina 17	17	Helados	Cabec	270	40
Vitrina 18	18	Helados	2	550	60
Vitrina 19	19	Helados	Cabec	270	40
Vitrina 20	20	Embutidos y Quezos	Cabec	200	30
Vitrina 21	21	Embutidos y Quezos	2	460	65
Vitrina 22	22	Embutidos y Quezos	2	460	65
Vitrina 23	23	Embutidos y Quezos	1 + Ang	210	30
Camara 1	24	Pasteles	2	660	
Camara 2	25	Laboratorio Pasteles	2	440	
Camara 3	26	Embutidos	1 + Ang	1500	
Camara 4	27	Pastas		1300	
Camara 5	28	Frutas y Verduras		3200	
Camara 6	29	Pescado TN		1800	
Camara 7	30	Lacteos		2000	
Camara 8	31	Carnes		10500	
Camara 9	32	Laboratorio Carnes		1500	
Vitrina 24	33	Gaseosa y Cervezas	5P	600	30
Vitrina 25	34	Gaseosa y Cervezas	5P	600	30
Vitrina 26	40	Congelados	2	800	50
Vitrina 27	41	Congelados	2	800	50
Vitrina 28	42	Congelados	Cabec	400	30
Vitrina 29	43	Congelados	2	800	50
Vitrina 30	44	Congelados	Cabec	400	30
Vitrina 31	45	Congelados	2	800	50
Vitrina 32	46	Congelados	Cabec	400	30
Vitrina 33	47	Congelados	2	800	50
Vitrina 34	48	Congelados	Cabec	400	30
Vitrina 35	49	Congelados	2	800	50
Camara 10	50	Pescado BT		1600	
Camara 11	51	Helados		3600	
Camara 12	52	Congelados		2300	

Rack de Compresores BT	4 x D3DS 1000
Rack de Compresores MT	4 x D4DJ-3000
Condensador BT	FCE 148 B64
Condensador MT	2 x FCE 238B84

2.3.4. Costos de Materiales y Repuestos (CMat).

Relativo a los repuestos y materiales que se usan en el mantenimiento así como la depreciación de herramientas y lo gastos de transporte.

2.3.5. Costos de Mantenimiento (CM)

$$CM = CMat + CH$$

2.3.6. Costos Totales (CT)

$$CT = CM + CPer + CO$$

Nota: no se incluye los costos de riesgos por la pérdida de clientes debido a la incomodidad, ni los costos por pérdida de imagen del Supermercado.

CAPITULO III

ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL MANTENIMIENTO

La cada vez mayores exigencias de competitividad a las que se ve sometida la industria han repercutido directamente en la evolución del mantenimiento aplicado a los equipos y maquinarias en general.

Son muchos los esfuerzos que se están realizando hacia el logro de los objetivos de aumento de la disponibilidad de los equipos y reducción de la tasa de fallos intempestivos, que además deben ser alcanzados con una optimización del binomio calidad /costo de mantenimiento.

Los continuos avances tecnológicos registrados en la última década han permitido el desarrollo de nuevas herramientas de diagnostico de estado de equipos, potenciando el Mantenimiento Predictivo y ha permitido la evolución de las filosofías de Mantenimiento basadas en la Confiabilidad.

3.1. Situación en el pasado

La evolución de las técnicas de mantenimiento ha ido siempre en consonancia con las evoluciones tecnológicas que ha permitido incrementar significativamente el aprendizaje acerca del comportamiento degenerativo interno de los equipos que hace tan sólo unos cuantos años era prácticamente desconocido. Cabe destacar la idea de que el mantenimiento tiene como principal función hacer que los sistemas no se averíen y que además permanezcan en operación durante el mayor tiempo posible.

Los equipos o sistemas, aparte de presentar su lógico envejecimiento por progresivo deterioro de cualidades, pueden fallar como consecuencia de otras causas externas, que son las más difíciles de evitar. El conocimiento del estado de los equipos, por tanto, permitirá definir actuaciones o no en éstos con el fin de lograr los objetivos del mantenimiento.

Desde que se aplicaban las técnicas correctivas en los equipos, hasta las modernas técnicas de monitorización en continuo han transcurrido una serie de estudios que conviene analizar.

El mantenimiento correctivo, por la causa que fuere, consistía en la intervención en la unidad como consecuencia de una avería producida durante su normal funcionamiento. Esta, desde luego consiste en la idea más antigua del mantenimiento, relegada en la actualidad únicamente a unidades de costo tecnológico muy reducido y con exigencias de mercado no elevadas. Esta forma

de actuar, implicaba que se generen posteriormente costos muy elevados y con gran dificultad en la planificación de inversiones.

Se produjo la lógica evolución pasándose al denominado **mantenimiento preventivo**. Esta técnica es utilizada dependiendo de la unidad considerada y supone en casos particulares una mejor planificación de recursos. La idea es clara: se establecen revisiones periódicas en los equipos independientemente de su estado, basándose exclusivamente en el tiempo transcurrido o número de actuaciones realizadas. El principal inconveniente de esta filosofía es que a menudo se incurre en elevados costes, en algunos casos no necesarios, y además, en ocasiones, el desconocimiento de los modos de fallo de las unidades hacía que no se lograran reducir significativamente las tasas de fallo por problemas inherentes a los equipos.

La introducción en el mercado de nuevas herramientas **predictivas** de diagnosis, como consecuencia del progreso de los avances tecnológicos está respondiendo adecuadamente a las exigencias actuales de mantenimiento. Estas técnicas **predictivas** tienen como filosofía de actuación la siguiente: "Realizar intervenciones únicamente cuando sea necesario». La conjunción de esta idea con la del mantenimiento basado en la confiabilidad de los equipos permite optimizar los costos y desde luego, reducir la tasa de fallos. Sin embargo posee dos grandes enemigos: El desconocimiento del tiempo de gestación de algunos fallos en las unidades y modos de fallo todavía no descubiertos.

3.2. Condición Actual

En la actualidad, el Mantenimiento se basa el **Mantenimiento productivo Total (TPM)**

El Mantenimiento Productivo Total - TPM es una moderna técnica de gestión que busca mejorar los procesos. Los factores que mayor inciden en la Calidad de los procesos son atribuidos a las condiciones operativas y los tipos de mantenimiento que se aplican en maquinarias, equipos e instalaciones productivas y de servicios. El **TPM** se presenta con 3 importantes elementos :

a. Rompe la tradicional distancia organizacional entre mantenimiento y producción. Transformándola radicalmente con el Mantenimiento Autónomo, proponiendo nuevo enfoque laboral, en busca de mejorar las condiciones operativas, reduciendo al máximo las brechas entre trabajadores productores y mantenedores en las plantas industriales.

b. Plantea, implementar un eficaz Programa de Mantenimiento Preventivo y Predictivo

c. El tercero determina estrategias de Mejora Continua, dentro de un moderno sistema gerencial de mantenimiento productivo, que involucra a todo el personal.

Los resultados son espectaculares en muchas empresas generando inmediatos resultados económicos en las empresas

Con esta base todas estas técnicas se coordinan mediante una política de **Mantenimiento Basado en la confiabilidad** de los Equipos **(RCM)**. Esta amplia y compleja política que reúne características técnicas y económicas, permite tender a la explotación óptima de los sistemas.

El primer paso de esta acción consiste en efectuar una selección exhaustivamente de técnicas predictivas maduradas de diagnosis in situ. A continuación se exponen de modo orientativo algunas de las utilizadas dependiendo del equipo considerado.

COMPRESORES

1. Análisis de aceites (Predictiva Básica)
2. Revisión de reguladores de presión (Preventiva/Predictiva)
3. Revisión no intrusiva de dispositivos de control (Preventiva)
4. Verificación de tensión de corriente (Predictiva)
5. Inspección Visual superficial (Predictiva)

MOTORES Y ALTERNADORES

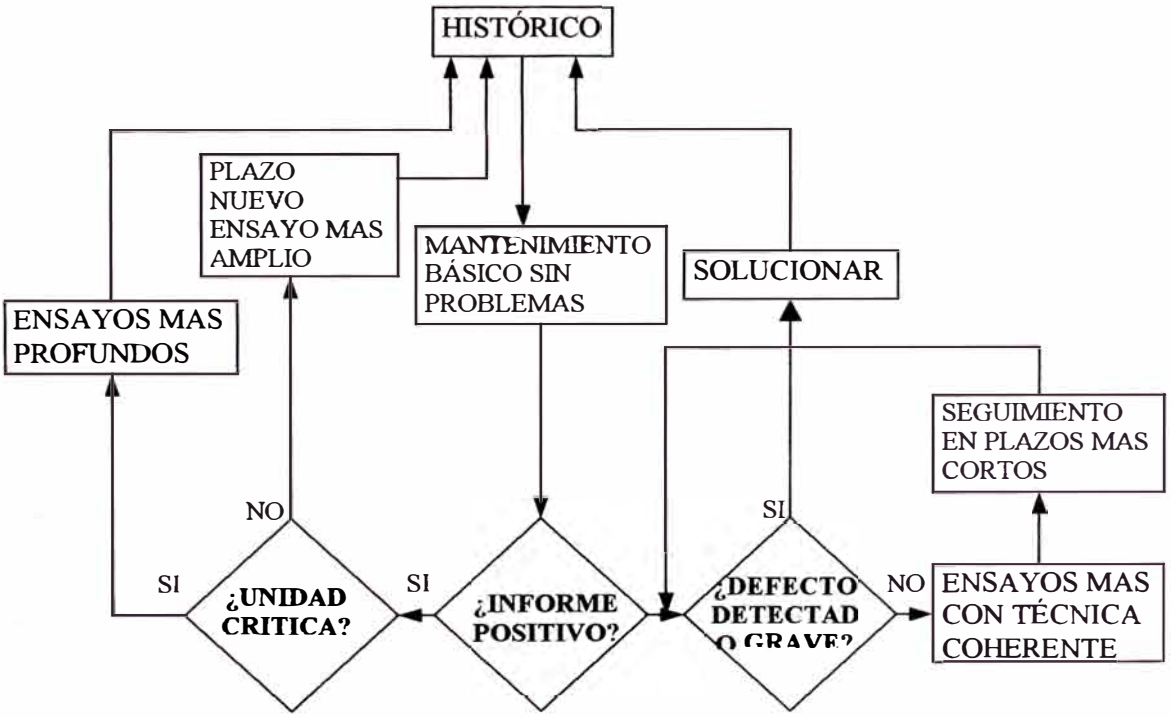
1. Medida de Potencia (Predictiva Básica)
2. Detección de descargas parciales (Predictiva Básica)
3. Ensayo de comparación de impulso (Predictiva Básica)
4. Ensayos de detección de barras rotas (Predictiva Básica)

INTERRUPTORES

1. Medida de resistencia de contactos (Predictiva Básica)
2. Medida de resistencia dinámica de contactos (Predictiva)
3. Revisión periódica no intrusiva (Preventiva)

La aplicación de las técnicas propuestas no debe ser total, se incurriría en un costo de mantenimiento elevado y a menudo la información obtenida podría resultar redundante. Se trata por tanto de hacer una racionalización en función del estado previo de cada equipo su historial de defectos pertenece a familiaridad de riesgo, e importancia en el sistema. Es en este apartado por tanto donde juega especial importancia el **mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM).** La filosofía de actuación se expone en el diagrama de flujo de la figura #1:

Figura #1 : **FILOSOFÍA DEL TPM**



3.3. Perspectivas para el Futuro

Las técnicas utilizadas hasta la fecha han repercutido positivamente en el mantenimiento de los equipos. Sin embargo, y aunque la tasa de fallos ha quedado reducida de modo muy significativo, las técnicas predictivas por sus características discretas tienen como principal enemigo el tiempo de gestación de fallo en las unidades. El modo utilizado para la determinación es la realización de seguimientos que en la mayoría de los casos permite cuantificar su velocidad de degradación. Sin embargo, tiempos de gestación rápidos debidos a modos de fallo complejos resultan difíciles de determinar.

La solución a lo anterior se produce con el conocimiento en tiempo real del estado de los equipos, lo que permitiría si se conociesen todos los modos de fallo, reducir a cero los fallos producidos por anomalía inherente de los mismos. Hoy día ya existen **sistemas de monitorización** que, si bien limitados por características técnicas y económicas, se encuentran en constante crecimiento. La idea inicial es monitorizar equipos críticos.

En esta línea ya existen en nuestro país acciones de monitorización en equipos, en funcionamiento que llevan hasta sistemas de tele diagnosis completos.

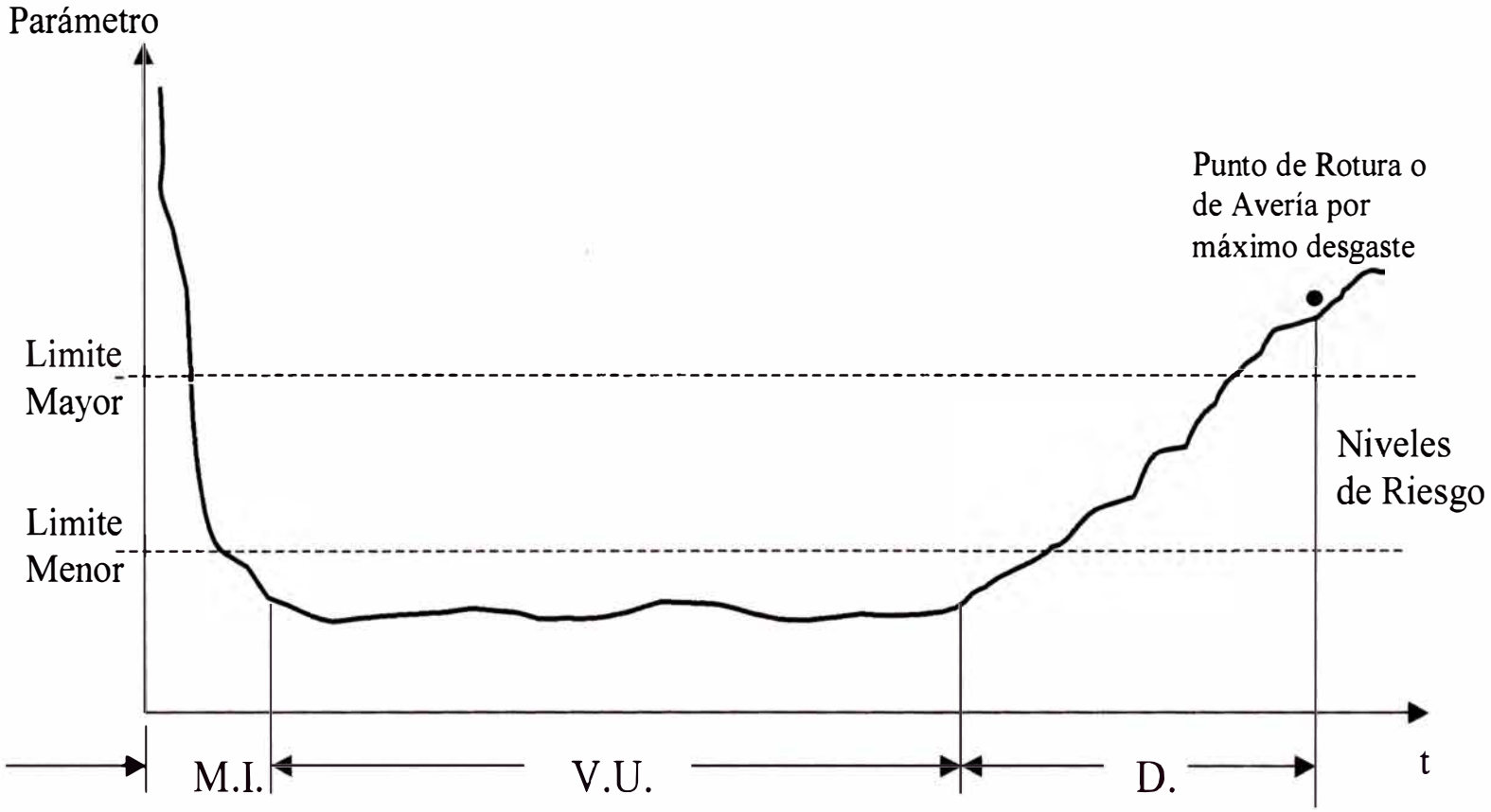
La acción incluye la adaptación de censores no intrusivos en las unidades y la captación de señal será en tiempo real y llevada a un centro de control para su visualización.

Con los constantes desarrollos técnicos y de comunicaciones parece claro que en un futuro próximo este tipo de sistemas se instalará a precios

verdaderamente competitivos y su uso se generalizará, esperándose una evolución paralela a la observada con los teléfonos móviles.

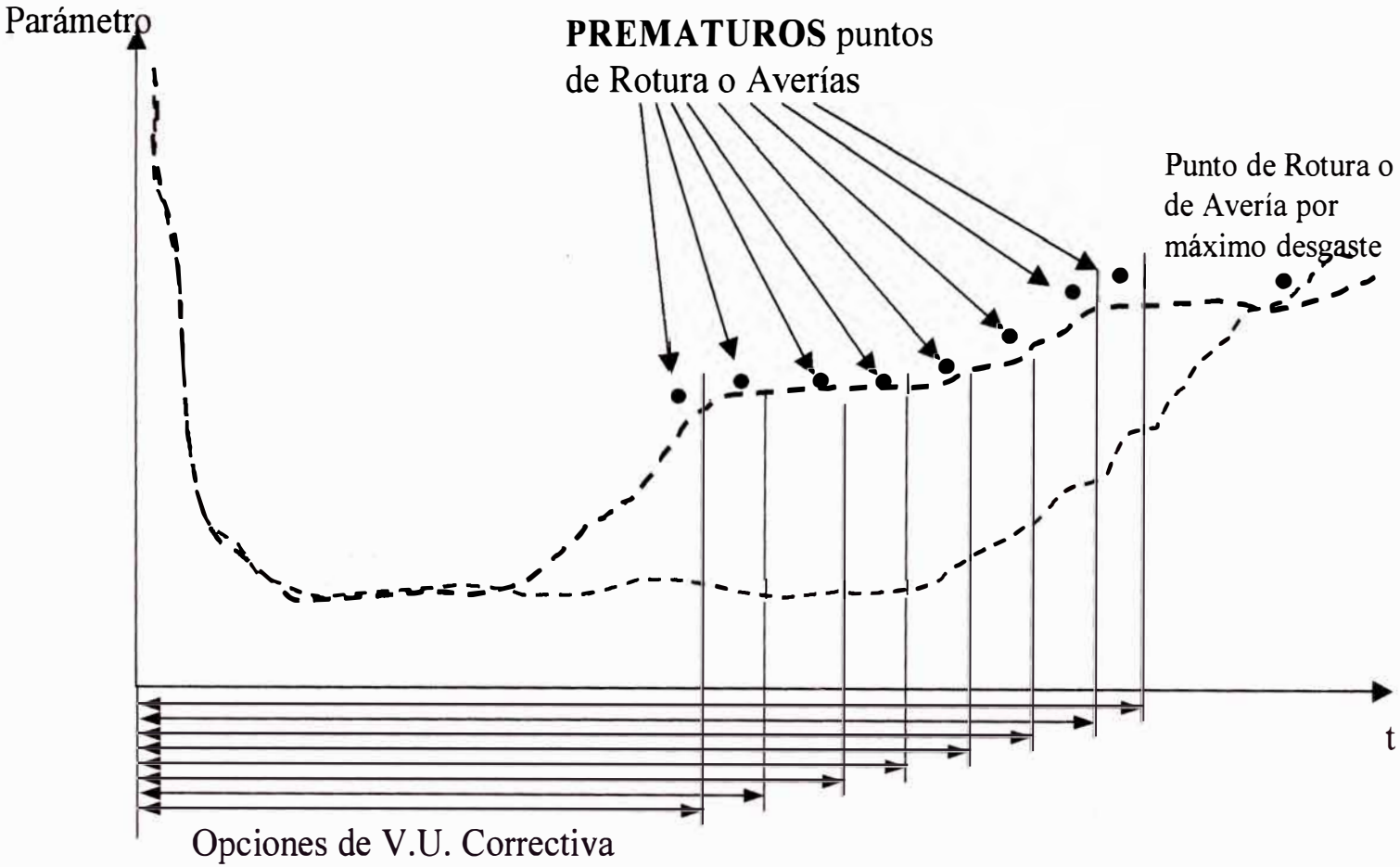
Nota : la Condición Evolutiva de la vida útil en Mantenimiento se ve en detalle en las Figuras del #2 al #7.

Figura #2 : CONDICION EVOLUTIVA DE LA VIDA UTIL EN MANTENIMIENTO



M.I. = Etapa de Mortalidad Infantil
V.U. = Etapa de Vida Útil estadísticamente normal
D. = Etapa de Vida Útil en desgaste

Figura#3 : EVOLUON DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO



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

Figura #4 : EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

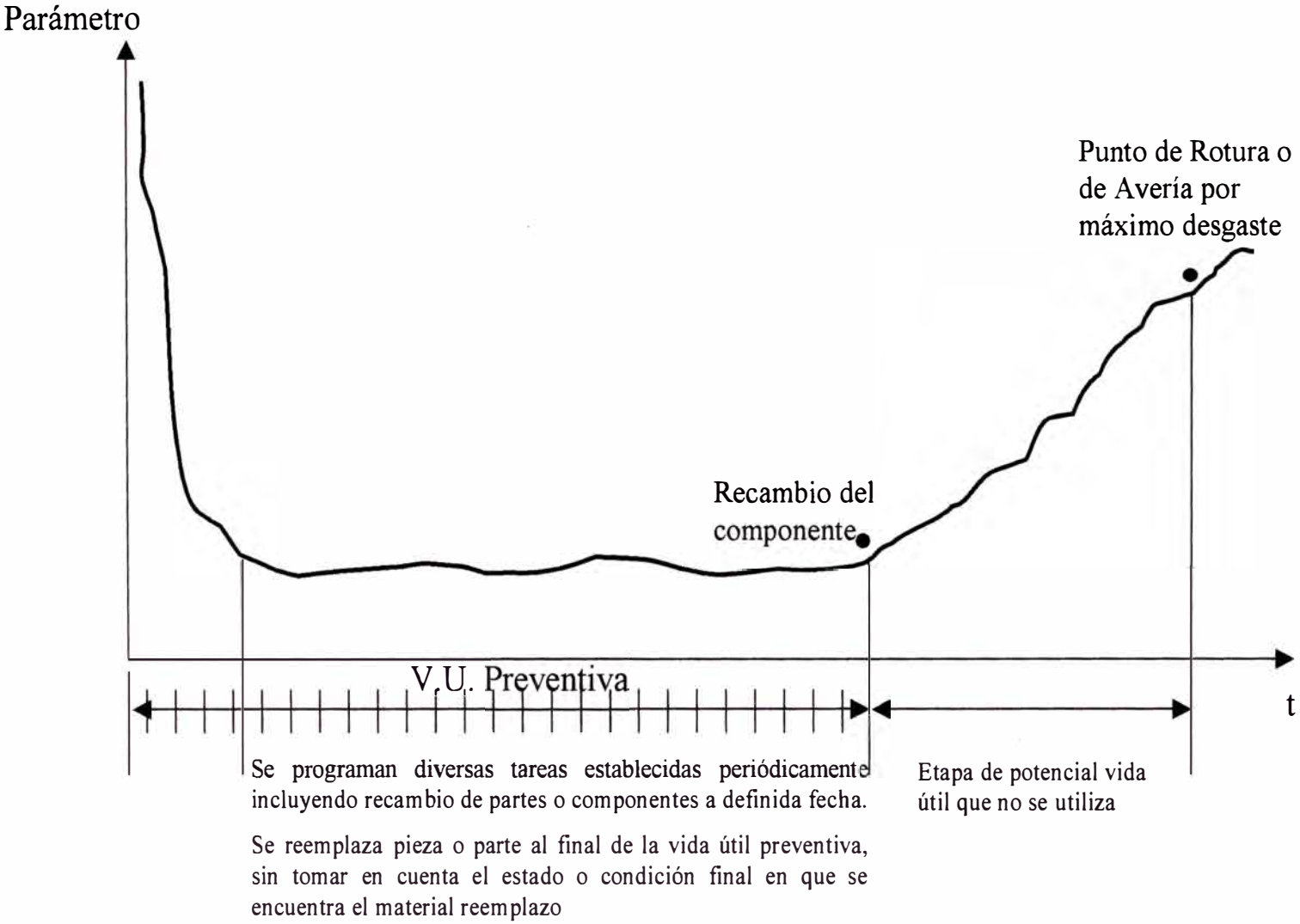
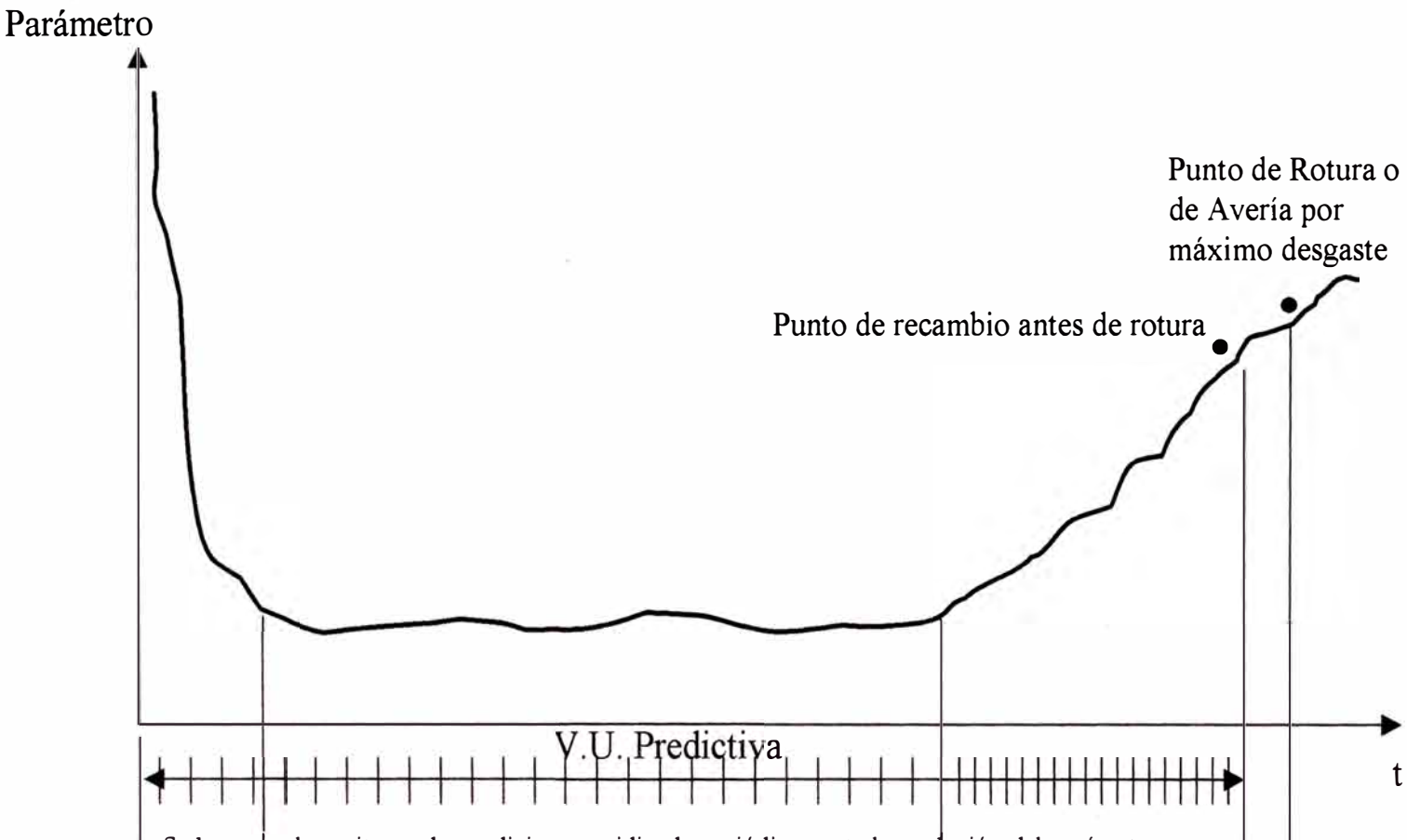


Figura #5 : EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO



Se basa en el monitoreo de condiciones, midiendo periódicamente la evolución del parámetro a través del tiempo, siguiendo su comportamiento y vigilando los valores máximos admisibles.

Aumenta la confiabilidad operativa al informar con anticipación la probable falla o rotura de los componentes , anticipando la falla con beneficio a la productividad.

Figura #6 : COMPARACION CORRECTIVO / PREVENTIVO / PREDICTIVO

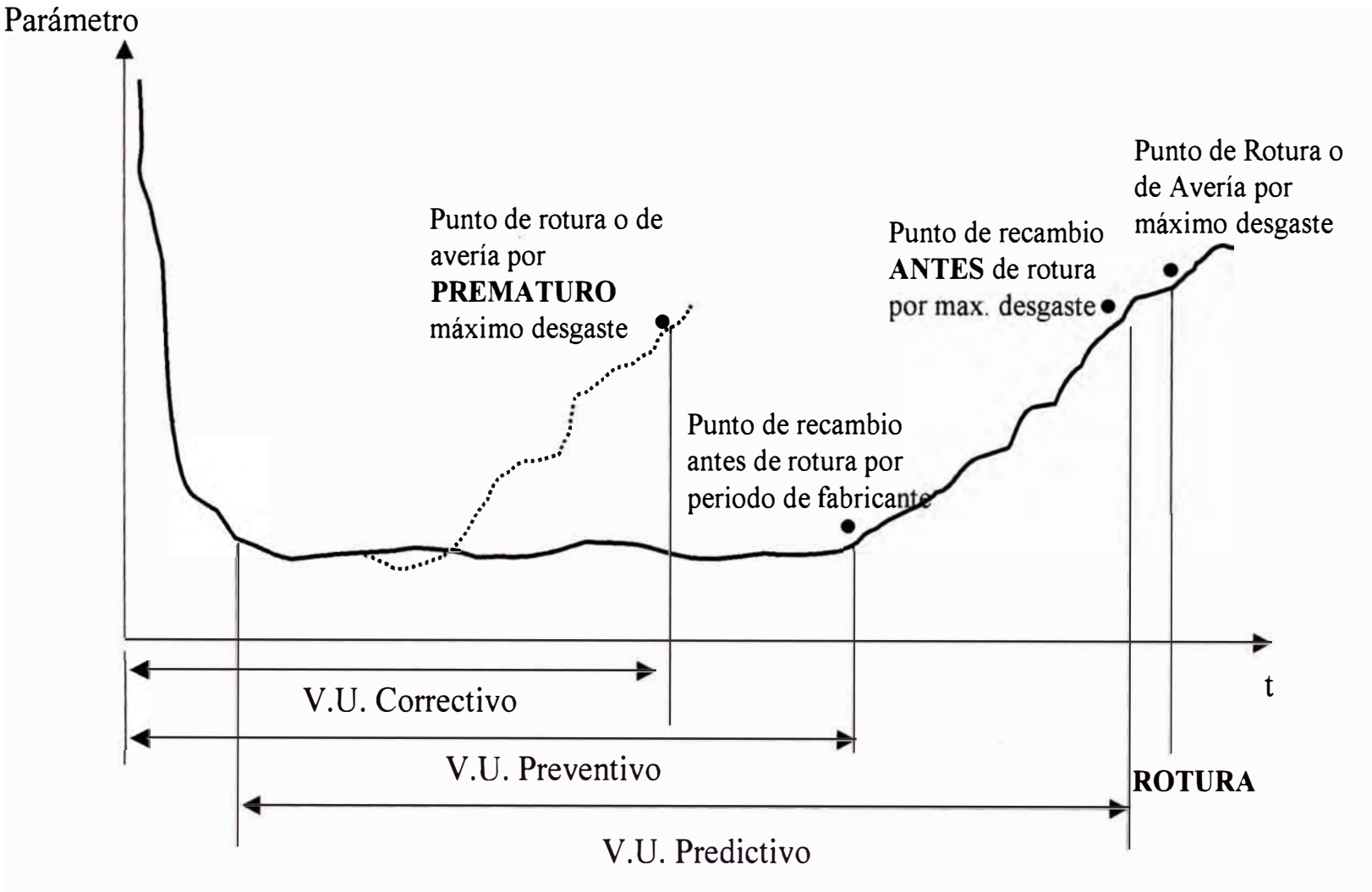
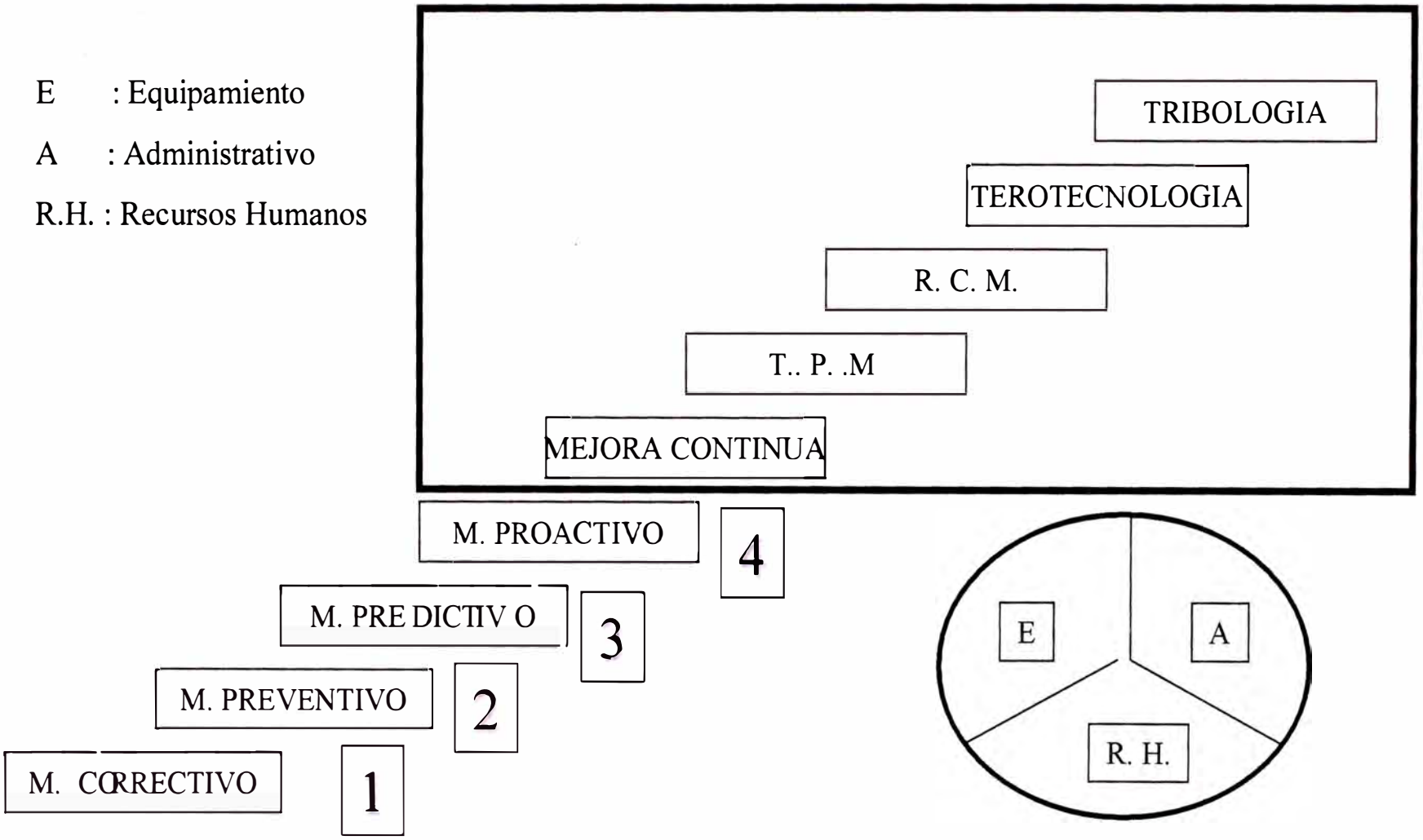


Figura #7 : EVOLUCION DE LA INGENIERIA DE MANTENIMIENTO



CAPITULO IV

IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN PILOTO

4.1. Condición Inicial

Para la implementación se parte de la condición que existe únicamente servicio de mantenimiento correctivo, cuyas actividades son registradas en una ficha de Mantenimiento Correctivo cuyo formato se muestra en el Anexo #3, el cual contiene principalmente el tiempo de realización de las actividades, personal que participa en la labor, tipos de actividad realizadas y repuestos empleados. Con estos reportes se obtiene los Costos que involucra el mantenimiento (CM) por equipo así como los Costo de Oportunidad (CO).

Con los registros de las fichas se obtiene un reporte de costos mensual que forma parte del historial de la situación funcional y los costos involucrados en cada equipo cuyo resumen para el año 1990 se muestra en las tabla # 2 y #3 y el grafico #1, los cuales incluyen los Costos de todos los equipos del sistema de frió.

Tabla #2 : COSTOS DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO MENSUAL DE TODOS LOS EQUIPOS (S/.) 1990

		Meses de año calendario de trabajo Año 1990											
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviemb	Diciemb
Equipos críticos	Vitrinas de Congelados (Circuito 40 al 49)	1791.00	4570.00	3590.00	1890.00	-----	3290.00	-----	1209.00	-----	-----	3500.00	2590.00
	Vitrinas de Lácteos (Circuito 10 al 13)	-----	-----	560.00	1280.00	1295.00	-----	-----	-----	6890.00	1490.00	2200.00	-----
	Cámaras de Baja Temperatura (Circuito 50 al 52)	-----	1350.00	2870.00	-----	2340.00	-----	3190.00	790.00	-----	-----	-----	2698.00
	Vitrina de Helados (Circuito 14 al 19)	1870.00	3490.00	3100.00	-----	960.00	5895.00	590.00	-----	-----	2890.00	-----	1689.00
Equipos importantes	Rack de Compresores Baja Temperatura (4 x D3DS 1000)	2788.50	6990.00	-----	4570.00	1290.00	-----	-----	2895.00	-----	3590.00	1490.00	-----
	Rack de Compresores Media Temperatura (4 x D4DJ-3000)	7570.00	5698.00	2350.00	1010.00	-----	4320.00	1100.00	4320.00	-----	1100.00	-----	3198.00
	Condensador de Baja Temperatura (FCE 148 B64)	1737.50	-----	1870.00	3210.00	-----	-----	400.00	-----	1895.00	-----	-----	3120.00
	Condensador de Media Temperatura (2 x FCE 238B84)	-----	-----	2390.00	-----	3210.00	2100.00	-----	2190.00	-----	900.00	690.00	-----
	Vitrina de Embutidos (Circuito 20 al 23)	2181.00	2110.00	1990.00	1200.00	3400.00	-----	800.00	-----	-----	1290.00	1609.00	980.00
	Cámaras de Media Temperatura (Circuito 24 al 32)	-----	2098.00	2930.00	5400.00	-----	3560.00	1300.00	2500.00	-----	-----	2190.00	-----
	Vitrina de Carne y pollos (circuitos 1 al 3)	625.00	210.00	780.00	-----	1530.00	-----	-----	450.00	1300.00	780.00	-----	-----
Equipos de uso general	Vitrina de Gaseosas y Cervezas (circuitos 33 al 34)	-----	154.00	143.00	-----	900.00	-----	1200.00	200.00	-----	-----	1880.00	987.00
	Vitrina de Pasteles (circuitos 4 al 6)	-----	-----	652.00	785.00	-----	-----	550.00	-----	1600.00	-----	900.00	1100.00
	Vitrina de Verduras (circuitos 7 al 9)	-----	220.00	790.00	----	1290.00	-----	430.00	-----	-----	-----	340.00	-----
	Costo por Mantenimiento mensual (S/.)	**18563.00**	**26890.00**	**24015.00**	**19345.00**	**16215.00**	**19165.00**	**9560.00**	**14554.00**	**11685.00**	**12040.00**	**14799.00**	**16362.00**

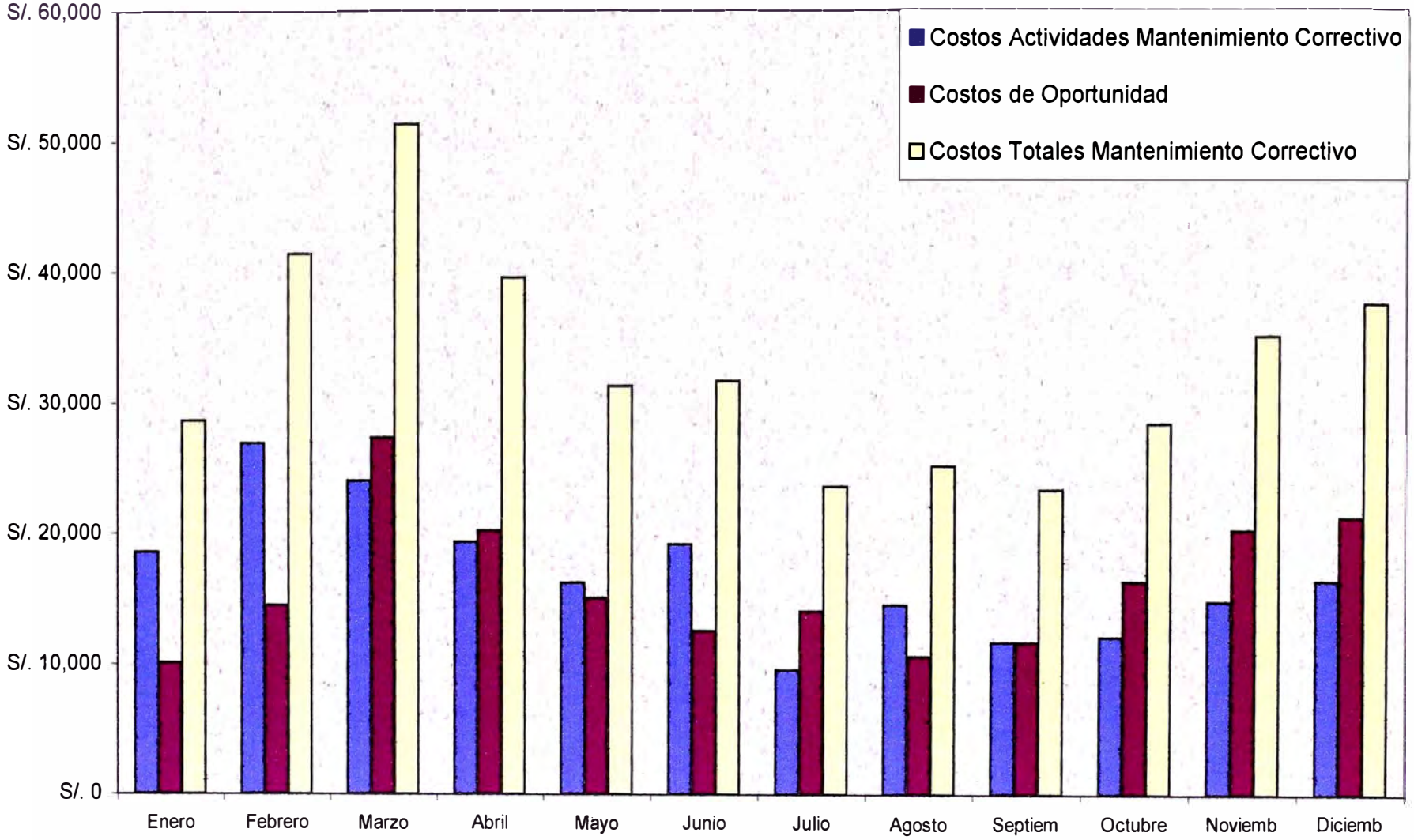
Tabla #3 : COSTOS DE OPORTUNIDAD MENSUAL DE TODOS LOS EQUIPOS (S.) 1990

		Meses de año calendario de trabajo Año 1990											
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviemb	Diciemb
Equipos críticos	Vitrinas de Congelados (Circuito 40 al 49)	4200.00	4509.00	5880.00	10980.00	-----	5420.00	-----	7650.00	-----	-----	4020.00	7870.00
	Vitrinas de Lácteos (Circuito 10 al 13)	-----	-----	6500.00	4760.00	3590.00	-----	-----	-----	7650.00	4909.00	5430.00	-----
	Cámaras de Baja Temperatura (Circuito 50 al 52)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	Vitrina de Helados (Circuito 14 al 19)	3870.00	5490.00	5100.00	-----	2960.00	7098.00	4350.00	-----	-----	5987.00	-----	5765.00
Equipos importantes	Rack de Compresores Baja Temperatura (4 x D3DS 1000)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	Rack de Compresores Media Temperatura (4 x D4DJ-3000)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	Condensador de Baja Temperatura (FCE 148 B64)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	Condensador de Media Temperatura (2 x FCE 238B84)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	Vitrina de Embutidos (Circuito 20 al 23)	920.00	1110.00	4990.00	3200.00	3400.00	-----	4800.00	-----	-----	2290.00	3209.00	1280.00
	Cámaras de Media Temperatura (Circuito 24 al 32)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	Vitrina de Carne y pollos (circuitos 1 al 3)	1080.00	1210.00	830.00	-----	2430.00	-----	-----	1450.00	2400.00	3140.00	-----	-----
Equipos de uso general	Vitrina de Gaseosas y Cervezas (circuitos 33 al 34)	-----	954.00	573.00	-----	1500.00	-----	1300.00	1500.00	-----	-----	3880.00	3187.00
	Vitrina de Pasteles (circuitos 4 al 6)	-----	-----	1252.00	1285.00	-----	-----	2180.00	-----	1600.00	-----	1800.00	3100.00
	Vitrina de Verduras (circuitos 7 al 9)	-----	1220.00	2190.00	----	1190.00	-----	1410.00	-----	-----	-----	1940.00	-----
	Costo Total por Oportunidad mensual (S/.)	**10070.00**	**14493.00**	**27315.00**	**20225.00**	**15070.00**	**12518.00**	**14040.00**	**10600.00**	**11650.00**	**16326.00**	**20279.00**	**21202.00**

COSTO TOTAL MENSUAL MANTENIMIENTO CORRECTIVO (S/.) 1990

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviemb	Diciemb
Costo total correctivo y perdida de oportunidad, producción	28,633.0	41,383.0	51,330.0	39,570.0	31,285.0	31,683.0	23,600.0	25,154.0	23,335.0	28,366.0	35,078.0	37,564.0

Grafico #1 : COSTO TOTAL MENSUAL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE TODOS LOS EQUIPOS - 1990



4.2. Proceso de selección de los equipos del Plan Piloto

La selección de los equipos es el procedimiento más importante a definir.

Estratégicamente se debe seleccionar un conjunto de equipos que pueda significar al área de mantenimiento poder mostrar posteriormente un exitoso resultado de su gestión, para que llegado el momento de reportarlo a nivel gerencial se le mida con equivalente valor. Por lo tanto el nivel y cantidad a seleccionar debe estar enmarcado en un plan piloto inicial. Para el presente caso, se escogerá un grupo de 3 equipos dentro de los mostrados en la tabla #1, tomando en cuenta los criterios mostrados en las Tablas #2, #3 y #4. los cuales son los siguientes

- Combinar su nivel de antigüedad entre nuevas, en desgaste y obsoletas en función de intensidad de su vida útil.
- Por su nivel de Criticidad : críticos, importantes y equipos en general.
- Costo anual de mantenimiento correctivo.
- Cantidad de circuitos
- Frecuencia de fallas

Para nuestro caso en la selección del equipo no se considera la intensidad de uso ya que todos los equipos funcionan las 24 horas del día, los 365 días del año con paradas solo para actividades de mantenimiento.

Tabla #4 : CATEGORIA DE TODOS LOS EQUIPOS

N°	EQUIPOS	Código Cámara-Vitrina N°	Circuitos	Categoría		
				Equipos Críticos	Equipos Importantes	Equipos en General
1	Rack de Compresores BT	4 x D3DS 1000	--------		■	
2	Rack de Compresores MT	4 x D4DJ-3000	--------		■	
3	Condensador BT	FCE 148 B64	--------		■	
4	Condensador MT	2 x FCE 238B84	--------		■	
5	Vitrina Carnes-Pollos	1, 2, 3	1 -> 3		■	
6	Vitrina pasteles	4, 5, 6	4 -> 6			■
7	Vitrina Verduras	7, 8, 9	7 -> 9			■
8	Vitrina Lácteos	10, 11, 12, 13	10 -> 13	■		
9	Vitrina Helados	14, 15, 16, 17, 18, 19	14 -> 19	■		
10	Vitrina Embutidos	20, 21, 22, 23	20 -> 23		■	
11	Vitrina Gaseosas y Cerveza	24, 25	33 -> 34			■
12	Vitrina Congelados	26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35	40 -> 49	■		
13	Cámaras de MT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	24 ->32		■	
14	Cámaras de BT	10, 11, 12	50 -> 52	■		

Los equipos seleccionados para el Plan Piloto fueron los Siguientes

- Vitrina de Helados (Circuito 14 al 19)
- Rack de Compresores de Baja Temperatura
- Condensador de Baja Temperatura.

4.3. Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo (MP)

La implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo se realiza el año 1995, a los equipos del plan piloto mencionados en el numeral anterior. El procedimiento de implementación será el siguiente

4.3.1. Selección de partes de Maquinas y Equipos

En primer lugar se considera las informaciones técnicas del fabricante, luego los registros históricos de M.C., la experiencia del personal, las recomendaciones de los proveedores de productos y servicios.

La cantidad de partes seleccionadas estará íntimamente vinculada al costo, cada actividad independiente de su duración, personal o materiales siempre tendrá un valor. En base a las informaciones más reales obtenidas, se procede a la clasificación de las partes

4.3.2. Frecuencia y Duración de las actividades de M. P.

OPERACIÓN. – Actividades de la más alta intensidad de ejecución (por turnos, diarias, semanales o por equivalentes horas) caracterizadas

por ser básicamente de inspección y control, no interrumpen la producción y su tiempo de ejecución es el más corto de realizar (duración de 1 a 20 minutos)

PARADA.- Actividades de mediana intensidad de ejecución (quincenal, mensual, bimensual trimestral, semestral o por equivalentes horas) se caracteriza por ser de revisiones o cambios de materiales o partes no estructurales, pueden o no interrumpir la producción y su tiempo de ejecución es de mediana duración relativa (30 minutos a 2 horas o más)

RENOVACIÓN.- Actividades de más baja intensidad de ejecución (anual, bianual o por equivalentes horas) caracterizadas por ser de recambio de partes y piezas estructurales, sí interrumpen la producción y su tiempo de ejecución es el máximo (no tiene escala o parámetro de referencia) su duración será establecida por el tipo de equipo y complejidad de su estructura.

4.3.3. Personal Técnico Ejecutor

Que realizan las tareas programadas de M.P. Se consignara la clasificación del tipo de labor a realizar por el personal especialista que ejecuta dichas labores en las maquinas o equipos.

Realmente para fines de costeo es necesario consignar el valor directo mas indirecto el cual se explica en el Capitulo II

Se colocara el tiempo utilizado en cada tarea consignando el tiempo que demora para ejecutar dicho trabajo adicionando de ser necesario tiempos de traslados o esperas necesarios de ejecutar..Cada trabajo a efectuarse en el programa será separado por su tipo de frecuencia y duración, luego se acumulan en forma mensual hasta reunir el reporte anualizado.

4.3.4. Materiales y Suministros

- Se consignara todos los gastos a efectuarse en cada actividad programada
- Establecerá su clasificación por frecuencia y tipo de intervención.
- Cada valor de ejecución se acumulará con su respectivo monto, indicando el número de veces que deba ser realizado.
- Se tendra un stock permanente de materiales y suministros, actualizándose permanentemente según el flujo.

En los programas de mantenimiento generalmente se usan muchos materiales y suministros de alto consumo en las maquinas o equipos

4.3.5. Repuesto

Quedan en un segundo nivel los gastos generados por el recambio de repuestos, cuyos valores muchas veces son altamente significativos para la economía de las empresas y se producen cuando se interviene su estructura por ser el termino de su vida útil.

Estos valores generalmente son generados en largos períodos por lo tanto deberán ser valorizados y aplicado su costo en las fechas de utilización en que efectivamente son consumidos. Se hará el pedido con un margen de tiempo de anticipación según el cronograma establecido.

4.3.6. Resumen

1.- Los costos que involucran el Mantenimiento Preventivo de las partes de los equipos se muestra en las Tablas #5, #6 y #7, así como su frecuencia, tiempo de ejecución, descripción y tipo de la actividad realizada de cada uno de los equipos, adicionalmente se muestra una tabla con los resúmenes mensuales de costos por equipo con una grafica de barras.

2.- Con los datos procesados en la programación de M.P. se elaborara una Tabla de Costos Anual de Mantenimiento Preventivo Totales y por equipo para el año 1995 (Tabla #8) presentados en la grafica #2, además se presenta los Costos de Mantenimiento Correctivo para este año en la Tabla #9 los que se presentan en conjunto en la Grafica #5

Tabla #5 : MANTENIMIENTO PREVENTIVO 1995 - Vitrina de Helados

Parte Maquina / Equipo	Descripción	Tiempo en Horas	Frecuencia	Costo Mantenimiento Preventivo	Costo de Oportunidad	Tipo de Actividad	Costo Total Mensual
Serpentines	Limpieza con agua a presión	1.2	Mensual	S/. 27.0	S/. 162.0	Parada	S/. 189.0
Drenajes	Limpieza de los Sumideros	0.5	Mensual	S/. 70.0	S/. 67.5	Parada	S/. 137.5
Moto ventiladores	Pruebas eléctricas	0.16	Mensual	S/. 12.4	S/. 0.0	Operación	S/. 12.4
Moto ventiladores	Cambio	2	Anual	S/. 540.0	S/. 0.0	Renovación	S/. 540.0
Válvula de expansión	Reajuste de los contactos	0.16	Semanal	S/. 34.8	S/. 0.0	Operación	S/. 34.8
Válvula solenoide	Reajuste de los contactos	0.16	Semanal	S/. 32.1	S/. 0.0	Operación	S/. 32.1
			Total Equipo				**S/. 945.8**

Mes	Costo de Mant Prev
Ene	S/. 945.8
Feb	S/. 1,220.0
Mar	S/. 1,319.0
Abr	S/. 960.0
May	S/. 450.0
Jun	S/. 490.0
Jul	S/. 710.0
Ago	S/. 650.0
Set	S/. 740.0
Oct	S/. 810.0
Nov	S/. 918.0
Dic	S/. 910.0
Total	**S/. 10,122.8**

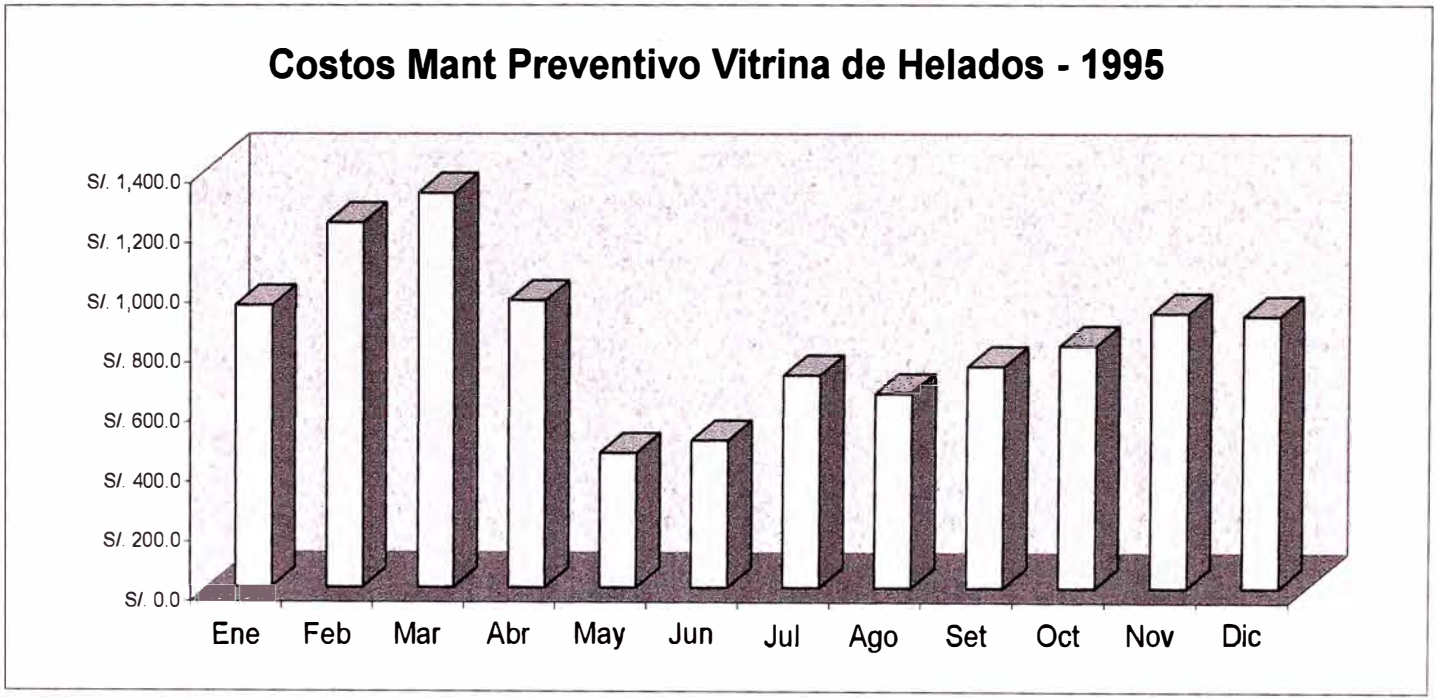


Tabla #6 : MANTENIMIENTO PREVENTIVO 1995 - Rack de Compresores BT

Parte Maquina / Equipo	Descripciòn	Tiempo en Horas	Frecuencia	Costo Mantenimiento	Tipo de Actividad	Costo Total Mensual
compresor	Cambio de aceite y filtros	16	Semestral	S/. 580.0	Renovaciòn	S/. 580.0
compresor	Limpieza del separador de aceite	2	Semestral	S/. 500.0	Parada	S/. 500.0
compresor	Cambio de filtros secadores	2	Anual	S/. 820.0	Parada	S/. 820.0
Motoventilador	Limpieza	1	Mensual	S/. 70.0	Operaciòn	S/. 70.0
compresor	Pruebas electricas del compresor	0.16	Mensual	S/. 44.8	Operaciòn	S/. 44.8
Presostato de alta y baja	Inspecciòn de la regulaciòn	2	Mensual	S/. 45.0	Parada	S/. 45.0
Timer de Koolgas	Inspecciòn de la regulaciòn	0.5	Mensual	S/. 30.0	Operaciòn	S/. 30.0
			Total Equipo			S/. 2,089.8

Mes	Costo de Mant Prev
Ene	S/. 2,089.8
Feb	S/. 1,081.0
Mar	S/. 1,510.0
Abr	S/. 1,450.0
May	S/. 1,100.0
Jun	S/. 730.0
Jul	S/. 990.0
Ago	S/. 1,250.0
Set	S/. 570.0
Oct	S/. 985.0
Nov	S/. 1,220.0
Dic	S/. 870.0
Total	**S/. 13,845.8**

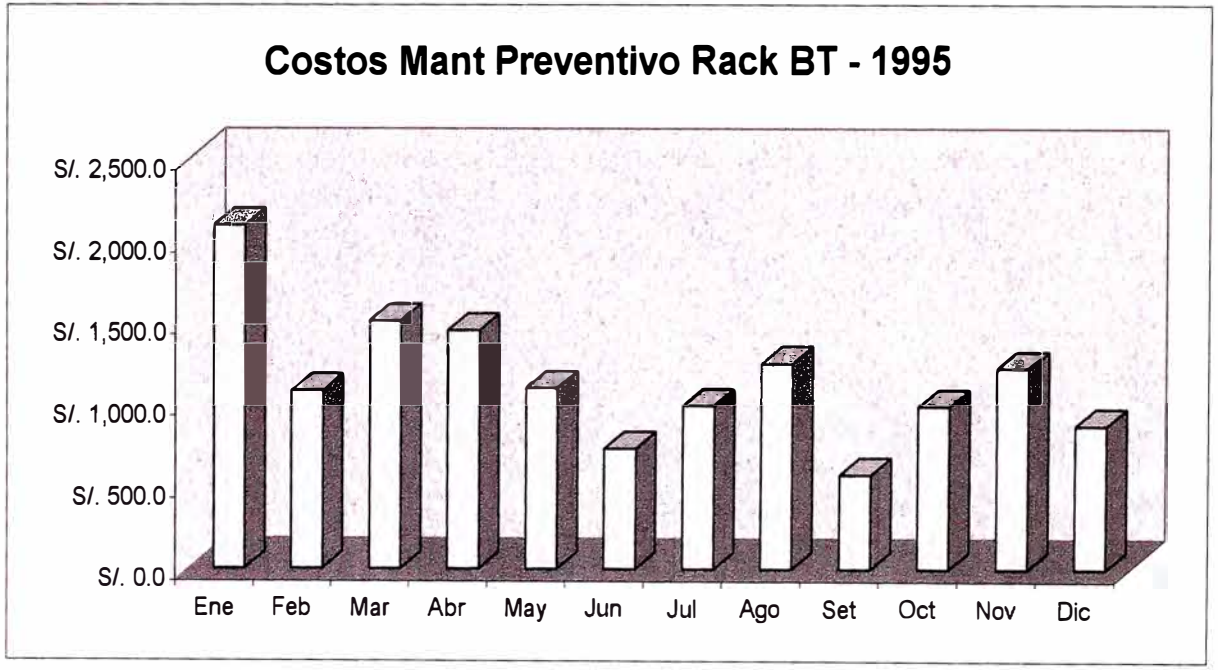
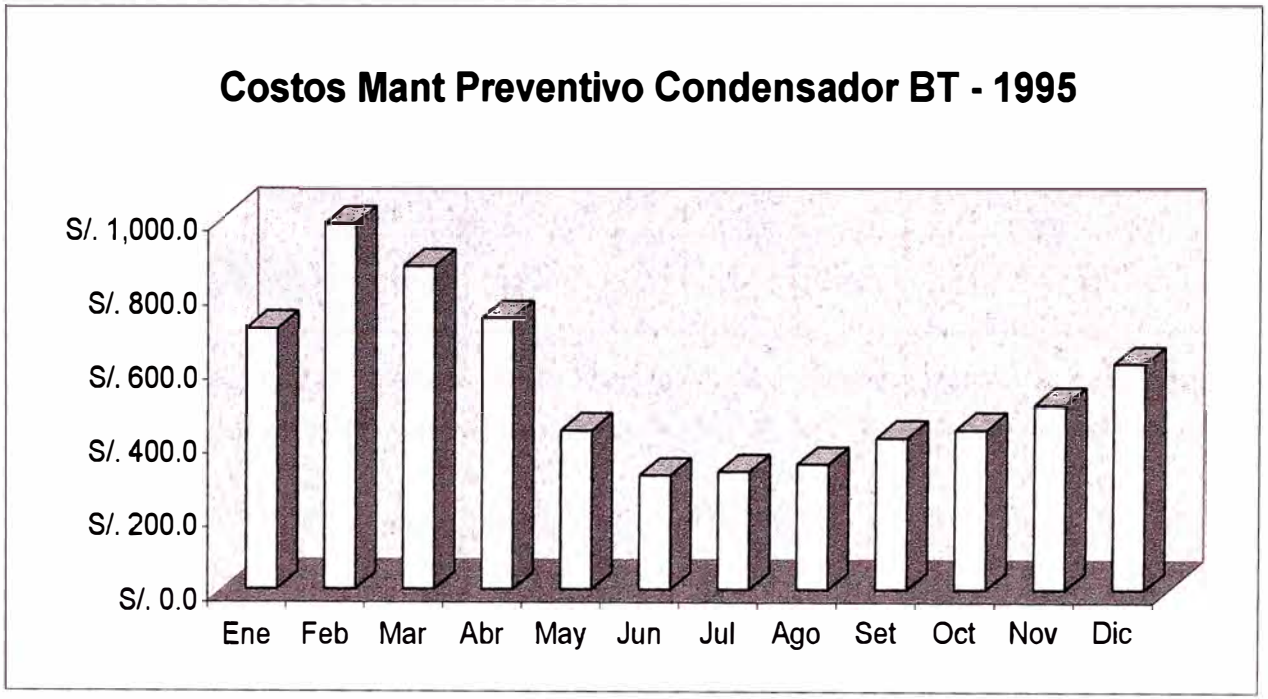


Tabla #7 : MANTENIMIENTO PREVENTIVO 1995 - Condensador de Baja Temperatura

Parte Maquina / Equipo	Descripción	Tiempo en Horas	Frecuencia	Costo Mantenimiento	Tipo de Actividad	Costo Total Mensual
Serpentines	Limpieza de los serpentines con aire comprimido y con disolvente de sarro	5	Mensual	S/. 150.0	Parada	S/. 150.0
Moto ventilador	Lubricación de los rodamientos	1	Mensual	S/. 130.0	Parada	S/. 130.0
Circuito Eléctrico	Inspección de las conexiones	0.25	Semanal	S/. 32.5	Operación	S/. 130.0
Válvulas de paso	Inspección de las válvulas	0.25	Semanal	S/. 50.0	Operación	S/. 200.0
Moto ventilador	Pruebas de capacidad eléctrica y eficiencia mecánica	0.16	Mensual	S/. 97.5	Operación	S/. 97.5
			Total Equipo			**S/. 707.5**

Mes	Costo de Mant Prev
Ene	S/. 707.5
Feb	S/. 987.0
Mar	S/. 872.0
Abr	S/. 732.0
May	S/. 430.0
Jun	S/. 310.0
Jul	S/. 320.0
Ago	S/. 340.0
Set	S/. 410.0
Oct	S/. 432.0
Nov	S/. 500.0
Dic	S/. 610.0
Total	**S/. 6,650.5**



Tabla#8 : COSTOS TOTALES MANTENIMEIRNTO PREVENTIVO (S/.) - 1995

Considerando los registros históricos del Mantenimiento Correctivo de anteriores años se seleccionó tres equipos tomando en cuenta su nivel de criticidad y el alto costo de mantenimiento correctivo de anteriores años.

	Meses de año calendario de trabajo Año 1995												
	Enero	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**	**Julio**	**Agosto**	**Septiem**	**Octubre**	**Noviemb**	**Diciemb**	**Total**
Vitrina de Helados	951.30	1220.00	1319.00	960.00	450.00	490.00	710.00	650.00	740.00	810.00	918.00	910.00	**10128.30**
Rack de Compresores Baja Temperatura	2089.80	1081.00	1510.00	1450.00	1100.00	730.00	990.00	1250.00	570.00	985.00	1220.00	870.00	**13845.80**
Condensador de Baja Temperatura	707.50	987.00	872.00	732.00	430.00	310.00	320.00	340.00	410.00	432.00	500.00	610.00	**6650.50**
Costo Mantenimiento mensual (S/.)	**3748.60**	**3288.00**	**3701.00**	**3142.00**	**1980.00**	**1530.00**	**2020.00**	**2240.00**	**1720.00**	**2227.00**	**2638.00**	**2390.00**	**30624.60**

Grafico #2 : COSTOS MENSUALES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO - 1995

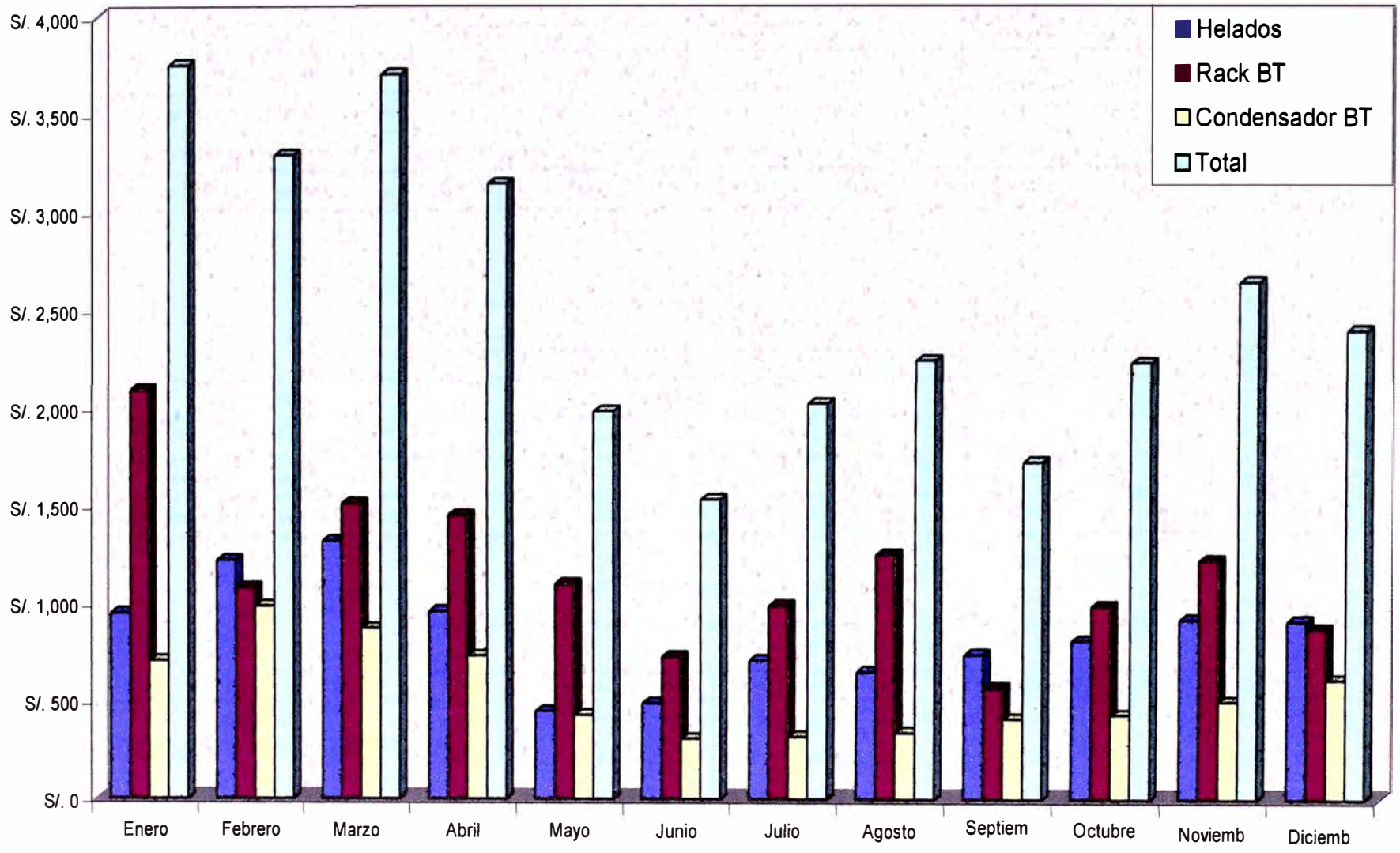


Tabla #9 : MANTENIMIENTO CORRECTIVO EQUIPOS DEL PLAN PILOTO 1995

Costos por Actividades Mantenimiento Correctivo

	Meses de año calendario de trabajo Año 1995												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviemb	Diciemb	Total
Vitrina de Helados	990.00	-----	1598.00	3200.00	-----	1200.00	-----	1000.00	1800.00	-----	1690.00	-----	11478.00
Rack de Compresores Baja Temperatura	861.00	1490.00	-----	1500.00	-----	980.00	1490.00	-----	560.00	-----	890.00	900.00	8671.00
Condensador de Baja Temperatura	1305.00	2200.00	-----	1400.00	980.00	-----	1000.00	-----	-----	-----	2040.00	1100.00	10025.00
Costo por Mantenimiento mensual (S/.)	**3156.00**	**3690.00**	**1598.00**	**6100.00**	**980.00**	**2180.00**	**2490.00**	**1000.00**	**2360.00**	**0.00**	**4620.00**	**2000.00**	**30174.00**

Costos de Oportunidad

	Meses de año calendario de trabajo Año 1995												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviemb	Diciemb	Total
Vitrina de Helados	742.50	360.00	2100.00	1000.00	-----	1450.00	-----	2000.00	1670.00	-----	2100.00	-----	11422.50
Rack de Compresores Baja Temperatura	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.00
Condensador de Baja Temperatura	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.00
Costo Total por Oportunidad mensual (S/.)	**742.50**	**360.00**	**2100.00**	**1000.00**	**0.00**	**1450.00**	**0.00**	**2000.00**	**1670.00**	**0.00**	**2100.00**	**0.00**	**11422.50**

Costo Total del Mantenimiento Correctivo

	Meses de año calendario de trabajo Año 1995												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviemb	Diciemb	Total
Vitrina de Helados	1732.5	360.0	3698.0	4200.0	0.0	2650.0	0.0	3000.0	3470.0	0.0	3790.0	0.0	22900.50
Rack de Compresores Baja Temperatura	861.0	1490.0	0.0	1500.0	0.0	980.0	1490.0	0.0	560.0	0.0	890.0	900.0	8671.00
Condensador de Baja Temperatura	1305.0	2200.0	0.0	1400.0	980.0	0.0	1000.0	0.0	0.0	0.0	2040.0	1100.0	10025.00
Costo total correctivo y perdida de oportunidad, producción	**3898.5**	**4050.0**	**3698.0**	**7100.0**	**980.0**	**3630.0**	**2490.0**	**3000.0**	**4030.0**	**0.0**	**6720.0**	**2000.0**	**41596.50**

4.4. Implementación del Plan de Mantenimiento Predictivo (M.Pd.)

La implementación del Mantenimiento Predictivo se realiza el año 2000, a los equipos que comprende el plan piloto en paralelo con el mantenimiento preventivo ya implementado y el correctivo existente en forma permanente.

4.4.1. Procedimiento

1. Se identificara partes o componentes necesarios de control en base a:
   a. La criticidad de la vida útil mas corta, por lo tanto con mas riesgo de fallar en la estructura.
   b. Las que históricamente registran gran cantidad de reportes de fallas o problemas funcionales.
   c. Las que tienen alto riesgo de cambio o rotación de partes.

2. Se establece o define los parámetros de control o medición que serán aplicados a cada una de las partes de la maquina a fin de garantizar confiable resultado.

3. Al definir los parámetros, se debe tomar en consideración el costo que genera cada tarea predictiva que se vaya a incorporar al servicio.

4. Los parámetros de medición tienen valores máximos y mínimos (que son obtenidos de tablas del fabricante o de Normas Internacionales)

5. Al establecer las mediciones de los parámetros, solo queda especificar el tipo de instrumento a utilizar en las mediciones a efectuar, que pueden ser realizados por equipamiento propio , alquiler o servicio de terceros. En ambos casos existe una tarifa del servicio a ejecutar.

6. La frecuencia de medición de los parámetros se establece en base a :
   a. Grado de intensidad de utilización del equipo en producción (plena, media o baja demanda), para nuestro caso es plena demanda.
   b. Muestreo preliminar del monitoreo ejecutando 3 o 4 puntos de medición en tiempos muy próximos, con cuyos resultados se forma una curva que puede indicar una ubicación o tendencia con respecto a sus niveles máximos y mínimos.
   c. Tablas establecidas por el fabricante de la maquinaria o equipo con niveles de tolerancia aceptables.

4.4.2. Resumen

1. Los costos de las actividades preventivas así como de los diferentes instrumentos y pruebas requeridas para su realización se muestra en las tabla #10, en los que se indica la frecuencia de las actividades realizadas.

2. Con los costos procesados en la programación de Mantenimiento Predictivo se elaborara la Tabla #11 de costos del 2000 distribuidos en

forma mensual y presentados en la grafica #3 en costos por equipo y Costos Totales.

3. Así mismo se muestra los costos de Mantenimiento Correctivo y Preventivo mensuales para el 2000 en las Tablas #12 y #13.

Tabla #10 : COSTOS DE LAS ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACION MANTENIMIENTO PREDICTIVO 2000

Item	EQUIPO	TAREAS	N° de personas	Costo S/.Mano Obra	Costo Instrumentos herramientas	Costo Pruebas	Frecuencia Mant.	Costo Total mano de Obra	Total
1	VITRINA DE HELADOS	Temperaturas	1	S/. 15.0	S/. 500.0	S/. 0.0	diario	S/. 950.0	S/. 1,590.0
		Presiones	1	S/. 30.0	S/. 400.0	S/. 0.0	semanal	S/. 520.0	
		Amperajes	1	S/. 30.0	S/. 0.0	S/. 0.0	semanal	S/. 120.0	
2	RACK BAJA TEMP.	Analis de aceite	2	S/. 0.0	S/. 0.0	S/. 1,000.0	c/6meses	S/. 1,000.0	S/. 3,540.0
		Amperajes	1	S/. 30.0	S/. 450.0	S/. 0.0	mensual	S/. 480.0	
		Presiones	1	S/. 30.0	S/. 0.0	S/. 0.0	mensual	S/. 30.0	
		Temperaturas	1	S/. 30.0	S/. 2,000.0	S/. 0.0	mensual	S/. 2,030.0	
3	CONDENSADOR	Amperajes	1	S/. 30.0	S/. 0.0	S/. 0.0	semanal	S/. 120.0	S/. 360.0
		Presiones	1	S/. 30.0	S/. 0.0	S/. 0.0	semanal	S/. 120.0	
		Temperaturas	1	S/. 30.0	S/. 0.0	S/. 0.0	semanal	S/. 120.0	

INSTRUMENTOS Y PARAMETROS PARA MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Item	PARAMETRO	INSTRUMENTO	VALORES	
1	PRESIONES	Juego de manometros de Alta y Baja Presión para Ref. R-22	Pbaja=	8 PSIG .+/- 3
			Palta=	220 PSIG .+/-10
2	**AMPERAJES** comp. Baja temp 15 HP	Pinza amperimétrica	Amp=	60 A +/- 5
3	**TEMPERATURA** superficial de los sistemas	Termometro electronico portatil con guincha	T =	.-50 °C .+ 60 °C
4	**TEMPERATURA** salida de aire frio VITRINA DE HELADOS	Termometro electronico fijo	T =	.-35 °C .+ 5 °C

Tabla #11 : COSTOS MENSUALES MANTENIMIENTO PREDICTIVO (S/.) - 2000

	Meses de año calendario de trabajo Año 1995												
	Enero	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**	**Julio**	**Agosto**	**Septiem**	**Octubre**	**Noviemb**	**Diciemb**	**Total**
Vitrina de Helados	1590.00	690.00	690.00	690.00	690.00	690.00	690.00	690.00	690.00	690.00	690.00	690.00	9180.00
Rack de Compresores Baja Temperatura	3540.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	1090.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	5530.00
Condensador de Baja Temperatura	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	4320.00
Costo Mantenimiento Mensual (S/.)	**5490.00**	**1140.00**	**1140.00**	**1140.00**	**1140.00**	**1140.00**	**2140.00**	**1140.00**	**1140.00**	**1140.00**	**1140.00**	**1140.00**	**19030.00**

Grafico #3 : COSTOS MENSUALES MANTENIMIENTO PREDICTIVO - 2000

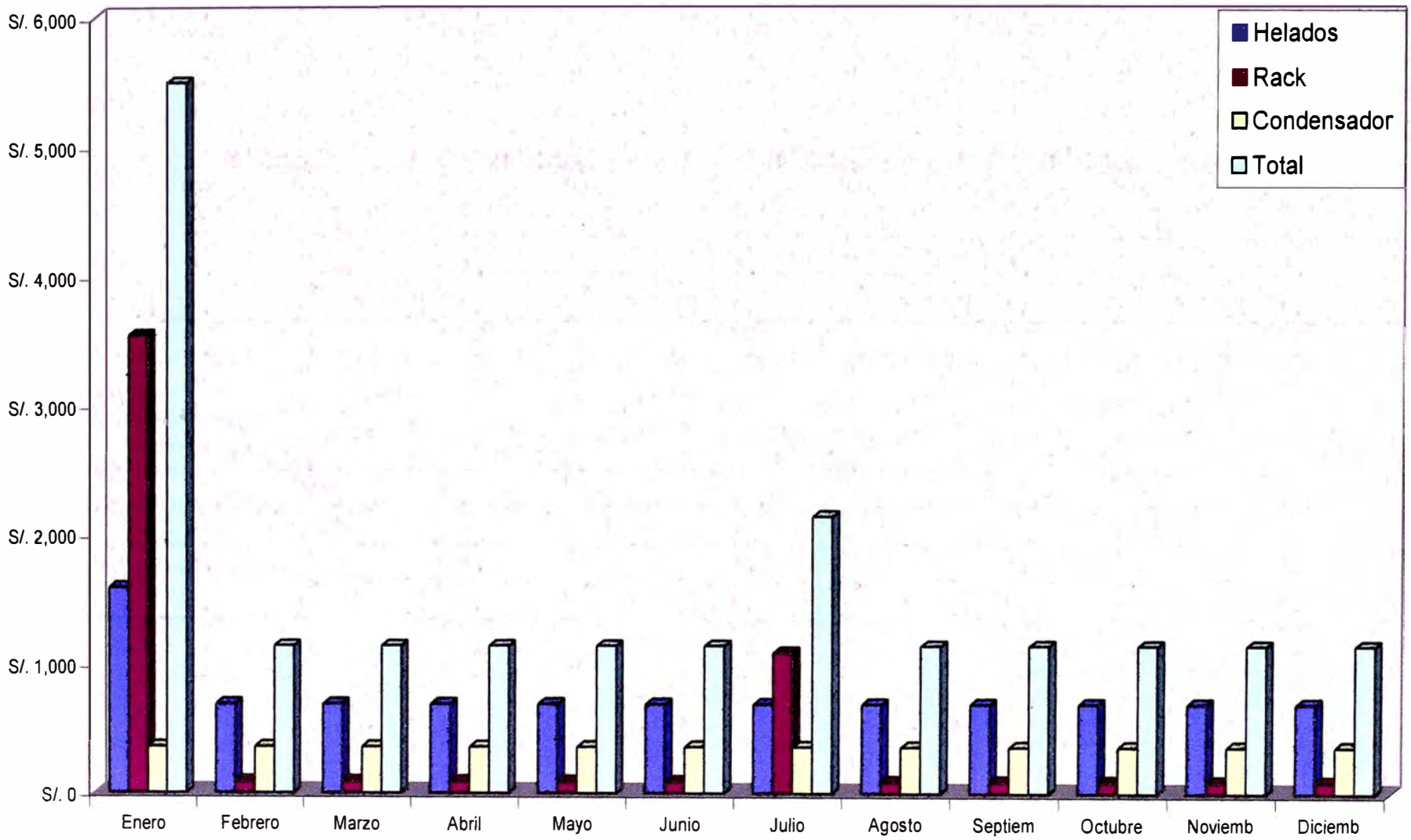


Tabla #12 : COSTOS MNESUALES TOTALES MANTENIMIENTO PREVENTIVO - 2000

	Meses de año calendario de trabajo Año 2000												
	Enero	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**	**Julio**	**Agosto**	**Septiem**	**Octubre**	**Noviemb**	**Diciemb**	**Total**
Vitrina de Helados	779.60	810.00	825.00	790.00	540.00	490.00	635.00	640.00	680.00	640.00	690.00	705.00	**8224.60**
Rack de Compresores Baja Temperatura	2880.00	2600.00	2330.00	1780.00	1650.00	1009.00	1150.00	800.00	880.00	750.00	735.00	605.00	**17169.00**
Condensador de Baja Temperatura	540.00	320.00	350.00	320.00	70.00	60.00	100.00	60.00	60.00	100.00	60.00	60.00	**2100.00**
Costo Mantenimiento Mensual (S/.)	**4199.60**	**3730.00**	**3505.00**	**2890.00**	**2260.00**	**1559.00**	**1885.00**	**1500.00**	**1620.00**	**1490.00**	**1485.00**	**1370.00**	**27493.60**

Tabla #13 : MANTENIMIENTO CORRECTIVO EQUIPOS DEL PLAN PILOTO - 2000

Costo Actividades Mantenimiento Correctivo

	Meses de año calendario de trabajo Año 2000												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviemb	Diciemb	Total
Vitrina de Helados	760.00	—	—	—	1450.00	—	—	1130.00	200.00	450.00	—	—	3990.00
Rack de Compresores Baja Temperatura	—	50.00	100.00	1390.00	—	300.00	—	—	—	—	800.00	900.00	3540.00
Condensador de Baja Temperatura	100.00	150.00	—	—	980.00	960.00	—	—	—	100.00	—	—	2290.00
Costo por Mantenimiento mensual (S/.)	**860.00**	**200.00**	**100.00**	**1390.00**	**2430.00**	**1260.00**	**0.00**	**1130.00**	**200.00**	**550.00**	**800.00**	**900.00**	**9820.00**

Costos de Oportunidad

	Meses de año calendario de trabajo Año 1995												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviemb	Diciemb	Total
Vitrina de Helados	250.00	—	—	—	320.00	—	—	500.00	—	500.00	—	—	1570.00
Rack de Compresores Baja Temperatura	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00
Condensador de Baja Temperatura	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00
Costo Total por Oportunidad mensual (S/.)	**250.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**320.00**	**0.00**	**0.00**	**500.00**	**0.00**	**500.00**	**0.00**	**0.00**	**1570.00**

Costo Total del Mantenimiento Correctivo

	Meses de año calendario de trabajo Año 1995												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviemb	Diciemb	Total
Vitrina de Helados	1010.00	0.00	0.00	0.00	1770.00	0.00	0.00	1630.00	200.00	950.00	0.00	0.00	5560.00
Rack de Compresores Baja Temperatura	0.00	50.00	100.00	1390.00	0.00	300.00	0.00	0.00	0.00	0.00	800.00	900.00	3540.00
Condensador de Baja Temperatura	100.00	150.00	0.00	0.00	980.00	960.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	2290.00
Costo total correctivo y perdida de oportunidad, producción	**1,110.00**	**200.00**	**100.00**	**1,390.00**	**2,750.00**	**1,260.00**	**0.00**	**1,630.00**	**200.00**	**1,050.00**	**800.00**	**900.00**	**11390.00**

CAPITULO V

ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1. Condición Inicial - 1990

Para todos los equipos en general como se aprecia en la tendencia de la Grafica #1 hay un mayor gasto por Mantenimiento en los meses de verano y primavera, esto debido a que la temperatura ambiente aumenta por ello se requiere un mayor trabajo del sistema haciendo que las presiones del refrigerante aumenten y como consecuencia un mayor trabajo del sistema.

Se observa que los Costos del Mantenimiento y Costos de Oportunidad son muy similares lo cual hace que el Costo Total sea elevado, ya que no solo se ve involucrado las labores de mantenimiento, si no lo que se deja de vender y los productos que se malogran por mal funcionamiento el sistema de frió.

Para los equipos del Plan Piloto observamos en la Tabla #14 y Grafica #4 que el mayor gastos involucra se da en la Vitrina de Helados por su elevado Costo de Oportunidad mientras que para los otros equipos el único costo asociado es el Costo de Mantenimiento Correctivo vistas en la Grafica #5. Entonces se plantea que reduciendo estos Costo de Oportunidad que son S/. 40620.00 anuales se

Tabla #14 : COSTOS MENSUALES MANTENIMIENTO CORRECTIVO EQUIPOS DEL PLAN PILOTO 1990

Costo Actividades Mantenimiento Correctivo

	Meses de año calendario de trabajo Año 1990 C.M.C (S/.)												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviemb	Diciemb	Total
Vitrina de Helados	1870.00	3490.00	3100.00	-----	960.00	5895.00	590.00	-----	-----	2890.00	-----	1689.00	20484.00
Rack de Compresores Baja Temperatura	2788.50	6990.00	-----	4570.00	1290.00	-----	-----	2895.00	-----	3590.00	1490.00	-----	23613.50
Condensador de Baja Temperatura	1737.50	-----	1870.00	3210.00	-----	-----	400.00	-----	1895.00	-----	-----	3120.00	12232.50
Costo por Mantenimiento mensual (S/.)	**6396.00**	**10480.00**	**4970.00**	**7780.00**	**2250.00**	**5895.00**	**990.00**	**2895.00**	**1895.00**	**6480.00**	**1490.00**	**4809.00**	**56330.00**

Costo de Oportunidad

	Meses de año calendario de trabajo Año 1990 C.T.C.O. (S/.)												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviemb	Diciemb	Total
Vitrina de Helados	3870.00	5490.00	5100.00	-----	2960.00	7098.00	4350.00	-----	-----	5987.00	-----	5765.00	40620.00
Rack de Compresores Baja Temperatura	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.00
Condensador de Baja Temperatura	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.00
Costo Total por Oportunidad mensual (S/.)	**3870.00**	**5490.00**	**5100.00**	**0.00**	**2960.00**	**7098.00**	**4350.00**	**0.00**	**0.00**	**5987.00**	**0.00**	**5765.00**	**40620.00**

Costo Total del Mantenimiento Correctivo

	Meses de año calendario de trabajo Año 1990 C.T.M.C (S/.)												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviemb	Diciemb	Total
Vitrina de Helados	5740.00	8980.00	8200.00	0.00	3920.00	12993.00	4940.00	0.00	0.00	8877.00	0.00	7454.00	61104.00
Rack de Compresores Baja Temperatura	2788.50	6990.00	0.00	4570.00	1290.00	0.00	0.00	2895.00	0.00	3590.00	1490.00	0.00	23613.50
Condensador de Baja Temperatura	1737.50	0.00	1870.00	3210.00	0.00	0.00	400.00	0.00	1895.00	0.00	0.00	3120.00	12232.50
Costo total correctivo y perdida de oportunidad, producción	**10266.0**	**15970.0**	**10070.0**	**7780.0**	**5210.0**	**12993.0**	**5340.0**	**2895.0**	**1895.0**	**12467.0**	**1490.0**	**10574.0**	**96950.00**

Grafico #4 : COSTOS MENSUAL MANTENIMIENTO CORRECTIVO POR EQUIPOS DEL PLAN PILOTO - 1990

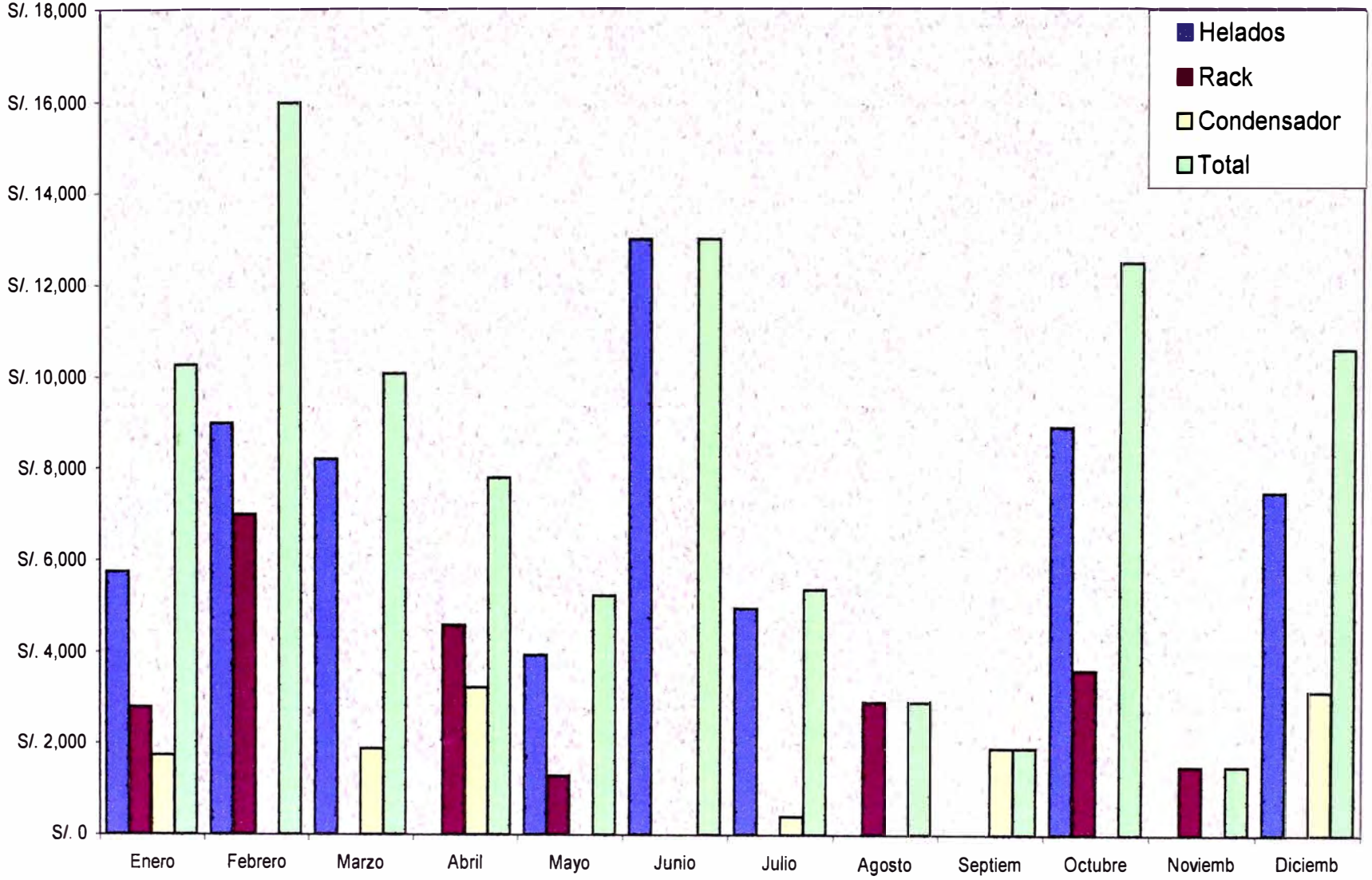
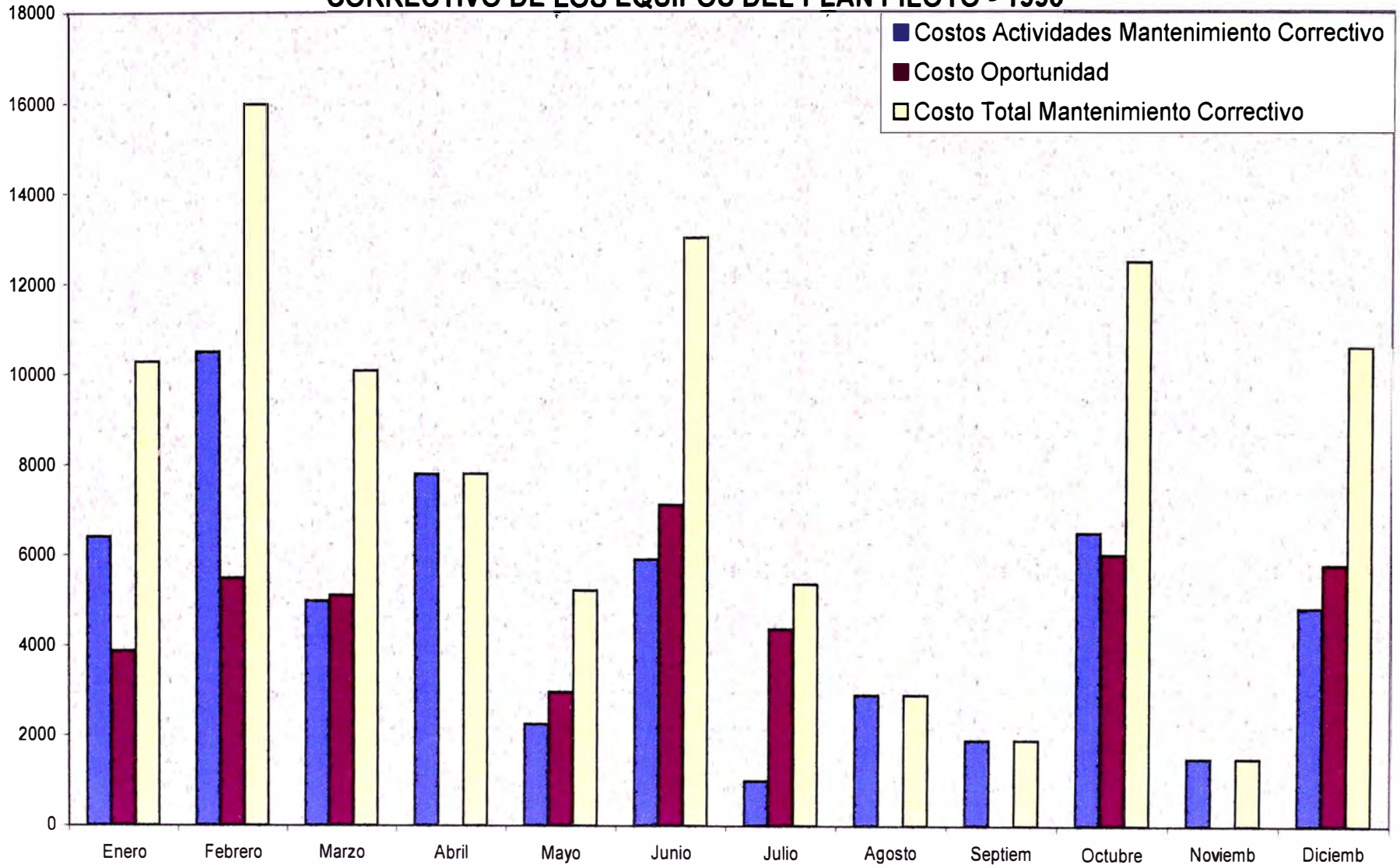


Grafico #5 : COSTOS MENSUALES INVOLUCRADOS EN EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LOS EQUIPOS DEL PLAN PILOTO - 1990



lograra un ahorro significativo el cual ara reducir el Costo Total que es de S/. 96950.00 anuales, viéndose también reducido en forma indirecta costo de Mantenimiento que es S/. 56330.00 anuales.

5.2. Al Implementarse el Mantenimiento Preventivo - 1995

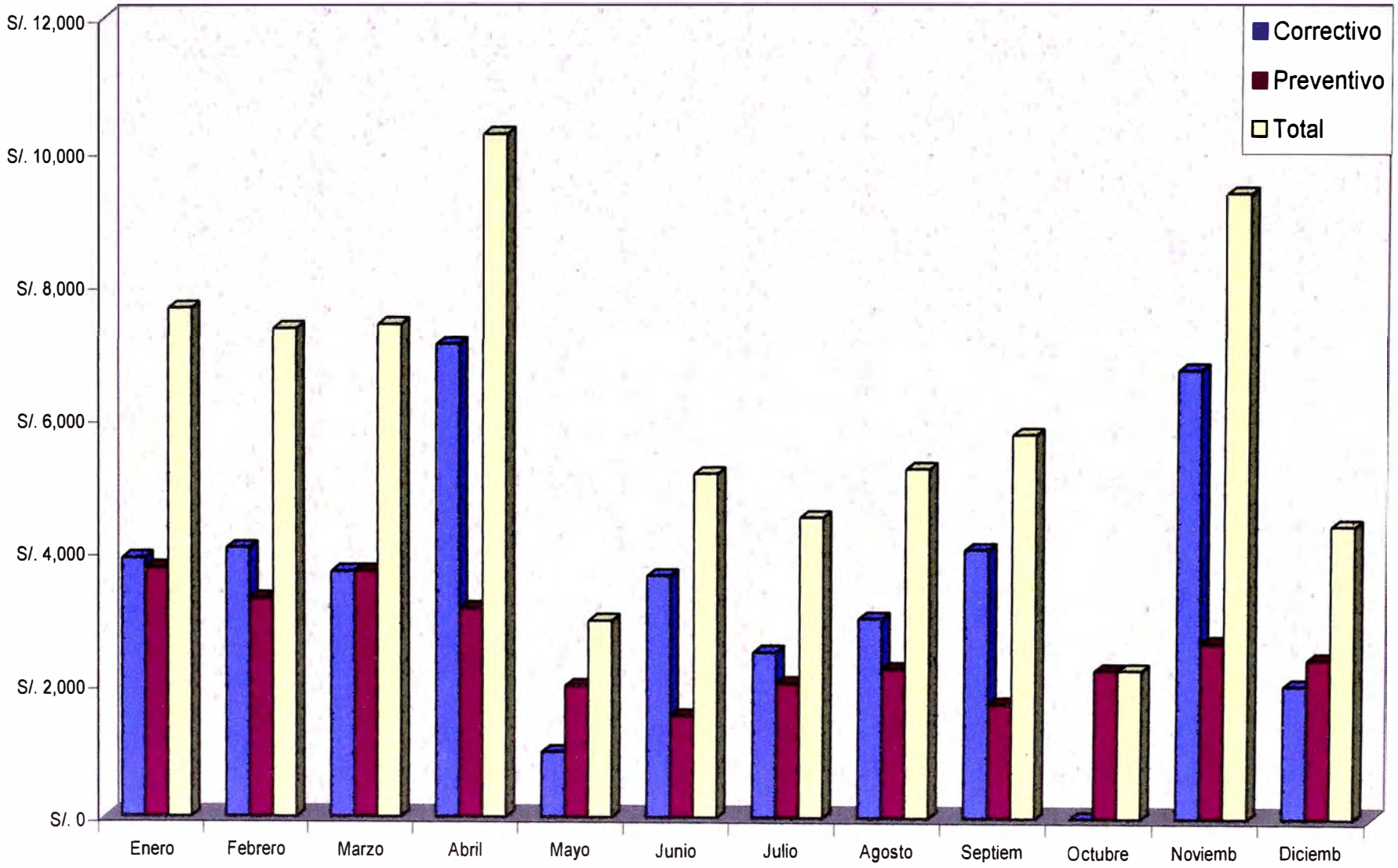
Al momento de implementar el mantenimiento preventivo se hace una mayor inversión en el Rack BT debido principalmente al cambio de filtros y aceite por encontrarse en una situación critica y afectan fuertemente al sistema, pero en general los costos son mayores en los primeros meses ya que se inicia realizando los cambios mas costosos y críticos que según el historial del Mantenimiento Correctivo y catálogos del fabricante que indica que ya paso el periodo de vida útil y se debería realizar el cambio de repuestos y/o cambio de materiales.

Dicha tendencia se observa en su conjunto en la Tabla #8 y grafico #2 que muestra siempre un mayor costo preventivo en el Rack de Compresores de BT debido a lo caro de sus repuestos.

Rack de Compresores BT	S/. 13845.80
Condensador BT	S/. 6650.50
Helados	S/. 10128.30

Es importante señalar que los gastos serán repetitivos según la frecuencia establecida y por ello los costos no serán constantes, además las actividades correctivas continúan presentes en forma aleatoria pero en menor grado a lo largo de todo el año tal como se muestra en la Grafica #6.

Grafico #6 : COSTOS MANTENIMIENTO TOTAL 1995



5.3. Al Implementarse el Mantenimiento Predictivo - 2000

Los costos para la implementación en este caso se ven afectados principalmente al inicio por la adquisición de los instrumentos de medida y monitoreo los que se muestra en la Tabla #11, para que posteriormente los costos de cada actividad sea constante en el tiempo (S/. 1140.00) según la frecuencia del monitoreo lo cual se observa en la Tablas #12 y grafico #6 donde se presentan solo 2 picos o puntos de discontinuidad, el primero en Enero (S/. 5490.00) debido a la inversión inicial y el segundo en el mes de Julio (S/. 2140.00) debido a la frecuencia de una actividad semestral en el Rack de Compresores de BT que es el análisis de aceite el cual influye también en el mes de Enero.

Para esta etapa de la implementación se considera la existencia de los Costos Correctivos y de los Costos Preventivos ya implementados y en continua ejecución y mejora, para este ultimo vemos que se va reduciendo sus Costos para este año ya que es absorbido por las actividades predictivas tal como se muestra en la Grafica #7.

5.4. Análisis Global

Al hacer un análisis comparativo con los valores resumidos en las Tablas #15, #16 de los años 1990, 1995 y 2000 vemos que el Mantenimiento Correctivo ha disminuido significativamente.

- Entre el año 1990 y 1995 hay un ahorro del 57.09 %
- Entre el año 1995 y 2000 hay un ahorro del 72.62 %
- Entre el año 1900 y 2000 hay un ahorro del 88.25 %

Grafico #7 : COSTOS MANTENIMIENTO TOTAL 2000

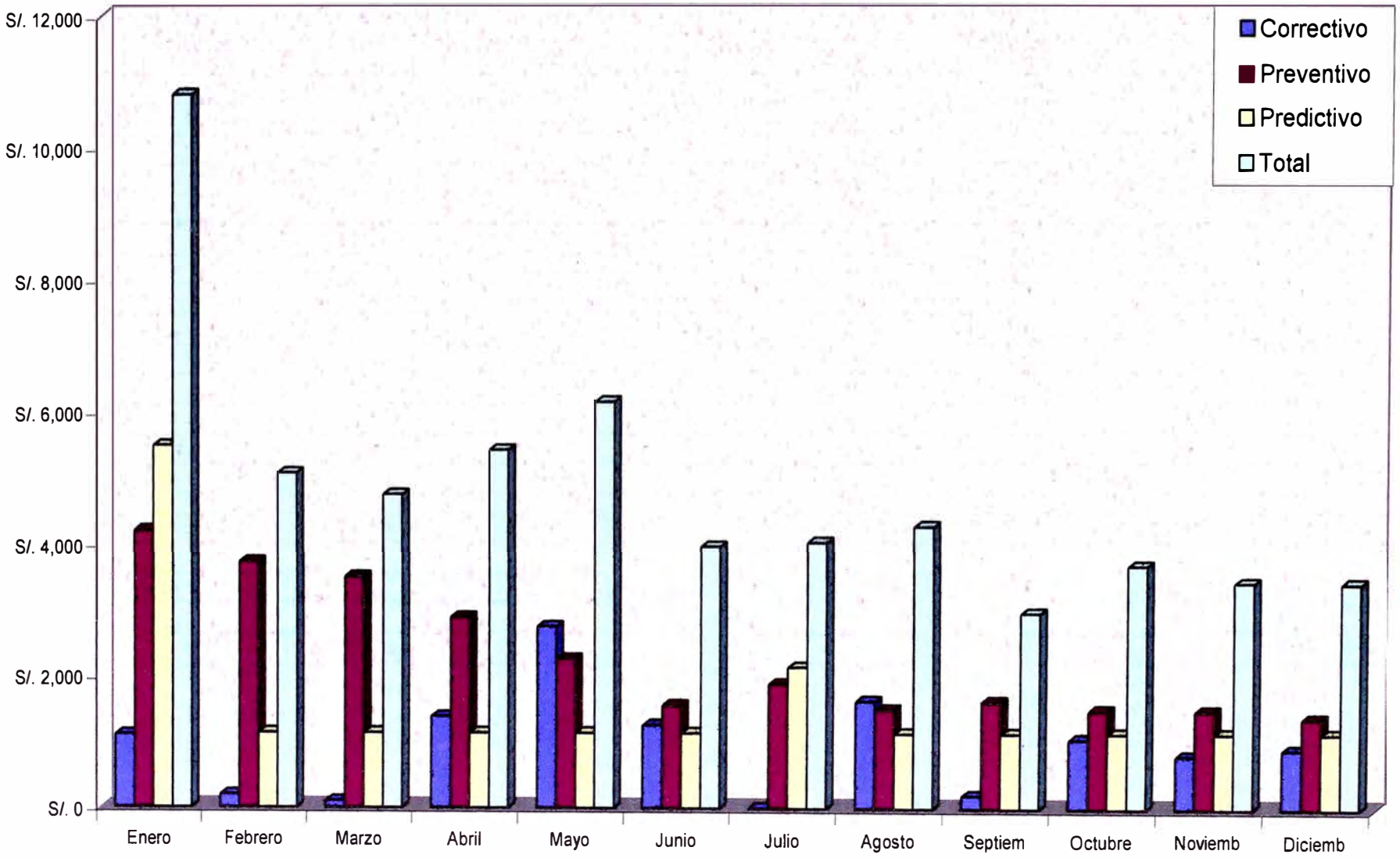


Tabla #15 : RESUMEN COMPARATIVO DE LA EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

	1990	1995			2000			
	Costo Total Mantenimiento Correctivo	Costo Total Mantenimiento Correctivo	Costo Total Mantenimiento Preventivo	Costo Total Mantenimiento	Costo Total Mantenimiento Correctivo	Costo Total Mantenimiento Preventivo	Costo Total Mantenimiento Predictivo	Costo Total Mantenimiento
Enero	S/. 10,266.00	S/. 3,898.50	S/. 3,748.60	S/. 7,647.10	S/. 1,110.00	S/. 4,199.60	S/. 5,490.00	S/. 10,799.60
Febrero	S/. 15,970.00	S/. 4,050.00	S/. 3,288.00	S/. 7,338.00	S/. 200.00	S/. 3,730.00	S/. 1,140.00	S/. 5,070.00
Marzo	S/. 10,070.00	S/. 3,698.00	S/. 3,701.00	S/. 7,399.00	S/. 100.00	S/. 3,505.00	S/. 1,140.00	S/. 4,745.00
Abril	S/. 7,780.00	S/. 7,100.00	S/. 3,142.00	S/. 10,242.00	S/. 1,390.00	S/. 2,890.00	S/. 1,140.00	S/. 5,420.00
Mayo	S/. 5,210.00	S/. 980.00	S/. 1,980.00	S/. 2,960.00	S/. 2,750.00	S/. 2,260.00	S/. 1,140.00	S/. 6,150.00
Junio	S/. 12,993.00	S/. 3,630.00	S/. 1,530.00	S/. 5,160.00	S/. 1,260.00	S/. 1,559.00	S/. 1,140.00	S/. 3,959.00
Julio	S/. 5,340.00	S/. 2,490.00	S/. 2,020.00	S/. 4,510.00	S/. 0.00	S/. 1,885.00	S/. 2,140.00	S/. 4,025.00
Agosto	S/. 2,895.00	S/. 3,000.00	S/. 2,240.00	S/. 5,240.00	S/. 1,630.00	S/. 1,500.00	S/. 1,140.00	S/. 4,270.00
Septiem	S/. 1,895.00	S/. 4,030.00	S/. 1,720.00	S/. 5,750.00	S/. 200.00	S/. 1,620.00	S/. 1,140.00	S/. 2,960.00
Octubre	S/. 12,467.00	S/. 0.00	S/. 2,227.00	S/. 2,227.00	S/. 1,050.00	S/. 1,490.00	S/. 1,140.00	S/. 3,680.00
Noviemb	S/. 1,490.00	S/. 6,720.00	S/. 2,638.00	S/. 9,358.00	S/. 800.00	S/. 1,485.00	S/. 1,140.00	S/. 3,425.00
Diciemb	S/. 10,574.00	S/. 2,000.00	S/. 2,390.00	S/. 4,390.00	S/. 900.00	S/. 1,370.00	S/. 1,140.00	S/. 3,410.00
TOTAL	**S/. 96,950.00**	**S/. 41,596.50**	**S/. 30,624.60**	**S/. 72,221.10**	**S/. 11,390.00**	**S/. 27,493.60**	**S/. 19,030.00**	**S/. 57,913.60**
TOTAL	**S/. 96,950.00**	**S/. 72,221.10**			**S/. 57,913.60**			

AHORRO 90 - 95	**S/. 24,728.90**	**25.51%**
AHORRO 95 - 00	**S/. 14,307.50**	**19.81%**
AHORRO 90 - 00	**S/. 39,036.40**	**40.26%**

AHORRO CORRECTIVO 90 - 95	**S/. 55,353.50**	**57.09%**
AHORRO CORRECTIVO 95 - 00	**S/. 30,206.50**	**72.62%**
AHORRO CORRECTIVO 90 - 00	**S/. 85,560.00**	**88.25%**

Tabla #16 : EVOLUCION ANUAL DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO (S/.)

Mantto	1990	1995	2000
Correctivo	96,950.0	41,596.5	11,390.0
Preventivo		30,624.6	27,493.6
Predictivo			19,030.0
TOTAL	**96,950.0**	**72,221.1**	**57,913.6**

Mantto	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Correctivo	96,950.0	90,949.0	84,948.0	78,947.2	74,795.0	41,596.5	35,526.6	29,456.8	26,421.8	23,996.0	11,390.0
Preventivo						30,624.6	31,765.0	32,994.5	34,322.5	35,762.9	27,493.6
Predictivo											19,030.0
TOTAL	**96,950.0**	**90,949.0**	**84,948.0**	**78,947.2**	**74,795.0**	**72,221.1**	**67,291.6**	**62,451.3**	**60,744.3**	**59,758.9**	**57,913.6**

Del mismo modo podemos hacer un análisis para el Mantenimiento Total

- Entre el año 1990 y 1995 hay un ahorro del 25.51 %
- Entre el año 1995 y 2000 hay un ahorro del 19.81 %
- Entre el año 1900 y 2000 hay un ahorro del 40.26 % que representa S/.39036.40 lo cual es un valor significativo si consideramos que solo se ha aplicado a 3 equipos

Esta evolución se puede visualizar en un resumen anual en el grafico #8 y #9 en donde se muestra como se fue reduciéndose los costos totales y los costos de Mantenimiento Correctivo conforme se fueron implementando los planes de mantenimiento con una repercusión en unos equipos mas que en otros, así tenemos :

Vitrina de Helados

Ahorro 90 - 95	S/. 28,075.20	45.95%
Ahorro 95 - 00	S/. 10,064.20	30.47%
Ahorro 90 - 00	S/. 38,139.40	62.42%

Ahorro Correctivo 90 - 95	S/. 38,203.50	62.52%
Ahorro Correctivo 95 - 00	S/. 17,340.50	75.72%
Ahorro Correctivo 90 - 00	S/. 55,544.00	90.90%

Rack de Compresorees BT

Ahorro 90 - 95	S/. 1,096.70	4.64%
Ahorro 95 - 00	-S/. 3,722.20	-16.53%
Ahorro 90 - 00	-S/. 2,625.50	-11.12%

Ahorro Correctivo 90 - 95	S/. 14,942.50	63.28%
Ahorro Correctivo 95 - 00	S/. 5,131.00	59.17%
Ahorro Correctivo 90 - 00	S/. 20,073.50	85.01%

Condensadores BT

Ahorro 90 - 95	-S/. 4,443.00	-36.32%
Ahorro 95 - 00	S/. 7,965.50	47.77%
Ahorro 90 - 00	S/. 3,522.50	28.80%

Ahorro Correctivo 90 - 95	S/. 2,207.50	18.05%
Ahorro Correctivo 95 - 00	S/. 7,735.00	77.16%
Ahorro Correctivo 90 - 00	S/. 9,942.50	81.28%

Grafico #8 : ANALISIS ECONOMICA COMPARATIVO ENTRE LOS TIPOS DE MANTENIMIENTO EN LAS ETAPAS DE LA IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

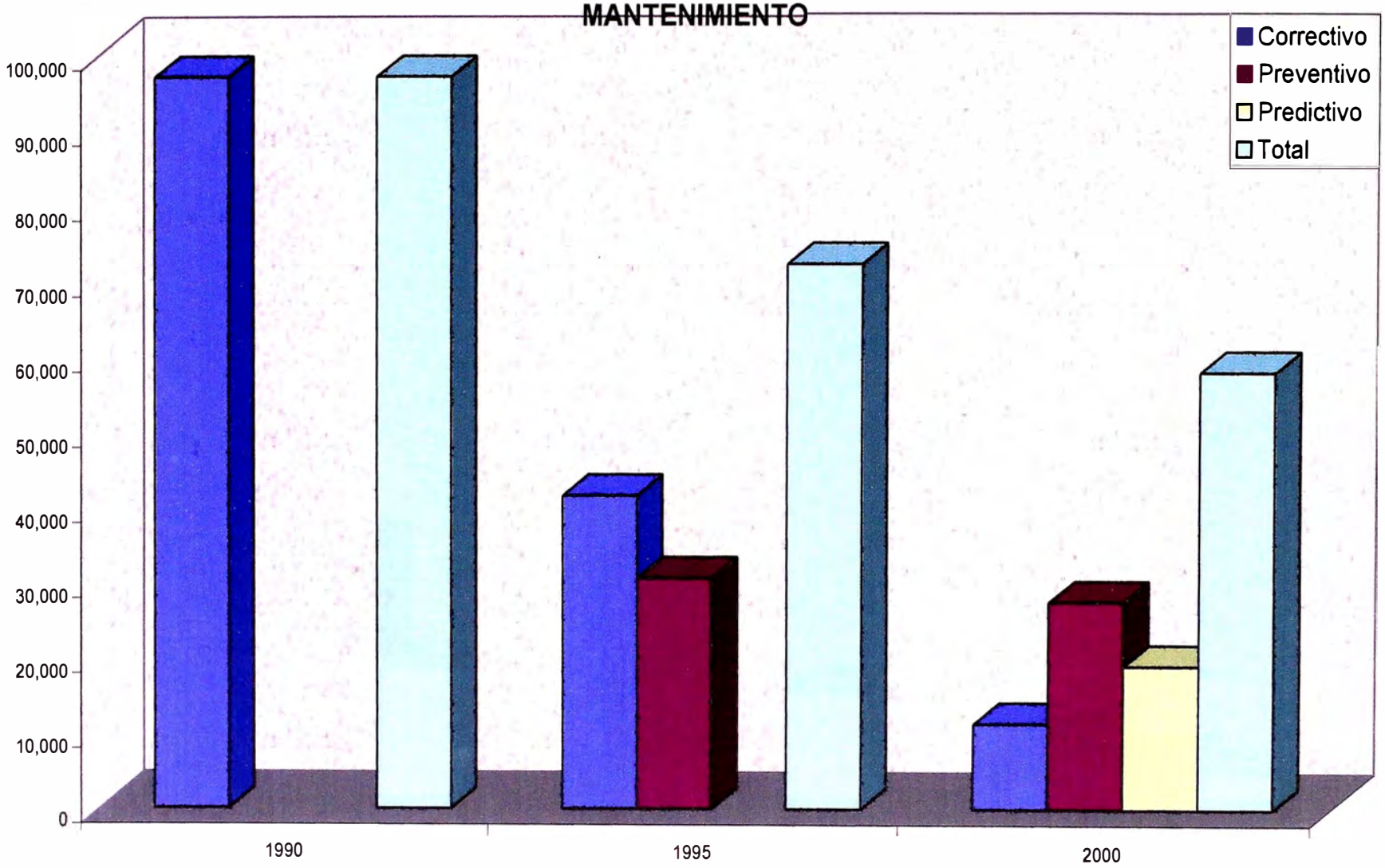
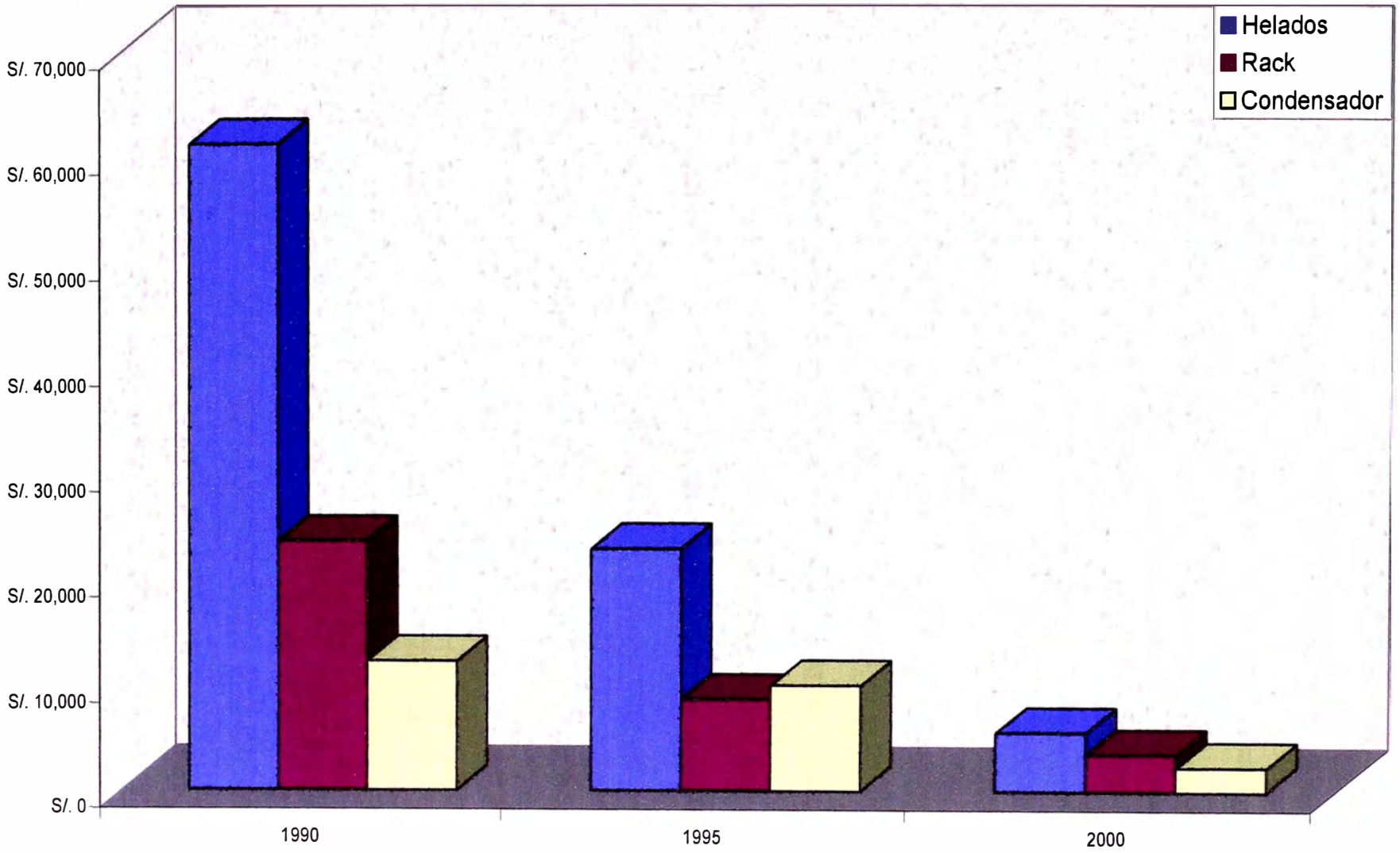


Grafico #9 : ANALISIS ECONOMICOCOMPARATIVO CORRECTIVO ENTRE LOS EQUIPOS EQUIPOS EN LAS ETAPAS DE IMPLEMENTACIÒN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO



En la Grafica #10 se observa que la mayor reducción de costos totales en todo el periodo de implementación se da en la vitrina de Helados, pero en el Rack de Compresores se observa que los costos han aumentado al momento de realizarse la implementación del Mantenimiento Predictivo principalmente por la inversión de los equipos de monitoreo (S/. 3450.00). Para el caso del Compresor si se tiene que la inversión en el Mantenimiento Preventivo fue negativo, pero la inversión en Mantenimiento Predictivo si impacto positivamente pero el ahorro no fue tan significativo.

Podemos apreciar también en la Tabla #16 y Grafico #11 que entre los años 1995 y 1999 la inversión por Mantenimiento Preventivo anual fue aumentando, haciendo que el Costo por Mantenimiento Correctivo vaya reduciendo progresivamente, pero sin embrago en el año 2000 los Costos por Mantenimiento Preventivo van cayendo conforme los meses avanza desde S/. 4199.60 hasta S/. 1370.00 (ver Tablas #12 y Grafico #7) debido a que la inversión realizada para el Mantenimiento Predictivo va atenuando los Costos del Mantenimiento Preventivo.

En la Grafica #11 se puede apreciar una tendencia del costo que al parecer esta llegando al valor Mínimo ya que empiezan a estabilizarse, pero esto se debe a que en la ultima implementación se invirtió en instrumentos de medida y monitoreo con lo cual para el próximo año deben de caer los costos mas aun si sabemos que los costos de Mantenimiento Correctivo se reducirán por esta ultima implementación.

Grafico #10 : ANALISIS ECONOMICO COMPARATIVO TOTAL ENTRE LOS EQUIPOS EN LAS ETAPAS DE IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

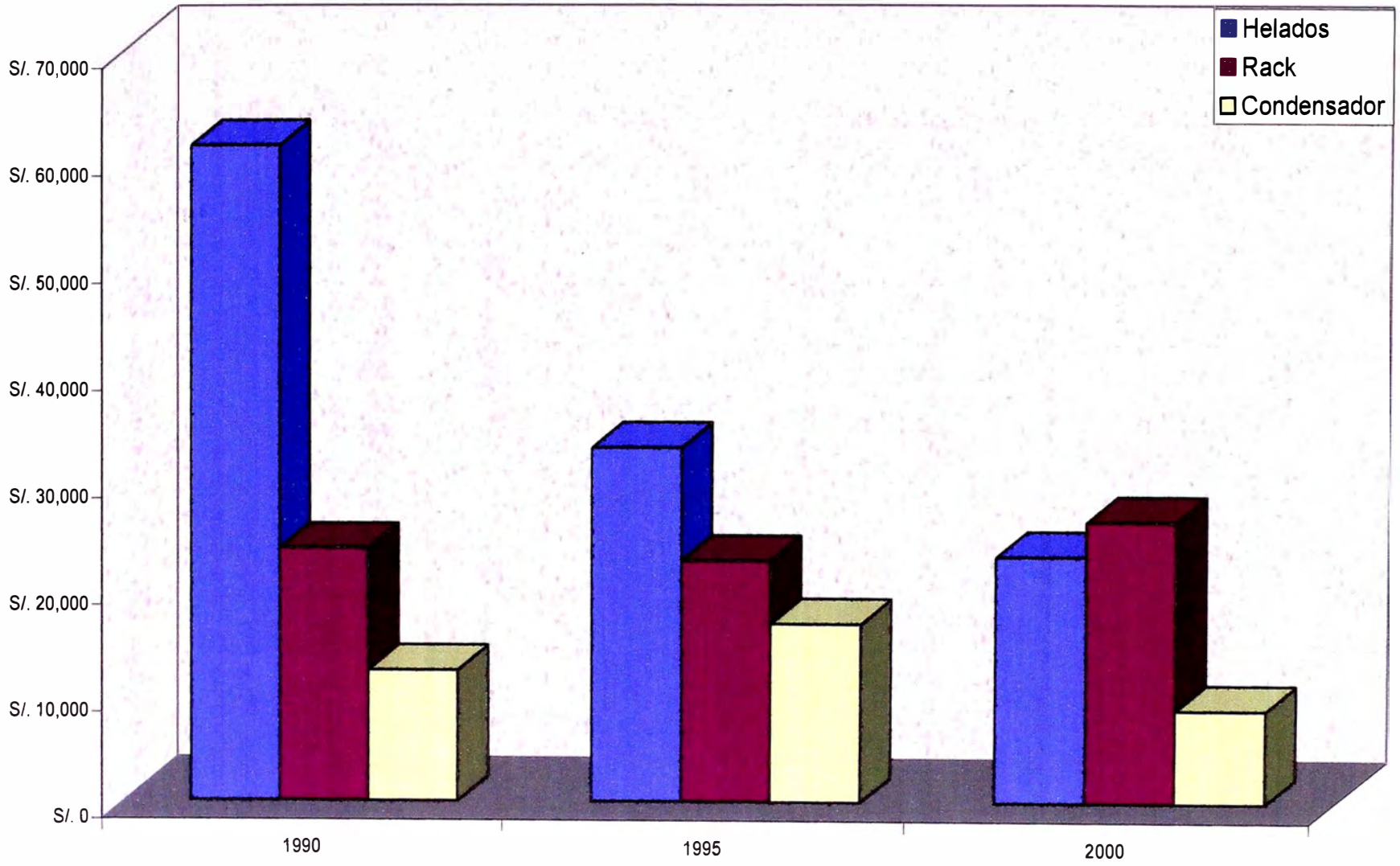
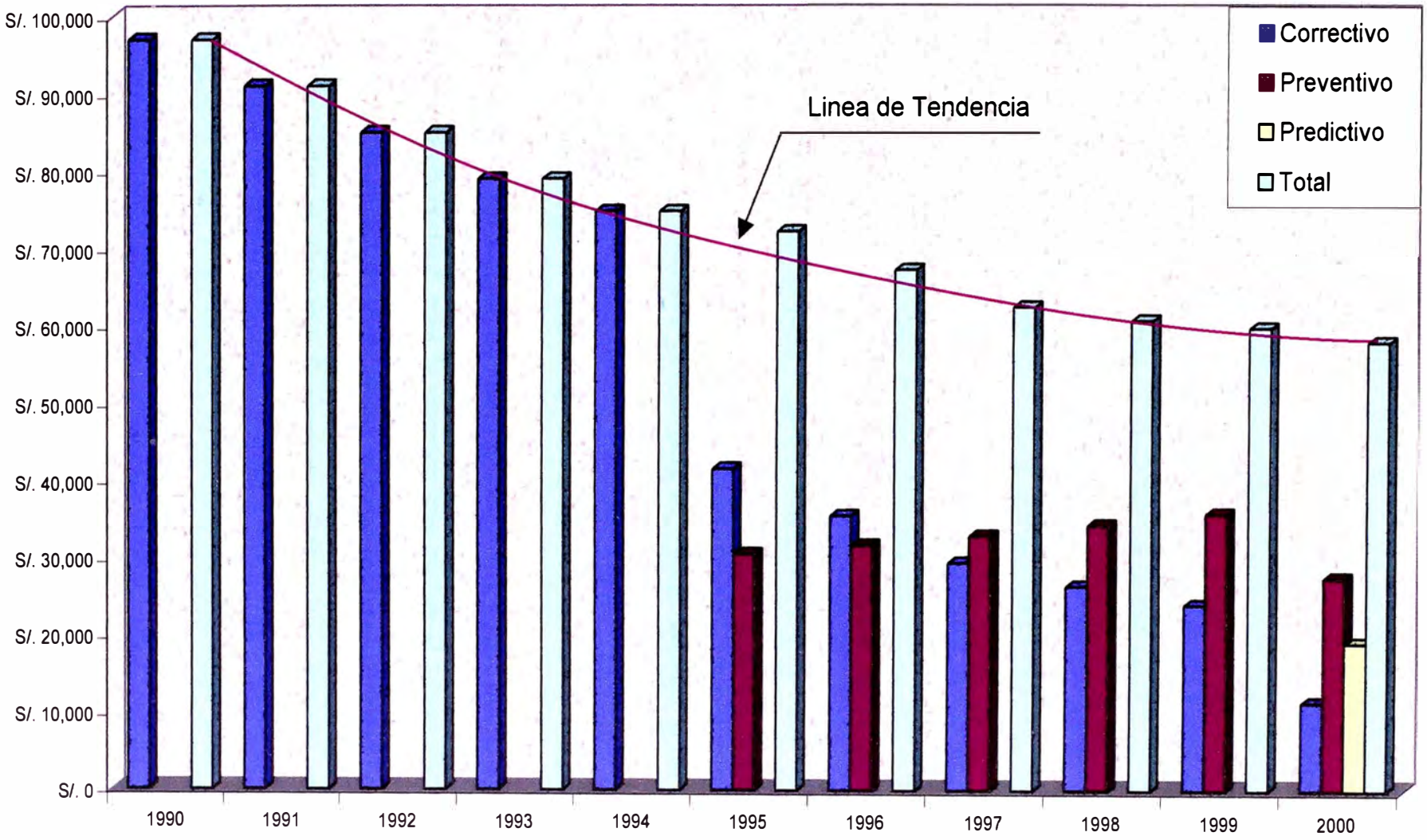


Grafico #11 : EVOLUCION ANUAL DE LOS COSTOS DEL MANTENIMIENTO 1990 - 2000



CONCLUSIONES

Se cumplió con el objetivo del presente trabajo, se lograr un ahorro económico del 40.26% que significa S/. 39036.40 al haberse implementado estos nuevos sistemas de Mantenimiento. Se reduce por lo tanto los gastos que realizaba la empresa en el mantenimiento del supermercado haciendo mas CONFIABLE su gestión y la operatividad del sistema.

Un porcentaje de los grandes ahorros mostrados en el comparativo del Mantenimiento Correctivo pasan a formar parte de los costos de Mantenimiento Preventivo y Predictivo, con lo cual ya estaríamos hablando de una reinversión que hacen que el Costo Total se vea reducido. Es evidente pues entonces que los costos por Mantenimiento Correctivo siempre existen pero se pueden atenuar lo mas que se puedan.

Reducción significativa de los Costos de mantenimiento Correctivo en S/ 85560.00 lo cual significa ahorro económico para la empresa que realiza el Mantenimiento ya que al reducir las intervenciones no planificadas se evita pagos al personal por horas extras y otro tipo de gastos involucrados (transporte, viáticos, tiempo), con lo cual se incrementa los ingresos ya que los trabajos se realizan por un contrato de pago fijo mensual, del cual un porcentaje pasa a formar parte de una reinversión en los nuevos sistemas de Mantenimiento que hacen que se logre esta reducción otro porcentaje pueda ser invertido en otro tipo de actividades como son la capacitación, implementación de equipos y su expansión en el mercado, fomentando de esta

manera una mentalidad de inversión dejando atrás las ideas de gastos en Mantenimiento

El Plan Piloto nos muestra que mayores beneficios nos da implementar los sistemas de mantenimiento en las vitrinas de frió ya que en estas se logra un ahorro de S/. 38139.40 que representa el 97% del ahorro durante el periodo de 1990 al 2000 debido a que se reduce significativamente los Costos de Oportunidad y los Costos por perdida de Producto, mientras que para el Rack de Compresores BT hay tan solo un ahorro de S/. 2625.50 y para al Condensador S/. 3522.50, por ello se recomienda la implementación de sistemas de Mantenimiento en las demás vitrinas de frió y las cámaras de conservación.

También al haber una menor cantidad de intervenciones, se logra una mayor satisfacción del publico cliente del Supermercado pues se reduce en gran medida la incomodidad del cliente ya que se puede planificar los trabajos que se realizaran lo cual conlleva a una mejora en la imagen del Supermercado y mas aun de la empresa dedicada a la realización de las actividades de Mantenimiento.

Mayor compromiso del personal de mantenimiento con los trabajos al haber un respaldo técnico a su labor, realizar un trabajo programado de alta eficiencia y brinda mayor satisfacción y comodidad al cliente por la disminución de la rotación de su mercadería, si no que será con previo aviso y con un cronograma ya establecido y bien coordinado.

Permite realizar inspecciones y detecciones de fallas en forma permanente así como el empleo de patrones de control y registro como herramientas de carácter organizativo.

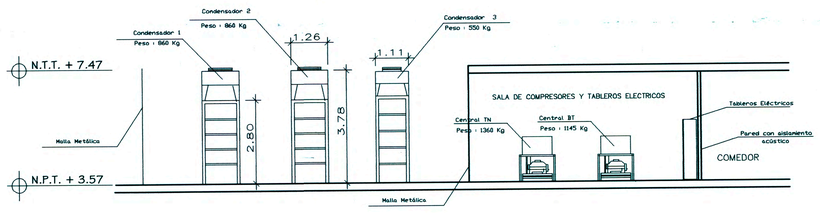
Se espera de esta manera poder contribuir en el desarrollo del país, motivando a los profesionales hacia la mejora continua y la modernidad, ya que el mantenimiento brinda beneficios no solo en el campo de la refrigeración sino en todo campo de la ingeniería.

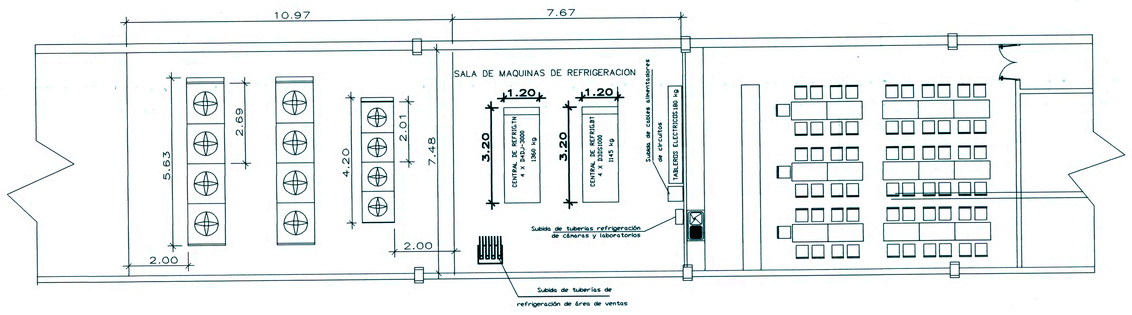
BIBLIOGRAFÍA

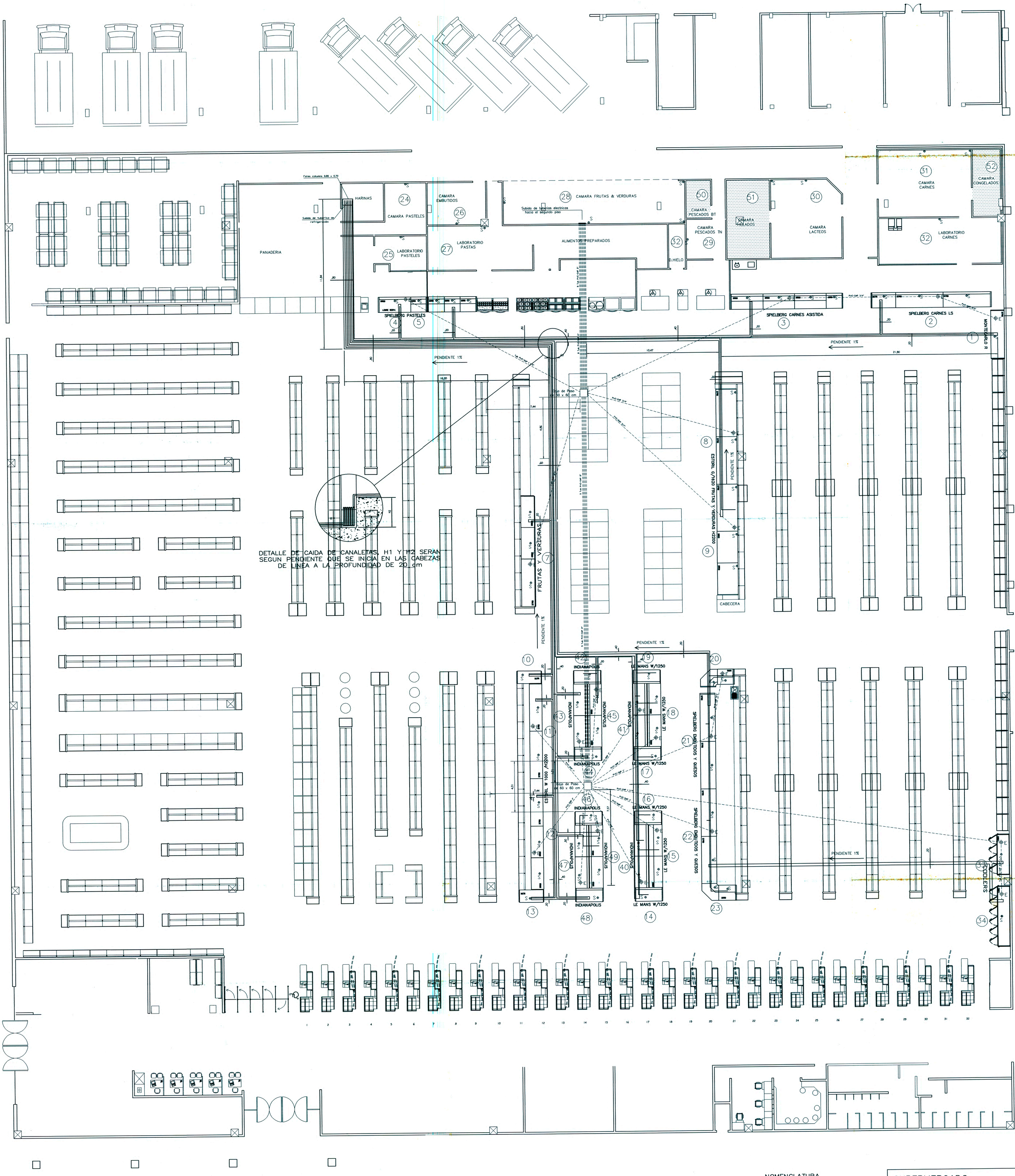
- http://www.macroanalisis.com/articulos/default.asp?articulo_id=93 COSTOS DE OPORTUNIDAD, FUTURO Y ESPERANZAS Autor : *Hilton Giardina* Escrito el 09/12/2002.
- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES Autor: José Roldán Viloria Páginas: 416 Formato: 17 x 24 cm Edición: 2001.
- MANTENIMIENTO PREDICTIVO BASADO EN LA CONFIABILIDAD Colegio de Ingenieros del Peru Agosto de 1996
- GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO. Separatas 4º Curso de Actualización de conocimiento Ing. Víctor Ortiz Álvarez
- MANTENIMIENTO PREDICTIVO BASADO EN LA CONFIABILIDAD Electronic Systems S.A. Autor: Víctor Encinas Beltrán 1996.
- MANUAL DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL Autor: L.C. Morrow Editorial Continental S.A.
- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES Autor : Baldin / Furllanelto / Roversi / Turco Editorial Gili S.A.

PLANO

SALA DE MAQUINAS REFRIGERACION







NOMENCLATURA

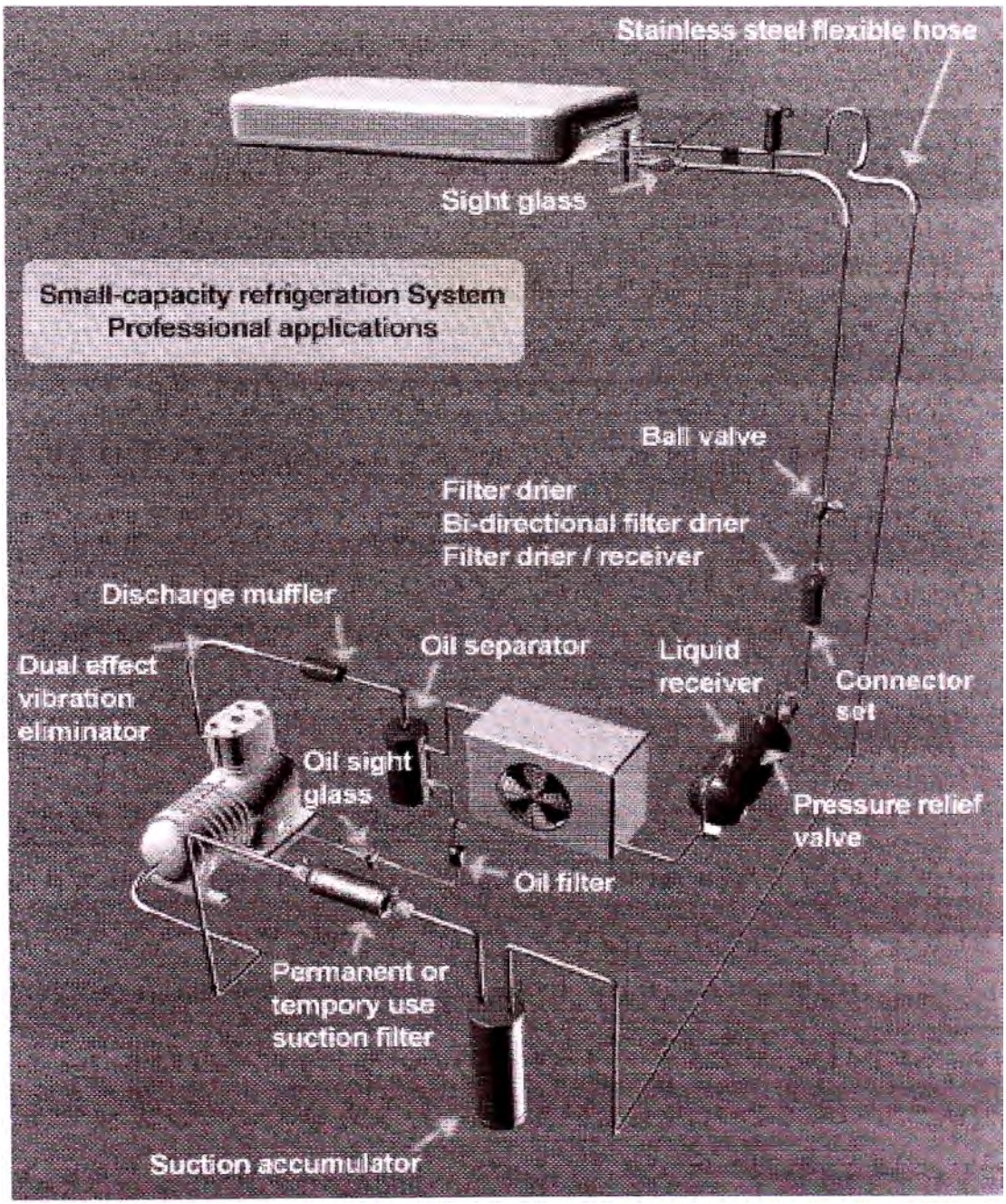
- S Sumideros 3"
- Tableros de control
- E Acometida eléctrica

SUPERMERCADO	
SISTEMAS DE REFRIGERACION	
Plano No. : SM01	Escala : 1/ 100
	Fecha : 9/11/2002
Dibujo	HEINER CORREA BALBOA

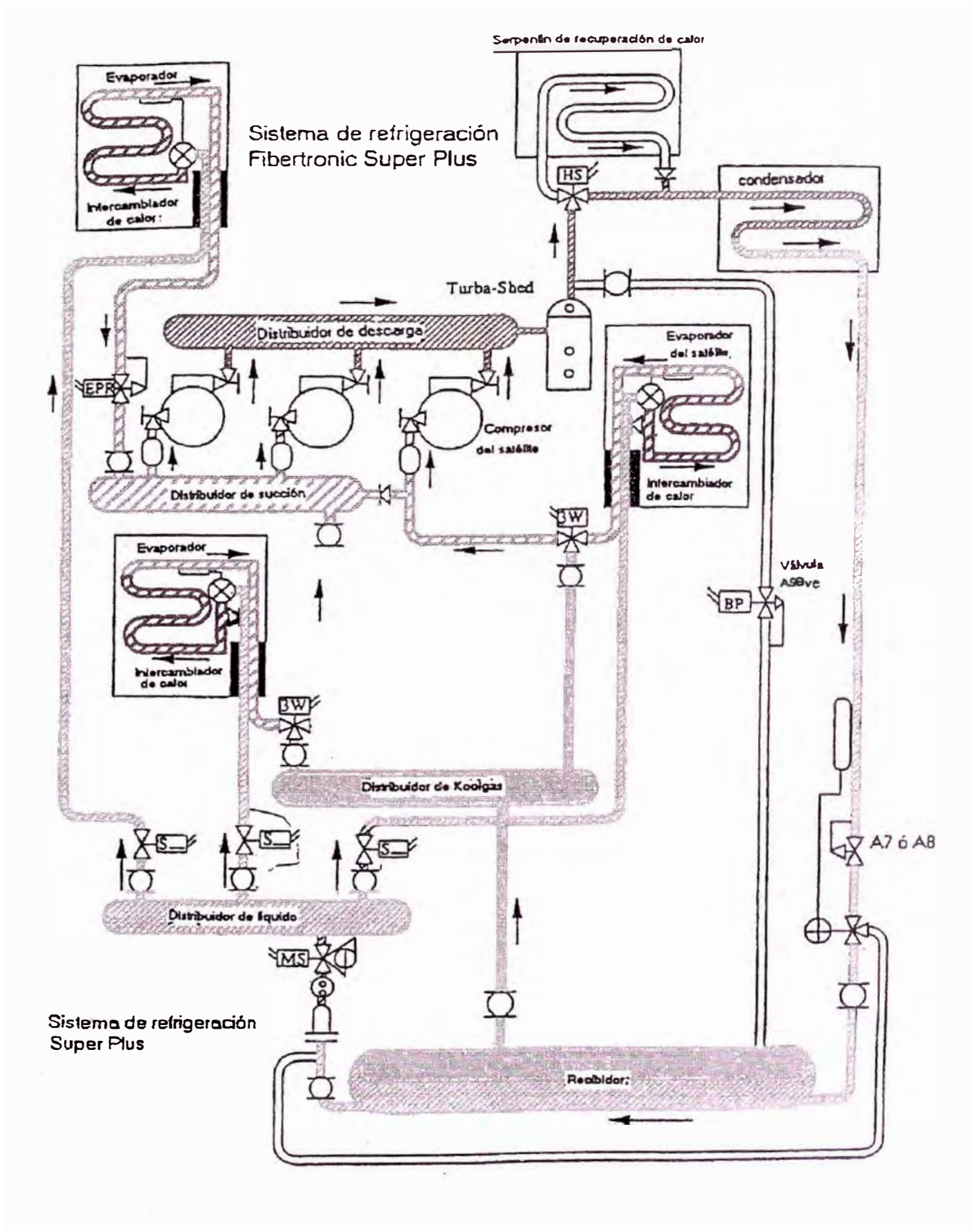
APÉNDICE

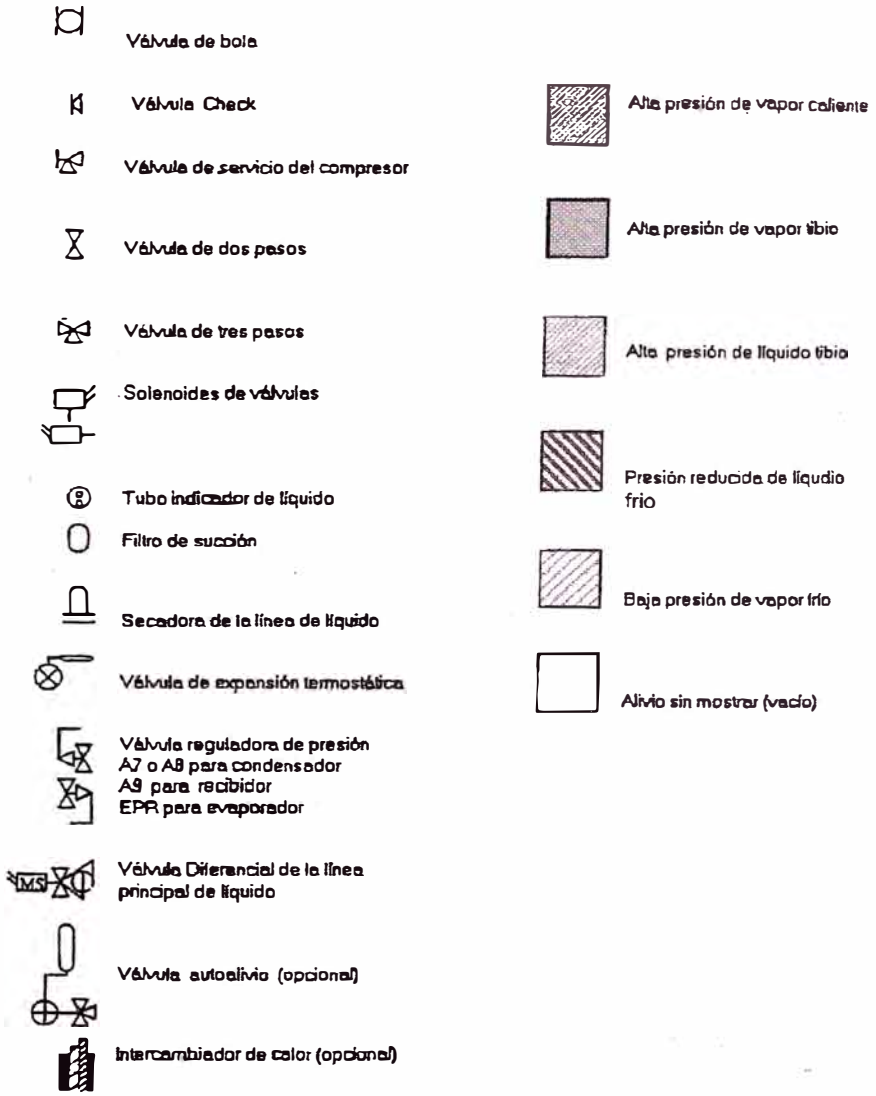
Apéndice #1 : FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Sistema Convencional



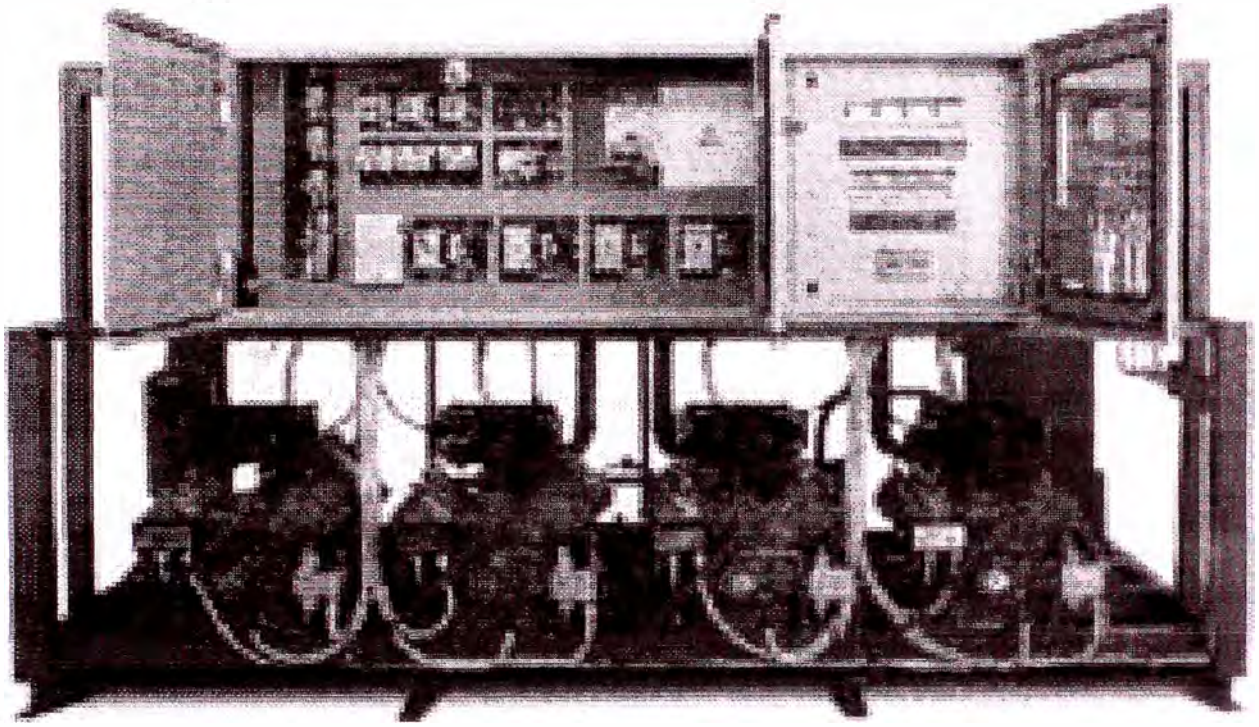
Sistema no Convencional o Centrado



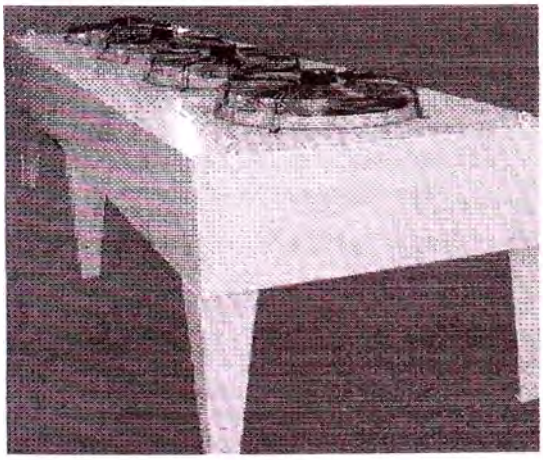

Válvula de bola
Válvula Check
Válvula de servicio del compresor
Válvula de dos pasos
Válvula de tres pasos
Solenoides de válvulas
Tubo indicador de líquido
Filtro de succión
Secadora de la línea de líquido
Válvula de expansión termostática
Válvula reguladora de presión
A7 o A8 para condensador
A9 para recibidor
EPR para evaporador
MS
Válvula Diferencial de la línea principal de líquido
Válvula autoalivio (opcional)
Intercambiador de calor (opcional)
Alta presión de vapor caliente
Alta presión de vapor tibio
Alta presión de líquido tibio
Presión reducida de líqudio frio
Baja presión de vapor frío
Alivio sin mostrar (vacío)

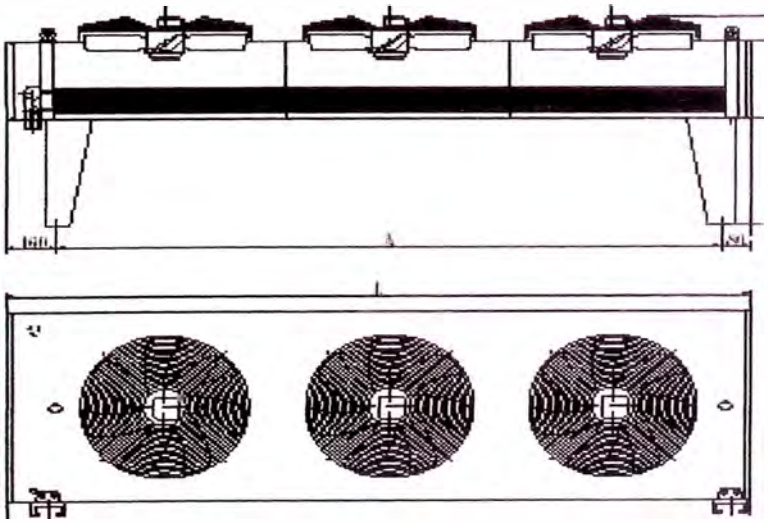
Apéndice #2 : EQUIPOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Rack de Compresores

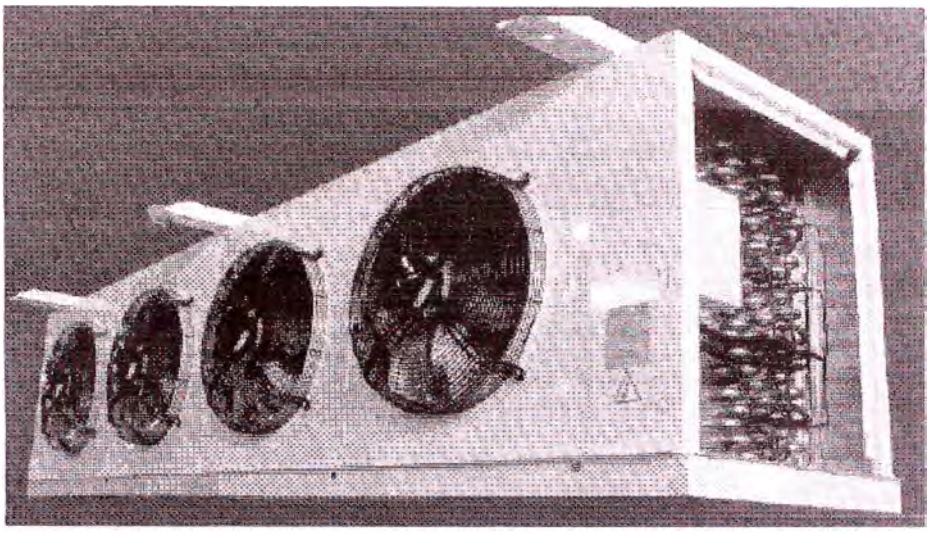


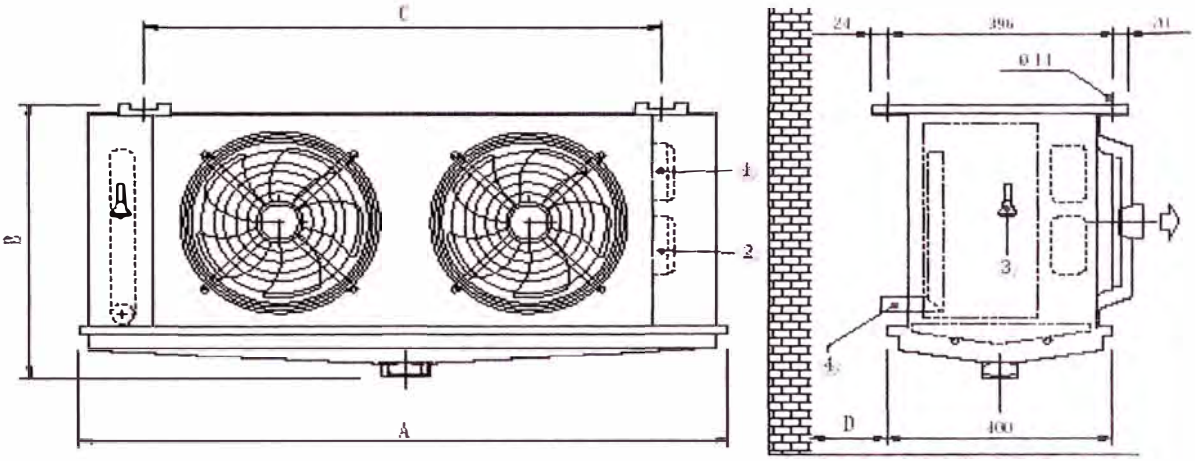
Condensador





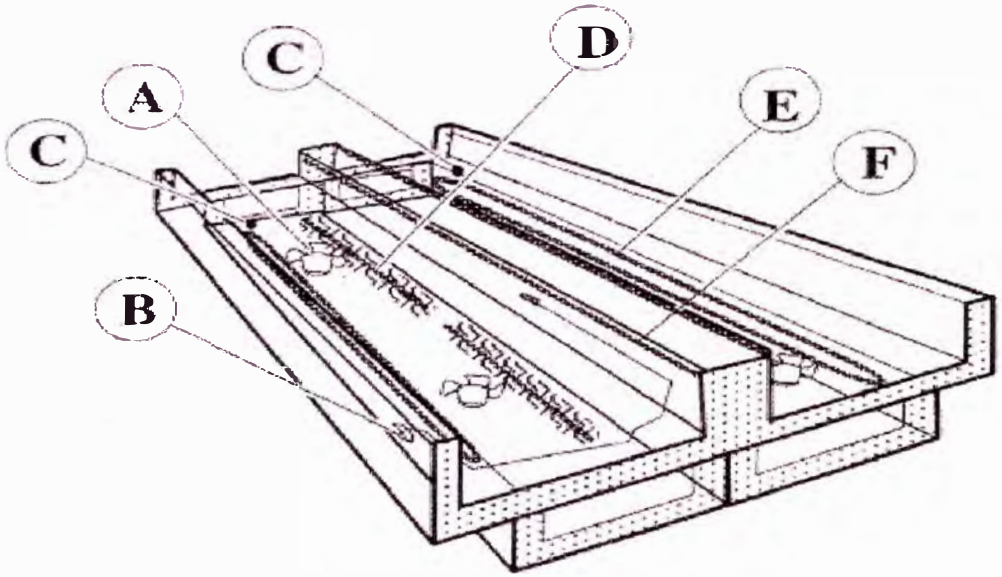
Evaporador





Caja conexión motores. ____ 1 ____ Motors connection box.
Caja de conexión (sólo desescarches E y DAE). ____ 2 ____ Electric heater juction box (for E and DAE defrost only).
Conexión entrada refrigerante. ____ 3 ____ Refrigerant inlet connection.
Conexión salida refrigerante. ____ 4 ____ Refrigerant outlet connection.

Vitrina de Frió



FAN ASSEMBLIES, AND THERMOSTATS

Item	Part #	Description	Wiring Item #
A.	4W Fan Assembly		1
	392457	Fan Motor, Standard	
	252116	Fan Blade embossing toward motor 7 Inch, 15°, CW	
B.	Optional Adjustable Refrigeration Thermostat,		2
	144732	White Rodgers	
	253451	Honeywell	
C.	311588	Defrost Termination Thermostat	3

HEATERS

Item	Part #	Description	Wiring Item #
D.	395709	Modular Electric Defrost Heaters, 208V	4
E.	Drip Pan Heaters, Electric 208V		5
	392413	8 foot case	
	392414	12 foot case	
F.	Nosing Anti-sweat Heaters		6
	392443	8 foot case	
	392444	12 foot case	
G.	Glass Heaters		
	395666	8 foot case	
	395668	12 foot case	
	395664	Contour end	

Apéndice #3 : FICHA DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO :

GRUPO No 2

Registro No:

Fecha :

MAQUINA / EQUIPO :	
Parte Máquina / Equipo :	
Descripción de la Solicitud :	Reposición de instrumento

CÓDIGO :

TURNO :

INFORMES DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS

Clase de Intervención	
REVISIÓN	
AJUSTE	
LIMPIEZA	
REPARACIÓN	
NIVELACIÓN	
INSPECCIÓN	
CAMBIO PARTES	
CORRECCIÓN	

Tipo de Trabajo	
MECÁNICO	
ELÉCTRICO	
NEUMÁTICO	
HIDRÁULICO	
LUBRICACIÓN	
INSTRUMENTAL	
SERV. CONTROL	
MECANISMO	

Mano de Obra			
Personal	Cant.	t (hr.)	Costo (S/.)
MECANIC.			
ELECTRIC.			
AYUDANT.			
INSTRUM.			
OTROS			

Sub Total (S/.)

Tiempo (hr)

Otros		
Utilitarios	C.Oport	Costo (S/.)
HERRAM		
EQUIPOS		
REPUESTOS		
MATERIAL		
SERVICIOS		

Sub Total (S/.)

Total (S/.)

MATERIALES	UM	CANT.	EQUIPOS	UM	CANT.

OBSERVACIONES

Operario de Producción

Responsable de Mantenimiento

Supervisor de Producción

C H E C K L I S T

MAQUNA / EQUIPO ..... CODIGO : .....

PARTE	DESCRIPCION	Min	Max	L	M	m	J	V	S	L	M	m	J	V	S