



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO,
EN UNA MÁQUINA INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN DE HIELO,
UTILIZANDO EXCEL Y ACCESS**

Elio Ottoniel Fuentes Godínez

Asesorado por el Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco

Guatemala, julio de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO,
EN UNA MÁQUINA INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN DE HIELO,
UTILIZANDO EXCEL Y ACCESS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

ELIO OTTONIEL FUENTES GODÍNEZ
ASESORADO POR EL ING. ESDRAS MIRANDA OROZCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, JULIO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Pedro Enrique Kubes Zacek
EXAMINADOR	Ing. Hermenegildo Argueta Morales
EXAMINADOR	Ing. Edwin Antonio Alvarado Cario
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO, EN UNA MÁQUINA INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN DE HIELO, UTILIZANDO EXCEL Y ACCESS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha de 20 de julio de 2006.

ELIO OTTONIEL FUENTES GODÍNEZ

Guatemala, 30 de Abril de 2008

Ingeniero
Fredy Mauricio Monroy Peralta
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica.
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Estimado Ingeniero Monroy:

Por medio de la presente hago de su conocimiento que he asesorado y revisado el trabajo de graduación titulado "Programa de mantenimiento preventivo y correctivo, en una máquina industrial de fabricación de hielo, utilizando excel y access", del estudiante Elio Ottoniel Fuentes Godínez, quien se identifica con el carné 9012686.

Por lo tanto considero que dicho trabajo cumple con los requisitos necesarios para su posterior aprobación.



Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
Asesor
No. De colegiado 4637

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO, EN UNA MÁQUINA INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN DE HIELO, UTILIZANDO EXCEL Y ACCESS, del estudiante Elio Ottoniel Fuentes Godínez, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

CARLOS H. PÉREZ
ING. MECÁNICO INDUSTRIAL

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador de Área

Guatemala, mayo de 2008.

/behdei

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria al Trabajo de Graduación titulado PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO, EN UNA MÁQUINA INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN DE HIELO, UTILIZANDO EXCEL Y ACCESS, del estudiante Elio Ottoniel Fuentes Godínez, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
DIRECTOR



Guatemala, julio de 2008

/behdei

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 223.2008

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO, EN UNA MÁQUINA INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN DE HIELO, UTILIZANDO EXCEL Y ACCESS**, presentado por el estudiante universitario **Elio Ottoniel Fuentes Godínez**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, julio de 2008



/mestras

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

Ser supremo, a quien le debo todo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por ser mi casa de estudios, por enseñarme y guiarme.

FACULTAD DE INGENIERÍA

Con respeto y aprecio.

ESCUELA NORMAL CENTRAL PARA VARONES

Por ser la cuna de mi formación.

ACTO QUE DEDICO A:

Mi padre

Herman Efraín Fuentes Hernández

Porque, con su esfuerzo, trabajo y ejemplo, han hecho de mí un hombre digno.

Mi madre

Olivia Lucila Godínez Ramírez de Fuentes

Por ser una fuente de amor y comprensión, el pilar de la familia.

Mi esposa

Lilian Marleny Ríos de Fuentes

Por ser mi inspiración y quien me incentivo a concluir este trabajo.

Mi hija

Fátima Abigail, quien amo en forma incondicional.

Mis hermanos

Marvin, Jorge, Edgar y Jami

Por el apoyo y cariño que me han dado.

Mi amigo y compadre

Ing. Antonio Gudiel

Por su ayuda y amistad, que me ha brindado durante muchos años.

Y a mis familiares, amigos y compañeros.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
RESUMEN	VII
OBJETIVOS	IX
INTRODUCCIÓN	XI
1. PRINCIPIOS DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL	
1.1 Principios de funcionamiento del ciclo de refrigeración	2
1.2 Glosario de términos utilizados en refrigeración	12
1.3 Identificación de partes de la máquina que fabrica hielo	14
1.3.1 El evaporador	14
1.3.2 El compresor	16
1.3.2.1 El separador de aceite	16
1.3.2.2 Lubricación	18
1.3.3 El condensador	18
1.3.4 Torre de enfriamiento	20
1.3.4.1 Clasificación de torres de enfriamiento	21
2. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA	
2.1 Área de ubicación	23
2.2 Análisis del área a través del método FODA	24
2.3 Controles	25
2.3.1 Hoja de control y verificaciones de la máquina	25
2.3.2 Procedimiento de mantenimiento preventivo	26
2.3.3 Procedimiento de mantenimiento correctivo	26
2.3.4 Ingreso de información al programa	27

3. PROPUESTA DEL DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO, UTILIZANDO ACCES Y EXCEL	
3.1 Creación de tablas de las partes de la máquina y accesorios en Access	30
3.2 Instauración de tablas de posibles fallas y sus posibles soluciones	31
3.3 Creación de formularios de ingreso de datos	32
3.4 Modelos de Consultas o Querys basados en la información ingresada	39
3.5 Creación de tablas con información de los manuales, procedimientos y recomendaciones del fabricante	41
3.6 Presentación de resultados, a través de hojas de cálculo Excel	43
3.7 Diseño de macros para la lectura de la información	86
4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	
4.1 Instalación de office completo en computador a utilizar	89
4.2 Personal que realizará estas tareas	89
4.3 Instalación del programa en el computador	89
4.4 Capacitación de personal a cargo	90
4.5 Asignación de personal a realizar cada tarea	90
4.6 Análisis del costo de la implementación	91
5. SEGUIMIENTO	
5.1 Controles que se deben llevar después de iniciado el proyecto	93
5.2 Análisis de los resultados	93
5.3 Estándares que se deben cumplir	94
5.4 Mejoras del proceso puesto en marcha	94
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	99
BIBLIOGRAFÍA	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Ejemplo 1 del comportamiento del amoníaco	4
2	Ejemplo 2 del comportamiento del amoníaco	5
3	Comparación de un sistema de refrigeración	7
4	Sistema de refrigeración básico	8
5	Diagrama del evaporador	15
6	Diagrama del compresor	17
7	Diagrama condensador de casco y tubo	19
8	Diagrama torre enfriamiento	21
9	Hoja de control P34	25
10	Hoja de control de gastos en mantenimiento	26
11	Menú principal Access	30
12	Diseño tabla maestra	31
13	Tabla Fallas	32
14	Orden mantenimiento preventivo	33
15	Diagrama de formularios	34
16	Formulario mantenimiento preventivo	35
17	Orden mantenimiento correctivo	36
18	Formulario mantenimiento correctivo	37
19	Ficha de control del compresor	38
20	Formulario lista de control del compresor	39
21	Ventana principal de una consulta	40
22	Diagrama de una consulta	40
23	Tabla maestra	41
24	Tabla servicios mantenimiento preventivo	42
25	Ventana tabla dinámica paso 1 de 3	45
26	Ventana tabla dinámica paso 2 de 3	45

27	Ventana Microsoft Query	46
28	Ventana agregar tablas	46
29	Lista de campos de tabla dinámica	47
30	Devolver datos a Excel	47
31	Opción diseño tabla dinámica	48
32	Asistente para tablas y gráficos dinámicos	48
33	Asistente para tablas y gráficos dinámicos-diseño	49
34	Tabla dinámica	49
35	Tabla dinámica actualización	50
36	Diseño tabla dinámica de fallas	51
37	Diseño tabla dinámica de servicios mantenimiento preventivo	51
38	Muestra de hoja de búsqueda códigos	52
39	Menú consulta de base de datos	53
40	Ventana origen de datos	53
41	Ventana seleccionar base de datos	54
42	Ventana agregar tablas	54
43	Selección de campos de consulta	55
44	Devolver consulta a Excel	55
45	Ventana importar datos	55
46	Propiedades del rango de datos externos	56
47	Muestra de hoja de servicios de mantenimiento preventivo	57
48	Diseño tabla dinámica de mantenimiento preventivo	58
49	Muestra de hoja de mantenimiento preventivo	58
50	Criterios consulta de base de datos	59
51	Ordenar una consulta de base de datos	60
52	Propiedades de una consulta de base datos	61
53	Muestra de hoja mantenimiento preventivo próximo servicio	61
54	Ventana formato condicional	63
55	Parámetros consulta de base de datos	64

56	Condiciones de parámetros	64
57	Ventana validación de datos	65
58	Ejemplo de comandos Excel	67
59	Ventana validación de datos	68
60	Ejemplo de comando condicional Excel	68
61	Ejemplo de parámetros condicionales Excel	69
62	Ejemplo de concatenación en Excel	70
63	Muestra de hoja impresión servicio preventivo	71
64	Ventana consulta de base de datos fallas	72
65	Muestra de hoja de lista de fallas	72
66	Ventana consulta de base de datos mantenimiento correctivo	73
67	Diseño tabla dinámica mantenimiento correctivo	73
68	Muestra de hoja mantenimiento correctivo reporte	74
69	Diseño tabla dinámica de mantenimiento correctivo reparación	75
70	Muestra de hoja de mantenimiento correctivo reparación	75
71	Muestra de comando Excel	76
72	Aplicación de comandos Excel	77
73	Contenido de hoja mantenimiento correctivo realizados	78
74	Contenido de hoja lista fallas	79
75	Complemento comando Excel	80
76	Ejemplos comandos Excel	80
77	Muestra hoja impresión reporte correctivo	81
78	Ventana base de datos de la lista de control del compresor	82
79	Ventana propiedades del rango de datos externos	82
80	Ventana parámetros de lista de control del compresor	83
81	Ventana asistente para gráficos	84
82	Propiedades de las gráficas en Excel	84
83	Muestra de hoja lista de control del compresor	85
84	Muestra hoja mantenimientos preventivos realizados	86

TABLAS

I	Relación presión y temperatura del amoníaco	3
II	Lista de tablas de Access	29
III	Lista de hojas de Excel	43
IV	Lista de tablas dinámicas	44
V	Lista de posibles valores lógicos	62

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se pretende generar un modelo de Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo, utilizando los programas de computadora de Microsoft office, Excel y Access.

Se utiliza Access como un banco de datos, debido a que las bases de datos pueden almacenar una cantidad ilimitada de información en cada tabla, y Excel como administrador de datos, debido a la capacidad que tienen las hojas electrónicas de manipular y presentar información.

Una de las ventajas que posee este proyecto, es que, es aplicable a cualquier trabajo de mantenimiento de ingeniería, no solamente a una máquina industrial de fabricación de hielo. Ya que los principios son los mismos, únicamente se aplican las modificaciones pertinentes.

En las tablas de Access se ingresa la información general de la máquina como sus partes y componentes, listado de fallas, servicios realizados de mantenimiento preventivo y correctivo, lista de servicios de mantenimiento preventivo. En Excel, se crean varias hojas, y cada hoja presenta información manipulando las tablas de Access, entre ellas el control administrativo de mantenimiento preventivo y correctivo, en el mantenimiento preventivo el próximo servicio, la impresión de la orden de mantenimiento tanto correctivo como preventivo, entre otras funciones.

En las hojas de Excel se automatiza su funcionamiento, utilizando programación básica en Visual Basic, y comandos elementales de Excel. Así como también el enlace Microsoft Query, que permite la interacción entre Access y Excel.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo en una máquina industrial de fabricación de hielo, utilizando los programas de Office Excel y Access.

ESPECÍFICOS

1. Proporcionar conocimientos básicos sobre refrigeración.
2. Definir la estructura actual y proponer las mejoras derivadas del estudio que se realice.
3. Combinar los conocimientos de mantenimiento con programación de computadoras.
4. Mejorar e implementar controles de mantenimiento a la máquina de fabricación de hielo.
5. Minimizar tiempos muertos durante los mantenimientos.
6. Maximizar vida útil de la máquina.
7. Maximizar productividad y efectividad de la máquina.

INTRODUCCIÓN

Las máquinas y herramientas son parte vital de toda empresa, el desarrollo y productividad de la misma dependen de este recurso, por lo que el ingeniero debe de vigilar su vida útil, así como su perfecto funcionamiento.

La facultad del ingeniero radica en sus conocimientos básicos, así como también de las recomendaciones y manuales del fabricante; y debe apoyarse en la investigación, para estar siempre actualizado, y así poder realizar en forma profesional su trabajo.

En este trabajo se tratará de generar un modelo de mantenimiento correctivo y preventivo, utilizando los programas de computadora de Office, Excel y Access. El encargado podrá especificar que tipo de tarea se ha de realizar, todo esto para llevar un control administrativo de su trabajo.

Los resultados que proyecte dependerán de una correcta aplicación y de los cambios que en el trabajo se implementen, para innovarlo y adaptarlo a las circunstancias.

En el mundo competitivo de hoy, es necesario el uso de herramientas y técnicas administrativas, que minimicen los tiempos de los procesos y maximicen los resultados.

Para que una empresa pueda operar correctamente, es indispensable que las máquinas y herramientas funcionen en óptimas condiciones. Es incuestionable el uso de la computadora para optimizar el control del equipo.

En cualquier empresa se hace necesaria la compra de un programa de mantenimiento, para poder llevar el control del equipo, pero hay ocasiones donde no se cuentan con recursos para hacer dicha adquisición, así como también del tiempo para capacitar al personal para el uso apropiado de dicho programa.

Para un Ingeniero Mecánico, debe ser imperativo el conocimiento del equipo que tiene a su cargo, así como también su control, por lo tanto se debe hacer uso de los recursos a los que se tenga alcance. Una opción sería diseñar su propio programa de mantenimiento, con lo cual el ingeniero podrá acoplarlo a su necesidad, aplicado en su área específica, y sobretodo de manera económica.

1. PRINCIPIOS DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL

Para comprender la importancia que tiene el tema para la evolución humana, se hace una breve reseña histórica de cómo se ha desarrollado la refrigeración.

Aunque no haya indicación de que las pasadas civilizaciones usaran el frío para conservar productos alimenticios, los antiguos egipcios pronto aprendieron que era muy agradable tomar agua fresca, hacían uso muy rudimentario de refrigeración poniendo agua en jarrones porosos sobre la azotea por la noche y amanecía varios grados más baja que la temperatura ambiente. Al progresar la civilización, la idea de refrigeración también se extendió. Los griegos y romanos, fueron unos de los primeros en usar las bajas temperaturas para enfriar vino y agua. Aunque estas civilizaciones antiguas tenían hielo natural disponible, no hay antecedentes que lo usaran para conservar frutas, vegetales o carnes.

No fue hasta el invento del microscopio en 1683, por Antoni Van Leeuwenhoek, que el mundo abrió los ojos acerca de la conservación de productos comestibles. Los científicos de esos días se dieron cuenta que habían millones de microorganismos en el agua y que éstos eran los que hacían que los alimentos entraran en una etapa de descomposición y por consecuencia se perdieran. Notaron que a bajas temperaturas muchos organismos morían y otros dejaban de ser tan activos. Mientras más bajas las temperaturas, menos activos son los microbios.

Los avances más sobresalientes en refrigeración industrial fueron durante 1900-1930 y de ahí surgieron los principios básicos para la refrigeración contemporánea.

En la actualidad, gracias a nuevos sistemas inventados y refrigerantes recientemente descubiertos, se puede contar con una gran variedad de diseños y aplicaciones, y con un rango casi ilimitado de temperaturas.

1.1 Principios del funcionamiento del ciclo de refrigeración.

El refrigerante.

El Refrigerante es un líquido volátil y se aprovecha el calor latente de evaporación del refrigerante para bajar la temperatura del medio que se está enfriando. El calor latente de evaporación de cualquier líquido es el calor que tiene que absorber el líquido para evaporar una libra del mismo. Durante este proceso de cambio de estado de líquido a gas, la temperatura de la mezcla se mantiene constante; la temperatura dependiendo de la presión.

Este proceso es idéntico al que se lleva a cabo cuando se pone a hervir agua, en una olla. A presión atmosférica, o sea a nivel del mar, el agua en la olla comienza a hervir a 212 °F (100 °C). El agua se mantiene a esta temperatura hasta que se consume toda el agua. El calor latente de evaporación del agua es de 970 BTU/libra (2251.5 Kj/Kg); es decir, la flama tiene que transferir 970 BTU de calor al agua para evaporar cada libra del mismo (2251.5 kilojoules por cada kilogramo de agua). Si la olla en vez de estar a nivel del mar, estuviera sobre una montaña con elevación de 10,000 pies (3,048 metros) sobre el nivel del mar, el agua comenzaría a hervir a una temperatura más baja de 212 °F, pero el calor latente es de 144 BTU/libra (334.2 Kj/Kg), es decir, en este caso también requiere de 144 BTU de calor para evaporar cada libra de agua. Por lo tanto, se puede concluir lo siguiente:

1. Para evaporar una libra de cualquier líquido, se requiere cierta cantidad de calor; este calor es el calor latente de evaporación.
2. El calor latente de evaporación es constante para cada líquido.
3. La temperatura durante el proceso de evaporación, varía directamente proporcional con la presión.

En refrigeración industrial, se utiliza por lo general, el amoníaco, por sus propiedades más favorables.

La tabla I muestra la relación que existe entre la presión y la temperatura a la que se evapora el amoníaco.

Tabla I. Relación presión y temperatura del amoníaco.

Presión	Temperatura	Presión	Temperatura
-8.7VAC	-40 °F (-40 °C)	90 psi (620.5 kpas)	58.5 °F (14.72 °C)
-5.4VAC	-35 °F (-37.22 °C)	100 psi (689.4 kpas)	63.5 °F (17.5 °C)
-1.6VAC	-30 °F (-34.44 °C)	110 psi (758.4 kpas)	68.2 °F (20.11 °C)
0 psi. (0 kpas)	-28 °F (-33.33 °C)	120 psi (827.3 kpas)	72.5 °F (22.5 °C)
5 psi. (43.47 kpas)	-17.2 °F (-27.33 °C)	130 psi (893.6 kpas)	76.7 °F (24.83 °C)
10 psi (68.9kpas)	-8.4 °F (-22.44 °C)	140 psi (965.2 kpas)	80.7 °F (27.05 °C)
20 psi (137.9 kpas)	5.5 °F (-14.72 °C)	150 psi (1034.2 kpas)	84.4 °F (29.11 °C)
30 psi (206.8 kpas)	16.6 °F (-8.55 °C)	160 psi (1103.1 kpas)	88.0 °F (31.11 °C)
40 psi (275.7 kpas)	25.8 °F (-3.44 °C)	170 psi (1172.1 kpas)	91.4 °F (33 °C)
50 psi (344.7 kpas)	33.8 °F (1 °C)	180 psi (1241 kpas)	94.7 °F (34.33 °C)
60 psi (413.8 kpas)	40.9 °F (4.94 °C)	190 psi (1309.9 kpas)	97.8 °F (36.55 °C)
70 psi (482.6 kpas)	50.3 °F (10.16 °C)	200 psi (1378.9 kpas)	100.8 °F (38.2 °C)
80 psi (551.5 kpas)	53.1 °F (11.72 °C)	210 psi (1447.8 kpas)	103.8 °F (39.8 °C)

Fuente: Aire acondicionado y refrigeración, Jennings Burgess

VAC pulgadas de mercurio de vacío

psi. Libras sobre pulgada cuadrada de presión de manómetro.

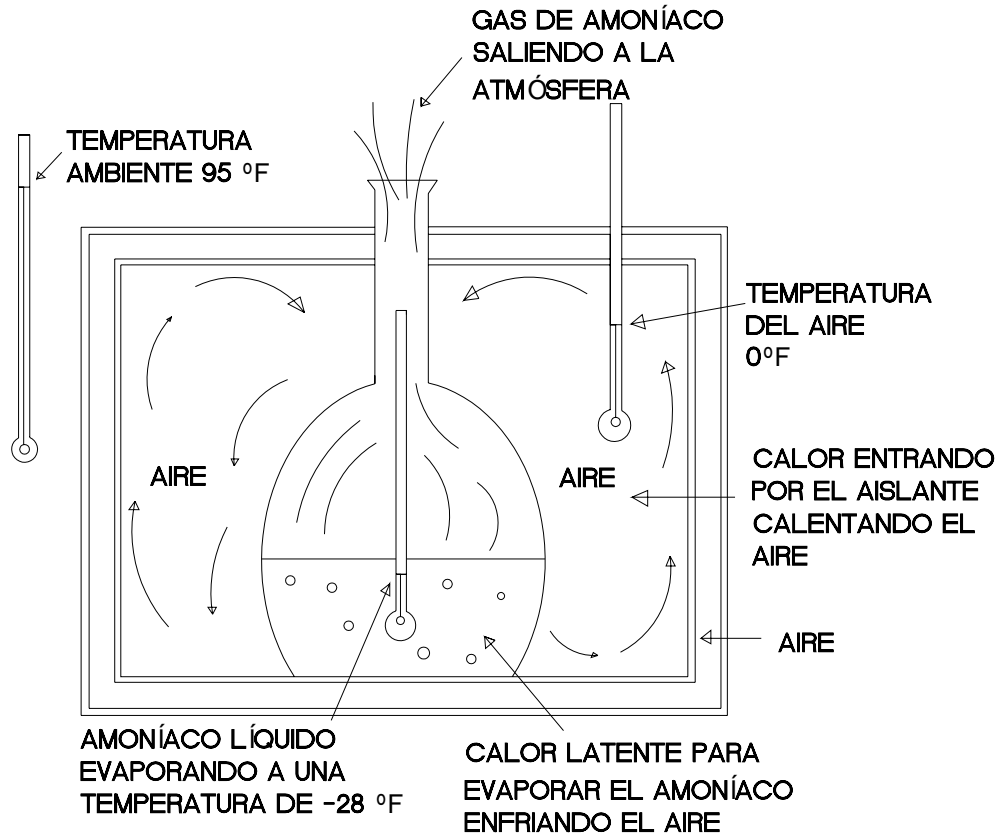
Kpas. Kilopascales

°F Grados Fahrenheit

°C Grados Celsius (centígrados)

En la figura 1 se muestra la evaporación del amoníaco, en un evaporador elemental. Como el recipiente en donde se encuentra el refrigerante esta abierto a la atmósfera, que suponemos es el nivel del mar, el amoníaco se está evaporando a una temperatura de -28 °F (-33.3 °C). El recipiente se encuentra dentro de una caja aislada para reducir la transferencia de calor del aire adentro de la caja. El amoníaco al evaporarse está absorbiendo el calor latente de evaporación del aire dentro de la caja, bajando la temperatura del mismo aire hasta 0 °F (-17.77 °C).

Figura 1. Ejemplo 1 del comportamiento del amoníaco.

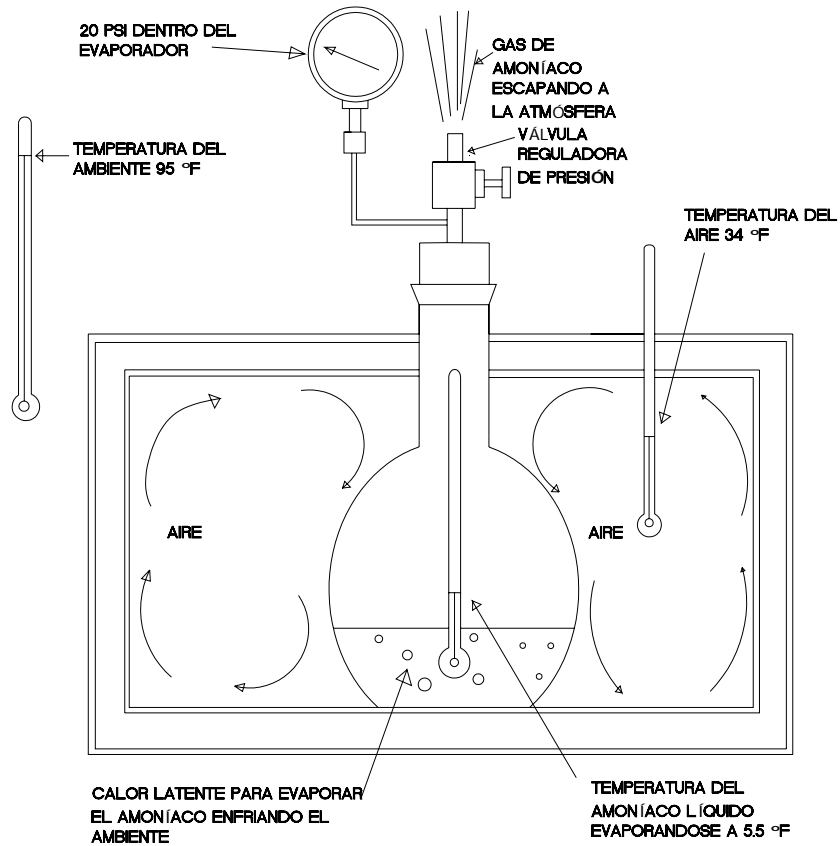


. Fuente: Propia

En la figura 2 se muestra el mismo evaporador elemental, con la excepción que se ha agregado un tapón a la salida del recipiente de amoníaco que contiene una válvula reguladora de presión y manómetro. La válvula reguladora se ajusta para mantener una presión constante de 20 psi (137.9 kpas) adentro del recipiente. En este caso, el amoníaco líquido se está evaporando a una temperatura de $5.5\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($-14.72\text{ }^{\circ}\text{C}$) y el aire llega a bajar hasta $34\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($1.1\text{ }^{\circ}\text{C}$).

El principio que se debe de dejar claro en estos dos ejemplos, es que se puede controlar la temperatura del refrigerante y así la temperatura del medio que se está enfriando, controlando la presión de evaporación.

Figura 2. Ejemplo 2 del comportamiento del amoníaco.



Fuente: Propia

En los ejemplos anteriores, se ve que el gas de amoníaco está escapando a la atmósfera después de salir del recipiente, sin recuperarse. Esto sería permisible en un sistema de refrigeración, si el refrigerante se adquiriera en forma económica, es indispensable recuperar el vapor del refrigerante y regresarlo al evaporado nuevamente en forma de líquido.

Antes de volver líquido un refrigerante es necesario elevar su presión y temperatura y después enfriarlo con el medio natural más frío disponible. Al enfriar el gas caliente en el condensador, se convierte nuevamente en un líquido. La presión que existe en el condensador durante este proceso es directamente proporcional con la temperatura del medio que se está usando para efectuar la condensación, es decir, al subir la temperatura del aire o agua

para condensar el refrigerante, sube la presión de condensación y bajando la temperatura, baja la presión.

La temperatura del amoníaco líquido que resulta de la condensación del gas caliente tiene una relación directa con la presión de condensación y es la misma relación que aparece en la tabla I. Por ejemplo, si la presión de condensación es 180 psi (1241 kpas), la temperatura del líquido saliendo del condensador será 94.7 °F (34.8 °C).

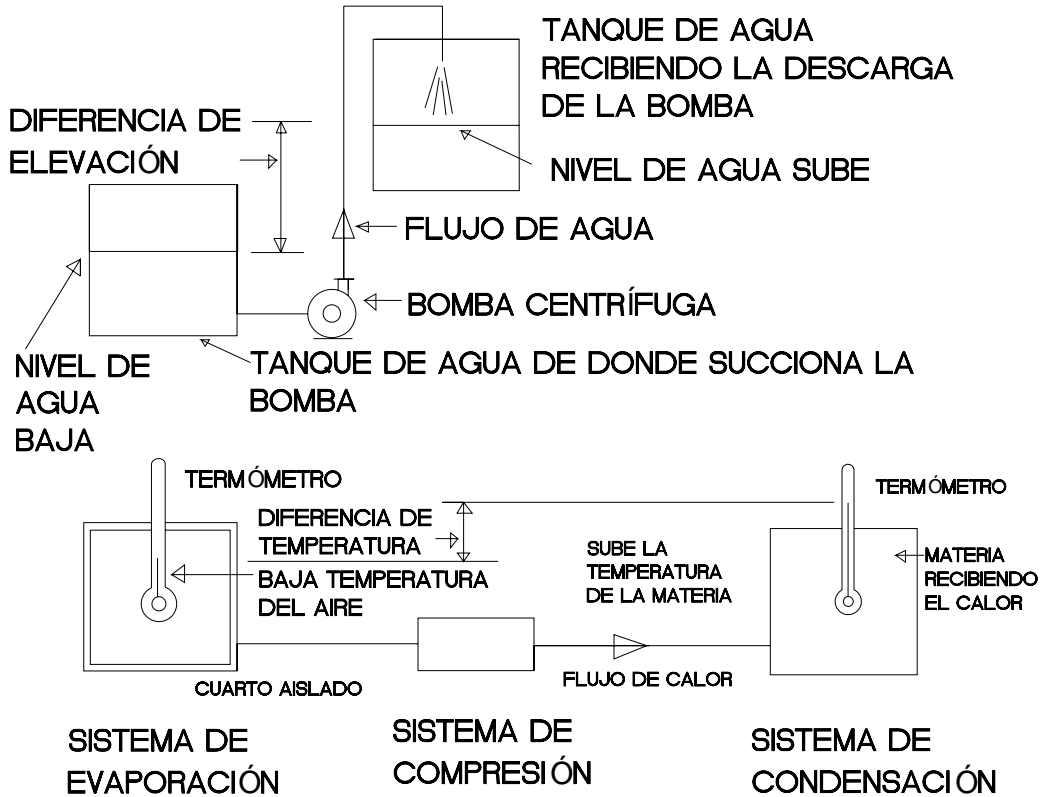
El sistema de refrigeración utiliza un compresor para elevar la presión y temperatura del gas que resulta de la evaporación del refrigerante para poder condensarlo.

El sistema de refrigeración.

El sistema básico.

La definición que se puede dar a la refrigeración mecánica es: bajar la temperatura de un material, sea gas, líquido, o sólido extrayendo calor de ese material y enviarlo a un medio de mayor temperatura, mecánicamente. La figura 3 compara, para su mejor comprensión, un sistema de refrigeración mecánico con un sistema de bombeo de agua.

Figura 3. Comparación de un sistema de refrigeración.

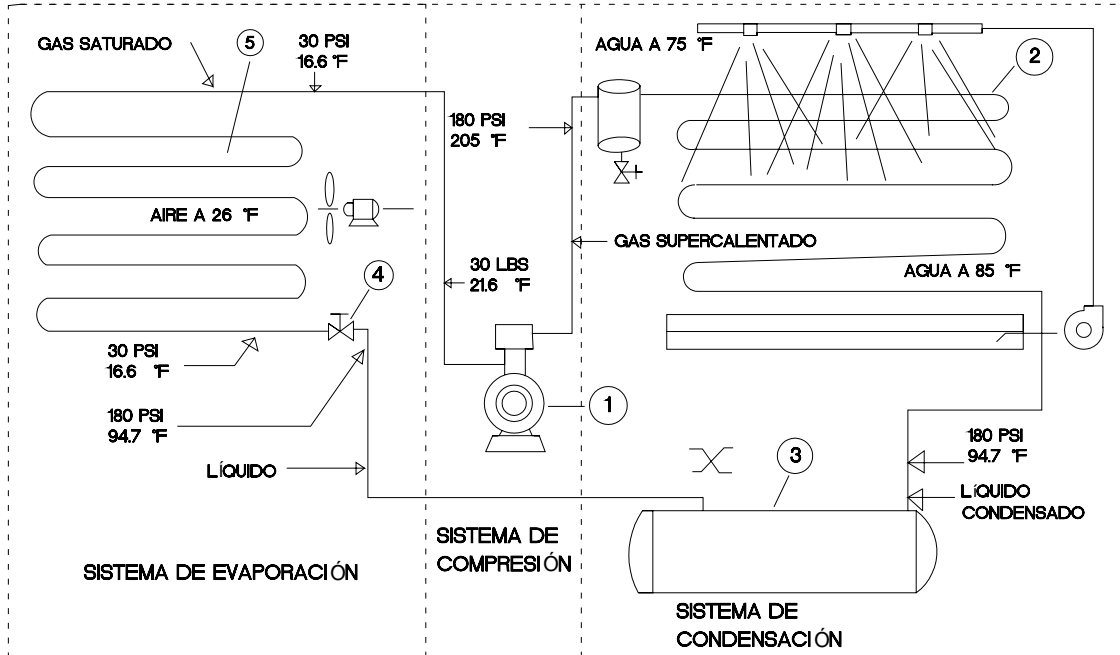


Fuente: Propia

Para efectuar el intercambio de calor se necesita un sistema que consiste de cinco componentes básicos. Estos componentes básicos que existen en todos los sistemas de refrigeración mecánico, los cuales son:

1. Compresor.
2. Condensador.
3. Tanque de almacenamiento.
4. Válvula de reducción de presión.
5. Evaporador.

Figura 4. Sistema de refrigeración básico.



Fuente: Propia

La figura 4 muestra el sistema de refrigeración básico con anotaciones de presiones y temperaturas usando amoníaco como refrigerante.

El sistema de refrigeración se compone de tres distintos sistemas o procesos, que son:

1. Sistema de Compresión.
2. Sistema de Condensación.
3. Sistema de Evaporación.

SISTEMA DE COMPRESIÓN

El sistema de compresión consiste de un compresor y su función es:

1. Evacuar el gas del evaporador que resulta de la evaporación del refrigerante, tan rápido como se forma.

2. Mantener la presión necesaria en el evaporador, para que la temperatura del mismo sea suficiente baja para efectuar la transferencia de calor necesaria en el evaporador.
3. Elevar la presión y temperatura del gas para poder convertirlo líquido en el condensador.

En el ejemplo de la figura 4, el compresor tiene suficiente capacidad para mantener una presión de evaporación de 30 psi (206.8 Kpas) y el gas está entrando al compresor a esta presión y a la temperatura que corresponde a esta presión, que es 16.6°F (-8.55 °C).

El compresor hace trabajo sobre el gas y eleva la presión y temperatura del mismo hasta llegar a 180 psi (1241 Kpas) y 205 °F(96.1 °C), en este caso.

Hay que hacer notar que la presión y temperatura del gas de descarga del compresor ya no siguen la relación definida, mostrada en la tabla I. El gas esta “sobrecalentado” y el exceso de calor se nombra “calor de compresión”. Este gas caliente ya está en condiciones para entrar al siguiente sistema que es el sistema de compresión.

SISTEMA DE CONDENSACIÓN.

El sistema de condensación consiste del condensador y un recipiente para almacenar refrigerante líquido.

El condensador es un aparato de transferencia de calor donde el gas de descarga “sobrecalentado” del compresor se enfría, perdiendo primero el “calor de compresión” y después el “calor latente de condensación” hasta transformarse en un líquido. Como se indicó anteriormente, existe la misma relación definida entre la presión y temperatura durante el proceso de condensación que existe durante el proceso de evaporación, o sea la relación mostrada en la tabla I.

Hay distintos tipos de condensadores, en sistemas de refrigeración industrial usando amoníaco como refrigerante, se utiliza agua para efectuar la condensación, por medio de una torre de enfriamiento.

La presión de condensación del sistema depende de la temperatura de agua disponible, subiendo la presión de condensación cuando sube la temperatura de agua y bajando la presión de condensación cuando baja la temperatura de agua. La fuerza requerida para comprimir el gas en el compresor varía directamente con la presión de condensación y por esta razón es conveniente trabajar a una presión de descarga lo más bajo posible.

El refrigerante en forma de líquido sale de condensador y entra por gravedad al tanque de almacenamiento (3). La presión adentro del recibidor es la misma que existe dentro del condensador.

En el caso del ejemplo de la figura 4, el refrigerante líquido llega a enfriarse hasta una temperatura de 94.7 °F (34.8 °C) que corresponde a una presión de 180 psi (1241 Kpas), que será la presión dentro del condensador y recibidor. El refrigerante líquido sale del tanque de almacenamiento por tubo y entra al sistema de evaporación en donde se realiza el efecto de enfriamiento.

SISTEMA DE EVAPORACIÓN.

Al pasar la válvula de reducción de presión (válvula de expansión) (4) la presión del refrigerante líquido baja de la presión de condensación a la presión de evaporación, o en el caso del ejemplo 180 psi (1241 Kpas) a 30 psi (206.8 Kpas). Como la temperatura que corresponde a 30 psi es 16.6 °F(-8.55 °C) (véase tabla I), la temperatura del refrigerante líquido al pasar la válvula inmediatamente se reduce a 16.6 °F. Para poder reducir en temperatura, un porcentaje del mismo refrigerante líquido se tiene que evaporar.

El gas que se forma para efectuar esta reducción de temperatura se nombra "*flash gas*" y la cantidad que se forma es proporcional a la diferencia de

temperatura del líquido condensado entrando a la válvula de reducción de presión y la temperatura del proceso de evaporación. Como esta evaporación preliminar se lleva a cabo en la válvula de reducción de presión y no en el evaporador, este inconveniente no ayuda en el efecto de enfriamiento. Tomando en cuenta esto, en la tubería que está entrando al serpentín tenemos refrigerante en forma de líquido a una temperatura de 16.6 °F (-8.55°C) mezclado con un poco de refrigerante en forma de *flash gas*.

Al seguir por el serpentín el refrigerante líquido se evapora, absorbiendo el calor latente de evaporación necesario del aire o líquido que está fuera del serpentín. Como se indicó anteriormente, cada libra de amoníaco líquido se evapora en el serpentín tiene que absorber 589.3 BTU (621.7 Kilojoules) del medio que se está enfriando. La temperatura del proceso de evaporación dentro del serpentín se mantiene constante habiendo líquido para evaporar. La válvula de reducción de presión (4) se ajusta permitiendo suficiente flujo de refrigerante líquido para cubrir hasta el último tubo del serpentín.

En la línea de succión entre el serpentín y el compresor, el gas absorbe calor por las paredes de la tubería y aumenta la temperatura. La diferencia entre la temperatura del gas entrando al compresor y la temperatura que corresponde a la presión del gas entrando al mismo (temperatura de saturación), se nombra “grados de sobrecalentamiento” (*Superheat*). En el ejemplo de la figura 4 los grados de “sobrecalentamiento” del gas entrando al compresor son $21.6\text{ °F} - 16.6\text{ °F} = 5\text{ °F}$ (-15 °C).

La capacidad de un compresor de amoníaco o de cualquier otro refrigerante, se basa en el peso del gas que está bombeando en un tiempo determinado, y no en el volumen de gas. Mientras mayor sea la cantidad de sobrecalentamiento que tiene el gas, tanto más liviano será el gas por determinado volumen, por lo tanto un compresor de desplazamiento constante bombeará menor peso de gas en el tiempo determinado.

Aparte de reducir capacidad, gas de succión con demasiado “sobrecalentamiento”, causa que el compresor trabaje muy caliente, con temperaturas de descarga elevadas, esto reduce la vida de las válvulas, y causa carbonización del aceite. Es evidente por consiguiente que la temperatura del gas de succión que entra al compresor deberá estar tan cerca como sea posible al punto de saturación (temperatura que corresponde a la presión) para obtener capacidad máxima del compresor.

Si el gas de succión es húmedo, es decir, contiene demasiado refrigerante líquido, tendremos re-expansión de líquido dentro de los cilindros, como resultado se reduce la capacidad. Existe también el peligro que lleguen golpes de amoníaco líquido al compresor, los cuales pueden causar daños considerables. Es conveniente recordar que la cantidad de “sobrecalentamiento” que contiene el gas que entra al compresor, se controla con la válvula de reducción de presión (4).

1.2 Glosario de términos utilizados en refrigeración

Ácido: Producto corrosivo, cáustico y reactivo. Ejemplos más comunes: clorhídrico, bromhídrico, sulfúrico, nítrico, etc.

Alcalino: Sinónimo de básico. Ver Base.

Amoníaco (anhidro): Amoníaco, gas de olor picante, incoloro, de fórmula NH_3 , muy soluble en agua. Una disolución acuosa saturada contiene un 45% en peso de amoníaco a $0\text{ }^\circ\text{C}$, y un 30% a temperatura ambiente. Disuelto en agua, el amoníaco se convierte en hidróxido de amonio, NH_4OH , de marcado carácter básico y similar en su comportamiento químico a los hidróxidos de los metales alcalinos.

Su punto de fusión es $-77,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, su punto de ebullición $-33,35\text{ }^{\circ}\text{C}$, y tiene una densidad relativa de 0,68 a su temperatura de ebullición y a 1 atmósfera (760 mm Hg.) de presión.

Extremadamente inflamable. Combustible en condiciones específicas. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido. Al contacto con los ojos crea grandes quemaduras. Al ser inhalado crea una sensación de quemazón, tos y dificultad respiratoria.

Base: Producto corrosivo, cáustico y reactivo como amoníaco, sosa (hidróxido sódico), potasa (hidróxido de potasio), etc.

Calor latente: Calor suministrado a una mezcla sin que esta cambie de fase.

Calor sensible: Calor necesario que se debe suministrar a una mezcla para que esta cambie de fase.

Entalpía: Es la cantidad de energía de un sistema termodinámico que éste puede intercambiar en su entorno.

PH: Medida de la acidez o basicidad (alcalinidad) de un material disuelto en agua. Se mide en una escala de 0 a 14, en función de la cual se clasifican las distintas materias.

0 – 2	Ácido fuerte
3 – 5	Ácido débil
6 – 8	Producto neutro
9 – 11	Base débil
12 – 14	Base fuerte

Temperatura: Se define temperatura como la magnitud física que expresa la intensidad o nivel de calor de una sustancia.

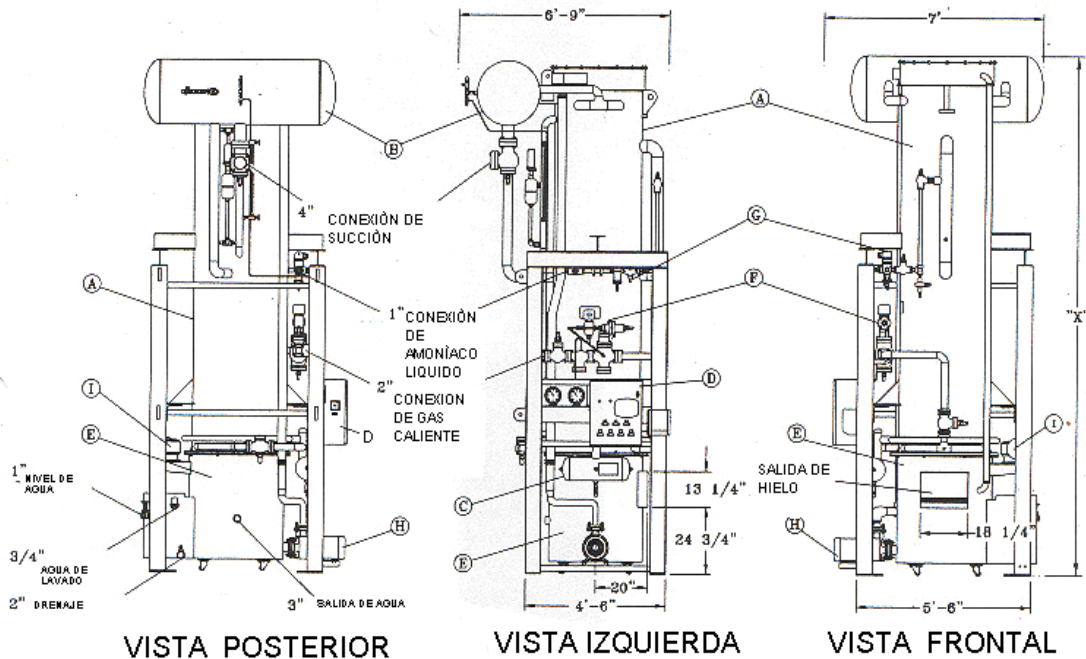
1.3 Identificación de partes de la máquina que fabrica hielo

A continuación se describen las partes de la máquina que fabrica hielo, a estas piezas es a las que se destinará el programa de mantenimiento tomando en cuenta, las recomendaciones, manuales del fabricante, así como también conocimientos básicos.

1.4.1 El evaporador

Aquí es donde se realiza el intercambio de calor entre el agua y el líquido refrigerante, esta máquina se le conoce como P-34, y es de fabricación estadounidense. Y es capaz de fabricar 34 toneladas de hielo por día es decir 34,000 kg/día que equivale a 74,800 lb/día. Se muestra en la figura 5.

Figura 5. Diagrama del evaporador.



Fuente: Diagrama de piezas y componentes P-34

En la figura 5 se presenta el evaporador de la máquina de fabricación de hielo que consta de las siguientes partes

- A. Cilindro. Que consta de tubos en donde circula el agua y alrededor el amoníaco, el principio el mismo de las calderas acuatubulares.
- B. Depósito de agua. Aquí se almacena el agua lista para convertirse en hielo.
- C. Motor de cuchillas. Esta se encarga de hacer los cortes a los tubos de hielo cuando caen.
- D. Panel de control. Aquí se controla los tiempos y la velocidad de la producción de hielo, el encendido y apagado de la máquina, etc.
- E. Carcasa de descarga. Aquí es donde caen los tubos de hielo por gravedad.
- F. Conjunto de válvulas de control de amoníaco.

- G. Válvula de control de agua. Es la válvula donde se controla el flujo de agua, el cual se logra ver por el indicador de nivel de agua en el cilindro.
- H. Bomba de agua. Esta bomba el agua del depósito inferior al depósito superior.

1.3.2 El compresor

Entre los compresores que operan amoníaco, existen varias clases pero los más importantes son los reciprocantes de alta y baja velocidad y los de tornillo de primera generación de doble rotor. En este caso se esta utilizando un compresor reciprocante de alta velocidad.

El compresor tiene varios componentes muy importantes los cuales se analizaran por separado y entre ellos estas:

1.3.2.1 El separador de aceite

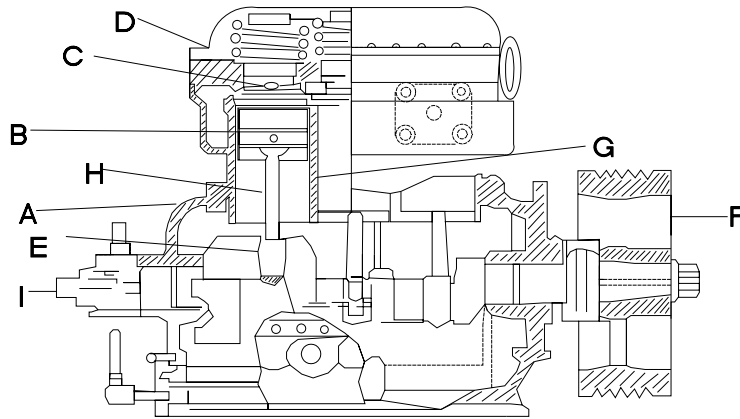
Una de las mayores causas de baja eficiencia en sistemas de refrigeración industrial es la presencia de aceite de lubricación en los evaporadores del sistema. El aceite cubre la superficie interior del evaporador y afecta seriamente la transferencia de calor por la superficie. Todos los compresores de amoníaco consumen aceite lubricante y este aceite sale del compresor en forma de vapor de aceite, junto con el gas de descarga. El vapor de aceite se condensa en el condensador y llega al recibidor líquido de alta presión junto con el amoníaco líquido. Como el aceite es más denso que el amoníaco líquido, se junta en la parte inferior del recibidor y sale junto con el amoníaco líquido a los evaporadores del sistema.

Para evitar al mínimo la cantidad de aceite que llega al recibidor del sistema es indispensable usar separadores de aceite en las líneas de descarga de los compresores. Como compresores de multicilindros de alta velocidad pasa más aceite que compresores de baja velocidad, es indispensable que cada

compresor tenga su propio separador de tipo con retorno automático de aceite al carter del compresor.

En la figura 6 se muestra un compresor de dos cilindros y de alta velocidad indicando sus partes principales.

Figura 6. Diagrama del compresor.



A	CARCASA O ARMADURA	F	POLEA
B	PISTÓN	G	CILINDRO
C	VÁLVULAS	H	BIELA
D	CULATA	I	BOMBA DE ACEITE
E	CIGÜEÑAL		

Fuente: Propia.

1.3.2.2 Lubricación

Todos los compresores modernos utilizan un sistema de lubricación forzado.

La presión que indica el manómetro de aceite de un compresor es la presión, de aceite más la presión adentro del carter o sea, la presión de succión. Si un compresor está trabajando a una presión de succión de 25 psi y el manómetro de aceite indica 50 psi, esto quiere decir que la presión de aceite de lubricación es actualmente $50 - 25 = 25$ psi (172.36 Kilopascales)

El compresor es el “corazón” de una planta frigorífica y debe de recibir la atención que merece.

1.3.3 El condensador

El condensador es el último componente del sistema de refrigeración y donde el calor que se quitó del medio que se esta enfriando, se transfiere al agua de condensación.

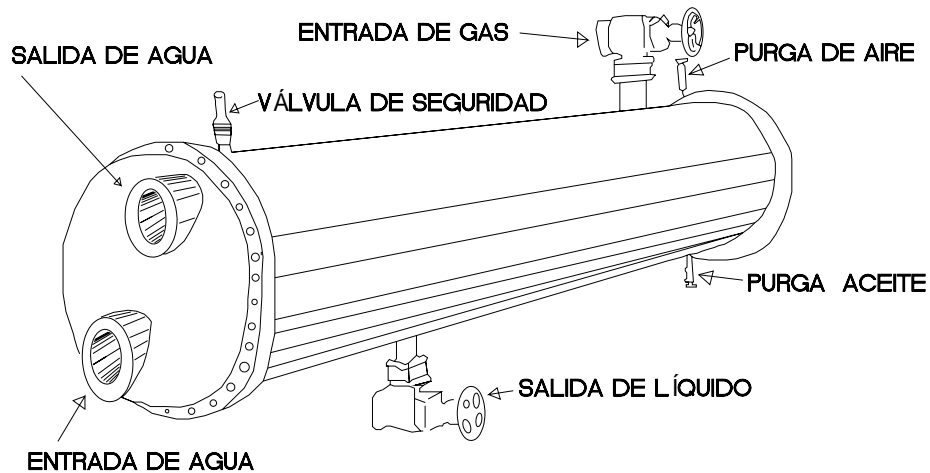
Existen varios tipo de condensadores entre ellos están el vertical abierto y el horizontal de concha y tubo.

Para nuestro estudio nos concentraremos únicamente en los horizontales de casco y tubo, debido a su versatilidad es el más utilizado en nuestro medio.

CONDENSADORES HORIZONTALES DE CONCHA Y TUBO.

En la figura 7 se muestra un típico condensador de este tipo.

Figura 7. Diagrama condensador de concha y tubo.



Fuente: Propia.

Este tipo de condensador contiene tubos flux por lo regular de $1 \frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro exterior, de calibre 11 ó 13 entre los dos espejos. El agua de condensación fluye por adentro de los tubos y el gas de amoníaco se encuentra en el espacio afuera de los tubos.

Las tapas contienen divisiones para dividir los tubos en múltiple paso. Por lo regular el número de pasos varía de 2 a 8 pasos. En la selección de este tipo de condensador se usa entre 10 a 15 pies cuadrados de superficie y aproximadamente 4 galones de agua por minuto, por tonelada de refrigeración, dependiendo en las condiciones de operación. Este tipo de condensador presenta las siguientes ventajas:

1. Ocupan poco espacio de piso y se pueden instalar adentro o afuera del cuarto de máquinas.
2. Es fácil conectarlos en paralelo, para aumentar capacidad estibando uno encima del otro.
3. Son de fácil limpieza aunque hay que suspender su operación.

4. La torre de enfriamiento de agua no tiene que estar colocada en un lugar más alto que el condensador.

1.3.4 Torre de enfriamiento

En las torres de enfriamiento se consigue disminuir la temperatura del agua caliente que proviene de un circuito de refrigeración mediante la transferencia de calor y materia al aire que circula por el interior de la torre. A fin de mejorar el contacto aire-agua, se utiliza un entramado denominado “relleno”. El agua entra en la torre por la parte superior y se distribuye uniformemente sobre el relleno utilizando pulverizadores. De esta forma, se consigue un contacto óptimo entre el agua y el aire atmosférico.

El relleno sirve para aumentar el tiempo y la superficie de intercambio entre el agua y el aire. Una vez establecido el contacto entre el agua y el aire, tiene lugar una cesión de calor del agua hacia el aire. Ésta se produce debido a dos mecanismos: la transmisión de calor por convección y la transferencia de vapor desde el agua al aire, con el consiguiente enfriamiento del agua debido a la evaporación.

En la transmisión de calor por convección, se produce un flujo de calor en dirección al aire que rodea el agua a causa de la diferencia de temperaturas entre ambos fluidos.

La tasa de enfriamiento por evaporación es de gran magnitud en las torres de enfriamiento; alrededor del 90 % es debida al fenómeno difusivo. Al entrar en contacto el aire con el agua se forma una fina película de aire húmedo saturado sobre la lámina de agua que desciende por el relleno. Esto es debido a que la presión parcial de vapor de agua en la película de aire es superior a la del aire húmedo que circula por la torre, produciéndose una cesión de vapor de agua (evaporación). Esta masa de agua evaporada extrae el calor latente de vaporización del propio líquido. Este calor latente es cedido al aire, obteniéndose un enfriamiento del agua y un aumento de la temperatura del aire.

La diferencia de temperaturas del agua a la salida y la temperatura húmeda del aire se llama «acercamiento» o “aproximación”, ya que representa el límite termodinámico de enfriamiento al que puede llegar el agua.

En este caso, se utiliza la torre de enfriamiento para enfriar el agua que se usa para mantener a baja temperatura, el aceite lubricante del compresor, así como también en el condensador, el amoniaco.

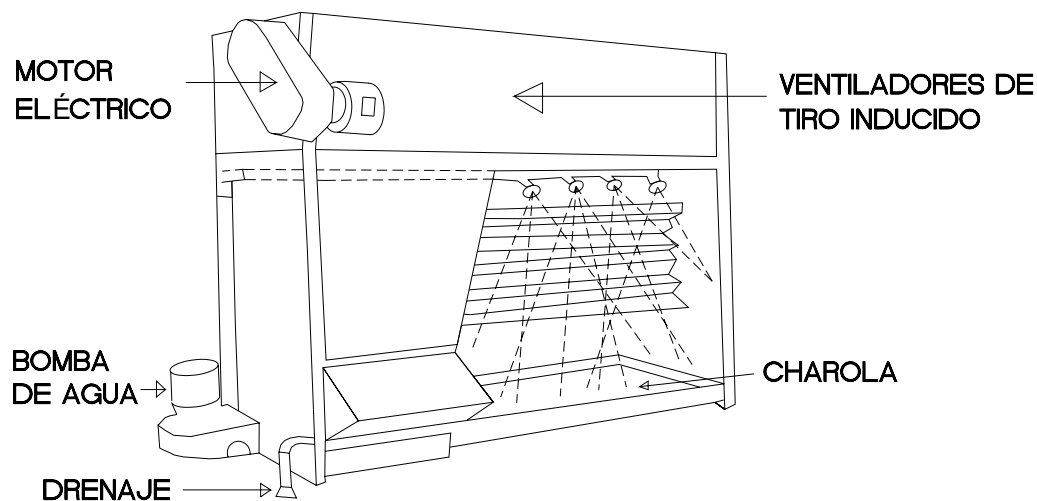
Aquí se utiliza el tipo de torre de enfriamiento de tiro mecánico.

1.3.4.1 Clasificación de las torres de enfriamiento

La forma más simple y usual de clasificar las torres de enfriamiento es según la forma en que se mueve el aire a través de éstas. Según este criterio, existen torres de circulación natural y torres de tiro mecánico. En las torres de circulación natural, el movimiento del aire sólo depende de las condiciones climáticas y ambientales. Las torres de tiro mecánico utilizan ventiladores para mover el aire a través del relleno.

En este caso se utiliza una torre de enfriamiento con tiro mecánico, ya que no se debe depender de las condiciones climáticas. La figura 8 indica su funcionamiento, así como también sus partes principales.

Figura 8. Diagrama torre enfriamiento.



Fuente: Propia.

2. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA

2.1 Área de ubicación

Para realizar un análisis objetivo, se debe fundamentar en los principios básicos aportados por la Ingeniería en sus diferentes conceptos. Dichos principios servirán como herramientas para implementar mejoras a los procesos actuales, así como a sus instalaciones.

La ingeniería brinda una serie de directrices que son básicas para el desarrollo de un proyecto. Dichas directrices utilizan una filosofía con base en menores costos, mejor calidad y mayor productividad, también hace énfasis en la distribución de las instalaciones, la localización industrial, las normas de seguridad e higiene básicas para operar, el diseño del producto, tipo de instalaciones, etc.

La distribución adecuada de las instalaciones de una empresa es la herramienta principal por medio del cual se pueden optimizar espacios, así como mejorar los controles de los procedimientos en general.

En la fábrica de hielo se tomó en cuenta lo básico en la instalación de la máquina, así como también todos los elementos necesarios para la fabricación del producto.

El área que se utiliza para la ubicación de producción está ubicada en la parte lateral de una bodega, con reforzamientos de piso en su cimentación (tomando en cuenta peso vibración, volumen y el tamaño), cuenta con cuatro soportes verticales de hierro fundido.

Los soportes le brindan resguardo de la humedad por la distancia que se encuentra del piso, para evitar que el agua se mantenga en contacto con las piezas y así impedir daños por oxidación y corrosión.

La máquina opera en forma automatizada, con una sola persona verificando su funcionamiento, encendido y apagado.

2.2 Análisis del área, a través del método FODA

El Análisis FODA o análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, es una herramienta que permite efectuar un análisis crítico de un proyecto o de una empresa. Proporcionando los pros y contras, enfrentado unos con otros, y permitiendo analizar las dificultades y amenazas de la competencia. Sus elementos son:

FORTALEZAS: Factores favorables o fuertes de una organización, un proceso, estructura, etc.

OPORTUNIDADES: Oportunidades que puedan presentarse.

DEBILIDADES: Factores en contra o puntos débiles.

AMENAZAS: Riesgos o peligros que puedan presentarse.

Aplicando este análisis en la fábrica de hielo se concluye lo siguiente:

- **Fortalezas:** Instalaciones apropiadas, personal calificado y fácil acceso al área de producción y controles de calidad.
- **Oportunidades:** Mejorar el servicio de traslado de producto terminado al área de almacenamiento (cuarto frío), utilizar transportadores para minimizar tiempos y movimientos, reduciendo personal de operación.
- **Debilidades:** Desorganización para cumplir con las tareas asignadas para cada colaborador.
- **Amenazas:** baja eficiencia en producto terminado por desperdicios en el manejo del mismo.

2.3 Controles

Un sistema que integra los esfuerzos en materia de desarrollo, mantenimiento y mejoramiento de la calidad realizados por los diversos grupos de una organización, de modo que sea posible producir bienes y servicios que sean compatibles con la plena satisfacción de los estándares de la empresa.

Sus objetivos son hacer de la empresa una fuente de trabajo confiable, segura, económica y satisfactoria

2.3.1 Hoja de control y verificaciones de la máquina

El operario utiliza una hoja simple con columnas para anotar la fecha y la hora de arranque de la máquina con anotaciones si algo no estaba normal, como lo muestra la figura 9.

Figura 9. Hoja de control P34.

FÁBRICA DE HIELO XXXX
CONTROL DE HORAS DE TRABAJO DE MÁQUINA P34

FECHA	HORA DE INICIO	HORA FINAL	OBSERVACIONES

Fuente: Propia.

2.3.2 Procedimiento de mantenimiento preventivo

Actualmente no existe ningún mantenimiento preventivo debido a los bajos controles que se utilizan, ya que no existen estadísticas, falta de reportes y todo se maneja de acuerdo a la memoria del mecánico, esto es un problema por la rotación de personal. Lo cual provoca que los mantenimientos correctivos sean de alto uso.

2.3.3 Procedimiento de mantenimiento correctivo

Como se mencionó anteriormente, no existe mantenimiento preventivo, lo cual provoca que las fallas y averías sean más frecuentes, provocando baja eficiencia de producción mermas innecesarias y reparaciones costosas.

Las reparaciones se realizan por medio de tercerización (contratar una empresa o servicios externos) elevando aún más los costos de operación.

Para el control del mantenimiento correctivo se utiliza el formato que se muestra en la figura 10, el cual tiene únicamente fines financieros descuidando las estadísticas y rendimiento de las piezas.

Figura 10. Hoja de control de gastos en mantenimiento.

FÁBRICA DE HIELO XXXX
CONTROL DE GASTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

FECHA	EMPRESA QUE REALIZÓ EL TRABAJO	TRABAJO QUE SE REALIZÓ	COSTO	OBSERVACIONES

Fuente: Propia

2.3.4 Ingreso de información al programa

Actualmente, lo más cercano a un programa es una hoja de Excel que se llena con la información de los mantenimientos correctivos, los cuales están solo como un histórico de los gastos ocasionados para depreciación de la máquina.

3. PROPUESTA DEL DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO, UTILIZANDO ACCES Y EXCEL

El programa se compone de tablas en Access haciendo unión en las columnas similares evitando con esto crear trabajo extra. En las mismas se utiliza las bases fundamentales de las herramientas de Office, utilizando Microsoft Query como un enlace entre, Excel y Access, con lo cual se evita tener que hacer exportaciones, lo cual provocaría alteración de la información y de la misma manera lograr eficiencia y efectividad en los reportes utilizados.

Debe de tomarse en cuenta que esta propuesta es aplicable a cualquier tipo de máquina o proceso en donde se desee llevar un control de mantenimiento, únicamente debe de ser modificado y aplicado a cada caso en particular.

El procedimiento para la realización del programa de mantenimiento es el siguiente:

Realización de tablas en Access, las cuales se realizan bajo el siguiente orden y análisis, ver tabla II.

Tabla II. Lista de tablas de Access.

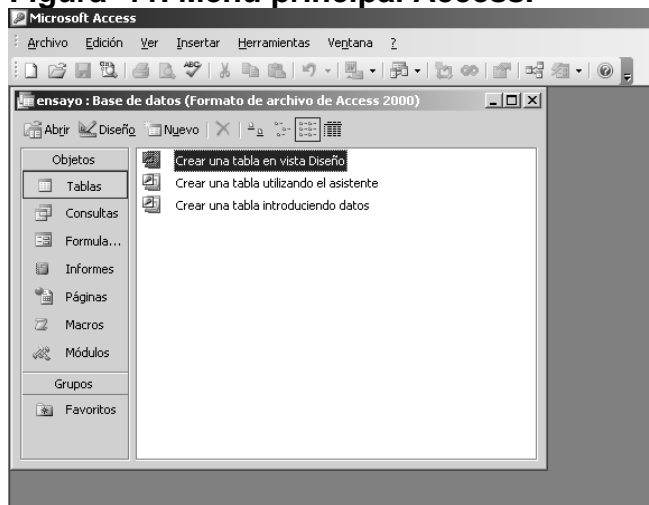
TABLA	CONTENIDO
TABLA_ MAESTRA	Lista de todos los elementos y sub-elementos que conforman la máquina de hacer hielo.
FALLAS	Lista de todas las posibles fallas que pudieran presentar las piezas y sub-piezas de la máquina.
LISTA DE CONTROL COMPRESOR	Lista de variables que se deben controlar para un mejor funcionamiento de la máquina.
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Lista de todos los mantenimientos preventivos que se le realizan a las piezas y sub-piezas de la máquina, así como su frecuencia.
MATENIMIENTO CORRECTIVO	Lista de todos los mantenimientos correctivos que se realizan a las piezas y sub-piezas de la máquina.
SERVICIOS MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Lista de servicios de mantenimiento preventivo que se realizan a las piezas y sub-piezas de la máquina, incluyendo su frecuencia.

Fuente: Propia

Creación de tablas de las partes de la máquina y accesorios en Access.

Primero se debe crear una base de datos en Access, y esto consiste en abrir el mismo, al hacerlo, se selecciona, archivo nuevo, después, base de datos en blanco, y se le asigna un nombre, posteriormente aparece la ventana principal de Access, se observa en el extremo del lado izquierdo, un listado de objetos, las cuales nos permiten realizar tablas, consultas, formularios, etc. Luego se crean las tablas necesarias para lo cual se selecciona esta opción, las tablas deben contener nombre principal de la pieza como llave única, para evitar duplicidades en los nombres y además se convierta en el común denominador entre ellas, en la figura 11 se muestra como se selecciona una tabla.

Figura 11. Menú principal Access.



Fuente: Microsoft Office 2003

Al elegir el objeto tablas, se observa en el lado derecho un submenú, se selecciona crear una tabla en vista diseño, allí se debe de especificar el nombre del campo, tipo de dato (si es numérico, texto, fecha, etc.), y su descripción (aquí se escribe una nota o justificación del campo), posteriormente se le debe dar un nombre a la tabla, para ejemplo se crea una tabla con el nombre de Tabla Maestra, como se muestra en la figura 12.

Figura 12. Diseño tabla maestra.

Nombre del campo	Tipo de datos	Descripción
CODIGO PIEZA	Texto	CODIGO QUE IDENTIFICA A LA PIEZA DE LA MAQUINA
CODIGO SUBPIEZA	Texto	CODIGO QUE IDENTIFICA A LA SUBPIEZA DE LA MAQUINA
PIEZA	Texto	NOMBRE DE LAS PIEZAS QUE CONSTITUYEN LA MAQUINA QUE FABRICA HIELO
SUBPIEZA	Texto	NOMBRE DE LAS SUBPIEZAS QUE CONSTITUYEN LA PIEZA
CANTIDAD	Número	NÚMERO O CANTIDAD DE SUBPIEZAS
MARCA	Texto	MARCA DEL FABRICANTE DE LA SUBPIEZA
NUMERO DE LINEA DE PRODUCCION	Número	IDENTIFICA A QUE LINEA DE PRODUCCION PERTENECE EL EQUIPO ANTES DESCRITO

Fuente: Microsoft Office 2003

Posteriormente se procede al llenado de la misma, cuyo contenido se proporcionará más adelante.

3.2 Instauración de tablas de posibles fallas y sus posibles soluciones

Se utiliza el mismo procedimiento de creación de tablas, como se hizo en el inciso 3.1 se crea una denominada fallas. Y en este caso, se crean los siguientes campos: Código de falla, pieza, código pieza, subpieza, fallas, solución, encargado, tipo (mayor o menor), número de línea de producción.

Los campos quedan a discreción del diseñador, pero recuerde que deben de ser lo mas simple y elemental, para que cualquier usuario, pueda tomar una decisión pronta y acertada, dependiendo de la falla que se le presente, esto conllevará a tener mejor eficiencia y efectividad en las reparaciones de la máquina de fabricar hielo.

Cuanto más completa este la tabla, mayores serán los beneficios que se obtendrán, es necesario hacer énfasis en que la información debe ser dinámica para que se mantenga actualizada, con las fallas que se vayan suscitando en el transcurso de la operación.

La manera en que se va llenando la tabla se muestra en la figura 13, para lo cual se utilizarán los reportes de mantenimiento correctivo.

Figura 13. Tabla Fallas.

CODIGO FALLA	PIEZA	CODIGO PIEZA	SUBPIEZA	FALLAS	SOLUCION
COM-01-RU	Compresor	COM-01	Fajas	Ruptura	Cambio
COM-01-DE	Compresor	COM-01	Fajas	Deterioro	Cambio
COM-02-SC	Compresor	COM-01	Motor Electrico	Sobre carga	Apagar y revisar
COM-02-FU	Compresor	COM-01	Motor Electrico	Fundido	Cambio
COM-03-PB	Compresor	COM-01	Bomba de Aceite	Presión baja	Revisar niveles
COM-03-CB	Compresor	COM-01	Bomba de Aceite	Presión baja y sobrecalentamiento	Cambio de bomba
COM-04-AC	Compresor	COM-01	Aceite lubricante	Nivel bajo	Agregar aceite
COM-05-IA	Compresor	COM-01	Termometro de aspiracion	Alta temperatura	Revisar estado del compresor
COM-06-AG	Compresor	COM-01	Manometro de aspiracion	Alta presion	Revisar estado del amoniaco
COM-06-AL	Compresor	COM-01	Manometro de descarga	Alta presion	Revision del compresor
COM-05-AI	Compresor	COM-01	Termometro de enfriamiento	Alta temperatura	Revisar agua de enfriamiento
CON-01-RU	Condensador	CON-01	Tubos de transferencia	Ruptura	Cambio
CON-01-SU	Condensador	CON-01	Tubos de transferencia	Suciedad(incrustacion)	Limpieza
CON-02-NA	Condensador	CON-01	Nivel de amoniaco	Nivel alto	Purgar
CON-02-NB	Condensador	CON-01	Nivel de amoniaco	Nivel bajo	Agregar amoniaco
CON-02-NS	Condensador	CON-01	Nivel de amoniaco	Suciedad en el visor	Limpieza
CON-03-VE	Condensador	CON-01	Valvula de entrada de gas amoniaco	Atasco,	Cambio
CON-03-VE	Condensador	CON-01	Valvula de entrada de gas amoniaco	Falla de empaques	cambio
CON-04-VS	Condensador	CON-01	Valvula de salida de liquido amoniaco	Atasco	Cambio
CON-04-VS	Condensador	CON-01	Valvula de salida de liquido amoniaco	Falla de empaques	Cambio
CON-05-EA	Condensador	CON-01	Entrada de agua de enfriamiento	fuga	ajustes y cambio de empaques
CON-05-SA	Condensador	CON-01	Salida de agua de enfriamiento	fuga	ajustes y cambio de empaques
EVA-01-SU	Evaporador	EVA-01	Tubos de transferencia	Suciedad(incrustacon)	limpieza
EVA-01-RU	Evaporador	EVA-01	Tubos de transferencia	Ruptura	Cambio
EVA-02-DP	Evaporador	EVA-01	Deposito de agua	fuga	Reparar fuga de agua
EVA-03-MA	Evaporador	EVA-01	Motor de cuchillas	No funciona	Revisar contactores, y revision general
EVA-03-MF	Evaporador	EVA-01	Motor de cuchillas	Motor fundido	Cambio y reparacion
EVA-03-CU	Evaporador	EVA-01	Motor de cuchillas	Cuchillas sin filo	Aflar cuchillas
EVA-04-PA	Evaporador	EVA-01	Panel de control	Desconfiguracion	Configurar con manual de fabricante
EVA-05-VA	Evaporador	EVA-01	Conjunto de valvulas de control	Falla en valvulas	Revision y reparacion
TOR-01-MO	Torre enfriamiento	TOR-01	Motor electrico de ventiladores	No funciona	Revisar contactores y revision general
TOR-01-MF	Torre enfriamiento	TOR-01	Motor electrico de ventiladores	Fundido	Cambio
TOR-01-FA	Torre enfriamiento	TOR-01	Fajas	Ruptura	cambio
TOR-02-MO	Torre enfriamiento	TOR-01	Motor electrico de bomba de agua	No funciona	Revisión contactores y revisioón general

Fuente: Microsoft Office 2003

3.3 Creación de formularios de ingreso de datos

Para llevar el control del mantenimiento preventivo es necesario crear una hoja de control, la información de esta hoja, queda a discreción del diseñador del programa, de la información obtenida, dependerá el éxito del mismo, esta información será almacenada en la tabla de mantenimiento preventivo, esta hoja debe de ser llenada por la persona encargada de mantenimiento. Esta hoja se presenta en la figura 14.

Figura 14. Orden mantenimiento preventivo.

FÁBRICA DE HIELO XXX ORDEN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

No. Correlativo	<input style="width: 90%;" type="text"/>		FECHA
			DÍA <input style="width: 80%;" type="text"/>
CÓDIGO PIEZA	<input style="width: 90%;" type="text"/>		MES <input style="width: 80%;" type="text"/>
NOMBRE PIEZA	<input style="width: 95%;" type="text"/>		AÑO <input style="width: 80%;" type="text"/>
CÓDIGO SERVICIO	<input style="width: 90%;" type="text"/>		

SERVICIO A REALIZAR	<input style="width: 98%;" type="text"/>
<input style="width: 98%;" type="text"/>	
<input style="width: 98%;" type="text"/>	
<input style="width: 98%;" type="text"/>	
INSUMOS	<input style="width: 98%;" type="text"/>
<input style="width: 98%;" type="text"/>	
<input style="width: 98%;" type="text"/>	
<input style="width: 98%;" type="text"/>	
OBSERVACIONES	<input style="width: 98%;" type="text"/>
<input style="width: 98%;" type="text"/>	
<input style="width: 98%;" type="text"/>	
<input style="width: 98%;" type="text"/>	

REALIZADO POR	<input style="width: 98%;" type="text"/>
SUPERVISADO POR	<input style="width: 98%;" type="text"/>

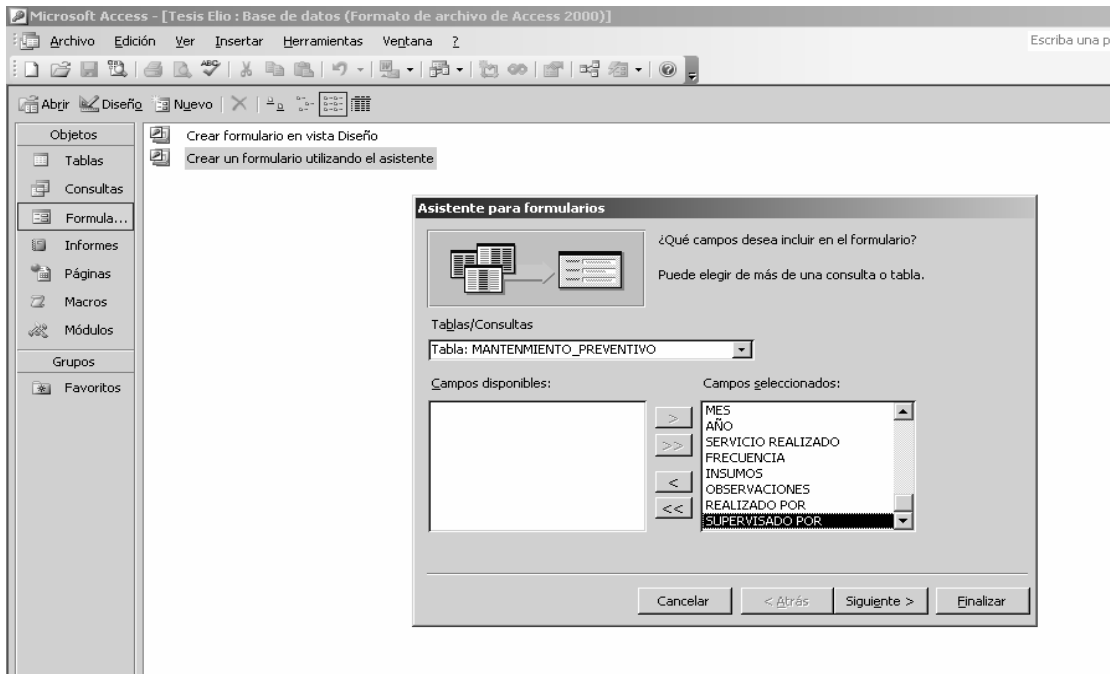
Fuente: Propia.

Es importante diseñar el formulario de captura de datos similar a la boleta de mantenimiento preventivo, de esta manera se minimizarán los errores al trasladar la información al programa, en la investigación en particular será igual que el formato mostrado en la figura 14, para que no exista ningún tipo de confusión, por parte del operador de la computadora.

La forma en la que es más conveniente ingresar la información en las tablas, es por medio de formularios, ya que es una manera más segura y funcional al realizarlo. La creación de los formularios se hace con la ayuda del asistente de Access o en algunos casos, cuando los usuarios son expertos en el uso del

software no tienen la necesidad de utilizar este tipo de herramientas, véase figura 15.

Figura 15. Diagrama de formularios.

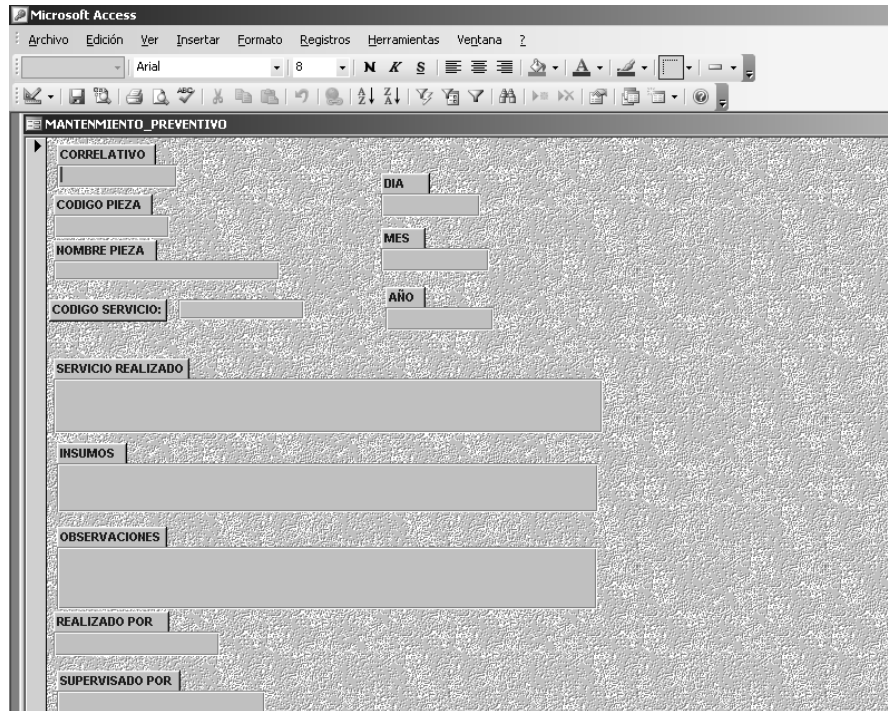


Fuente: Microsoft Office 2003

Si la tabla se hace utilizando el asistente se debe movilizar por las herramientas de Access, y una de ellas se encuentra en la parte inferior de Objetos, se muestra con una viñeta para formularios, luego se presiona doble click sobre la misma, que es la opción de crear un formulario utilizando el asistente, para luego elegir que tabla capturará los datos ingresados, y que campos se deben llenar, con las restricciones que el usuario considere pertinentes, entre estas están que si el campo es numérico no permita letras y viceversa.

En la figura 16 se muestra como quedará un formulario sencillo pero funcional.

Figura 16. Formulario mantenimiento preventivo.



Fuente: Microsoft Office 2003

La hoja de control de mantenimiento correctivo se elabora de la misma manera que la de mantenimiento preventivo, con sus respectivas modificaciones, quedando de la siguiente manera, como lo muestra la figura 17.

Figura 17. Orden mantenimiento correctivo.

FÁBRICA DE HIELO XXX
 CONTROL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

REPORTE

No. CORRELATIVO	<input type="text"/>	FECHA
CÓDIGO PIEZA	<input type="text"/>	DÍA <input type="text"/>
NOMBRE PIEZA	<input type="text"/>	MES <input type="text"/>
CÓDIGO SUBPIEZA	<input type="text"/>	AÑO <input type="text"/>
NOMBRE SUBPIEZA	<input type="text"/>	
CÓDIGO FALLA	<input type="text"/>	
FALLA	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	
ACCIÓN A TOMAR	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	
REVISADO POR	<input type="text"/>	
SUPERVISADO POR	<input type="text"/>	

REPARACIÓN

HORAS DE PARO	<input type="text"/>	FECHA
COSTO		DÍA <input type="text"/>
MANO DE OBRA	<input type="text"/>	MES <input type="text"/>
REPUESTOS	<input type="text"/>	AÑO <input type="text"/>
EMPRESA QUE REALIZÓ EL TRABAJO	<input type="text"/>	
TRABAJO REALIZADO	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	
OBSERVACIONES	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	

De la misma manera como se creó el formulario de ingreso de datos se debe elaborar uno para ingresar la información de las hojas de control de mantenimiento, ver figura 18.

Figura 18. Formulario mantenimiento correctivo.

The image shows a Microsoft Access window titled "Microsoft Access - [MANTENIMIENTO CORRECTIVO]". The window contains a form with the following fields:

- CORRELATIVO**: Text field
- CODIGO PIEZA**: Text field
- NOMBRE PIEZA**: Text field
- CODIGO SUBPIEZA**: Text field
- NOMBRE SUBPIEZA**: Text field
- CODIGO FALLA**: Text field
- FALLA**: Text field
- ACCION A TOMAR**: Text field
- REVISADO POR**: Text field
- SUPERVISADO POR**: Text field
- HORAS DE PARO:** Text field with a value of 0
- MANO DE OBRA**: Text field with a value of 0
- REPUESTOS**: Text field with a value of 0
- TRABAJO REALIZADO**: Text field
- EMPRESA QUE REALIZO EL TRABAJO**: Text field
- OBSERVACIONES**: Text field
- DIA**: Text field
- MES**: Text field
- AÑO**: Text field
- DIA REPARACION**: Text field
- MES REPARACION**: Text field
- AÑO REPARACION**: Text field

At the bottom of the window, there is a status bar that reads "Registro: 1 de 1".

Fuente: Microsoft Office 2003

Una de las tablas en que se debe tener especial consideración es la denominada lista de control, en esta tabla se anotan las variables que nos servirán de referencia para verificar si un sistema, proceso, máquina, y/o pieza de máquina, pierden eficiencia, al ir notando o verificando un bajo rendimiento, se puede planificar una reparación mayor o menor según sea el caso, por lo que la hoja de control queda de la siguiente manera, véase figura 19.

Figura 19. Ficha de control del compresor.

FÁBRICA DE HIELO XXX

FICHA LISTA DE CONTROL
DEL COMPRESOR DE
AMONÍACO

HOJA DE CONTROL SEMANAL

NOTA: LA MEDICIÓN ES A LAS 06 HORAS DE FUNCIONAMIENTO DIARIO

DÍA	FECHA	PRESIÓN DE ASPIRACIÓN	PRESIÓN DE DESCARGA	PRESIÓN DE LUBRICACIÓN	TEMPERATURA DE ASPIRACIÓN	TEMPERATURA DE DESCARGA	TEMPERATURA DE AGUA EN CABEZA DE CILINDROS
LUNES							
MARTES							
MIÉRCOLES							
JUEVES							
VIERNES							
SÁBADO							
DOMINGO							

Fuente: Propia.

Así mismo se debe crear un formulario de ingreso de información en la tabla de lista de control, como lo muestra la figura 20.

Figura 20. Formulario lista de control del compresor.

The image shows a screenshot of a Microsoft Access form titled "CHECK_LIST COMPRESOR". The form is displayed within the Microsoft Access application window, showing the menu bar (Archivo, Edición, Ver, Insertar, Formato, Registros, Herramientas, Ventana) and the toolbar. The form itself has a textured background and contains several input fields for recording compressor data:

- FECHA
- PRESION DE ASPIRACION (PSI)
- PRESION DE DESCARGA (PSI)
- PRESION DE LUBRICACION (PSI)
- TEMPERATURA DE ASPIRACION (F)
- TEMPERATURA DE DESCARGA (F)
- TEMPERATURA DE AGUA EN CABEZA DE CILINDROS (F)

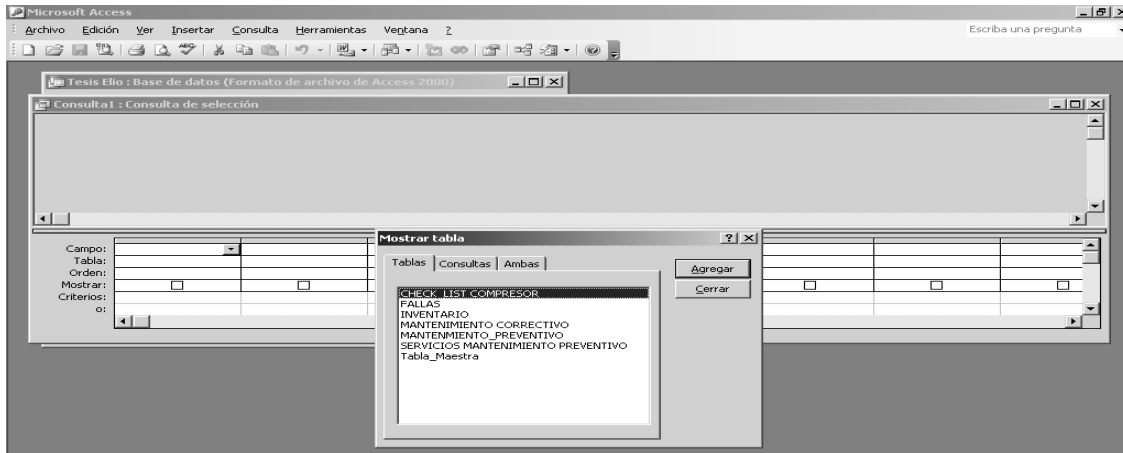
Fuente: Microsoft Office 2003

3.4 Modelos de consultas o Querys basados en la información ingresada

Los Querys y/o consultas no son más que la utilización de herramientas de Access, o cualquier otro Software de base de datos, los mismos sirven para unir tablas de información, basándose en datos similares, de una manera más comprensible sería como decir verbalmente si este campo (de una tabla) es igual a este otro campo (de otra tabla), tome la información que resulte de semejar las columnas y presente la unión de los campos en otra tabla (diferente a las dos anteriores), en algunos casos se debe definir si la información va de un campo único a muchos o viceversa, mientras que el método sencillo es unir los campos similares, este será el caso que se utilizará, ver figura 21.

Estos permiten hacer más simple la obtención de información, debido a que se puede sustraerla utilizando Excel, ya que en una de sus aplicaciones se puede utilizar tablas dinámicas y/o vínculos a base de datos.

Figura 21. Ventana principal de una consulta.

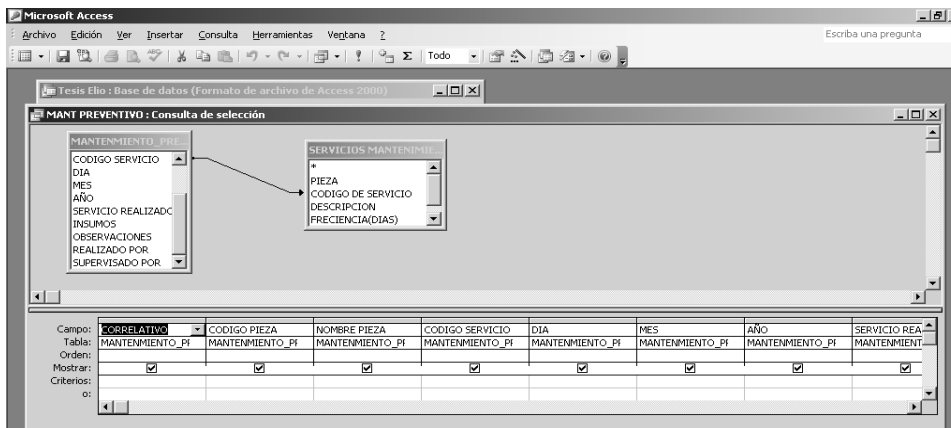


Fuente: Microsoft Office 2003

Para hacer una consulta o Query, en la ventana principal de Access, se observa en el extremo del lado izquierdo, un listado de opciones, las cuales nos permiten realizar tablas, consultas, formularios, etc. En este caso se selecciona la opción, consulta, la cual nos permite trabajar con el listado de tablas, ver figura 21.

Logrando hacer uniones entre campos similares, para posteriormente optar por los campos necesarios de ambas tablas, con esto lograremos no sobrecargar las tablas de información ni mezclar las mismas, para este caso en particular se seleccionan las tablas de mantenimiento preventivo y servicios de mantenimiento, véase figura 22.

Figura 22. Diagrama de una consulta.



Fuente: Microsoft Office 2003

3.5 Creación de tablas con información de los manuales, procedimientos y recomendaciones del fabricante

Los fabricantes proporcionan tres manuales con cada máquina, los cuales se describen a continuación.

1. Diagrama de piezas y componentes de la máquina
2. Lista de mantenimientos y/o servicios preventivos para garantizar la vida útil de la máquina.
3. Manual del operador

En este caso particular, se hará uso únicamente de los primeros dos manuales, con los cuales crearemos las tablas de información, el diagrama de piezas y componentes (que llamaremos sub-piezas), permite crear un inventario, a esta tabla se le pondrá el nombre de tabla maestra, esta incluye los siguientes campos: código pieza, código sub pieza, pieza, sub pieza, cantidad, marca y línea de producción, como lo muestra la figura 23.

Figura 23. Tabla maestra.

Tabla_Maestra : Tabla							
CODIGO PIEZA	CODIGO SUBPIEZA	PIEZA	SUBPIEZA	CANTIDAD	MARCA	NUMERO DE LINEA DE PRODUCCION	
COM-01	COM-01	Compresor	Compresor	1	REMINGTON	1	
COM-01	COM-01-01	Compresor	Pistones	2	ABC	1	
COM-01	COM-01-02	Compresor	Anillos	2	ABC	1	
COM-01	COM-01-03	Compresor	Tejas	2	NPR	1	
COM-01	COM-01-04	Compresor	Biela	2	AFF	1	
COM-01	COM-01-05	Compresor	Jgo empaques	1	ABC	1	
COM-01	COM-01-06	Compresor	Cigüeñal	1	ABC	1	
COM-01	COM-01-07	Compresor	Block	1	ABC	1	
COM-01	COM-01-08	Compresor	Cabezal o Culata	1	ABC	1	
COM-01	COM-01-09	Compresor	Aceitera o Carter	1	ABC	1	
COM-01	COM-01-10	Compresor	Polea	1	ABC	1	
COM-01	COM-01-11	Compresor	Cuña	1	ABCA	1	
COM-01	COM-01-12	Compresor	Retenedor cigüeñal	1	ABC	1	
COM-01	COM-01-13	Compresor	Camisas de Cilindro	2	ACC	1	
COM-01	COM-01-14	Compresor	Motor Electrico	1	GE	1	
COM-01	COM-01-15	Compresor	Fajas	1	V-Belt	1	
COM-01	COM-01-16	Compresor	Separador de Aceite	1	ARR	1	
COM-01	COM-01-17	Compresor	Valvulas	4	ARR	1	
COM-01	COM-01-18	Compresor	Sellos de valvula	4	ARR	1	
COM-01	COM-01-19	Compresor	Bomba de Aceite	1	ARA	1	
COM-01	COM-01-20	Compresor	Eje de Levas	2	AFF	1	
COM-01	COM-01-21	Compresor	Carcasa	1	Remington	1	
COM-01	COM-01-22	Compresor	Aceite lubricante	1	Esso	1	
COM-01	COM-01-23	Compresor	Filtro de aceite	1	Superflux	1	
COM-01	COM-01-24	Compresor	Empaque de culata	1	AFF	1	
CON-01	CON-01	Condensador	Condensador	1	CLASUS	1	
CON-01	CON-01-01	Condensador	Tubos de transferencia	6	Wolf	1	
CON-01	CON-01-02	Condensador	Carcasa	1	Wolf	1	
CON-01	CON-01-03	Condensador	Valvulas	3	Wolf	1	
CON-01	CON-01-04	Condensador	Chenues	2	Wolf	1	

Fuente: Microsoft Office 2003

Hay que hacer notar que en la tabla maestra, los códigos utilizados son a discreción del usuario y no recomendaciones del fabricante. En este caso en particular, los códigos se planifican pensando en una segunda o tercera línea de producción, recuerde que el programa debe de prever el crecimiento de la fábrica.

El segundo manual se utilizará para crear una tabla que contenga los servicios básicos de mantenimiento preventivo, y la misma contendrá los siguientes campos: código de servicio, descripción, frecuencia de los servicios (en días), e insumos a utilizar (se incluyen únicamente los productos a utilizar y no las herramientas necesarias para su realización), ver figura 24.

Figura 24. Tabla servicios mantenimiento preventivo.

PIEZA	CODIGO DE SERVICIO	DESCRIPCION	FREC	INSUMOS
COMPRESOR	MOT-COM	REVISION DEL MOTOR ELECTRICO DEL COMPRESOR	30	NINGUNO
COMPRESOR	CAR-COM	LIMPIEZA DE CARCAZA DE COMPRESOR	30	JABON, AGUA, CLORO, DESINFECTANTE
COMPRESOR	FAJ-COM	REVISION ,ALINEACION Y TENSION DE FAJA	30	NINGUNO
COMPRESOR	MLI-COM	LIMPIEZA EXTERIOR DEL MOTOR ELECTRICO COMPRESOR	30	JABON, AGUA, CLORO, DESINFECTANTE
COMPRESOR	FIL-COM	CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE	120	FILTRO,WIPE,SILICON
COMPRESOR	ACE-COM	CAMBIO DE ACEITE LUBRICANTE DEL COMPRESOR	120	ACITE, WIPE, SILICON
COMPRESOR	FUG-COM	REVISAR FUGAS DE ACEITE LUBRICANTE	80	WIPE,LIMPIADORES
COMPRESOR	VAL-COM	REVISION DE VALVULAS DE ENTRADA Y SALIDA	60	NINGUNO
COMPRESOR	NIV-COM	REVISION DE NIVEL DE ACEITE	30	NINGUNO
CONDENSADOR	AVI-CON	LIMPIEZA DEL VISOR DE NIVEL DE AMONIACO	25	WIPE, LIMPIADOR
CONDENSADOR	AMN-CON	REVISAR EL NIVEL DE AMONIACO EN EL CONDENSADOR	20	NINGUNO
CONDENSADOR	AMO-CON	INTRODUCIR AMONIACO, CUANDO EL NIVEL ESTA BAJO	90	TANGUE DE AMONIACO,
CONDENSADOR	CAR-CON	LIMPIEZA DE CARCAZA DEL CODENSADOR	45	JABON, AGUA, CLORO, DESINFECTANTE
CONDENSADOR	VAL-CON	ABERTURA DE LA VALVULA DE PURGA DEL CONDENSADOR	15	NINGUNO
EVAPORADOR	LID-EVA	LIMPIEZA DEL DEPOSITO DE AGUA DEL EVAPORADOR	30	JABON,AGUA, CLORO, DESINFECANTE
EVAPORADOR	REV-EVA	REVISION DE LA CIMENTACION (DAÑO POR OXIDO)	120	NINGUNO
EVAPORADOR	VAL-EVA	ABRIR VALVULA DE DRENAJE DEL EVAPORADOR	15	NINGUNO
EVAPORADOR	FUG-EVA	REVISION DE FUGAS DE AMONIACO EN EVAPORADOR	30	NINGUNO
EVAPORADOR	BOM-EVA	REVISION DE BOMBA DE AGUA DEL EVAPORADOR	60	NINGUNO
EVAPORADOR	MOT-EVA	REVISION DEL MOTOR ELECTRICO DE LAS CUCHILLAS	60	NINGUNO
EVAPORADOR	CUC-EVA	REVISION DE CUCHILLAS DE EL EVAPORADOR	60	NINGUNO
GENERAL	VAL-SEG	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO VALVULAS DE SEGURIDAD	60	NINGUNO
GENERAL	LIM-GEN	LIMPIEZA EXTERIOR	30	JABON,AGUA, CLORO, DESINFECANTE
GENERAL	REV-GEN	REVISION DE FUGAS EN TUBERIAS	30	NINGUNO
GENERAL	VAL-GEN	REVISION Y LIMPIEZA DE VALVULAS	30	NINGUNO
TORRE ENFRIAMI	MOV-TOR	REVISION DEL MOTOR ELECTRICO DE VENTILADORES	60	NINGUNO
TORRE ENFRIAMI	MOB-TOR	REVISION DEL MOTOR ELECTRICO DE BOMBA DE AGUA	60	NINGUNO
TORRE ENFRIAMI	VAL-TOR	ABRIR VALVULA DE DRENAJE DE LA TORRE	20	NINGUNO
TORRE ENFRIAMI	CHA-TOR	LIMPIEZA DE CHAROLA DE LA TORRE	60	JABON,AGUA, CLORO, DESINFECTANTE
TORRE ENFRIAMI	SER-TOR	LIMPIEZA DE SERPENTIN DE LA TORRE	60	AGUA,ACIDO MURIATICO,JABON,
TORRE ENFRIAMI	VNI-TOR	REVISAR VALVULA DE NIVEL DE AGUA EN CHAROLA	80	NINGUNO
TORRE ENFRIAMI	CIM-TOR	REVISAR CIMENTACION DE LA TORRE(DAÑO POR OXIDO)	70	NINGUNO
TORRE ENFRIAMI	FAJ-TOR	REVISION, ALINEACION Y TENSION DE FAJA EN TORRE	30	NINGUNO

Fuente: Microsoft Office 2003

3.6 Presentación de resultados, a través de hojas de cálculo Excel

La presentación de resultados se hace por medio de un archivo de Excel, que consta de 12 hojas, las cuales se estudian por separado y su justificación y análisis se describen en la tabla III.

Tabla III. Lista de hojas de Excel.

No.	NOMBRE DE HOJA	CONTENIDO	USO
1	BÚSQUEDA DE CÓDIGOS	BÚSQUEDA DE CODIGOS MÁS UTILIZADOS EN EL PROGRAMA	CONTROL GENERAL
2	LISTA SERVICIO MANTENIMIENTO PREVENTIVO	PRESENTA LA LISTA DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	CONTROL MANTENIMIENTO PREVENTIVO
3	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	PRESENTA LA INFORMACIÓN PARA CONTROL ADMINISTRATIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
4	MANTENIMIENTO PREVENTIVO (PRÓXIMO SERVICIO)	INDICA Y RECUERDA CUAL ES EL PRÓXIMO SERVICIO A REALIZAR	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
5	IMPRESIÓN HOJA SERVICIO PREVENTIVO	IMPRIME LA HOJA DE ORDEN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
6	LISTA DE FALLAS	PRESENTA LA LISTA DE FALLAS	CONTROL MANTENIMIENTO CORRECTIVO
7	MANTENIMIENTO CORRECTIVO (REPORTE)	PRESENTA LA INFORMACIÓN PARA CONTROL ADMINISTRATIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO
8	MANTENIMIENTO CORRECTIVO (REPARACIÓN)	PRESENTA LA INFORMACIÓN PARA CONTROL ADMINISTRATIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO
9	IMPRESIÓN HOJA MANTENIMIENTO CORRECTIVO	IMPRIME LA HOJA DE REPORTE DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO
10	LISTA DE CONTROL DEL COMPRESOR	PRESENTA LAS GRAFICAS DEL COMPORTAMIENTO DEL COMPRESOR	CONTROL COMPRESOR
11	MANTENIMIENTO PREVENTIVO REALIZADOS	PRESENTA UNA LISTA DE LOS MANTENIMIENTO CORRECTIVOS YA REALIZADOS	CONTROL GENERAL
12	MANTENIMIENTO CORRECTIVO REALIZADOS	PRESENTA UNA LISTA DE LOS MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS YA REALIZADOS	CONTROL GENERAL

Fuente: Propia.

Hoja 1: búsqueda de códigos: Esta sirve para facilitar la búsqueda de los códigos más utilizados en el programa de mantenimiento, los cuales son: de pieza y subpieza, fallas y servicios de mantenimiento preventivo, para su realización se utilizan tres tablas dinámicas, que se describen en la tabla IV.

Tabla IV. Lista de tablas dinámicas

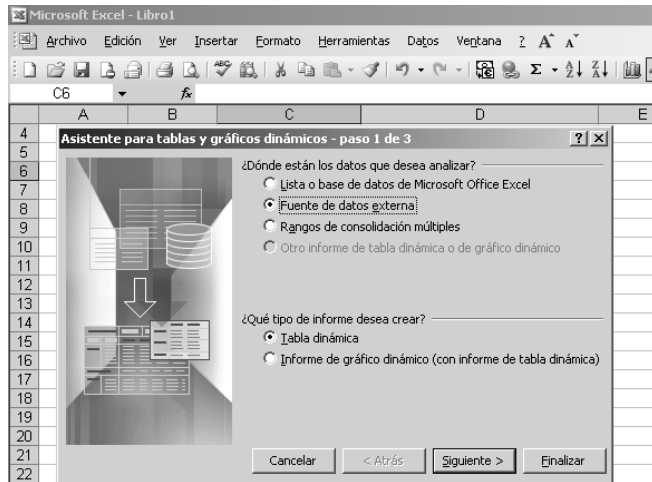
LISTADO DE TABLAS DINÁMICAS	
NOMBRE	TABLA BASE EN ACCESS
PIEZA Y SUBPIEZA	TABLA MAESTRA
FALLAS	FALLAS
SERVICIOS MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SERVICIOS MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Fuente: Propia

Una tabla dinámica es una herramienta de Excel y es una forma práctica de presentar información, como en este caso, se utiliza para la búsqueda de códigos, la base de una tabla dinámica puede ser información de una hoja de Excel o bien una tabla de Access, como es en este caso. Se mostrará cómo se hace la primera, y con las demás tablas el procedimiento es el mismo, únicamente cambia la tabla en Access.

Al tener la primera hoja en blanco, lo primero en realizar será ponerle nombre a la hoja, y se hace presionando doble clic en la pestaña donde dice hoja 1 y se le coloca el nombre de búsqueda de códigos. Posteriormente, en menú principal de Excel se selecciona datos, aparecerá un submenú y se elige informe de tablas y gráficos dinámicos. Esto da una ventana llamada asistente para tablas y gráficos dinámicos paso 1 de 3 y se seleccionan, fuentes de datos externa, tabla dinámica y se hace clic en siguiente, ver figura 25.

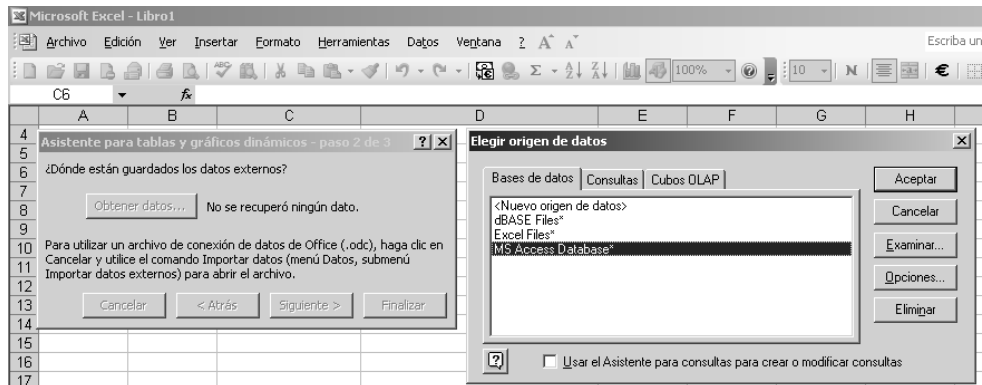
Figura 25. Ventana tabla dinámica paso 1 de 3.



Fuente: Microsoft Office 2003

Posteriormente, aparecerá otra ventana (asistente para tablas y gráficos dinámicos, paso 2 de 3) y se elige obtener datos, aparece otra ventana (elegir origen de datos) y se selecciona MS Access Database y aceptar, ver figura 26.

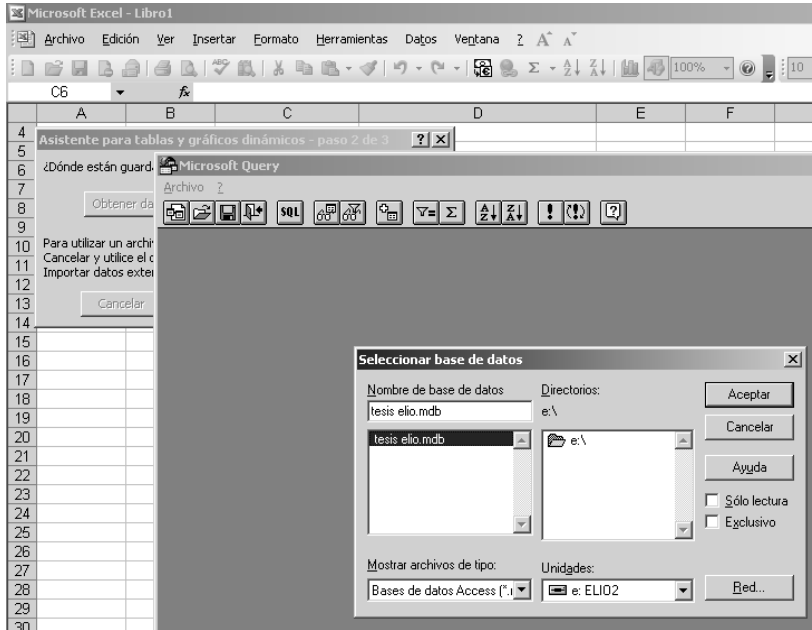
Figura 26. Ventana tabla dinámica paso 2 de 3.



Fuente: Microsoft Office 2003

Después, en esta ventana (Microsoft Query), y sub ventana (Seleccionar base de datos) se busca el nombre del archivo Access (donde se encuentra toda la información de la máquina), donde esta ubicado, y se acepta, ver figura 27.

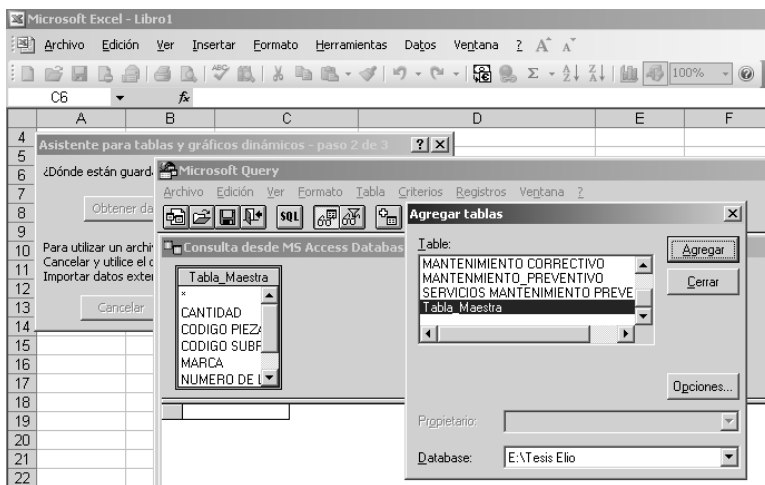
Figura 27. Ventana Microsoft Query.



Fuente: Microsoft Office 2003

Una vez aceptado da a otra ventana (agregar tablas), en la cual se nos muestran todas las tablas y las consultas que contiene esa base de datos, en este caso se selecciona tabla maestra y se cierra la ventana, ver figura 28.

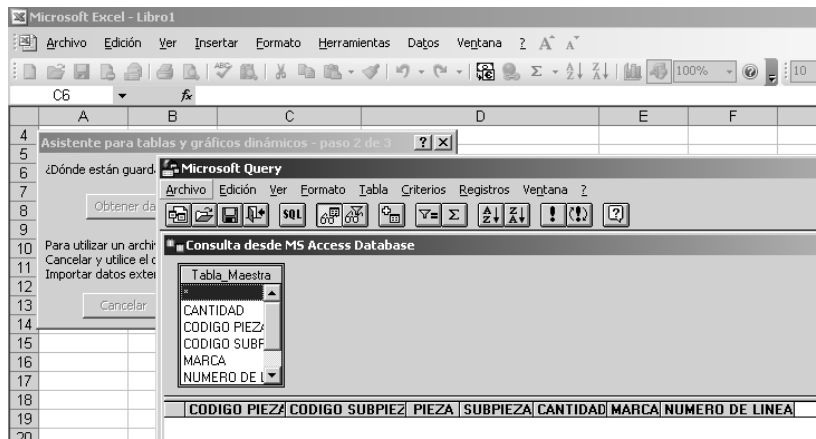
Figura 28. Ventana agregar tablas.



Fuente: Microsoft Office 2003

Ya cerrada la ventana de agregar tablas, queda únicamente la tabla maestra, y allí se elijen los campos que se utilizarán en la presentación de la tabla dinámica, ver figura 29.

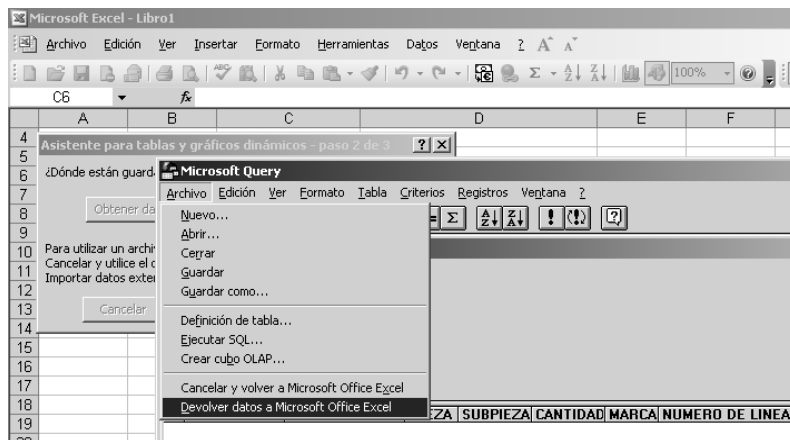
Figura 29. Lista de campos de tabla dinámica.



Fuente: Microsoft Office 2003

Después, en el menú principal de la ventana Microsoft Query se elige archivo y se opta por la opción devolver datos a Microsoft Office Excel, ver figura 30.

Figura 30. Devolver datos a Excel.



Fuente: Microsoft Office 2003

Al finalizar todo esto, se regresa a la ventana asistente para tablas y gráficos dinámicos, paso 2 de 3, en esta ventana se selecciona siguiente, allí se tiene dos opciones, una de ellas es, si la tabla dinámica quedará en la hoja existente

o si se desea colocar en una hoja nueva, en este caso se selecciona la primera opción, y se opta por opción de diseño, ver figura 31.

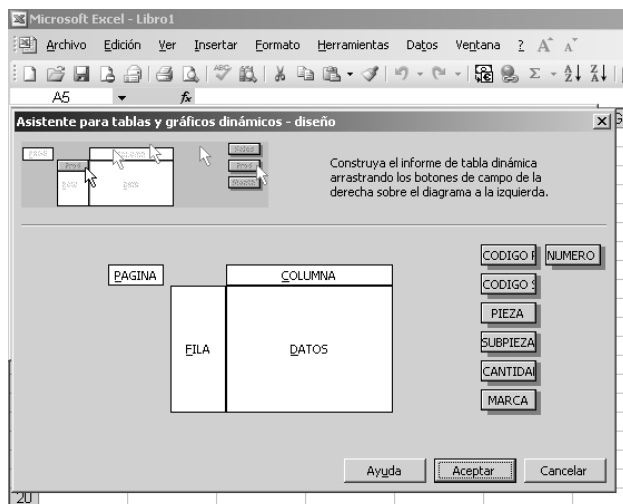
Figura 31. Opción diseño tabla dinámica.

Fuente: Microsoft Office 2003



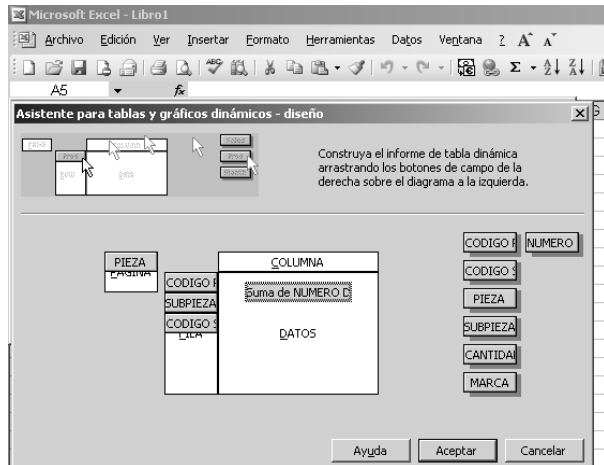
Esto abre una nueva ventana (asistente para tablas y gráficos dinámicos, diseño), que es donde se elige como se mostrará la presentación de la misma, a la derecha aparecen los campos de la consulta, y a la izquierda donde se desea posicionar, la forma de hacerlo es arrastrar los campos y se “sueltan” donde se necesiten, ver figura 32.

Figura 32. Asistente para tablas y gráficos dinámicos. Fuente: Microsoft Office 2003



En este caso se eligió de esta manera, ver figura 33.

Figura 33. Asistente para tablas y gráficos dinámicos-diseño.



Fuente: Microsoft Office 2003

Al aceptar este diseño se regresa a la ventana asistente para tablas y gráficos dinámicos, paso 2 de 3, en esta parte se elige finalizar, y da como resultado la figura 34.

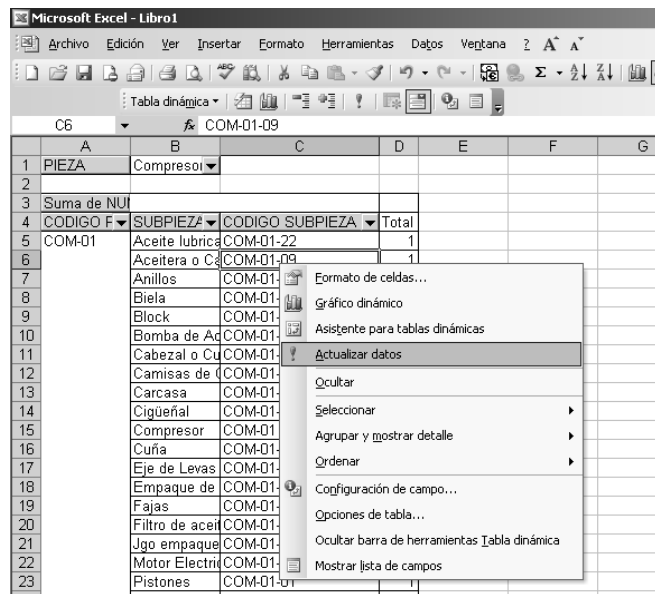
Figura 34. Tabla dinámica.

CODIGO F	SUBPIEZA	CODIGO SUBPIEZA	Total
COM-01	Aceite lubrica	COM-01-22	1
	Aceitera o Ca	COM-01-09	1
	Anillos	COM-01-02	1
	Biela	COM-01-04	1
	Block	COM-01-07	1
	Bomba de Ac	COM-01-19	1
	Cabezal o Cu	COM-01-08	1
	Camisas de	COM-01-13	1
	Carcasa	COM-01-21	1
	Cigüeñal	COM-01-06	1
	Compresor	COM-01	1
	Cuña	COM-01-11	1
	Eje de Levas	COM-01-20	1
	Empaque de	COM-01-24	1
	Fajas	COM-01-15	1
	Filtro de acer	COM-01-23	1
	Jgo empaque	COM-01-05	1
	Motor Electric	COM-01-14	1
	Pistones	COM-01-01	1
	Polea	COM-01-10	1
	Retenedor cig	COM-01-12	1
	Sellos de valv	COM-01-18	1
	Separador de	COM-01-16	1
	Tejas	COM-01-03	1
	Valvulas	COM-01-17	1

Fuente: Microsoft Office 2003

Una de las cualidades de las tablas dinámicas es que permite colocar campos para elegir qué tipo de información se desea visualizar, pero la cualidad más notable es que permite actualizar la información, es decir, que al haber cambios o agregar registros en las hojas de Access, estos cambios son actualizados en la tabla dinámica, la forma de hacerlo es la siguiente, al posicionarse sobre la tabla, se hace clic derecho en el Mouse, aparecerá un menú y luego se elige actualizar datos (!) véase figura 35.

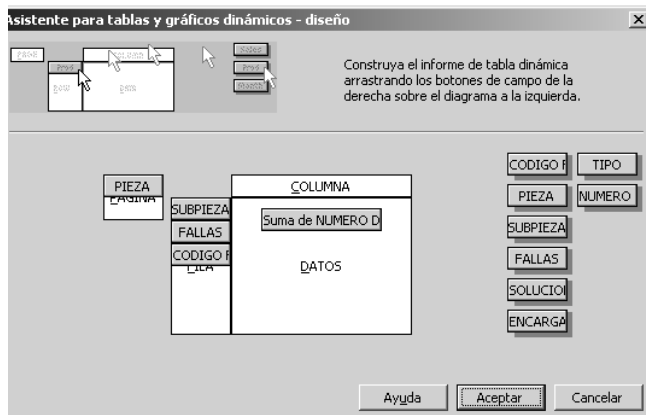
Figura 35. Tabla dinámica actualización.



Fuente: Microsoft Office 2003

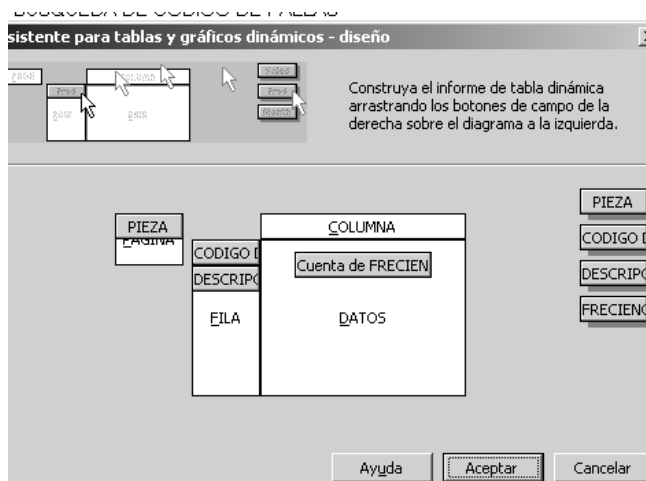
Se hace exactamente lo mismo para las dos siguientes tablas, la diferencia está en la forma del diseño de las tablas, por lo que únicamente se presentará el diseño, cabe recordar que esto queda a criterio y discreción del usuario del programa. El diseño de la tabla de fallas, véase figura 36, y la tabla de servicio de mantenimiento preventivo, ver figura 37.

Figura 36. Diseño tabla dinámica de fallas.



Fuente: Microsoft Office 2003

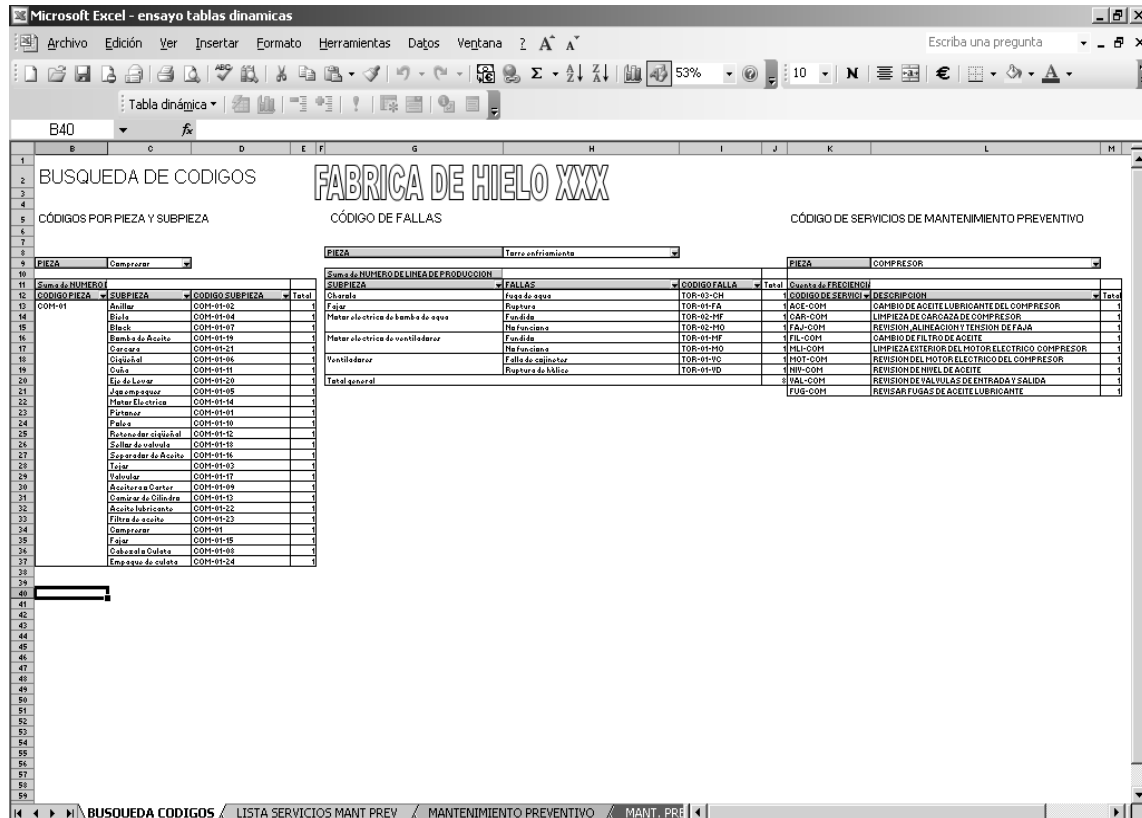
Figura 37. Diseño tabla dinámica de servicios mantenimiento preventivo.



Fuente: Microsoft Office 2003

Al finalizar la hoja de búsqueda de códigos queda de la siguiente manera, como lo muestra la figura 38.

Figura 38. Muestra de hoja de búsqueda códigos.



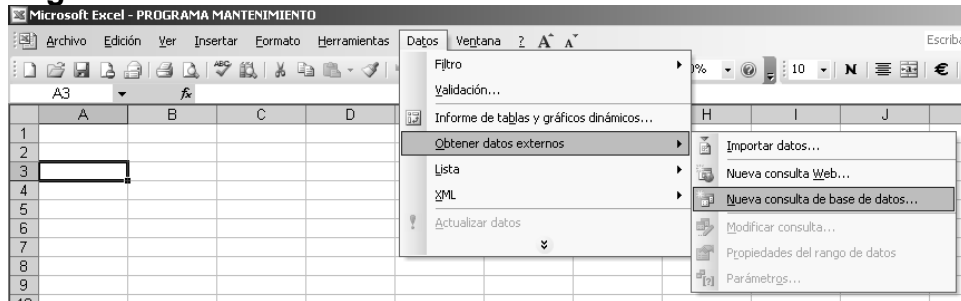
Fuente: Microsoft Office 2003

Hoja 2: lista de servicios de mantenimiento preventivo, esta hoja, nos sirve como control y apoyo, para la elaboración de la hoja 5 (Impresión hoja de servicio preventivo), por lo que va oculta en la presentación del archivo Excel.

Se utiliza otra herramienta de Excel que se llama consulta de base de datos, consiste en agregar a una hoja, el contenido de una tabla o consulta, con la ventaja de poder hacer modificaciones las cuales se consideren pertinentes (hacer actualizaciones, incluir nombre de campos, filtrar y ordenar la información de las columnas, auto-llenar fórmulas en columnas adyacentes, agregarle contraseña, etc.), la forma de elaborarla es la siguiente, en el menú principal de

Excel, en datos aparecerá en submenú, obtener datos externos donde se elige nueva consulta de base de datos, ver figura 39.

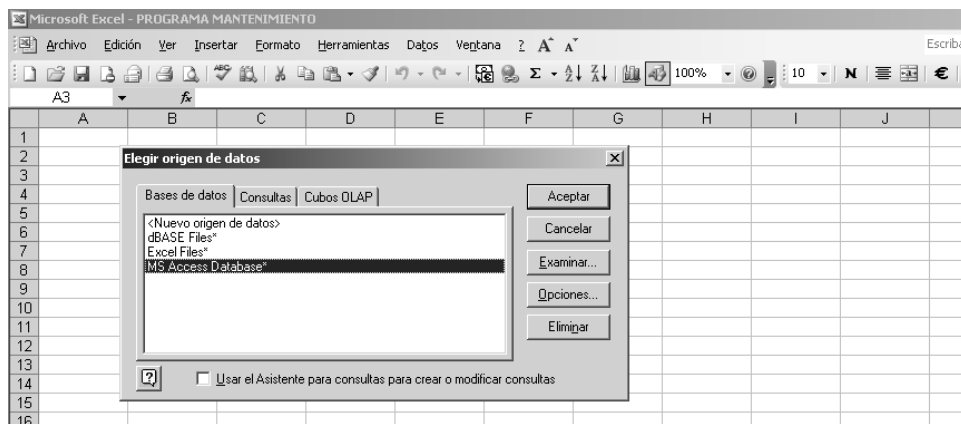
Figura 39. Menú consulta de base de datos.



Fuente: Microsoft Office 2003

Aparecerá una ventana (elegir origen de datos), en este caso en particular, se utilizará la opción MS Access Database, y aceptar, como lo muestra la figura 40.

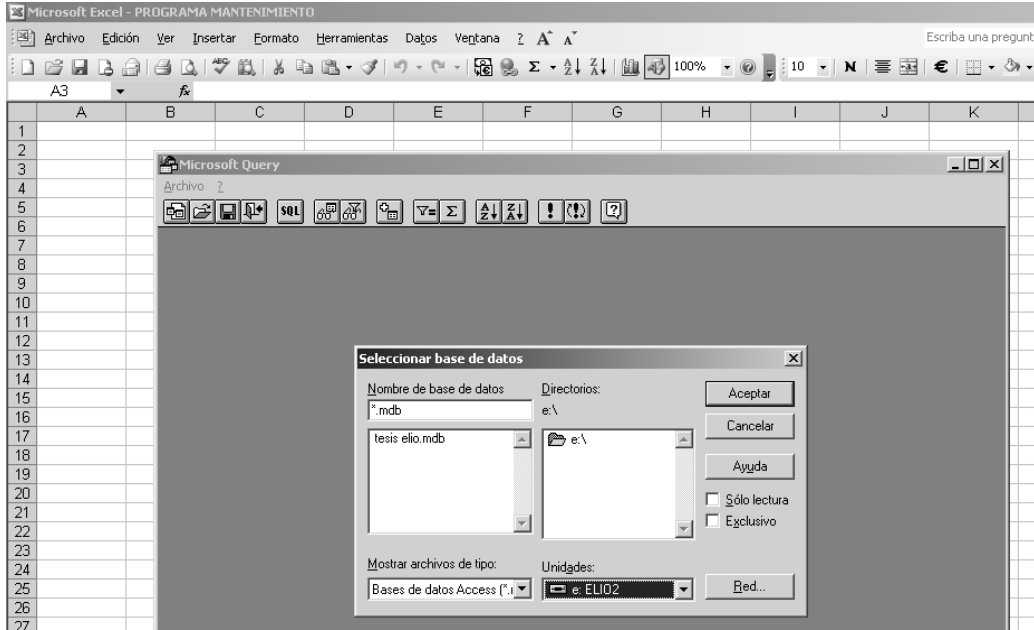
Figura 40. Ventana origen de datos.



Fuente: Microsoft Office 2003

Se verán dos ventanas (Microsoft Query, Seleccionar base de datos), Se indica en donde esta ubicado la base datos, su nombre, y se acepta, véase figura 41.

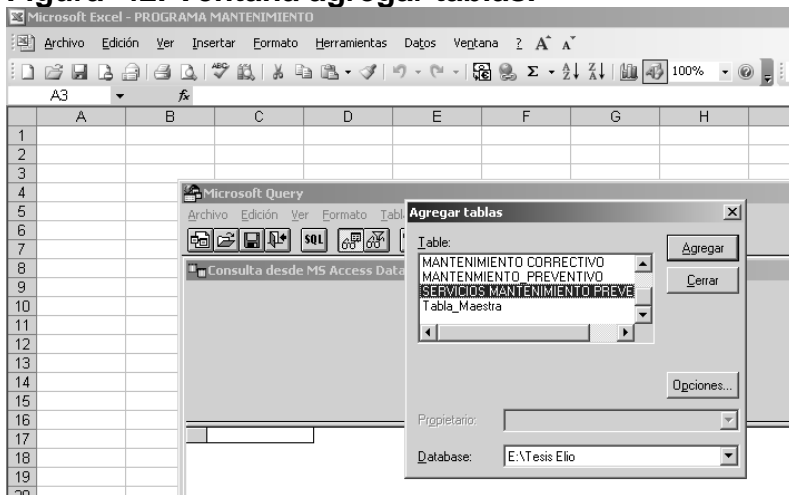
Figura 41. Ventana seleccionar base de datos.



Fuente: Microsoft Office 2003

Se apreciará otra ventana (agregar tabla), se elige servicios mantenimiento preventivo y se cierra, ver figura 42.

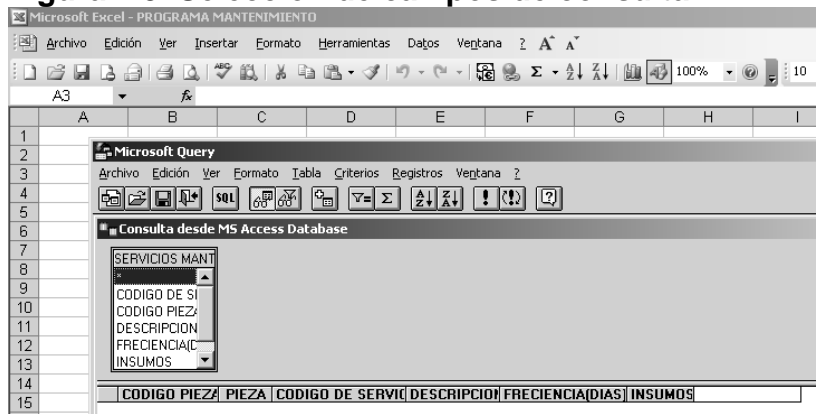
Figura 42. Ventana agregar tablas.



Fuente: Microsoft Office 2003

Se seleccionan los campos que se necesiten en esta consulta, ver figura 43.

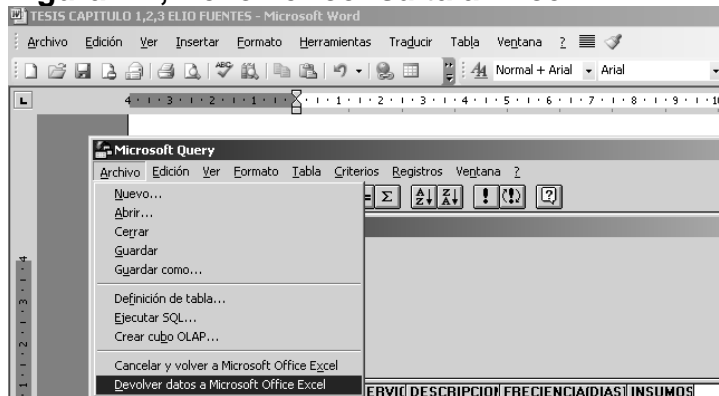
Figura 43. Selección de campos de consulta.



Fuente: Microsoft Office 2003

Seguidamente, en el menú principal de la ventana Microsoft Query, se elige archivo, y se utiliza la opción devolver datos a Microsoft Office Excel, ver figura 44.

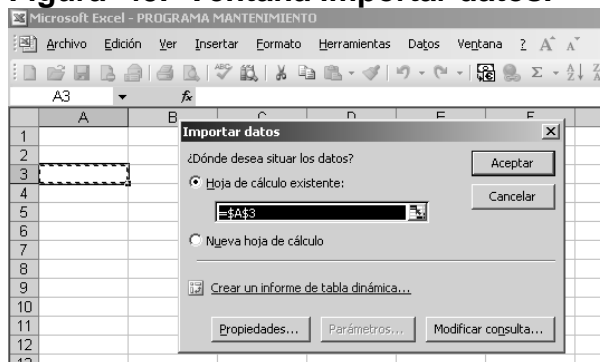
Figura 44, Devolver consulta a Excel.



Fuente: Microsoft Office 2003

Esto abre una ventana (importar datos), se selecciona propiedades (figura 45).

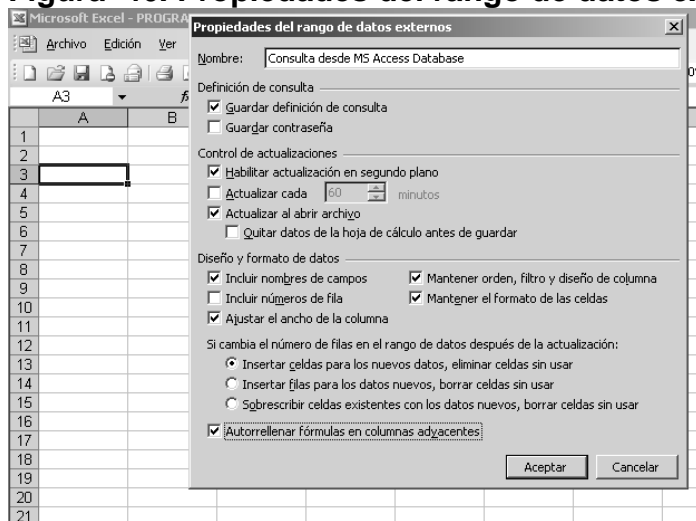
Figura 45. Ventana importar datos.



Fuente: Microsoft Office 2003

Aparecerá otra ventana (propiedades del rango de datos externos), se apreciarán todas las propiedades de los datos, y se puede elegir cual es la que nos sería de utilidad, en este caso, las más importantes son: actualizar al abrir archivo, incluir nombre de campos, auto-rellenar formulas en columnas adyacentes, y se acepta, véase figura 46.

Figura 46. Propiedades del rango de datos externos.



Fuente: Microsoft Office 2003

Se regresará a la ventana importar datos, y se acepta, nos muestra la tabla en una hoja de excel (figura 47), las fórmulas y la forma de llenar las columnas adyacentes (G,H,I,J), se analizarán cuando se vea la hoja 5, impresión de hoja de mantenimiento preventivo.

Figura 47. Muestra de hoja de servicios de mantenimiento preventivo.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7	COM-01	COMPRESOR	MOT-COM	REVISION DEL MOTOR ELECTRICO DEL COMPRESOR		30 NINGUNO	1
8	COM-01	COMPRESOR	ACE-COM	CAMBIO DE ACEITE LUBRICANTE DEL COMPRESOR		120 ACEITE, VMPE, SILICON	2
9	COM-01	COMPRESOR	FUG-COM	REVISAR FUGAS DE ACEITE LUBRICANTE		80 VMPE, LIMPIADORES	3
10	COM-01	COMPRESOR	VAL-COM	REVISION DE VALVULAS DE ENTRADA Y SALIDA		60 NINGUNO	4
11	COM-01	COMPRESOR	CAR-COM	LIMPIEZA DE CARCAZA DE COMPRESOR		30 JABON, AGUA, CLORO, DESINFECTANTE	5
12	COM-01	COMPRESOR	FAJ-COM	REVISION, ALINEACION Y TENSION DE FAJA		30 NINGUNO	6
13	COM-01	COMPRESOR	MLI-COM	LIMPIEZA EXTERIOR DEL MOTOR ELECTRICO COMPRESOR		30 JABON, AGUA, CLORO, DESINFECTANTE	7
14	COM-01	COMPRESOR	NIV-COM	REVISION DE NIVEL DE ACEITE		30 NINGUNO	8
15	COM-01	COMPRESOR	FIL-COM	CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE		120 FILTRO, VMPE, SILICON	9
16	CON-01	CONDENSADOR	AVI-CON	LIMPIEZA DEL VISOR DE NIVEL DE AMONIACO		25 VMPE, LIMPIADOR	1
17	CON-01	CONDENSADOR	AMN-CON	REVISAR EL NIVEL DE AMONIACO EN EL CONDENSADOR		20 NINGUNO	2
18	CON-01	CONDENSADOR	AMO-CON	INTRODUCIR AMONIACO, CUANDO EL NIVEL ESTA BAJO		90 TANQUE DE AMONIACO,	3
19	CON-01	CONDENSADOR	CAR-CON	LIMPIEZA DE CARCAZA DEL CONDENSADOR		45 JABON, AGUA, CLORO, DESINFECTANTE	4
20	CON-01	CONDENSADOR	VAL-CON	ABERTURA DE LA VALVULA DE PURGA DEL CONDENSADOR		15 NINGUNO	5
21	EVA-01	EVAPORADOR	VAL-EVA	ABRIR VALVULA DE DRENAJE DEL EVAPORADOR		15 NINGUNO	1
22	EVA-01	EVAPORADOR	REV-EVA	REVISION DE LA CIMENTACION (DAÑO POR OXIDO)		120 NINGUNO	2
23	EVA-01	EVAPORADOR	CUC-EVA	REVISION DE CUCHILLAS DE EL EVAPORADOR		60 NINGUNO	3
24	EVA-01	EVAPORADOR	FUG-EVA	REVISION DE FUGAS DE AMONIACO EN EVAPORADOR		30 NINGUNO	4
25	EVA-01	EVAPORADOR	MOT-EVA	REVISION DEL MOTOR ELECTRICO DE LAS CUCHILLAS		60 NINGUNO	5
26	EVA-01	EVAPORADOR	BOM-EVA	REVISION DE BOMBA DE AGUA DEL EVAPORADOR		60 NINGUNO	6
27	EVA-01	EVAPORADOR	LID-EVA	LIMPIEZA DEL DEPOSITO DE AGUA DEL EVAPORADOR		30 JABON, AGUA, CLORO, DESINFECTANTE	7
28	TOR-01	TORRE ENFRIAMIENTO	FAJ-TOR	REVISION, ALINEACION Y TENSION DE FAJA EN TORRE		30 NINGUNO	1
29	TOR-01	TORRE ENFRIAMIENTO	MOV-TOR	REVISION DEL MOTOR ELECTRICO DE VENTILADORES		60 NINGUNO	2
30	TOR-01	TORRE ENFRIAMIENTO	MOB-TOR	REVISION DEL MOTOR ELECTRICO DE BOMBA DE AGUA		60 NINGUNO	3
31	TOR-01	TORRE ENFRIAMIENTO	VAL-TOR	ABRIR VALVULA DE DRENAJE DE LA TORRE		20 NINGUNO	4
32	TOR-01	TORRE ENFRIAMIENTO	CHA-TOR	LIMPIEZA DE CHAROLA DE LA TORRE		60 JABON, AGUA, CLORO, DESINFECTANTE	5
33	TOR-01	TORRE ENFRIAMIENTO	SER-TOR	LIMPIEZA DE SERPENTIN DE LA TORRE		60 AGUA, ACIDO MURIATICO, JABON,	6
34	TOR-01	TORRE ENFRIAMIENTO	VNI-TOR	REVISAR VALVULA DE NIVEL DE AGUA EN CHAROLA		80 NINGUNO	7
35	TOR-01	TORRE ENFRIAMIENTO	CIM-TOR	REVISAR CIMENTACION DE LA TORRE (DAÑO POR OXIDO)		70 NINGUNO	8
36							
37							
38							

Fuente: Microsoft Office 2003

Hoja 3: mantenimiento preventivo, que sirve para llevar un control administrativo de los trabajos de mantenimiento preventivo, es decir hace un desglose detallado de cómo se han realizado las tareas, ya sea por pieza, por año, mes, supervisor. Su base es una tabla dinámica, su realización es exactamente igual como aparece en la hoja 1, sus diferencias radican en la tabla que se utiliza de Access y su diseño. La tabla base de Access es mantenimiento preventivo y su diseño queda como se utiliza en la figura 48.

Figura 48. Diseño tabla dinámica de mantenimiento preventivo.



Fuente: Microsoft Office 2003

Al final la hoja queda de la siguiente manera, haciendo énfasis en que, al hacer clic en las opciones, se puede elegir qué información deseamos ver, y se recomienda hacer actualizaciones periódicamente, para estar siempre al día con los servicios realizados, ver figura 49.

Figura 49. Muestra de hoja de mantenimiento preventivo.

SUPERVISADO POR	NOMBRE PIEZA	AÑO	Cuenta de CORRELA	MES	DIA	CODIGO SERVICIO	SERVICIO REALIZADO	INSUMOS	OBSERVACIONES	REALIZADO POR
PEDRO LOPEZ	EVAPORADOR	2007	10	10	20	LID-EVA	LIMPIEZA DEL DEPOSITO DE AGUA DEL EVAPORADOR	DESINFECTA	NINGUNO	JUAN PEREZ
					11	VAL-EVA	ABRIR VALVULA DE DRENAJE DEL EVAPORADOR	NINGUNO	NINGUNO	ANTONIO MENE
					5	CUC-EVA	REVISION DE LAS CUCHILLAS EN EL EVAPORADOR	NINGUNO	NINGUNO	ANTONIO MENE
					2	FUG-EVA	REVISION DE FUGAS DE AMONIACO	NINGUNO	NINGUNO	ANTONIO MENE
				9	30	BOM-EVA	REVISION DE BOMBA DE AGUA DEL EVAPORADOR	NINGUNO	NINGUNO	ANTONIO MENE
						REV-EVA	REVISION DE LA CIMENTACION	NINGUNO	SE OBSERVA PEQUEÑOS DESPRENDIMIENTO DE LA PINTURA	ANTONIO MENE

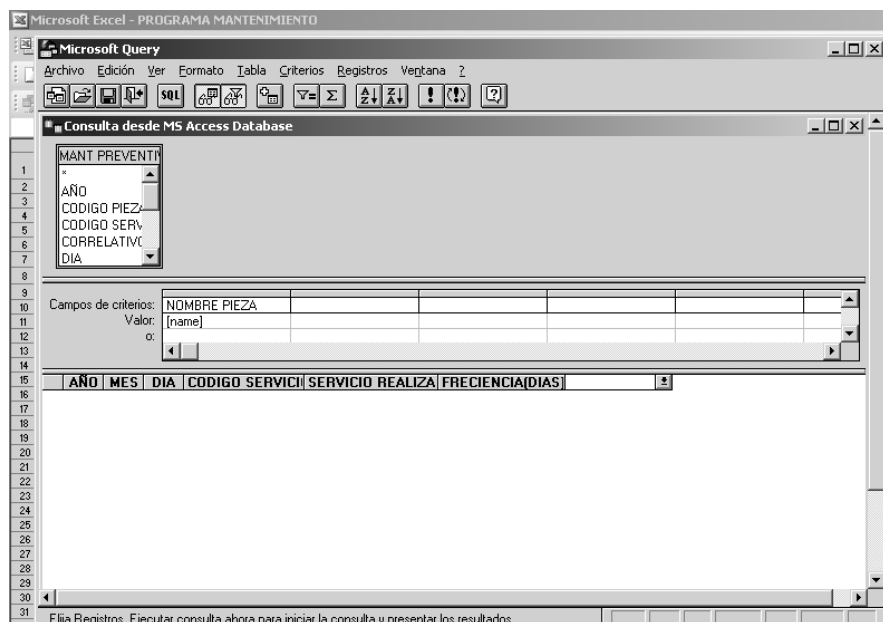
Fuente: Microsoft Office 2003

Hoja 4: mantenimiento preventivo (próximo servicio), se muestra los mantenimientos que se han realizado, fecha del próximo servicio, la acción (si ya pasó, si es hoy, hay que programarlo o si está a tiempo), la diferencia de días.

Esta información es importante, ya que sirve para organizar el calendario de actividades, evitando así el congestionamiento de trabajos y garantizando la calidad y cumplimiento de los servicios.

La forma de realizarlo es la siguiente: la base de esta hoja es una consulta de base de datos, se utiliza la única consulta que se hizo en Access que es la de mantenimiento preventivo, su realización es igual a la de hoja 2 (lista de servicios de mantenimiento preventivo), con una variación, cuando se elige la tabla y los campos a utilizar que son los siguientes: año, mes, día, código servicio, servicio a realizar, frecuencia (días), en el menú principal de Microsoft Query se eligen criterios, se pone una condición o criterio al campo nombre de pieza, y el valor es el contenido del registro (*name*), como lo muestra la figura 50.

Figura 50. Criterios consulta de base de datos.

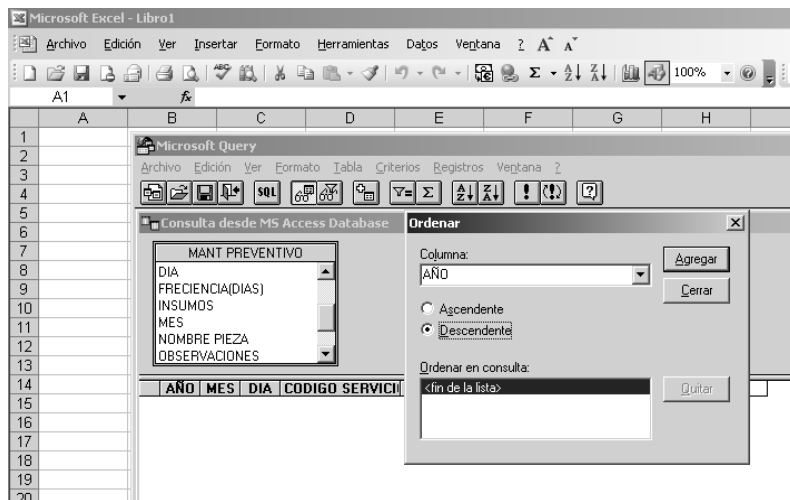


Fuente: Microsoft Office 2003

Al darle esta condición, que es un filtro, se busca, que muestre solamente la información solicitada, como en este caso, el nombre de la pieza.

Otra variación que se necesita, es ordenar la lista en forma descendente, por año, mes y día, ya que interesa ver los últimos servicios realizados, y la forma de hacerlo es en el menú principal de Microsoft Query, se elige registros y se selecciona ordenar, aparecerá la ventana ordenar, donde se indica el nombre de la columna, se elige descendente y se agrega, ver figura 51.

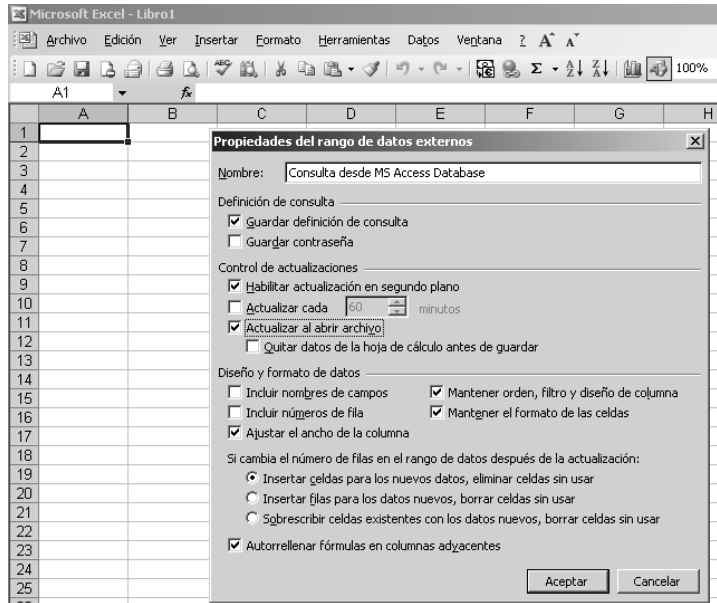
Figura 51. Ordenar una consulta de base de datos.



Fuente: Microsoft Office 2003

Se hace esto con la columna, año, mes y día, al devolver la información a Excel, mostrará la ventana importar datos y se elige, propiedades, entre ellas las más importante son: actualizar al abrir el archivo, no incluir los nombre de las columnas, y auto rellenar fórmulas en columnas adyacentes, se acepta, véase figura 52.

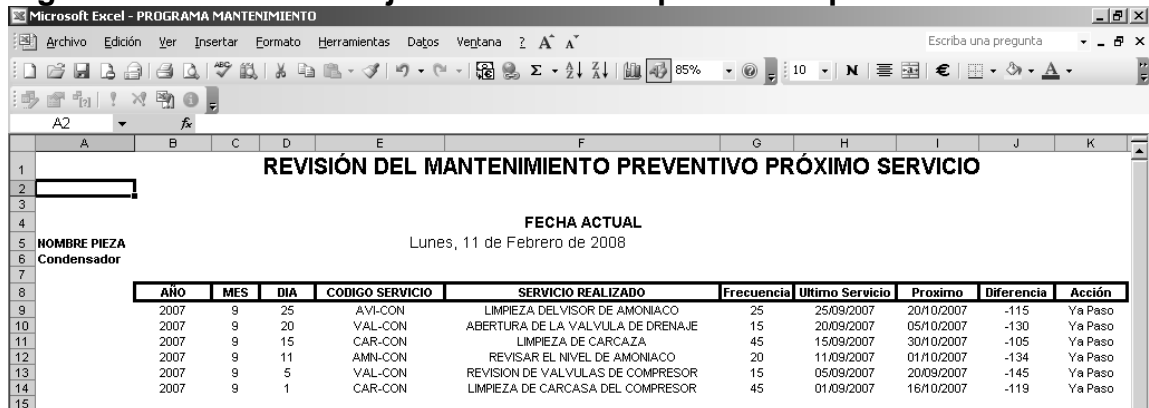
Figura 52. Propiedades de una consulta de base datos.



Fuente: Microsoft Office 2003

Al obtener la consulta de base de datos, se le agregan los títulos a las columnas, se coloca en una celda la fecha actual, en otra celda se indica el nombre de la pieza que se desea ver su historial y se agregan cuatro columnas: último servicio, próximo, diferencia, acción, ver figura 53.

Figura 53. Muestra de hoja mantenimiento preventivo próximo servicio.



Fuente: Microsoft Office 2003

Para que en una celda aparezca la fecha actual, existe un comando en Excel, pero hay que recordar que para que un comando pueda ser ejecutado, se debe de anteponer el signo de igualdad (=), por lo que se debe de escribir: =ahora ().

En la columna último servicio, indica la fecha del servicio, en una sola celda, ya que solamente así se puede sumar o restar días, el comando en Excel es el siguiente:= fecha (celda de año, celda de mes, celda de día).

En la columna próximo servicio, indica la fecha en la que se debe de realizar el próximo servicio, el cual no es más que sumar la fecha del servicio, a la frecuencia en días, por lo que se escribe: = (celda ultimo servicio)+(celda de frecuencia).

En la columna diferencia, se muestra la diferencia en días, entre la fecha de próximo servicio y fecha actual, se escribe:=redondear.mas (celda próximo servicio)-(fecha actual). Redondear.mas, para redondear la resta al entero superior, esto se hace para evitar números decimales.

En la columna acción, se muestran los lineamientos que se deben de tomar en cuenta, y esta depende de la proximidad del servicio a realizar (diferencia), como lo muestra la tabla V.

Tabla V. Lista de posibles valores lógicos

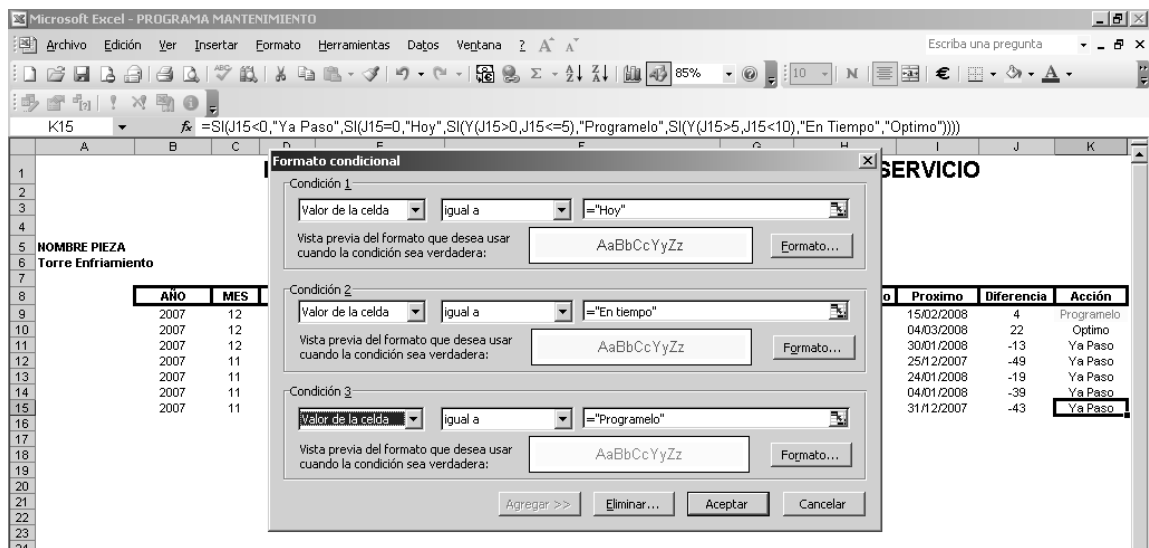
DIFERENCIA	ACCIÓN
<0	YA PASÓ
0	HOY
>0 Y <=5	PROGRAMELO
>5 Y <10	EN TIEMPO
>=10	ÓPTIMO

Fuente: Propia.

La forma de escribirlo en Excel es de la siguiente forma: =SI(Diferencia<0,"Ya Paso",SI(Diferencia=0,"Hoy",SI(Y(Diferencia>0,Diferencia<=5),"Prográmelo",SI(Y(Diferencia>5,Diferencia<10),"En Tiempo","Óptimo")))). Su interpretación es la siguiente: Si diferencia es menor a cero, escriba “ya pasó”, si diferencia es igual a cero escriba “hoy”, si diferencia es mayor que cero y menor o igual que cinco escriba “prográmelo”, si diferencia es mayor que cinco pero menor que diez escriba “en tiempo”, y si es mayor a diez escriba “óptimo”.

Para optimizar la visualización de esta columna, se le da una característica especial, como darle colores a la celda, dependiendo de su contenido, la forma de hacerlo en Excel es la siguiente: en el menú principal de Excel se busca la opción formato, se elije formato condicional y se escriben las condiciones de la celda, ver figura 54.

Figura 54. Ventana formato condicional.

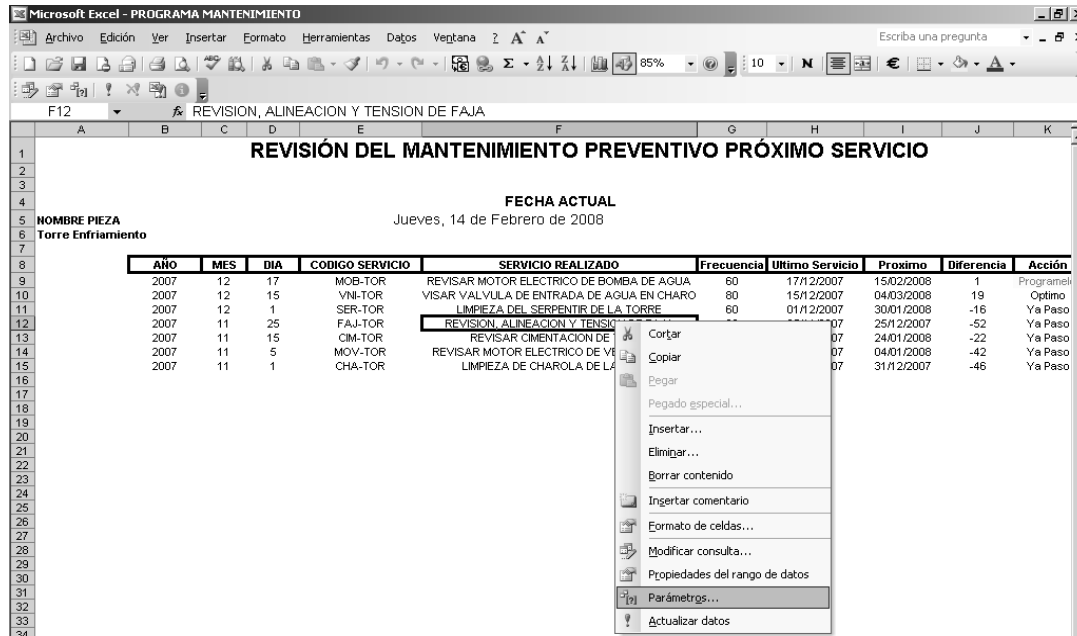


Fuente: Microsoft Office 2003

Condición uno, si el valor de la celda es igual a “hoy”, escribir en letras rojas y fondo amarillo, condición dos, si el valor de la celda es igual a “en tiempo”, escribir en letras verdes y fondo amarillo, condición tres, si el valor de la celda es igual a “prográmelo”, escribir en letras anaranjadas y fondo rosado.

En la celda nombre de pieza, al utilizarlo como filtro de la tabla, la forma de hacerlo es la siguiente: posicionándose sobre la tabla se hace clic derecho en el Mouse y aparecerá un submenú, donde se elige parámetros, véase figura 55.

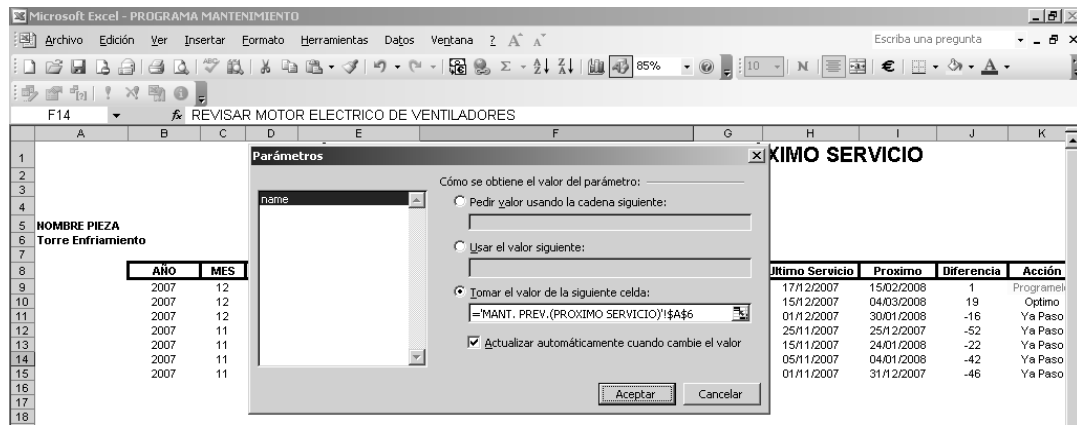
Figura 55. Parámetros consulta de base de datos.



Fuente: Microsoft Office 2003

Aparecerá una ventana (parámetros), en el lado izquierdo aparecerá la variable (*name*), en el lado derecho, se marca una de tres opciones, pedir valor usando la cadena siguiente, usar el valor siguiente, y tomar el valor de la siguiente celda, se marca la tercera, indicando la posición de esa celda, en este caso, en hoja mantenimiento preventivo próximo servicio, celda A6, se indica que actualice automáticamente cuando cambie el valor y se acepta (figura 56).

Figura 56. Condiciones de parámetros.

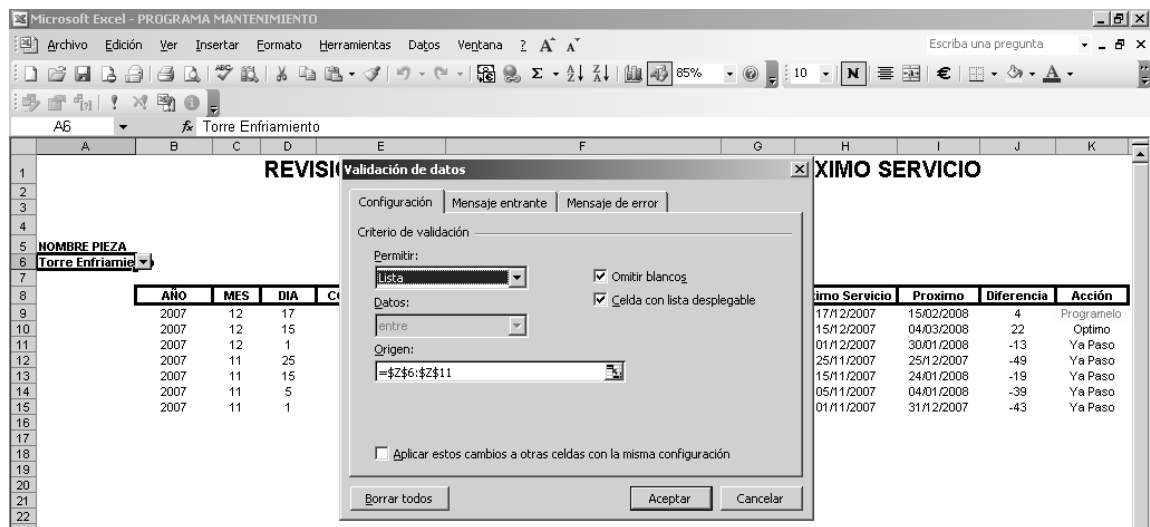


Fuente: Microsoft Office 2003

En la celda nombre de pieza, para facilitar su selección, se hace una validación, es decir, se restringe el contenido de la celda, a un valor, una fecha, una lista, una hora, etc. En este caso, se limita a una lista, es para evitar colocar en esa celda un nombre que no sea una pieza de la máquina, en este caso, la lista tiene cuatro elementos que son: compresor, evaporador, torre enfriamiento, condensador.

La forma de hacerlo es: en unas celdas a un costado de la tabla, se escriben las cuatro piezas, un elemento por celda, en el menú principal de Excel se busca la opción datos, se selecciona validación, y aparece una ventana (validación de datos), en configuración, criterio de validación se elige permitir lista, y en origen, se escribe el rango donde se encuentra la lista de las cuatro piezas, y se acepta (figura 57).

Figura 57. Ventana validación de datos.



Fuente: Microsoft Office 2003

Hoja 5: impresión de hoja de mantenimiento preventivo, imprime la orden de mantenimiento preventivo, el formato es similar al de la figura 14, para facilitar su ejecución, la mecánica es la siguiente: al revisar en la hoja 4 que servicio se debe ejecutar hoy, se remite a la hoja 5, el correlativo, la fecha, por año, mes y día, se llenan automáticamente. En la celda nombre de pieza, presenta una lista

de las piezas, se elige una y automáticamente coloca el código de la pieza. En la celda servicio a realizar, se presenta una lista de servicios (que pertenecen a esa pieza), se selecciona una y automáticamente coloca su código y los insumos.

En el correlativo, para que sea automático el llenado de la celda, se utiliza la hoja 11 (mantenimiento preventivo realizados), esta hoja muestra un inventario de los mantenimientos ya realizados, incluyendo la columna de correlativo, por lo que se usa un comando en Excel, que indica que muestre el valor más alto de un rango de celdas, en esta situación: =Max (rango de celdas), para lo cual es la columna de correlativo, por lo tanto la celda de la hoja 5, en correlativo, se pide que sea el valor más alto de ese rango + 1.

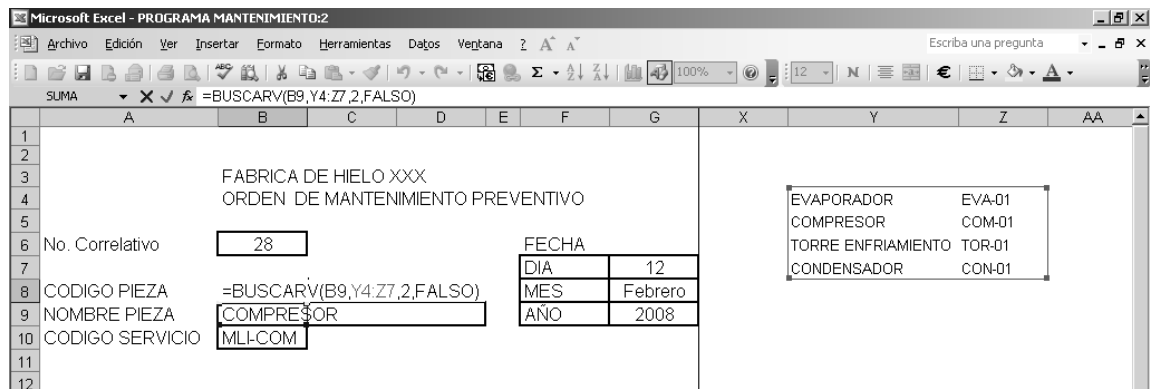
En el caso de la fecha la forma es la siguiente: el comando en Excel para que escriba solamente el día de hoy, =texto(ahora(),"DD"), para el mes, =texto(ahora(),"MM"), para el año, =texto(ahora(),"AA").

Para la celda, nombre de pieza, se valida como una lista, que incluye únicamente el nombre de las cuatro piezas, la forma de hacerlo se mostró con anterioridad, para el código de la pieza, se utiliza un comando en Excel, que se llama buscar verticalmente o abreviado buscarv, éste busca un valor específico en la primera columna de la selección que se encuentra a la izquierda de una matriz y devuelve el valor en la misma fila de una columna especificada en la tabla. Y su forma de escribirlo es la siguiente: =BUSCARV (valor buscado, matriz buscar en, indicador columnas, ordenado) en donde valor buscado es el valor que se busca en la primera columna de la matriz, este puede ser un valor, una referencia o una cadena de texto. Matriz buscar en, es la tabla de información donde se buscan los datos. Indicador columnas es el número de columna en que está el dato buscado en la matriz buscar en, desde el cual debe devolverse el valor coincidente. El argumento ordenado es un valor lógico, es decir, puede ser verdadero, los valores de la primera columna del argumento,

matriz buscar en, deben colocarse en orden ascendente: ...; -2; -1; 0; 1; 2;...; A-Z o falso en donde el orden no afecta el resultado.

Como ejemplo ilustrativo, se observa qué nombre de la pieza está en la celda B9, el código de la pieza en B8, la matriz a buscar está en el rango Y4:Z7, el dato que se desea obtener esta en la columna 2 de la matriz y el argumento ordenado debe ser falso, porque la matriz no está en orden ascendente. Por lo que se escribe: `=BUSCARV(B9,Y4:Z7,2,FALSO)`, ver figura 58.

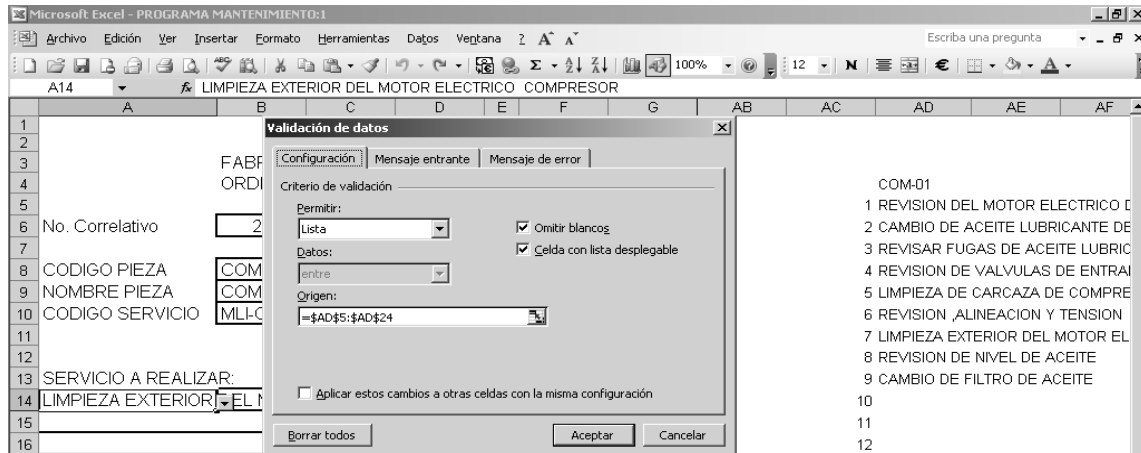
Figura 58. Ejemplo de comandos Excel.



Fuente: Microsoft Office 2003

Para la celda servicio a realizar, se debe de validar una lista, hay que tomar en cuenta que debe mostrar los servicios dependiendo de la pieza. Y la forma de hacerlo es la siguiente: en este ejemplo, la lista a validar son las celdas AD5:AD24, véase figura 59.

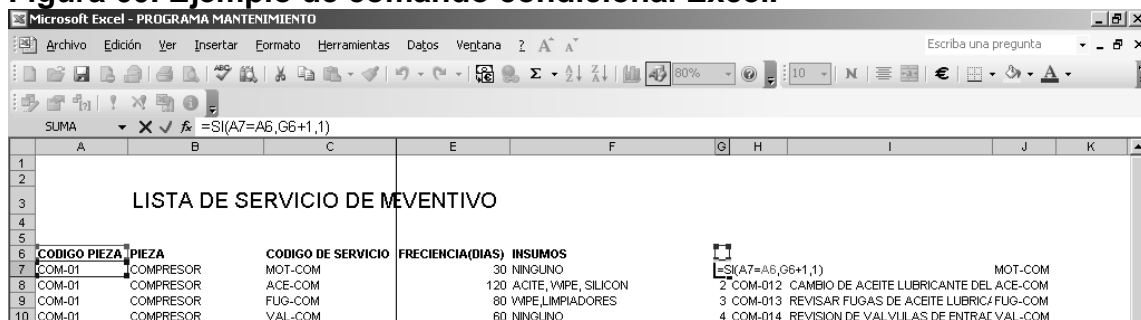
Figura 59. Ventana validación de datos.



Fuente: Microsoft Office 2003

El contenido de la lista es la que debe de variar, según la pieza elegida, y la forma de hacerlo es: en las celdas AC5 a AC24, se numeran del 1 al 24, en la celda AD4 donde se iguala con la celda B8, es decir: AD4=B8, en la hoja 2 lista de servicios de mantenimiento preventivo, se agregan las siguientes columnas a la consulta de base de datos, las cuales son: columna G (conteo de servicio), columna H (concatenar o unir la celda de código de pieza y el conteo de servicio), columna I (una copia de la columna descripción), columna J (copia de la columna código de servicio). Para la columna conteo de servicio, se busca contar con los servicios de cada pieza, pero hay que recordar que los servicios podrían aumentar, por lo que hay que hacerlo de tal forma, que si esto sucede, el contador lo incluya automáticamente y la forma a utilizar es: contando en la columna código de pieza, usando el operador SI (figura 60).

Figura 60. Ejemplo de comando condicional Excel.



Fuente: Microsoft Office 2003

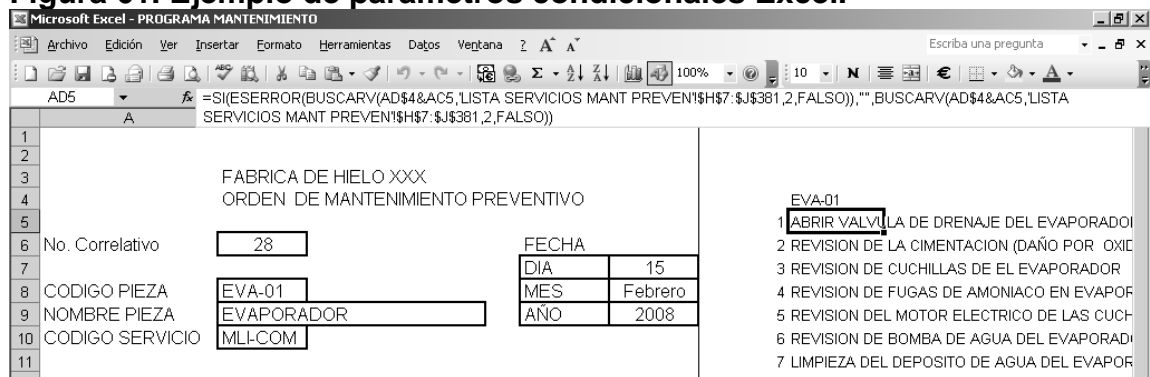
Por lo tanto, se utiliza: $G7 = SI(A7=A6, G6+1, 1)$, su interpretación es la siguiente: si la celda de abajo es igual a la de arriba entonces incrementará el contador, de lo contrario iniciar un nuevo contador a partir de uno. La idea es que al cambiar el código de pieza, el contador empieza de nuevo. La ventaja de hacer esto es que la tabla tiene la propiedad de auto-rellenar las columnas adyacentes, por lo tanto, lo hace para toda la tabla, sin importar su tamaño.

En la columna H se concatena o se une el código de la pieza con el contador. Y la forma de hacerlo es utilizando el signo de ampersand (&), por lo tanto se escribe: $H7 = A7 \& G7$, y se interpreta: que en la celda H7 escriba la unión o enlace de las celdas A7 y G7.

En las columnas J e I simplemente se igualan las celdas correspondientes es decir: $I7 = D7$, por lo tanto, $J7 = C7$.

Con estos parámetros definidos se procede a escribir en las celdas de la lista a validar: $=SI(ESERROR(BUSCARV(AD\$4 \& AC5, 'LISTA SERVICIOS MANT PREVEN!' \& \$H\$7 : \$J\$381, 2, FALSO)), "", BUSCARV(AD\$4 \& AC5, 'LISTA SERVICIOS MANT PREVEN!' \& \$H\$7 : \$J\$381, 2, FALSO))$, en este caso el comando SI ESERROR, indica que sí el valor buscado marca error o no encontrado, que no escriba nada, es decir que deje la celda vacía (figura 61).

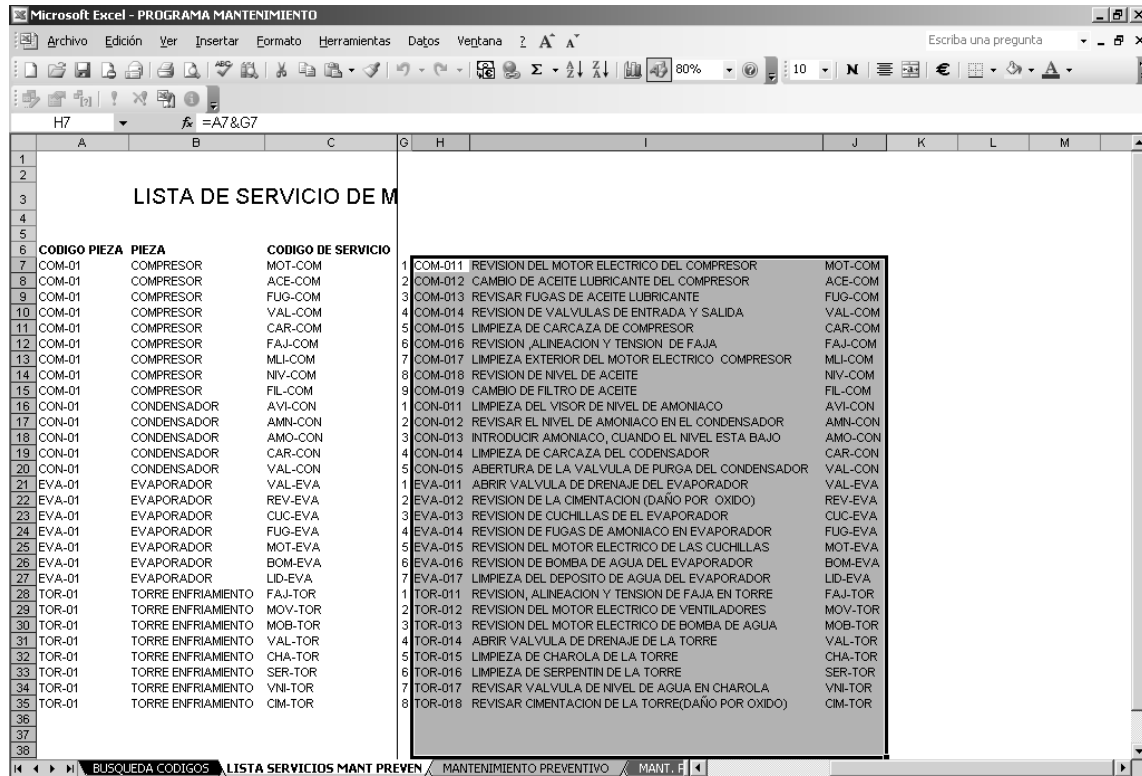
Figura 61. Ejemplo de parámetros condicionales Excel.



Fuente: Microsoft Office 2003

El valor buscado es concatenar las celdas AD4&AC5, en la matriz, lista servicios mantenimiento preventivo celdas H7:J381 (figura 62), columna 2 y falso.

Figura 62. Ejemplo de concatenación en Excel.



Fuente: Microsoft Office 2003

Una de las consideraciones en las fórmulas en Excel es el signo de dólar (\$), y se usa para dejar fija una fila, una columna o ambas, se indica porque al copiar las fórmulas en otras celdas, también se corren o modifican las celdas involucradas en las fórmulas, entonces por medio de ese signo se “amarran” dichas celdas. Por lo tanto, en AD\$4 se deja fija la fila, en \$J\$381 se deja fija la fila y la columna, y en \$AD4 se deja fija la columna.

Con realizar lo anterior, la lista a validar varía dependiendo de la pieza seleccionada.

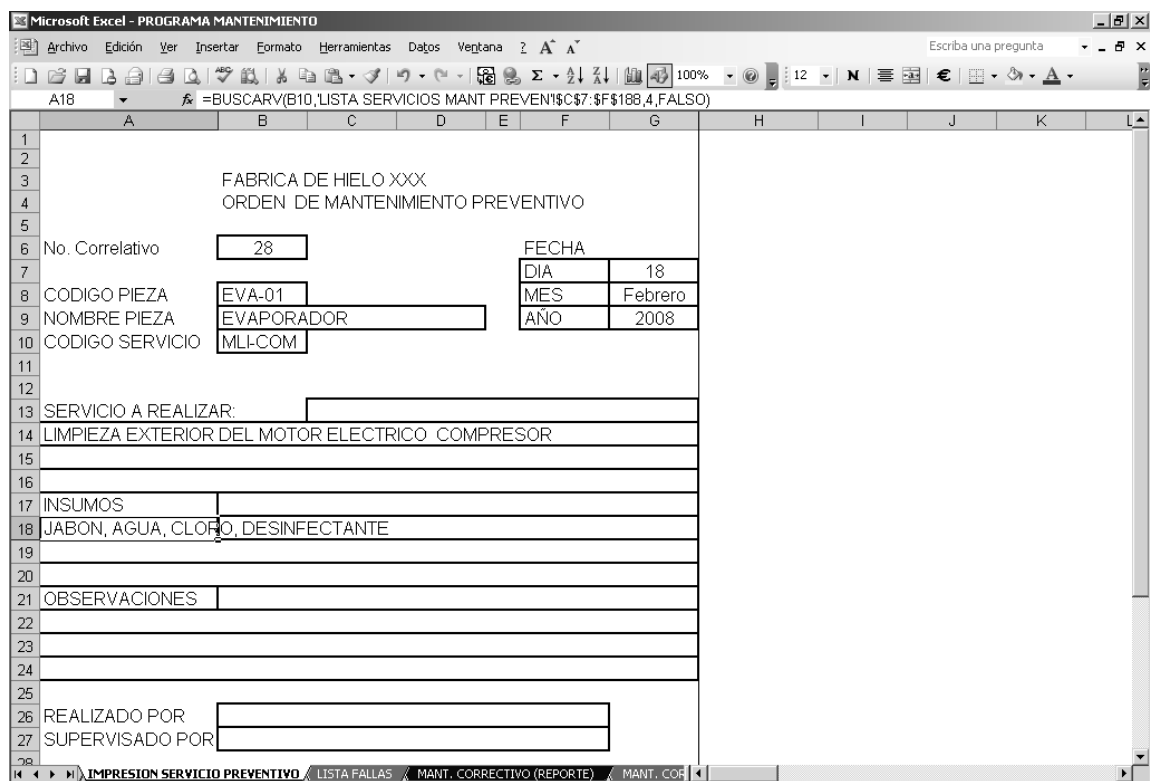
Posteriormente, al seleccionar el servicio a realizar, se llena automáticamente la celda de código de servicio, y la forma de hacerlo es escribiendo en dicha celda: =SI(ESERROR(BUSCARV(\$A\$14,'LISTA SERVICIOSMANT REVEN'!\$I\$7:\$J\$150,2,FALSO)), "",BUSCARV(\$A\$14,'LISTA SERVICIOS MANT PREVEN'!\$I\$7:\$J\$150,2,FALSO)), se lee: buscar la celda

A14, en la matriz, que está en hoja de servicios de mantenimiento preventivo, I7:J150, columna dos, falso.

Lo mismo sucede en insumos, en esta celda se escribe: **=BUSCARV(B10,'LISTA SERVICIOS MANT PREVEN'!\$C\$7:\$F\$188,4,FALSO).**

Por lo que al final la hoja 5, impresión de servicio de mantenimiento preventivo, se presenta de la siguiente manera, como lo muestra la figura 63.

Figura 63. Muestra de hoja impresión servicio preventivo.

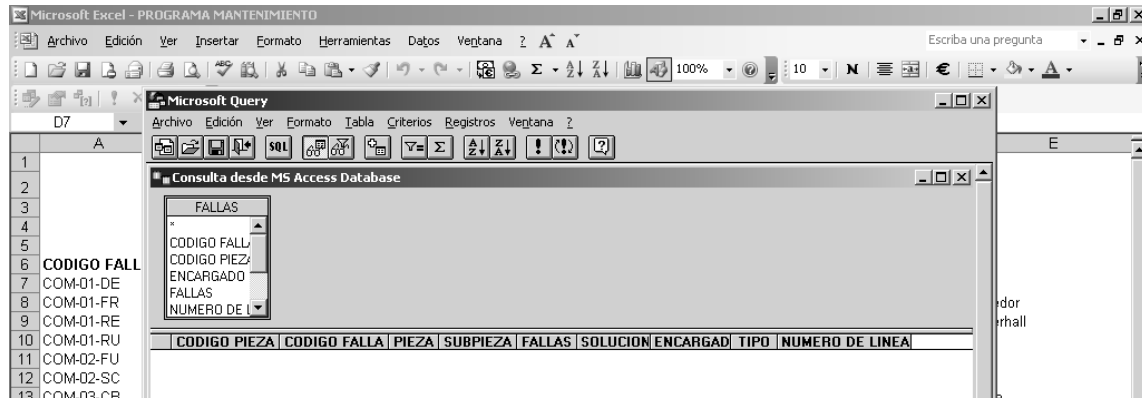


Fuente: Microsoft Office 2003

Hoja 6: listado de fallas, se utiliza como control y apoyo, para la elaboración de la hoja 9 (Impresión hoja de mantenimiento correctivo) y va oculta en la presentación del archivo Excel.

Se utiliza una consulta de base de datos, la tabla base de Access es la tabla de fallas, donde los campos a utilizar son los siguientes: código de pieza, código falla, pieza, subpieza, fallas, solución, encargado, tipo, número de línea (figura 64).

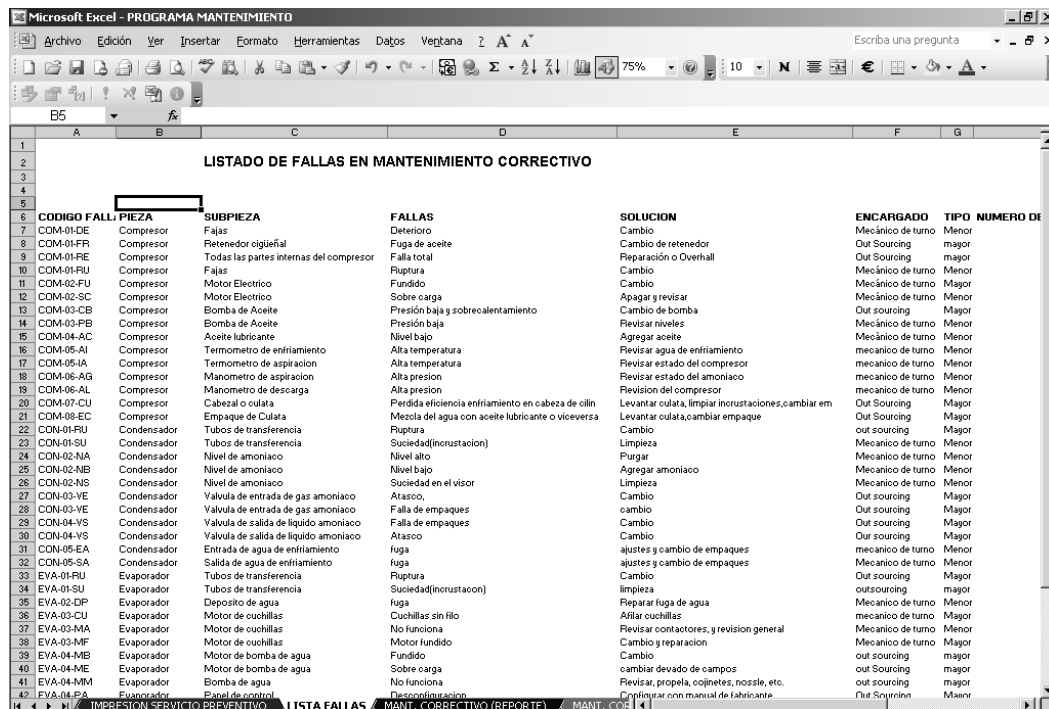
Figura 64. Ventana consulta de base de datos fallas.



Fuente: Microsoft Office 2003

En las propiedades de la consulta de base de datos se debe de incluir: actualizar al abrir archivo, incluir nombre de campos, auto-rellenar fórmulas en columnas adyacentes, ver figura 65, las fórmulas y la forma de llenar las columnas adyacentes (J,K,L,M), se analizaran cuando se vea la hoja 9, impresión de hoja de mantenimiento correctivo.

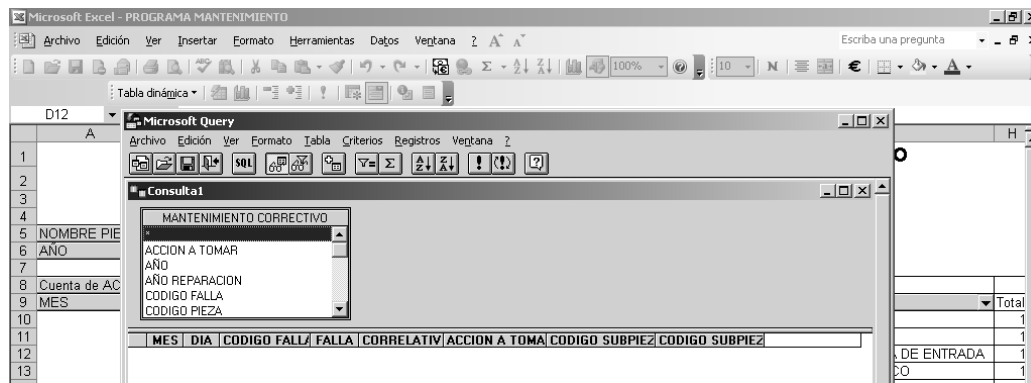
Figura 65. Muestra de hoja de lista de fallas.



Fuente: Microsoft Office 2003

Hoja 7: mantenimiento correctivo (reporte) es similar a la hoja 3, mantenimiento preventivo, ya que sirve para llevar un control administrativo, de los reportes de mantenimiento correctivo, esta muestra en forma detallada los reportes de las fallas, por pieza, subpieza, por año, mes, día, correlativo, supervisor, etc. Su base es una tabla dinámica, la tabla de Access utilizada es: mantenimiento correctivo y su diseño queda como se muestra en la figura 66, utilizando los siguientes campos: nombre pieza, año, mes, día, correlativo, pieza, código subpieza, nombre subpieza, código de falla, falla.

Figura 66. Ventana consulta de base de datos mantenimiento correctivo.



Fuente: Microsoft Office 2003

El diseño sugerido y utilizado en la tabla dinámica, se muestra en la figura 67.

Figura 67. Diseño tabla dinámica mantenimiento correctivo.



Fuente: Microsoft Office 2003

Quedando la hoja 7 como lo muestra la figura 68.

Figura 68. Muestra de hoja mantenimiento correctivo reporte.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following structure:

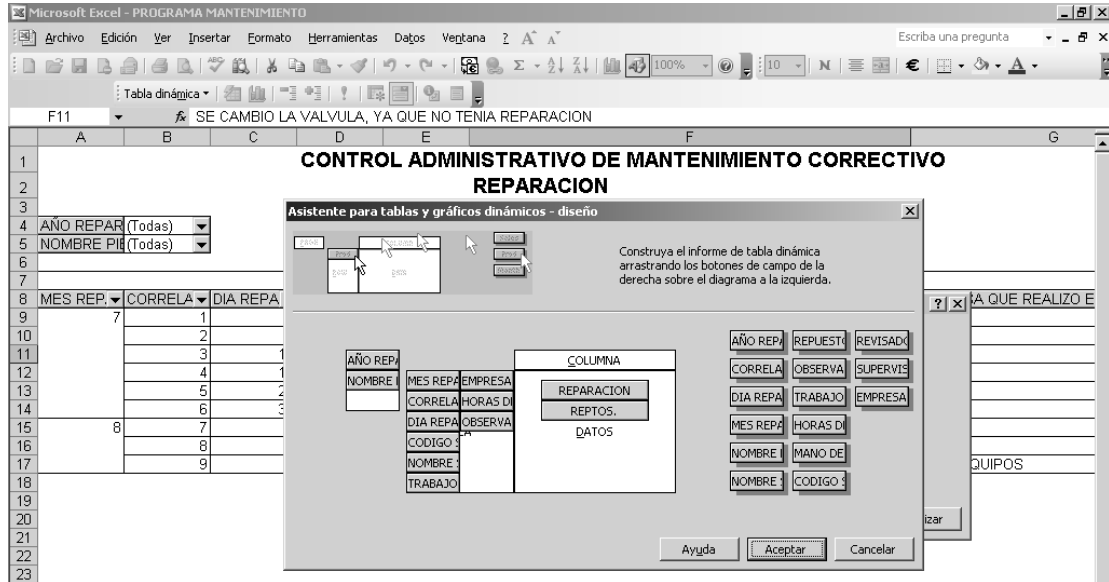
- Row 1:** Title "CONTROL ADMINISTRATIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO"
- Row 2:** Subtitle "REPORTE"
- Row 5:** Dropdown menu "NOMBRE PIEZA (Todas)"
- Row 6:** Dropdown menu "AÑO (Todas)"
- Row 8:** Label "Cuenta de ACCI..."
- Row 9:** Table header with columns: MES, CORREL, DIA, CODIGO SUBPIEZA, NOMBRE SUBPIEZA, CODIGO FALLA, FALLA, Total
- Rows 10-19:** Data rows for maintenance records.

MES	CORREL	DIA	CODIGO SUBPIEZA	NOMBRE SUBPIEZA	CODIGO FALLA	FALLA	Total
7	1	1	COM-01-15	FAJA	COM-01-RU	RUPTURA DE FAJA	1
	2	5	COM-01-22	ACEITE LUBRICANTE	COM-04-AC	NIVEL BAJO	1
	3	10	CON-01-03	VALVULAS	CON-03-VE	ATASCO EN LA VALVULA DE ENTRADA	1
	4	15	CON-01-05	AMONIACO	CON-02-NB	NIVEL BAJO DE AMONIACO	1
	5	22	EVA-01-09	MOTOR BOMBA DE AGUA	EVA-04-ME	SOBRECARGA	1
	6	30	EVA-01-02	DEPOSITO DE AGUA	EVA-05-VA	FUGA DE AGUA	1
8	7	1	TOR-01-04	CHAROLA	TOR-03-CH	FUGA DE AGUA	1
	8	4	TOR-01-07	FAJAS	TOR-01-FA	RUPTURA DE FAJAS	1
	9	8	COM-01-12	RETENEDOR CIGUENAL	COM-01-FR	FUGA DE ACEITE	1

Fuente: Microsoft Office 2003

Hoja 8: mantenimiento correctivo reparación, al igual que la anterior, es una hoja de control administrativo, se hace el análisis en una hoja aparte, debido a que se necesita analizar y revisar el reporte de la falla y su reparación, su elaboración es similar a la hoja 7, en la tabla dinámica se usa también la tabla de mantenimiento correctivo de Access, pero se utilizan otros campos que son: año de la reparación, nombre pieza, mes de la reparación, correlativo, día de la reparación, código de subpieza, nombre de subpieza, trabajo realizado, empresa que realizó el trabajo, horas de paro (tiempo muerto), observaciones, reparación efectuada, repuestos utilizados. El diseño se muestra en la figura 69.

Figura 69. Diseño tabla dinámica de mantenimiento correctivo reparación.



Fuente: Microsoft Office 2003

El resultado final es como lo muestra la figura 70

Figura 70. Muestra de hoja de mantenimiento correctivo reparación.

MES REP.	CORRELA	DIA REPA	CODIGO SUBI	NOMBRE	TRABAJO REALIZADO	EMPRESA QUE REALIZO EL TRABAJO	HORAS	OBSERVACIONES
7	1	1	COM-01-15	FAJA	CAMBIO DE FAJA ROTA	PROPIO	1	NINGUNO
		2	COM-01-22	ACEITE LUB	SE AGREGO ACEITE LUBRICANTE VERIFICANDO EL NIVEL	PROPIO	0	BAJO EN FORMA SOPI
		3	CON-01-03	VALVULAS	SE CAMBIO LA VALVULA, YA QUE NO TENIA REPARACION	PROPIO	2	NINGUNA
		4	CON-01-05	AMONIACO	SE LLENO DE AMONIACO QUE HACIA FALTA	PROPIO	1	NINGUNA
		5	EVA-01-03	MOTOR BON	SE CAMBIO EL MOTOR ELECTRICO PARA LLEVARLO A REPAR	PROPIO	1	NINGUNO
		6	EVA-01-02	DEPOSITO D	FUGA EN SOLDADURA, SE VOLVIO A SOLDAR	PROPIO	0	NINGUNO
		7	TOR-01-04	CHAROLA	SOLDADURA EN LA UNION DE LAMINAS	PROPIO	3	SE OBSERVAN FISURA
		8	TOR-01-07	FAJAS	SE CAMBIO LA FAJA	PROPIO	2	NINGUNO
		9	COM-01-12	RETENEDOR	SE CAMBIO EL RETENEDRO DEL CIGUEÑAL	TRANSEQUIPOS	5	NINGUNO

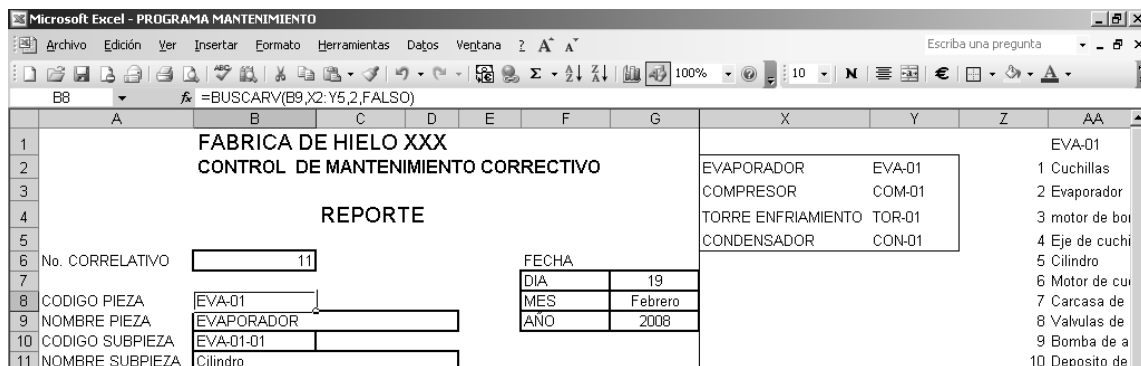
Fuente: Microsoft Office 2003

Hoja 9: impresión reporte mantenimiento correctivo, imprime la orden de mantenimiento correctivo, el formato es similar a la figura 17, la mecánica es la siguiente: al presentarse una falla se debe de llenarse la parte de reporte, el correlativo, la fecha, por año, mes y día, se llenan en forma automática. En la celda nombre de pieza, presenta una lista, se elige una y automáticamente coloca el código de la pieza. En la celda código de subpieza, presenta un listado (que pertenece a esa pieza), se selecciona una y en forma automática coloca su código y los insumos. Lo mismo sucede con la celda falla, presenta un listado de fallas (que pertenecen a la pieza seleccionada), y coloca su código y la acción a tomar en forma automática. Se imprime la hoja, con la parte de reparación en blanco, cuando este terminado el trabajo, se completa el formato, y se ingresa a la tabla en Access, para su control administrativo.

Su realización es similar a la hoja 5 (impresión hoja mantenimiento preventivo), haciendo cambios únicamente en las referencias y datos de origen, con respecto al correlativo, se utiliza, la hoja 12 (mantenimiento correctivo realizados), con la fecha, por año, mes y día, se utilizan los mismos comandos utilizados en la hoja 5.

En la celda nombre de pieza se valida una lista con los nombre de las cuatro piezas, para que coloque el código de pieza, se utiliza el siguiente comando: $B8=BUSCARV(B9,X2:Y5,2,FALSO)$ (figura 71).

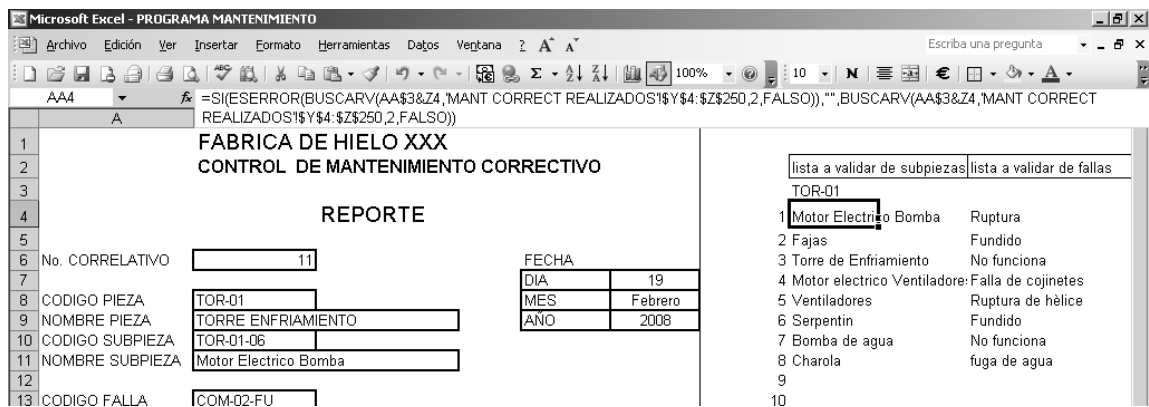
Figura 71. Muestra de comando Excel.



Fuente: Microsoft Office 2003

En la celda nombre de subpieza se valida una lista que varia, según la pieza elegida, el análisis será el mismo que la hoja 5, por lo que únicamente se exponen las fórmulas utilizadas. =SI(ESERROR(BUSCARV(AA\$1&Z2,'MANT CORRECT REALIZADOS'!\$Y\$4:\$Z\$250,2,FALSO)), "",BUSCARV(AA\$1&Z2, 'MANT CORRECT REALIZADOS'!\$Y\$4:\$Z\$250,2,FALSO)),ver figura 72.

Figura 72. Aplicación de comandos Excel.



Fuente: Microsoft Office 2003

En la hoja 12 (mantenimiento correctivos realizados) se deben incluir dos consultas de base datos, en la primera consulta se utiliza la tabla, mantenimiento correctivo y en la segunda, se utiliza la tabla maestra, en la matriz mantenimiento correctivo realizados Y4:Z250 se utiliza la segunda tabla y se insertan las siguientes columnas adyacentes: un contador (columna X), concatenar las columnas de código de pieza y el contador (columna Y), una copia de columna de nombre de pieza (columna Z), concatenar las columnas de nombre de subpieza y código de pieza (columna AA), una copia del código de subpieza columna(AB) (figura73).

Figura 73. Contenido de hoja mantenimiento correctivo realizados.

	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG
1										
2										
3										
4	1	COM-011	Polea	COM-01Polea	COM-01-10					
5	2	COM-012	Bomba de Aceite	COM-01Bomba de Aceite	COM-01-19					
6	3	COM-013	Empaque de culata	COM-01Empaque de culata	COM-01-24					
7	4	COM-014	Valvulas	COM-01Valvulas	COM-01-17					
8	5	COM-015	Pistones	COM-01Pistones	COM-01-01					
9	6	COM-016	Fajas	COM-01Fajas	COM-01-15					
10	7	COM-017	Motor Electrico	COM-01Motor Electrico	COM-01-14					
11	8	COM-018	Camisas de Cilindro	COM-01Camisas de Cilindro	COM-01-13					
12	9	COM-019	Eje de Levas	COM-01Eje de Levas	COM-01-20					
13	10	COM-0110	Cuña	COM-01Cuña	COM-01-11					
14	11	COM-0111	Sellos de valvula	COM-01Sellos de valvula	COM-01-18					
15	12	COM-0112	Aceitera o Carter	COM-01Aceitera o Carter	COM-01-09					
16	13	COM-0113	Cabezal o Culata	COM-01Cabezal o Culata	COM-01-08					
17	14	COM-0114	Block	COM-01Block	COM-01-07					
18	15	COM-0115	Cigüeñal	COM-01Cigüeñal	COM-01-06					
19	16	COM-0116	Jgo empaques	COM-01Jgo empaques	COM-01-05					
20	17	COM-0117	Biela	COM-01Biela	COM-01-04					
21	18	COM-0118	Tejas	COM-01Tejas	COM-01-03					
22	19	COM-0119	Anillos	COM-01Anillos	COM-01-02					
23	20	COM-0120	Retenedor cigüeñal	COM-01Retenedor cigüeñal	COM-01-12					
24	21	COM-0121	Carcasa	COM-01Carcasa	COM-01-21					
25	22	COM-0122	Filtro de aceite	COM-01Filtro de aceite	COM-01-23					
26	23	COM-0123	Compresor	COM-01Compresor	COM-01					
27	24	COM-0124	Separador de Aceite	COM-01Separador de Aceite	COM-01-16					
28	25	COM-0125	Aceite lubricante	COM-01Aceite lubricante	COM-01-22					
29	1	CON-011	Carcasa	CON-01Carcasa	CON-01-02					
30	2	CON-012	Valvulas	CON-01Valvulas	CON-01-03					
31	3	CON-013	Cheques	CON-01Cheques	CON-01-04					
32	4	CON-014	Condensador	CON-01Condensador	CON-01					

Fuente: Microsoft Office 2003

Con esto se logrará obtener la lista de subpiezas, dependiendo de la pieza seleccionada, al validar esa lista y al seleccionar una subpieza, se debe de colocar en forma automática el código de la misma, el cual se logra con la siguiente fórmula: $=SI(ESERROR(BUSCARV(\$B\$8:\$B\$11, 'MANT CORRECT REALIZADOS'!\$AA\$4:\$AB\$250,2,FALSO)), "", BUSCARV(\$B\$8:\$B\$11, 'MANT CORRECT REALIZADOS'!\$AA\$4:\$AB\$250,2,FALSO))$, la matriz a buscar se observa en la figura 73.

En la celda falla, se valida una lista que varía, según la pieza elegida, el análisis es el mismo que en la celda de nombre de subpieza, pero aquí se utiliza la hoja 6 (lista de fallas) como apoyo, en esta hoja se utiliza una consulta de base de datos, cuya base es la tabla de fallas y se agregan varias columnas: un contador (columna J), concatenar código de pieza con contador (columna K), una copia de columna de fallas (columna L), una copia del código de falla

(columna M), una copia de columna de solución (columna N), (figura 74) por lo que la fórmula a utilizar en la lista a validar queda: $=SI(ESERROR(BUSCARV(\$AA\$3:\$Z4,"LISTADO DE FALLAS"!$K&7:\&\$N\$250,2,FALSO)), "", BUSCARV(\$AA\$3:\$Z4 , "LISTADO DE FALLAS"!$K&7:\&\$N\$250,2,FALSO))$.

Figura 74. Contenido de hoja lista fallas.

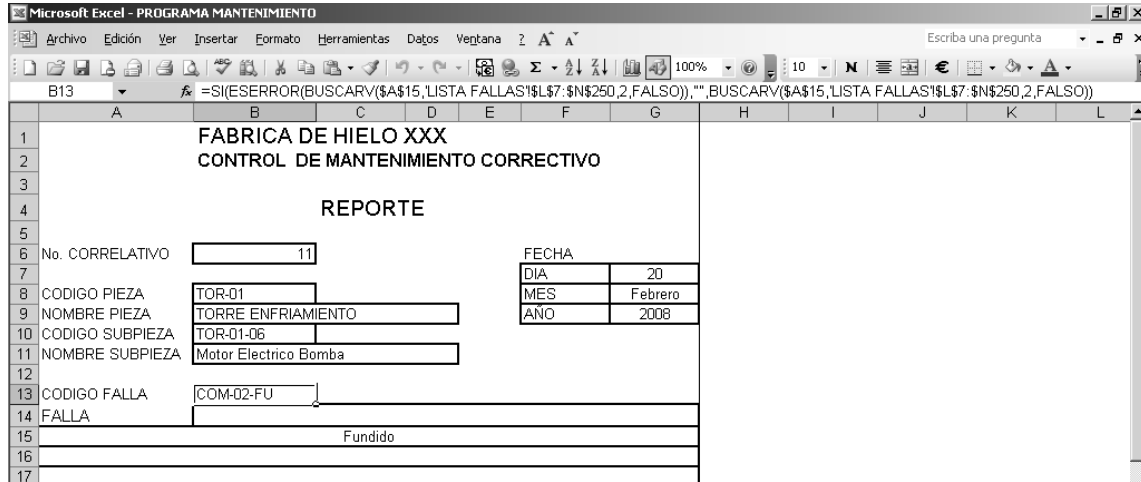
J	K	L	M	N	O	P	Q
7	1	COM-011 Deterioro	COM-01-DE	Cambio			
8	2	COM-012 Fuga de aceite	COM-01-FR	Cambio de retenedor			
9	3	COM-013 Falla total	COM-01-RE	Reparación o Overhall			
10	4	COM-014 Ruptura	COM-01-RU	Cambio			
11	5	COM-015 Fundido	COM-02-FU	Cambio			
12	6	COM-016 Sobre carga	COM-02-SC	Apagar y revisar			
13	7	COM-017 Presión baja y sobrecalentamiento	COM-03-CB	Cambio de bomba			
14	8	COM-018 Presión baja	COM-03-PB	Revisar niveles			
15	9	COM-019 Nivel bajo	COM-04-AC	Agregar aceite			
16	10	COM-0110 Alta temperatura	COM-05-AI	Revisar agua de enfriamiento			
17	11	COM-0111 Alta temperatura	COM-05-IA	Revisar estado del compresor			
18	12	COM-0112 Alta presion	COM-06-AG	Revisar estado del amoniaco			
19	13	COM-0113 Alta presion	COM-06-AL	Revision del compresor			
20	14	COM-0114 Perdida eficiencia enfriamiento en cabeza de cilin	COM-07-CU	Levantar culata, limpiar incrustaciones,cambiar em			
21	15	COM-0115 Mezcla del agua con aceite lubricante o viceversa	COM-08-EC	Levantar culata,cambiar empaque			
22	1	CON-011 Ruptura	CON-01-RU	Cambio			
23	2	CON-012 Suciedad(incrustacion)	CON-01-SU	Limpieza			
24	3	CON-013 Nivel alto	CON-02-NA	Purgar			
25	4	CON-014 Nivel bajo	CON-02-NB	Agregar amoniaco			
26	5	CON-015 Suciedad en el visor	CON-02-NS	Limpieza			
27	6	CON-016 Atasco,	CON-03-VE	Cambio			
28	7	CON-017 Falla de empaques	CON-03-VE	cambio			
29	8	CON-018 Falla de empaques	CON-04-VS	Cambio			
30	9	CON-019 Atasco	CON-04-VS	Cambio			
31	10	CON-0110 fuga	CON-05-EA	ajustes y cambio de empaques			
32	11	CON-0111 fuga	CON-05-SA	ajustes y cambio de empaques			
33	1	EVA-011 Ruptura	EVA-01-RU	Cambio			
34	2	EVA-012 Suciedad(incrustacon)	EVA-01-SU	limpieza			
35	3	EVA-013 fuga	EVA-02-DP	Reparar fuga de agua			
36	4	EVA-014 Cuchillas sin filo	EVA-03-CU	Afilar cuchillas			
37	5	EVA-015 No funciona	EVA-03-MA	Revisar contactores, y revision general			
38	6	EVA-016 Motor fundido	EVA-03-MF	Cambio y reparacion			

Fuente: Microsoft Office 2003

Al seleccionar una falla, debe aparecer su código y la acción a seguir en forma automática, con respecto al código se utiliza la siguiente fórmula: $=SI(ESERROR(BUSCARV(\$A\$15,'LISTAFALLAS'!\$L\$7:\$N\$250,2,FALSO)), "", BUSCARV(\$A\$15,'LISTA FALLAS'!\$L\$7:\$N\$250,2,FALSO))$, ver figura 75.

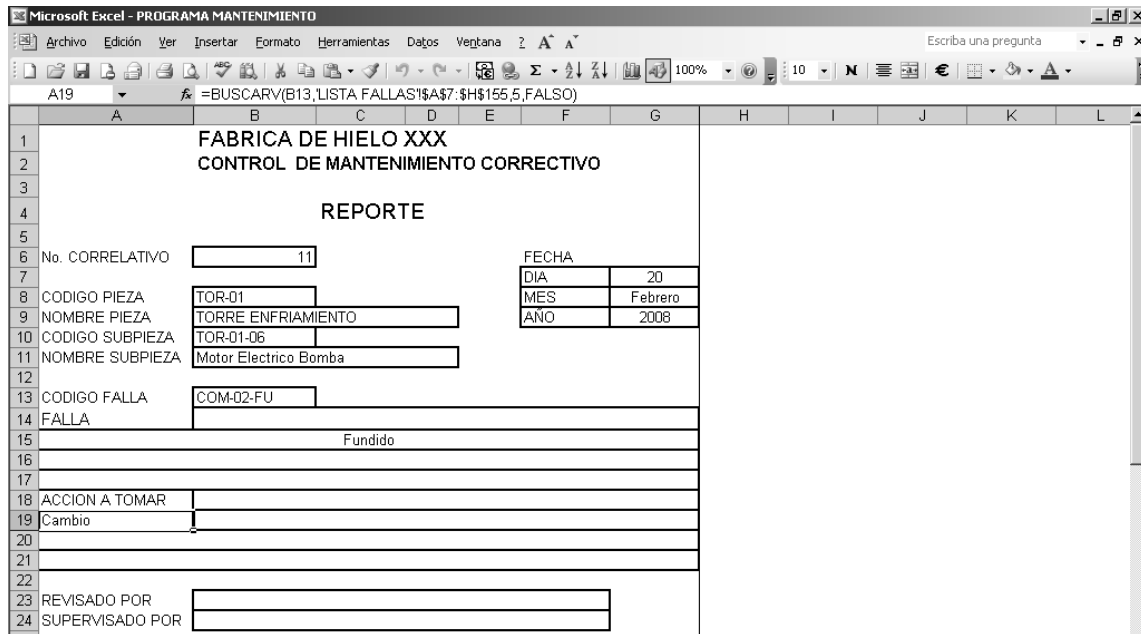
Figura 75. Complemento comando Excel.

Fuente: Microsoft Office 2003



Y con la acción a tomar se utiliza la fórmula: `=BUSCARV(B13,'LISTA FALLAS'!A7:H155,5,FALSO)`, véase figura 76.

Figura 76. Ejemplos comandos Excel.



Fuente: Microsoft Office 2003

Por lo que al final la hoja 9, impresión de reporte de mantenimiento preventivo, se presenta como lo muestra la figura 77.

Figura 77. Muestra hoja impresión reporte correctivo.

Microsoft Excel - PROGRAMA MANTENIMIENTO

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ? A A

B6 =MANT CORRECT REALIZADOS1A2+1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		FABRICA DE HIELO XXX							
2		CONTROL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO							
3		REPORTE							
4									
5		No. CORRELATIVO			FECHA				
6					DIA		20		
7					MES		Febrero		
8		CODIGO PIEZA	TOR-01		ANO		2008		
9		NOMBRE PIEZA	TORRE ENFRIAMIENTO						
10		CODIGO SUBPIEZA	TOR-01-08						
11		NOMBRE SUBPIEZA	Motor Electrico Bomba						
12									
13		CODIGO FALLA	COM-02-FU						
14		FALLA	Fundido						
15									
16									
17									
18		ACCION A TOMAR							
19		Cambio							
20									
21									
22									
23		REVISADO POR							
24		SUPERVISADO POR							
25									
26									
27									
28		REPARACION							
29									
30		HORAS DE PAGO			FECHA				
31					DIA				
32		COSTO			MES				
33		MANO DE OBRA			ANO				
34		REPUESTOS							
35		EMPRESA QUE REALIZO EL TRABAJO							
36									
37		TRABAJO REALIZADO							
38									
39									
40									
41									
42		OBSERVACIONES							

MANT. CORRECTIVO (REPARACION) IMPRESION REPORTE CORRECTIVO CHECK LIST MANT PR

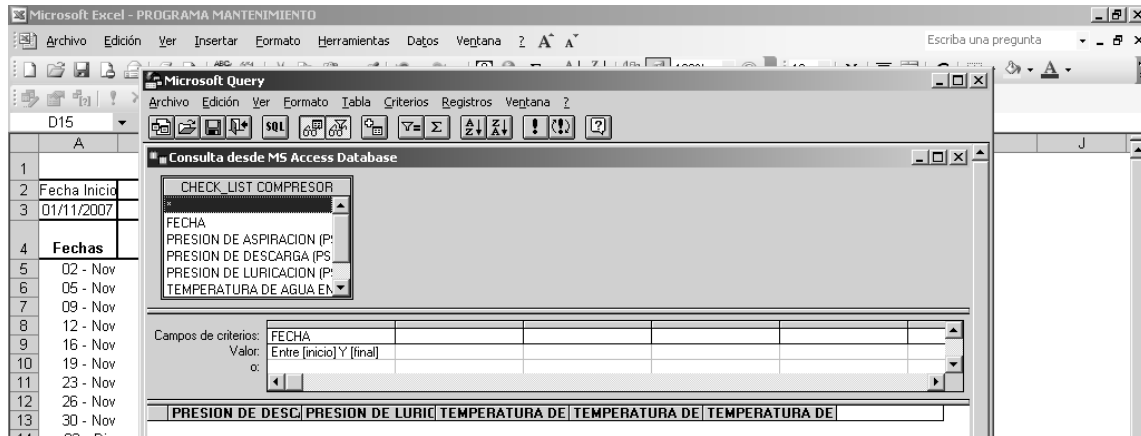
Fuente: Microsoft Office 2003

Hoja 10: lista de control del compresor es una hoja de control y su función es verificar en forma gráfica el comportamiento del equipo, se hace con el objetivo de poder predecir futuras fallas y pérdida de eficiencia, reduciendo costos, tiempos muertos y prolongando la vida útil, esto se logra vigilando algunas variables entre ellas: temperatura de aspiración, temperatura de descarga, temperatura sobre cabezas de cilindro, presión de aspiración, presión de descarga y presión del aceite. Uno de los factores que hay que definir es la frecuencia de la toma de lecturas, una vez establecido esto, se procede a utilizar, el formato de lista de control (figura 19), y su ingreso a la tabla en Access, tabla lista de control, utilizando su formulario.

La forma de elaborar esta hoja es la siguiente: su base es una consulta de base datos, y la tabla utilizada es lista de control del compresor.

Al momento de indicar que campos se necesitan (en este caso son todos), se indica una condición o criterio al campo fecha el cual es el rango de las fechas (inicio y final) (figura 78).

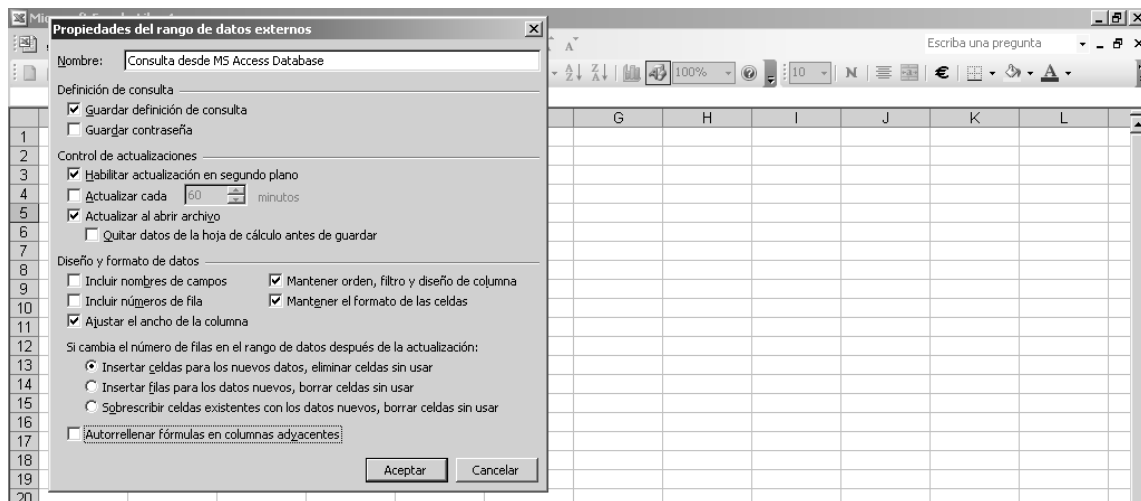
Figura 78. Ventana de base de datos de la lista de control del compresor.



Fuente: Microsoft Office 2003

Otra característica que se debe de dar a esta tabla es en registros, ordenar la fecha en orden ascendente, al momento de regresar a la tabla Excel, se indica en propiedades de la tabla, las siguientes: actualizar al abrir el archivo, no incluir los nombres de los campos, no auto rellenar formulas en columnas adyacentes, ver figura 79.

Figura 79. Ventana propiedades del rango de datos externos.

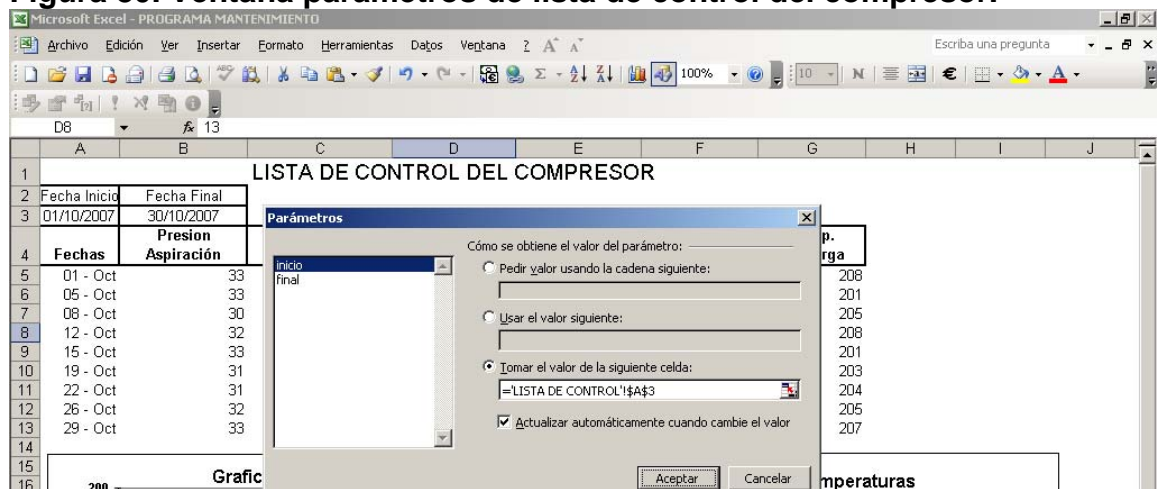


Fuente: Microsoft Office 2003

Una vez obtenida esta tabla, en Excel, se procede a darle nombre a las columnas con mejor presentación y estética; también se indica en una celda la fecha de inicio y en otra celda la fecha final, esto se hace para que únicamente muestre las fechas solicitadas y la forma de hacerlo es la siguiente:

Se hace clic derecho sobre la tabla y aparecerá un listado de opciones y se elige parámetros, se mostrará una ventana (parámetros), en el lado izquierdo aparecerá la variables (inicio, final), se marca inicio, en el lado derecho, se marca que tome el valor de una celda, indicando la ubicación de esa celda, en este caso en, hoja lista de control, celda A3, se indica que actualice automáticamente cuando cambie el valor y se acepta, véase figura 80.

Figura 80. Ventana parámetros de lista de control del compresor.



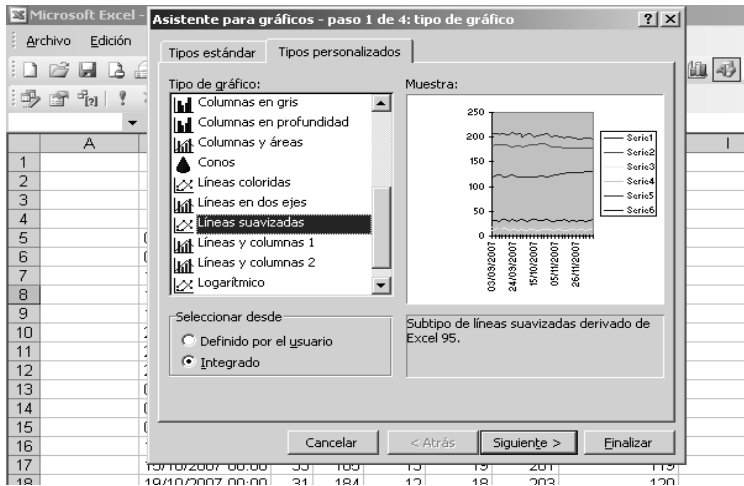
Fuente: Microsoft Office 2003

Se hace lo mismo cuando se marca la variable final, con la diferencia que se indica que tome el valor de la celda B3.

Con esta información se procede a realizar dos graficas, una de temperaturas y otra de presiones. Se mostrará como hacer la grafica de presiones, y para la de temperaturas se debe hacer de forma similar.

En el menú principal de Excel, se elige insertar, presentara un listado de opciones y se selecciona gráficos, mostrará la ventana asistente de gráficos paso 1 de 4, se elige tipo líneas suavizadas y se continua, ver figura 81.

Figura 81. Ventana asistente para gráficos.



Fuente: Microsoft Office 2003

Al continuar, se toman los datos de origen en este caso, la fecha (eje Y) y las columnas que contienen las tres presiones (eje X), ver figura 82.

Figura 82. Propiedades de las gráficas en excel.



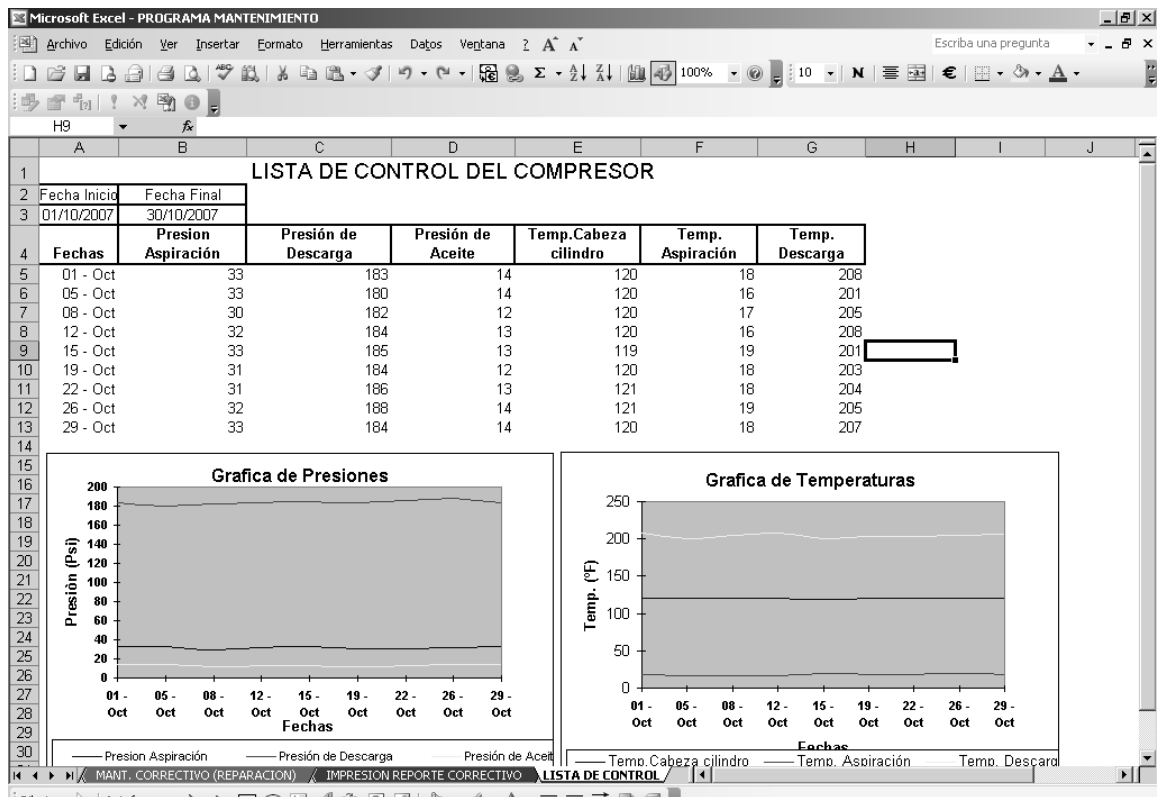
Fuente: Microsoft Office 2003

Posteriormente, aparece una ventana donde se complementan los detalles, (título de la gráfica, nombre del eje X, nombre del eje Y, escala)

Para la grafica de temperaturas, el procedimiento es el mismo, la única diferencia consiste en datos de origen, y en este caso en particular sería, la fecha (eje Y), y las temperaturas (eje X)

La mayor ventaja que ofrece una grafica en excel, utilizando una consulta de base datos, es que al aumentar el rango de fechas, la grafica se modifica en forma automática, abarcando todas las fechas contenidas en el rango. Por lo que la hoja 10, *check list*, queda como lo muestra la figura 83.

Figura 83. Muestra de hoja lista de control del compresor.



Fuente: Microsoft Office 2003

Hoja 11, mantenimiento preventivo realizados, esta hoja queda oculta en la presentación del archivo excel, y sirve como apoyo para la elaboración de la hoja 5, impresión de hoja servicio preventivo, consiste en una consulta de base datos, utilizando la tabla de access mantenimiento preventivo, su uso se limita a

obtener el correlativo de servicio, el análisis fue realizado en la elaboración de la hoja 5 (figura 84).

Figura 84. Muestra hoja mantenimientos preventivos realizados.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2		27										
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												

Fuente: Microsoft Office 2003

Hoja 12: mantenimiento correctivo realizado, al igual que la hoja anterior, va oculta, y sirve como apoyo para la elaboración de la hoja 9, impresión hoja de mantenimiento correctivo, y su contenido y uso ya se analizó en la elaboración de la hoja 9.

3.7 Diseño de macros para la lectura de la información

Los macros no son más que la utilización de comandos que realizan acciones predeterminadas, para ahorrar al usuario tiempo, y lograr mayor exactitud, en este caso se utilizaron los propios de excel, como es el caso de auto rellenar celdas adyacentes, y/o actualizar información al abrir el archivo, estos no necesitaron ser programados, en algunos casos se pueden programar

utilizando el asistente de macros, o escribiendo el código en el sistema Visual Basic propio de Excel.

Para completar el programa de mantenimiento es aconsejable proporcionarle acceso directo a los formularios, es decir, que aparezcan en el escritorio de la computadora, se le da acceso directo a los siguientes elementos: los formularios de las tablas en Access, en este caso son mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y lista de control del compresor, así como también al archivo Excel programa de mantenimiento. La forma de hacerlo es la siguiente: sobre el elemento se da clic derecho con el *Mouse*, aparecerá una lista de opciones, se elige, crear acceso directo. Esto se hace para facilitar el trabajo al operador de la computadora.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

4.1 Instalación de office completo en computador a utilizar

Lo esencial a tomar en cuenta es adquirir las licencias originales de Microsoft Office, que debe ser Profesional para que incluya Access. En este caso se está utilizando Office XP 2003 Pro, la instalación en algunas ocasiones las hace el proveedor del equipo de hardware, y si no fuera este el caso, se puede instalar siguiendo las instrucciones que presenta, el disco instalador en su presentación inicial, la misma se puede hacer siguiendo el asistente.

Las características a tomar en cuenta en el computador o equipo de computo, son que debe tener un procesador Pentium III como mínimo, con velocidad de procesamiento de 700 Mhz, una tarjeta madre con bus 133, tarjeta Ram de 256 Mb, unidad de CD Rom 52X, disco duro de 20Gb Windows a elección del usuario.

4.2 Personal que realizará estas tareas

El personal que realiza las tareas de manejo de programa, supervisor del área, operador del computador, mecánicos, e ingeniero en jefe.

4.3 Instalación del programa en el computador

Esta tarea puede ser realizada de dos maneras, una de ellas sería la más simple que consiste en copiar los archivos de Access, como de Excel, modificando los enlaces de los Querys, que relacionan Access con Excel, y la otra forma más personalizada sería de crear el programa partiendo de cero, siguiendo las instrucciones del capítulo 3, con lo cual permitiría que sea más personalizado, y se ajuste a las necesidades de la empresa, que lo desee utilizar.

En este caso se creo pensando en una línea de producción, pero en cualquier empresa pueden ser más líneas.

4.4 Capacitación de personal a cargo

Está tarea es encomendada a la persona que realizó el programa, en este caso es el ingeniero en jefe, que conociendo las necesidades de la empresa lo realizo ajustado, a las mismas, por lo tanto no tiene ningún problema en trasladar la información a los usuarios finales, y/o personal que realizará las tareas.

La capacitación no debe exceder en medio día laboral, quedando a la disposición de las dudas que puedan suscitarse.

4.5 Asignación de personal a realizar cada tarea

Según las necesidades de la empresa, puede ser que alguien sea promovido a los puestos creados a raíz de la implementación del programa, de lo contrario se contratará un usuario y/o operador para llevar al día las tareas de la información que se debe ingresar.

El supervisor de mantenimiento que debería estar designado con anterioridad será el encargado de revisar las ordenes emitidas, y las que estén en proceso, con lo cual nos garantizamos un mejor control en la calidad de los trabajos realizados, si el caso fuera utilizar empresas externas, revisa que las tareas encomendadas se cumplan de acuerdo al contrato establecido.

El personal de mantenimiento operativo, en este caso el mecánico, se encarga de cumplir las órdenes de trabajo emitidas, bajo la tutela del supervisor de turno.

Ingeniero en jefe, este se encarga de revisar que las tareas sean las correctas, hace los contactos con las empresas que prestan servicio de

tercerización, establece los contratos, de acuerdo a las necesidades de la empresa, y revisa los reportes emitidos por el supervisor, lleva una bitácora paralela con los reportes de gráficas mostradas por el programa.

4.6 Análisis del costo de la implementación

Al inicio de cualquier estudio de factibilidad de un proyecto, los costos pasan a tener un papel prioritario para decidir la implementación. Los cuales pueden variar, según el equipo que se desee adquirir, ya que no necesariamente servirá únicamente para el programa, este equipo puede utilizarse en tareas varias que ayuden al departamento de mantenimiento, los precios oscilan entre \$ 700.00 en adelante, la licencia de office siendo personal tiene un costo de \$ 250.00, pero puede adquirirse licencias corporativas, que tienen un costo menor dependiendo de las máquinas que se les vaya a instalar, regularmente la licencia de Windows se adquiere al comprar el equipo.

Luego existen costos variables como lo son el sueldo del operador, mueble a utilizar, UPS, impresora y demás aditamentos que se consideren necesarios.

5. SEGUIMIENTO

5.1 Controles que se deben llevar después de iniciado el proyecto

Para que la propuesta del sistema sea un éxito, es necesario que se cumpla las actividades que el programa demanda. De esta manera, la dirección contará con información fidedigna que permita tomar decisiones acertadas.

Es necesario encontrar mecanismos para mejorar aún más el sistema, con el fin de encontrar fallas y corregirlas de inmediato, ya que un proyecto de esta magnitud se debe de poner a prueba.

La revisión de la información es algo que debe quedar de manera permanente, ya que es una modalidad que permite una mejora continua.

5.2 Análisis de los resultados

Es necesario que la documentación utilizada para el proceso de abastecimiento de información sea archivada y que esté debidamente digitada en el sistema.

Es necesario crear archivos *Back up* (copias de seguridad), con la información que se cuenta, para evitar pérdida de la misma.

Entre los resultados obtenidos se debe notar que los trabajos de mantenimiento se harán con menor tiempo muerto, lo que permitirá aumentar la eficiencia de la máquina.

Entre los indicadores que se deben obtener podríamos mencionar, estándares de tiempo, con los cuales se puede determinar la eficiencia y la eficacia del sistema. El tiempo promedio nos ayudará a determinar el factor más influyente para mejorar el tiempo de respuesta del departamento de mantenimiento.

Otro indicador necesario es el de medir tiempo de ocio del personal de mantenimiento.

Con el programa se llevará un mejor control de fallas y soluciones sin tener que esperar situaciones complejas para corregirlas.

Se debe hacer una revisión al transcurrir 6 meses de funcionamiento del proyecto, para determinar si los estándares se están cumpliendo y revisar si la destreza de los colaboradores se incrementó.

5.3 Estándares que se deben cumplir

Se eligieron algunos aspectos del sistema para que sirvan de estándares, los cuales son observados tanto por el supervisor como por el ingeniero en jefe. Los estándares consisten en niveles planeados de realización para las distintas operaciones, entre ellas llenado de boleta, digitación de la información y revisión de resultados.

Otro de los estándares que se determinaran serán las metas que se propongan. Haciendo una medición de cómo esta actualmente versus los resultados obtenidos utilizando el programa.

Además, se debe de tomar en cuenta el estándar de minimización de tiempo extra, incurrido por fallas ocurridas y no solventadas.

Para el cumplimiento de las actividades propuestas dentro del proyecto, es necesario que los estándares sean revisados constantemente, con el fin de que estén orientados a la realidad durante las operaciones y, así, ajustarlas para no tener falsas expectativas respecto a los logros que se esperan.

5.4 Mejoras del proceso puesto en marcha

Al tener un sistema en marcha es necesario velar por el cumplimiento y seguimiento de las normas establecidas, con el fin de obtener retroalimentación. El grupo de colaboradores debe estar comprometido con el proyecto.

Este grupo debe informar a la alta gerencia de los avances obtenidos en el proyecto realizado.

La administración del proyecto estará a cargo de la gerencia de mantenimiento y mas adelante puede constituirse en un nuevo departamento de la empresa.

El supervisor de turno debe asignar las responsabilidades, establecer objetivos y formas de trabajo. Requerir informes y presentaciones semanales, tomar decisiones informar a todo el personal colaborador sobre los logros y hacerles recomendaciones pertinentes, introducir paso a paso las normas de estudio contenidas en el proyecto.

Con esto se logrará determinar las partes del proyecto que deben ser mejoradas y/o corregidas, al grado de que los errores que se están cometiendo no vuelvan a suceder.

CONCLUSIONES

1. Los programas de mantenimiento constituyen herramientas importantes para mejorar la eficiencia del servicio de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo.
2. Los sistemas informáticos diseñados para la actividad de mantenimiento, constituyen un apoyo para el encargado de la misma, en especial para actividades repetitivas y rutinarias como lo constituyen el mantenimiento preventivo.
3. El departamento de mantenimiento de cualquier empresa, debe aprovechar las herramientas modernas existentes, para mejorar su servicio; tomando en cuenta que la industria se encuentra en proceso de desarrollo.
4. Con la implementación de programas de mantenimiento se logra un mejor control de las tareas de mantenimiento preventivo, el objetivo final es disminuir o atenuar el mantenimiento correctivo.
5. Los programas de mantenimiento asistidos por computadora son una herramienta que facilitan la realización y control de las tareas; el compromiso real lo tendrá el equipo de trabajo que ponga en práctica los conceptos, herramientas y métodos que proporcionan dichos programas, y evalúe constantemente, los cambios y mejoras.

RECOMENDACIONES

- 1 Es aconsejable iniciar primero con una fase de diagnóstico del estado actual del equipo, para la implementación de programas informáticos de mantenimiento.
- 2 Antes de poner en marcha el programa de mantenimiento, se sugiere al personal encargado de mantenimiento, que tenga una capacitación completa, para posteriormente hacer ensayos para verificar y corregir cualquier inconveniente que se presente.
- 3 Se sugiere verificar constantemente los avances que se obtengan con la implementación del programa de mantenimiento.
- 4 Es aconsejable mantener actualizado el software, a fin de aprovechar las herramientas que traen las nuevas versiones, que permitirá renovar este programa, específicamente el programa Excel y obtener mejores resultados.
- 5 Dar a conocer el proyecto en el curso de montaje y mantenimiento de equipo, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, como una guía para implementar en el curso, lo cual permitiría que se conozcan las bondades y utilizaciones que se pueden lograr sin necesidad de comprar software elaborado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Calberg Conrad. **Administración de datos con Excel.**
Prentice Hall Hispanoamérica S.A., México 2005.
2. Cottell, L.W. **Refrigeración industrial.** Limusa, México 2005.
3. Diffuaa, Salih O., **Sistemas de mantenimiento,** Limusa, México 2004.
4. Hernández Goribar Eduardo. **Calefacción, aire acondicionado y refrigeración.** Limusa, México, 2003.
5. Jennings Burgess H. Y Lewis Samuel. **Aire acondicionado y Refrigeración .**Editorial Continental, México, 2004.
6. Loboucheix Vincent. **Mantenimiento productivo total.** Limusa, México, 2002.