

# **ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

**IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO E  
INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA UNIVERSIDAD SAN  
FRANCISCO DE QUITO**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO  
ELECTRICO**

**CARLOS ADOLFO SIMBA GUARDERAS**

**DIRECTOR: ING. PEDRO FREILE**

**Quito, Febrero 2008**

## **DECLARACION**

Yo, Carlos Adolfo Simba Guarderas, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Carlos Adolfo Simba Guarderas

## **CERTIFICACION**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Carlos Adolfo Simba Guarderas, bajo mi supervisión.

---

**Ing. Pedro Freile**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre que ha sabido guiarme en mi camino y darme fortaleza para superarme cada día. Por su infinito amor y paciencia un don que Dios le ha dado. A mi padre que siempre fue un libro abierto, lleno de muchas ilusiones y conquistas, y de un amor profundo hacia sus hijos. Que el Señor los bendiga siempre.

Un agradecimiento especial para el Ingeniero Pedro Freile, por su acertada dirección y paciencia durante el desarrollo de este proyecto.

Carlos Adolfo Simba Guarderas

## **DEDICATORIA**

Con el más grande y puro amor, a mi esposa, dueña y señora de mis sueños e ilusiones, que me ha brindado su apoyo incondicional y ha guiado mi hogar con mucha sabiduría. A mis hijos, Carlitos y Pablito, las más grandes bendiciones que Dios me ha dado y por quienes seré capaz de volver a empezar tantas veces sea necesario.

Carlos Adolfo Simba Guarderas

## **CONTENIDO**

### **CAPITULO 1.-**

#### **DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS**

	Página
1.1 Descripción del área de mantenimiento de la Universidad.....	1
1.2 Organigrama, funciones y responsabilidades. Misión, visión.....	4
y objetivos del área eléctrica.	
1.2.1 Funciones del Jefe de Mantenimiento.....	6
1.2.2 Funciones de los electricistas.....	7
1.2.3 Visión, misión y objetivos del área eléctrica.....	8
1.3 Requerimientos del proceso de acreditación de SACS.....	9
1.3.1 SACS.....	10
1.4 Tipos de Mantenimiento.....	12
1.4.1 Mantenimiento Preventivo.....	13
1.4.1.1 Mantenimiento de Responsabilidad o de Uso (M.U.S).....	13
1.4.1.2 Mantenimiento de Tiempo Firme o Hard Time (M.H.T.).....	14
1.4.1.3 Mantenimiento de la Condición u On Condition (M.O.C.).....	15
1.4.2 Mantenimiento Predictivo.....	16
1.4.3 Mantenimiento Correctivo.....	17

### **CAPITULO 2.-**

#### **DESCRIPCIÓN ELECTRICA ACTUAL DE LOS EQUIPOS EXISTENTES EN LA UNIVERSIDAD**

2.1 Transformadores y tableros eléctricos.....	18
2.1.1 Transformadores.....	18
2.1.2 Tableros.....	20
2.2 Generadores.....	27

2.2.1 Generador No.1.....	27
	Página
2.2.2 Generador No.2.....	28
2.3 Equipos de Aire Acondicionado y Extracción.....	30
2.4 Cuartos fríos.....	33
2.5 Bombas.....	36

### **CAPITULO 3.-**

#### **METODOLOGIA DEL MANTENIMIENTO ELECTRICO PREVENTIVO**

3.1 Identificación y codificación de equipos.....	39
3.2 Elaboración de las cartillas de Mantenimiento Preventivo.....	43
3.3 Elaboración del cronograma de Mantenimiento Preventivo.....	61
3.3.1 Cuando se dispone de datos históricos de mantenimiento.....	61
3.3.2 Cuando no se dispone de datos históricos de mantenimiento.....	62
3.4 Record histórico del Mantenimiento Preventivo.....	68

### **CAPITULO 4.-**

#### **METODOLOGIA DEL MANTENIMIENTO ELECTRICO CORRECTIVO**

4.1 Elaboración de cartillas periódicas de inspección de equipos.....	71
4.2 Elaboración de cartillas de Mantenimiento Correctivo.....	78
4.3 Record histórico del Mantenimiento Correctivo.....	82

### **CAPITULO 5.-**

#### **USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA EN LAS INSTALACIONES**

5.1 Diagnóstico energético actual de las instalaciones.....	85
---	----

5.1.1 Equipos de Aire Acondicionado.....	89
	Página
5.1.2 Extractores.....	89
5.1.3 Bombas.....	89
5.1.4 Iluminación.....	90
5.2 Identificación de los centros de mayor consumo.....	90
5.3 Recomendaciones de acciones e implementación de mejoras.....	95
5.4 Análisis costo – beneficio.....	97

## **CAPITULO 6.-**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1 Conclusiones.....	103
6.2 Recomendaciones.....	105

<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>108</b>
--------------------------	------------

### **ANEXOS.-**

ANEXO No.1.....	109
ANEXO No.2.....	111
ANEXO No.3.....	112
ANEXO No.4.....	113

### **PLANOS**



## **PRESENTACION**

La Universidad San Francisco de Quito, es el mayor proyecto de la Corporación de Promoción Universitaria, entidad sin fines de lucro, establecida en el año de 1985 con sede en Quito. Es una entidad privada y laica, que ofrece una preparación integral y humanista a sus estudiantes.

En los dieciocho años de funcionamiento, la Universidad San Francisco de Quito ha crecido vertiginosamente y actualmente brinda educación a aproximadamente cinco mil estudiantes de todas las nacionalidades del mundo. Este rápido crecimiento ha creado la necesidad de que la institución examine su misión, su organización y operación, de tal manera de concretar ajustes que sean necesarios para asegurar que su continuo crecimiento sea satisfactorio. Esto le permitirá a toda su organización acceder a planes educativos de mayor envergadura y reconocimiento.

Uno de estos planes es el de lograr la membresía a una asociación de acreditación internacional, de ahí que la Universidad tiene actualmente como propósito primordial lograr la acreditación a SACS (Southern Association of Colleges and Schools), que es un ente regional para la acreditación de instituciones de educación superior de los estados del sur de Estados Unidos (Alabama, Florida, Georgia, Kentucky, Louisiana, Missisipi, North Carolina, South Carolina, Tennessee, Texas, and Virginia) y Latino América que otorgan títulos baccalaureate, master o doctorales.

La acreditación indica que una institución mantiene claros objetivos específicos de educación que son consistentes con su misión y los apropiados títulos que ofrece. En forma paralela a los requerimientos educativos, también debe cumplir con requerimientos físicos, esto es, su campus universitario debe proveer de un

saludable, fuerte y seguro ambiente a todos los miembros que conforman la comunidad del campus universitario. La institución operará y mantendrá facilidades físicas dentro y fuera del campus que sirvan apropiadamente a los programas educacionales y especialmente, la Institución ejercerá apropiados controles de mantenimiento sobre sus recursos físicos .

Todos los recursos físicos de la Universidad San Francisco de Quito están a cargo de la Planta Física o también llamada área de mantenimiento, por lo que a esta área le corresponde: tener bien definida su estructura organizacional; presentar planes de mantenimiento de las instalaciones, maquinaria y equipamiento, que estén sujetos a actividades preventivas y correctivas, con archivos o records de cada uno de los equipos fundamentales ( equipos y maquinarias eléctricas ). Todas las actividades de mantenimiento deben compaginar con ahorros energéticos y cuidado del medio ambiente.

Una vez aprobada la acreditación, la institución recibe periódicas revisiones para verificar su conducta interna envolviendo su área administrativa, docente, facultades, estudiantes y campus universitario.

Por lo tanto esta tesis tiene como objetivos principales: el elaborar el plan de mantenimiento eléctrico de los equipos de la Universidad, considerando las normas exigidas por SACS; controlar el tiempo de ejecución de las actividades de mantenimiento eléctrico preventivo y correctivo; y controlar el buen uso de los repuestos empleados. Conforme a lo anterior, esta tesis establecerá la metodología para implementar el plan de mantenimiento del equipo e instalaciones eléctricas de la Universidad, el mismo que contemple el mantenimiento correctivo y preventivo que permita conservar la vida útil de los componentes eléctricos, garantizar el funcionamiento de los mismos y aprovechar al máximo las características técnicas.

## RESUMEN

La acreditación de la Universidad San Francisco de Quito a SACS, implica que su departamento de Mantenimiento deberá organizar su estructura para hacer frente a una serie de requisitos y posteriores revisiones. Por lo tanto en este proyecto se desarrollan todos los pasos necesarios para que el área eléctrica tenga bien definidos sus acciones y normas, de tal manera que sus electricistas cumplan satisfactoriamente sus tareas y logren el propósito fundamental que es el de conservar en buenas condiciones los equipos eléctricos.

El proyecto comienza definiendo el organigrama del departamento de mantenimiento, en donde se localiza el área eléctrica y detallando las funciones de sus electricistas, su misión, visión y objetivos a seguir. Se recuerda los tipos de mantenimiento existentes, así como los objetivos que demanda el SACS.

Previo a entrar en el proceso de mantenimiento, se especifican los equipos eléctricos existentes con sus características, compilando en cuadros la cantidad de ellos instalados en los diferentes edificios de la Universidad. Como paso fundamental para el inicio del mantenimiento se procede a codificar los equipos eléctricos utilizando una alternativa alfanumérica la misma que nos permitirá identificar y ubicar a los equipos.

Para el mantenimiento preventivo se crean cartillas u órdenes de mantenimiento preventivo llamadas B-CHECK, que están conformadas por una carátula donde se escoje el ciclo a seguir y tiene adjuntas las actividades que deberán desarrollar los electricistas dependiendo del equipo al que estén yendo a realizar mantenimiento. Lo fundamental en esta parte es la elaboración del cronograma de mantenimiento preventivo, es decir la obtención en un solo documento con toda la información futura a mediano o largo plazo del mantenimiento para todos y cada uno de los equipos eléctricos.

En la explicación del desarrollo del mantenimiento preventivo se establece la estrecha relación que existe con la bodega de materiales, creándose documentos de respaldo para el buen seguimiento de las actividades de los electricistas. Toda la información generada en el proceso de mantenimiento es almacenada adecuadamente, de tal manera de realizar posteriores análisis que nos servirán para la evaluación del personal en desempeño o capacitación. Al final de la tesis se presenta el ANEXO No. 3 donde se resume el procedimiento del mantenimiento preventivo de un equipo.

En lo que tiene relación al mantenimiento correctivo, éste es controlado mediante hojas de inspección llamadas A-CHECK, las mismas que tienen diferentes períodos de inspección para las varias clases de equipos eléctricos. Estas novedades detectadas con las hojas A-CHECK son solventadas mediante órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo llamadas C-CHECK. La información generada en este mantenimiento también es almacenada para posteriormente obtener análisis estadísticos de las mismas. Por igual, al final de la tesis se presenta el ANEXO No. 4 donde se resume el procedimiento del mantenimiento correctivo de un equipo.

Por último se realiza un diagnóstico energético de las instalaciones eléctricas de la Universidad, identificando los centros de mayor consumo, y con recomendaciones técnicas más adecuadas se trata de llegar a desarrollar un uso eficiente de la energía eléctrica en las instalaciones de la Universidad San Francisco. Mediante un análisis de costo – beneficio se establece el tiempo de reposición de la inversión que se tendría que realizar para implementar mejoras a fin de llegar a ese uso eficiente de la energía eléctrica.

## **CAPITULO 1.-**

### **DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.-**

#### **1.3 DESCRIPCION DEL AREA DE MANTENIMIENTO DE LA UNIVERSIDAD.-**

La Universidad San Francisco es el mayor proyecto de la Corporación de Promoción Universitaria, entidad sin fines de lucro, establecida en el año de 1985 con sede en Quito. Se mantiene gracias a los aportes de esta Corporación, la cual busca la excelencia académica en todas sus acciones.

La Universidad San Francisco de Quito es una entidad privada y laica, que ofrece una preparación integral y humanista a sus estudiantes. Está fundamentada en las Artes Liberales, que busca formar líderes: personas innovadoras, creativas y de carácter empresarial.

La Universidad se encuentra localizada al este de Quito en uno de los valles aledaños, Cumbayá, a 2400 metros sobre el nivel del mar. Ocupa un terreno de 7 hectáreas en las cuales hay aproximadamente 50.000 metros cuadrados de construcción.

El campus de la Universidad San Francisco de Quito es una verdadera joya arquitectónica de la ciudad ya que posee bellos jardines y edificios funcionales, y es responsabilidad de todo el personal docente, administrativo y estudiantil, cuidar sus instalaciones.

Las facultades o colegios funcionan en edificios cuyos nombres en su mayoría tienen una designación que corresponde a un personaje famoso, así:

**Miguel de Santiago:** aquí funciona el almacén universitario, el Decanato de Arquitectura, Colegio de Artes Contemporáneas, oficinas,

**Aristóteles:** están los talleres de arquitectura y fotografía,

**Sócrates:** donde se encuentran los talleres de Artes Contemporáneas, y aula de meditación,

**Lao Tse:** están los deportes,

**Mozart:** Instituto de Música Contemporánea,

**Coliseo Polideportivo Alejandro Magno:** deportes y aulas de música,

**La Pagoda:** aula de meditación y oficinas,

**Isaac Newton:** Decanatos de Comunicación, Artes Liberales y Ciencias Aplicadas,

**Galileo:** Decanato de Jurisprudencia, laboratorios de biología, medicina, química y física, Registro, Cancillería, aulas y oficinas.

**Einstein:** laboratorios de computación, Colegio de Tecnologías, Instituto de Idiomas, Asistencia Financiera, contabilidad, recursos humanos, oficinas y restaurante La Pirámide,

**Cicerón:** Teatro Calderón de la Barca, Biblioteca, auditorio de la biblioteca.

**Eugenio Espejo:** Decanato de Ciencias de la Salud, optometría, Clínica Universitaria,

**Epicuro:** Decanato de Hospitalidad y Gastronomía, cava, Educación a Distancia, Estación Tiputine, Teatro Epicuro, aulas y oficinas,

**Da Vinci:** Decanatos de Administración y Ciencias de la Vida, aulas y oficinas,

**Maxwell:** Decanato de Ciencias Aplicadas, laboratorios, Agronomía y Nutrición, aulas y oficinas,

**Casa Blanca:** Colegio Mayor, Colegio de Ciencias Policiales, aulas y oficinas,

**Casa Tomate:** Decanato de Estudiantes, Programas Internacionales, Gobierno Estudiantil, PASEM, PASECC, oficinas,

**Clínica Odontológica:** consultorios, aulas y oficinas,

**Cafetería:** restaurantes No sea Malito, Colonial, Gourmet USFQ,

**Planta Física:** oficinas, talleres, y bodegas.

En el PLANO A-1 se detalla la ubicación de los diferentes edificios de la Universidad San Francisco de Quito.

El área de mantenimiento de la Universidad se denomina Planta Física la misma que ocupa las instalaciones ubicadas a pocos metros del ingreso principal de la Universidad. Esto le permite tener un sitio estratégico para el desenvolvimiento de sus actividades, ya que el ruido y olores como producto de los trabajos que ahí se desarrollan, no interfieren en las actividades docentes y administrativas. También constituye un sitio estratégico en cuanto a los proveedores, toda vez que al estar Planta Física ubicada al inicio del campus universitario, se facilita la recepción de los productos de mantenimiento.

Planta Física tiene a su cargo tres departamentos, que son : mantenimiento, limpieza y seguridad, así como también tiene a su cargo la implementación de la logística de todo evento que organiza la Universidad como son conferencias, ceremonias de graduación y eventos planificados por el área de Relaciones Públicas.

Por lo tanto dispone de personal para atender cada departamento, en la siguiente cantidad: el departamento de seguridad está conformado por 42 guardias que vigilan los diferentes edificios de la Universidad y parqueaderos, durante las 24 horas del día. El departamento de limpieza está compuesto por 30 personas que atienden las instalaciones en varios turnos que van desde las 7H:00 hasta las 4H:00 del siguiente día y abarcan labores desde el lunes hasta el día sábado en horarios rotativos.

El departamento de mantenimiento dispone de 3 electricistas para el área eléctrica, 8 operarios para el mantenimiento de plomería, carpintería, albañilería, cerrajería. Todas estas personas laboran en el período de 8H:00 hasta las 16H:00 de lunes a viernes.

Conforme a este último detalle, Planta Física dispone de taller eléctrico, talleres para carpintería y cerrajería. Adicionalmente tiene a su cargo el manejo de la Bodega de materiales de mantenimiento y bienes inmuebles de dotación para oficinas y aulas, en el cual atienden 2 personas en el turno de 7H:00 hasta las 18H:00 de lunes a viernes. Por lo tanto Planta Física dispone de talleres, bodegas, vestidores y oficinas, abarcando un área aproximada de 250 metros cuadrados.

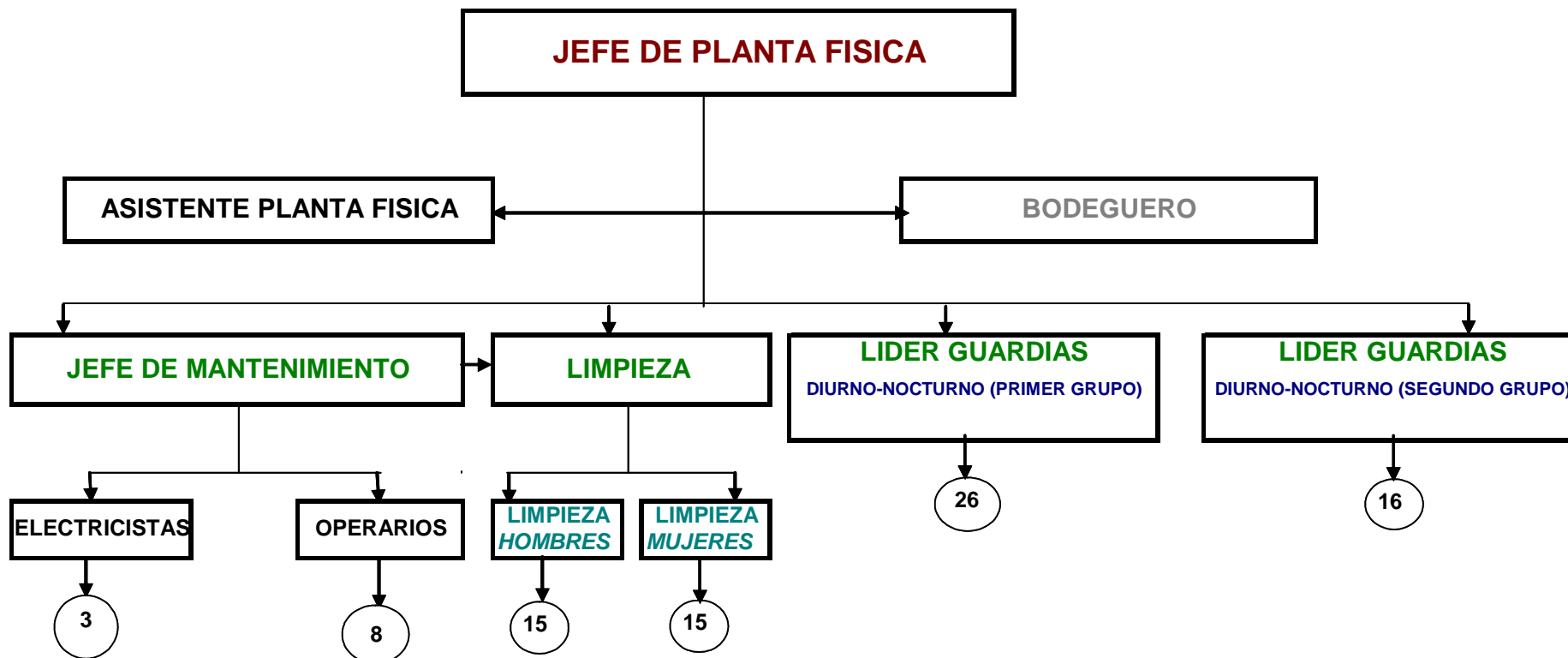
#### **1.4 ORGANIGRAMA, FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES.**

Es necesario la implementación de un organigrama del Departamento de Mantenimiento, conocido como Planta Física, para de esta manera conocer su estructura y organización, y dentro de este contexto ubicar el área eléctrica con sus funciones, integrantes y responsabilidades.

El organigrama es el siguiente: ( CUADRO No. 1)



CUADRO No. 1  
**ORGANIGRAMA PLANTA FISICA**



Conforme al organigrama se aprecia que el Jefe de Planta Física es el encargado de las operaciones, mantenimiento y seguridad de la Universidad. Esta jefatura tiene como colaboradores inmediatos al Asistente, Jefe de Mantenimiento, Bodeguero, Coordinador de Limpieza y a los Líderes o Supervisores de Seguridad del grupo de la noche y del día. El Jefe de Mantenimiento a su vez tiene a su cargo la coordinación de la labores de mantenimiento eléctrico y de los operarios que atenderán las otras ramas como: carpintería, plomería y albañilería; adicionalmente trabajará en coordinación con el área de limpieza.

El campo eléctrico es el que mayor atención acapara en las actividades diarias de la Universidad, por lo que es de suma importancia que la persona que dirija esta área cuente con las funciones y responsabilidades bien claras y determinadas, las que a continuación se detallan:

#### **1.4.1 FUNCIONES DEL JEFE DE MANTENIMIENTO**

Tareas Principales:

- Elaboración de los programas de mantenimiento eléctrico preventivo y correctivo.
- Ejecución y control de los programas de mantenimiento eléctrico.
- Elaboración de órdenes de trabajo, pedido de materiales, y control de calidad de los trabajos eléctricos.
- Elaboración de las requisiciones de materiales y repuestos del área eléctrica.
- Asesorar y coordinar las labores de mantenimiento eléctrico con la Jefatura de Planta Física.
- Mantener archivos y records individuales del mantenimiento efectuado en los diferentes equipos eléctricos.

Tareas Auxiliares:

- Elaboración y publicación de los horarios del personal de mantenimiento eléctrico.
- Programar cursos de actualización sobre mantenimiento y operación de equipos para el personal del área eléctrica.
- Mantener archivos actualizados de manuales, catálogos de equipos y maquinarias eléctricas.
- Control diario de las normas de seguridad mínimas en los trabajos eléctricos.
- Control diario del aseo y orden del taller del área eléctrica, así como de las herramientas asignadas al personal.

Para la atención de los trabajos eléctricos esta área cuenta con tres electricistas, cuyas funciones y responsabilidades serían las siguientes:

#### **1.4.2 FUNCIONES DE LOS ELECTRICISTAS**

Tareas Principales:

- Es responsable de la ejecución del mantenimiento eléctrico correctivo y preventivo impartidos por el Jefe de Mantenimiento.
- Ejecutará su trabajo mediante órdenes de trabajo y pedidos de material, para posteriormente sujetarse al control de calidad de los trabajos eléctricos desarrollados.
- Es responsable de las adecuaciones físicas de seguridad que deban implementarse para la ejecución de sus tareas eléctricas.
- Es responsable del buen uso de los materiales eléctricos solicitados para su actividad, así como de la entrega en bodega de los materiales reemplazados.
- Cumplirá con los horarios e inspecciones de mantenimiento eléctricos programados por el Jefe de Mantenimiento.
- Es responsable del buen uso de las herramientas y equipos asignados a su persona para el mantenimiento eléctrico.

- Utilizará la ropa e implementos de seguridad personal suministrados, así como cumplirá con las normas de seguridad impartidas por el Jefe de Mantenimiento en el desarrollo de una actividad eléctrica.

#### Tareas Auxiliares:

- Es responsable de las herramientas que estén a su cargo, así como de mantenerlas limpias y en buen estado, y reportará al Jefe de Mantenimiento de herramientas o equipos eléctricos que requieran calibración o reparación.
- Mantener aseado y en orden el taller eléctrico.
- Reportar al Jefe de Mantenimiento de daños de otra especialización encontrados en la ejecución de su trabajo.

Una vez definidas convenientemente las funciones y responsabilidades del personal que se encargará del área eléctrica de la Universidad, es necesario establecer la Misión, Visión y Objetivos que servirán de guías en el desenvolvimiento de su trabajo.

### **1.4.3 VISION, MISIÓN Y OBJETIVOS DEL AREA ELECTRICA**

#### **1.4.3.1 Visión del Area Eléctrica**

El área eléctrica está comprometida con la satisfacción de las necesidades eléctricas de la Universidad San Francisco de Quito, para lo cual cuenta con un equipo humano motivado y con una estructura ágil, eficiente y flexible, con clara orientación de servicio a la Institución y con capacidad de respuesta inmediata a las necesidades de la misma.

#### **1.4.3.2 Misión del Area Eléctrica**

El área eléctrica tiene como misión lograr el bienestar para el normal y buen desarrollo de las actividades docentes y administrativas de la comunidad universitaria

San Francisco de Quito, atendiendo en forma eficiente las necesidades de electricidad. Para esto concientiza a sus electricistas sobre la necesidad de mantener satisfecha a esa comunidad, cumpliendo con sus tareas en forma responsable, honesta y mostrando educación y respeto a las personas y autoridades de la Universidad.

#### **1.4.3.3 Objetivos del Area Eléctrica**

Entre los objetivos del área eléctrica están:

- Establecer un uso eficiente de la energía eléctrica en las instalaciones de la Universidad San Francisco de Quito.
- Disminuir el tiempo de ejecución de las actividades de mantenimiento eléctrico correctivo y preventivo de todas las instalaciones de la Universidad, para alcanzar una mayor cobertura a las demandas de actividades eléctricas existentes.
- De la experiencia en la ejecución de los trabajos eléctricos, se transmitirá al área de compras la mejor alternativa en cuanto a la calidad y confiabilidad de los repuestos eléctricos, que servirá para la elección de los mejores proveedores.

### **1.5 REQUERIMIENTOS DEL PROCESO DE ACREDITACION DE SACS**

En los dieciocho años de funcionamiento, la Universidad San Francisco de Quito ha crecido vertiginosamente y actualmente brinda educación a aproximadamente cinco mil estudiantes de varias nacionalidades del mundo. Este rápido crecimiento ha creado la necesidad de que la institución examine su misión, su organización y operación, de tal manera de concretar ajustes que sean necesarios para asegurar que su continuo crecimiento sea satisfactorio.

Lo anterior ha llevado a que los costos de operación de la Universidad incrementen, por lo que es necesario maximizar los recursos existentes y esto se puede lograr siendo más eficientes.

Uno de los caminos para llegar a ser más eficientes, será el incrementar la disponibilidad, acceso y uso de la información interna de la Universidad, es decir que cada una de las áreas organice adecuadamente su estructura, lo cual le permitirá a toda su organización acceder a planes educativos de mayor envergadura y reconocimiento. Uno de estos planes es el de lograr la membresía a una asociación de acreditación internacional, lo cual añadiría, credibilidad nacional e internacional a la Universidad San Francisco de Quito.

### **1.5.1 SACS**

La Universidad tiene actualmente como propósito primordial lograr la acreditación a SACS (Southern Association of Colleges and Schools), que es un ente regional para la acreditación de instituciones de educación superior de los estados del sur de Estados Unidos (Alabama, Florida, Georgia, Kentucky, Louisiana, Mississippi, North Carolina, South Carolina, Tennessee, Texas, and Virginia) y Latino América que otorgan títulos baccalaureate, master o doctorales.

La Southern Association of Colleges and Schools es una asociación privada sin fines de lucro, organismo voluntario fundado en 1.895 en Atlanta, Georgia . Esta asociación incluye la comisión de universidades, la comisión de colegios y la comisión de escuelas de educación media, las cuales tienen autonomía entre sí<sup>1</sup>.

La acreditación de la SACS significa que una institución tiene un propósito apropiado para una educación superior por lo tanto tiene recursos, programas y servicios suficientes para lograr y sustanciar ese propósito. La acreditación indica que una

---

<sup>1</sup> COMISION ON COLLEGES SOUTHERN ASSOCIATION OF COLLEGES AND SCHOOLS, E.U. 2001

institución mantiene claros objetivos específicos de educación que son consistentes con su misión y los apropiados títulos que ofrece.

En forma paralela a los requerimientos educativos, también debe cumplir con requerimientos físicos, esto es, en su campus universitario debe cumplir con los siguientes aspectos :

- La institución tomará razonables pasos para proveer de un saludable, fuerte y seguro ambiente a todos los miembros que conforman la comunidad del campus universitario.
- La institución operará y mantendrá facilidades físicas dentro y fuera del campus que sirvan apropiadamente a los programas educacionales, soporte de servicios y actividades relacionadas con otras áreas.
- La institución ejercerá apropiados controles de mantenimiento sobre sus recursos físicos .

Todos los recursos físicos de la Universidad San Francisco de Quito están a cargo de la Planta Física o también llamada área de mantenimiento, por lo que a esta área le corresponde cumplir con los siguientes requerimientos:

- Presentar la estructura organizacional del área de mantenimiento y el detalle de funciones y responsabilidades de sus integrantes, así como la misión y objetivos de dicha área.
- Presentar planes de mantenimiento de las instalaciones, maquinaria y equipamiento, es decir de los elementos que son fundamentales en el desenvolvimiento de las actividades de la universidad.
- La planificación del mantenimiento debe estar sujeta a actividades preventivas y correctivas, con archivos o records de cada uno de los equipos fundamentales ( equipos y maquinarias eléctricas ).

- El desarrollo de las actividades de mantenimiento deben compaginar con ahorros energéticos y cuidado del medio ambiente.

El proceso para la inicial y continua acreditación envuelve un análisis por parte de los miembros elegidos por la comisión de universidades pertenecientes a la SACS . La institución acreditada recibe periódicas revisiones de su conducta interna envolviendo su área administrativa, docente, facultades, estudiantes y campus universitario.

## **1.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO**

Siendo el mantenimiento el conjunto de actividades que se realizan para atender al máximo la maquinaria o instalaciones y brindar las condiciones necesarias para el buen desarrollo de una empresa, se advierte la importancia que tiene la administración del mantenimiento en el progreso y crecimiento en todas las industrias y empresas.

Las investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del mantenimiento, han ido aportando diversos y variados tipos de mantenimiento, cada uno de los cuales presenta peculiaridades que lo hacen útil en una área específica<sup>2</sup> . Así los tipos de mantenimiento desde la perspectiva de su uso y de su concepción son las siguientes:

- Mantenimiento Preventivo, dentro del cual tenemos:

Mantenimiento de Responsabilidad o de Uso (M.U.S.)

Mantenimiento de Tiempo Firme o Hard Time (M.H.T.)

Mantenimiento de la Condición u On Condition (M.O.C.)

---

<sup>2</sup> LEZANA, Emilio, Curso Superior de Mantenimiento Industrial, Vol 1,2,3



- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Correctivo

#### **1.4.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El mantenimiento preventivo es el método que se basa en poseer un efectivo control sobre los equipos, lo que permite prevenir la mayor cantidad y clase de dificultades, antes de que ellas se produzcan. Es la actividad realizada después de la observación para evitar que surja el problema en la realización de un trabajo.

Este es el tipo ideal de mantenimiento, pues permite el establecimiento de una rutina de trabajo, donde no existe la improvisación. Es el método más ampliamente utilizado en la industria moderna, pero requiere para su práctica del personal idóneo para llevar adelante su programación, administración, control y ejecución de la misma. Su aplicación es altamente costosa y es la más indicada para empresas de un alto crecimiento y mecanización.

Un elemento fundamental en el mantenimiento preventivo es la limpieza, lo que permitirá la conservación de las condiciones de trabajo, cuidados de los materiales, equipos, herramientas, e instrumentos, es decir los mismos serán tratados de acuerdo con sus características y exigencias propias.

##### **1.4.1.1 Mantenimiento de Responsabilidad o de Uso (M.U.S)**

Este tipo de mantenimiento pretende responsabilizar, mediante la formación adecuada y la necesaria integración en la marcha del proceso productivo, a los

propios usuarios de los equipos en la conservación e incluso en pequeñas reparaciones compatibles con sus habituales ocupaciones. Con esto se logrará:

- Que este tipo de reparaciones se realicen a su debido tiempo, logrando la actuación en el momento oportuno, evitando pérdida de tiempo si es que involucramos a otras personas.
- Dar cierto estímulo a los usuarios de los equipos para que no solo se consideren responsables de la producción de sus máquinas, sino también de conservarlas bien.
- Descargar al personal de mantenimiento de una serie de trabajos rutinarios que no precisan ni de la formación propia de este personal ni de los medios con que ha de desarrollar su trabajo.

Este tipo de mantenimiento es uno de los mantenimientos más rentables económicamente.

#### **1.4.1.2 Mantenimiento de Tiempo Firme o Hard Time (M.H.T)**

Este tipo de mantenimiento esencialmente consiste en la revisión total del componente, pieza o conjunto, o su cambio a intervalos programados, aunque no haya habido fallo del mismo; con el requerimiento de que el componente o conjunto, después de cada revisión ha de quedar a cero horas de funcionamiento, es decir, como nuevo, desde el punto de vista del servicio que tiene que prestar.

Esta clase de mantenimiento implica :

- Desmontar el componente o conjunto de la máquina en el que va instalado.
- Revisarlo en el taller o sin más, cambiarlo sistemáticamente por otro nuevo, o repararlo perfectamente.
- Disponer de repuestos fiables y de medio de inspección o comprobación totalmente garantes de su función.

- Desmontar a intervalos de tiempo programados, o por horas fijas de funcionamiento.

Este tipo de mantenimiento se utiliza en aviación, en industrias en las que determinadas máquinas sean cuello de botella o indispensables en un proceso productivo. Como es lógico este tipo de mantenimiento resulta costoso económicamente.

#### **1.4.1.3 Mantenimiento de la Condición u On Condition (M.O.C.)**

Este tipo de mantenimiento consiste en la revisión total, (con desmontaje del componente de la máquina y traslado al taller para ser inspeccionado) del componente o conjunto pero no a intervalos programados, sino variables; es decir, cuando la inspección (realizada a intervalos fijos) lo prescriba. Su principio básico descansa en la hipótesis de que una máquina no se avería sin que antes manifieste ciertos síntomas previos.

Para determinar cuando hay que desmontar el componente y mandarlo al taller existen dos procedimientos según el tipo de componente:

- Inspecciones de la Condición u On Condition , las mismas que se realizan sobre la propia máquina sin desmontar el elemento. Por ejemplo, el estado de desgaste de una pieza visible, la dimensión de un elemento, pérdidas del sistema hidráulico.
- Datos de la Condición u On Condition, lo cual consiste en recolectar una serie de datos y del análisis de los mismos deducir el estado de funcionamiento del componente. Por ejemplo: consumo de combustible, consumo de aceite, análisis de viscosidad, registro de datos relativos a presión, temperatura, etc.

Este procedimiento debe asegurar la marcha de la máquina y mostrar la fiabilidad, degradación o fallo inminente del componente.

Este tipo de mantenimiento permite la planificación de las revisiones o reparaciones, basándose en las reales condiciones, eliminando inspecciones y paradas inútiles, logrando con esto la mejor utilización de la máquina. La eficacia de este mantenimiento es reconocida en industrias donde las inversiones realizadas son elevadas, así como en plantas que disponen de una sola línea de producción.

#### **1.4.2 MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

Este tipo de mantenimiento persigue conocer e informar permanentemente el estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de determinadas variables representativas, lanzando predicciones sobre la posible duración de sus componentes. Así en una instalación normalmente se debe conocer los valores de ciertos medidores de: intensidad de corriente, pérdidas de carga, presión, temperatura, etc.

Ante cualquier desvío en los valores presentados por estas variables que muestren condiciones fuera de las de diseño, se actuará con la eficacia necesaria para evitar defectos de mayores proporciones. Es decir el método fundamentalmente consiste en:

- Encontrar la magnitud que mejor defina la seguridad con que se está desarrollando el proceso en estudio.
- Asignar el o los valores correctos que debe mantener dicha magnitud.
- Dotar a la instalación del o de los instrumentos de medida para conocer los valores reales de tal magnitud y, como consecuencia para predecir el fallo.

- Organizar las actividades cuando se detecte desviaciones entre los valores reales y los deseables en un magnitud controlada y, actuar con la eficacia concerniente.

Económicamente el mantenimiento predictivo es más barato.

### **1.4.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Llamado también de emergencia, se basa en la corrección de daños o fallas luego de que ésta se ha producido. No responde a una programación previa, ni lo permite, porque siempre está actuando de urgencia, y por ende, sus resultados son muy deficientes, especialmente en plantas industriales con gran carga de maquinaria.

Este tipo de mantenimiento en la actualidad no es bien visto, por cuanto causa muchas pérdidas para las industrias y con esto se pierde la seguridad que se debe dar a la operación continua en un proceso productivo. En nuestro medio es un método muy generalizado, en particular en empresas pequeñas.

Los principales factores que obligan a recurrir al mantenimiento correctivo son:

- Falta de inspección periódica.
- Falta de entrenamiento del personal.
- Defectos de fabricación.
- Utilización incorrecta de los equipamientos.
- Inadecuado cumplimiento de las condiciones necesarias.

## **CAPITULO 2.-**

### **DESCRIPCIÓN ELECTRICA ACTUAL DE LOS EQUIPOS EXISTENTES EN LA UNIVERSIDAD.-**

#### **2.1 TRANSFORMADORES Y TABLEROS ELÉCTRICOS**

##### **2.1.1 TRANSFORMADORES**

La Universidad San Francisco se provee de energía de la Empresa Eléctrica Quito, la cual le suministra en media tensión 22.800 voltios, por el primario que pasa por la calle Pampite que rodea a la Universidad por el lado norte. La acometida eléctrica se inicia en un poste de la calle indicada anteriormente, en el cual se tiene tres seccionadores y tres pararrayos. El diagrama unifilar de la acometida se presenta en el CUADRO No. 2.

La Universidad dispone de tres transformadores para satisfacer la demanda de energía eléctrica de sus instalaciones, los cuales están montados en dos cámaras de transformación, convenientemente situadas en el campus.

En la primera cámara están ubicados dos transformadores, cuyas características son las siguientes:

##### **Transformador No. 1:**

Marca: INATRA

Potencia nominal: 630 KVA

Número de fases: 3

Tensión primario: 22.800 voltios

Corriente primario: 15,9 amps.  
Frecuencia : 60 Hz  
Tensión secundario : 210 voltios  
Corriente secundario : 1732 amps.  
Conexión : Dy5

Los tres fusibles de baja tensión tienen las siguientes características :

- tipo: NH4
- Corriente: 630 amps.
- Voltaje: 500 voltios.

#### **Transformador No. 2:**

Marca : INATRA  
Potencia nominal: 75 KVA  
Número de fases: 3  
Tensión primario : 22.800 voltios  
Corriente primario: 1,89 amps.  
Frecuencia : 60 Hz  
Tensión secundario : 210 voltios  
Corriente secundario : 206,2 amps.  
Conexión : Dy5

Los tres fusibles de baja tensión tienen las siguientes características :

- tipo: NH
- Corriente: 160 amps.
- Voltaje: 500 voltios.

En la segunda cámara está ubicado un transformador, cuyas características son las siguientes:

**Transformador No. 3:**

Marca : INATRA

Potencia nominal: 500 KVA

Número de fases: 3

Tensión primario : 22.800 voltios

Corriente primario: 12,63 amps.

Frecuencia : 60 Hz

Tensión secundario : 210 voltios

Corriente secundario : 1312 amps.

Conexión : Dy5

En baja tensión de este transformador se dispone de un interruptor termomagnético de tres polos, cuyas características son:

- Marca: Square D
- tipo: NF 2000-5
- Corriente: 2000 amps.
- Voltaje: 600 voltios.

En el CUADRO No. 2 se presenta el diagrama unifilar de la acometida y los transformadores.

**2.1.2 TABLEROS**

El transformador No. 1 ( 630 KVA) se conecta a un primer tablero de transferencia automática ( No.1 ) de 2.000 amperios de capacidad, el mismo que está dotado de dos breakers tripolares masterpact. Cada switch tripolar tiene su propio motor y sus bobinas individualizadas y específicas para cierre y apertura. Poseen un bloqueo eléctrico que impide bajo cualquier concepto que entren simultáneamente las dos fuentes de energía que alimentan este tablero de transferencia. También tienen un



bloqueo mecánico de forma que en caso de realizar una operación manual, aún cuando se cometa un error, no haya posibilidad de tener un cortocircuito.

Estos dos breakers tripolares masterpact son iguales y tienen las siguientes características:

- Marca: Merlin Gerin
- Tipo: M20N1
- Corriente nominal: 2000 amps.
- Rango de Voltaje de aislamiento: 1000 volts. a 50/60 Hz
- Rango de operación de voltaje: 380/440 volts.

Este tablero también dispone del módulo de automatismo el cual sensa el voltaje o pérdida de fase y si está fuera de parámetros aceptables, entonces desconecta la red y enciende automáticamente el generador<sup>3</sup>. Este módulo tiene cinco tiempos regulables que son para :

- T1: tiempo de espera para arrancar al generador.
- T2: tiempo de aseguramiento de parámetros de regreso de la red.
- T3: tiempo de calentamiento del generador sin carga.
- T4: tiempo de retransferencia.
- T5: tiempo de enfriamiento en vacío del generador.

Del tablero de transferencia automática se alimenta a las barras del tablero de distribución No.1, el mismo que reparte la energía a los diferentes edificios e instalaciones de la Universidad a través de acometidas protegidas cada una por breakers. En el CUADRO No. 3 se presenta el diagrama unifilar del tablero de distribución No. 1.

---

<sup>3</sup> MASTERPACT MERLIN GERIN, LV power air circuit breakers and switch disconnectors. Francia 1995

El transformador No. 2 ( 75 KVA) está considerado para alimentar únicamente los puntos de tomacorrientes para las computadoras en todas las instalaciones de la Universidad. Por lo tanto se conecta a otro tablero de transferencia automática (No.2) de menor capacidad que el anterior ( 300 amps.), el mismo que dispone de los siguientes elementos:

- dos breakers motorizados marca Telemecanic LC1F265.
- Un relé de caída de voltaje
- Un selector de tres posiciones: generador / EEQ / automático.

De este pequeño tablero de transferencia automática se alimenta a las barras de un segundo tablero de distribución ( No. 2 ), el mismo que reparte energía únicamente a los tomacorrientes para los computadores en los diferentes edificios e instalaciones de la Universidad, a través de acometidas protegidas cada una por breakers. En el CUADRO No. 4 se presenta el diagrama unifilar del tablero de distribución No. 2.

El transformador No. 3 ( 500 KVA) alimenta las barras de un tablero de distribución No. 3, el cual reparte energía eléctrica a las restantes instalaciones de la Universidad, a través de acometidas protegidas cada una por breakers. Una de estas acometidas alimenta un tablero de transferencia manual, el mismo que contiene dos breakers tripolares que actúan bajo un bloqueo mecánico lo que evita la posibilidad de tener un cortocircuito. Las características de estos breakers son las siguientes:

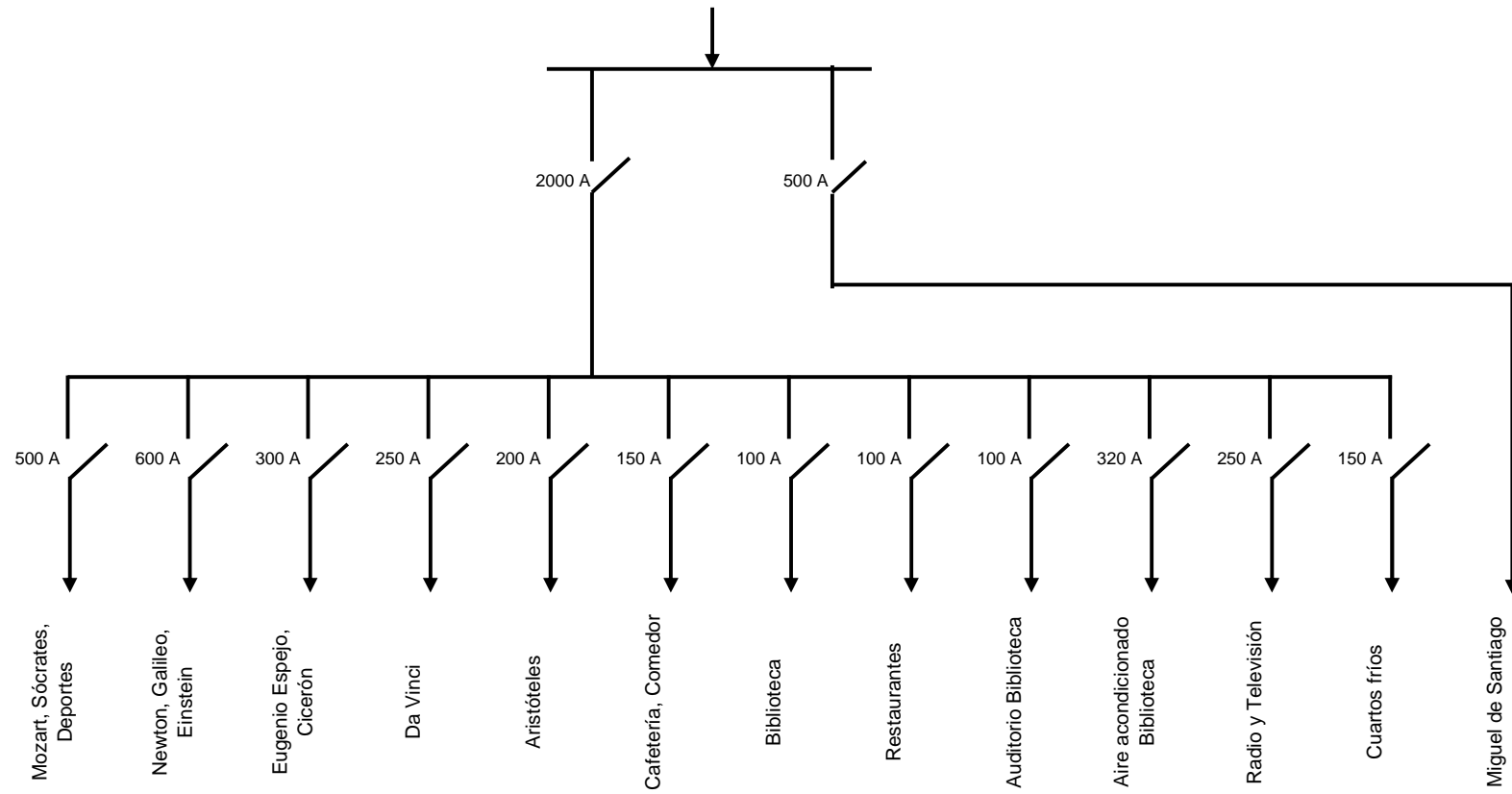
- Marca: Square D
- Corriente: 100 amps.
- Voltaje: 600 voltios.

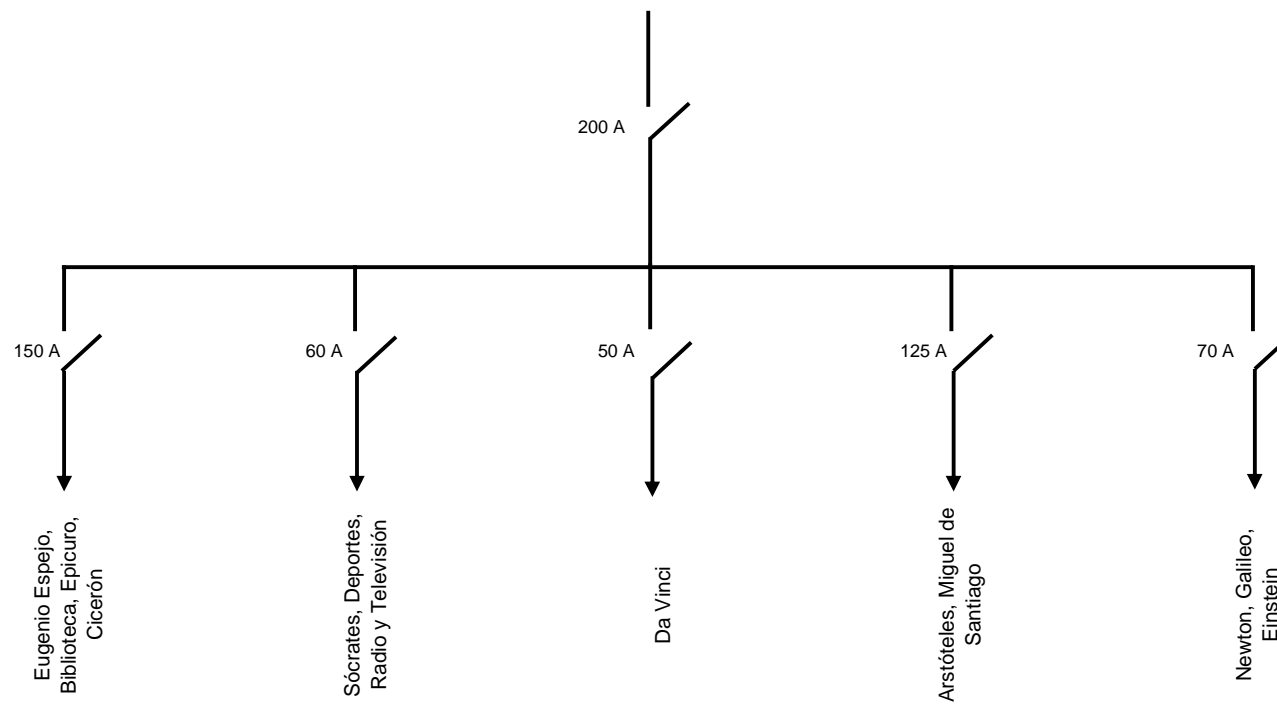
Esta transferencia manual permite servir con energía eléctrica auxiliar proveniente de un generador pequeño de 40 KVA, a determinadas áreas prioritarias de la Universidad como son: Coliseo, Casa Blanca y la planta de alimentos. En el CUADRO No. 5 se presenta el diagrama unifilar del tablero de distribución No. 3.

**CUADRO No. 2**

Está en el archivo de autocad.

**CUADRO No. 3**  
**TABLERO DE DISTRIBUCION No. 1**



**CUADRO No. 4****TABLERO DE DISTRIBUCION No. 2**

**CUADRO No.5**

Está en el archivo de autocad.

## **2.2 GENERADORES**

### **2.2.1 GENERADOR No. 1**

La Universidad San Francisco de Quito dispone de dos cámaras de transformación junto a las cuales van ubicados los cuartos donde están instalados los generadores, que proporcionan energía eléctrica auxiliar cuando el suministro de la red pública se ha interrumpido.

Por lo tanto junto a la cámara donde están ubicados los transformadores de 630 KVA y el de 75 KVA, se encuentra un grupo electrógeno que satisface los requerimientos de carga de las instalaciones que son atendidas por los dos transformadores anteriormente indicados. Este grupo electrógeno está conectado a dos tableros de transferencia automática y dispone de un tanque de suministro de combustible (diesel) de 450 galones. En el CUADRO No. 2 se presenta el diagrama unifilar de la acometida, los transformadores, tableros de transferencia, tableros de distribución y del generador No. 1.

Las características de este grupo electrógeno son:

#### **Características del Generador :**

- Marca: KOHLER
- Potencia de generación: 500 KW – 625 KVA
- Voltaje de generación: 127 / 220 voltios
- Fases: 3
- Regulador : Estado Sólido
- Factor de Potencia: 0.8
- Frecuencia : 60 HZ 1.800 r.p.m.
- Excitación: automático sin escobillas
- Acoplamiento: directo entre motor y generador

Panel de control del equipo incluye:

- Amperímetro, voltímetro, frecuencímetro
- medidor de temperatura de agua
- medidor de presión de aceite
- medidor de carga de baterías
- horómetro
- botón para parada de emergencia
- luces indicadoras de: alta temperatura motor, baja temperatura del agua, baja presión de aceite, sobrevelocidad
- selector para tipos de operación: marcha / paro / automático
- selector de alarma: silenciar / normal

#### **Características del motor**

- Marca: DETROIT DIESEL
- Combustible: diesel
- Velocidad: 1.800 r.p.m.
- Cargador de baterías: 24 V, 10 A automático
- Baterías: 2 de 12 voltios
- Precalentador de agua

#### **2.2.2 GENERADOR No. 2**

Junto a la segunda cámara donde está ubicado el transformador de 500 KVA, se encuentra un grupo electrógeno que satisface los requerimientos de carga de determinadas instalaciones prioritarias de la Universidad, como son: el Coliseo, Casa Blanca y la planta de alimentos. Este grupo electrógeno está conectado a un tablero de transferencia manual y dispone de un tanque de suministro de combustible (diesel) de 55 galones. En el CUADRO No. 5 se presenta el diagrama unifilar del tablero de distribución No. 3, tablero de transferencia manual y el generador No. 2.



Las características de este grupo electrógeno son:

**Características del Generador :**

- Marca: Magna Pluss
- Potencia de generación: 32 KW – 40 KVA
- Voltaje de generación: 220 /440 voltios
- Amperaje: 105 / 52.5 amps.
- Fases: 3
- Factor de Potencia: 0.8
- Frecuencia : 60 HZ 1.800 r.p.m.
- Acoplamiento: directo entre motor y generador

Panel de control del equipo incluye:

- Amperímetro, voltímetro, frecuencímetro
- regulación de frecuencia
- interruptor de activación y pulsante de arranque
- medidor de temperatura de agua
- medidor de presión de aceite
- horómetro

**Características del motor**

- Marca: John Deere
- Combustible: diesel
- Velocidad: 1.800 r.p.m.
- Baterías: 1 de 12 voltios

En el PLANO IE-2 se detalla la ubicación de la acometida eléctrica, los transformadores y generadores. En el PLANO IE-1 están los diagramas unifilares de los tableros de transferencia, tableros de distribución en las instalaciones de la Universidad San Francisco de Quito.

## **2.3 EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACCION**

En las instalaciones de la Universidad San Francisco hay varios equipos de aire acondicionado y extracción convenientemente instalados, con los cuales se satisface las condiciones mínimas de higiene y de bienestar tanto de los clientes, como del personal administrativo y docente para el desenvolvimiento y realización de sus actividades diarias.

Estos equipos tienen como componentes principales a motores eléctricos que accionan compresores o ventiladores, y que dadas las dimensiones del área a la que brindan su servicio, su potencia y energía son de mucha importancia y peso en el seguimiento que se les debe brindar en lo que respecta a su mantenimiento.

A este último detalle se suma lo importante que constituye el área en la cual están instalados y la función que cumplen. Así, los baños públicos dentro de la Universidad están dotados de un sistema de extracción de aire con lo que se logra la eliminación de malos olores producidos en los urinarios o baterías sanitarias. Por igual de importante es el papel que cumplen en determinadas facultades y dependencias donde han sido instalados y que detallamos a continuación:

- En la Facultad de Gastronomía de la Universidad están instalados extractores en la zona de la cocina principal, en el comedor, en el aula magna y aulas; permitiéndole a esta Facultad cumplir satisfactoriamente sus actividades, sin que sus olores molesten a las otras Facultades.
- Para la enseñanza de batería, órgano o flauta, la Facultad de Música dispone de varios cubículos antisonoros que al igual que sus aulas de conciertos, no producen bulla ni inquietan las Facultades aledañas. Para mantener el confort necesario en este tipo de aulas cerradas, se dispone de equipos de aire acondicionado en todos estos espacios.

- La Biblioteca cuenta con un área de atención al público de aproximadamente 1.800 metros cuadrados, y al estar la mayor parte de esta área ubicada en el tercer piso (cerca de la cubierta de madera) su ambiente es muy abrigado, por lo que dispone de varios equipos de aire acondicionado y extracción cuyos ductos van hasta las cabinas de la sección de audiovisuales, brindando bienestar al público asistente.
- En el edificio Politécnico está ubicada la Facultad de Nutrición y Alimentos, con sus respectivos laboratorios y planta procesadora. Este edificio también cuenta con varios extractores que le han permitido cumplir sus actividades docentes sin causar molestias (olores de alimentos) a las facultades vecinas.
- La Facultad de Diseño Gráfico, Radio y Televisión, cuenta con equipos de aire acondicionado y extracción que dan bienestar a las cabinas de producción y grabación, así como también mantienen a la temperatura recomendada todos los equipos de audio y video. En esta misma Facultad está ubicado el laboratorio de fotografía con sus áreas de revelado, las mismas que son completamente cerradas y que por lo tanto requieren de equipos de aire acondicionado para lograr el bienestar adecuado dentro del mismo.
- El Coliseo está cubierto por un techo metálico y tiene una capacidad de hasta 2.000 personas para eventos como son las ceremonias de graduación de la Universidad. Por lo tanto en este local se dispone de dos extractores.
- El principal teatro de la Universidad es el Calderón de la Barca con una capacidad de 160 personas en la parte baja y 80 en la parte alta. Este teatro está asistido por equipos de aire acondicionado y extracción.
- Otras áreas de gran concentración de público son el auditorio y sala de conferencias en la Facultad de Arquitectura, así como las oficinas de registro que están dotadas de equipos de aire acondicionado. Por igual el cuarto de sistemas (servidores) y telefonía CISCO, cuenta con un equipo de aire acondicionado.

En el CUADRO No. 6 se detallan los equipos de aire acondicionado y extracción:

**CUADRO No. 6****EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACTORES**

<b>EQUIPOS</b>	<b>UBICACION</b>	<b>CAPACIDAD</b>
<b>Música</b>		
Unidad Paquete Carrier	Estudio de grabación	24 HP-hora
Unidad Split de ducto	Rep. Coliseo Ensam.	9 HP- hora
Unidad de ventana	Repetitorios Coliseo	10 HP- hora
Unidad Split de ducto	Repetitorios - ensamble	17 HP- hora
<b>Politécnico</b>		
Extractor Centrifugado Hongo	Cocina desarrollo	5HP
Extractor Axial	Planta piloto	1/3HP
Extractor Centrifugado Hongo	Sorbona PP	1/4 HP
Extractor Centrifugado Hongo	Baños PB	1/4 HP
Extractor Centrifugado Hongo	Baños P1	1/4 HP
Extractor Centrifugado Hongo	Análisis Especiales	1/4 HP
Extractor Centrifugado Hongo	Micro/Biotecnología	1HP
Extractor Centrifugado	Análisis sensoriales	1/3 HP
Extractor Centrifugado	Análisis sensoriales	1/3 HP
<b>Oficinas de Registro</b>		
Unidad Split Consola Pared	Oficina de Registro	9 HP- hora
Extractor Axial de pared	Registro	1/6 HP
<b>Facultad de Arquitectura</b>		
Unidad Split de techo York	Auditorio principal	19 HP- hora
Unidad Split de techo York	Sala de conferencias	19 HP- hora
<b>Facultad de Diseño Gráfico</b>		
Unidad Split de techo	Estudio Fotográfico	24 HP- hora
Extractor centrifugado	Lab. De revelado	1 HP
Extractor centrifugado	Lab. De revelado	1.5 HP
Extractor centrifugado	Aula y oficinas	1/2 HP
<b>Coliseo</b>		
Extractor Centrifugado Hongo	Gradas Nor-oriente	5 HP
Extractor Axial de pared	Coliseo	3/4 HP
<b>Set de TV</b>		
Unidad paquete York	Set TV	22 HP- hora
Unidad Split de Ducto	Cabinas de control	17 HP- hora
<b>Biblioteca</b>		
Unidad paquete York	Biblioteca	94 HP- hora
Unidad paquete York	Biblioteca	59 HP- hora
Unidad Split de Ducto	Aula Sup. Biblioteca	24 HP- hora
Extractor centrifugado	Audiovisuales	1/6 HP
Extractor Axial	Atico Biblioteca	3/4 HP
<b>Teatro Calderón De La Barca</b>		
Unidad Split de Ducto	Sala control y proyeccion	24 HP- hora
Extractor centrifugado	Teatro	5HP
Extractor centrifugado	Teatro	5HP
<b>Gastronomía y Cocina</b>		
Extractor Centrifugado Hongo	Cocina principal	5 HP
Extractor Centrifugado	Comedor San vienes	1/2 HP
Extractor Centrifugado Hongo	Gastronomía	2 HP
Extractor Centrifugado Hongo	Aula Magna	1/2 HP
Extractor Centrifugado	Aula Gas. 2do piso	1/2 HP
<b>Sistemas</b>		
Unidad paquete Liebert	Cuarto de servidores	14 HP- hora

## 2.4 CUARTOS FRIOS

Son equipos que sirven para la conservación de los alimentos y sus propiedades, por lo que son cuartos construídos en diferentes dimensiones pero que están aislados del exterior y que mediante un sistema de compresión o absorción, mantienen baja la temperatura en su interior, y aún más, pueden mantener la temperatura incluso bajo cero.

Por lo tanto disponen de un motor eléctrico que acciona un compresor, el mismo que envía el fluido refrigerante comprimido caliente hacia un radiador para su enfriamiento, alcanzando temperaturas bajas y así pasar hacia los serpentines del congelador bajando la temperatura del cuarto frío. Es aquí que en su camino va absorbiendo el calor interior del cuarto, por lo que el fluido refrigerante regresa caliente con diferente presión de la que comenzó. Nuevamente ingresa al compresor el cual es accionado por el motor eléctrico y se repite el ciclo. Por lo tanto es de mucha importancia el seguimiento que se les debe brindar a estos equipos en lo que respecta a su mantenimiento.

La Universidad San Francisco de Quito dispone de 13 cuartos fríos en diferentes partes de sus instalaciones, los cuales han sido implementados en varias dimensiones y sus componentes eléctricos son alimentados a 220 voltios . Así:

- El área de Gastronomía es una de las principales Facultades de la Universidad San Francisco de Quito, que cuenta con las siguientes áreas: cocina, carnicería, pastelería, panadería, y bodega de productos. Cada una de estas áreas para el control y manejo de los productos dispone de cuartos fríos, que sirven para almacenar productos a temperaturas ideales y de esta manera conservar las propiedades de los mismos. Así, el área de cocina dispone de un cuarto frío calibrado a temperatura baja que se lo utiliza para almacenar legumbres y hortalizas.

- La carnicería cuenta con tres cuartos fríos calibrados a diferentes temperaturas interiores, y que los utilizan para conservar diferentes tipos de carnes de res, pescado y mariscos.
- Hay un cuarto frío para el área de la pastelería donde conservan tortas, cremas y batidos.
- El área de panadería cuenta con un cuarto frío para conservar diferentes tipos de masas, empanadas de carne y pollo, y levadura.
- Bodega de Gastronomía cuenta con dos cuartos fríos para almacenar víveres en uno de ellos y en el otro almacena bebidas.
- La planta piloto de la Facultad de Ingeniería de Alimentos dispone de cuatro cuartos fríos, que utilizan de la siguiente manera: un cuarto frío para la conservación de los productos de la línea de embutidos; otro cuarto para los productos de la línea de cereales; un tercero para los productos de elaboración de cerveza y un último cuarto frío para la conservación de productos de la línea de lácteos y yogures.
- Por último en la Facultad de Medicina se dispone de un cuarto frío con dos compartimientos, donde se conserva el espécimen humano correspondiente al área de Anatomía y especímenes de animales para el área de Veterinaria.

En el CUADRO No. 7 se presenta el cuadro de detalles y características de los cuartos fríos anteriormente mencionados:

**CUADRO No. 7****CUARTOS FRIOS**

<b>EQUIPOS</b>	<b>UBICACION</b>	<b>MARCA</b>	<b>MOTOR</b>
----------------	------------------	--------------	--------------

**Gastronomía**

Cuarto frío de 3 X 3 mts.	Cocina	American Panel	1 HP
Cuarto frío de 2,50 X 2,50 mts.	Carnicería	American Panel	3/4 HP
Cuarto frío de 2 X 2 mts.	Carnicería	American Panel	1/2 HP
Cuarto frío de 2 X 2 mts.	Carnicería	American Panel	1/2 HP
Cuarto frío de 2,50 X 2,50 mts.	Pastelería	American Panel	3/4 HP
Cuarto frío de 3 X 3 mts.	Panadería	American Panel	1 HP
Cuarto frío de 2,50 X 2,50 mts.	Bodega	American Panel	3/4 HP
Cuarto frío de 2,50 X 2,50 mts.	Bodega	American Panel	3/4 HP

**Alimentos**

Cuarto frío de 2,50 X 3,50 mts.	Planta piloto	Bohn	3/4 HP
Cuarto frío de 2,50 X 3,50 mts.	Planta piloto	Bohn	3/4 HP
Cuarto frío de 2,50 X 3,50 mts.	Planta piloto	Bohn	3/4 HP
Cuarto frío de 2,50 X 3,50 mts.	Planta piloto	Bohn	3/4 HP

**Facultad de Medicina**

Cuarto frío de 3 X 3 mts.	Anatomía y Veterinaria	Bohn	1 HP
---------------------------	------------------------	------	------

## 2.5 BOMBAS

Para la dotación de agua potable a las diferentes instalaciones, la Universidad San Francisco de Quito dispone de tres cisternas de las cuales se alimentan seis bombas de agua accionadas por motores eléctricos trifásicos, cuyo funcionamiento es bastante intensivo para satisfacer la dotación de agua hasta los puntos más apartados. El abastecimiento es de manera prioritaria a los diferentes baños públicos, baños de oficinas, laboratorios y dependencias de gastronomía, logrando con esto cumplir uno de los principales requisitos en lo que a bienestar e higiene para los clientes y docentes exige la SACS. De ahí que es muy necesario tener en cuenta a estos equipos en lo que a su mantenimiento se refiere.

Por lo tanto estas bombas están convenientemente distribuidas. Así: el agua potable ingresa directamente a una primera cisterna de 125 metros cúbicos la cual alimenta a una segunda cisterna de 174 metros cúbicos a través de una primera bomba accionada por un motor eléctrico trifásico de 12 HP de potencia. Es decir la primera cisterna actúa como almacenamiento de una reserva del líquido vital.

De la segunda cisterna se reparte agua a las dos terceras partes de las instalaciones de la Universidad por medio de la elección manual del funcionamiento alternado de dos bombas, las cuales se activan por la señal eléctrica que reciben de los sensores de nivel de agua instalados en la segunda cisterna, abasteciendo de agua a dos tanques de presión de 350 galones de capacidad cada uno. Estas segunda y tercera bombas de agua están accionadas por motores eléctricos trifásicos de 15 HP de potencia cada uno.

La tercera cisterna se aprovisiona de agua potable de otra toma directa de la red pública y con una capacidad de 130 metros cúbicos dota de agua al tercio restante de las instalaciones de la Universidad. Para cumplir con este propósito, dispone de dos bombas ( cuarta y quinta ) accionadas por motores eléctricos trifásicos de 15 HP



cada uno. De igual manera, la bomba seleccionada en forma manual, se activa por medio de la señal que emiten los sensores de nivel de agua instalados en la tercera cisterna, introduciendo agua a dos tanques de presión de 250 galones cada uno.

La sexta bomba toma agua de la tercera cisterna y con una potencia de 15 HP es la que aprovisiona de agua, únicamente a los gabinetes de mangueras instalados en diferentes lugares de la Universidad, los mismos que se utilizan para contrarestar posibles casos de incendio que pudieran desatarse.

Como se ha mencionado anteriormente, existen pares de bombas tanto en la segunda cisterna como en la tercera, las cuales proporcionan agua a toda la universidad, sin embargo la elección de funcionamiento es manual, por lo que se implementará un circuito de control, cuyo diseño consta en el CUADRO No. 9. El circuito permite el funcionamiento alternado de las bombas en cada cisterna, con lo cual se mejora el mantenimiento y la vida útil de las bombas.

En el CUADRO No. 8 se detallan las características de las seis bombas.

### **CUADRO No. 8**

<b>EQUIPOS</b>	<b>MARCA</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VOLTAJE</b>	<b>AMPERIOS</b>	<b>RPM</b>	<b>HERZIOS</b>
----------------	--------------	-----------------	----------------	-----------------	------------	----------------

#### **Cisterna No. 1**

Bomba No. 1	Siemens	12 HP	220 / 440 Volts.	32 / 16 Amps.	3.525	60 Hz
-------------	---------	-------	------------------	---------------	-------	-------

#### **Cisterna No. 2**

Bomba No. 2	Century	15 HP	230 / 460 Volts.	38 / 19 Amps.	3.500	60 Hz
Bomba No. 3	Century	15 HP	230 / 460 Volts.	38 / 19 Amps.	3.500	60 Hz

#### **Cisterna No. 3**

Bomba No. 4	Marathon Electric	15 HP	230 / 460 Volts.	38 / 19 Amps.	3.480	60 Hz
Bomba No. 5	Marathon Electric	15 HP	230 / 460 Volts.	38 / 19 Amps.	3.480	60 Hz
Bomba No. 6	Marathon Electric	15 HP	230 / 460 Volts.	38 / 19 Amps.	3.480	60 Hz

**CUADRO No. 9**

Está en el archivo de autocad.



## **CAPITULO 3.-**

### **METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO ELECTRICO PREVENTIVO.-**

#### **3.1 IDENTIFICACION Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS**

En el capítulo 1 se expuso los diferentes tipos de mantenimiento que pueden desarrollar las Instituciones o Empresas, pero para la selección es necesario tomar en cuenta detalles primordiales. La cuestión radica en la protección y sostenimiento de los dos recursos fundamentales que una Empresa posee dentro de su organización y que son: los recursos materiales ( máquinas y equipos ) y los recursos humanos.

Actualmente el mantenimiento es la inversión más rentable en todas las Empresas y un requisito indispensable en toda Empresa que emprende una certificación internacional. Por lo tanto, actualmente la organización y administración del mantenimiento, juega un rol estratégico en las Empresas y deberá estar continuamente dirigido a reducir los costos y alcanzar el bienestar para el normal y buen desarrollo de las actividades docentes y administrativas de la comunidad universitaria, como es el caso de la Universidad San Francisco de Quito.

Por lo tanto se requiere que el programa de mantenimiento sea efectivo y eficaz, de tal manera que prevenga toda clase de fallas, o que las reduzca al mínimo dando seguridad a las instalaciones de la Institución y por ende a las personas, factores claves que son exigidos por la SACS (Southern Association of Colleges and Schools). De ahí que la Universidad requiere de la implementación de un mantenimiento eléctrico preventivo para los equipos dentro de sus instalaciones.

La metodología del mantenimiento eléctrico preventivo se iniciará con la identificación y codificación de los equipos eléctricos fundamentales existentes en las instalaciones de la Universidad, los mismos que ya están descritos en el capítulo 2. Por lo tanto para la identificación se asignará un código alfanumérico a cada equipo, el mismo que consta de dos letras como inicio que indica el tipo de equipo, seguido de 2 dígitos para identificar su número de orden y por último dos letras que nos indicarán el edificio en el que están ubicados.

Entonces, las dos letras de inicio identifican de la siguiente manera a los equipos:

- AI : aire acondicionado
- BO: bomba de agua
- CU: cuarto frío
- EX: extractor de aire
- GE: generador
- TT: tablero de transferencia
- TD: tablero de distribución principal
- TR: transformador
- XO: otros equipos

Las últimas dos letras del código, identifican de la siguiente manera el edificio u ubicación:

- AR: Aristóteles
- CI : Cicerón
- CB: Casa Blanca
- CO: Clínica Odontológica
- CT: Casa Tomate
- CU: Clínica Universitaria
- DV: Da Vinci

- EI : Einstein
- EP: Epicuro
- EE: Eugenio Espejo
- GA: Galileo
- LT : Lao Tse
- MA: Maxwell
- MS: Miguel de Santiago
- NE: Newton
- NP: Newton Plaza
- PF: Planta Física
- SO: Sócrates

Como ejemplo se puede poner que si se tiene: GE02EI, esta codificación corresponde al generador No.2 que está ubicado en el edificio Einstein. Por lo tanto el código constituye la identificación plena de cada equipo. En el ANEXO No.1 se presenta el Listado de los Equipos Eléctricos codificados.

Como parte de la identificación de cada uno de los equipos eléctricos existentes en la Universidad, es necesario como un segundo paso básico en el desarrollo de la metodología del mantenimiento preventivo, la creación de un formulario para cada uno de ellos, que contenga las especificaciones técnicas como marca, número de serie, modelo, etc. Este formulario denominado EE-01 (Especificación de Equipos, formulario 01) es una importante guía que se utilizará cuando se trate de conseguir repuestos, o cuando se trate de dar datos del equipo para reparaciones o compra de accesorios, y fundamentalmente servirá para la elaboración de las cartillas de mantenimiento preventivo.

En el CUADRO No. 10 se presenta el formulario EE-01 :

**CUADRO No. 10**  
**ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS ELECTRICOS**

<b>CODIGO:</b>	<b>Formulario EE-01</b>
----------------	-------------------------

<b>EQUIPO:</b>
----------------

MARCA:	NUMERO DE PARTE DEL FABRICANTE:
MODELO:	UBICACIÓN:
SERIE:	FECHA DE INSTALACION:

DESCRIPCION:
--------------

**ESPECIFICACIONES GENERADORES - MOTORES**

POTENCIA:	CARCASA:
NUMERO DE FASES:	VOLTAJE:
FRECUENCIA:	CORRIENTE A PLENA CARGA:
FACTOR DE SERVICIO:	VELOCIDAD:
TEMPERATURA AMBIENTE:	FACTOR DE POTENCIA:
TIPO:	CLASE DE AISLAMIENTO:

**ESPECIFICACIONES TRANSFORMADORES**

POTENCIA:	ALTITUD DE SERVICIO:
NUMERO DE FASES:	VOLTAJE PRIMARIO:
FRECUENCIA:	VOLTAJE SECUNDARIO:
GRUPO DE CONEXIÓN:	CORRIENTE PRIMARIO:
PERDIDAS EN EL HIERRO:	CORRIENTE SECUNDARIO:
PERDIDAS EN EL COBRE:	TEMPERATURA DE OPERACIÓN:
TENSION DE CORTOCIRCUITO:	TEMPERATURA AMBIENTE:
VOLUMEN DE ACEITE:	SOBRECARGA ADMISIBLE:
TAP:	PESO TOTAL:

**ESPECIFICACIONES EQUIPOS ELECTRICOS ADICIONALES**

NOMBRE DEL EQUIPO: .....

MARCA:	AMPERAJE:
MODELO:	FRECUENCIA:
SERIE:	VOLTAJE DE LOS CONTACTOS:
TIPO:	CORRIENTE A PLENA CARGA:
CLASE:	VOLTAJE DE LA BOBINA:
POTENCIA:	CONTACTOS AUXILIARES:
NUMERO DE FASES:	RELE DE SOBRECORRIENTE:
VOLTAJE:	RANGO DE AJUSTE:

ACCESORIOS:
-------------

OBSERVACIONES:
----------------

### **3.2 ELABORACION DE LAS CARTILLAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Con los datos técnicos de los manuales de cada equipo, se procede a la elaboración de las cartillas que la denominaremos Orden de Trabajo de Mantenimiento Preventivo B-CHECK, la cual contiene ciclos de mantenimiento de tipo calendario, y cuya estructura se presenta en el CUADRO No. 11 al final de este numeral. En esta cartilla de Mantenimiento Preventivo B-CHECK se elige el ciclo que le corresponde realizar, así: al ciclo No.1 le corresponde actividades de mantenimiento cada 2 meses; al ciclo No.2 le corresponde actividades de mantenimiento cada 6 meses y para el ciclo No. 3 se tiene actividades para 12 meses ( anual).

Acompañando a la hoja B-CHECK (que se utilizará a manera de carátula), irá la cartilla del equipo seleccionado para mantenimiento, así: equipos de aire acondicionado (CUADRO No.12), bombas (CUADRO No.13), cuartos fríos (CUADRO NO.14), extractores de aire (CUADRO NO.15), tableros de transferencia (CUADRO No.16), tableros de distribución (CUADRO No.17) y transformadores (CUADRO No.18). Estas cartillas indican las actividades que debe desarrollar el técnico según el ciclo seleccionado, encontrándose que existen equipos eléctricos que tienen 2 ciclos de mantenimiento preventivo, y otros con 3 ciclos de mantenimiento. Esta recopilación de actividades para cada ciclo se las obtiene de los catálogos de los equipos<sup>45</sup> y de la experiencia de personal cercano a estos equipos. Conviene indicar que si un equipo dispone de tres ciclos de mantenimiento preventivo correspondientes a 2, 6 y 12 meses respectivamente, entonces iniciará con el ciclo No.1 (actividades cada 2 meses). A los 2 y 4 meses de la fecha inicial realizará las actividades nuevamente del ciclo No. 1. A los 6 meses de la fecha inicial desarrollará las actividades del ciclo No. 1 (actividades cada 2 meses) más las correspondientes al ciclo No. 2 (actividades cada 6 meses). Lo anterior establece que

---

<sup>4</sup> KOHLER, Power Systems. Industrial Generator Sets, USA. 1995

<sup>5</sup> TRANSFORMADORES TPL.Técnica Westinghouse. Colombia 1994



a los 12 meses de la fecha de arranque le corresponderá realizar las actividades del ciclo No.1, más las del ciclo No. 2 y más las actividades del ciclo No. 3 (actividades cada 12 meses).

Para el caso de los generadores los ciclos de mantenimiento considerados en la hoja B-CHECK son del tipo horario (ver CUADRO No.19), por lo que al ciclo No. 1 le corresponde las actividades de mantenimiento cada 50 horas; al ciclo No. 2 las actividades de mantenimiento cada 300 horas; para el ciclo No. 3 se tiene actividades para 1.500 horas y para el ciclo No. 4 le corresponderá actividades cada 3.000 horas. La hoja B-CHECK (que se utilizará a manera de carátula) tiene adjunta las cartillas que indican las actividades que debe desarrollar el técnico según el ciclo seleccionado (ver CUADRO No.20). En el caso de que la operación de los generadores sea nula o casi nula, debe vigilarse que se cumplan las actividades de inspección para generadores en los períodos detallados en el numeral 4.1 de esta tesis, con lo cual se garantizará su operatividad ante suspensión de la energía de la red pública.

Las cartillas B-CHECK también contienen espacios que deberán ser llenados por el bodeguero respecto de los repuestos utilizados en el mantenimiento preventivo; disponen de un bloque para anotar observaciones de los trabajos realizados, así como también nos indican los técnicos que realizarán los trabajos. La información de la parte superior de la cartilla B-CHECK deberá llenarse con la fecha y hora de inicio del trabajo de mantenimiento preventivo así como los datos correspondientes a la culminación. Estas cartillas B-CHECK serán numeradas secuencialmente e irán ubicadas y plenamente identificadas en un mueble dispensador estratégicamente situado en las instalaciones de mantenimiento de tal manera que puedan tener acceso a ellas todo el personal de esta área, ( ver ANEXO No. 2).

En un proceso de mantenimiento preventivo es muy importante el papel que desempeña la Bodega de materiales o repuestos, toda vez que deberá disponer de los repuestos necesarios para la ejecución del trabajo. Es decir debe también

prever la adquisición de repuestos de reserva con los que debe contar el Jefe de Mantenimiento, para la realización de las actividades de mantenimiento preventivo. Por lo tanto entre la Bodega de materiales y el área de mantenimiento eléctrico se implementarán tres formularios que permitirán hacer un seguimiento de los repuestos que se utilizarán. Inclusive en estos formularios se pueden manejar los valores de dichos repuestos, y con esto el Jefe de Mantenimiento podrá cuantificar al final del trabajo ejecutado, el costo que tuvo determinado mantenimiento de un equipo.

Estos formularios son: formulario PM-02 que corresponde al PEDIDO DE MATERIALES (ver CUADRO No.21); formulario EB-03 utilizado para el EGRESO DE BODEGA (ver CUADRO No.22), y el formulario RM-04 que corresponde a la REQUISICION DE MATERIALES (ver CUADRO No.23). Los formularios PM-02 y RM-04 poseen original y copia, son numerados secuencialmente y serán manejados por el Jefe de Mantenimiento, en tanto que el formulario EB-03 posee original y copia, es también numerado secuencialmente y será manejado por el bodeguero.

Creadas las cartillas de mantenimiento preventivo y los formularios señalados, a continuación se describe la ejecución del plan de mantenimiento preventivo:

- El Jefe de Mantenimiento identifica el equipo a ser atendido cronológicamente (aires acondicionados, bombas de agua, cuartos fríos, extractores, generadores, tableros de transferencia, tableros de distribución principal, y transformadores).
- Localiza en el dispensador la cartilla B-CHECK y adjunta las cartillas que contienen el detalle de las actividades ha realizarse del mencionado equipo.
- Designa el(los) técnico(s) en la cartilla de trabajo B-CHECK señalando el o los ciclos de mantenimiento que le corresponde realizar.
- El técnico recoge la cartilla B-CHECK y previa inspección de los trabajos descritos en la misma, solicita los repuestos al Jefe de Mantenimiento el cual autoriza mediante el pedido de materiales del formulario PM-02.

- El técnico pasa la cartilla B-CHECK junto con el formulario PM-02 al bodeguero con la debida anticipación, el cual verifica la disponibilidad de los repuestos. Registra en la cartilla de mantenimiento el número de egreso del formulario EB-03, se reserva la original y adjunta la copia del mismo. Retiene como respaldo para bodega el original del formulario PM-02 y suscribe su firma en la casilla indicada de la cartilla B-CHECK. Es decir cumplido este paso la cartilla B-CHECK tiene adjunta las copias de los formularios PM-02 y EB-03.
- De no disponer el(los) repuesto(s) en stock de bodega, el bodeguero comunica al Jefe de Mantenimiento sobre esta situación, el mismo que utiliza el procedimiento de compras mediante el formulario RM-04.
- El técnico designado procede a retirar de la bodega los repuestos correspondientes, firmando el egreso de bodega (formulario EB-03). Adicionalmente retira la cartilla B-CHECK con la documentación adjunta, la misma que la ubica en su casillero personal.
- De requerir otro repuesto, el técnico notifica al Jefe de Mantenimiento, el cual procede a elaborar el pedido de materiales ( PM-02), lo legaliza y procede de la misma manera que la indicada anteriormente.
- Concluído el trabajo, el técnico firma y entrega al Jefe de Mantenimiento la cartilla de mantenimiento que le fue asignada.
- El Jefe de Mantenimiento revisa y constata los trabajos asignados, controla que los repuestos solicitados se hayan cambiado correctamente, verifica las condiciones operativas de todos los sistemas del equipo, tanto los sujetos a los trabajos de reparación como aquellos que no necesariamente estuvieron implicados en el mantenimiento. Registra el tiempo empleado, la fecha y la hora de culminación; y firma esta cartilla de mantenimiento en el recuadro inferior derecha que dice: CONTROL DE CALIDAD REALIZADO POR: .

Al final de esta tesis se encuentra el ANEXO No. 3 en el cual está el Resumen del Procedimiento del Mantenimiento Preventivo de un equipo.

**CUADRO No. 11**

<b>Universidad San Francisco</b> <b>Planta Física</b>											
<b><u>ORDEN DE TRABAJO MANTENIMIENTO PREVENTIVO B-CHECK</u></b>											
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"><b>CODIGO:</b></td> <td colspan="5"></td> </tr> </table>						<b>CODIGO:</b>					
<b>CODIGO:</b>											
<b>EQUIPO:</b>			<b>Cartilla No.</b>								
<b>AUTORIZADO POR:</b>			<b>FIRMA:</b>								
<b>Fecha de Inicio:</b>		<b>Hora:</b>									
<b>Fecha de Culminación:</b>		<b>Hora:</b>									
<b>TRABAJO POR REALIZAR:</b>											
Ciclo No. 1 = Actividades cada 2 meses.....				<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td></tr> </table>							
Ciclo No. 2 = Actividades cada 6 meses.....											
Ciclo No. 3 = Actividades cada 12 meses .....											
<b>REPUESTOS:</b>											
<b>No. EGRESO</b>	<b>FIRMA BODEGUERO</b>	<b>VALOR DEL EGRESO</b>	<b>No. EGRESO</b>	<b>FIRMA BODEGUERO</b>	<b>VALOR DEL EGRESO</b>						
<b>OBSERVACIONES:</b>											
<b>ELECTRICISTA ( S ) RESPONSABLE(S):</b>											
1.-..... firma:.....				<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>CONTROL DE CALIDAD REALIZADO</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>POR:</b></td> </tr> </table>		<b>CONTROL DE CALIDAD REALIZADO</b>	<b>POR:</b>				
<b>CONTROL DE CALIDAD REALIZADO</b>											
<b>POR:</b>											
2.-..... firma:.....											
3.-..... firma:.....											

**CUADRO No. 12**

<b>Universidad San Francisco</b> <b>Planta Física</b> <b><u>CARTILLAS DE TRABAJO B CHECK</u></b> <b><u>EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO</u></b>			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES CADA 2 MESES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	limpieza del equipo y sus componentes		
2	limpieza de filtros		
3	revisión de humedad del filtro de gas		
4	chequeo de la escarcha del condensador		
5	chequeo de las conexiones eléctricas		
6	chequeo del voltaje de alimentación		
7	chequeo de los contactores		
8	revisión del amperaje en los motores		
9	chequeo del relé de protección		
10	chequeo de la temperatura del motor		
11	chequeo del funcionamiento del motor y compresor		
12	revisión de la cantidad del gas a través del visor		
13	Chequeo del funcionamiento del selector de temperatura		
14	chequeo de las protecciones del circuito de alimentación		
15	chequeo de la programación del timer		
16	lubricación de los componentes		
17	ruidos anormales		
18	ajustes de las partes del equipo		
19			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES CADA 6 MESES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	chequeo y limpieza de la termocupla		
2	chequeo del rodamiento del ventilador		
3	control de vibraciones		
4	ajustes de la base de montaje del equipo		
5			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES CADA 12 MESES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	cambio del rodamiento del ventilador		
2			

**CUADRO No. 13**

<b>Universidad San Francisco</b>			
<b>Planta Física</b>			
<b><u>CARTILLAS DE TRABAJO B CHECK</u></b>			
<b><u>BOMBAS</u></b>			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES CADA 2 MESES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	limpieza del equipo y sus componentes		
2	chequeo del goteo de agua por los sellos		
3	chequeo de las conexiones eléctricas		
4	chequeo del voltaje de alimentación		
5	Revizar la operatividad de los mandos del tablero		
6	chequeo de los contactores		
7	ajuste de los tornillos de paneles de control		
8	revisión del amperaje en los motores		
9	chequeo del relé de protección		
10	chequeo de la temperatura del motor		
11	chequeo del funcionamiento del motor		
12	chequeo de las protecciones del circuito de alimentación		
13	lubricación de los componentes		
14	ruidos anormales		
15	ajustes de las partes del equipo		
16			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES CADA 6 MESES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	revisión y limpieza de rodamientos de motores		
2	chequeo y limpieza de los controles de nivel y boyas		
3	chequeo de los platinos de los contactores		
4	control de vibraciones		
5	ajustes de la base de montaje del equipo		
6			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES CADA 12 MESES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	cambio de los rodamientos del motor		
2	cambio de sellos		
3			

**C U A D R O N o. 1 4**

<b>Universidad San Francisco</b>			
<b>Planta Física</b>			
<b><u>CARTILLAS DE TRABAJO B CHECK</u></b>			
<b><u>CUARTOS FRIOS</u></b>			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES CADA 2 MESES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	limpieza del equipo y sus componentes		
2	chequeo de las conexiones eléctricas		
3	chequeo del voltaje de alimentación		
4	chequeo de los contactores		
5	revisión del amperaje en los motores		
6	chequeo del relé de protección		
7	chequeo de la temperatura del motor		
8	chequeo del funcionamiento del motor y compresor		
9	revisión de la cantidad del gas a través del visor		
10	Chequeo del funcionamiento del selector de temperatura		
11	chequeo de las protecciones del circuito de alimentación		
12	lubricación de los componentes		
13	ruidos anormales		
14	ajustes de las partes del equipo		
15			
16			
17			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES CADA 6 MESES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	chequeo y limpieza de la termocupla		
2	chequeo del rodamiento del ventilador		
3	control de vibraciones		
4	ajustes de la base de montaje del equipo		
5			
6			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES CADA 12 MESES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	cambio del rodamiento del ventilador		
2			

## CUADRO No. 15

<b>Universidad San Francisco</b> <b>Planta Física</b> <b><u>CARTILLAS DE TRABAJO B CHECK</u></b> <b><u>EXTRACTORES DE AIRE</u></b>			
ITEM	ACTIVIDADES CADA 2 MESES	SI	NO
1	limpieza del equipo y sus componentes		
2	chequeo de las conexiones eléctricas		
3	chequeo del voltaje de alimentación		
4	Revizar la operatividad de los mandos del tablero		
5	chequeo de los contactores		
6	chequeo de las poleas que estén alineadas		
7	chequeo de la flexión de la banda de acople		
8	revisión del amperaje en los motores		
9	chequeo del relé de protección		
10	chequeo de la temperatura del motor		
11	chequeo del funcionamiento del motor		
12	chequeo de las protecciones del circuito de alimentación		
13	chequeo de la programación del timer		
14	lubricación de los componentes		
15	ruidos anormales		
16	ajustes de las partes del equipo		
17			
ITEM	ACTIVIDADES CADA 6 MESES	SI	NO
1	revisión y limpieza de rodamientos de motores		
2	chequeo del rodamiento del ventilador		
3	control de vibraciones		
4	ajustes de la base de montaje del equipo		
5			
ITEM	ACTIVIDADES CADA 12 MESES	SI	NO
1	cambio de los rodamientos del motor		
2	cambio del rodamiento del ventilador		
3			



## CUADRO No. 16

<b>Universidad San Francisco</b> <b>Planta Física</b>  <b><u>CARTILLAS DE TRABAJO B CHECK</u></b> <b><u>TABLEROS DE TRANSFERENCIA</u></b>			
ITEM	ACTIVIDADES CADA 6 MESES	SI	NO
1	limpieza exterior del tablero		
2	limpieza de los elementos interiores del tablero		
3	chequeo del ajuste de los cables que salen de cada polo de los breakers		
4	chequeo y ajuste de las conexiones eléctricas del módulo de variación de voltaje		
5	chequeo del voltaje de alimentación		
6	chequeo del bloqueo eléctrico y mecánico entre los 2 breakers		
7	chequeo de posibles vibraciones		
8	chequeo de la temperatura de los cables		
9	chequeo del estado del aislamiento de los cables que entran y salen del tablero		
10	comprobación del tiempo de espera para arrancar el generador, fijado en el módulo		
11	comprobación del tiempo de aseguramiento de parámetros de regreso de la red, fijado en el módulo		
12	comprobación del tiempo de calentamiento del generador sin carga, fijado en el módulo		
13	comprobación del tiempo de retransferencia, fijado en el módulo		
14	comprobación del tiempo de enfriamiento en vacío del generador, fijado en el módulo		
15			
16			
17			
18			
19			
ITEM	ACTIVIDADES CADA 12 MESES	SI	NO
1	sopleteo con aire comprimido de la parte exterior e interior del tablero		
2	ajuste de las conexiones de las barras y cables de alimentación y derivación		
3	chequeo de la sujeción de los breakers a la estructura		
4			
5			
6			

**CUADRO No. 17**

<b>Universidad San Francisco</b> <b>Planta Física</b>			
<p align="center"><b><u>CARTILLAS DE TRABAJO B CHECK</u></b>  <b><u>TABLEROS DE DISTRIBUCION</u></b></p>			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES CADA 6 MESES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	limpieza exterior del tablero		
2	limpieza de los elementos interiores del tablero		
3	chequeo del ajuste de los cables que salen de cada polo de los breakers		
4	chequeo de las conexiones eléctricas		
5	chequeo del voltaje de alimentación		
6	chequeo del corte de voltaje de cada uno de los breakers		
7	chequeo de posibles vibraciones		
8	chequeo de la temperatura de los cables		
9	chequeo del estado del aislamiento de los cables que entran y salen del tablero		
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES CADA 12 MESES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	sopleteo con aire comprimido de la parte exterior e interior del tablero		
2	ajuste de las conexiones de las barras y cables de alimentación y derivación		
3	chequeo de la sujeción de los breakers a la estructura		
4			
5			
6			

**C U A D R O N o. 1 8**

<b>Universidad San Francisco</b>			
<b>Planta Física</b>			
<b><u>CARTILLAS DE TRABAJO B CHECK</u></b>			
<b><u>TRANSFORMADORES</u></b>			
<b>NOTA: Estas actividades deberán ser desarrolladas por la Empresa Eléctrica Quito, previa coordinación por parte del Jefe de Mantenimiento</b>			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES CADA 6 MESES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Inspección visual		
2	chequeo de zumbidos y ruidos		
3	Revizar fugas de aceites		
4	chequear que el nivel de aceite en el tanque del transformador sea satisfactorio		
5	chequear si el aparato de sobrepresión ha operado		
6	chequear el termómetro, manovacuómetro y todos los indicadores		
7	chequear el indicador de máxima temperatura del termómetro para establecer sobrecargas		
8	realizar medición de voltajes de salida		
9	corriente de carga		
10			
11			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES CADA 12 MESES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	limpieza total		
2	pruebas de aislamiento fase-fase		
3	pruebas de aislamiento fase-tierra		
4	chequeo de las protecciones interiores		
5	chequeo de las protecciones exteriores		
6	reajuste general en alta y baja tensión		
7	terminales:limpieza y ajuste		
8	terminales: condiciones superficiales		
9	alineación a las barras de conexión		
10	barras de conexión: ajuste y presión		
11	limpiar los aisladores de suciedades y chequeo de la porcelana para hallar posibles roturas		
12	chequeo del factor de potencia del aislamiento y los aisladores con el megger		
13	chequeo de la rigidez dieléctrica del aceite		
14	chequear la pintura sobre el tanque y los accesorios . Pintar si es necesario		
15			

**CUADRO No. 19**

**Universidad San Francisco**  
**Planta Física**  
**ORDEN DE TRABAJO MANTENIMIENTO PREVENTIVO B-CHECK**

**CODIGO:**

<b>EQUIPO:</b>	<b>Cartilla No.</b>
----------------	---------------------

<b>AUTORIZADO POR:</b>	<b>FIRMA:</b>
------------------------	---------------

<b>Fecha de Inicio:</b>	<b>Hora:</b>
-------------------------	--------------

<b>Fecha de Culminación:</b>	<b>Hora:</b>
------------------------------	--------------

**TRABAJO POR REALIZAR:**

Ciclo No. 1 = Actividades cada 50 horas.....	
Ciclo No. 2 = Actividades cada 300 horas.....	
Ciclo No. 3 = Actividades cada 1500 horas .....	
Ciclo No. 4 = Actividades cada 3000 horas.....	

**REPUESTOS:**

No. EGRESO	FIRMA BODEGUERO	VALOR DEL EGRESO

No. EGRESO	FIRMA BODEGUERO	VALOR DEL EGRESO

**OBSERVACIONES:**

**ELECTRICISTA ( S ) RESPONSABLE(S):**

1.-..... firma:..... 2.-..... firma:..... 3.-..... firma:..... 4.-..... firma:.....	<b>CONTROL DE CALIDAD REALIZADO</b>  <b>POR:</b>
--	--

## CUADRO No. 20

<b>Universidad San Francisco</b>			
<b>Planta Física</b>			
<b><u>CARTILLAS DE TRABAJO B CHECK</u></b>			
<b><u>GENERADOR</u></b>			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES PARA 50 H</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	chequeo del nivel de agua		
2	chequeo del nivel de aceite		
3	chequeo del nivel de combustible		
4	chequeo del electrolito de la batería		
5	chequeo de la condición y tensión de las bandas		
6	chequeo del filtro de aire		
7	chequeo de los fusibles y breakers		
8	verificación de la operatividad de todas las lámparas indicadoras del panel de control		
9	chequeo del funcionamiento del horómetro, presión de aceite, temperatura de agua		
10	chequeo del funcionamiento de la alarma: silenciar/ normal		
11	chequeo del sistema de carga de la batería		
12	chequeo de fugas de agua y aceite		
13	chequeo de vibraciones		
14	chequeo del funcionamiento del amperímetro, voltímetro, frecuencímetro		
15	chequeo del funcionamiento de la operación: marcha/ paro/ automático		
16	chequeo del funcionamiento de la parada de emergencia del generador		
17			
18			
19			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES PARA 300 H</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	chequeo que las entradas de aire para enfriamiento no estén obstruidas		
2	chequeo de tornillos, tuercas, conectores perdidos que ingresaron al generador		
3	chequeo del cableado de salida del generador		
4	chequeo del sistema de salida de los gases		
5	verificación del voltaje de salida		
6	chequeo del amperaje DC del campo excitador		
7	chequeo de la medida del amperaje AC de cada una de las fases ( comparar con datos de placa)		
8	pruebas de carga		
9			

**CUADRO No. 20**

<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES PARA 1500 H</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	remover las cubiertas y observar conecciones rotos, quemadas, alambres pelados		
2	limpieza utilizando un compresor con un sopleteo de aire de hasta 30 PSI		
3	limpieza del polvo y suciedad del rotor de la excitatriz y puente rectificador		
4	chequeo de la polaridad de los rectificadores y supresor de picos		
5	engrase de rodamientos del rotor principal		
6			
7			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES PARA 3000 H</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	limpieza del polvo y suciedad del estator de la excitatriz		
2	medida de la resistencia y aislamiento del bobinado del estator de la excitatriz		
3	chequeo de marcas en el nucleo del estator de la excitatriz causado por rozamientos		
4	medida de la resistencia y aislamiento del bobinado del rotor de la excitatriz		
5	chequeo de marcas en el núcleo del rotor de la excitatriz causados por rozamientos		
6	limpieza del polvo y suciedad del estator principal del generador		
7	medida de la resistencia y aislamiento del bobinado del estator principal del generador		
8	chequeo de marcas en el nucleo del estator principal del generador causado por rozamientos		
9	limpieza del polvo y suciedad del rotor principal del generador		
10	medida de la resistencia y aislamiento del bobinado del rotor principal del generador		
11	chequeo de marcas en el núcleo del rotor principal del generador por rozamiento		
12	cambio de rodamientos del rotor principal		
13	limpiar todos los alambres de las partes rotativas		
14	varnizado de los bobinados		
15			
16			

CUADRO No. 21

<b>Universidad San Francisco</b>			<b>PEDIDO DE MATERIALES</b>	<b>Formulario PM-02</b>
Planta Física				No. <input style="width: 100px;" type="text"/>
MANTENIMIENTO:	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>			
LIMPIEZA:	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>			FECHA: _____
GUARDIANIA:	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>			ORDEN DE TRABAJO No.: _____
				CODIGO DEL EQUIPO: _____
ITEM	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	
SOLICITADO POR:			VISTO BUENO	
.....			.....	

CUADRO No. 22

Universidad San Francisco

Planta Física

**EGRESO DE BODEGA**

**Formulario EB-03**

No.

MANTENIMIENTO:

LIMPIEZA:

GUARDIANIA:


FECHA: \_\_\_\_\_

PEDIDO DE MATERIALES No.: \_\_\_\_\_

CODIGO DEL EQUIPO: \_\_\_\_\_

ITEM	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	SERIE

OBSERVACIONES:.....

ENTREGADO POR

RECIBIDO POR

.....

.....



**CUADRO No. 23**

<b>Universidad San Francisco</b>			<b>Formulario RM-04</b>
Planta Física	<b>REQUISICION DE MATERIALES Y SERVICIOS</b>		No. _____
MANTENIMIENTO: <input type="checkbox"/>	LIMPIEZA: <input type="checkbox"/>	GUARDIANIA: <input type="checkbox"/>	COMPRA: <input type="checkbox"/>
OTRA SECCION _____			SERVICIO: <input type="checkbox"/>
			FECHA: _____
ITEM	CANT.	UNID,	DESCRIPCION
OBSERVACIONES:.....			
SOLICITADO POR: .....			VISTO BUENO .....

### **3.3 ELABORACION DEL CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El cronograma de Mantenimiento Eléctrico Preventivo es el documento donde se expone todos los equipos sujetos a mantenimiento, respectivamente identificados y agrupados por tipos, con la frecuencia de mantenimiento a seguirse, así como con la fecha de partida o dato histórico inicial de cada uno de ellos, de tal manera que este cronograma exponga todas las fechas que deben realizarse los mantenimientos, ya sea a mediano o largo plazo. Es una herramienta de mucha ayuda para la planificación diaria, mensual o anual de las actividades que debe seguir el Jefe de Mantenimiento; así como también para que juntamente con Bodega de materiales, coordine los repuestos que debe disponerse para las fechas que aparecen en el cronograma.

Para la elaboración del cronograma de mantenimiento eléctrico preventivo se utiliza una hoja de cálculo ( Excel) así como también la información del ANEXO No. 1 y lo detallado en los numerales anteriores de este tercer capítulo. Con todo esto se procede a realizar los siguientes pasos:

#### **3.3.1 CUANDO SE DISPONE DE DATOS HISTORICOS DE MANTENIMIENTO**

1. Se agrupa todos los equipos eléctricos que intervendrán en el cronograma de mantenimiento de acuerdo a su clase y con la codificación correspondiente.
2. Junto a cada equipo se anota el número de días del ciclo No. 1 de la cartilla de mantenimiento preventivo correspondiente a dicho equipo. Un equipo puede disponer de varios ciclos, sin embargo bastará con considerar el número de días del ciclo más bajo, toda vez que los días de los ciclos sucesivos son múltiplos del ciclo inicial.
3. Para el caso de los generadores los ciclos están dados en horas, sin embargo del seguimiento realizado a estos equipos se advierte que el ciclo de 50 horas

corresponde aproximadamente a 2 meses ó 60 días; dato con el que se trabajará.

4. Se ingresa la fecha histórica del último mantenimiento realizado a cada uno de los equipos, la misma que servirá de partida para el cálculo de las fechas futuras.
5. Aplicando un algoritmo de cálculo entre el ciclo y la fecha histórica se proyecta en la hoja electrónica las fechas futuras, para el número de meses o años que se requiera.

### **3.3.2 CUANDO NO SE DISPONE DE DATOS HISTORICOS DE MANTENIMIENTO**

Las actividades descritas a continuación se desarrollarán, siempre y cuando no se disponga de fechas históricas para los equipos a ser considerados para el cronograma de mantenimiento preventivo. También se pueden considerar estos pasos, cuando por seguridad la empresa o institución decida comenzar desde cero. Para esto se conservarán los cinco pasos descritos en el numeral 3.3.1 de esta tesis, a excepción del cuarto en lugar del cual se debe hacer lo siguiente:

- a) Del análisis de las actividades descritas para cada ciclo en las cartillas de mantenimiento preventivo que acompañan a la hoja B-CHECK para un determinado equipo, se establece el tiempo de trabajo que le tomará al técnico cumplir con todas las actividades del ciclo asignado. Este dato le sirve al Jefe de Mantenimiento para calcular el número de mantenimientos preventivos que se puede realizar en el día por cada técnico, y proyectar para el número total de técnicos disponibles en el área.
- b) A lo anterior se debe hacer otras consideraciones. Así, si se tiene como media una duración de 2 horas por cada mantenimiento preventivo, eso reporta un total de 4 mantenimientos al día por técnico. Este dato debe ser relacionado con otras variables que se pueden presentar, como son los trabajos por mantenimiento correctivo y actividades varias, que conforme al seguimiento dado a esta Institución, se establece que un técnico puede

cumplir con dos mantenimientos preventivos diarios. Este dato se lo proyecta para el número de técnicos del área, que para el caso de la Universidad San Francisco es de tres técnicos, o sea 6 mantenimientos eléctricos diarios.

- c) Se establece las prioridades en cuanto a la atención de equipos. Es decir junto a cada equipo codificado coloco el número de prioridad que le corresponde en ser atendido.
- d) Lo anterior me sirve para ubicar la fecha adjunta conforme la prioridad, para lo cual se debe también tomar cuenta el literal b) o sea 6 mantenimientos por día. La primera fecha de arranque puede ser cualquiera.
- e) Cumplido el literal anterior se tendrá las fechas de partida para el cálculo de las fechas futuras, desarrollando lo indicado en el numeral 5, de la página No. 62.

El Cronograma de Mantenimiento Eléctrico Preventivo para los equipos de la Universidad San Francisco se presenta en el CUADRO No. 24, tomando en cuenta que no se dispone de datos históricos. Se hace una proyección desde el primero de agosto del 2007 hasta enero del año 2009, mostrándose mensualmente los equipos que deben ser atendidos, incluyendo debajo de cada fecha el ciclo que se debe considerar en la cartilla que se distribuya al técnico.

El Cronograma de Mantenimiento Eléctrico Preventivo anual debe ser ubicado en el pizarrón de corcho de la oficina del Jefe de Mantenimiento, de tal manera que sirva de guía general tanto para el personal técnico del área, como para la verificación de los trabajos por parte de las autoridades de la Institución en cualquier día de visita. Por un lado y por otro, el Cronograma de Mantenimiento Eléctrico mensual se lo debe publicar en los diferentes pizarrones de las otras áreas de mantenimiento como son: taller de mecánica, de servicios generales e inclusive en las carteleras de las diferentes Facultades, para que sirva de información general y con esto coordinar posibles trabajos conjuntos.

**CUADRO No. 24**  
**CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

ITEM	CODIGO	EQUIPOS	BASE Pri ciclo	2007					2008												2009 1
				8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	AI 01 AR	Aire acondicionado Unidad Split de techo York	7 60	02-Ago 2		01-Oct 2	30-Nov 2		29-Ene 2+6		29-Mar 2		28-May 2		27-Jul 2+6+12		25-Sep 2		24-Nov 2		23-Ene 2+6
2	AI 02 AR	Aire acondicionado Unidad Split de techo York	8 60	02-Ago 2		01-Oct 2	30-Nov 2		29-Ene 2+6		29-Mar 2		28-May 2		27-Jul 2+6+12		25-Sep 2		24-Nov 2		23-Ene 2+6
3	AI 03 AR	Aire acondicionado Unidad Split de techo	9 60	02-Ago 2		01-Oct 2	30-Nov 2		29-Ene 2+6		29-Mar 2		28-May 2		27-Jul 2+6+12		25-Sep 2		24-Nov 2		23-Ene 2+6
4	AI 04 CI	Aire acondicionado Unidad paquete York	10 60	02-Ago 2		01-Oct 2	30-Nov 2		29-Ene 2+6		29-Mar 2		28-May 2		27-Jul 2+6+12		25-Sep 2		24-Nov 2		23-Ene 2+6
5	AI 05 CI	Aire acondicionado Unidad paquete York	11 60	02-Ago 2		01-Oct 2	30-Nov 2		29-Ene 2+6		29-Mar 2		28-May 2		27-Jul 2+6+12		25-Sep 2		24-Nov 2		23-Ene 2+6
6	AI 06 CI	Aire acondicionado Unidad Split de Ducto	12 60	02-Ago 2		01-Oct 2	30-Nov 2		29-Ene 2+6		29-Mar 2		28-May 2		27-Jul 2+6+12		25-Sep 2		24-Nov 2		23-Ene 2+6
7	AI 07 CI	Aire acondicionado Unidad Split de Ducto	13 60	03-Ago 2		02-Oct 2		01-Dic 2	30-Ene 2+6		30-Mar 2		29-May 2		28-Jul 2+6+12		26-Sep 2		25-Nov 2		24-Ene 2+6
8	AI 08 EI	Aire acondicionado Unidad paquete Liebert	14 60	03-Ago 2		02-Oct 2		01-Dic 2	30-Ene 2+6		30-Mar 2		29-May 2		28-Jul 2+6+12		26-Sep 2		25-Nov 2		24-Ene 2+6
9	AI 09 GA	Aire acondicionado Unidad Split Consola Pared	15 60	03-Ago 2		02-Oct 2		01-Dic 2	30-Ene 2+6		30-Mar 2		29-May 2		28-Jul 2+6+12		26-Sep 2		25-Nov 2		24-Ene 2+6
10	AI 10 LT	Aire acondicionado Unidad Split de ducto	16 60	03-Ago 2		02-Oct 2		01-Dic 2	30-Ene 2+6		30-Mar 2		29-May 2		28-Jul 2+6+12		26-Sep 2		25-Nov 2		24-Ene 2+6
11	AI 11 LT	Aire acondicionado Unidad de ventana	17 60	03-Ago 2		02-Oct 2		01-Dic 2	30-Ene 2+6		30-Mar 2		29-May 2		28-Jul 2+6+12		26-Sep 2		25-Nov 2		24-Ene 2+6
12	AI 12 LT	Aire acondicionado Unidad Split de ducto	18 60	03-Ago 2		02-Oct 2		01-Dic 2	30-Ene 2+6		30-Mar 2		29-May 2		28-Jul 2+6+12		26-Sep 2		25-Nov 2		24-Ene 2+6
13	AI 13 MA	Aire acondicionado Unidad Paquete Carrier	19 60	06-Ago 2		05-Oct 2		04-Dic 2		02-Feb 2+6		02-Abr 2		01-Jun 2	31-Jul 2+6+12		29-Sep 2		28-Nov 2		27-Ene 2+6
14	AI 14 MS	Aire acondicionado Unidad paquete York	20 60	06-Ago 2		05-Oct 2		04-Dic 2		02-Feb 2+6		02-Abr 2		01-Jun 2	31-Jul 2+6+12		29-Sep 2		28-Nov 2		27-Ene 2+6
15	AI 15 MS	Aire acondicionado Unidad Split de Ducto	21 60	06-Ago 2		05-Oct 2		04-Dic 2		02-Feb 2+6		02-Abr 2		01-Jun 2	31-Jul 2+6+12		29-Sep 2		28-Nov 2		27-Ene 2+6
16	BO 01 CI	Bomba cafetería No. 1	1 60	01-Ago 2	30-Sep 2		29-Nov 2		28-Ene 2+6		28-Mar 2		27-May 2		26-Jul 2+6+12		24-Sep 2		23-Nov 2		22-Ene 2+6
17	BO 02 CI	Bomba cafetería No. 2	2 60	01-Ago 2	30-Sep 2		29-Nov 2		28-Ene 2+6		28-Mar 2		27-May 2		26-Jul 2+6+12		24-Sep 2		23-Nov 2		22-Ene 2+6
18	BO 03 EP	Bomba Gasebo	3 60	01-Ago 2	30-Sep 2		29-Nov 2		28-Ene 2+6		28-Mar 2		27-May 2		26-Jul 2+6+12		24-Sep 2		23-Nov 2		22-Ene 2+6
19	BO 04 MA	Bomba Maxwell No. 1	4 60	01-Ago 2	30-Sep 2		29-Nov 2		28-Ene 2+6		28-Mar 2		27-May 2		26-Jul 2+6+12		24-Sep 2		23-Nov 2		22-Ene 2+6
20	BO 05 MA	Bomba Maxwell No. 2	5 60	01-Ago 2	30-Sep 2		29-Nov 2		28-Ene 2+6		28-Mar 2		27-May 2		26-Jul 2+6+12		24-Sep 2		23-Nov 2		22-Ene 2+6

**CUADRO No. 24**  
**CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

ITEM	CODIGO	EQUIPOS	BASE Pri ciclo	2007					2008												2009
				8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
21	BO 06 MA	Bomba Maxwell No. 3	6 60	01-Ago 2	30-Sep 2		29-Nov 2		28-Ene 2+6		28-Mar 2		27-May 2		26-Jul 2+6+12		24-Sep 2		23-Nov 2		22-Ene 2+6
22	CU 01 CI	Cuarto frío de 3 X 3 mts.	46 60	13-Ago 2		12-Oct 2		11-Dic 2		09-Feb 2+6		09-Abr 2		08-Jun 2		07-Ago 2+6+12		06-Oct 2		05-Dic 2	
23	CU 02 CI	Cuarto frío de 2,50 X 2,50 m	47 60	13-Ago 2		12-Oct 2		11-Dic 2		09-Feb 2+6		09-Abr 2		08-Jun 2		07-Ago 2+6+12		06-Oct 2		05-Dic 2	
24	CU 03 CI	Cuarto frío de 2 X 2 mts.	48 60	13-Ago 2		12-Oct 2		11-Dic 2		09-Feb 2+6		09-Abr 2		08-Jun 2		07-Ago 2+6+12		06-Oct 2		05-Dic 2	
25	CU 04 CI	Cuarto frío de 2 X 2 mts.	49 60	14-Ago 2		13-Oct 2		12-Dic 2		10-Feb 2+6		10-Abr 2		09-Jun 2		08-Ago 2+6+12		07-Oct 2		06-Dic 2	
26	CU 05 CI	Cuarto frío de 2,50 X 2,50 m	50 60	14-Ago 2		13-Oct 2		12-Dic 2		10-Feb 2+6		10-Abr 2		09-Jun 2		08-Ago 2+6+12		07-Oct 2		06-Dic 2	
27	CU 06 CI	Cuarto frío de 3 X 3 mts.	51 60	14-Ago 2		13-Oct 2		12-Dic 2		10-Feb 2+6		10-Abr 2		09-Jun 2		08-Ago 2+6+12		07-Oct 2		06-Dic 2	
28	CU 07 CI	Cuarto frío de 2,50 X 2,50 m	52 60	14-Ago 2		13-Oct 2		12-Dic 2		10-Feb 2+6		10-Abr 2		09-Jun 2		08-Ago 2+6+12		07-Oct 2		06-Dic 2	
29	CU 08 CI	Cuarto frío de 2,50 X 2,50 m	53 60	14-Ago 2		13-Oct 2		12-Dic 2		10-Feb 2+6		10-Abr 2		09-Jun 2		08-Ago 2+6+12		07-Oct 2		06-Dic 2	
30	CU 09 MA	Cuarto frío de 2,50 X 3,50 m	54 60	14-Ago 2		13-Oct 2		12-Dic 2		10-Feb 2+6		10-Abr 2		09-Jun 2		08-Ago 2+6+12		07-Oct 2		06-Dic 2	
31	CU 10 MA	Cuarto frío de 2,50 X 3,50 m	55 60	15-Ago 2		14-Oct 2		13-Dic 2		11-Feb 2+6		11-Abr 2		10-Jun 2		09-Ago 2+6+12		08-Oct 2		07-Dic 2	
32	CU 11 MA	Cuarto frío de 2,50 X 3,50 m	56 60	15-Ago 2		14-Oct 2		13-Dic 2		11-Feb 2+6		11-Abr 2		10-Jun 2		09-Ago 2+6+12		08-Oct 2		07-Dic 2	
33	CU 12 MA	Cuarto frío de 2,50 X 3,50 m	57 60	15-Ago 2		14-Oct 2		13-Dic 2		11-Feb 2+6		11-Abr 2		10-Jun 2		09-Ago 2+6+12		08-Oct 2		07-Dic 2	
34	CU 13 NP	Cuarto frío de 3 X 3 mts.	58 60	15-Ago 2		14-Oct 2		13-Dic 2		11-Feb 2+6		11-Abr 2		10-Jun 2		09-Ago 2+6+12		08-Oct 2		07-Dic 2	
35	EX 01 AR	Extractor centrifugado	22 60	06-Ago 2		05-Oct 2		04-Dic 2		02-Feb 2+6		02-Abr 2		01-Jun 2	31-Jul 2+6+12		29-Sep 2		28-Nov 2		27-Ene 2+6
36	EX 02 AR	Extractor centrifugado	23 60	06-Ago 2		05-Oct 2		04-Dic 2		02-Feb 2+6		02-Abr 2		01-Jun 2	31-Jul 2+6+12		29-Sep 2		28-Nov 2		27-Ene 2+6
37	EX 03 AR	Extractor centrifugado	24 60	06-Ago 2		05-Oct 2		04-Dic 2		02-Feb 2+6		02-Abr 2		01-Jun 2	31-Jul 2+6+12		29-Sep 2		28-Nov 2		27-Ene 2+6
38	EX 04 CI	Extractor centrifugado	25 60	07-Ago 2		06-Oct 2		05-Dic 2		03-Feb 2+6		03-Abr 2		02-Jun 2		01-Ago 2+6+12	30-Sep 2		29-Nov 2		28-Ene 2+6
39	EX 05 CI	Extractor Axial	26 60	07-Ago 2		06-Oct 2		05-Dic 2		03-Feb 2+6		03-Abr 2		02-Jun 2		01-Ago 2+6+12	30-Sep 2		29-Nov 2		28-Ene 2+6
40	EX 06 CI	Extractor centrifugado	27 60	07-Ago 2		06-Oct 2		05-Dic 2		03-Feb 2+6		03-Abr 2		02-Jun 2		01-Ago 2+6+12	30-Sep 2		29-Nov 2		28-Ene 2+6

**CUADRO No. 24**  
**CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

ITEM	CODIGO	EQUIPOS	BASE Pri ciclo	2007					2008												2009 1
				8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
41	EX 07 CI	Extractor centrifugado	28 60	07-Ago 2	06-Oct 2	05-Dic 2				03-Feb 2+6	03-Abr 2	02-Jun 2	01-Ago 2+6+12	30-Sep 2	29-Nov 2				28-Ene 2+6		
42	EX 08 CI	Extractor Centrifugado Hong	29 60	07-Ago 2	06-Oct 2	05-Dic 2				03-Feb 2+6	03-Abr 2	02-Jun 2	01-Ago 2+6+12	30-Sep 2	29-Nov 2				28-Ene 2+6		
43	EX 09 CI	Extractor Centrifugado	30 60	07-Ago 2	06-Oct 2	05-Dic 2				03-Feb 2+6	03-Abr 2	02-Jun 2	01-Ago 2+6+12	30-Sep 2	29-Nov 2				28-Ene 2+6		
44	EX 10 CI	Extractor Centrifugado Hong	31 60	08-Ago 2	07-Oct 2	06-Dic 2				04-Feb 2+6	04-Abr 2	03-Jun 2	02-Ago 2+6+12		01-Oct 2	30-Nov 2			29-Ene 2+6		
45	EX 11 CI	Extractor Centrifugado Hong	32 60	08-Ago 2	07-Oct 2	06-Dic 2				04-Feb 2+6	04-Abr 2	03-Jun 2	02-Ago 2+6+12		01-Oct 2	30-Nov 2			29-Ene 2+6		
46	EX 12 CI	Extractor Centrifugado	33 60	08-Ago 2	07-Oct 2	06-Dic 2				04-Feb 2+6	04-Abr 2	03-Jun 2	02-Ago 2+6+12		01-Oct 2	30-Nov 2			29-Ene 2+6		
47	EX 13 GA	Extractor Axial de pared	34 60	08-Ago 2	07-Oct 2	06-Dic 2				04-Feb 2+6	04-Abr 2	03-Jun 2	02-Ago 2+6+12		01-Oct 2	30-Nov 2			29-Ene 2+6		
48	EX 14 LT	Extractor Centrifugado Hong	35 60	08-Ago 2	07-Oct 2	06-Dic 2				04-Feb 2+6	04-Abr 2	03-Jun 2	02-Ago 2+6+12		01-Oct 2	30-Nov 2			29-Ene 2+6		
49	EX 15 LT	Extractor Axial de pared	36 60	08-Ago 2	07-Oct 2	06-Dic 2				04-Feb 2+6	04-Abr 2	03-Jun 2	02-Ago 2+6+12		01-Oct 2	30-Nov 2			29-Ene 2+6		
50	EX 16 MA	Extractor Centrifugado Hong	37 60	09-Ago 2	08-Oct 2	07-Dic 2				05-Feb 2+6	05-Abr 2	04-Jun 2	03-Ago 2+6+12		02-Oct 2		01-Dic 2		30-Ene 2+6		
51	EX 17 MA	Extractor Axial	38 60	09-Ago 2	08-Oct 2	07-Dic 2				05-Feb 2+6	05-Abr 2	04-Jun 2	03-Ago 2+6+12		02-Oct 2		01-Dic 2		30-Ene 2+6		
52	EX 18 MA	Extractor Centrifugado Hong	39 60	09-Ago 2	08-Oct 2	07-Dic 2				05-Feb 2+6	05-Abr 2	04-Jun 2	03-Ago 2+6+12		02-Oct 2		01-Dic 2		30-Ene 2+6		
53	EX 19 MA	Extractor Centrifugado Hong	40 60	09-Ago 2	08-Oct 2	07-Dic 2				05-Feb 2+6	05-Abr 2	04-Jun 2	03-Ago 2+6+12		02-Oct 2		01-Dic 2		30-Ene 2+6		
54	EX 20 MA	Extractor Centrifugado Hong	41 60	09-Ago 2	08-Oct 2	07-Dic 2				05-Feb 2+6	05-Abr 2	04-Jun 2	03-Ago 2+6+12		02-Oct 2		01-Dic 2		30-Ene 2+6		
55	EX 21 MA	Extractor Centrifugado Hong	42 60	09-Ago 2	08-Oct 2	07-Dic 2				05-Feb 2+6	05-Abr 2	04-Jun 2	03-Ago 2+6+12		02-Oct 2		01-Dic 2		30-Ene 2+6		
56	EX 22 MA	Extractor Centrifugado Hong	43 60	13-Ago 2	12-Oct 2	11-Dic 2				09-Feb 2+6	09-Abr 2	08-Jun 2	07-Ago 2+6+12		06-Oct 2		05-Dic 2				
57	EX 23 MA	Extractor Centrifugado	44 60	13-Ago 2	12-Oct 2	11-Dic 2				09-Feb 2+6	09-Abr 2	08-Jun 2	07-Ago 2+6+12		06-Oct 2		05-Dic 2				
58	EX 24 MA	Extractor Centrifugado	45 60	13-Ago 2	12-Oct 2	11-Dic 2				09-Feb 2+6	09-Abr 2	08-Jun 2	07-Ago 2+6+12		06-Oct 2		05-Dic 2				
59	GE 01 CB	Generador 500 KVA	59 60	15-Ago 50	14-Oct 50	13-Dic 50				11-Feb 50	11-Abr 50	10-Jun 50	09-Ago 50+300		08-Oct 50		07-Dic 50				
60	GE 02 EI	Generador 625 KVA	60 60	15-Ago 50	14-Oct 50	13-Dic 50				11-Feb 50	11-Abr 50	10-Jun 50	09-Ago 50+300		08-Oct 50		07-Dic 50				

**CUADRO No. 24**  
**CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

ITEM	CODIGO	EQUIPOS	BASE Pri ciclo	2007					2008												2009
				8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
61	TT 01 CB	Tablero Transferencia 200 A	61 180	16-Ago 6						12-Feb 6										10-Ago 6+12	
62	TT 02 EI	Tablero Transferencia 2000	62 180	16-Ago 6						12-Feb 6										10-Ago 6+12	
63	TT 03 EI	Tablero Transferencia 300 A	63 180	16-Ago 6						12-Feb 6										10-Ago 6+12	
64	TD 01 CB	Tablero distribución No. 3	64 180	16-Ago 6						12-Feb 6										10-Ago 6+12	
65	TD 02 EI	Tablero distribución No. 1	65 180	16-Ago 6						12-Feb 6										10-Ago 6+12	
66	TD 03 EI	Tablero distribución No. 2	66 180	16-Ago 6						12-Feb 6										10-Ago 6+12	
67	TR 01 CB	Transformador 500 KVA	67 180	17-Ago 6						13-Feb 6										11-Ago 6+12	
68	TR 02 EI	Transformador 630 KVA	68 180	17-Ago 6						13-Feb 6										11-Ago 6+12	
69	TR 03 EI	Transformador 75 KVA	69 180	17-Ago 6						13-Feb 6										11-Ago 6+12	



### **3.4 RECORD HISTORICO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Luego de que el Jefe de Mantenimiento ha firmado la Orden de Trabajo de Mantenimiento Preventivo en la casilla correspondiente a “CONTROL DE CALIDAD REALIZADO POR” (ver CUADRO No. 11 ó No. 19), la misma pasará al Asistente de Planta Física el cual se encargará de ejecutar dos actividades con la mencionada Orden de Trabajo despachada. Así:

- a) Llenará el archivo denominado Récord Histórico de mantenimiento RH-05 creado en el computador, para cada uno de los equipos eléctricos codificados (ver CUADRO No. 25). De esta manera se tiene acceso a la información o récord histórico del mantenimiento del equipo, ya sea por pantalla y/o por impresión.
- b) Luego de llenar el archivo RH-05 procederá a archivar la Orden de Trabajo B-CHECK en una carpeta asignada para ese equipo. Es decir se dispondrá de tantas carpetas como el número de equipos existentes. De esta manera se tendrá acceso a la información o récord histórico de mantenimiento del equipo directamente con los documentos generados.

El archivo RH – 05 que contiene el récord histórico del mantenimiento eléctrico de cada equipo contiene los siguientes datos:

- Datos técnicos del equipo ( en forma de introducción)
- Número de la orden de trabajo de mantenimiento preventivo B-CHECK
- Fecha y hora de inicio.
- Fecha y hora de culminación
- Nombre del(los) electricista (s) que realizó el trabajo.
- Descripción de la actividad ejecutada
- Repuestos utilizados
- Horómetro

En lo que respecta al ingreso de la información en la columna “Descripción” , solamente se anotará el tipo de mantenimiento que en este caso es: “ Mantenimiento Preventivo B – CHECK ciclo No. ....”; con esto se evita volver a transcribir todas las actividades que están consideradas para cada ciclo. Por igual en la columna correspondiente a “Repuestos” se ingresará únicamente el(los) número(s) de egreso (s) consignados por el Bodeguero en la cartilla de Mantenimiento B – CHECK.

Si bien los datos registrados en el archivo RH – 05 sirven para seguir o recordar las actividades ejecutadas en un equipo, también del análisis de los mismos puede obtenerse parámetros estadísticos muy valiosos para el Jefe de Mantenimiento<sup>6</sup>. Así:

- ✓ Del análisis entre “fecha y hora de inicio” con la “fecha y hora de culminación”, se obtiene un valor que promediado con los valores de los otros técnicos, resulta en un tiempo promedio de ejecución de determinada cartilla, que servirá de control en el futuro. Esto por un lado y por otro, el valor obtenido establece la eficiencia que pone cada uno de los electricistas en sus tareas, aportando con esto argumentos para la calificación de desempeño anual de la persona, circunstancia que está ligada a incrementos salariales o bonos, y hasta cursos de capacitación por merecimientos.
- ✓ Del análisis de la columna correspondiente a “Repuestos” utilizados, se puede determinar la frecuencia de cambio de ciertos componentes eléctricos, dato muy importante para la adquisición de repuestos por parte de Bodega de materiales. Por otro lado también puede observarse que en un mantenimiento se cambió un repuesto y en otro no se cambió, lo que llevaría a identificar la calidad de ciertos repuestos y con esto los proveedores más adecuados a los intereses de la Institución. Circunstancia que está dentro de los objetivos establecidos para el área eléctrica.

A continuación se presenta el archivo RH – 05 con los detalles señalados:

---

<sup>6</sup> CHARLES, Juan; Gerencia Efectiva de Mantenimiento Centralizado Confiable. CLAPAM. Ecuador 1995



## **CAPITULO 4.-**

### **METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO ELECTRICO CORRECTIVO.-**

#### **4.1 ELABORACION DE CARTILLAS PERIÓDICAS DE INSPECCION DE EQUIPOS**

El mantenimiento correctivo no responde a una programación previa, y más bien se basa en la corrección de daños o fallas luego de que ésta se ha producido, es decir siempre es una actividad urgente. Las actividades y costos de mantenimiento deben traducirse en índices de referencia y comparación, de ahí que el mantenimiento correctivo se puede considerar como un factor económico negativo dentro de la Institución o Empresa.

A veces no se pueden evitar averías imprevistas, producidas por deficiencias no aparentes y por tanto no detectadas en las inspecciones preventivas o bien por fallas del personal debido a varias circunstancias como: la poca preparación, negligencia, enfermedad, etc. Pero es muy importante considerar que toda reparación puede efectuarse conservando la máquina o el equipo con sus características originales, es decir la calidad de la reparación no debe estar sujeta a urgencias.

Al mantenimiento correctivo se puede arribar por: utilización incorrecta de los equipos, por falta de entrenamiento del personal, por defectos de fabricación, inadecuado cumplimiento de las condiciones necesarias y también por falta de una inspección periódica. En atención a este último detalle, se desarrollarán cartillas periódicas de inspección de equipos eléctricos de la Universidad San Francisco de Quito que ayudarán a solventar el mantenimiento correctivo de los mismos, segundo tipo de mantenimiento escogido de los enunciados en el capítulo No.1 de esta tesis.

Estas cartillas de inspección se denominan: CARTILLA DE INSPECCION DE EQUIPOS A-CHECK, Tipo A1 para la inspección de las bombas y extractores (CUADRO No. 26), Tipo A2 para la inspección de equipos de aire acondicionado y cuartos fríos (CUADRO No. 27), Tipo A3 para inspeccionar los tableros de transferencia y distribución (CUADRO No. 28), Tipo A4 para inspección de generadores (CUADRO No. 29) y Tipo A5 para la inspección de los transformadores (CUADRO No. 30). Cada tipo de cartilla mencionada contiene las actividades que el técnico asignado debe vigilar en cada uno de los equipos enlistados en las mismas.

Utilizando la señalización de “bien” o “mal” que se indica en las cartillas de inspección, el técnico llenará el espacio de intersección entre la actividad y el equipo. De encontrar una situación anormal en la actividad inspeccionada, el técnico anotará en el espacio de “observaciones” el detalle por corregirse. Al final de la mencionada hoja de inspección, el técnico debe completar la información poniendo su nombre y fecha.

Los períodos de inspección para cada tipo de cartilla serán los siguientes:

- La cartilla de inspección de equipos A-CHECK Tipo A1 será realizada por un técnico a primera hora los lunes de cada semana.
- Las cartillas de inspección Tipo A2 y Tipo A4 serán realizadas por un técnico a primera hora los martes en forma quincenal.
- Las cartillas de inspección Tipo A3 y Tipo A5 serán realizadas por un técnico a primera hora los miércoles en forma trimestral.

El técnico que hace la inspección entregará la cartilla asignada al Jefe de Mantenimiento en el plazo de 2 horas el mismo día de la inspección. Estas cartillas A-CHECK irán ubicadas y plenamente identificadas en el mueble dispensador estratégicamente situado en las instalaciones de mantenimiento de tal manera que puedan tener acceso a ellas todo el personal de esta área, ( ver ANEXO No. 2). Las cartillas de inspección A - CHECK se presentan a continuación:

**CUADRO No. 26**

**Universidad San Francisco**  
**Planta Física**

**CARTILLA DE INSPECCION DE EQUIPOS A-CHECK TIPO A1**  
**BOMBAS Y EXTRACTORES**

**NOTA:** Para el llenado de los espacios se lo hará así: ..... Bien: V ó Mal: X

	Chequeo de fugas de agua	Chequeo del voltaje de alimentación	Chequeo del sistema eléctrico de arranque	Chequeo de la operación de las boyas de nivel	Chequeo presión de carga y descarga de los tanques	Chequeo de ruidos en el funcionamiento del motor	Chequeo de fugas de agua en las tuberías aledañas	Chequeo de la alineación de las poleas	Chequeo de las bandas	Chequeo del balanceo del ventilador	Suiches Eléctricos	Chequeo de la programación del timer	Chequeo de los elementos de protección eléctricos	OBSERVACIONES
BO 01 CI														
BO 02 CI														
BO 03 EP														
BO 04 MA														
BO 05 MA														
BO 06 MA														
EX 01 AR														
EX 02 AR														
EX 03 AR														
EX 04 CI														
EX 05 CI														
EX 06 CI														
EX 07 CI														
EX 08 CI														
EX 09 CI														
EX 10 CI														
EX 11 CI														
EX 12 CI														
EX 13 GE														
EX 14 LT														
EX 15 LT														
EX 16 MA														
EX 17 MA														
EX 18 MA														
EX 19 MA														
EX 20 MA														
EX 21 MA														
EX 22 MA														
EX 23 MA														
EX 24 MA														

Técnico: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**CUADRO No. 27**

**Universidad San Francisco**  
**Planta Física**

**CARTILLA DE INSPECCION DE EQUIPOS A-CHECK TIPO A2**  
**EQUIPOS AIRE ACONDICIONADO Y CUARTOS FRIOS**

**NOTA:** Para el llenado de los espacios se lo hará así: ..... Bien: V ó Mal: X

	Chequeo de la presión del gas a través del visor	Chequeo de ruidos anormales	Chequeo del estado de los filtros del evaporador	Chequeo de la escarcha en el evaporador	Chequeo de la humedad en el filtro del gas	Chequeo del sistema eléctrico de arranque del equi	Chequeo del voltaje de alimentación	Chequeo del ventilador del radiador	Chequeo de la hermetizidad de las puertas	Chequeo del del selector de la temperatura	Suiches Elèctricos	Chequeo del drenaje del agua acumulada por la escarcha	Chequeo de los elementos de protección eléctricos	OBSERVACIONES
AI 01 AR														
AI 02 AR														
AI 03 AR														
AI 04 CI														
AI 05 CI														
AI 06 CI														
AI 07 CI														
AI 08 EI														
AI 09 GA														
AI 10 LT														
AI 11 LT														
AI 12 LT														
AI 13 MA														
AI 14 MS														
AI 15 MS														
CU 01 CI														
CU 02 CI														
CU 03 CI														
CU 04 CI														
CU 05 CI														
CU 06 CI														
CU 07 CI														
CU 08 CI														
CU 09 MA														
CU 10 MA														
CU 11 MA														
CU 12 MA														
CU 13 NP														

Técnico: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**CUADRO No. 28**

**Universidad San Francisco**  
**Planta Física**

**CARTILLA DE INSPECCION DE EQUIPOS A-CHECK TIPO A3**

**TABLEROS DE TRANSFERENCIA Y DISTRIBUCION**

**NOTA:** Para el llenado de los espacios se lo hará así: ..... Bien: **V** ó Mal: **X**

	Chequeo del ajuste de los bornes de los alimentadores con las barras		OBSERVACIONES
	Chequeo de los bornes terminales de los cables		
	Chequeo del recalentamiento del cable		
	Chequeo de la sujeción de los breakers al tablero		
	Chequeo de los bornes de los breakers		
	Chequeo de la acumulación de polvo		
	Chequeo de la seguridad de la puerta del tablero		
	Chequeo de zumbidos por mal contacto eléctrico		
	Chequeo de los voltajes de entrada y salida de los breakers		
	Chequeo del aislamiento de los cables que entran y salen del tablero		
	Chequeo de las conexiones del módulo		
	Chequeo de los focos de señalización del tablero		
	Chequeo de los elementos de medida del tablero		
TT 01 CB			
TT 02 EI			
TT 03 EI			
TD 01 CB			
TD 02 EI			
TD 03 EI			

Técnico: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_



**CUADRO No. 29**

**Universidad San Francisco**  
**Planta Física**  
**CARTILLA DE INSPECCION DE EQUIPOS A-CHECK TIPO A4**  
**GENERADORES**

**NOTA:** Para el llenado de los espacios se lo hará así: ..... Bien: **V** ó Mal: **X**

		Nivel de agua y/o refrigerante	Nivel de aceite del motor	Nivel de agua destilada de las baterías	Nivel del diesel en el tanque de combustible	Chequeo de la tensión y estado de las bandas	Estado de mangueras de agua y del radiador	chequeo de los fusibles y breakers	Arranque del equipo	Chequeo del funcionamiento de los instrumentos	Posibles fugas de fluidos	Chequeo de las lámparas indicadoras del tablero	Tensión en el voltímetro = 220 V	Ciclaje en el frecuencímetro = 60 Hz	Chequeo de la parada de emergencia	Chequeo del sistema de carga de las baterías	Chequeo de los tiempos de calibración del módulo	Número de horas del horómetro	OBSERVACIONES		
GE 01	CB																				
GE 02	EI																				

Técnico: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



## **4.2 ELABORACION DE CARTILLAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

La condición en que se encuentra una maquinaria revela los trabajos de reparación que deben realizarse, así como la naturaleza y frecuencia de las próximas inspecciones. Al análisis de la inspección debe seguir la implementación de las apropiadas medidas correctivas.

Por lo tanto es de mucha ayuda la información que contendrán las cartillas de inspección de equipos A-CHECK, toda vez que el Jefe de Mantenimiento deberá tomar en cuenta las observaciones que el técnico ha encontrado en los diversos equipos eléctricos, y de ser prioritario, deberá solventar esas observaciones incluyéndolas en las actividades diarias de mantenimiento por desarrollar. Es decir, a las actividades de mantenimiento preventivo que existan diariamente se sumarán las actividades de mantenimiento correctivo detectadas mediante las hojas de inspección A-CHECK.

Para la ejecución de las actividades correctivas se procede a la creación de la cartilla que se denominará ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO C-CHECK ( ver CUADRO No. 31), la cual contiene un bloque superior donde se llenará la información referente a la fecha y hora de inicio del trabajo, así como también los datos correspondientes a la culminación, contiene también un bloque para llenar el(los) nombre(s) del técnico(s) designado(s) para cumplir esa tarea, y posee un espacio donde se detallará el trabajo ha realizar. Al técnico designado le corresponde llenar dos espacios que contiene esta cartilla C-CHECK y es lo que tiene que ver con “actividades adicionales realizadas” en caso de existir, y el espacio de “observaciones” para algún detalle en la ejecución del trabajo.

También las cartillas C-CHECK contienen espacios que deberán ser llenados por el bodeguero en lo que respecta a los repuestos utilizados en este mantenimiento

correctivo. Estas cartillas C-CHECK serán numeradas secuencialmente en la parte superior, e irán ubicadas y plenamente identificadas en el mueble dispensador estratégicamente situado en las instalaciones de mantenimiento de tal manera que puedan tener acceso a ellas todo el personal de esta área, ( ver ANEXO No. 2). Las cartillas C-CHECK se indican al final de este numeral.

Para la descripción de la ejecución del mantenimiento correctivo se hace referencia a los formularios que se desarrollaron en el numeral 3.2 de esta tesis, y que son: formulario PM-02 correspondiente al PEDIDO DE MATERIALES (CUADRO No. 21); formulario EB-03 utilizado para el EGRESO DE BODEGA (CUADRO No. 22) y el formulario RM-04 que corresponde a la REQUISICION DE MATERIALES (CUADRO No. 23). Estos formularios poseen las mismas características y manejos que las enunciadas en el numeral 3.2. El procedimiento para la ejecución del mantenimiento correctivo es el siguiente:

- El Jefe de Mantenimiento revisa las cartillas de inspección A-CHECK y detecta los problemas suscitados en los equipos.
- En forma consecutiva con las demás órdenes de trabajo, utiliza la cartilla C-CHECK describiendo allí el trabajo ha desarrollar y designa a un técnico.
- El técnico previa inspección de los trabajos descritos en la cartilla, solicita los repuestos los cuales son autorizados por el Jefe de Mantenimiento mediante el pedido de materiales en el formulario PM-02.
- El técnico pasa la cartilla C-CHECK junto con el formulario PM-02 al bodeguero, el cual registra en la cartilla de mantenimiento el número de egreso del formulario EB-03, se retiene el original y adjunta la copia del mismo. En este paso el bodeguero también retiene como respaldo para bodega el original del formulario PM-02 y firma en la casilla indicada de la cartilla C-CHECK. Es decir cumplido este paso la cartilla C-CHECK tiene adjunta las copias de los formularios PM-02 y EB-03.

- De no disponer de los repuestos en stock de bodega, el bodeguero comunica al Jefe de Mantenimiento sobre esta situación, el mismo que utiliza el procedimiento de compras mediante el formulario RM-04.
- El técnico designado procede a retirar de la bodega los repuestos correspondientes, firmando el egreso de bodega (formulario EB-03). Adicionalmente retira la cartilla C-CHECK con la documentación adjunta, la misma que la ubica en su casillero personal.
- De requerir otro repuesto, el técnico notifica al Jefe de Mantenimiento el cual procede a elaborar el pedido de materiales (PM-02), lo legaliza y procede de la misma manera que la indicada anteriormente.
- Concluído el trabajo, el técnico firma y entrega al Jefe de Mantenimiento la cartilla de mantenimiento que le fue asignada.
- El Jefe de Mantenimiento revisa y constata los trabajos asignados, controla que los repuestos solicitados se hayan instalado correctamente, verifica las condiciones operativas de todos los sistemas del equipo, tanto los sujetos a los trabajos de reparación como aquellos que no necesariamente estuvieron implicados en el mantenimiento. Registra el tiempo empleado, la fecha y la hora de culminación; y firma esta cartilla de mantenimiento en el recuadro: CONTROL DE CALIDAD REALIZADO POR.

Al final de esta tesis se encuentra el ANEXO No. 4 en el cual está el Resumen del Procedimiento del Mantenimiento Correctivo de un equipo.

A continuación se presenta la cartilla de mantenimiento correctivo C-CHECK.

Los formularios PM-02, EB-03 y RM-04 ya fueron presentados al final del numeral 3.2 de esta tesis.

**CUADRO No. 31**

Universidad San Francisco Planta Física		No :																				
<b><u>ORDEN DE TRABAJO MANTENIMIENTO CORRECTIVO C-CHECK</u></b>																						
CODIGO: <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 200px; height: 15px;"></span>																						
AUTORIZADO POR:	firma:																					
Fecha de Inicio:	Hora:																					
Fecha de Culminación:	Hora:																					
<b>1.- TRABAJO ASIGNADO :</b>																						
<b>2.- ACTIVIDADES ADICIONALES REALIZADAS:</b>																						
<b>3.- REPUESTOS UTILIZADOS :</b>																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">No. EGRESO</th> <th style="width: 25%;">FIRMA BODEGUERO</th> <th style="width: 25%;">No. EGRESO</th> <th style="width: 25%;">FIRMA BODEGUERO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	No. EGRESO	FIRMA BODEGUERO	No. EGRESO	FIRMA BODEGUERO																		
No. EGRESO	FIRMA BODEGUERO	No. EGRESO	FIRMA BODEGUERO																			
<b>4.- OBSERVACIONES:</b>																						
<b>5.- ELECTRICISTA(S) RESPONSABLE(S) :</b>																						
1.- _____	firma: _____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;"> <b>CONTROL DE CALIDAD REALIZADO POR:</b> </td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> </tr> </table>	<b>CONTROL DE CALIDAD REALIZADO POR:</b>																			
<b>CONTROL DE CALIDAD REALIZADO POR:</b>																						
2.- _____	firma: _____																					
3.- _____	firma: _____																					

### **4.3 RECORD HISTORICO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Una vez que el Jefe de Mantenimiento firme la Orden de Trabajo de Mantenimiento Correctivo C-CHECK en la casilla correspondiente a “CONTROL DE CALIDAD REALIZADO POR” , la misma pasará al Asistente de Planta Física el cual llevará adelante dos actividades con la mencionada Orden de Trabajo despachada:

- a) Retroalimentará el archivo RH-05 correspondiente al Record Histórico de Mantenimiento, abierto en el computador para cada uno de los equipos eléctricos codificados (ver CUADRO No. 25). Este archivo, que ya fue mencionado en el numeral 3.4 de esta tesis, albergará la información tanto de los trabajos realizados por Mantenimiento Preventivo, como los trabajos correspondientes al Mantenimiento Correctivo. De esta manera se tiene acceso a la información o récord histórico del mantenimiento del equipo, ya sea por pantalla y/o por impresión.
- b) Una vez que se retroalimente la información en el archivo RH-05, el Asistente de Planta Física procederá a archivar la Orden de Trabajo C-CHECK en la misma carpeta abierta para ese equipo indicada en el numeral 3.4 de esta tesis. De esta manera se tendrá acceso a la información o récord histórico de mantenimiento del equipo directamente con los documentos generados.

En lo que respecta a la información de la columna “Descripción” del archivo RH-05, ésta contendrá el tipo de mantenimiento que se realizó, que en este caso es: “Mantenimiento Correctivo C-CHECK”, indicando la(s) actividad(es) desarrolladas. En la columna correspondiente a “Repuestos” se ingresará únicamente el(los) número(s) de egreso(s) consignado por el Bodeguero en la cartilla de Mantenimiento C-CHECK.

Como en el archivo RH-05 se tiene la información correspondiente al mantenimiento preventivo y correctivo de cada uno de los equipos eléctricos, entonces se puede obtener parámetros estadísticos muy valiosos para el Jefe de Mantenimiento, los que se listan a continuación:

- ✓ Si una actividad de mantenimiento correctivo se repite varias ocasiones, el Jefe de Mantenimiento puede determinar si es falla en la ejecución de los trabajos por parte de los técnicos asignados, en cuyo caso se debería pensar en cursos de actualización o de capacitación para los técnicos, orientado hacia la especialización en que muestran deficiencia.
- ✓ Por igual, si una actividad de mantenimiento correctivo se repite varias ocasiones, y en la columna de “Repuestos” se advierte que un componente se cambia muy a menudo, entonces el Jefe de Mantenimiento puede valorar las siguientes alternativas: que se produzca por una mala instalación, por defecto de la máquina o porque el repuesto es defectuoso. De determinarse que existe mala instalación entonces la capacitación del personal es indispensable. Si la valoración indica que es defecto de la máquina, deberá implementar una revisión profunda de la máquina, y si por último el repuesto es el defectuoso, entonces el Jefe de Mantenimiento puede reclamar al proveedor de dicho repuestos por la calidad del mismo. Con esto también se puede identificar los proveedores más adecuados a los intereses de la Institución. Circunstancia que está dentro de los objetivos establecidos para el área eléctrica.
- ✓ Aprovechando la información del Record Histórico de cada uno de los equipos, mensualmente el Jefe de Mantenimiento deberá presentar un informe al Jefe de Planta Física, en el que se detalle: cantidad de actividades de mantenimiento correctivo atendidas en el mes y el tiempo total empleado en las mismas. Por igual para el caso de las actividades de mantenimiento preventivas. El informe deberá también hacer referencia a actividades correctivas y preventivas con respecto a las áreas de la Universidad, para conocer que instalaciones requieren mayor atención. Y por último, dicho



informe deberá detallar las actividades de mantenimiento preventivo que atenderá el próximo mes.

- ✓ Semestralmente el Jefe de Mantenimiento deberá analizar tanto las actividades de mantenimiento correctivo como las actividades preventivas en su totalidad, es decir que porcentaje del total correspondió a cada una; de tal manera que sirva de referencia para el análisis del próximo semestre. En el sentido que si bien en principio las actividades correctivas pueden tener un porcentaje elevado, con el pasar del tiempo las mismas deben de ir disminuyendo y prevalecer en mayor porcentaje las actividades preventivas. Esa será la mejor medida de la capacidad de gestión del Jefe de Mantenimiento.

## **CAPITULO 5.-**

### **USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA EN LAS INSTALACIONES**

#### **5.1 DIAGNOSTICO ENERGETICO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES**

En este capítulo se busca realizar una gestión energética de tal manera de lograr un uso eficiente de la energía eléctrica en las Instalaciones de la Universidad San Francisco de Quito. Por gestión energética debemos entender que se trata de llevar adelante recomendaciones, cambios o implementaciones de baja inversión y rápida ejecución en los equipos.

El uso eficiente de la energía eléctrica busca ahorros energéticos en la operación de los equipos, es decir un menor consumo de energía eléctrica lo que se traducirá en planillas eléctricas de menor valor, permitiéndole a la Universidad tener importantes beneficios económicos, que canalizados en inversiones educativas (como por ejemplo: equipos audiovisuales, instrumentos para laboratorios, etc.) la harán más competitiva frente a otras Instituciones Universitarias.

Para establecer un diagnóstico energético actual de las instalaciones de la Universidad San Francisco, realizamos un cuadro con la CARGA ELECTRICA POR EDIFICIO (ver CUADRO No. 32), en el cual se aprecia a cada edificio con el inventario de equipos eléctricos y el total de carga instalada. Este cuadro también presenta la carga por iluminación que dispone.

En el cuadro se puede apreciar que el edificio Cicerón es el que mayor carga eléctrica posee, seguido por el edificio Maxwell, y en tercera posición encontramos al

edificio Aristóteles. Esta ubicación guarda relación con lo que se maneja en esos edificios, así: en el edificio Cicerón se encuentra la Biblioteca asistida por 2 equipos de aire acondicionado para sus 1.800 metros cuadrados de extensión; el Teatro Calderón de la Barca que puede albergar a 240 personas en dos niveles también asistida con equipos de aire acondicionado; 6 baños públicos con sus respectivos extractores. Gastronomía con sus 4 restaurantes y cocinas las mismas que disponen de 8 cuartos fríos.

El Maxwell es el edificio que mayor área de construcción posee; en él está la Planta de Alimentos que dispone de 4 cuartos fríos; tiene 2 baños públicos con sus respectivos extractores y el departamento de música con sus aulas antisonoras con acondicionamiento de aire.

Los equipos de aire acondicionado son los que mayor carga instalada poseen con 385 HP, seguido por las bombas de agua con una carga de 87 HP. Los extractores suman una carga total de 36,31 HP, y los cuartos fríos una carga de 10 HP; en tanto que la carga por iluminación en todas las instalaciones de la Universidad es de 479 Kw.

A continuación se presenta el cuadro de CARGA ELECTRICA POR EDIFICIO (CUADRO No. 32).

**CUADRO No. 32**  
**CARGA ELECTRICA POR EDIFICIO**

Edificios	ITEM	CODIGO	EQUIPOS	HP	HP por edificio	HP total	Iluminación Watts				
Aristóteles	1	AI 03 AR	Aire acondicionado Unidad Split de techo	24,00	65,00		62000				
	2	AI 01 AR	Aire acondicionado Unidad Split de techo York	19,00							
	3	AI 02 AR	Aire acondicionado Unidad Split de techo York	19,00							
	4	EX 01 AR	Extractor centrifugado	1							
	5	EX 02 AR	Extractor centrifugado	1,5							
	6	EX 03 AR	Extractor centrifugado	0,5							
Cicerón	7	AI 04 CI	Aire acondicionado Unidad paquete York	94,00	256,41		110000				
	8	AI 05 CI	Aire acondicionado Unidad paquete York	59,00							
	9	AI 06 CI	Aire acondicionado Unidad Split de Ducto	24,00							
	10	AI 07 CI	Aire acondicionado Unidad Split de Ducto	24,00							
	11	BO 01 CI	Bomba cafetería No. 1	15							
	12	BO 02 CI	Bomba cafetería No. 2	15							
	13	CU 01 CI	Cuarto frío de 3 X 3 mts.	1							
	14	CU 02 CI	Cuarto frío de 2,50 X 2,50 mts.	0,75							
	15	CU 03 CI	Cuarto frío de 2 X 2 mts.	0,5							
	16	CU 04 CI	Cuarto frío de 2 X 2 mts.	0,5							
	17	CU 05 CI	Cuarto frío de 2,50 X 2,50 mts.	0,75							
	18	CU 06 CI	Cuarto frío de 3 X 3 mts.	1							
	19	CU 07 CI	Cuarto frío de 2,50 X 2,50 mts.	0,75							
	20	CU 08 CI	Cuarto frío de 2,50 X 2,50 mts.	0,75							
	21	EX 05 CI	Extractor Axial	0,75							
	22	EX 04 CI	Extractor centrifugado	0,16							
	23	EX 06 CI	Extractor centrifugado	5							
	24	EX 07 CI	Extractor centrifugado	5							
	25	EX 12 CI	Extractor Centrifugado	0,5							
	26	EX 09 CI	Extractor Centrifugado	0,5							
	27	EX 08 CI	Extractor Centrifugado Hongo	5							
	28	EX 10 CI	Extractor Centrifugado Hongo	2							
	29	EX 11 CI	Extractor Centrifugado Hongo	0,5							
	Einstein	30	AI 08 EI	Aire acondicionado Unidad paquete Liebert				14,00	14,00		45000

**CUADRO No. 32**  
**CARGA ELECTRICA POR EDIFICIO**

Edificios	ITEM	CODIGO	EQUIPOS	HP	HP por edificio	HP total	Iluminación Watts			
Epicuro	31	BO 03 EP	Bomba Gasebo	12	12	518,31	22000			
Galileo	32	AI 09 GA	Aire acondicionado Unidad Split Consola Pared	9,00	9,16		518,31	42000		
	33	EX 13 GA	Extractor Axial de pared	0,16						
Deportes	34	AI 11 LT	Aire acondicionado Unidad de ventana	10,00	41,75			518,31	58000	
	35	AI 10 LT	Aire acondicionado Unidad Split de ducto	9,00						
	36	AI 12 LT	Aire acondicionado Unidad Split de ducto	17,00						
	37	EX 15 LT	Extractor Axial de pared	0,75						
	38	EX 14 LT	Extractor Centrifugado Hongo	5						
Maxwell	39	AI 13 MA	Aire acondicionado Unidad Paquete Carrier	24,00	79,99				518,31	72000
	40	BO 04 MA	Bomba Maxwell No. 1	15						
	41	BO 05 MA	Bomba Maxwell No. 2	15						
	42	BO 06 MA	Bomba Maxwell No. 3	15						
	43	CU 09 MA	Cuarto frío de 2,50 X 3,50 mts.	0,75						
	44	CU 10 MA	Cuarto frío de 2,50 X 3,50 mts.	0,75						
	45	CU 11 MA	Cuarto frío de 2,50 X 3,50 mts.	0,75						
	46	CU 12 MA	Cuarto frío de 2,50 X 3,50 mts.	0,75						
	47	EX 17 MA	Extractor Axial	0,33						
	48	EX 23 MA	Extractor Centrifugado	0,33						
	49	EX 24 MA	Extractor Centrifugado	0,33						
	50	EX 16 MA	Extractor Centrifugado Hongo	5						
	51	EX 18 MA	Extractor Centrifugado Hongo	0,25						
	52	EX 19 MA	Extractor Centrifugado Hongo	0,25						
	53	EX 20 MA	Extractor Centrifugado Hongo	0,25						
54	EX 21 MA	Extractor Centrifugado Hongo	0,25							
55	EX 22 MA	Extractor Centrifugado Hongo	1							
Newton Plaza	56	CU 13 NP	Cuarto frío de 3 X 3 mts.	1	1,00	518,31	33000			
Miguel Santiago	57	AI 14 MS	Aire acondicionado Unidad paquete York	22,00	39,00		518,31	35000		
	58	AI 15 MS	Aire acondicionado Unidad Split de Ducto	17,00						
						<b>386,7</b>	<b>479,0</b>			
<b>TOTAL EN KILOWATTS :</b>						<b>865,7</b>				

Por lo tanto tomando en consideración la carga instalada, los principales equipos sobre los que se presentará un diagnóstico actual son: equipos de aire acondicionado, extractores, bombas de agua y la iluminación en las diferentes instalaciones de la Universidad.

### **5.1.1 EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO**

Con respecto a su mantenimiento debemos indicar que no se ha realizado una verdadera actividad de mantenimiento preventivo por la forma de trabajo que tienen y más bien son atendidos cuando empiezan a presentar problemas; hace falta una atención programada en cuanto a su mantenimiento.

### **5.1.2 EXTRACTORES**

Es necesario recalibrar los timer de encendido y apagado de los mismos, para que funcionen en períodos establecidos. Hay extractores que no tienen los timer de control por lo que es necesaria su instalación. En cuanto a su mantenimiento los extractores requieren por igual de una atención programada, ya que la falta de limpieza ha acumulado polvo y suciedad, la misma que con el tiempo ha desbalanceado las aspas y por lo tanto se requiere cambios urgentes de rodamientos.

### **5.1.3 BOMBAS**

Es necesario controlar en forma eficiente el funcionamiento de las bombas de agua, controlando los problemas de plomería que se tiene en las diferentes partes de las instalaciones de la Universidad. Y es que la pérdida de agua por llaves deficientes o mal cerradas especialmente en los baños, inducen a un funcionamiento más continuo de las mismas. Adicionalmente se requiere que se implemente el circuito de funcionamiento alternado entre ellas.

#### **5.1.4 ILUMINACION**

Tanto las aulas como los laboratorios de los diferentes edificios de la Universidad poseen luminarias con tubos fluorescentes; en lo que tiene relación con las oficinas aproximadamente el 60 por ciento disponen de luminarias con tubos fluorescentes y el restante 40 por ciento están alumbradas con luminarias incandescentes. Los baños públicos de la Universidad son atendidos con luminarias con tubos fluorescentes y los baños del personal docente y administrativo con luminarias incandescentes.

Los pasillos y halles tienen instalados luminarias incandescentes, así como los teatros de eventos y reuniones. El Coliseo dispone de luminarias de vapor de mercurio, al igual que las luminarias que iluminan las áreas verdes de la Universidad. En los diferentes restaurantes se tiene iluminación incandescente.

Las luminarias incandescentes instaladas en varias partes de la Universidad, requieren ser reemplazadas toda vez que el mal estado del cristal disminuye la intensidad de las mismas, en tanto que hay algunas luminarias con tubos fluorescentes que requieren del cambio del translúcido, por cuanto ha perdido sus características de transparencia.

#### **5.2 IDENTIFICACION DE LOS CENTROS DE MAYOR CONSUMO**

Las instalaciones de la Universidad San Francisco están destinadas para actividades docentes, administrativas, eventos culturales, convenciones, seminarios, por lo que sus aulas, auditorios, teatros, restaurantes, laboratorios funcionarán brindando toda su capacidad de carga instalada de tal manera de dar bienestar a sus ocupantes.

Puesto que tenemos que realizar una gestión energética de tal manera de lograr un uso eficiente de la energía en las instalaciones de la Universidad, es necesario en esta parte identificar los centros de mayor consumo, para lo cual se lleva adelante un registro diario de consumo de energía de las cargas que disponemos en cada edificio, por lo que utilizaremos como base la información del CUADRO No. 32 para llenar la información descrita en el CUADRO No. 33, que se presenta más adelante.

Como se puede apreciar en los datos obtenidos en el CUADRO No. 33, los equipos de aire acondicionado son los que más consumo de energía presentan, especialmente los dos aires acondicionados de la Biblioteca, circunstancia que se debe a que la misma tiene una superficie de 1.800 metros cuadrados y presta atención al público 14 horas diarias. También hay un consumo elevado de energía por parte de tres extractores de aire ubicados en el Coliseo, Planta de Alimentos y Gastronomía, debido a que no disponen de timer razón por la cual les accionan a primeras horas de la mañana y quedan operando hasta que la guardianía los desconecta cuando cierran por la noche las diferentes instalaciones de la Universidad. Las bombas de agua son otros centros de alto consumo de energía, ya que las mismas proporcionan agua desde tres cisternas a todas las instalaciones de esta Institución.

Identificados los centros de mayor consumo, más adelante se harán las recomendaciones de acciones e implementación de mejoras a las autoridades de la Universidad.

A continuación se presenta el cuadro de REGISTRO DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA DE LOS EQUIPOS. (CUADRO No. 33).



## REGISTRO DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA DE LOS EQUIPOS

Edificios	ITEM	CODIGO	EQUIPOS	DIA : Lunes						Promedio diario Kw	Tiempo de funciona Horas	Energía Kw- Hora
				Hora de lectura: 9H:00		Hora de lectura: 15H:00		Hora de lectura: 20H:00				
				Lectura Amps.	Consumo X1,73X 0,189 Kw	Lectura Amps.	Consumo X1,73X 0,189 Kw	Lectura Amps.	Consumo X1,73X 0,189 Kw			
Aristóteles	1	AI 03 AR	Aire acondicionado Unidad Split de techo	25	8,628	26	8,974	0	0,000	17,602	6	105,611
	2	AI 01 AR	Aire acondicionado Unidad Split de techo York	10	3,451	11	3,796	0	0,000	7,248	6	43,487
	3	AI 02 AR	Aire acondicionado Unidad Split de techo York	10	3,451	10	3,451	0	0,000	6,903	5	34,514
	4	EX 01 AR	Extractor centrifugado	6	2,071	7	2,416	0	0,000	4,487	7	31,407
	5	EX 02 AR	Extractor centrifugado	9	3,106	9	3,106	0	0,000	6,212	7	43,487
	6	EX 03 AR	Extractor centrifugado	4	1,381	5	1,726	0	0,000	3,106	5	15,531
Cicerón	7	AI 04 CI	Aire acondicionado Unidad paquete York	18	6,212	19	6,558	18	6,212	18,982	10	189,824
	8	AI 05 CI	Aire acondicionado Unidad paquete York	25	8,628	26	8,974	25	8,628	26,230	10	262,303
	9	AI 06 CI	Aire acondicionado Unidad Split de Ducto	25	8,628	25	8,628	0	0,000	17,257	5	86,284
	10	AI 07 CI	Aire acondicionado Unidad Split de Ducto	22	7,593	23	7,938	0	0,000	15,531	4	62,124
	11	BO 01 CI	Bomba cafetería No. 1	34	11,735	35	12,080	32	11,044	34,859	4	139,435
	12	BO 02 CI	Bomba cafetería No. 2	36	12,425	36	12,425	35	12,080	36,929	4	147,718
	13	CU 01 CI	Cuarto frío de 3 X 3 mts.	12	4,142	13	4,487	12	4,142	12,770	8	102,160
	14	CU 02 CI	Cuarto frío de 2,50 X 2,50 mts.	9	3,106	8	2,761	9	3,106	8,974	8	71,788
	15	CU 03 CI	Cuarto frío de 2 X 2 mts.	7	2,416	8	2,761	7	2,416	7,593	8	60,744
	16	CU 04 CI	Cuarto frío de 2 X 2 mts.	7	2,416	7	2,416	7	2,416	7,248	8	57,983
	17	CU 05 CI	Cuarto frío de 2,50 X 2,50 mts.	8	2,761	8	2,761	8	2,761	8,283	8	66,266
	18	CU 06 CI	Cuarto frío de 3 X 3 mts.	12	4,142	13	4,487	12	4,142	12,770	8	102,160
	19	CU 07 CI	Cuarto frío de 2,50 X 2,50 mts.	9	3,106	9	3,106	9	3,106	9,319	8	74,549
	20	CU 08 CI	Cuarto frío de 2,50 X 2,50 mts.	8	2,761	9	3,106	8	2,761	8,628	8	69,027
	21	EX 05 CI	Extractor Axial	5	1,726	6	2,071	0	0,000	3,796	9	34,168

**CUADRO No. 33**  
**REGISTRO DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA DE LOS EQUIPOS**

Edificios	ITEM	CODIGO	EQUIPOS	DIA : Lunes						Promedio diario Kw	Tiempo de funciona Horas	Energía Kw- Hora
				Hora de lectura: 9H:00		Hora de lectura: 15H:00		Hora de lectura: 20H:00				
				Lectura Amps.	Consumo X1,73X 0,189 Kw	Lectura Amps.	Consumo X1,73X 0,189 Kw	Lectura Amps.	Consumo X1,73X 0,189 Kw			
Cicerón	22	EX 04 CI	Extractor centrifugado	3	1,035	3	1,035	0	0,000	2,071	9	18,637
	23	EX 06 CI	Extractor centrifugado	13	4,487	12	4,142	0	0,000	8,628	4	34,514
	24	EX 07 CI	Extractor centrifugado	14	4,832	15	5,177	0	0,000	10,009	4	40,036
	25	EX 12 CI	Extractor Centrifugado	4	1,381	4	1,381	0	0,000	2,761	4	11,044
	26	EX 09 CI	Extractor Centrifugado	5	1,726	6	2,071	0	0,000	3,796	4	15,186
	27	EX 08 CI	Extractor Centrifugado Hongo	12	4,142	13	4,487	0	0,000	8,628	6	51,770
	28	EX 10 CI	Extractor Centrifugado Hongo	9	3,106	8	2,761	9	3,106	8,974	16	143,576
	29	EX 11 CI	Extractor Centrifugado Hongo	5	1,726	5	1,726	0	0,000	3,451	4	13,805
Einstein	30	AI 08 EI	Aire acondicionado Unidad paquete Liebert	12	4,142	11	3,796	12	4,142	12,080	14	169,116
Epicuro	31	BO 03 EP	Bomba Gasebo	32	11,044	33	11,389	32	11,044	33,478	4	133,912
Galileo	32	AI 09 GA	Aire acondicionado Unidad Split Consola Pared	23	7,938	22	7,593	0	0,000	15,531	4	62,124
	33	EX 13 GA	Extractor Axial de pared	5	1,726	6	2,071	0	0,000	3,796	4	15,186
Deportes	34	AI 11 LT	Aire acondicionado Unidad de ventana	25	8,628	26	8,974	0	0,000	17,602	6	105,611
	35	AI 10 LT	Aire acondicionado Unidad Split de ducto	22	7,593	21	7,248	0	0,000	14,841	6	89,045
	36	AI 12 LT	Aire acondicionado Unidad Split de ducto	15	5,177	14	4,832	0	0,000	10,009	6	60,053
	37	EX 15 LT	Extractor Axial de pared	5	1,726	5	1,726	0	0,000	3,451	3	10,354
	38	EX 14 LT	Extractor Centrifugado Hongo	13	4,487	12	4,142	12	4,142	12,770	16	204,320
Maxwell	39	AI 13 MA	Aire acondicionado Unidad Paquete Carrier	22	7,593	23	7,938	0	0,000	15,531	5	77,655
	40	BO 04 MA	Bomba Maxwell No. 1	35	12,080	36	12,425	35	12,080	36,584	4	146,337
	41	BO 05 MA	Bomba Maxwell No. 2	34	11,735	33	11,389	35	12,080	35,204	4	140,815
	42	BO 06 MA	Bomba Maxwell No. 3	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0,000	4	0,000

**CUADRO No. 33**  
**REGISTRO DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA DE LOS EQUIPOS**

Edificios	ITEM	CODIGO	EQUIPOS	DIA : Lunes						Promedio diario Kw	Tiempo de funciona Horas	Energía Kw- Hora
				Hora de lectura: 9H:00		Hora de lectura: 15H:00		Hora de lectura: 20H:00				
				Lectura Amps.	Consumo X1,73X 0,189 Kw	Lectura Amps.	Consumo X1,73X 0,189 Kw	Lectura Amps.	Consumo X1,73X 0,189 Kw			
Maxwell	43	CU 09 MA	Cuarto frío de 2,50 X 3,50 mts.	8	2,761	9	3,106	8	2,761	8,628	5	43,142
	44	CU 10 MA	Cuarto frío de 2,50 X 3,50 mts.	9	3,106	8	2,761	9	3,106	8,974	5	44,868
	45	CU 11 MA	Cuarto frío de 2,50 X 3,50 mts.	8	2,761	9	3,106	8	2,761	8,628	5	43,142
	46	CU 12 MA	Cuarto frío de 2,50 X 3,50 mts.	8	2,761	8	2,761	8	2,761	8,283	5	41,416
	47	EX 17 MA	Extractor Axial	4	1,381	4	1,381	0	0,000	2,761	5	13,805
	48	EX 23 MA	Extractor Centrifugado	3	1,035	4	1,381	0	0,000	2,416	4	9,664
	49	EX 24 MA	Extractor Centrifugado	4	1,381	5	1,726	0	0,000	3,106	4	12,425
	50	EX 16 MA	Extractor Centrifugado Hongo	12	4,142	13	4,487	12	4,142	12,770	16	204,320
	51	EX 18 MA	Extractor Centrifugado Hongo	3	1,035	3	1,035	0	0,000	2,071	4	8,283
	52	EX 19 MA	Extractor Centrifugado Hongo	2	0,690	2	0,690	0	0,000	1,381	6	8,283
	53	EX 20 MA	Extractor Centrifugado Hongo	3	1,035	2	0,690	0	0,000	1,726	6	10,354
	54	EX 21 MA	Extractor Centrifugado Hongo	3	1,035	3	1,035	0	0,000	2,071	4	8,283
55	EX 22 MA	Extractor Centrifugado Hongo	6	2,071	7	2,416	0	0,000	4,487	4	17,947	
Newton Plaza	56	CU 13 NP	Cuarto frío de 3 X 3 mts.	12	4,142	13	4,487	12	4,142	12,770	5	63,850
Miguel Santiago	57	AI 14 MS	Aire acondicionado Unidad paquete York	25	8,628	24	8,283	0	0,000	16,912	5	84,558
	58	AI 15 MS	Aire acondicionado Unidad Split de Ducto	10	3,451	11	3,796	0	0,000	7,248	5	36,239

### **5.3 RECOMENDACIONES DE ACCIONES E IMPLEMENTACION DE MEJORAS**

El éxito de las empresas depende más que de ninguna otra cosa, de la generación de un entorno favorable para su desarrollo. Y es que las acciones para mejorar el consumo eléctrico de la Universidad San Francisco de Quito deben estar orientadas a crear una cultura en el personal que siga el proceso y que luego no se olvide y así mismo, manejar una estrategia en la venta de la idea de eficiencia energética, cuando se la presenta a las autoridades de la Universidad.

La energía es útil si es utilizada, y para ser competitivos debemos depender de una energía barata. Por lo tanto, debemos comprender que factores nos hacen competitivos y entre esos está:

- Disposición al cambio e innovación permanente.
- Uso óptimo de los recursos humanos y tecnológicos: No usar menos sino usar mejor.
- Motivación de los empleados y obtención del compromiso de ellos.

Tomando en cuenta lo expuesto anteriormente, a continuación se presentan recomendaciones de acciones para las autoridades de la Universidad San Francisco, con el fin de hacer un uso eficiente de la energía eléctrica en las instalaciones, siendo estas las siguientes:

1. Conformación del comité de energía.
2. Efectuar un diagnóstico energético.
3. Identificación de los centros de costos.
4. Monitoreo de los energéticos en condiciones actuales.
5. Formulación y aplicación de acciones.

Tomando en consideración este último punto, y la identificación de los centros de mayor consumo energético de las instalaciones de la Universidad indicadas en el numeral 5.2 de esta tesis, se presentan a continuación las principales recomendaciones de mejoras tendientes a un uso eficiente de la energía:

- a) En lo que tiene relación a los equipos de aire acondicionado, dado que el consumo de energía eléctrica es alta, se recomienda utilizar variadores de frecuencia para lograr la velocidad que se requiere. Con esto el consumo de energía eléctrica del equipo disminuirá hasta un 33%.<sup>7</sup>
- b) Instalación de timers en extractores de aire que actualmente no disponen de esos elementos. Con esto se controlará el tiempo de funcionamiento de estos equipos y por ende disminuirá su consumo de energía eléctrica.
- c) Cambio de luminarias incandescentes en los pasillos y halles, cambiando el tipo de foco por focos ahorradores de energía, que permitirá la reducción del consumo. También se deben cambiar los difusores de algunas luminarias, toda vez que su transparencia ha desmejorado afectando la iluminación.
- d) Instalación de luces con sensores automáticos de presencia, en lugar de luminarias que permanecen encendidas, como son los pasos entre edificios.
- e) Reubicación de luminarias para alcanzar con iluminación a otros sectores y evitar operar luces inapropiadas. Esto se debe ejecutar primordialmente en los pasillos.
- f) Una de las principales acciones es actuar sobre el funcionamiento de las bombas de agua. Es decir vigilar que el funcionamiento de las mismas sea el adecuado, y para esto es necesario vigilar que las tomas de agua de las distintas piezas sanitarias, estén operando en forma correcta ya que muchas de ellas no cortan el flujo de agua manteniéndose un goteo permanente, lo cual obliga a un funcionamiento seguido de las bombas y por ende a un consumo mayor de energía. Corrigiendo las tomas de agua mal cerradas o dañadas disminuirá la operación de las bombas de agua.

---

<sup>7</sup> SALDARRIAGA, Carlos; "Gestión de la Energía". CORPEI – ECOBUSINESS. Ecuador. 2007

- g) Otra acción recomendada es la correcta calibración de los temporizadores que tienen a cargo el funcionamiento tanto de los equipos de aire acondicionado como de los extractores, repartidos en las diferentes instalaciones de la Universidad.

#### **5.4 ANALISIS COSTO - BENEFICIO**

El uso eficiente de la energía eléctrica no consiste en usar menos sino usar mejor los diferentes equipos eléctricos, por lo que la gestión energética (recomendaciones, cambios o implementaciones) en las Instalaciones de la Universidad San Francisco, estarán orientadas a que con una baja inversión y rápida ejecución en los equipos, se logre ahorros energéticos.

Ahora bien, un cambio tiene un costo pero el beneficio de ese cambio deberá ser mejor que la inversión realizada, circunstancia que es la base para llevar adelante implementaciones y recomendaciones, y que se determinará en un análisis costo – beneficio que a continuación se detalla.

Tomando en cuenta las recomendaciones expuestas en el numeral 5.3 de esta tesis, se elabora el CUADRO No. 34 (“COSTO DE LA INVERSION DE MEJORAS”) en el que se presenta los costos de: los variadores únicamente para los dos aires acondicionados de la Biblioteca; de los timers de los tres extractores de aire que no disponen de esos elementos y el cambio de focos incandescentes por focos ahorradores en diferentes sitios de la Universidad. Es decir se ha considerado estas recomendaciones como un primer paso, toda vez que las mismas requieren únicamente de instalación, en tanto que las otras recomendaciones requieren de una etapa previa de mantenimiento o de obras civiles complementarias.

A continuación se presenta el CUADRO No. 34:

**CUADRO No. 34**  
**COSTO DE LA INVERSION DEMEJORAS**

Edificios	variadores	costo \$	subtotal \$	Timers	costo \$	subtotal \$	focos ahorrador	costo \$	subtotal \$	Total por edificios
Aristóteles							15	2,76	41,40	41,40
Cicerón	2	7080,00	14160,00	1	52,00	52,00	42	2,76	115,92	14327,92
Casa Blanca							9	2,76	24,84	24,84
Clínica Odontológica							35	2,76	96,60	96,60
Casa Tomate							24	2,76	66,24	66,24
Clínica Universitaria							17	2,76	46,92	46,92
Da Vinci							45	2,76	124,20	124,20
Einstein							10	2,76	27,60	27,60
Epicuro							6	2,76	16,56	16,56
Eugenio Espejo							15	2,76	41,40	41,40
Galileo							16	2,76	44,16	44,16
Deportes				1	52,00	52,00	7	2,76	19,32	71,32
Maxwell				1	52,00	52,00	60	2,76	165,60	217,60
Miguel de Santiago							20	2,76	55,20	55,20
Newton							12	2,76	33,12	33,12
Newton Plaza							6	2,76	16,56	16,56
Planta Física							4	2,76	11,04	11,04
Sócrates							7	2,76	19,32	19,32
			14160,00			156,00			966,00	
<b>TOTAL</b>			<b>15.282,00 dólares</b>							

De acuerdo al cuadro, el costo de un primer grupo de recomendaciones tendientes a lograr ahorros energéticos es de \$ 15.282,00 dólares, valor que deberá ser recuperado en un plazo no mayor de 2 años, en el caso de que los directivos de la Universidad San Francisco lo aprueben.

Calculados los costos de las recomendaciones, a continuación analizaremos los beneficios para lo cual calculamos el pago del consumo en las condiciones actuales valor del que restaremos el cálculo del pago del consumo que se tendría si se efectúan las implementaciones de mejoras, diferencia conocida como beneficio. Para los cálculos que se describen a continuación utilizaremos el costo del Kwh que se obtiene de las planillas de la Empresa Eléctrica Quito, costo que se ha mantenido fijo conforme las tres últimas planillas (Octubre, Noviembre y Diciembre / 2007) en el valor de \$ 0,058 / Kwh. En el CUADRO No. 35 se realizan los siguientes cálculos:

- Ejemplo: 15 focos incandescentes de 100W  
\$ mensuales consumidos=  $1,5\text{Kw} \times 5\text{h/día} \times 0,058 \text{ \$/Kwh} \times 30\text{días} = \$ 13,05$
- Ejemplo: Aire Acondicionado código AI 04 CI  
del CUADRO No. 33 se obtiene los Kw promedio diario= 18,98 Kw  
\$ mensuales consumidos= $18,98\text{Kw} \times 10\text{h/día} \times 0,058\text{\$/Kwh} \times 30\text{días} = \$ 330,29$
- Extractor código EX 10 CI  
del CUADRO No. 33 se obtiene los Kw promedio diario= 8,97 Kw  
\$ mensuales consumidos= $8,97\text{Kw} \times 16\text{h/día} \times 0,058\text{\$/Kwh} \times 30\text{días} = \$ 249,82$

Por lo tanto en el CUADRO No. 35 se calcula el COSTO ACTUAL DE ENERGIA CONSUMIDA, en tanto que en el CUADRO No. 36 se calcula el COSTO DE ENERGIA CONSUMIDA IMPLEMENTANDO LAS MEJORAS (para este último cuadro se toma en cuenta la mejoras implementadas).

Los CUADROS No. 35 y 36 se presentan a continuación:



**CUADRO No. 35**

<b>COSTO ACTUAL DE ENERGIA CONSUMIDA</b>							
<b>Edificios</b>	<b>Equipos sobre los que se hace las recomendaciones</b>	<b>Promedio diario Kw</b>	<b>Tiempo de funciona horas</b>	<b>Energía Kw-hora</b>	<b>EEQ Kwh</b>	<b>costo diario \$</b>	<b>costo mensual \$</b>
<b>Aristóteles</b>	15 focos incandescentes de 100 W c/u	1,50	5	7,50	0,058	0,44	13,05
<b>Cicerón</b>	Aire acondicionado código AI 04 CI	18,98	10	189,82	0,058	11,01	330,29
	Aire acondicionado código AI 05 CI	26,23	10	262,30	0,058	15,21	456,41
	Extractor código EX 10 CI	8,97	16	143,58	0,058	8,33	249,82
	42 focos incandescentes de 100 W c/u	4,20	5	21,00	0,058	1,22	36,54
<b>Casa Blanca</b>	9 focos incandescentes de 100 W c/u	0,90	5	4,50	0,058	0,26	7,83
<b>Clínica Odontológica</b>	35 focos incandescentes de 100 W c/u	3,50	3	10,50	0,058	0,61	18,27
<b>Casa Tomate</b>	24 focos incandescentes de 100 W c/u	2,40	3	7,20	0,058	0,42	12,53
<b>Clínica Universitaria</b>	17 focos incandescentes de 100 W c/u	1,70	5	8,50	0,058	0,49	14,79
<b>Da Vinci</b>	45 focos incandescentes de 100 W c/u	4,50	5	22,50	0,058	1,31	39,15
<b>Einstein</b>	10 focos incandescentes de 100 W c/u	1,00	5	5,00	0,058	0,29	8,70
<b>Epicuro</b>	6 focos incandescentes de 100 W c/u	0,60	5	3,00	0,058	0,17	5,22
<b>Eugenio Espejo</b>	15 focos incandescentes de 100 W c/u	1,50	5	7,50	0,058	0,44	13,05
<b>Galileo</b>	16 focos incandescentes de 100 W c/u	1,60	6	9,60	0,058	0,56	16,70
<b>Deportes</b>	Extractor código EX 14 LT	12,77	16	204,32	0,058	11,85	355,52
	7 focos incandescentes de 100 W c/u	0,70	3	2,10	0,058	0,12	3,65
<b>Maxwell</b>	Extractor código EX 16 MA	12,77	16	204,32	0,058	11,85	355,52
	60 focos incandescentes de 100 W c/u	6,00	5	30,00	0,058	1,74	52,20
<b>Miguel de Santiago</b>	20 focos incandescentes de 100 W c/u	2,00	6	12,00	0,058	0,70	20,88
<b>Newton</b>	12 focos incandescentes de 100 W c/u	1,20	5	6,00	0,058	0,35	10,44
<b>Newton Plaza</b>	6 focos incandescentes de 100 W c/u	0,60	5	3,00	0,058	0,17	5,22
<b>Planta Física</b>	4 focos incandescentes de 100 W c/u	0,40	2	0,80	0,058	0,05	1,39
<b>Sócrates</b>	7 focos incandescentes de 100 W c/u	0,70	5	3,50	0,058	0,20	6,09
						<b>Total</b>	<b>\$ 2033,26</b>

**CUADRO No. 36****COSTO DE ENERGIA CONSUMIDA IMPLEMENTANDO LAS MEJORAS**

<b>Edificios</b>	<b>Equipos sobre los que se hace las recomendaciones</b>	<b>Mejora implementada</b>	<b>Promedio diario Kw</b>	<b>Tiempo de funciona horas</b>	<b>Energía Kw-hora</b>	<b>EEQ Kwh</b>	<b>costo diario \$</b>	<b>costo mensual \$</b>
<b>Aristóteles</b>	15 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	0,30	5	1,50	0,058	0,09	2,61
<b>Cicerón</b>	Aire acondicionado código AI 04 CI	Disminuye su carga en un 33 %	12,71	10	127,10	0,058	7,37	221,15
	Aire acondicionado código AI 05 CI	Disminuye su carga en un 33 %	17,57	10	175,70	0,058	10,19	305,72
	Extractor código EX 10 CI	Disminuye el tiempo de funcionamiento	8,97	6	53,84	0,058	3,12	93,68
	42 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	0,84	5	4,20	0,058	0,24	7,31
<b>Casa Blanca</b>	9 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	0,18	5	0,90	0,058	0,05	1,57
<b>Clínica Odontológica</b>	35 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	0,70	3	2,10	0,058	0,12	3,65
<b>Casa Tomate</b>	24 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	0,48	3	1,44	0,058	0,08	2,51
<b>Clínica Universitaria</b>	17 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	0,34	5	1,70	0,058	0,10	2,96
<b>Da Vinci</b>	45 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	0,90	5	4,50	0,058	0,26	7,83
<b>Einstein</b>	10 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	0,20	5	1,00	0,058	0,06	1,74
<b>Epicuro</b>	6 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	0,12	5	0,60	0,058	0,03	1,04
<b>Eugenio Espejo</b>	15 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	0,30	5	1,50	0,058	0,09	2,61
<b>Galileo</b>	16 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	0,32	6	1,92	0,058	0,11	3,34
<b>Deportes</b>	Extractor código EX 14 LT	Disminuye el tiempo de funcionamiento	12,77	5	63,85	0,058	3,70	111,10
	7 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	0,14	3	0,42	0,058	0,02	0,73
<b>Maxwell</b>	Extractor código EX 16 MA	Disminuye el tiempo de funcionamiento	12,77	4	51,08	0,058	2,96	88,88
	60 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	1,20	5	6,00	0,058	0,35	10,44
<b>Miguel de Santiago</b>	20 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	0,40	6	2,40	0,058	0,14	4,18
<b>Newton</b>	12 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	0,24	5	1,20	0,058	0,07	2,09
<b>Newton Plaza</b>	6 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	0,12	5	0,60	0,058	0,03	1,04
<b>Planta Física</b>	4 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	0,08	2	0,16	0,058	0,01	0,28
<b>Sócrates</b>	7 focos incandescentes de 20 W c/u	Disminuye de 100 W a 20 W	0,14	5	0,70	0,058	0,04	1,22
<b>Total</b>							<b>\$</b>	<b>877,68</b>

El beneficio conforme los cálculos realizados en los anteriores cuadros es de :

Cuadro No. 35 = \$ 2.033,26

Cuadro No. 36 = \$ 877,68

Beneficio = \$ 1.155,58

Por lo tanto si los directivos de la Universidad San Francisco de Quito deciden implementar el grupo de mejoras recomendadas a fin de lograr un uso eficiente de la energía eléctrica, obtendrán un ahorro mensual de \$ 1.155,58 dólares.

Por otro lado, la inversión ( \$ 15.282,00 dólares) que se debe realizar para implementar las mejoras descritas en el CUADRO No. 34 se recuperará en 13 meses.

Es importante también analizar que si se lleva adelante un buen mantenimiento de las tomas de agua de las distintas piezas sanitarias, con el propósito de que estén operando en forma correcta, el funcionamiento de las bombas de agua se reduce, lo que sin duda permitirá que sus componentes como son sellos y contactores de arranque aumenten su período de vida útil; es decir hay ahorro de dinero, por cuanto los períodos de mantenimiento se alargan.

Por lo tanto si las autoridades de la Universidad San Francisco de Quito deciden acoger las recomendaciones de acciones e implementación de mejoras indicadas en este capítulo, pueden llegar a obtener beneficios económicos del uso eficiente de la energía eléctrica.

Aunque en este capítulo se ha hecho un análisis preliminar del uso eficiente de la energía eléctrica, se debería hacer un estudio profundo del tema, y muy bien puede ser tema de otra tesis.

## **CAPITULO 6.-**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 CONCLUSIONES**

En la elaboración de la presente tesis se advierte las siguientes conclusiones:

- Es indispensable implementar un programa de mantenimiento del equipo eléctrico de la Universidad San Francisco de Quito, toda vez que actualmente este centro educativo lleva el mantenimiento atendiendo los pedidos diarios que surgen, sin una estructura que le permita medir su desempeño, la capacidad de los técnicos, record o historiales de mantenimiento y por ende sin poder dar esa seguridad que la comunidad universitaria requiere para su normal y buen desarrollo de las actividades docentes y administrativas.
- Decididamente la implementación de un programa de mantenimiento preventivo es vital en toda Institución, porque ayuda a prevenir fallas que pueden surgir ocasionando paralizaciones costosas y molestosas que causa insatisfacción en los clientes y una mala imagen dentro de este mundo cada vez más competitivo. Actualmente el mantenimiento preventivo que lleva la Universidad San Francisco de Quito sobre ciertos equipos eléctricos (equipos de aire acondicionado, generadores) está basado en indicaciones tendientes más a limpieza, sin aplicar planificación ni criterios técnicos fundamentales afianzados con los datos técnicos que contienen los manuales de los equipos.
- Siendo el Jefe de Mantenimiento dentro de la Institución, el que tiene la gran responsabilidad de llevar adelante un programa de mantenimiento de los bienes o equipos de una empresa o Institución, entonces la Universidad San

Francisco de Quito debe proporcionarle personal técnico idóneo, que se identifique con los buenos propósitos que maneje el Jefe de Mantenimiento.

- Es vital la presentación que haga el Jefe de Mantenimiento a las autoridades de la Institución, sobre la importancia del mantenimiento preventivo de los equipos y de la inversión que requiere para llevar adelante su propósito. Es decir vender la idea de que el mantenimiento preventivo de equipos es una inversión y no un gasto, que garantizará la productividad, seguridad y bienestar de los elementos de la Institución.
- Dentro de las actividades del Jefe de Mantenimiento se advierte que es muy importante la inspección de los trabajos que estén desarrollando los técnicos, tanto por control como para confirmar en el sitio, la mejor alternativa en la resolución de un problema.
- Se aprecia que es muy importante la información registrada en el historial de cada equipo, toda vez que de ahí el Jefe de Mantenimiento podrá obtener datos estadísticos que le permitan evaluar el estado de los equipos a mediano y largo plazo, lo que sin duda servirá para la elaboración de presupuestos del área. Así mismo servirá como análisis del tipo de capacitación que requieren los técnicos, así como los proveedores de repuestos que más convienen a los intereses de la Institución.
- En el desarrollo tanto del procedimiento del mantenimiento preventivo como correctivo, se advierte el papel fundamental que cumple la Bodega de Materiales, en la dotación de repuestos a fin de que los mantenimientos se ejecuten conforme a lo planeado. Por lo tanto el Jefe de Mantenimiento debe mantener informado al bodeguero sobre los mantenimientos mensuales que se van a ejecutar y de esta manera prevenga los repuestos que debe disponer bodega en determinadas fechas.

- Debe existir un informe mensual que emita el Jefe de Mantenimiento el cual es de mucha importancia ya que utilizando datos concisos, dará a conocer la labor desarrollada por el área, los trabajos por desarrollar en el mes venidero y las metas que se vayan alcanzando, conforme a acuerdos logrados con las autoridades.
- La metodología demostrada en el desarrollo de esta tesis tanto para mantenimiento preventivo como para correctivo, establece procedimientos confiables y seguros, para la buena conservación y preservación de los equipos e instalaciones eléctricas de la Universidad San Francisco de Quito, que unidos a las conclusiones y recomendaciones dadas en esta tesis, proveerán tiempos cada vez más cortos en la preparación y ejecución de las actividades de mantenimiento.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

Dentro de las recomendaciones se expone las siguientes:

- Es recomendable que se implemente un programa de mantenimiento de los equipos eléctricos no solamente a nivel de la Universidad San Francisco de Quito, sino a nivel de otras Universidades del país, porque un programa de mantenimiento brinda seguridad a las instalaciones de una Institución y por ende a las personas que están a diario o visitan las instalaciones de un centro educativo.
- A más de recomendar que la Universidad San Francisco de Quito implemente un plan de mantenimiento para sus equipos eléctricos, se debe recomendar

que se haga un seguimiento de dicha implementación con el apoyo muy decisivo y cercano de las principales autoridades de la Universidad, ya que un cambio en la metodología de trabajo, puede generar resistencia en el personal técnico, lo cual puede contribuir al fracaso del mismo.

- En el capítulo quinto se analiza el uso eficiente de la energía eléctrica en las instalaciones de la Universidad San Francisco de Quito, como un tema paralelo al objetivo de esta tesis que es la implementación del plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de los equipos eléctricos de esta Institución. Pues, es recomendable un tema de mayor magnitud que tenga así mismo relación con el uso eficiente de la energía eléctrica pero denominado: “MANTENIMIENTO ENERGICO” que bien puede ser aplicado a las propias instalaciones de la Universidad San Francisco.
- Para cumplir plenamente con sus propósitos, el Jefe de Mantenimiento debe comenzar con la organización “casa adentro”. Es decir recopilar toda la información existente de equipos (catálogos, manuales, planos), inventariar los mismos y mediante codificación organizarles en el sitio donde estarán ubicados. Luego es indispensable que el Jefe de Mantenimiento enseñe a los técnicos el uso del manejo de manuales de lo equipos. Es decir que los técnicos pierdan el miedo y puedan por si solos consultar cuando la circunstancia así lo requiera.
- Dentro de la organización “casa adentro” que lleve adelante el Jefe de Mantenimiento debe proveer de las herramientas mínimas necesarias para el desempeño adecuado de las tareas de los técnicos. Y cada año como parte del presupuesto del área, incluir la compra de nuevos aparatos de medición ( megger, secuencímetro, etc) necesarios para el cumplimiento del trabajo.

- Parte fundamental en el desenvolvimiento de la actividad de mantenimiento es el de vigilar la seguridad en el cumplimiento de determinados trabajos, tales como: protección de los espacios cuando se trabaja en áreas públicas, en pozos o con escaleras, etc. Por lo tanto es necesaria también la dotación de implementos de seguridad para trabajos con electricidad como son: guantes aislados, casco, calzado aislado, cinturón de seguridad, etc.



## BIBLIOGRAFIA

1. COMISION ON COLLEGES SOUTHERN ASSOCIATION OF COLLEGES AND SCHOOLS. "Principles of Accreditation: Foundations for Quality Enhancement". Estados Unidos. 2001.
2. LEZANA, Emilio; "Curso Superior de Mantenimiento Industrial" Vol 1,2,3. España. 1998.
3. MASTERPACT MERLIN GERIN, LV power air circuit breakers and switch-disconnectors. Francia. 1995.
4. KOHLER. Power Systems. Industrial Generator Sets, USA. 1995.
5. TRANSFORMADORES TPL. Técnica Westinghouse. "Manual de recomendaciones para puesta en marcha y mantenimiento". Colombia. 1994.
6. CHARLES, Juan; "Gerencia Efectiva de Mantenimiento Centralizado Confiable". CLAPAM. Ecuador. 1995.
7. SALDARRIAGA, Carlos; "Gestión de la Energía". CORPEI – ECOBUSINESS. Ecuador. 2007.





















**ANEXO No. 1**  
**LISTADO DE EQUIPOS ELECTRICOS**

	ITEM	Cantidad	CODIGO			EQUIPOS
<b>Aires Acondicionados</b>	1	1	AI	01	AR	Aire acondicionado Unidad Split de techo York
	2	2	AI	02	AR	Aire acondicionado Unidad Split de techo York
	3	3	AI	03	AR	Aire acondicionado Unidad Split de techo
	4	4	AI	04	CI	Aire acondicionado Unidad paquete York
	5	5	AI	05	CI	Aire acondicionado Unidad paquete York
	6	6	AI	06	CI	Aire acondicionado Unidad Split de Ducto
	7	7	AI	07	CI	Aire acondicionado Unidad Split de Ducto
	8	8	AI	08	EI	Aire acondicionado Unidad paquete Liebert
	9	9	AI	09	GA	Aire acondicionado Unidad Split Consola Pared
	10	10	AI	10	LT	Aire acondicionado Unidad Split de ducto
	11	11	AI	11	LT	Aire acondicionado Unidad de ventana
	12	12	AI	12	LT	Aire acondicionado Unidad Split de ducto
	13	13	AI	13	MA	Aire acondicionado Unidad Paquete Carrier
	14	14	AI	14	MS	Aire acondicionado Unidad paquete York
	15	15	AI	15	MS	Aire acondicionado Unidad Split de Ducto
<b>Bombas</b>	16	1	BO	01	CI	Bomba cafetería No. 1
	17	2	BO	02	CI	Bomba cafetería No. 2
	18	3	BO	03	EP	Bomba Gasebo
	19	4	BO	04	MA	Bomba Maxwell No. 1
	20	5	BO	05	MA	Bomba Maxwell No. 2
	21	6	BO	06	MA	Bomba Maxwell No. 3
<b>Cuartos Fríos</b>	22	1	CU	01	CI	Cuarto frío de 3 X 3 mts.
	23	2	CU	02	CI	Cuarto frío de 2,50 X 2,50 mts.
	24	3	CU	03	CI	Cuarto frío de 2 X 2 mts.
	25	4	CU	04	CI	Cuarto frío de 2 X 2 mts.
	26	5	CU	05	CI	Cuarto frío de 2,50 X 2,50 mts.
	27	6	CU	06	CI	Cuarto frío de 3 X 3 mts.
	28	7	CU	07	CI	Cuarto frío de 2,50 X 2,50 mts.
	29	8	CU	08	CI	Cuarto frío de 2,50 X 2,50 mts.
	30	9	CU	09	MA	Cuarto frío de 2,50 X 3,50 mts.
	31	10	CU	10	MA	Cuarto frío de 2,50 X 3,50 mts.
	32	11	CU	11	MA	Cuarto frío de 2,50 X 3,50 mts.
	33	12	CU	12	MA	Cuarto frío de 2,50 X 3,50 mts.
	34	13	CU	13	NP	Cuarto frío de 3 X 3 mts.

**ANEXO No. 1**  
**LISTADO DE EQUIPOS ELECTRICOS**

	ITEM	Cantidad	CODIGO		EQUIPOS
<b>Extractores</b>	35	1	EX	01 AR	Extractor centrifugado
	36	2	EX	02 AR	Extractor centrifugado
	37	3	EX	03 AR	Extractor centrifugado
	38	4	EX	04 CI	Extractor centrifugado
	39	5	EX	05 CI	Extractor Axial
	40	6	EX	06 CI	Extractor centrifugado
	41	7	EX	07 CI	Extractor centrifugado
	42	8	EX	08 CI	Extractor Centrifugado Hongo
	43	9	EX	09 CI	Extractor Centrifugado
	44	10	EX	10 CI	Extractor Centrifugado Hongo
	45	11	EX	11 CI	Extractor Centrifugado Hongo
	46	12	EX	12 CI	Extractor Centrifugado
	47	13	EX	13 GA	Extractor Axial de pared
	48	14	EX	14 LT	Extractor Centrifugado Hongo
	49	15	EX	15 LT	Extractor Axial de pared
	50	16	EX	16 MA	Extractor Centrifugado Hongo
	51	17	EX	17 MA	Extractor Axial
	52	18	EX	18 MA	Extractor Centrifugado Hongo
	53	19	EX	19 MA	Extractor Centrifugado Hongo
	54	20	EX	20 MA	Extractor Centrifugado Hongo
	55	21	EX	21 MA	Extractor Centrifugado Hongo
	56	22	EX	22 MA	Extractor Centrifugado Hongo
	57	23	EX	23 MA	Extractor Centrifugado
	58	24	EX	24 MA	Extractor Centrifugado
<b>Generadores</b>	59	1	GE	01 CB	Generador 500 KVA
	60	2	GE	02 EI	Generador 625 KVA
<b>Tableros Transferencia</b>	61	1	TT	01 CB	Tablero Transferencia 200 A.
	62	2	TT	02 EI	Tablero Transferencia 2000 A.
	63	3	TT	03 EI	Tablero Transferencia 300 A.
<b>Tableros Distribución</b>	64	1	TD	01 CB	Tablero distribución No. 3
	65	2	TD	02 EI	Tablero distribución No. 1
	66	3	TD	03 EI	Tablero distribución No. 2
<b>Transformadores</b>	67	1	TR	01 CB	Transformador 500 KVA
	68	2	TR	02 EI	Transformador 630 KVA
	69	3	TR	03 EI	Transformador 75 KVA

**ANEXO No. 2**  
**DISPENSADOR DE CARTILLAS Y REGISTROS DE MANTENIMIENTO**

<b>DISPENSADOR</b>			
<b>B-CHECK general</b>	<b>B-CHECK GENERADOR</b>	<b>C-CHECK</b>	<b>A-CHECK BOMBAS Y EXTRAC.</b>
			
<b>B-CHECK AIRES ACONDICIO.</b>	<b>B-CHECK TABLERO TRANSF.</b>	<b>PEDIDOS DE MATERIAL</b>	<b>A-CHECK AIR ACOND-CUART.FRIO.</b>
			
<b>B-CHECK BOMBAS</b>	<b>B-CHECK TABLERO DISTRIB.</b>	<b>REQUISICION DE MATERIALES</b>	<b>A-CHECK TABLE.TRASF-DISTRIB.</b>
			
<b>B-CHECK CUARTOS FRIOS</b>	<b>B-CHECK TRANSFORMADOR</b>		<b>A-CHECK GENERADORES</b>
			
<b>B-CHECK EXTRACT. DE AIRE</b>	<b>B-CHECK generadores</b>		<b>A-CHECK TRANSFORMADOR</b>
			

**ANEXO No. 3****RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UN EQUIPO**

Item	ACTIVIDAD	INTERVINIENTES	DOCUMENTOS UTILIZADOS
1	Identificación cronológica del equipo que será atendido	Jefe de Mantenimiento	Cronograma de mantenimiento de equipos
2	Elección de la cartilla conforme al equipo y sus hojas adjuntas	Jefe de Mantenimiento	cartilla B-CHECK
3	Designación del ciclo de mantenimiento	Jefe de Mantenimiento	cartilla B-CHECK
4	Designación del técnico	Jefe de Mantenimiento y técnico	cartilla B-CHECK
5	Pedido de materiales	Técnico y Jefe de Mantenimiento	cartilla B-CHECK y formulario PM-02
6	Retiro de materiales	Técnico y bodeguero	cartilla B-CHECK y formularios PM-02 ; EB-03
7	Compra de repuesto	Bodeguero y Jefe de Mantenimiento	formulario RM-04
8	Pedido de otro repuesto	Técnico y Jefe de Mantenimiento	cartilla B-CHECK y formularios PM-02 ; EB-03
9	Terminación del trabajo	Técnico	cartilla B-CHECK y formularios PM-02 ; EB-03
10	Control de calidad	Jefe de Mantenimiento	cartilla B-CHECK y formularios PM-02 ; EB-03

## ANEXO No. 4

### RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE UN EQUIPO

Item	ACTIVIDAD	INTERVINIENTES	DOCUMENTOS UTILIZADOS
1	Inspección del cumplimiento de inspecciones de equipos	Jefe de Mantenimiento	cartillas A-CHECK Tipo A1, Tipo A2, Tipo A3, Tipo A4, Tipo A5
2	Identificación de trabajos y sus prioridades de las cartillas de inspección	Jefe de Mantenimiento	cartilla A-CHECK
3	Asignación del trabajo ha realizar	Jefe de Mantenimiento	cartilla C-CHECK
4	Designación del técnico	Jefe de Mantenimiento y técnico	cartilla C-CHECK
5	Pedido de materiales	Técnico y Jefe de Mantenimiento	cartilla C-CHECK y formulario PM-02
6	Retiro de materiales	Técnico y bodeguero	cartilla C-CHECK y formularios PM-02 ; EB-03
7	Compra de repuesto	Bodeguero y Jefe de Mantenimiento	formulario RM-04
8	Pedido de otro repuesto	Técnico y Jefe de Mantenimiento	cartilla C-CHECK y formularios PM-02 ; EB-03
9	Terminación del trabajo	Técnico	cartilla C-CHECK y formularios PM-02 ; EB-03
10	Control de calidad	Jefe de Mantenimiento	cartilla C-CHECK y formularios PM-02 ; EB-03









