

# **“UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO”**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN**



**PROPUESTA DE MANTENIMIENTO INTEGRAL A LA E.N.E.P. ARAGÓN  
(CASO PRÁCTICO)**

**TESIS  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTAN:**

**GARCÍA ORTIZ JORGE  
FIGUERA GARCÍA ALBERTO**

**ASESOR:**

**ING. FEDERIQUE JAUREGUI RENAUD**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN  
SECRETARÍA ACADÉMICA

**M. en I. ULISES MERCADO VALENZUELA**  
**Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,**  
**Presente.**

En atención a la solicitud de fecha 1 de septiembre del año en curso, por la que se comunica que los alumnos ALBERTO HIGUERA GARCIA y JORGE GARCIA ORTIZ, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, han concluido su trabajo de investigación intitolado "PROPUESTA DE MANTENIMIENTO INTEGRAL A LA E.N.E.P. ARAGÓN (CASO PRÁCTICO)", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

**Atentamente**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
San Juan de Aragón, México, 2 de septiembre del 2004  
**EL SECRETARIO**

**Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS**

C p Asesor de Tesis.  
C p Interesado.

AIR/vr



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN  
SECRETARÍA ACADÉMICA

**M. en I. ULISES MERCADO VALENZUELA**  
**Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,**  
**Presente.**

En atención a la solicitud de fecha 1 de septiembre del año en curso, por la que se comunica que los alumnos JORGE GARCIA ORTIZ y ALBERTO HIGUERA GARCIA, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, han concluido su trabajo de investigación intitulado "PROPUESTA DE MANTENIMIENTO INTEGRAL A LA E.N.E.P. ARAGÓN (CASO PRÁCTICO)", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

**Atentamente**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
San Juan de Aragón, México, 2 de septiembre del 2004  
**EL SECRETARIO**

**Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS**

C p Asesor de Tesis.  
C p Interesado.

AIR/vr



## **AGRADECIMIENTOS DE ALBERTO**

### **A DIOS:**

Gracias a DIOS por estar conmigo en todo momento y permitirme concluir una meta más de mi vida.

### **A MIS PADRES:**

Porque este trabajo sea motivo de orgullo y satisfacción para ustedes. De manera muy especial a mi Madre, quien en todo momento me apoyó con sus mejores deseos.

### **A MI ESPOSA:**

Con todo mi amor a mi Esposa, a quien amo y respeto como la mujer siempre oportuna y acertada en todo momento, brindandome su apoyo y motivación.

### **A MIS HIJOS:**

Samy y Anita quienes son en gran parte la motivación de mi vida.

### **A MI ASESOR Y DIRECTOR:**

Ing. Federique Jáuregui Renaud  
Con gratitud por el tiempo dedicado a la revisión y dirección de este trabajo, sumando a todo ello su amistad y experiencia.

## **AGRADECIMIENTOS DE JORGE**

### **A DIOS:**

Agradezco a DIOS con todo mi corazón permitir que concluya con satisfacción un paso más en la vida, que ha sido prospera y digna.

### **A MI QUERIDA MADRE:**

Es para mi un orgullo y satisfacción agradecer a mi querida madre el apoyo y motivación incondicional que me brindo una vez más en esta etapa de mi vida, no bastarían todas las riquezas del mundo para demostrarle que mi gratitud, corazón y cariño son mas grandes hacia ella.

### **A MI ASESOR:**

Quiero agradecer a mi asesor por su apoyo y tiempo prestados para concluir este trabajo



## INDICE

<b>Introducción.</b> .....	3
<b>Capítulo 1</b>	
<b>1. Filosofía del Mantenimiento</b> .....	7
1.1 Mantenimiento Correctivo .....	7
1.1.1 Correctivo contingente .....	7
1.1.2 Correctivo programable .....	7
1.2 Mantenimiento Preventivo .....	8
1.2.1 Con base en el uso .....	8
1.2.2 Con base en las condiciones .....	9
1.3 Mantenimiento Predictivo .....	9
1.4 Mantenimiento periódico .....	9
1.5 Mantenimiento analítico .....	10
1.6 Mantenimiento progresivo .....	10
1.7 Mantenimiento técnico .....	11
1.8 Mantenimiento de oportunidad .....	11
1.9 Detección de Fallas .....	11
1.10 Modificación de Diseño .....	11
1.11 Reparación General .....	11
1.12 Reemplazo .....	12
1.13 Mantenimiento Total .....	12
<b>Capítulo 2</b>	
<b>2. Actividades de Mantenimiento</b> .....	14
2.1 Organización .....	14
2.1.1 Esquema del trabajo .....	14
2.1.2 Estandarización de tiempo .....	14
2.1.2.1 Técnicas para hacer una medición del trabajo .....	15
2.1.3 Organización de proyecto .....	19
2.2 Control .....	19
2.2.1 Control de Trabajos y de Inventarios .....	19
2.2.2 Control de Costos y de Calidad .....	20
2.3 Términos Empleados en Mantenimiento .....	21
2.4 Mantenimiento Productivo Total .....	23
2.4.1 Definición .....	23
2.4.2 Metas de MPT (Mantenimiento Productivo Total) .....	24
2.4.3 Significado de la palabra Total en MPT .....	24
2.4.4 Objetivos del MPT .....	24
2.4.5 Las cinco actividades claves del MPT .....	24
2.4.6 Efectividad del Equipo .....	25
2.4.6.1 Los seis tipos de pérdidas .....	25
2.5 Mantenimiento Autónomo .....	26
2.5.1 Etapas del desarrollo del Mantenimiento Autónomo .....	26


2.5.2 Sistema de Control Visual .....	27
2.5.3 Conceptos básicos .....	28

### Capítulo 3

<b>3. Aspectos Generales e infraestructura de la ENEP Aragón .....</b>	<b>30</b>
3.1 Antecedentes .....	30
3.2 Localización, fisiografía, clima, flora y fauna .....	33
3.3 Población .....	34
3.4 Servicios Médicos .....	39
3.5 Infraestructura .....	39
3.5.1 Obra Civil .....	39
3.5.2 Sistema Hidráulico .....	40
3.5.3 Eléctrica .....	41
3.5.4 Telefonía e Informática .....	42
3.5.5 Sanitaria .....	42

### Capítulo 4

<b>4. Programa de Mantenimiento, Caso Práctico (red hidráulica), ENEP Aragón</b>	
4.1 Introducción .....	45
4.2 Planeación y Programación .....	45
4.3 Distribución de la red hidráulica .....	52
4.4 Condiciones actuales de la red hidráulica .....	54
4.4.1 Tuberías, Cisternas y Válvulas .....	61
4.5 Tablas de distribución, Levantamiento físico .....	73
4.6 Prioridades para los Trabajos de Mantenimiento .....	100
4.7 Control de los Materiales de Mantenimiento .....	101
4.7.1 Refacciones y Accesorios .....	101
4.7.2 Herramientas .....	102
4.7.3 Costos de los Accesorios de Mantenimiento .....	102
4.8 Calidad del Mantenimiento .....	103
4.8.1 Inspección y Verificación .....	103
4.8.2 Control de los Trabajos de Mantenimiento .....	104
4.8.2.1 Relacionados con los Procedimientos .....	109
4.8.2.2 Relacionados con el Personal .....	109
4.8.2.3 Relacionados con los Materiales .....	109
4.8.2.4 Relacionados con las Herramientas y Equipo .....	109
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>114</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>116</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>117</b>



## **Introducción.**

Lo que nos motivó a realizar el trabajo que se desarrolla a continuación surgió del planteamiento de un problema preocupante: ¿Existe en la ENEP Aragón la **Cultura Organizacional de Mantenimiento**?, lo anterior nos indujo a investigar los aspectos de mayor relevancia que vinculan las variables **Cultura Organizacional y mantenimiento**.

La falta de mantenimiento constituye una problemática, casi endémica, que ha venido afectando gravemente el funcionamiento de equipos y sistemas, ocasionado el deterioro de la calidad en la prestación de servicios en la ENEP Aragón, situación que lamentablemente aún perdura, con pocos indicadores de mejora, ocasionando daños económicos a la Universidad.

En otro orden de ideas y considerando, entre un conjunto de factores, que la cultura está constituida por todas las actividades realizadas por el hombre, podemos afirmar, con el soporte de innumerables hechos cotidianos, que buena parte de la población estudiantil carece de cultura en muchos de sus aspectos importantes entre los cuales figuran algunos de gran trascendencia como lo son los que se refieren a la conservación y mantenimiento de las instalaciones.

## **Aspectos Conceptuales y Definitivos**

### **Cultura**

Con respecto a la etimología de la palabra, puede decirse:

El término Cultura tiene su origen en el latín. Al principio, el vocablo significó cultivo, agricultura, instrucción, y sus componentes eran: **cultus** (cultivado) y **ura** (resultado de una acción).

El Diccionario de la Real Academia Española define cultura así: sacar del estado salvaje a pueblos o personas.

Lo anterior no aporta mucho a las definiciones modernas del concepto en las que, con frecuencia, se expresan las diferentes aristas de la cultura.

Según la UNESCO (1994):

Es el conjunto de los rasgos definitivos, espirituales y materiales, intelectuales y afectivos que caracterizan a una sociedad o grupo social. Engloba no solo las artes y las letras, sino también los modos de vida, los derechos fundamentales del ser humano, los sistemas de valores, las tradiciones y las creencias.

Del contenido de esta definición, inferimos que la cultura abarca tantos aspectos que no existe ninguna manifestación humana que no esté contemplada en el ámbito cultural. Este orden de ideas, nos induce a pensar que todos los seres humanos somos, en una u otra forma, poseedores de cultura. Entre esas manifestaciones de la cultura, figura el mantenimiento.

El interés creciente demostrado por los investigadores en el área de la cultura, se fundamenta en las diversas conclusiones obtenidas como resultado de algunas indagaciones en las que se demuestra la existencia de vínculos importantes entre la cultura y las exitosas prácticas gerenciales de muchas y variadas organizaciones. Por ser la cultura organizacional uno de los centros de interés de esta indagación, comentaremos algunas definiciones pertinentes.

### **Cultura Organizacional**

Al respecto:

La cultura nacional viene entonces a ser un conjunto integrado de valores, creencias, expectativas y conductas que comparte un grupo humano asentado en un territorio histórico y geográficamente delimitado, mientras que la cultura organizacional es el producto de la integración de esta cultura nacional con valores, creencias, expectativas y pautas de conducta propias de una forma particular de organizar el trabajo social en un sistema denominado organización.

En el escrito anterior se definen dos clases de culturas: nacional y organizacional; se comparan ambas y, en la segunda, se expresa como diferencia la manera sistémica de conformar el trabajo en las organizaciones. Esto último nos lleva a considerar aspectos gerenciales en las praxis de empresas ubicadas en el universo de la cultura organizacional.

El concepto de Cultura Organizacional asociándolo al de Cultura Tecnológica; esta última, referida a todas aquellas organizaciones en cuyos ambientes laborales se han incorporado sistemas de información computarizados. En efecto, en una parte de su trabajo escrito podemos entender que:

Es necesario precisar que las definiciones hacen referencia a relaciones acordadas para el logro de objetivos, pero están circunscritas a un medio ambiente histórico que las determina; por ello es pertinente abordar actualmente la cultura organizacional como una necesaria cultura tecnológica, vista ésta desde los escenarios de la informática y las telecomunicaciones, soportes y herramientas indispensables para el liderazgo en los entornos y mercados.

Podemos entender como un aporte muy útil en lo que respecta a enriquecer el concepto de cultura organizacional porque si bajo este enfoque se incluyen

empresas de servicios tal como el mantenimiento automotriz en el que cada día se reparan vehículos que en algunos casos su funcionamiento depende de cinco (5) computadoras, ello determina la creación de nuevas líneas de mantenimiento que deben ser operadas con personal de alta calificación técnica hecho que, en el mejor de los casos, ampliará la cultura organizacional de la empresa.

El concepto de cultura organizacional se refiere al conjunto de creencias, valores, supuestos y conductas compartidos y transmitidos en una organización, que son adquiridos a lo largo del tiempo y que han resultado exitosos para el logro de sus objetivos.


El escrito precedente nos advierte que para que los elementos constituyentes de la cultura organizacional de una empresa se asimilen y generen los resultados esperados, debe transcurrir el necesario lapso de tiempo.

**Características y Funciones más Importantes de una Empresa Sumergida en el Contexto de una Cultura Organizacional.**

- Gestión gerencial, flexibilidad, evaluar y modificar el rumbo.
- Utilización de tecnologías comunicacionales, globalización.
- Lo más importante es el recurso humano.
- Competitividad, innovación.
- Capacitación permanente, prospectividad, calidad de los resultados.
- Disciplina, participación, responsabilidad, respeto mutuo, honestidad
- Formar: líderes, agentes de cambio y personal de relevo.
- Plan de carrera, meritocracia.
- Programas de asistencia social integral y de conservación del ambiente.

## **Mantenimiento**

Si el mantenimiento se conceptualiza como una actividad humana, parece lógico que podamos considerarlo en el entorno cultural; este criterio nos permite afirmar que esa ocupación está presente en el quehacer de cualquier persona. Sin aislarse del mencionado ambiente, el mantenimiento suele concebirse como una función de servicio, dispensada por personal idóneo, orientada a mantener disponibles los elementos de producción industrial; estas ideas nos dirigen a tomar conciencia y adquirir responsabilidad en nuestro propósito de intentar el surgimiento de una cultura organizacional efectiva con la que se logre un óptimo rendimiento de los recursos disponibles a un costo racional de operación y producción que se traduzca en una aceptable calidad del producto o servicio final, en donde el capital humano previamente educado, entrenado e incentivado desempeñe un papel trascendente. Como el mantenimiento es la otra variable a examinar en esta indagación, es pertinente detenernos a reflexionar en torno a ciertos aspectos inherentes a esa función.



*Propuesta de Mantenimiento Integral a la E.N.E.P.  
(Caso Práctico)*

# Capítulo 1

**Filosofía**

**del**

**Mantenimiento**



## **1. Filosofía del Mantenimiento**

El objetivo principal de la filosofía de mantenimiento es que podamos disponer de un grupo mínimo de recursos humanos de mantenimiento capaz de garantizar optimización de servicios, disponibilidad de equipos, y la seguridad en la Institución.

Si aprendemos, desarrollamos y aplicamos en forma efectiva esta filosofía de mantenimiento a la función de servicios podremos ofrecer a la población de la ENEP Aragón, bienes y servicios de calidad competitiva.

### **1.1 Mantenimiento Correctivo**

Es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada. Este tipo de mantenimiento se divide en dos ramas:

\*Correctivo contingente

\*Correctivo programable

#### **1.1.1 Correctivo contingente**

El mantenimiento correctivo contingente se refiere a las actividades que se realizan en forma inmediata, debido a que algún equipo que proporciona servicio vital ha dejado de hacerlo, por cualquier causa, y tenemos que actuar en forma emergente y, en el mejor de los casos, bajo un plan contingente.

Las labores que en este caso deben realizarse, tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad de servicio; es decir, que ésta se coloque dentro de los límites esperados por medio de arreglos provisionales, así, el personal de conservación debe efectuar solamente trabajos indispensables, evitando arreglar otros elementos de la máquina o hacer otro trabajo adicional, que quite tiempo para volverla a poner en funcionamiento con una adecuada fiabilidad que permiten la atención complementaria cuando el mencionado servicio ya no se requiera o la importancia de este sea menor y, por lo tanto, al ejecutar estos trabajos se reduzcan las pérdidas.

#### **1.1.2 Correctivo programable**

El mantenimiento correctivo programable se refiere a las actividades que se desarrollan en los equipos o máquinas que están proporcionando un servicio trivial y

<sup>1</sup> éste, aunque necesario, no es indispensable para dar una buena calidad de servicio, por lo que es mejor programar su atención, por cuestiones económicas; de ésta forma, pueden compaginarse si estos trabajos con los programas de mantenimiento o preservación.

## 1.2 Mantenimiento Preventivo

Una de las definiciones que encontramos establece que: " Es hacer todo lo necesario para que no se presenten las fallas en el equipo" <sup>(1)</sup>, y no solo en ello si no que: " El Mantenimiento Preventivo son las actividades planeadas y organizadas necesarias de un bien físico que se efectúan, así como un control adecuado de su implantación, para mantener los equipos en condiciones optimas de operación y eficiencia cuando son requeridos" <sup>(2)</sup>, entonces el equipo no solo no fallará, si no que además, cumplirá con sus funciones para lo que fue diseñado.

Ésta es la segunda rama del mantenimiento y podemos entenderla como: la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, con el fin de garantizar que la calidad de servicio que éstos proporcionan, continúe dentro de los límites establecidos. Con éste razonamiento se concluye que toda labor de conservación que se realice con los recursos de la fábrica, sin que dejen de ofrecer la calidad de servicio esperada, debe catalogarse como de mantenimiento preventivo.

Este tipo de mantenimiento siempre es programable y existen en el mundo muchos procedimientos para llevarlo a cabo.

### 1.2.1 Con base en el uso

Este Mantenimiento también es conocido como *Mantenimiento Planeado* y este se lleva a cabo para hacer frente a fallas, que pueden, en dado caso, ser potenciales. Pero todo esto es posible tomando en cuenta las horas de funcionamiento o un calendario establecido. Requiere un alto nivel de planeación. Las rutinas específicas son conocidas, así como sus frecuencias. En la determinación de la frecuencia generalmente se necesitan conocimientos acerca de la distribución de las fallas o la confiabilidad del equipo.

---

<sup>1</sup> Ing. Jesús Ávila, Ing. Francisco J. Montellano M., *MANTENIMIENTO*, Sommac; (1996).

<sup>2</sup> Flores Cam Martín, Tesis, LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA EFECTIVO DE MANTENIMIENTO PARA LA INDUSTRIA ALIMENTICIA, México UNAM ENEP Aragón 2001.

### 1.2.2 Con base en las condiciones

El mantenimiento con base en las condiciones se lleva a cabo, en las condiciones del equipo, que se determina vigilando los parámetros clave del equipo cuyos valores se ven afectados por la condición de éste. Esta es otra forma de *mantenimiento predictivo*.

### 1.3 Mantenimiento Predictivo

Al *Mantenimiento Predictivo* lo hemos definido como: un sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad de servicio esté generando un equipo. Si podemos anticiparnos a dar servicio o Mantenimiento a un equipo, podemos estar seguros de que la calidad esperada nunca se perderá.

Para que se efectúe este mantenimiento los trabajos deben proceder de un diagnóstico permanente derivado de inspecciones continuas utilizando "transductores" (captadores y sensores), que tienen la propiedad de cambiar cualquier tipo de energía en señales de energía eléctrica, las cuales son enviadas a una unidad electrónica procesadora que analiza e informa del buen estado de funcionamiento de la máquina en cuestión.

En su correcta aplicación a este mantenimiento, se requiere de un estudio profundo del recurso que se va a mantener para conocer sus partes vitales, el tiempo de vida útil y la calidad de servicio que ofrece cada una de estas partes, así también de todas ellas en un conjunto, en esta forma, el recurso al mantenimiento predictivo, hace un diagnóstico de fiabilidad y predice la posibilidad de una falla catastrófica, es decir, que el servicio se salga de la calidad esperada. El técnico de conservación a cargo debe analizar la situación y proceder a realizar la labor adecuada para eliminar el mal funcionamiento detectado.

### 1.4 Mantenimiento Periódico

Este mantenimiento entra en el rubro de *mantenimiento preventivo*, que como su nombre lo indica, es de atención periódica, o podría decirse rutina, con el fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, en que se le hacen pruebas y se cambian algunas partes por término de vida útil o fuera de especificación.

A este sistema, lo que esta en etapa de observación, por principio, se le da una atención de rutina por un determinado tiempo, que podría ser largo; cuando éste paso, se le somete a un proceso llamado "overhaul" que consiste en desarmar, se limpian las partes, se cambian las que estén desgastadas o terminaron su vida útil aunque éstas tengan aspecto confiable, y las restantes se revisan minuciosamente, si se cuenta con equipo sofisticado se puede utilizar rayos "x" o pruebas aun más

sofisticadas, todo esto dependiendo del grado de fiabilidad que se espera de la máquina; ya que este revisado se cambian las partes necesarias, se arma el conjunto y para mayor seguridad se prueba para determinar si esta lista y confiable para seguir laborando con el mejor funcionamiento. Pero todo ello no es posible si no se lleva a cabo, una planeación a fondo, con ayuda no solo de la información proporcionada por el fabricante, si no también con la estadística de fallas, e información de trabajos anteriores que se hayan hecho.


### **1.5 Mantenimiento Analítico**

El *mantenimiento analítico* está basado en un análisis profundo de la información que nos ha proporcionado los captadores y sensores que han sido colocados en los sitios más eficientes y convenientes de los recursos vitales y más importantes de una "empresa", para ser inspeccionados con la frecuencia necesaria que se necesita para anotar datos, lecturas, etc., se requiere de un programa de visitas, y ello es para que un analista los revise y combine con el banco de datos relativos al recurso, tal como el tiempo que ha estado trabajando sin que se produzca una falla, la carga de trabajo a la que está sujeta, las condiciones del ambiente en donde está instalado, la cantidad y tipos de falla que ha sufrido, entre otros datos importantes. Con todo la información recabada por estos procedimientos se está en posibilidades los conocimientos de ingeniería de fiabilidad para calcular la probabilidad que tiene el recurso de sufrir una falla. Si el analista corrobora con los estudios obtenidos, la atención del recurso, que posiblemente fallará, este deberá ordenar los trabajos que más convengan de acuerdo a su experiencia. Es conveniente notar que, en este tipo de mantenimiento, no se interviene al recurso periódicamente, sino que hasta el momento el análisis lo indique. Le siguen en calidad de fiabilidad y menor costo al mantenimiento periódico.

### **1.6 Mantenimiento Progresivo**

Este tipo de mantenimiento, como su nombre lo indica, consiste en llevar a cabo una serie de atenciones del recurso en cuestión, por partes, haciendo progresiva la atención cada vez que se tiene oportunidad de contar con un tiempo ocioso de éste, un ejemplo de este tipo de mantenimiento, podría ser, en un motor de combustión interna, el cual hemos dividido para su atención progresiva, el sistema de encendido, carburación, lubricación y enfriamiento, haciendo a cada uno de ellos los estudios de trabajos necesarios para reponer su fiabilidad, aunque sea de manera superficial, ya que se considera que a este recurso no tenemos necesidad de exigirle una alta fiabilidad.

El manual que se diseña para este caso es más sencillo que cualquiera de los usados en otro tipo de mantenimiento, ya que los cambios de piezas se harán solamente cuando éstas presenten fallas. Por todo esto, el mantenimiento



progresivo, aunque es el menos costoso de todos, también es el que menor fiabilidad proporciona.

### **1.7 Mantenimiento Técnico**

En el *mantenimiento técnico* se atiende al recurso por partes, progresando en él cada fecha programada, la cual está calculada por un analista auxiliándose de la información necesaria para conocer el grado de fiabilidad del equipo y poder deducir el "tiempo para fallar" de cada etapa, con lo cual su programación o rutina de atención obligaría a atender al recurso un poco antes del mencionado tiempo.

### **1.8 Mantenimiento de Oportunidad**

Este mantenimiento, como su nombre lo indica, se lleva a cabo cuando surge la oportunidad. Tales oportunidades pueden presentarse durante los periodos de paros generales programados de un sistema particular, y puede utilizarse para efectuar tareas conocidas de mantenimiento.

### **1.9 Detección de Fallas**

La detección de fallas es un acto o inspección que se lleva a cabo para evaluar el nivel de presencia inicial de fallas. Un ejemplo de detección de fallas es el de la verificación de la llanta de refacción de un automóvil antes de emprender un viaje largo.

### **1.10 Modificación de Diseño**

La modificación del diseño se lleva a cabo para hacer que un equipo alcance una condición que sea aceptable en ese momento. Esta estrategia implica mejoras y, ocasionalmente, expansión de fabricación y capacidad. La modificación del diseño por lo general requiere de una coordinación con la función de ingeniería y otros departamentos dentro de la organización.

### **1.11 Reparación General**

La reparación general es un examen general completo y el restablecimiento de un equipo o sus componentes principales a una condición aceptable. Ésta es una tarea de gran envergadura.

### **1.12 Reemplazo**

Esta estrategia implica reemplazar el equipo en lugar de darle mantenimiento. Puede ser un reemplazo planeado o un reemplazo ante una falla.

### **1.13 Mantenimiento Total**

*El mantenimiento total*, se desarrolla a través de todo el personal de la empresa y la mejora del bien físico como consecuencia de su aplicación. Significa que todo el personal aporta ideas para la mejora del mismo en todos los aspectos, sin embargo no todo el personal se involucra directamente con el mantenimiento del bien físico. Si no que solo unos cuantos son quienes llevan a cabo dicho mantenimiento modificado o que se requiere.



*Propuesta de Mantenimiento Integral a la E.N.E.P.  
(Casa Práctica)*

# **Capítulo 2**

**Actividades**

**de**

**Mantenimiento**



## 2. Actividades de Mantenimiento

### 2.1 Organización

Dentro de las actividades del mantenimiento podemos encontrar que se dividen en tres sistemas que son:

- \* Esquema del trabajo.
- \* Estandarización del tiempo.
- \* Organización de proyecto.

Se entiende que los sistemas de mantenimiento funcionan cuando estos se ponen en movimiento a causa de las órdenes de trabajo, que generalmente o en la mayoría de los casos son emitidas por los departamentos de producción. Estas llamadas "órdenes de trabajo" pueden enfatizar mucho en describir el trabajo, su ubicación, las habilidades requeridas y la prioridad del trabajo.

#### 2.1.1 Esquema del trabajo

El *esquema del trabajo*, cuando hablamos de mantenimiento o se refiere a él, en el está contenido o comprende el trabajo de tarea a realizar y determina el método o la logística que se va a utilizar, las herramientas especiales necesarias y el personal que es o será el más calificado para desempeñar dicha labor.

#### 2.1.2 Estandarización de tiempo

Cuando hemos pasado la primera etapa del esquema y la tarea de mantenimiento está lista, en esta etapa, es necesario estimar el tiempo a emplear para terminar el trabajo. La estandarización del tiempo realista nos va a ser muy eficaz y valioso para vigilar, controlar e incrementar la eficacia oportuna de los trabajadores y, de esta forma, reducir al mínimo posible el tiempo muerto en zonas laborales de cualquier empresa o industria. Aunque no es esencial que para los trabajos de mantenimiento estén estandarizados. Por ejemplo, puede observarse que aproximadamente el 20% de los trabajos efectuados de mantenimiento están consumiendo el 80% del tiempo del cual se dispone para diferentes tipos de mantenimiento. Es por ello que deben hacerse los esfuerzos necesarios para estandarizar los tiempos en los cuales son consumidos por algunos trabajos de mantenimiento. También es obvio que se requieren estándares de tiempo de los trabajos para pronosticar y desarrollar programas de mantenimiento.





### 2.1.2.1 Técnicas para hacer una medición del trabajo

Las técnicas para este efecto se pueden clasificar de la siguiente manera:

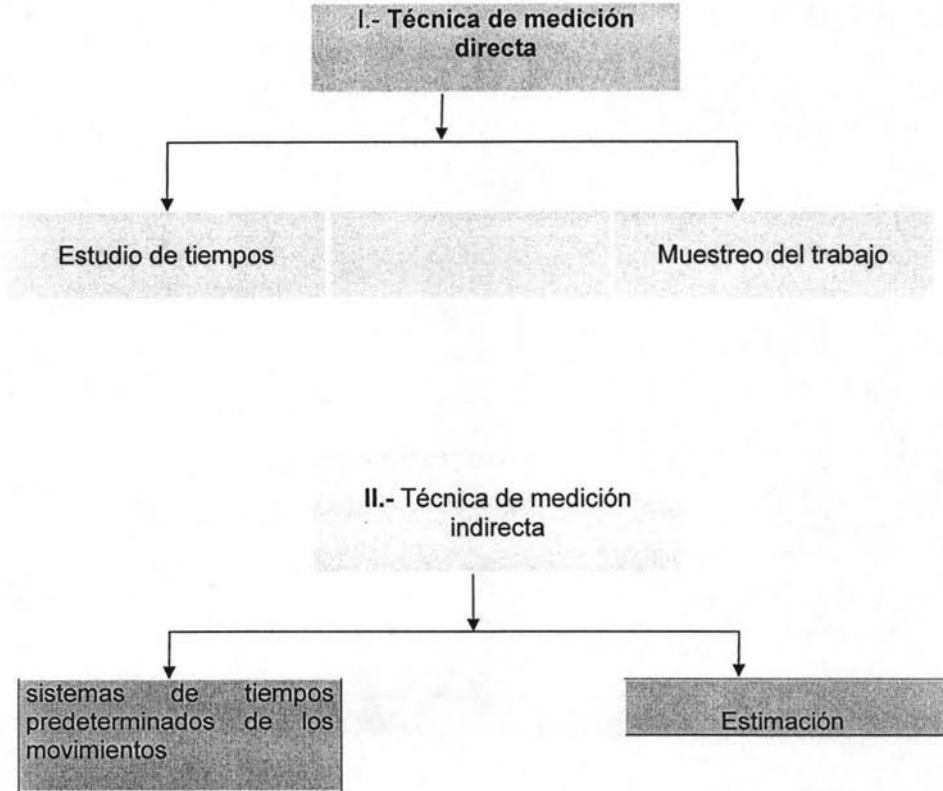


Diagrama 1.1 técnicas de la medición del trabajo.

Las técnicas que se muestran en el diagrama, que se refiere a los tiempos y los sistemas de tiempos predeterminados de los movimientos, son utilizados en el desarrollo de datos estándares para trabajos de mantenimiento necesarios en la

elaboración de los estándares de trabajo de mantenimiento. Dichas técnicas se describen de manera muy breve a continuación:

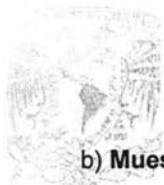
#### a) Estudio de tiempos

Se refiere este estudio de tiempos cronometrando al trabajador conforme realiza el trabajo, de tal manera que se suman dichos tiempos, considerando, las tolerancias que son necesarias por parte del trabajador y otras condiciones de trabajo variables.

En la siguiente tabla analizamos algunos conceptos básicos de los pasos a seguir como un procedimiento:

<b>Seleccionar el trabajo</b>	Estandarización en términos de equipo y materiales considerando al trabajador calificado
<b>Descomponer el trabajo en elementos</b>	Es identificar los elementos que constituyen un ciclo de trabajo. Algunas de las consideraciones básicas ; la separación de elementos de máquinas, de los manuales, así como su fácil identificación y cronometraje
<b>Observar el trabajo</b>	El número de veces que un trabajo deberá observarse y cronometrarse aumenta con el grado de exactitud deseado para la norma de trabajo y nivel de importancia requerido
<b>Calcular los tiempos básicos</b>	Se refiere al tiempo que debería de tomarle a un trabajador calificado, ejecutar los elementos del trabajo a un ritmo estándar
<b>Determinar las tolerancias</b>	La tolerancia es el porcentaje del tiempo que se concede por demoras y fatiga, dichas tolerancias pueden considerarse como constantes o variables.
<b>Establecer un estándar de trabajo</b>	El estándar de trabajo lo podemos describir a través de una simple formula donde: <b><math>Estándar\ de\ trabajo = BT (1 + tolerancias)</math></b>

Tabla 2.1 Procedimiento del estudio de tiempos



### b) Muestreo de trabajo

El muestreo de trabajo es una técnica para encontrar el porcentaje en que ocurre una actividad, empleando muestreo estadístico. Supongamos que es posible de un solo vistazo observar a cada trabajador de un departamento o área determinada y suponiendo que dicha observación muestra que el 70% están activos y el 30% ociosos. Analizando dicha situación 30 veces o más a diferentes horas del día, esto nos arroja con cierta confianza que efectivamente el 70% de los trabajadores están activos.

Para explicar lo anteriormente descrito respecto al muestreo de trabajo, supongamos que se desea estimar la utilización de un trabajador de mantenimiento. El trabajador es observado 1000 veces durante un periodo de 6 semanas de manera aleatoria durante la jornada de trabajo. La hoja de registro del muestreo de trabajo de la siguiente tabla 2.1 resume los datos del estudio.

La fracción del tiempo  $\rho$  que el trabajador estuvo ocioso puede calcularse de la siguiente manera:

$$\bar{\rho} = \frac{X}{n}$$

Fecha:	observador:	estudio num. :
Número de observaciones = 1000		Total
Porcentaje		
Número de veces que se observo al trabajador laborando	750	75
Número de veces que se observo al trabajador ocioso	250	25

Tabla 2.2 hoja sencilla para el registro del muestreo de trabajo.

En donde

X = Número de veces que se observo al trabajador

n = Número total de observaciones

$$\bar{\rho} = \frac{250}{1000} = 0.25$$

### c) Sistemas de tiempos predeterminados de los movimientos (stpm)

Básicamente son empleados para establecer estándares de trabajo y uno de los mejor conocidos es el sistema de medición del tiempo de los métodos (mtm). El mtm se desarrollo inicialmente para operaciones de producción. Estos sistemas de tiempos hoy día se encuentran disponibles en una escala más amplia de manera que puede ser un sistema económico para operaciones de mantenimiento, es decir actividades de ciclos largos.

### d) Estimación

Es el proceso de aplicar la experiencia pasada para predecir eventos futuros, también puede ser utilizada para establecer estándares de trabajo de manera económico.

Este tipo de medición del trabajo se realiza aplicando un conocimiento basado en la experiencia este método es utilizado con ciertas restricciones ya que no es económicamente factible el establecimiento de estándares de trabajo para todos los trabajos de mantenimiento. Una de las ventajas de este método incluye un menor costo y puede estimar el estándar antes de iniciar el trabajo. Cabe mencionar que como otros métodos también tiene desventajas entre los que podemos mencionar:

- los estándares de trabajo estimados a menudo son inconsistentes
- puede ser que no se tomen en cuenta los cambios en los métodos ( es decir tal vez no se recalcula el estándar para el trabajo cuando es necesario
- los estándares de trabajos estimados no se pueden aplicar a trabajos donde no se tiene la experiencia necesaria

### 2.1.3 Organización de proyecto

En el caso de las grandes industrias, las reparaciones generales de gran envergadura, o en mantenimiento preventivo que se han planeado se llevan a cabo en forma periódica. Durante la realización de estos trabajos, toda la planta o parte de ésta se detiene. Tomando en cuenta la minimización del tiempo muerto, es conveniente planear y graficar el trabajo para hacer el mejor uso de los recursos, la administración y organización de proyectos, por tanto, implica el desarrollo de redes de actividades y después el uso de técnicas como el método de la ruta crítica o la técnica de evaluación y revisión de programas (PERT). La fase de control de un proyecto incluye medir avances en forma regular, comparándolo con el programa y analizando la varianza con un porcentaje del trabajo total.

## 2.2 Control

El control es una parte fundamental de la administración científica. El control, tal como se aplica a un sistema de mantenimiento incluye lo siguiente:

- Control de Trabajos y de Inventarios.
- Control de Costos y de Calidad.

### 2.2.1 Control de Trabajos y de Inventarios.

Dentro del *control de trabajos* encontramos que; el movimiento del sistema de mantenimiento, se da de acuerdo a la demanda de trabajo de mantenimiento. Es aquí donde la filosofía del mantenimiento influye mucho. Son esenciales la organización y el control del trabajo de mantenimiento para realizar todos los planes que se han trazado desde el inicio. Uno de los métodos o herramientas empleados para el éxito del control de trabajo en mantenimiento, ha sido un sistema de órdenes de trabajo. Entonces, el éxito radica, en que una orden de trabajo bien planteado y planeado, también necesita de un sistema de informes que será de vital importancia en el sistema de mantenimiento.

Para el *control de inventario* es necesario recordar que; para la programación del trabajo de mantenimiento es esencial que contemos con equipo necesario, como las refacciones y demás materiales requeridos. Sabemos que tenemos un control de inventarios, debido a que es físicamente imposible contar con las refacciones necesarias en el momento exacto de su uso, además de que no es económicamente práctico, es por estas razones que mantenemos inventarios, y sólo por estas técnicas mantenemos las refacciones y materiales en los niveles deseados. Es de suma importancia que mantengamos un nivel óptimo de refacciones y materiales que nos

proporcionen una disminución en los costos del artículo en existencia y el costo en que se incurre si las refacciones no están disponibles. Además de que nos proporciona información muy útil, que permita cerciorarse, si las refacciones disponibles para el trabajo de mantenimiento están donde se necesitan. Si no están disponibles las refacciones, se deben tomar las medidas para lograr su abastecimiento e informar al departamento de programación acerca de cuándo estarán disponibles las refacciones. Explicaremos y describiremos las técnicas para el control de inventarios en el **capítulo 4**.

### 2.2.2 Control de Costos y de Calidad

Cuando hablamos de *control de costos*, necesitamos un sistema eficaz de control del mantenimiento que es y será la columna vertebral de una sólida organización del mantenimiento. Ello significa que el control del mantenimiento coordine la demanda del mantenimiento y los recursos necesarios y disponibles que pueden proporcionarnos un alto nivel de eficacia y eficiencia. Entonces debemos tomar en cuenta las siguientes características, que nos brinden un sistema eficaz de operación y control:

- \* Demanda de mantenimiento; es decir, qué trabajo tiene que hacerse y cuándo.
- \* Recursos de mantenimiento; es decir, quién hará el trabajo y qué materiales y herramientas se necesitan.
- \* Procedimientos y medios para coordinar, programar, despachar y ejecutar el trabajo.
- \* Normas de rendimiento y calidad; es decir, cuánto tiempo se requiera para hacer un trabajo y las especificaciones aceptables.
- \* Retroalimentación, monitoreo y control; es decir, el sistema debe generar información y reportes para el control del costo de calidad y la condición de la planta; también es esencial un mecanismo de recopilación de datos y un seguimiento regular para la retroalimentación y el control.

Con todo lo anterior, además debemos de tomar en cuenta, que el costo del mantenimiento tiene muchos componentes como; el mantenimiento directo, la producción perdida, la degradación del equipo, los respaldos y los costos de un mantenimiento excesivo. Ahora sabemos que el control de los costos de mantenimiento, es una función de la filosofía del mantenimiento, además de ser función también del patrón de operación, el tipo de sistemas y los procedimientos y normas adoptadas por la organización.

El control del costo de mantenimiento logra sus objetivos que ha fijado la organización mediante la optimización de todos los costos del mantenimiento, como; disponibilidad, porcentaje de calidad, además de obtener eficiencia y eficacia.

Cuando reducimos y controlamos los costos, pueden ser utilizados como una ventaja competitiva en el suministro de productos y servicios.

Dentro de los procesos de producción, la calidad puede ser considerada como la aptitud para su uso, esto significa hacerlo bien desde la primera vez. Cuando se habla de control de calidad se considera los atributos del producto o servicio y, al hablar de producto y servicio se refiere a una comparación específica de estos dos términos que son "el producto y servicio." Si se habla de mantenimiento como un proceso, la calidad de sus salidas debe ser controlada.

La calidad se puede evaluar como el porcentaje de trabajos de mantenimiento aceptados de acuerdo a normas que bien pueden ser tomadas por la organización. Al referirse a una alta calidad, se asegura verificando los trabajos del mantenimiento crítico o supervisión del mismo.

### 2.3 Términos Empleados en Mantenimiento

Al entender sobre lo que es mantenimiento y alguna de sus características, debemos entonces definir algunos *términos empleados en mantenimiento*, que se emplean comúnmente en la administración del mantenimiento. Estos términos están extraídos en su mayor parte de la norma británica; BS3811.

**Descompostura:** Falla que da por resultado la falta de disponibilidad del equipo.

**Desperfecto:** Una desviación inesperada con respecto a los requerimientos y que justifica una acción correctiva

**Disponibilidad:** La capacidad del equipo para llevar a cabo con éxito la función requerida en un momento específico o durante un período de tiempo específico.

**Especificación del trabajo:** Un documento que describe la forma en que se debe realizar el trabajo. Puede definir materiales, herramientas, estándares de tiempo y procedimientos.

**Existencia de refacciones:** Piezas que están disponibles con fines de mantenimiento o para el reemplazo de piezas defectuosas.

**Factibilidad del mantenimiento:** La capacidad del equipo, bajo condiciones establecidas de uso, para conservarse o ser reparado y que quede en un estado en el que pueda realizar la función requerida, cuando el mantenimiento se realiza bajo condiciones establecidas y empleando procedimientos y recursos prescritos.

**Falla:** La determinación de la capacidad del equipo para realizar la función requerida.



**Historia del mantenimiento:** Un registro histórico que muestra la reparación, refacciones, etc., que se emplea para ayudar a la planeación del mantenimiento.

**Inspección:** El proceso de medir, examinar, probar, calibrar o detectar de alguna otra forma cualquier desviación con respecto a las especificaciones.

**Interrupción forzada:** Interrupción debida al paro no programado de un equipo.

**Mantenimiento:** La combinación de todas las acciones técnicas y acciones asociadas mediante las cuales un equipo o un sistema se conserva o repara para que pueda realizar sus funciones específicas.

**Mantenimiento basado en las condiciones:** El mantenimiento preventivo que se inicia como resultado del conocimiento de la condición del equipo observada mediante el monitoreo de rutina o continuo.

**Mantenimiento correctivo:** El mantenimiento que se lleva a cabo después de que ocurre una falla y que pretende restablecer el equipo a un estado en el que pueda realizar la función requerida.

**Mantenimiento de emergencia:** El mantenimiento requerido para evitar consecuencias serias, como pérdida del tiempo de producción y condiciones inseguras.

**Mantenimiento en operación:** Mantenimiento que puede realizarse mientras el equipo está en servicio.

**Mantenimiento en paro:** Mantenimiento que sólo puede realizarse cuando el equipo está fuera de servicio.

**Mantenimiento planeado:** El mantenimiento organizado y realizado con premeditación, control y el uso de registros para cumplir con un plan predeterminado.

**Mantenimiento preventivo:** El mantenimiento preventivo realizado a intervalos predeterminados o con la intención de minimizar la probabilidad de falla o la degradación del funcionamiento del equipo.

**Mantenimiento programado:** El mantenimiento preventivo realizado a un intervalo de tiempo predeterminado o después de cierto número de operaciones, kilometraje, etc.

**Monitoreo de las condiciones:** La medición continua o periódica y la interpretación de los datos para inferir la condición del equipo a fin de determinar si necesita mantenimiento.

**Orden de trabajo:** Una instrucción por escrito que especifica el trabajo que debe realizarse, incluyendo detalles sobre refacciones, requerimientos de personal, etc.



**Programa de mantenimiento:** Una lista completa de piezas (equipo) y las tareas de mantenimiento requeridas, incluyendo los intervalos con que debe realizarse el mantenimiento.

**Renovación:** Trabajo extenso con la intención de que el equipo alcance condiciones funcionales aceptables, que frecuentemente implica mejoras.

**Reparación:** El restablecimiento de un equipo a una condición aceptable mediante la renovación, reemplazo o reparación general de piezas dañadas o desgastadas.

**Reparación general:** Un examen completo y restablecimiento del equipo, o una parte importante del mismo, a una condición aceptable.

**Requisición de trabajo:** Un documento en el que se solicita la realización de un trabajo.

**Restablecimiento:** Acciones de mantenimiento con la intención de regresar al equipo a sus condiciones originales.

**Retroalimentación:** Un informe del éxito o fracaso de una acción para alcanzar los objetivos deseados, que puede ser utilizada para mejorar un proceso.

## 2.4 Mantenimiento Productivo Total

Cuando hablamos de *mantenimiento productivo total* estamos hablando de la culminación de todos los tipos o formas de mantenimiento, ahora es en ésta parte donde sabemos que en el mantenimiento total ya se involucra el personal operativo, y que son los que desarrollan esa parte importante del mantenimiento a equipos, por ejemplo; ellos estarían ajustando, lubricando, limpiando, etc., todo ello no sin antes darles una capacitación y algunos cursos, de acuerdo a sus capacidades, que son de preparación antes de laborar en cualquier medio o empresa. De tal manera que el encargado de llevar a cabo muchas actividades de mantenimiento, ahora lo pueda hacer de manera concreta en algún equipo en específico, ya que éste tendrá suficiente tiempo para especializarse y resolver los problemas presentados más acertadamente, todo ello para que el equipo brinde un servicio de calidad.

### 2.4.1 Definición

El *Mantenimiento Productivo Total* se entiende que es aquel que es llevado a cabo por todos los trabajadores y empleados de las empresas a través de grupos pequeños.

#### 2.4.2 Metas del Mantenimiento Productivo Total

- I.- Maximizar la efectividad del equipo
- II.- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para optimizar la economía del equipo a lo largo de su vida útil.
- III.- Involucrar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos desde la alta dirección hasta el último de los trabajadores.
- IV.- Mejorar la confiabilidad y mantenibilidad del equipo para contribuir a la calidad de los productos y aumentar la productividad.
- V.- Promover las actividades autónomas de grupos pequeños.

#### 2.4.3 Significado de la Palabra Total en MPT (Mantenimiento Productivo Total)

\**Efectividad total*: la búsqueda de la efectividad económica o rentabilidad

\* *Sistema de Mantenimiento Total*: intuye prevención del mantenimiento, mejora los mantenimientos.

\* *Participación total*: intuye, el mantenimiento autónomo por parte de los operarios de producción en forma de grupos pequeños.

#### 2.4.4 Objetivos del MPT

- a) Eliminar el deterioro acelerado, máximo ciclo económico – vida del equipo
- b) Eliminar fallas, cero paros por fallas.
- c) Eliminar defectos, cero defectos.
- d) Operar rentablemente, cero pérdidas de velocidad.

#### 2.4.5 Las cinco actividades claves del MPT

- a) **Mejorar la efectividad del equipo**: eliminando los seis tipos de pérdidas.
- b) **Mantenimiento autónomo**: logrando la participación de los operarios de producción en actividades básicas del mantenimiento, y la mejora del equipo.



- c) **Calidad de mantenimiento:** manteniendo el cien por ciento de los equipos libres de fallas para mantener el cien por ciento de los productos libres de defectos.
- d) **Programa de mantenimiento planeado:** mejorando los programas de mantenimiento planeado, para incrementar la eficiencia, los costos de las operaciones de mantenimiento y la vida útil de los equipos.
- e) **Educación y entrenamiento:** educando y entrenando a los trabajadores en el conocimiento y habilidades relacionada con el equipo.

#### 2.4.6 Efectividad del Equipo

Esta consiste en eliminar los seis tipos de pérdidas y maximizar la efectividad del equipo a través de dos clases de actividades:

- a) **Cualitativa:** disminuyendo el número de productos defectuosos, controlando y mejorando la calidad.
- b) **Cuantitativa:** aumentando la disponibilidad total del equipo y mejorando su productividad.

La principal meta de este punto en MPT es aumentar la eficiencia del equipo de forma de que cada pieza del mismo pueda ser operada óptimamente y ser mantenida en este nivel.

El personal y maquinaria deben funcionar bajo el concepto "cero defectos" y cero averías. El creer en esto es un requisito importante para el MPT.

##### 2.4.6.1 Los seis tipos de pérdidas

- 1.- Fallas del equipo. Fallas por averías.
- 2.- Ajustes y tiempos de preparación. Cambios de herramienta, etc.
- 3.- Paradas menores e inactividad. Operación anormal sensores, etc.
- 4.- Reducción de velocidad. Diferencia de velocidad, diseño de velocidad real.
- 5.- Defectos de proceso. Desperdicios, reprocesos, etc.
- 6.- Menor rendimiento. Desde el arranque de la máquina hasta que se estabiliza.

## 2.5 Mantenimiento Autónomo

En este mantenimiento lo que se busca es lograr la participación de los operarios en las actividades de básicas de mantenimiento y en la mejora. Aumentar la efectividad del equipo.

El mantenimiento que se realiza por los operarios, recibe el nombre de *mantenimiento autónomo* y contribuye a la prevención al deterioro del equipo.

Entonces podemos deducir que las; operaciones y el mantenimiento son inseparables.

Una producción eficiente depende del área de producción y del área de mantenimiento, pero a menudo guardan una relación antagónica.

Producción – Mantenimiento = Yo opero – Tu arreglas

### 2.5.1 Etapas del Desarrollo del Mantenimiento autónomo

- a) **Limpieza inicial:** Limpiar para eliminar el polvo y suciedad del equipo; lubricar y apretar tornillería, descubrir problemas y corregirlos. Fugas.
- b) **Identificar las causas del equipo sucio:** identificar y prevenir las causas del polvo y la suciedad.
- c) **Mejorar las áreas difíciles de limpiar:** mejorar partes que son difíciles de limpiar y lubricar, reducir los tiempos requeridos para las limpiezas y lubricaciones.
- d) **Estandarizar las actividades del mantenimiento:** establecer estándares del tiempo dedicado a la limpieza, lubricación y apriete (específicamente tareas diarias y periódicas).
- e) **Desarrollar habilidades de inspección general:** al inspeccionar el equipo los miembros de los grupos pequeños descubren y corrigen defectos menores del equipo.
- f) **Implementar inspecciones autónomas:** desarrollar y emplear listas de verificación para inspección autónoma.
- g) **Organizar y administrar el lugar de trabajo:** sistematizar el control de mantenimiento autónomo, mediante estándares de inspección para limpieza y lubricación, registro de datos, mantenimiento de piezas y herramientas.

- h) **Administrar el mantenimiento autónomo:** desarrollar diagnósticos y habilidades para reparar, recolectando y analizando fallas y otros tipos de datos del equipo.

### **2.5.2 Sistema de control visual**

Es aquel en donde los elementos de control, información y acciones correctivas están estandarizados en el lugar de trabajo de una forma visual para:

- \* Distinguir rápidamente de lo que debe ser y lo que no lo es.
- \* Hacer las desviaciones del deber, ser lo bastante obvios para que cualquier persona las pueda reconocer.
- \* Encontrar constantemente oportunidades de mejora.

#### ***El deber ser del lugar de trabajo visual***

- No hay nada extra o innecesario
- Hay un lugar para cada cosa y cada cosa está en su lugar
- Las áreas de almacén se distinguen claramente
- Cualquier cosa puede ser verificada fácilmente
- El aseo y la limpieza en el personal es una forma de vida
- Un lugar limpio e inmaculado libre de polvo, desperdicio, aceite, etc.
- Limpieza de pared a pared en forma continua
- Artículos, información, programas de producción se conocen de un vistazo.
- Es fácil distinguir inmediatamente entre que es y que no es normal
- Los reportes de trabajo están simplificados y minimizados
- Las anomalías se reconocen inmediatamente por cualquier persona
- El flujo del producto es conocido fácilmente

- Los estándares del proceso son entendidos fácilmente
- Desviaciones a los estándares se detectan fácilmente
- Se muestran los niveles de desempeño, histórico y actual

### **2.5.3 Conceptos Básicos**

Un control visual transmite información importante al personal en el propio lugar de trabajo y está diseñado para apoyar tanto a los procesos administrativos como a los productivos con el objeto de:

- Distinguir las desviaciones al deber ser
- Ayudar a reaccionar rápidamente
- Promover la disciplina hacia los estándares
- Orientación a la prevención
- Mantener el auto – control diario

Todo ello disminuye los errores y evita el desperdicio, haciendo que los problemas sean visibles. Identifica la diferencia entre el desempeño real y los resultados esperados y nos dice como reaccionar a esto.



*Propuesta de Mantenimiento Integral a la E.N.E.P.  
(Casa Práctica)*

# **Capítulo 3**

**Aspectos Generales**

**e Infraestructura**

**de la ENEP Aragón**



### **3. Aspectos Generales e infraestructura de la ENEP Aragón**

#### **3.1 Antecedentes**

“La ENEP Aragón, ahora UNAM Campus Aragón, se crea el 23 de Septiembre de 1975 e inicia sus labores el 16 de enero de 1976. Su función obedece a la alta densidad de población escolar concentrada en Ciudad Universitaria, que hizo necesario un cuidadoso programa de descentralización, a partir de una ubicación cuidadosa en las zonas de mayor demanda educativa.

En febrero de 1974, el Consejo Universitario aprobó la realización del Programa de Descentralización de Estudios Profesionales de la UNAM, teniendo como propósito regular el crecimiento de la población escolar, redistribuir la oferta educativa y contribuir la expansión y diversificación del sistema de educación superior del país.

En el caso de la ENEP Aragón, fue un acierto de la UNAM el llevar la cultura a una zona marginada, carente hasta de los más elementales servicios municipales, con deficiencias ambientales, bajos ingresos, baja escolaridad y por tanto con la urgente necesidad de capacitación y promoción social.

Así, la UNAM Campus Aragón, quinta escuela de este programa, respondía a un planteamiento nacional: la masificación de la educación superior, producto sin duda de la gran demanda de profesionistas que impone una sociedad en desarrollo acelerado y la alta tasa de crecimiento demográfico de nuestro país.

Por lo que fue planeada para atender de 15 mil a 20 mil alumnos, guardando proporciones adecuadas entre instalaciones, alumnos, personal docente, administrativos y superficie de terreno. También responde al propósito de constituirse en un centro de sistemas independientes, tanto académico como administrativos dirigidos por autoridades que se ajusten a la Ley Orgánica y al Estatuto General de la UNAM.

Las cinco Administraciones que han tenido a cargo la Dirección de la Escuela tomaron diferentes enfoques:

- La primera administración de 1976 a 1978, liderada por el Ing. Pablo Ortiz Macedo, estuvo dirigida fundamentalmente a organizar y fundar nuestra Escuela.
- La segunda administración de 1978 a 1986, dirigida por el Mtro. Sergio Rosas Romero, quien se avocó a desarrollar y a consolidar las actividades de docencia y la difusión de la cultura, así como la construcción de la mayor parte de los edificios existentes y la forestación.



- La tercera administración de 1986 a 1990, bajo el mando del Lic. Sergio Guerrero Verdejo; buscó una mayor vinculación con la Administración Central y se dio un fuerte apoyo a la política de publicaciones.
- La cuarta administración de 1990 a 1998, a cargo del Mtro. en Ing. Claudio Carl Merrifield Castro, reformó y actualizó 9 de los 12 planes de estudio, organizó al Consejo Técnico, creó el Centro Tecnológico Aragón, el primer Salón de Usos Múltiples y el tercer nivel del Edificio de Gobierno, e impulsó en gran medida los seminarios de titulación y como punto prioritario destacó e incrementó las Actividades de Apoyo a la Comunidad Externa.
- La quinta administración de 1998 a 2001 estuvo presidida por el Mtro. en R.I. Carlos E. Levy Vázquez, quien dio especial énfasis a la estabilidad de los profesores de carrera, técnicos académicos y profesores de asignatura. Se adquirió equipo de punta para los laboratorios y talleres de Ingeniería, Humanidades y Artes, Ciencias Sociales y Centro Tecnológico. El personal académico administrativo recibió equipo de cómputo moderno. El área deportiva tuvo una total remodelación y se construyeron canchas de fútbol rápido y de voleibol playero. Además se reforzó toda la reja perimetral de la Escuela.

Veinte generaciones de egresados de la UNAM Campus Aragón, respaldan el prestigio de la Institución. Las cuales, han puesto muy en alto el nombre de la Escuela que las formó, destacándose en los diversos quehaceres sociales. Ellos y las nuevas generaciones que se están formando, constituyen la riqueza de nuestra Escuela. Son y seguirán siendo un vínculo estrecho con la comunidad de nuestro entorno; a través de ellos conoceremos mejor sus necesidades y orientaremos nuestro apoyo.

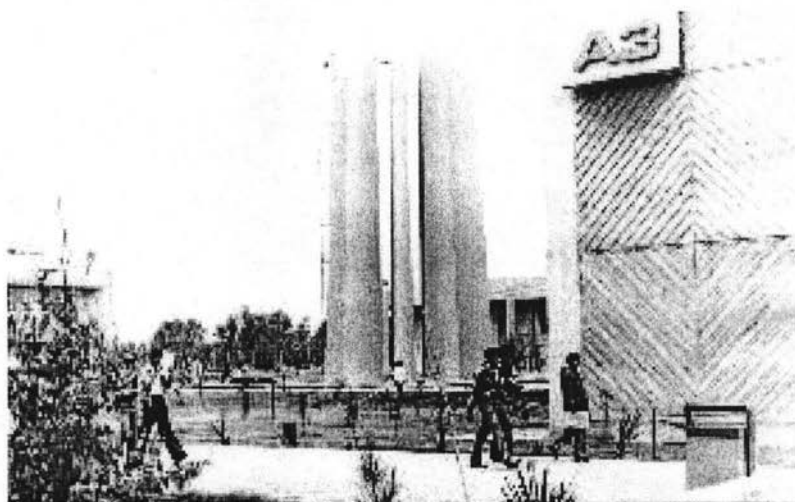
Hoy, a 28 años de su fundación, pueden ya cosechar los frutos del esfuerzo y el carácter que nos ha hecho crecer superando los múltiples obstáculos que se nos han presentado, sin duda con nuevos y variados problemas, con reconocidas insuficiencias, pero con renovado espíritu de superación."<sup>(1)</sup>

Ahora hacemos una comparación con estas imágenes de cómo era la ENEP Aragón hace ya 28 años y ahora en el 2004, y notaremos cambios significativos, que podemos observar con la imagen de ayer, y que además señalamos como la causa que ha originado el tiempo y una mala planeación, solamente observando minuciosamente la imagen. Entre ello podemos decir y observar, el hundimiento de los edificios, del suelo y el cambio en las jardinerías. Todo esto actualmente se observa al transitar por la ENEP

---

<sup>1</sup> [www.aragon.unam.mx](http://www.aragon.unam.mx)

*Propuesta de Mantenimiento Integral a la E.N.E.P. Aragón  
(Casa Práctica)*



Ayer



Ahora

### **3.2 Localización, fisiografía, clima, flora y fauna**

La Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón, cuya dirección es Avenida Rancho Seco S/N, se localiza en el Municipio de Nezahualcoyotl, Estado de México.

El municipio de Nezahualcoyotl se localiza al Este del Estado de México, entre las paralelas 19° 57' 59" y 19° 30' 04" de latitud norte y las meridianas 98° 57' 59" y 99° 04' 17" con longitud oeste con una altitud media de 2240 metros sobre el nivel medio del mar (s.n.m.m.). Su cabecera municipal es Ciudad Nezahualcoyotl la cual tiene una altitud media de 2220 metros. Sus colindancias, al norte con el municipio de Ecatepec, Al este con el municipio de Atenco y Chimalhuacan, al oeste con Distrito Federal y al sur con el municipio de La Paz y el Distrito Federal.

A su vez, la ENEP Aragón colinda al norte con las colonias Impulsora Popular Avícola y las Antenas, al sur con la colonia Prados de Aragón y las Armas, al este con la colonia Plazas de Aragón y al oeste con la colonia Bosques de Aragón.

Es importante mencionar aspectos fisiográficos, geológicos y de flora y entender los problemas que han surgido a causa del tipo de suelo y su flora que tiene la ENEP. Las alternativas de solución en la distribución del agua potable a las diferentes áreas, se puede lograr con éxito aplicando de manera periódica programas de mantenimiento bien estructurados en base a la experiencia y conocimiento. Para ello se pretende aplicar un plan propuesto y poder detectar a tiempo posibles fallas, brindando un mejor servicio a cada una de las áreas de manera oportuna. Para ello en el capítulo 4 proponemos dicho plan con la intención de mejorar la calidad de los servicios que brinda la ENEP Aragón.

El municipio de Nezahualcoyotl se localiza dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, en la subprovincia de lagos y volcanes de Anáhuac. Los terrenos no presentan pendientes considerables, pues se ubican en una vasta llanura sin alteraciones, que anteriormente fueron ocupadas por el Lago de Texcoco. No obstante en el Municipio de Nezahualcoyotl, del cuaternario existen depósitos lacustres y aluviales que rellenan antiguos lagos de la cuenca de México.

En cuanto al clima es denominado clima semiseco o clima seco estepario. Su característica principal es que la evaporación excede a la precipitación; las comunidades vegetativas con que está asociado son las xerófilas y los pastizales. La temperatura promedio se encuentra entre los 22° y 24° C.

Respecto a la flora de la ENEP Aragón, la componen especies como: pino lasio, yuca, Jacaranda, pirus y el eucalipto con hasta 12 metros de altura y una generación de raíces ocupando áreas bastante grandes con profundidad que afecta a la red de tuberías de distribución del agua potable, siendo éste uno de los problemas de mayor atención en los últimos años. Por su parte, el comentario del Mtro. Fernando García, integrante del comité de imagen de la escuela explica que el circuito ambiental (ciclo de actividades diseñadas para atención a la Comunidad Universitaria y que es

adecuado por cada plantel), forma parte de la campaña de reforestación que se realiza en Aragón, cuya primera etapa se estima sea concluida a finales de mayo del presente, esto es, con el concurso *adopta tu jardín o jardinera* que es una propuesta orientada a la mejora de la imagen del plantel, y junto con *échale la mano a tu ambiente*, se traduce en acciones directas para promover la participación de alumnos en beneficio del entorno ecológico.

Y lo anterior surge de crear un centro de educación ambiental y de fomento a la cultura, la Dirección General de Atención a la Comunidad Universitaria (DGACU), la carrera de Planificación para el Desarrollo Agropecuario y el Comité de Imagen del plantel presentaron, dentro del *Círculo Ambiental: Échale la mano a tu ambiente*, el proyecto del *Cactario Biocalli*, que se ubicará en fechas próximas en las instalaciones de la ENEP Aragón

En cuanto a la fauna, la componen pájaros de varias especies e insectos, siendo estos últimos los que más abundan principalmente en la temporada de calor y lluvia.

### **3.3 Población**

La población de la ENEP Aragón está constituida por alumnos de 12 carreras que se imparten en el plantel, cinco maestrías, dos especializaciones y dos doctorados, personal académico y trabajadores en general cuya población de 1986 a 2003 se muestra en las tablas 3.1, 3.2, 3.3, 3.4.

ALUMNOS (1)

CARRERA	AÑOS																	
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Arquitectura	1004	946	779	750	671	648	648	649	706	727	763	727	721	727	659	689	690	716
Comunicación Y Periodismo	4515	4101	3992	3844	1277	1340	1391	1392	1459	1620	1566	1535	1610	1543	1105	1527	1499	1747
Derecho	208	332	230	237	3923	4020	4078	4167	4343	4595	4545	4406	4574	4571	4665	4769	4790	4958
Diseño Industrial	759	585	729	451	226	223	214	226	241	285	169	248	255	223	170	190	195	224
Economía	831	774	743	684	537	305	204	203	191	261	390	470	573	638	610	631	655	655
Ingeniería Civil	806	1002	1116	1189	623	641	643	677	712	738	768	733	743	638	616	545	534	502
Ingeniería en Computación	1581	1611	1758	1866	1188	1239	1260	1391	1431	1479	1481	1390	1378	1316	1117	1197	1217	1206
Ingeniería Mecánica Eléctrica	1079	1047	1039	1038	1910	1989	2002	2136	2196	2374	2330	2290	2239	1980	1681	1729	1646	1591
Pedagogía	946	1102	1222	1152	1004	1004	983	933	864	831	860	881	991	989	1022	1071	1125	1165
Planeación Para el Desarrollo Agropecuario	370	357	363	334	249	263	171	205	208	258	273	265	288	204	131	137	132	117
Relaciones Internacionales	714	759	837	649	839	794	794	798	803	881	955	1346	878	861	796	826	863	959
Sociología	459	370	325	224	210	176	133	134	124	139	192	218	277	243	237	266	283	323
<b>Total</b>	<b>13302</b>	<b>12986</b>	<b>12933</b>	<b>12418</b>	<b>12657</b>	<b>12642</b>	<b>12521</b>	<b>12911</b>	<b>13278</b>	<b>14188</b>	<b>14292</b>	<b>14509</b>	<b>14527</b>	<b>13933</b>	<b>12809</b>	<b>13577</b>	<b>13629</b>	<b>14163</b>

Tabla 3.1 Población de la ENEP Aragón

ALUMNOS DE POSGRADO (2)

CARRERA	AÑOS																	
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Maestría en Derecho penal	11	15	55	67	79	84	170	77	99	111	136	79	37	36	0	2		0
Maestría en Economía Financiera	27	30	35	18	4	0	33	23	26	29	39	42	34	46	9	1		0
Maestría en Enseñanza Superior	36	32	28	20	23	57	113	97	53	110	128	95	61	34	0	0		0
Especialización en C. Penales	25	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
Especialización en Puentes	0	0	0	15	14	12	13	16	11	18	14	15	17	30	20	27		17
Maestría en Derecho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	82	117		167
Maestría en Pedagogía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	40	71		50
Doctorado en Derecho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	9	21		26
Doctorado en Pedagogía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	37		32
<b>Total</b>	<b>99</b>	<b>103</b>	<b>118</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>153</b>	<b>329</b>	<b>213</b>	<b>189</b>	<b>268</b>	<b>317</b>	<b>231</b>	<b>149</b>	<b>236</b>	<b>170</b>	<b>336</b>		<b>292</b>

Tabla 3.2 Población de la ENEP Aragón

**ADMINISTRATIVOS Y TRABAJADORES (4)**

TODOS	AÑOS
	2004
VIGILANTES	103
INTENDENCIA Y MANTENIMIENTO	260
TÉCNICOS Y SERVICIOS PROFESIONALES	162
SINDICALIZADOS SECRETARIAS Y CONFIANZA	280
FUNCIONARIOS	88
<b>TOTAL</b>	<b>893</b>

Tabla 3.4 Población de la ENEP Aragón

1

1, 2, 3, 4. [www.aragon.unam.mx](http://www.aragon.unam.mx)

**ACADEMICOS (3)**

CARRERA	AÑOS
	2001
Arquitectura	155
Comunicación y periodismo	129
Derecho	338
Diseño Industrial	54
Economía	136
Ingeniería Civil	128
Ingeniería en Computación	148
Ingeniería Mecánica Eléctrica	212
Pedagogía	171
Planeación para el Desarrollo Agropecuario	70
Relaciones Internacionales	82
Sociología	71
<b>Subtotal</b>	<b>1694</b>
Centro de Lenguas Extranjeras	88
Centro de Educación Continua	5
Extensión Universitaria	29
Postgrado	105
Centro de Computo	7
Departamento de Difusión	4
Departamento de Republicaciones	3
Secretaría Académica	3
Asuntos Estudiantiles	5
Unidad de Planeación	5
Centro Tecnológico	12
Unidad de Apoyo Pedagógico	7
<b>Subtotal</b>	<b>273</b>
<b>Total</b>	<b>1967</b>

Tabla 3.3. Población Académica



AREA	AYUD. PROF.	ASIGNATURA "A"		ASIGNATURA "B"		PROF. CARRERA		TÉCNICO ACADÉM.	TOTAL
	"B"	INTER.	DEFINIT.	INTER.	DEFINIT.	M/T	T/C		
Arquitectura	2	85	38	1	11	1	4		142
Comunicación y Period.	10	78	51		8		5	2	154
Derecho	15	269	61		20		5		369
Diseño Industrial	9	25	18		4		3	2	61
Economía	18	85	25		13		7		148
Ing. Civil	6	85	31		4	1	3	4	134
Ing. Computación	25	101	41		6	1	2		176
Ing. Mec. Eléctrica	24	136	49		10	2	6	15	242
Pedagogía	12	83	45		16	1	3		160
Planif. P/D Agrop.	32	33	23		3		1		92
Rel. Internacionales	8	55	12		2		3		80
Sociología	5	36	23		2	1	1		68
<b>Subtotal</b>	<b>166</b>	<b>1071</b>	<b>416</b>	<b>1</b>	<b>99</b>	<b>7</b>	<b>43</b>	<b>23</b>	<b>1826</b>
Postgrado	27	105	13			1	3		149
Secretaría Académica								3	3
Unidad de Planeación	4								4
Unidad de Ext. Univ.	13	22							35
Div. Sis. Univ. Abierta	2	9							11
Cord. De Serv. a la Com.	5								5
Cord. Educ. Continua	7								7
Centro de Computo	5							4	9
Centro de Leng. Extran.		79	19		26				124
Centro Tecnológico							10	6	16
Otros									
<b>Subtotal</b>	<b>63</b>	<b>215</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>363</b>
<b>TOTAL</b>	<b>229</b>	<b>1286</b>	<b>448</b>	<b>1</b>	<b>125</b>	<b>8</b>	<b>56</b>	<b>36</b>	<b>2189</b>

TABLA 3.5 POBLACIÓN DOCENTE



### 3.4 Servicios Médicos

Se tiene una Unidad de Servicios Médicos que ofrecen consulta y emergencias a la comunidad universitaria.

#### SERVICIOS MÉDICOS PERIODO 2002 - 2003

CONSULTAS	ALUMNOS	PERSONAL ADMINISTRATIVO	PERSONAL ACADÉMICO	TOTAL
Urgencias	285	63		348
Consultas por 1a vez	2,975	562	525	4,062
Consultas subsecuentes	380	135		515
Cirugías	15			15
Curaciones				
Somatometría (Toma de peso y Talla)				
Inyecciones				

FUENTE: SERVICIO MÉDICO

Incluye exámenes médicos a alumnos de primer ingreso

Tabla 3.5 Servicios Médicos

### 3.5 Infraestructura

#### 3.5.1 Obra Civil

La ENEP Aragón cuenta para dar servicio a todos sus habitantes con doce edificios de aulas identificados con la siguiente nomenclatura: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7, A-8, A-9, A-10, A-11, A-12, todos de 3 niveles (planta baja, primer y segundo nivel), con acabados aparentes, colores grises y textura rugosa. Un Edificio de Adquisiciones, un Centro de Cómputo, un Edificio de Mantenimiento, la Biblioteca "Jesús Reyes Heróles", un Centro de Extensión Universitaria, un Centro de Lenguas Extranjeras, una Clínica Odontológica (Dependiente de la FES Iztacala), un Estacionamiento techado, un Gimnasio de parquet, los Laboratorios L1, L2, L3 y L4, un Salón de Usos Múltiples, Edificio de Gobierno. Además de dos canchas de fútbol rápido, dos de fútbol soccer, pista, un campo de béisbol y 6 canchas de



básquetbol, Centro Tecnológico, taller de radio y televisión, publicaciones y taller de mantenimiento.

### 3.5.2 Sistema Hidráulico

El municipio de Nezahualcóyotl tiene como fuentes de abastecimiento de agua potable 15 pozos profundos y 6 fuentes más que pueden ser de derivación o deshielo, el volumen promedio diario de extracción en miles de  $m^3$ /día es de 77.41 y 111.32 respectivamente para cada fuente. INEGI, en su página de Internet.

La red de distribución de agua potable de la ENEP Aragón es a través de un tubo de 6" y 4" de diámetro de polietileno de alta densidad; es alimentada por una tubería de hierro fundido de 8" de diámetro que viene de la Av. rancho seco, proporcionando un gasto de  $400 m^3$ /día. Cabe señalar, el agua que ingresa al campus es almacenada en 4 cisternas:

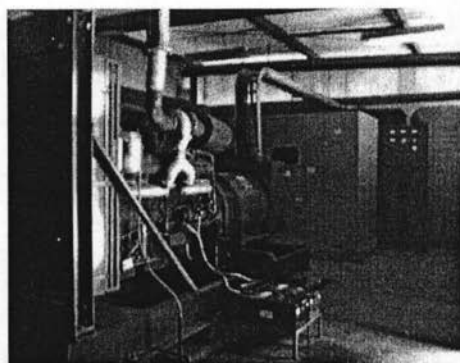
CISTERNAS $M^3$	UBICACIÓN
150	Mantenimiento
800	Vestidores
150	Centro Tecnológico Aragón
100	Centro de Extensión Universitaria

Tabla 3.6 Cisternas

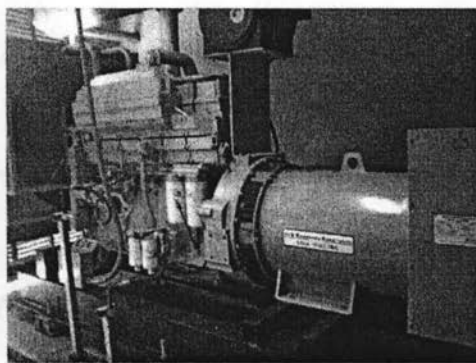
Respecto a la información anterior y para una correcta distribución del líquido existen 4 puestos de bombeo, una en mantenimiento para la distribución del agua al campus, otra en la parte posterior de vestidores como almacenamiento y abastecedor a los vestidores, otra en el Centro de Extensión Universitaria, y una más en el Centro Tecnológico Aragón.

### 3.5.3 Eléctrica

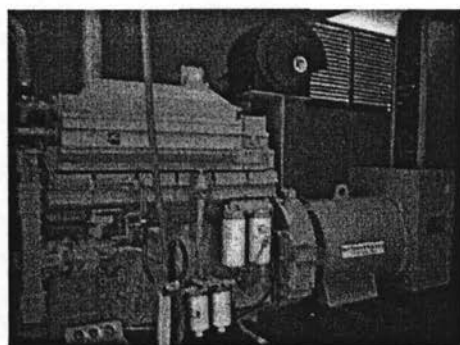
La ENEP cuenta con servicio de electricidad proveniente de la red general, llega al transformador ubicado en el Edificio de Mantenimiento para después de haberse regulado el voltaje se distribuya en toda la Institución. También se tienen 3 plantas generadoras de luz de emergencia, una en el Módulo de Extensión Universitaria con capacidad de 289 kw, otra en el Edificio de Mantenimiento de 660 kw y una más en el Centro Tecnológico con capacidad de 410 kw.



Capacidad: 289 kw ubicado en el Edificio de Mantenimiento



Capacidad: 660 kw ubicado en el módulo de Extensión Universitaria



Capacidad: 410 kw ubicada en el Centro Tecnológico

El alumbrado exterior está constituido por una serie de reflectores de vapor de sodio distribuidos a lo largo de los estacionamientos, explanadas y áreas verdes. Mientras que en las azoteas de los edificios cuentan con reflectores.

### **3.5.4 Telefonía e Informática**

Los sistemas de comunicación son los siguientes:

**Teléfono**, el cual se encuentra en todos los inmuebles a excepción de las aulas, Gimnasio de parquet y Estacionamiento techado.

**Internet** en los edificios A-4 y A-5 planta baja salón 504 (conocido como el CAE), Laboratorios L1- L2 - L3, Edificio de Mantenimiento, Centro de Cómputo, Gobierno, Servicios Escolares Edificio A1, Biblioteca, Centro Tecnológico, CELE (edificio de investigación) y postgrado

**Sistema de radio** de frecuencia corta que coordina la comunicación con el personal de vigilancia.

### **3.5.5 Sanitaria**

La red de alcantarillado es del tipo combinado pues recolecta tanto aguas residuales como pluviales, para las medidas del tubo empleado se presentan los siguientes diámetros: 0.20 m, 0.30 m, 0.38 m, 0.45 m, 0.60 m, 0.91 m y 1.07 m descargando en el subcolector de  $\Phi$  1.22 m localizado en el acceso de Bosques de África, que a su vez lo lleva al colector de Av. Central para posteriormente llegar al Río de los Remedios y al Gran Canal.

En la actualidad, la ENEP Aragón descarga sus aguas residuales en el alcantarillado municipal sin darle tratamiento alguno, y por lo tanto evitando cualquier aprovechamiento de las mismas que pudiese significar ahorros considerables en el consumo de agua potable por riego o bien, una fuente de abastecimiento para sistemas contra incendio, limpieza e incluso jardinería.

Existen propuestas que consisten en el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual funcionará en base a la tecnología de humedales artificiales, misma que permita sanear las aguas residuales para su uso en el riego de áreas verdes.

La experiencia de sistemas de la misma naturaleza que operan en México nos dice según datos es superior al 95% de remoción de contaminantes durante un periodo de operación de 4 años.

La siguiente tabla nos muestra la distribución general por edificio la cantidad de muebles sanitarios, así como la cantidad de módulos existentes en cada uno de los edificios

*Propuesta de Mantenimiento Integral a la E.N.E.P. Aragón  
(Caso Práctico)*

Cantidad de Núcleos Sanitarios									
Módulos Existentes	Hombres	Mujeres	Mixtos	WC	Ming	Lavab.	Tarja	Reg	
Edificio A1-A4	3	1	2		30	6	18	3	0
Edificio A2-A3	3	2	1		30	12	18	3	0
Edificio A5-A6	3	1	2		30	6	18	3	0
Edificio A7-A8	3	2	1		30	7	18	3	0
Edificio A9-A10	3	2	1		30	12	18	3	0
Edificio A11-A12	4	2	2		25	8	17	3	0
Edificio CLE	3	1	2		5	1	6	3	0
Edificio de Computo	3			3	3	3	6	3	0
Edificio lab. L1	3	1	1	1	6	2	5	1	0
Edificio lab. L2	2	1		1	4	2	4	0	0
Edificio lab. L3	4	2	2		4	2	6	2	0
Edificio lab. L4	3	1	1	1	5	3	5	1	0
Edificio Centro Tecnológico	5	2	2	1	9	4	5	0	0
Edificio Biblioteca	6	2	2	2	14	4	16	2	0
Edificio Gobierno	7	3	3	1	16	6	13	3	0
Edificio Mód. Ext. Univer.	8	2	2	4	17	5	16	2	0
Edificio Serv. Medico	1			1	1		1	0	0
Edificio Comedor	2	1	1		2	1	2	2	0
Edificio Baños y Vestidores	2	1	1		12	4	9	0	50
Edificio Gim. de Duela	2	1	1		3	1	2	1	0
Edificio Salón de Usos Mult.	2	1	1		6	2	4	1	0
Edificio Mantenimiento	2	1	1		4	2	4	1	0
Edificio Sala de Firmas	2	1	1		2	1	2	1	0
Edificio Taller de TV.	1			1	1		1	1	1
Edificio Serv. Escolares PB A1	2	1	1		4	2	4	1	0
Edificio Auditorio A1	1			1	1		1	0	0
Edificio Auditorio A9	1			1	1		1	0	0
Edificio Estac. Techado	2	1	1		2		2	0	0
<b>TOTAL de Módulos y muebles sanitarios</b>	<b>83</b>	<b>33</b>	<b>32</b>	<b>18</b>	<b>297</b>	<b>96</b>	<b>222</b>	<b>41</b>	<b>55</b>

Tabla 3.7 Muebles Sanitarios



*Propuesta de Mantenimiento Integral a la E.N.E.P.  
(Caso Práctico)*

# Capítulo 4

**Programa de Mantenimiento.**

**Caso Práctico (red hidráulica).**

**ENEP Aragón**

## **4. Programa de Mantenimiento, Caso Práctico (red hidráulica), ENEP Aragón**

### **4.1 Introducción**

Referimos este capítulo a la necesidad de desarrollar un programa que sirva para elaborar un proceso de mantenimiento que suministre las bases para realizar un mantenimiento bien planeado con calidad de forma productiva. Este método indica como desarrollar el mantenimiento preventivo en la ENEP Aragón y como disminuir el mantenimiento correctivo en ella, abarcando un amplio aspecto de tareas que incluyen: el alcance de mantenimiento, objetivos, restricciones, especificación de partes y de equipos con que se cuenta, organización de personal así como de los recursos, planes de mantenimiento, inspección y evaluación.

Este programa se apoya de un elemento clave, la documentación; la cual involucra formatos de trabajo, reportes, manuales, videos, y dibujos, que suministran un soporte para asegurar la calidad y coordinar los cambios y directrices que ayuden al responsable a evaluar el progreso.

Cabe mencionar que la metodología que se propone funcione de manera eficiente en la ENEP Aragón.

Por lo tanto, el programa de mantenimiento se entiende que son las tareas de procedimientos que afectan directamente a la calidad y efectividad del mantenimiento. Mencionamos a grandes rasgos los procedimientos que sirven para dar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos con que cuenta la red de agua potable. Estos procedimientos emplean una documentación que es primordial: los reportes. Estos reportes proporcionan una amplia gama de información que es cuantificada. El procedimiento de mantenimiento preventivo involucra el desarrollo de planes de actividades preventivas.

Además hacemos un esquema de planeación y programación, en el que nos basamos como una actividad primaria; antes de realizar cualquier proyecto ó trabajo de mantenimiento, que nos proporciona la información suficiente de manera que podamos diagnosticar la situación de los trabajos o proyectos.

### **4.2 Planeación y Programación**

La planeación dentro del contexto de mantenimiento nos induce a reflexionar sobre el proceso mediante el cual se determinan y preparan todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de efectuar el trabajo.



Para entender el proceso de planeación, debemos saber que comprende todas las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, la lista de materiales, la requisición de compras, los planos y dibujos necesarios, la hoja de planeación de la mano de obra, los estándares de tiempo y todos los datos necesarios antes de programar y liberar la orden de trabajo.

En consecuencia un procedimiento eficaz deberá incluir los siguientes pasos:

- Determinar el contenido de trabajo (puede requerir visitas al sitio).
- Desarrollar un plan de trabajo. Éste comprende la secuencia de actividades en el trabajo y el establecimiento de los mejores métodos y procedimientos para realizar el trabajo.
- Establecer el tamaño de la cuadrilla para el trabajo.
- Planear y solicitar las partes y los materiales.
- Verificar si se necesitan equipos y herramientas especiales y obtenerlos.
- Asignar a los trabajadores con las destrezas apropiadas.
- Revisar los procedimientos de seguridad.
- Establecer prioridades (de emergencia, urgente, de rutina y programado) para todo el trabajo de mantenimiento.
- Asignar cuentas de costos.
- Completar la orden de trabajo.
- Revisar los trabajos pendientes y desarrollar planes para su control.
- Predecir la carga de mantenimiento utilizando una técnica eficaz de pronósticos.

La orden de trabajo de mantenimiento generalmente no proporciona suficiente espacio para señalar los detalles de planeación para reparaciones extensas, generales o grandes proyectos de mantenimiento. Se recomienda que para un trabajo de mantenimiento de más de 20 horas se llena una hoja de planeación de mantenimiento, porque da resultados más óptimos. Por ejemplo, se dice que para los vagones de un ferrocarril al llegar al área de vagones de carga para su mantenimiento preventivo programado cada 6 meses, la hoja de mantenimiento de planeación se descompone en elementos en los cuales en cada uno se determina el tamaño de la cuadrilla y el tiempo estándar. Al llenar una hoja de planeación el





El proceso de planeación puede dividirse en tres niveles básicos, dependiendo del horizonte de planeación:

- a) Planeación a largo plazo (cubre un periodo de 5 años o más)
- b) Planeación a mediano plazo (planes a un mes y hasta un año)
- c) Planeación a corto plazo (planes diarios y semanales)

Para la planeación a largo y mediano plazos, el planificador necesita utilizar los siguientes métodos:

- a) Técnicas acertadas de pronósticos para estimar la carga de mantenimiento.
- b) Tiempos estándar confiables para los trabajos a fin de estimar los requerimientos de personal.
- c) Herramientas para la planeación agregada, programación lineal, para determinar los requerimientos de recursos.

### **Programación**

La programación del mantenimiento es el proceso mediante el cual se acoplan los trabajos con los recursos y se les asigna una secuencia para ser ejecutados en ciertos puntos del tiempo. Un programa confiable debe tomar en consideración lo siguiente:

- a) Una clasificación de prioridades de trabajo que refleja la urgencia y el grado crítico del trabajo.
- b) Si todos los materiales necesarios para la orden de trabajo están en la planta (si no, la orden de trabajo no debe programarse)
- c) El programa maestro de producción y estrecha coordinación con la función de operaciones.
- d) Estimaciones realistas y lo que probablemente sucederá, y no lo que el programador desea.
- e) Flexibilidad en el programa (el programador debe entender que se necesita flexibilidad, especialmente en el mantenimiento; el programa se revisa y actualiza con frecuencia).

El programa de mantenimiento puede prepararse en tres niveles, dependiendo de su horizonte:

- 1) Programa a largo plazo o maestro, que cubre un periodo de 3 meses a 1 año.
- 2) Programa semanal que cubre 1 semana.
- 3) Programa diario que cubre el trabajo que debe completarse cada día.

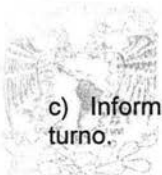
El programa a largo plazo se basa en las órdenes de trabajo en blanco, los trabajos pendientes, el mantenimiento preventivo. Y el mantenimiento de emergencia anticipado. Debe equilibrarse la demanda a largo plazo de trabajo de mantenimiento con los recursos disponibles. Con base en el programa a largo plazo se pueden identificar los requerimientos de refacciones y materiales y solicitarse por adelantado. Este programa generalmente está sujeto a revisión y actualización para reflejar cambios en los planes y el trabajo de mantenimiento realizado.

El programa de mantenimiento semanal se genera a partir del programa a largo plazo y toma en cuenta los programas actuales de operaciones y consideraciones y consideraciones económicas. El programa semanal deberá permitir que se cuente con 10% a 15% de la fuerza laboral para trabajos de emergencia. El planificador deberá proporcionar el programa para la semana actual y la siguiente, tomando en consideración los trabajos pendientes. A las órdenes de trabajo programadas para la semana actual se les asigna una secuencia con base en su prioridad. El análisis de la ruta crítica y la programación entera son técnicas que pueden utilizarse para generar un programa. En la mayoría de las compañías pequeñas y medianas, la programación se realiza con base en reglas heurísticas y en la experiencia.

El programa diario se elabora a partir del programa semanal y generalmente se prepara el día anterior. Este programa con frecuencia es interrumpido para efectuar mantenimiento de emergencia. Las prioridades establecidas se utilizan para programar los trabajos. En algunas organizaciones, el programa se entrega al supervisor del área, quien asigna el trabajo según las prioridades establecidas.

La planeación del trabajo de mantenimiento es un requisito previo de la programación correcta. En todos los tipos de trabajo de mantenimiento los siguientes requerimientos son necesarios para una programación eficaz:

- a) Órdenes de trabajo escritas que se derivan de un proceso de planeación bien concebido. Las órdenes de trabajo deberán explicar con precisión el trabajo que se va a realizar, los métodos a seguir, los técnicos con especialidad necesaria, las refacciones las refacciones que se necesitan y la prioridad.
- b) Estándares de tiempo que se basan en las técnicas de medición del trabajo.

- 
- c) Información acerca de la disponibilidad de técnicos por especialidad para cada turno.
  - d) Existencias de refacciones e información para su reabastecimiento.
  - e) información sobre la disponibilidad de equipo y herramientas especiales, necesarias para el trabajo de mantenimiento.
  - f) Acceso al programa de producción de la planta y conocimiento de momento en que las instalaciones estarán disponibles para servicio, sin interrupción del programa de producción.
  - g) Prioridades bien definidas para el trabajo de mantenimiento. Estas prioridades deben desarrollarse con una estrecha coordinación entre mantenimiento y producción.
  - h) Información acerca de los trabajos ya programados pero que se han atrasado con respecto al programa (trabajos pendientes).

Los siguientes elementos sirven como dato al programador para llevar a cabo el desarrollo de un programa de mantenimiento en el cual se describen a continuación los siguientes pasos:

- Clasificar las órdenes de trabajo pendientes por especialidad.
- Ordenar las órdenes por prioridad.
- Compilar una lista de trabajos completados y restantes.
- Considerar la duración de los trabajos, su ubicación, distancia de traslado y la posibilidad de combinar trabajos en la misma área.
- Programar trabajos de oficios múltiples para iniciarlos al comienzo de cada turno.
- Emitir un programa diario (excepto para los proyectos y trabajo de construcción).
- Autorizar un supervisor para que asigne los trabajos (encargarse de su despacho).

Cuando se requiera de trabajos grandes o proyectos de mantenimiento, el programador puede utilizar las técnicas cuantitativas para generar el programa y poder utilizar la mano de obra disponible. Cuando se habla de técnicas cuantitativas, se pueden incluir el método de la ruta crítica, la técnica para evaluación, la programación entera y la programación estocástica.

**Método de la Ruta Crítica:** la aplicación de la ruta crítica producirá un programa que especifica el momento de inicio y terminación de cada trabajo. Un requisito necesario previo para la aplicación de este método es la representación del proyecto como un diagrama de red.

Los siguientes pasos son para la aplicación del método de la ruta crítica:

- Desarrollar el programa de red del proyecto. Esta es una representación del trabajo en términos de sus actividades, mostrando todas las relaciones de precedencia entre las actividades.
- De realizar los cálculos del método de la ruta crítica para identificar los trabajos críticos y los trabajos no críticos.
- Realizar el acortamiento del proyecto para reducir la relación del proyecto e investigar las ventajas y desventajas en costos.
- Nivelar los recursos a fin de asegurar requerimientos uniformes de fuerza laboral para minimizar la contratación, el despido o los tiempos extras.

**La técnica para la Evaluación:** esta técnica no incorpora consideraciones de costos directos o de incertidumbres en la programación de proyectos. Esta técnica considera el aspecto de la incertidumbre suponiendo que la estimación de tiempo para la duración de la actividad se basa en 3 valores diferentes:

- Tiempo Optimista, que es el tiempo requerido si la ejecución se desarrolla extremadamente bien.
- Tiempo Pesimista, que es el tiempo requerido bajo las peores condiciones.
- Tiempo más probable, que es el tiempo requerido bajo condiciones normales.

**Programación Entera:** estos métodos son apropiados si se conocen por adelantado todos los detalles acerca del sistema de mantenimiento es decir que el sistema de mantenimiento es determinístico.

**Programación Estocástica:** estos métodos de programación con recursos son aquellos que combinan tanto las estrategias anticipables como las adaptables en un modelo. Esto se traduce en un compromiso entre la inversión del capital y la operación a corto plazo, entre el costo de mantener una fuerza de trabajo que varía lentamente y el costo de contratar, despidos temporales y tiempo extra de una fuerza de trabajo que cambia rápidamente. A todo ello definimos que este método es una formulación que maneja eventos futuros inciertos.

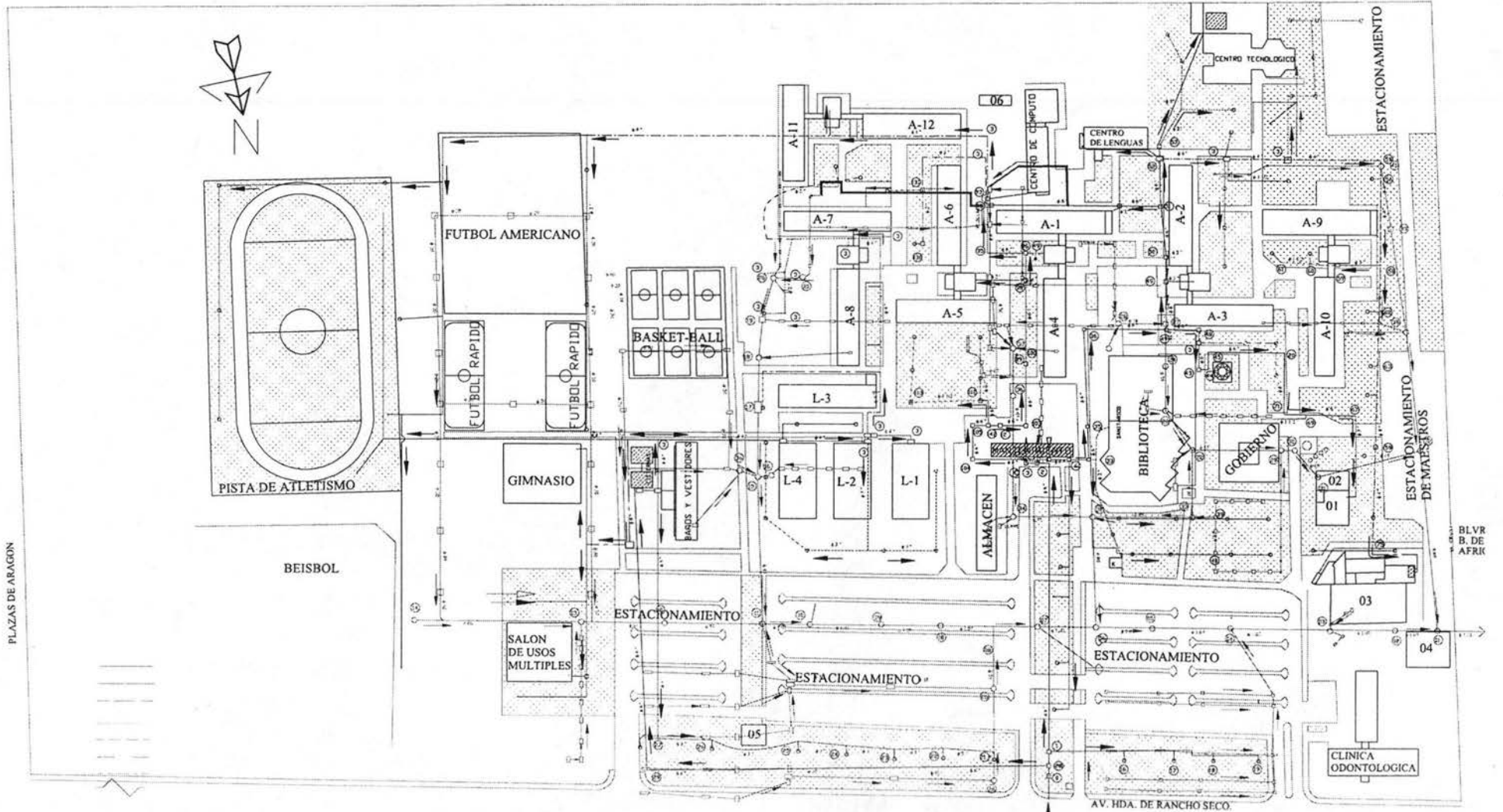
### **4.3 Distribución de la red hidráulica**

La distribución de la red Hidráulica inicia desde el momento en que el municipio de Nezahualcoyotl surte el agua a la ENEP Aragón, ésta llega, como ya lo mencionamos en el capítulo 3, desde la Av. Rancho seco por medio de un tubo de 8" de diámetro, y dentro de la escuela la red de distribución es a través de un tubo de 6" y uno de 4" de diámetro de polietileno de alta densidad, aunque hay más tipos de tubería dentro de las instalaciones, desafortunadamente no existen planos de la red desde el momento en que fueron tendidas las líneas, pero se han hecho esfuerzos grandes por hacer levantamientos.

Hoy día se cuenta con un plano que nos marca un gran porcentaje de la distribución de la red, con el cual se ha podido determinar los ramales que distribuyen el agua a las cisternas y de ahí a los distintos edificios, así como también a las áreas verdes, aunque en estas últimas son muy pocas las referencias que indican la ubicación exacta de los aspersores en el plano.

Por lo tanto el personal de jardinería, según comentarios y observaciones de algunos encargados de mantenimiento, utilizan el agua por aproximadamente 2 horas en la mañana, de no ser así, el líquido se terminaría solamente en áreas verdes. El problema, es que utilizan el agua potable y no la tratada como en muchas otras instituciones, ya que la falta de presupuesto no permite la construcción de una planta de tratamiento de aguas negras que servirían para ser utilizadas en áreas verdes.

El plano que a continuación se presenta, muestra de manera general y no exacta la red de distribución hidráulica.



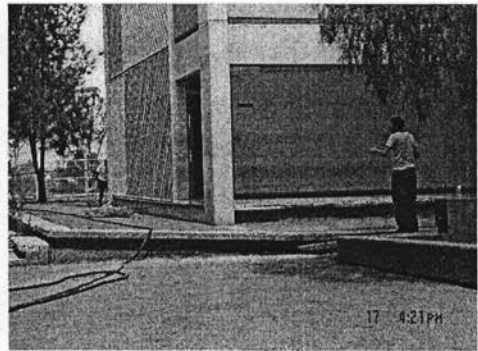


#### **4.4 Condiciones actuales de la red hidráulica**

Antes de conocer las condiciones actuales de la red de distribución de agua potable, referimos que dentro de las instalaciones, el problema que presentan los edificios del plantel, están contruidos en base a un sistema de celdas tipo barco para que floten y que al paso del tiempo dichas celdas se han llenado de más de 2,000 toneladas de agua subterránea, lo que ha provocado el hundimiento. Por ejemplo en el edificio A-11 ésta situación a ocasionado el rompimiento de banquetas, Líneas Hidráulicas y Sanitarias y como consecuencia esto ha evitado la salida de aguas residuales que provocan que los baños se tapen por falta de fluidez a través de la red sanitaria que actualmente en algunas secciones se encuentra en contra pendiente.

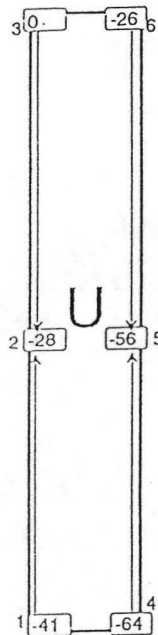
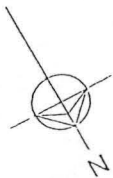
A continuación se muestran fotografías y gráfica del edificio A-11, donde se muestra con claridad los estragos físicos que ha ocasionado el hundimiento de dicho edificio, sin pasar por alto que los demás edificios se encuentran en condiciones similares.

La gráfica y tabla mostrada, es un documento proporcionado por el Ing. Federique Jáuregui Renaud, superintendente de mantenimiento. En ella podemos identificar con mucho más claridad el problema real causado por el hundimiento



Hundimiento de edificios





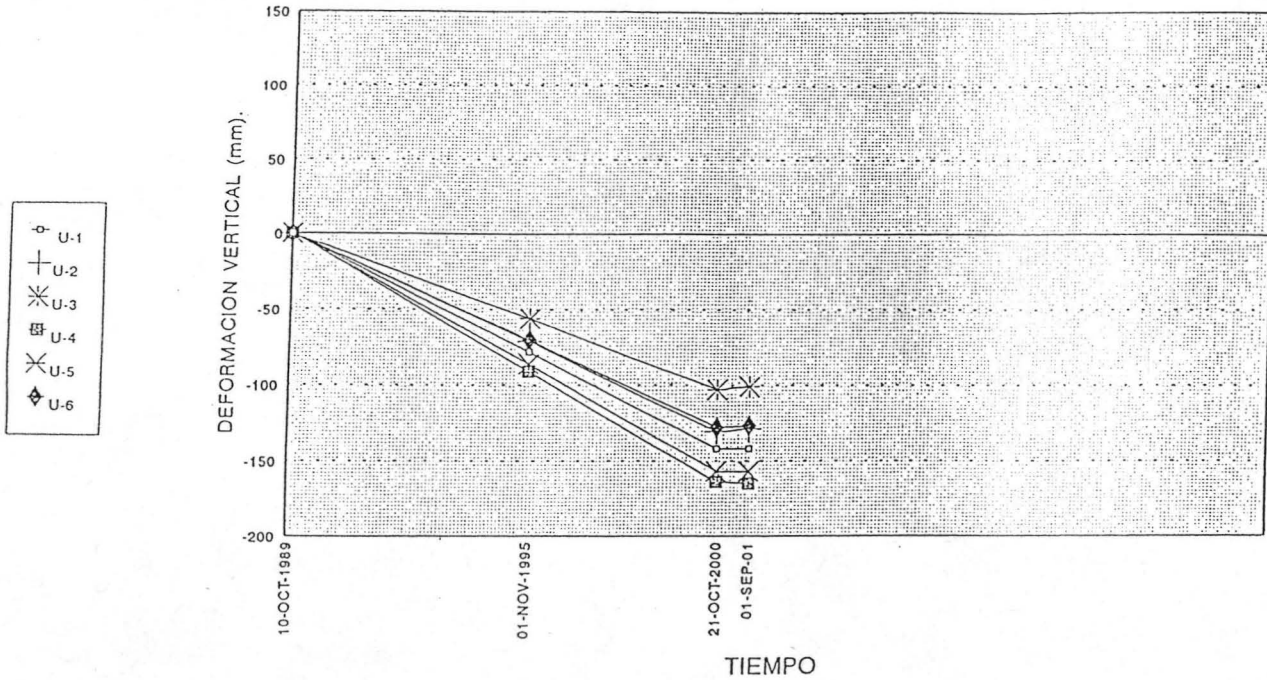
-25 → DIFERENCIALES REGISTRADOS, RESPECTO AL PUNTO MAS ALTO U-3 = 0. ENTRE EL 10-OCT-89 Y EL 1-SEP-2001 DIFERENCIALES EN MM.  
AULAS A-11 ("U").  
E-6 → NUMERO DE REFERENCIA.

MOVIMIENTOS DIFERENCIALES

# AULAS A-11 ("U")

GRAFICA (1/1)

RESPECTO A UN BANCO DE NIVEL SUPERFICIAL



PRIMERA NIVELACION 10-OCT-89

'E.N.E.P. ARAGON'  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

### AULAS "A-11" ("U")

REFERENCIA FECHA	U-1		U-2		U-3		U-4		U-5		U-6		COTA	DEF.
	COTA	DEF.	COTA	DEF.	COTA	DEF.	COTA	DEF.	COTA	DEF.	COTA	DEF.		
10-Oct-89	10.038	0	10.986	0	10.915	0	10.035	0	10.917	0	10.908	0		
01-Nov-95	9.960	-78	.915	-71	.859	-56	.944	-91	.831	-86	.838	-70		
21-Oct-00	.896	-142	.855	-131	.812	-103	.871	-164	.760	-157	.780	-128		
01-Sep-01	.896	-142	.857	-129	.814	-101	.870	-165	.760	-157	.781	-127		

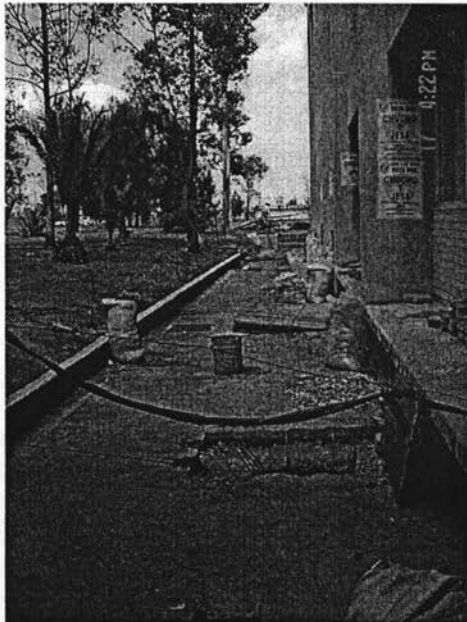
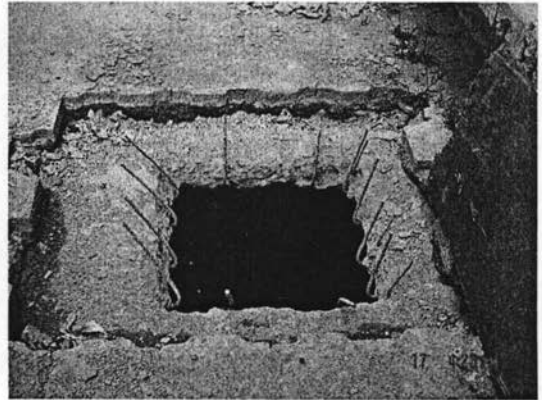
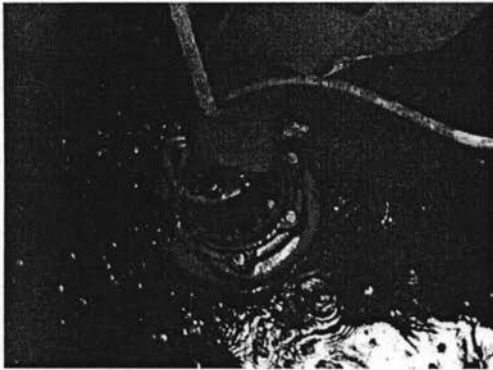
COTAS EN METROS. RESPECTO A UN BANCO  
DE NIVEL SUPERFICIAL DE COTA 10.000 m.  
DEFORMACIONES EN MILIMETROS.

\* Sig. nueva cota base.  
( ) Desplazamiento deducido.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"ARAGON"

*Propuesta de Mantenimiento Integral a la E.N.E.P. Acagón  
(Caso Práctico)*

Dichos trabajos de drenado del subsuelo de los edificios, se están llevando a cabo para evitar su hundimiento, gracias a las gestiones hechas por la Dirección de la Escuela y la Dirección General de Obras. Para lograr todos estos trabajos de mantenimiento se requiere primeramente retirar el agua, revisar la cimentación, es decir verificar el estado de las paredes respecto al nivel freático y evitar con ello la filtración y vuelva a inundarse el inmueble.



En estas fotografías podemos apreciar los trabajos de drenado realizados en el edificio A-11

*Propuesta de Mantenimiento Integral a la E.N.E.P. Aragón  
(Casa Práctico)*

Como primera etapa de la superintendencia se está trabajando en los edificios A-11, A-7, A-1, A-4 y el laboratorio L3, dicha etapa de mantenimiento se estima su conclusión para mediados del año próximo.

Es importante mencionar que los trabajos de drenado de los edificios, así como la verificación de la cimentación, de no llevarse a cabo periódicamente bajo un programa de mantenimiento preventivo, puede traer como consecuencia que las construcciones sigan deteriorándose apareciendo grietas mayores que originen fallas y hasta un percance de dimensiones mayores en caso de sismo.

Por tal motivo, se está laborando para mejorar la infraestructura y proporcionar mayor seguridad de toda la comunidad de la ENEP Aragón.

Cabe mencionar que el mantenimiento que se les ha venido dando todos estos años, sigue generando el problema de fallas en las tuberías de agua potable y drenaje, así como todos los desperfectos se deben principalmente a la existencia de obras preventivas en su momento y a la falta de educación de algunos estudiantes, que por citar algunos casos, tiran cuadernos, bolsas, botellas, palos e incluso teléfonos celulares.

A todo ello también se están arreglando las jardineras del plantel; además se está renivelando la entrada principal; se construyen rampas para minusválidos.

Aquí se muestran algunas de las plantas de ornato que serán utilizadas para seguir mejorando la imagen del plantel.



*Propuesta de Mantenimiento Integral a la E.N.E.P. Aragón  
(Caso Práctico)*



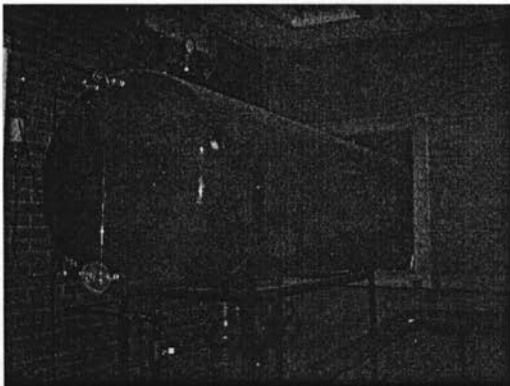
Esta foto nos muestra la nueva imagen que presentan las  
jardineras con el programa de "échale una mano a tu  
ambiente"

#### **4.4.1 Tuberías, Cisternas y Válvulas**

Son 4 cisternas en las que se deposita el agua proveniente del municipio, la principal se ubica en la sala de máquinas en el Edificio de Mantenimiento, donde se localiza un sistema de clorinación con capacidad de 200 litros que es suministrado por el municipio semanalmente y funciona por medio de un dosificador a la cisterna, el agua ya clorada es enviada al Módulo de Extensión Universitaria y Centro Tecnológico.

Estando el agua en la cisterna principal, esto es en el Edificio de Mantenimiento, se bombea a través de un sistema hidroneumático en el cual trabajan dos bombas en paralelo de las tres que se ubican en la sala de máquinas que pueden ser las bombas 1-2, 1-3, 2-3. El hidroneumático tiene una capacidad de 1000 litros del cual dos tercios son de agua y un tercio es de aire a presión y trabaja normalmente a 28 libras de presión, además éste funciona a través de un tablero de control con sus relevadores, sistemas de corte de energía, sistemas de control de presión. Todo el proceso es automático, respecto al mantenimiento, si nos referimos al área electromecánica, éste debe ser periódico al área eléctrica y al área mecánica, esto es tanto a motores como arrancadores, relevadores, sistemas de presión, y principalmente a válvulas.

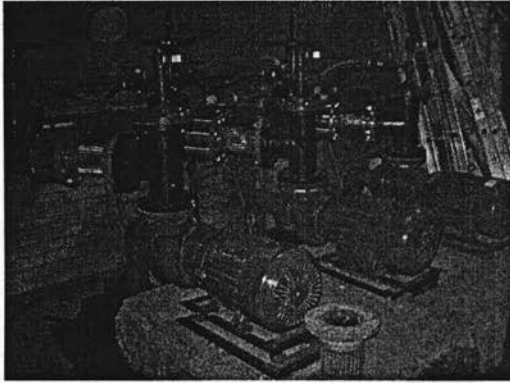
Mostramos algunas fotografías tomadas para este caso; en donde podemos visualizar los elementos que mencionamos y darnos una idea de lo que aquí se menciona.



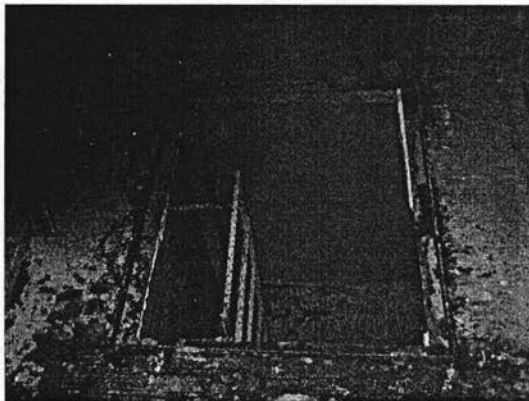
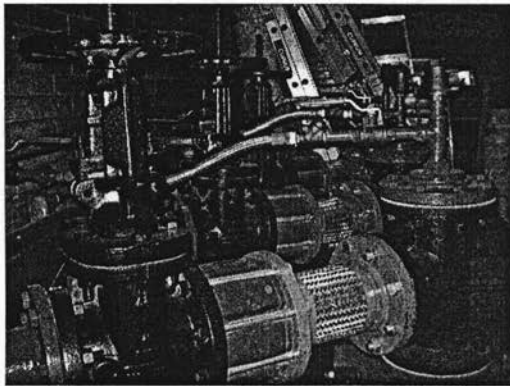
Hidroneumático; edificio de mantenimiento planta baja.  
Capacidad: 1000 litros, con dos tercios de agua por un tercio de aire a presión.



*Propuesta de Mantenimiento Integral a la E.N.E.P. Aragón  
(Casa Práctica)*

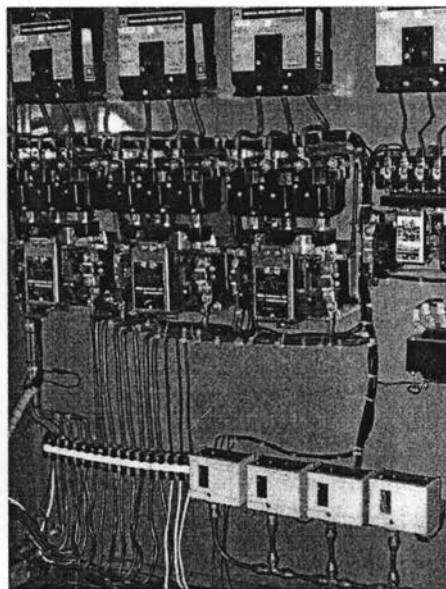
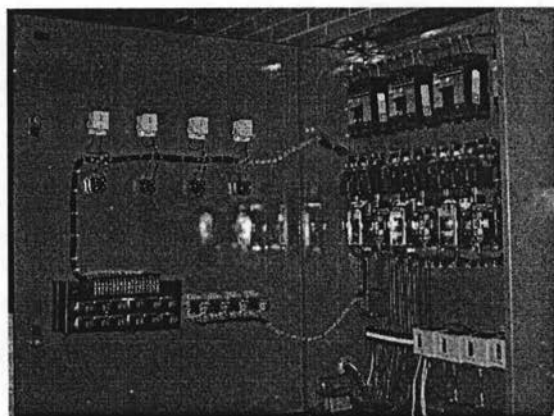


Sala de máquinas, edificio de mantenimiento.  
3 bombas: con capacidad de 15 HP, que  
funcionan alternativamente 1-2, 1-3, 2-3.



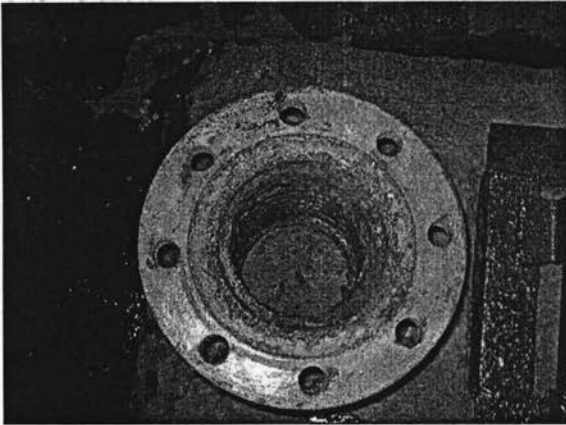
Cisterna principal del edificio de Mantenimiento,  
con capacidad de 150 metros cúbicos que es  
clorada por un dosificador de 200 litros





Tablero de control automático del hidroneumático principal en el edificio de Mantenimiento.

Uno de los graves problemas que existen actualmente con la calidad del agua que nos llega al plantel, es el alto contenido de sales ya que es directamente extraída de pozos y posteriormente clarada para transportarla a través del sistema de tuberías de agua potable municipales. Esto origina, tanto el cloro como las sales, el grave deterioro de válvulas de todos los sistemas así como a los compensadores de vibración, lo mismo sucede con las válvulas de retención y válvulas de corte. El 90% de todos los problemas de estos accesorios ha sido por la falta de mantenimiento ya que a través del tiempo se descuidó lo que es mantenimiento a válvulas de la red principal que distribuye a la escuela. A continuación mostramos una fotografía de un acoplamiento afectado por este grave problema;



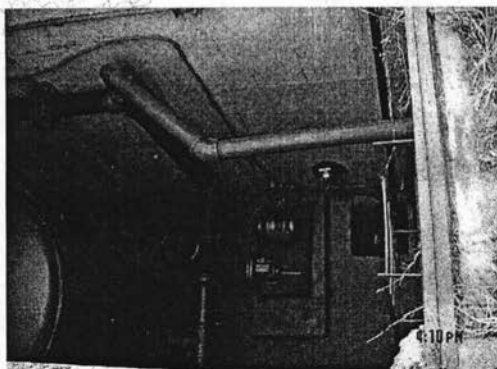
En el acoplamiento podemos apreciar, que efectivamente las sales han sido un factor importante en el deterioro del mismo. Su función del acoplamiento es evitar la vibración del motor bomba a la línea

Así mismo cuando hay un trabajo excesivo en el sistema hidroneumático los motores eléctricos sufren el deterioro a tal grado que los mismos se han quemado totalmente.

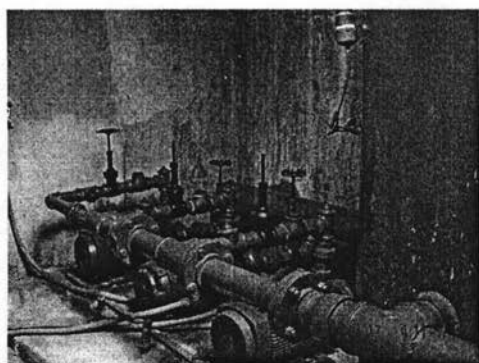
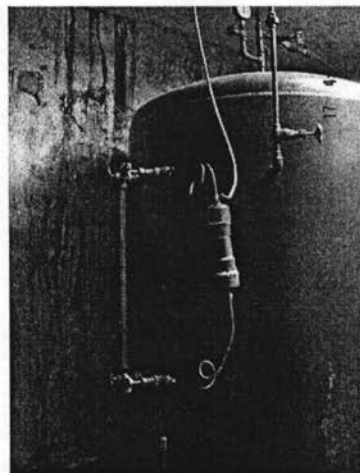
Pasando la reja perimetral existe un tubo de 2" de diámetro que desvía el agua hacia la cisterna del área deportiva, también funciona a través de un sistema hidroneumático el cual cuenta con su tablero de control automático y tres bombas respectivas, las cuales bombean el agua a baños y vestidores de la zona deportiva, Gimnasio de parquet, zona de riego para los jardines, Salón de Usos Múltiples y Laboratorios. En uno de los extremos del cuarto de máquinas se encuentra un carcamo con una bomba de achique que cuenta con su electro nivel y un tubo de 1.5 pulgadas que sirve para extraer el agua excedente que entra por circunstancias ajenas y evitar el daño que pudiera ocasionar al equipo electromecánico. Esta cisterna, alimenta a dos calderas "San Francisco" de 60 HP que funcionan alternativamente, las cuales calientan el agua que se suministra a las regaderas de los vestidores, a través de un intercambiador de calor.

También mostramos algunas fotografías que nos ayudan a visualizar los elementos mencionados anteriormente en el área de vestidores;

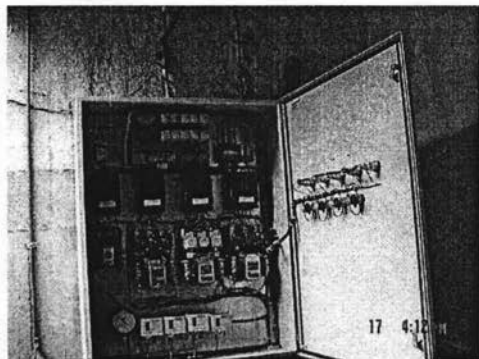
*Propuesta de Mantenimiento Integral a la E.N.E.P. Aragón  
(Casa Práctico)*



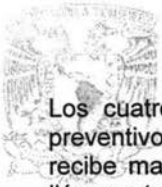
Hidroneumático de la cisterna de vestidores con capacidad de: 2000 Lt  
Con una bomba de achique de 1 HP para vaciar el excedente de agua.



Bombas de la cisterna de vestidores con capacidad de: 10 HP  
Funcionan alternativamente; 1-2, 1-3, 2-3.



Tablero de control automático de la cisterna de vestidores.

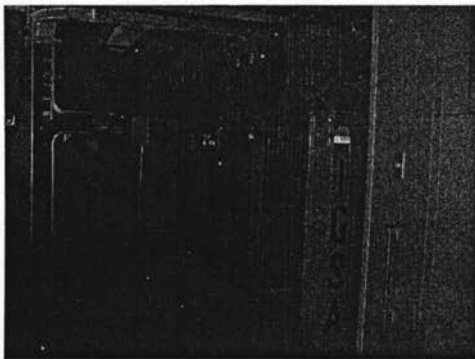


*Propuesta de Mantenimiento Integral a la E.N.E.P. Aragón  
(Caso Práctico)*

Los cuatro equipos hidroneumáticos que existen en la ENEP, reciben mantenimiento preventivo que se da a través de una compañía externa, la red interna de distribución recibe mantenimiento correctivo, así como también todos los sistemas de baños, llámese tarjas, wc, mingitorios, fluxómetros. Todo ello derivado por falta de personal y falta de tiempo.

Después del llenado de la cisterna en el Edificio de Mantenimiento se pasa a llenar la cisterna del Módulo de Extensión Universitaria a través de una tubería interna de 2" de diámetro, que va desde el edificio hasta la parte trasera del Módulo, también cuenta con un hidroneumático, tablero de control, y 3 motores cuyo funcionamiento es del mismo modo (1-2, 1-3, 2-3) alternativamente, la capacidad de la cisterna es de 100 metros cúbicos aproximadamente y ésta alimenta al Centro de Extensión.

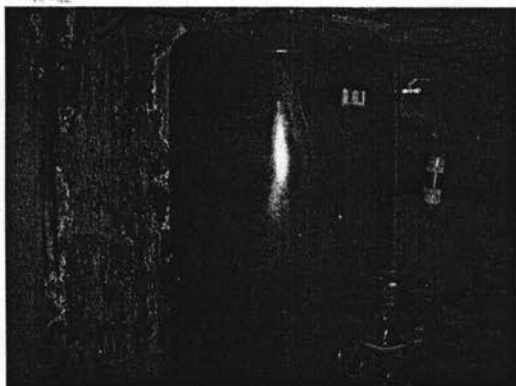
Se muestran algunas fotografías para visualizar el equipo utilizado en dicha cisterna.



Tablero de control del hidroneumático; ubicado en el Centro de Extensión Universitaria.



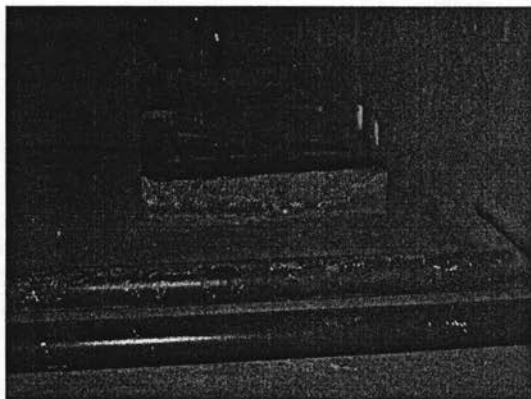
*Propuesta de Mantenimiento Integral a la E.N.E.P. Aragón  
(Casa Práctica)*



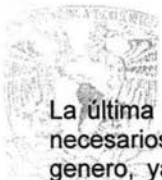
Hidroneumático: ubicado en el Centro de Extensión Universitaria con capacidad de 2000 Litros; funcionando con 2 tercios de agua por uno de aire a presión.



3 bombas: con capacidad de 10 HP, que funcionan alternativamente 1-2, 1-3, 2-3. Ubicadas en el Centro de Extensión Universitaria.



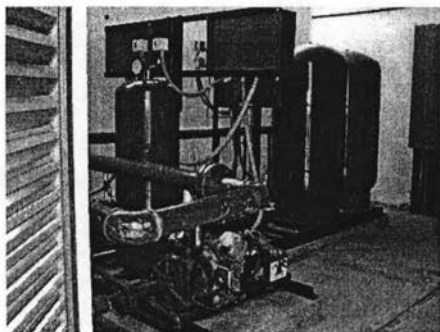
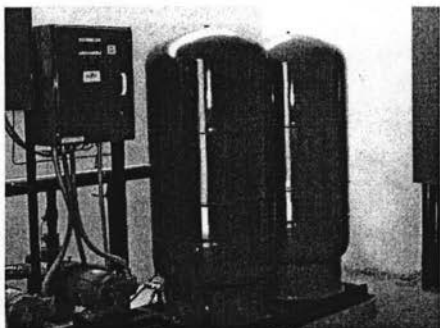
Tuberías que alimentan a la cisterna y al servicio eléctrico del Centro de Extensión Universitaria.  
Rojo: eléctrico  
Azul: agua potable.



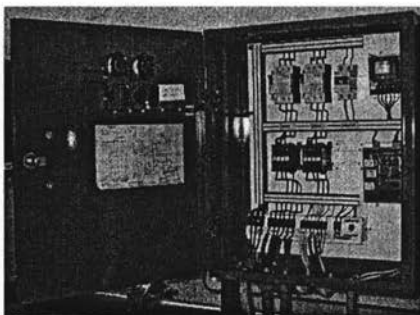
*Propuesta de Mantenimiento Integral a la E.N.E.P. Aragón  
(Caso Práctico)*

La última cisterna ubicada en el Centro Tecnológico; cuenta con todos los equipos necesarios para la distribución del agua, estos equipos son los más actuales en su género, ya que fueron los últimos en instalarse en la institución, cuenta con una cisterna de 100 metros cúbicos de capacidad, además tiene sus bombas y tablero de control; esta cisterna también es alimentada por el Edificio de Mantenimiento a través de una tubería de 4" de diámetro.

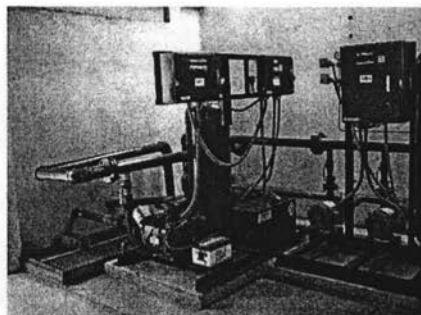
También mostramos fotografías de estos equipos ubicados en el patio posterior del Centro Tecnológico.



Hidroneumático: capacidad 2000 Litros; funciona con 2 tercios de agua y un tercio de aire a presión, ubicado en el Centro Tecnológico.



Tablero de control; función automática.  
Del Centro Tecnológico Aragón

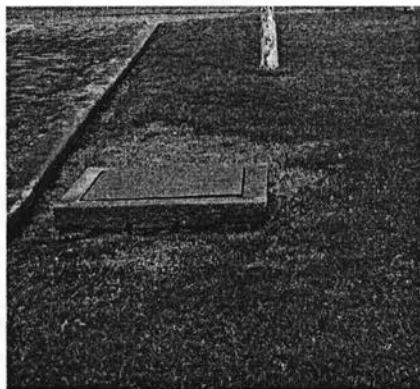


Bombas: capacidad 10 HP, ubicadas en el Centro Tecnológico.

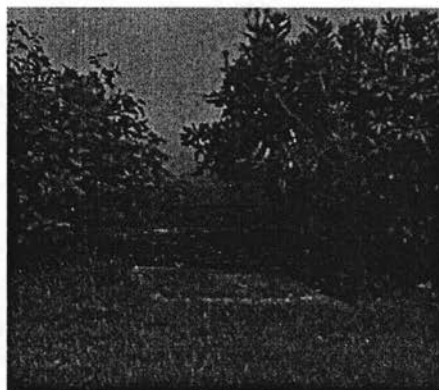
*Propuesta de Mantenimiento Integral a la E.N.E.P. Aragón  
(Caso Práctico)*

En la ENEP no existen planos que nos indiquen la ubicación de los registros de aguas negras, agua potable, electricidad y telefonía. Actualmente se tienen ubicados muchos de los registros anteriores por medio de un código de colores que identifica a cada uno de ellos, esto es:

- Azul claro; agua potable



- Azul oscuro; aguas negras y pluviales

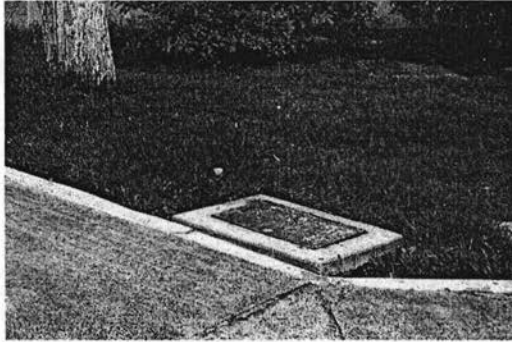






*Propuesta de Mantenimiento Integral a la E.N.E.P. Aragón  
(Caso Práctico)*

- Rojo ; electricidad



- Amarillo; telefonía.



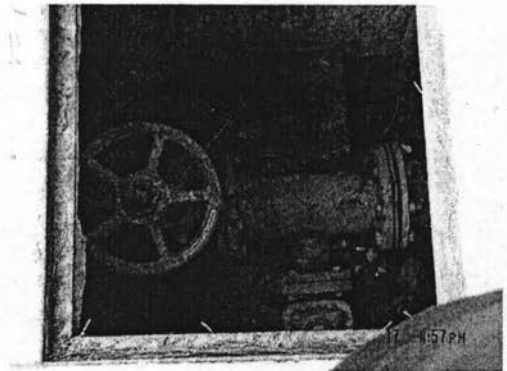


*Propuesta de Mantenimiento Integral a la E.N.E.P. Aragón  
(Caso Práctico)*

Actualmente todos los registros ya se tienen ubicados, de todos ellos un 85% han tenido mantenimiento correctivo, aunque existen algunos en condiciones severas de oxidación y con mucha basura como se observa en la siguiente fotografía.



Las válvulas, que se muestran en las siguientes fotografías, como muchas otras, ya han recibido algún tipo de mantenimiento.



Ubicación de válvulas entre el edificio A-5 y A-4

#### **4.5 Tablas de distribución, levantamiento físico**

La investigación que se llevo a cabo del levantamiento físico que muestran las tablas de distribución, nos indican los puntos críticos que necesitan ser atendidos de manera inmediata y urgente, además de aquellos en los cuales podemos atender de manera preventiva, periódica y correctiva.

Las tablas nos proporcionan también información ajena al tema de este trabajo de tesis, se considera que son importantes los datos obtenidos en la misma, pues de alguna manera nos facilitan la identificación de las causas de fallas de origen, que generan los problemas en la red de agua potable. Además, nos proporcionan un diagnostico del estado actual de la planta física e instalaciones de la ENEP Aragón.



Cuerpo o número de edificio	LAB.	Servicio Localizado en piso	Fallas											Cimentación				Condición Red hidráulica			Condición Red sanitaria				
			losa		apoyos			cimentación			Canceleria	Muros	vidrios	Zapata aislada	Zapata recortada	Cajón	Pilotes	Buena	Mala	Regular	Buena	Mala	regular		
			Grietas	Flecha	Fisura	grietas	Desplome	Fisuras	Hundimiento	Buqueamiento	Fisura fractura														
P.B.	JEFATURA						X				SI	SI	SI												
P.B.	ACTAS						X				SI	SI	SI												
P.B.	ENTRAD. Y CORR.						X				MALA		SI												
P.B.	LAB.ELEC.Y MA A.						X				SI	SI	SI												
P.B.	* * OFNA						X				SI	SI	SI												
P.B.	* SALA COMP.						X				SI	SI	SI												
P.B.	LAB.MAQ. ELECT.	X				X	X				REGULAR	SI	REGULAR												
P.B.	* * OFNA						X				SI	SI	SI												
P.B.	* S.COMPUTO						X				SI	SI	SI												
1*	CUBICU. SERVID.										SI	SI	SI												
1*	CUBICU. PROFES.										SI	SI	SI												
1*	CORREDOR										REGULAR	SI	SI												
1*	CUB. ELECT. AUL.										SI	SI	SI												
1*	CUB. AREA PC'S										REGULAR	SI	SI												
1*	CUB.AREA EQUIP.										SI	SI	SI												
1*	CUB.AREA OFICI.										SI	SI	SI												
1*	CUB.AULA 2										SI	SI	SI												
1*	LAB. MEDI. OFNA	X		X							SI	SI	SI												
1*	LAB. MEDIAULA 1	X		X							SI	SI	SI												
1*	LAB. AULA 2	X		X							SI	SI	SI												
1*	LAB. AULA 3	X		X							SI	SI	SI												
1*	LAB. AREA EQUIP.	X		X							SI	SI	SI												
2*	CUB. PROF. 1										SI	SI	SI												
2*	CUB. PROF. 2										SI	SI	SI												
2*	CORREDOR										REGULAR	SI	SI												
2*	LAB. CONTR. AULA										REGULAR	SI	SI												
2*	LAB. CONTR. OFNA										SI	SI	SI												
2*	LAB. C. SALA EQUIP.										SI	SI	SI												
2*	LAB. S. U. MULTIPLES										SI	SI	SI												
2*	LAB. COMUNI. AULA			X							REGULAR	SI	SI												
2*	LAB. COMUNI. OFNA										SI	SI	SI												
2*	LAB AREA EQUIPO										SI	SI	SI												
2*	LAB. BODEGA										-	SI	-												
P.B.1*	ESCALERAS 1										-	SI	-												
1* 2*	ESCALERAS 2										-	SI	-												
PB 1*	BAÑOS										SI	SI	SI											X	X
1* 2*	BAÑOS										SI	SI	SI											X	X
	EDIFICIO							X																	

Cuerpo o número de edificio	Nivel o piso	Servicio Localizado en piso	Fallas										Cimentación				Condición Red hidráulica			Condición Red sanitaria																		
			losa			apoyos			cimentación				Canceleria	Muros	vidrios	Zapata aislada	Zapata recorrida	Cajón	Pilotes	Buena	Mala	Regular	Buena	Mala	regular													
			Grietas	Flecha	Fisura	grietas	Desplome	Fisuras	Hundimiento	Buriamiento	Fisura fractura																											
A-6	P.B.	PASILLO			X	X		X		X	X	SI	SI	SI			X																					
A-601	P.B.	CUBO DE PEDAG.			X																																	
A-602	P.B.	AULA			X							SI	SI	SI																								
A-604	P.B.	AULA			X							SI	SI	F-1																								
A-603	P.B.	AULA			X							SI	SI	SI																								
A-605	P.B.	AULA			X								SI	SI																								
A-606	P.B.	AULA			X							SI		SI																								
A-611	P.A.	AULA			X							SI	SI	SI																								
A-612	P.A.	AULA			X							SI	SI	SI																								
A-613	P.A.	AULA			X							SI		SI																								
A-614	P.A.	AULA			X							SI		SI																								
A-615	P.A.	AULA	X		X							SI	SI	SI																								
A-616	P.A.	AULA			X							SI	SI	SI																								
A-612	2°	AULA			X							SI	SI	SI																								
A-622	2°	AULA			X							SI	SI	SI																								
A-623	2°	AULA			X							SI	SI	SI																								
A-624	2°	AULA			X							SI	SI	SI																								
A-625	2°	AULA			X							SI	SI	SI																								
A-626	2°	AULA			X							SI	SI	SI																								
A-628	2°	AULA			X	X						SI		SI																								
A-629	2°	AULA			X	X						SI		SI																								
A-6	2°	BAÑOS	X		X							SI	SI																									











Cuerpo o número de edificio	Nivel o piso	Servicio Localizado en piso	Fallas										Cimentación				Condición Red hidráulica			Condición Red sanitaria					
			losa			apoyos			cimentación			Cancelería	Muros	vidrios	Zapata aislada	Zapata recortada	Cañón	Fisetas	Buena	Mala	Regular	Buena	Mala	regular	
			Grietas	Flacha	Fisura	grietas	Desplome	Fisuras	Hundimiento	Bulamiento	Fisura fisura														
A-1	P.B.	SERV.ESCOLARS.			X					X			SI	SI	SI			X							
A-1	P.B.	BAÑOS H. Y. M.			X					X			SI	SI	SI			X		X				X	
A-1	P.B.	ANDADOR			X					X			SI	SI	SI			X		X				X	
A-111	1º	AULA											SI	SI	SI										
A-112	1º	AULA											SI	SI	SI										
A-113	1º	AULA											SI	SI	SI										
A-114	1º	AULA											SI	SI	SI										
A-115	1º	AULA											SI	SI	SI										
A-116	1º	S.USOS MULTIPL.											SI	SI	SI										
A-1	1º	ANDADOR											SI	SI	SI										
A-121	2º	AULA											SI	SI	SI										
A-122	2º	AULA											SI	SI	SI										
A-123	2º	CGH																							
A-124	2º	AULA											SI	SI	SI										
A-125	2º	AULA											SI	SI	SI										
A-126	2º	AULA											SI	SI	SI										
A-127	2º	AULA											SI	SI	SI										
A-128	2º	AULA											SI	SI	SI										
A-129	2º	AULA											SI	SI	SI										
A-130	2º	AULA											SI	SI	SI										
A-1	2º	ANDADOR											SI	SI	SI										
A-1-4	P.B.	BAÑO MUJERES											SI	SI	SI				X						X
A-1-4	1º	BAÑO MUJERES											SI	SI	SI				X						X
A-1-4	2º	BAÑO HOMBRES											SI	SI	SI				X						X
A-421	2º	AULA											SI	SI	SI										
A-422	2º	AULA											SI	SI	SI										
A-423	2º	AULA											SI	SI	SI										
A-424	2º	AULA											SI	SI	SI										
A-425	2º	AULA											SI	SI	SI										
A-426	2º	AULA											SI	SI	SI										
A-4	2º	ANDADOR											SI	SI	SI										
A-411	1º	AULA											SI	SI	SI										
A-412	1º	AULA											SI	SI	SI										
A-413	1º	AULA											SI	SI	SI										
A-414	1º	AULA											SI	SI	SI										
A-415	1º	AULA											SI	SI	SI										
A-416	1º	AULA											SI	SI	SI										
A-4	1º	ANDADOR											SI	SI	SI										

ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA





Cuerpo o número de edificio	Nivel o piso	Servicio Localizado en piso	Fallas									Cimentación				Condición Red hidráulica			Condición Red sanitaria									
			losa			apoyos			cimentación			Cancelería	Muros	vidrios	Zapata aislada	Zapata recomida	Cajón	Pilotes	Buena	Mala	Regular	Buena	Mala	regular				
			Grietas	Flecha	Fisura	grietas	Desplome	Fisuras	Hundimiento	Buramiento	Fisura fractura																	
A-124*												X	pintad	X											X			
A-125*												X	pintad	1pinta												X		
A-130												X	pintad	sucio														
A-415												Incomple.	sucio	sucio														
A-416												x	x	sucio														
A-421												x	x	sucio														
A-422						X						x	x	sucio														
A-423												x	x															
A-424												x	x															
A-425												x	x	sucio														
A-621												x	x	sucio														
A-622												Desprend.	Raya.	sucio														
A-624*												x	x	sucio														
A-627						X						x	x	sucio														
A-629												Incomple.	Pinta	sucio														
A-12104*												x	x	sucio														
A-12108*						X	X					x	x	sucio														













































#### 4.6 Prioridades para los Trabajos de Mantenimiento

De acuerdo a la información que nos proporcionan las tablas, las prioridades para los trabajos de mantenimiento se establecen para asegurar que se programen primero el trabajo más crítico. Este sistema de prioridades debe estar bien coordinado con el personal de mantenimiento, quien comúnmente asigna una mayor prioridad al trabajo de mantenimiento de lo que se justifica. Así mismo el sistema de prioridades deberá ser dinámico actualizándose periódicamente, el cual, refleja los cambios en las estrategias. Los sistemas de prioridades comúnmente incluyen de 3 a 10 niveles. La siguiente tabla proporciona una clasificación de los niveles de prioridades y los trabajos que son candidatos para su inclusión en cada clase.

Prioridad			
Código	Nombre	Marco de tiempo en que debe comenzar el trabajo	Tipo de trabajo
1	Emergencia	El trabajo debe comenzar inmediatamente	Trabajo que tiene un efecto inmediato En la seguridad, el ambiente, la calidad o que parará la operación.
2	Urgente	El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 24 horas	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en la seguridad, el ambiente, la calidad o que podrán parar la operación
3	Normal	El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 48 horas	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en la producción dentro de una semana
4	Programado	Según está programado	Mantenimiento preventivo y de rutina; todo el trabajo programado
5	Aplazable	El trabajo debe comenzar cuando se cuente con los recursos o en el periodo de un paro	Trabajo que no tiene un impacto inmediato en la seguridad, la salud, el ambiente o las operaciones de producción

Tabla 4.2 Prioridades

#### **4.7 Control de los Materiales de Mantenimiento**

Para conservar el plantel y los servicios que brinda el mismo, en condiciones de operación que sean satisfactorias, son el superintendente y el personal de mantenimiento. Esto lo hacen de manera que minimizan las reparaciones de emergencia usando o aplicando el mantenimiento preventivo del equipo en cuestión. La ocurrencia de reparaciones no planeadas puede reducirse investigando la causa de la descompostura o falla y modificando el progreso de mantenimiento preventivo según convenga. Y esto también se hace de manera que reduzca los tiempos muertos, y es por ello que es esencial que estén disponibles el personal, los materiales y refacciones necesarias.

Recae de manera particular en los encargados de mantenimiento de jerarquía más alta el minimizar los tiempos muertos y también controlar de manera eficaz los costos de mantenimiento. En los cuales comprenden los siguientes:

- El costo de la mano de obra del mantenimiento
- El costo de los materiales y refacciones requeridos
- El costo del tiempo muerto en producción, si fuera el caso, o servicios que es lo que nos interesa de manera particular, cuando ocurren descomposturas

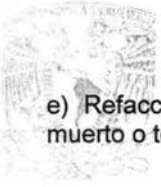
Un costo crítico de mantenimiento es la inversión en refacciones y materiales. Si la inversión se vuelve excesiva, los resultados son muy elevados costos de capital y de mantenimiento.

##### **4.7.1 Refacciones y Accesorios**

Las refacciones y Accesorios se deben almacenar en anaqueles bien identificados, ya sea por códigos o por leyendas, que nos indiquen las características de cada una de las partes que se encuentran en almacén, a fin de minimizar la falta de servicios.

Sobre las refacciones podemos plantear que se subdivide en las siguientes categorías:

- a) Piezas relativamente caras.
- b) Piezas especializadas para emplearse en un número limitado.
- c) Refacciones que tienen tiempos de entrega mayores que la demanda normal.
- d) Refacciones que tienen una rotación lenta.



e) Refacciones críticas, cuya falta de disponibilidad podría causar un costoso tiempo muerto o tener un efecto negativo en los servicios.

Las Refacciones y Accesorios se almacenan, pues de esta manera podemos contar con estos cuando la situación lo requiera.

Cuando hablamos de existencia de mantenimiento normal, se comprende que los elementos no tienen un uso especializado, pero tienen un requerimiento definido y una rotación corta.

Ejemplos de esta categoría son las Refacciones y Accesorios que se utilizan comúnmente, en tuberías de la red de agua potable y sanitaria, cables eléctricos, interruptores, madera, madera contrachapada, pernos, varillas de soldar, etc. Las decisiones acerca de qué cantidad debe de tenerse en existencia y cuándo ordenar en el caso de las existencias de mantenimiento normal.

#### 4.7.2 Herramientas

Esta categoría generalmente comprende herramientas de propósito especial, que se entregan en préstamo siempre que se necesitan.

#### 4.7.3 Costos de los Accesorios de Mantenimiento

Para ejercer un control eficaz de costos sobre las operaciones de mantenimiento, se deben llevar registros con relación al costo del artículo, el costo de tener el artículo en inventario y el costo del artículo en el momento de su salida. Para todo ello podemos dar una explicación más clara de cada uno de estos conceptos:

**Costo del artículo:** El costo del artículo comprende la suma pagada al proveedor, incluyendo el flete.

**Costo de tener en inventario el artículo:** El costo de tener en inventario el artículo a veces se estima como un porcentaje del valor en dólares o pesos según convenga, expresado como una fracción decimal. Puede ser variado el costo del artículo en inventario.

**Costo del artículo en el momento de su salida:** El costo de un artículo en el momento de su salida puede estimarse considerando las siguientes opciones de costo:

- El costo del espacio e instalaciones auxiliares por metro cuadrado de áreas de almacenamiento.



- Costos del capital invertido, que se considera que cae entre el interés del banco y el rendimiento esperado si se hiciera una inversión equivalente.
- Costo de desperdicio y deterioro causado por el almacenamiento y hurto arbitrario, normalmente el 10% para la mayoría de los artículos en inventario.
- Costo debido a la inflación, estimado en 1% mensual del costo de compra mientras el artículo está en inventario.

#### 4.8 Calidad del Mantenimiento

Desarrollar un sistema de control de la calidad del mantenimiento es esencial para asegurar reparaciones de alta calidad. El control de calidad como un sistema integrado, se ha practicado en las operaciones de producción y manufactura aunque en nuestro caso particular dicho control tiene una aplicación paralela en el mantenimiento. Aunque se ha comprendido el papel del mantenimiento en la rentabilidad a largo plazo, los aspectos relacionados con la calidad de los trabajos de mantenimiento no han sido adecuadamente formulados.

La calidad del trabajo desarrollado depende grandemente de la habilidad y actitud del trabajador, la eficacia del supervisor o encargado de la realización de los trabajos correspondientes, así como el grado de cumplimiento y las instrucciones de los procedimientos. La calidad del trabajo encomendado no puede inspeccionarse en un artículo: debe ser incorporada por el trabajador durante el proceso. La calidad del trabajo realizado es responsabilidad del trabajador o reparador y el personal de supervisión. En la calidad influye directamente la habilidad, actitud y motivación del personal de mantenimiento que realiza el trabajo. Es importante entonces, que cada trabajador verifique su labor para que se cumplan las especificaciones de calidad.

##### 4.8.1 Inspección y Verificación

La superintendencia de mantenimiento debe desarrollar y conservar registros de inspección de los trabajos realizados, y así clasificar los diferentes tipos de inspección que debe realizar.

- **Inspección de aceptación.** sirve para asegurar que los trabajos estén en conformidad. Generalmente se debe realizar con equipo en condiciones óptimas de funcionamiento.



- **Inspección de verificación de la calidad.** se realiza después de una tarea de inspección o reparación para verificar si ésta se realizó conforme a especificaciones.
- **Inspección de actividades.** Se lleva a cabo para saber si las unidades de mantenimiento se están apegando a los procedimientos y necesidades requeridas.

Como puede notarse el superintendente de mantenimiento en un programa de control de calidad de los trabajos de mantenimiento que se llevan a cabo viene a ser la figura central, pues en él está la responsabilidad de evitar el uso de técnicas deficientes de trabajo y reducir las deficiencias. La habilidad del superintendente para diagnosticar debe ser satisfactoria y crítica en un programa de control de calidad con éxito.

#### **4.8.2 Control de los Trabajos de Mantenimiento**

Cuando nos referimos al trabajo de mantenimiento, lo que pretendemos decir es que en su mayor parte es un trabajo no repetitivo y tiene mayor variabilidad. En estos casos, es esencial controlar el proceso de mantenimiento mediante un control de entradas. Es decir que un proceso es una secuencia de pasos u operaciones que transforma de entradas o insumos en un conjunto de salidas o servicios, según sea el caso, en el siguiente diagrama mostramos un proceso con ciclo de retroalimentación:

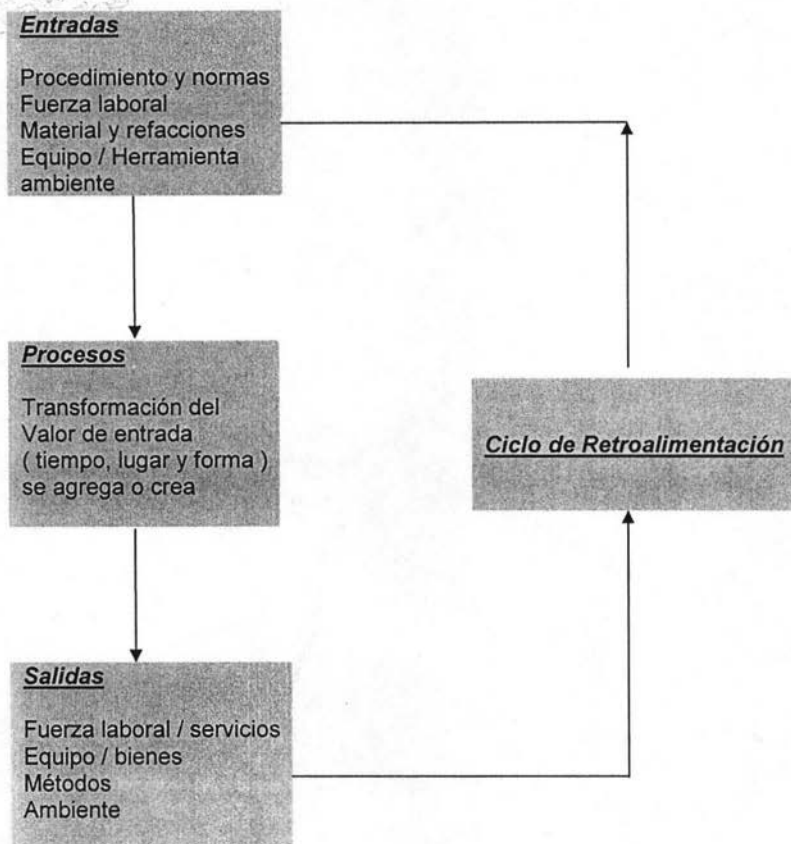


Diagrama 4.1 Un proceso con ciclo de retroalimentación.

Y también tiene un mecanismo de retroalimentación. Las principales entradas al proceso de mantenimiento son las siguientes:

- Procedimiento y normas de mantenimiento
- Personal



- Materiales y refacciones
- Equipo y herramientas

Sí nosotros buscamos tener una buena calidad del trabajo de mantenimiento, es esencial que tomemos en cuenta estas cuatro entradas ya óptimas y hasta llamadas críticas para la calidad.

A continuación mostraremos un diagrama que nos permita identificar, controlar y mejorar la calidad del trabajo de mantenimiento. Los pasos de dicha figura son los primeros para identificar la causa de una baja calidad, y deben ir acompañados de un diagrama de causa y efecto para otras entradas a los trabajos de mantenimiento, el cual es el siguiente:

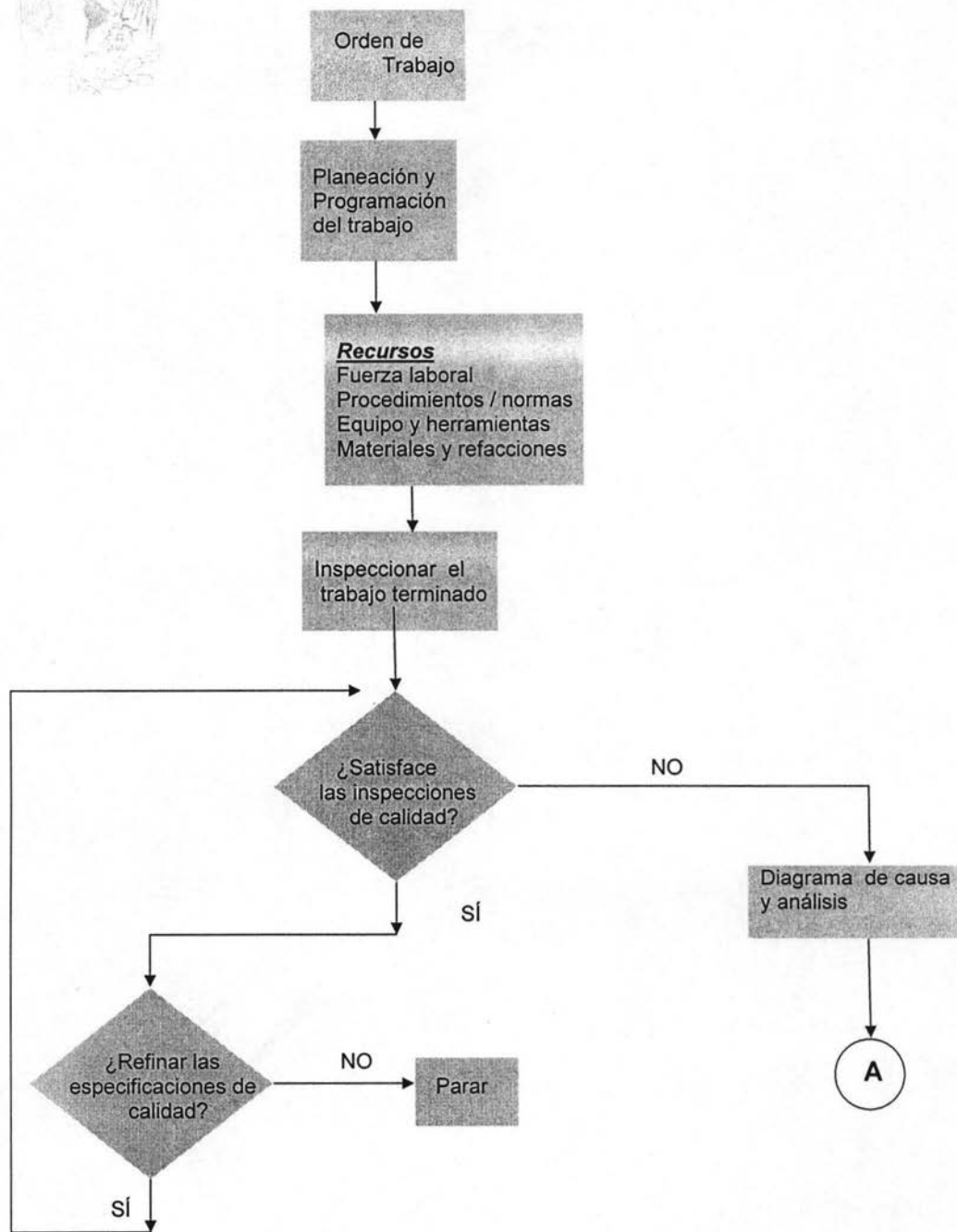
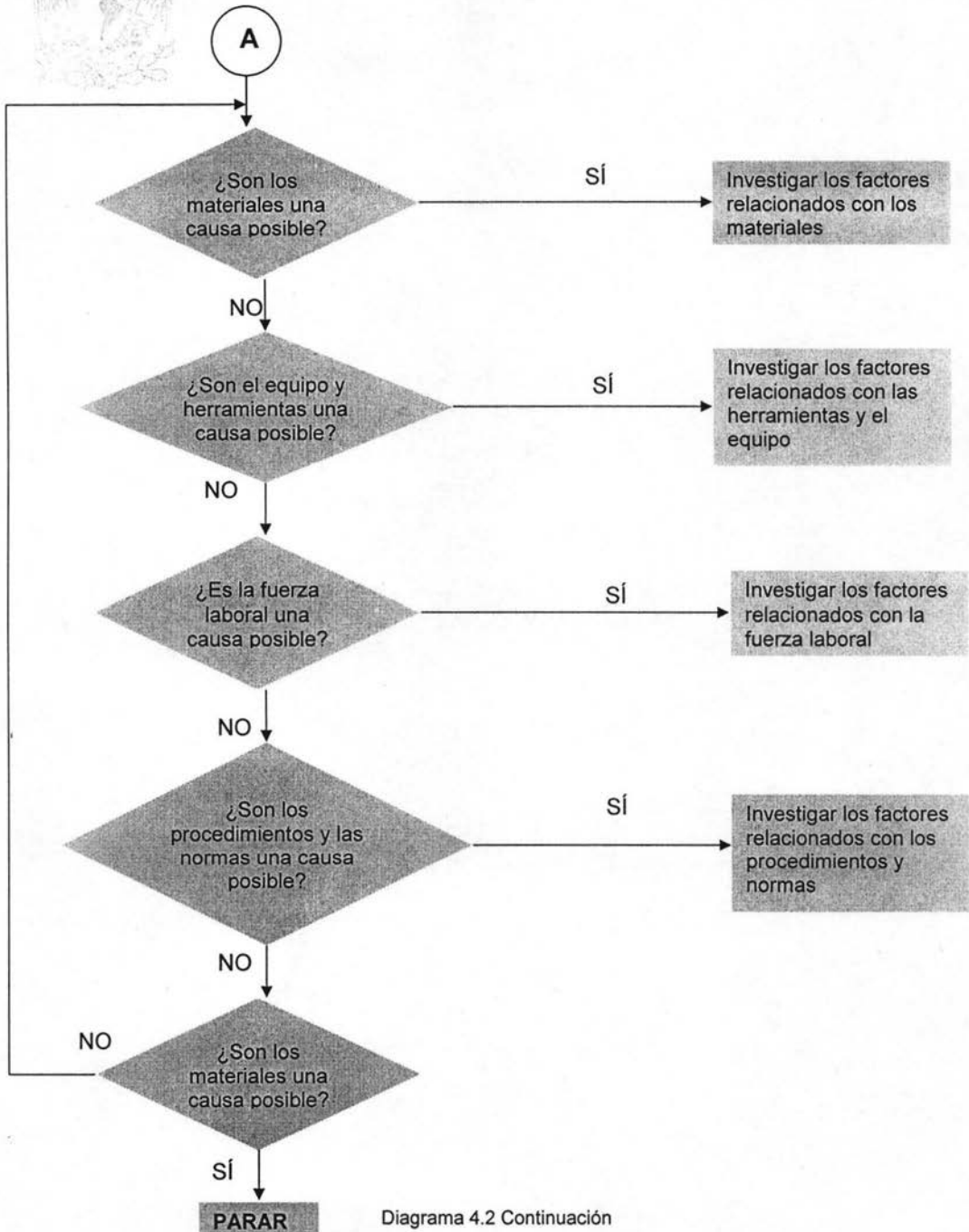


Diagrama 4.2 Pasos para mejorar y controlar la calidad del trabajo de mantenimiento



#### **4.8.2.1 Relacionados con los Procedimientos**

Cuando hablamos de procedimientos estos se prescriben para controlar el trabajo y asegurar su uniformidad y calidad. Para asegurar la calidad, un procedimiento deberá ser lógico, claro y estar bien documentado a fin de poder implantarse. Los siguientes son los principales factores que afectan la eficacia de los procedimientos:

- Calidad del procedimiento, con ello nos referimos a que la habilidad es requerida por el usuario.
- Documentación de los procedimientos.
- Mecanismo para la mejora de los procedimientos.

#### **4.8.2.2 Relacionados con el Personal**

El papel del personal calificado es esencial para un mantenimiento de alta calidad. El técnico calificado desempeña una función clave en el mantenimiento. Los siguientes son los factores más importantes que deben vigilarse a fin de mejorar la calidad del trabajo de mantenimiento:

- Tamaño de la fuerza de trabajo
- Nivel de destrezas
- Capacitación
- Motivación
- Actitud
- Ambiente de trabajo
- Formación
- Experiencia.

#### **4.8.2.3 Relacionados con los Materiales**

La disponibilidad de materiales de calidad y en cantidades correctas en el momento correcto contribuye a la calidad del trabajo de mantenimiento. Los factores que afectan la disponibilidad y la calidad del material incluyen normas y especificaciones correctas, políticas para el control de materiales, presupuesto, políticas y procedimientos de compras, y manejo y despliegue de materiales. Estos factores constituyen la base del análisis de causa y efecto para investigar el impacto de los materiales y las refacciones en la calidad del trabajo de mantenimiento.



#### **4.8.2.4 Relacionados con las Herramientas y Equipo**

La disponibilidad de equipo y herramientas para realizar mantenimiento de servicios puede ser un factor limitante en algunas circunstancias. Por ejemplo, la exactitud de los instrumentos de calibración y precisión podría tener un impacto significativo en la calidad de los trabajos de mantenimiento. Los factores que afectan la disponibilidad de equipo y herramienta correctos incluyen el presupuesto, la prontitud operativa, la capacitación, la compatibilidad y el número disponible. Estos factores podrían constituir una lista inicial para una sesión de lluvia de ideas sobre el impacto de la disponibilidad del equipo y las herramientas en la calidad del trabajo de mantenimiento.



## Glosario de Mantenimiento

<b>Ciclo de Vida</b>	Plazo de tiempo durante el cual un Item conserva su capacidad de utilización. El periodo va desde su compra hasta que es sustituido o es objeto de restauración.
<b>Coste del Ciclo de Vida</b>	Coste total de un Item a lo largo de su vida, incluyendo los gastos de compra, Operaciones de Mantenimiento, mejora, reforma y retirada.
<b>Confiabilidad / Reliability</b>	Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente.
<b>Defecto</b>	Eventos en los equipos que no impiden su funcionamiento, todavía pueden a corto o largo plazo, provocar su indisponibilidad.
<b>Disponibilidad / Availability</b>	La disponibilidad es una función que permite calcular el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. La disponibilidad de un Item no implica necesariamente que esté funcionando, sino que se encuentra en condiciones de funcionar.
<b>Ergonomía</b>	Propiedad por la cual, algo es cómodo de utilizar, adaptándose al usuario.
<b>Factor de Utilización</b>	Relación entre el Tiempo de Operación de un Item y su Tiempo Disponible.
<b>GMAO</b>	Siglas de: Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador. Programa y/o sistema informático que facilita todas las herramientas necesarias para la Gestión del Mantenimiento Industrial en una Planta productiva.
<b>Indisponibilidad</b>	-Del equipo- Relación expresada en porcentaje %, entre el T. de Mantenimiento en Parada y la suma del T. de Operación + el T. de Mantenimiento en Parada.
<b>Informe de Trabajo</b>	Comunicación escrita informando del trabajo realizado y del estado en que queda el Item objeto de una intervención de mantenimiento o reparación.
<b>Ingeniería de</b>	Organismo consultivo que constituye el sistema de control de la

<b>Mantenimiento</b>	dirección de Mantenimiento para corregir y mejorar su gestión. Su tarea es perfeccionar la organización y los métodos y procedimientos de trabajo, favoreciendo la implantación de una más adecuada Política de Mantenimiento.
<b>Inspección</b>	Tareas/Servicios de Mantenimiento Preventivo, caracterizados por la alta frecuencia y corta duración, normalmente efectuada utilizando instrumentos de medición electrónica, térmica y/o los sentidos humanos, normalmente sin provocar indisponibilidad del equipo.
<b>JIT – Just In Time</b>	Sistema de distribución de partes, accesorios, etc. Justo a tiempo, por el que la distribución se realiza en pequeñas cantidades o lotes, en función de la programación previa de la producción.
<b>Lubricación</b>	Servicios de Mantenimiento Preventivo, donde se realizan adiciones, cambios, y análisis de lubricantes.
<b>Mantabilidad</b>	Probabilidad y/o facilidad de devolver un equipo a condiciones operativas, en un cierto tiempo y utilizando los procedimientos prescritos.
<b>Mantenimiento</b>	Tareas necesarias para que un equipo sea conservado o restaurado de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición especificada.
<b>Mantenimiento Correctivo</b>	Tareas de reparación de equipos o componentes averiados
<b>Mantenimiento Predictivo</b>	Tareas de seguimiento del estado y desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o análisis por evaluación estadística, que determinen el punto exacto de su sustitución.
<b>Mantenimiento Preventivo</b>	Tareas de inspección, control y conservación de un equipo/componente con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, tratando de evitar averías en el mismo.
<b>Mantenimiento Selectivo</b>	Servicios de cambio de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios, de acuerdo con recomendaciones de fabricantes o entidades de investigación.
<b>Mantenimiento en Parada</b>	Tareas de Mantenimiento que solamente pueden realizarse cuando el Item está parado y/o fuera de servicio.
<b>Orden de Trabajo</b>	Instrucción detallada y escrita que define el trabajo que debe realizarse por la organización de Mantenimiento en la Planta.
<b>Plan de Mantenimiento</b>	Relación detalla de las actuaciones de Mantenimiento que necesita un Item o elemento y de los intervalos temporales con que deben efectuarse.
<b>Parada General</b>	Situación de un conjunto de Items a los que se efectúa periódicamente revisiones y/o reparaciones concentradas y programadas en un determinado período de tiempo



**Soportabilidad**

. Calidad de poder atender una determinada solicitud de mantenimiento en el tiempo de espera prefijado y bajo las condiciones previstas.

**Tiempo Medio  
entre Fallos  
Ingles: MTBF**

Intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo. Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo.

**-TPPR-  
Tiempo  
Promedio para  
Reparar.  
Ingles: MTTR**

Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Promedio para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad.

**Utilización**

La utilización, o factor de servicio, mide el tiempo efectivo de operación de un equipo durante un período determinado.



## CONCLUSIONES

El mantenimiento que se desempeña dentro de la E.N.E.P. Aragón tiene un papel muy importante que brinda servicios variados y para ello se requiere de un buen porcentaje en la disponibilidad de equipos que son el resultado de la implantación de un programa de mantenimiento efectivo que lleve a cabo planes adecuados en el manejo óptimo de personal y recursos, con acceso a información generada en las diferentes áreas de trabajo, siendo ésta expuesta de manera clara, veraz y objetiva, que además brinde la oportunidad si es necesario de depurarla y reordenarla para tomar acciones efectivas que nos den como resultado la optimización de los servicios que la institución ofrece.

Este trabajo nos proporciona una propuesta metodológica de mantenimiento para el desarrollo e implantación de un programa efectivo con características propias para una institución como lo es la ENEP Aragón, de manera que, la implantación de este programa dé como resultado beneficios progresivos en cuanto a servicios se refiere, pues el gran problema al que nos enfrentamos son las fugas constantes del vital líquido ocasionadas por una red de distribución muy deteriorada por el tiempo de servicio, producto de programas de mantenimiento no continuos, aunque cabe mencionar que la actual administración ha puesto énfasis en la mejora continua en lo que respecta al suministro de agua potable, así como un mejor control de registros por medio de código de colores que indican la ubicación de servicios eléctricos, de telefonía, distribución de agua potable y aguas residuales.

Otro de los problemas graves de la red de distribución de agua potable se deben a las condiciones del suelo inadecuadas por exceso de raíz de árboles que obstruyen tuberías en general, además de los asentamientos de gran parte de edificios, producto de la filtración de agua en su cimentación.

El programa que se propone, tiene el propósito de lograr con ello la mejora aunque lenta pero con avances y resultados positivos que ayuden a subsanar la problemática que hoy día enfrenta la red de distribución de agua potable, esto es desde que entra de la red de suministro del municipio, hasta la llave de un lavabo donde se hace uso del vital y necesario líquido.

Esta propuesta de mantenimiento por sus características de aplicación, es posible que pueda implementarse en instituciones académicas, como solución al problema de mantenimiento no continuo a la red de agua potable en las instituciones, dado que proporciona herramientas necesarias como:

Formatos; en los que podemos obtener los datos necesarios para realizar una tarea encomendada y tener un mayor control sobre la misma, ejemplo de esto se tiene a disposición una hoja para realizar una tarea de mantenimiento.



Hoja.....de.....		Llenada por.....		Fecha.....		
Equipo #.....		Aprobación.....		Prioridad		
				Normal	Programada	
Numero	Fecha de terminación	Orden de trabajo #	Unidad	Descripción del trabajo	Oficios	Tiempo estimado

Tabla 4.1 Hoja de planeación de mantenimiento

Planeación y Programas; con esto nos referimos que podemos reflexionar sobre el proceso mediante el cual se determinan y planean todos los elementos necesarios requeridos para realizar una tarea antes de iniciar un trabajo. Esto se entiende, que debemos comprender las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, lista de materiales, requisición de compras, planos necesarios y todos los datos suficientes para programar y liberar la orden de trabajo.

La orden de trabajo de mantenimiento generalmente no proporciona suficiente espacio para señalar los detalles de planeación para reparaciones extensas.

Cuando hablamos de programas de mantenimiento decimos que es el proceso mediante el cual se acoplan los trabajos con los recursos y se les asigna una secuencia para ser ejecutados, no sin antes tener un programa confiable que considere una serie de puntos que definan clasificación de prioridades y materiales necesarios principalmente.

También es importante que la información generada, así como procedimientos de mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, de evaluación, sirvan al responsable del mantenimiento incrementar de manera considerable y progresiva la disponibilidad de los equipos y mejora de la calidad de los servicios. Todo ello investigado y planeado desde conceptos básicos incluyendo personal involucrado en dicha área.

Es importante mencionar que en la educación superior existe muy poca información bibliográfica que desarrolle alguna metodología para la implementación de mantenimiento en una institución educativa, de tal manera que dicho trabajo realizado sea contemplado como una posibilidad para las diferentes instituciones de carácter educativo.



Finalmente podemos decir que el trabajo de tesis presentado sirva como un antecedente en la investigación de los procedimientos, métodos y programas de mantenimiento, que son utilizados en el ámbito industrial de manera más usual.

Desafortunadamente para las instituciones educativas parece que la palabra mantenimiento no tiene la importancia ni el interés necesario, dado que la mayoría de las escuelas educativas presentan graves problemas en su infraestructura por falta de un conocimiento real de lo que es la aplicación de un programa de mantenimiento.

## **RECOMENDACIONES**

Como es sabido de todos, la ENEP Aragón tiene en funciones 28 años de servicio, a través del tiempo y por las condiciones del suelo, ha sufrido hundimientos en gran parte de la obra civil, lo que a traído como consecuencia la desnivelación de edificios, desnivelación en los sistema de drenaje y ruptura continua en la red de distribución de agua potable, incluyendo áreas verdes y zona deportiva. El tipo de mantenimiento que se ha dado a la red de distribución de agua potable, ha sido descuidado y por ello actualmente presenta severos problemas en cuanto fugas se refiere.

Hoy día es casi inoperante la red de distribución de agua potable por el alto costo de mantenimiento correctivo que se le ha aplicado, por ejemplo; el tramo de tubería de agua potable del edificio de mantenimiento a la jardinera que se ubica junto al edificio A-5 a costado por fuga un promedio de \$4,000 pesos y han sido ocho fugas en 6 meses, en el plantel se tiene un promedio de 95 fugas. Es por esa razón que se recomienda los cambios de toda la tubería de agua potable del plantel, así como el cambio de todas las válvulas correspondientes.

Dada la necesidad de realizar el cambio de la red de distribución de agua potable, para esto, es recomendable como así lo sugiere la superintendencia de mantenimiento, llevarlo a cabo por secciones o áreas de tendido de las redes de tubería, es decir; que los cambios sean en periodos de menor uso de servicios, y por prioridades de acuerdo al grado de importancia y estrategia que permita. Mismo que no implique ningún riesgo de desabasto a la escuela, pues la falta de agua permite y ocasiona riesgos de salud entre otras situaciones.

Los cambios de la red de distribución de agua se llevarían a cabo a través de trincheras, esto es tubería visible y no como actualmente se encuentra.

## BIBLIOGRAFIA

Ing. Jesús Ávila, Ing. Francisco J. Montellano M., MANTENIMIENTO, Sommac; (1996).

Flores Cam Martín, Tesis, LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA EFECTIVO DE MANTENIMIENTO PARA LA INDUSTRIA ALIMENTICIA, México UNAM ENEP Aragón 2001.

Jesús Ávila Espinosa y Colaboración, CONCEPTOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO, Sommac (1998).

Salih O. Duffuaa, A. Raouf, John Dixon Campbell, SISTEMAS DE MANTENIMIENTO, PLANEACIÓN Y CONTROL, Ed. Limusa Wiley, México 2000.

Jesús Ávila Espinosa y Colaboración, Mantenimiento Total (MT) ó Mantenimiento Productivo Total, Sommac 1995.

Enrique Dounce Villanueva, LA PRODUCTIVIDAD EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL, Ed. Continental, México 2003.

Edward H. Arman, John B. Campell, MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL, TPM. Institute for International Research, 1995.

Ing. Carlos Herrera, MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL, Management Developing Center; 1998

[www.monografias.com/trabajos10/exve/exve.shtml](http://www.monografias.com/trabajos10/exve/exve.shtml)

[www.monografias.com/trabajos11/mpt/mpt.stml](http://www.monografias.com/trabajos11/mpt/mpt.stml)

[www.unam.mx](http://www.unam.mx)

[www.aragon.unam.mx](http://www.aragon.unam.mx)

Instituto Nacional de Geografía y Estadística; <http://www.inegi.gob.mx>

González, Edgar. Tesis, EVALUACIÓN DE RIEGOS EN CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE LA ENEP ARAGÓN ANTE LA PRESENCIA DE UN FENOMENO DESTRUCTIVO, México UNAM ENEP Aragón, 2003.