

**PROTOCOLO DE OPERACIÓN DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO DE AGUA  
LABORATORIO DE INGENIERÍA QUÍMICA  
(DOCUMENTO DE TRABAJO)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

**ELABORADO POR:**

**FREDY ESCOBAR DÍAZ**

**DOCENTE:**

**IQ. PEDRO JANER BEJARANO JIMÉNEZ**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AMBIENTAL  
2009**

## 1. OBJETIVOS

- Presentar la metodología para operar el sistema mezclador-torre de enfriamiento del Laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia.
- Describir cada una de las partes que conforman la torre de enfriamiento, el sistema de calefacción de agua y el medidor de flujo de agua.
- Puntualizar una serie de recomendaciones de operación para evitar accidentes y/o daños en el equipo.

## 2. INTRODUCCIÓN

*"Las máquinas y los procesos industriales, generan enormes cantidades de calor que deben ser continuamente disipadas si se quiere que estas máquinas y procesos operen eficientemente.."*

*Las torres de enfriamiento regulan el proceso de enfriamiento mediante la evaporación controlada, reduciendo así la cantidad de agua consumida. Esto se logra cuando a la gota que se pone en contacto con el aire, se le evapora la película exterior, requiriendo absorber calor para este proceso, el cual es tomado de la propia gota, enfriándola consecuentemente. Es decir, el enfriamiento se realiza tanto por calor sensible como latente..."<sup>1</sup>*

Es indudable la importancia que tiene el uso de torres de enfriamiento en los procesos productivos de un gran número de industrias, ya que contribuyen a bajar el consumo de agua, con la consecuente reducción de costos e impacto ambiental favorable. Por otra parte, resulta evidente el significado que tiene la operación de torres de enfriamiento como herramienta pedagógica para la comprensión - práctica y eficaz - de los procesos de transferencia de calor y masa, simultáneos.

La adquisición de una torre de enfriamiento para el Laboratorio de Ingeniería Química no sólo complementa la red de servicios de la Planta Piloto, sino que enriquece las opciones académicas en áreas básicas del Plan de Estudios de la Carrera.

En este documento se pretende explicar el uso del sistema de enfriamiento de agua del LIQ. Se presentan las características más relevantes de las unidades que lo constituyen y se identifican los pasos claves a considerar en su utilización con fines académicos por parte de los estudiantes.

---

<sup>1</sup> Grupo de Gestión Eficiente de Energía, KAI (Universidad del Atlántico), Grupo de investigación en energías, GIEN (Universidad Autónoma De Occidente). "EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE TORRES DE ENFRIAMIENTO" PROYECTO DE LA UPME Y COLCIENCIAS.

### **3. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

El agua usada como refrigerante en los condensadores e intercambiadores de calor, en diferentes unidades de la Planta Piloto, retorna a un tanque subterráneo ubicado en el patio del LIQ, desde donde es bombeada mediante el uso de un sistema de presión tipo "Hidroflo" a las diferentes áreas del edificio. Sin embargo, bajo ciertas circunstancias la temperatura del agua de este depósito puede aumentar de manera significativa, hasta el punto de variar las condiciones de operación de los equipos de la planta durante las prácticas desarrolladas por los estudiantes. Para contrarrestar esta situación se instaló una torre de enfriamiento marca PROTON PP-60N, que recibe parte del agua bombeada, la cual retorna al depósito subterráneo luego de la operación de enfriamiento.

Sin embargo, con el propósito de utilizar la torre de enfriamiento en prácticas académicas de las asignaturas correspondientes, se construyó un precalentador de agua, con el fin de ampliar su intervalo de operación y sacar un mayor y mejor provecho del equipo.

A continuación se presenta la descripción de cada uno de los elementos que constituyen la unidad de enfriamiento de agua.

#### **3.1. Mezclador**

El agua almacenada en el depósito subterráneo del LIQ se encuentra a una temperatura relativamente baja, comparada con la temperatura de diseño de la torre de enfriamiento; cuando se alimenta el agua del depósito directamente a la torre, aunque ésta cumple su función, el "rango de enfriamiento" es bajo, puesto que se opera en condiciones significativamente menos exigentes, comparadas con las de diseño. En estas circunstancias, el equipo es subutilizado. En consecuencia, una utilización a fondo de la torre implica someterla a condiciones más exigentes, lo cual puede hacerse en las prácticas académicas, en las que sí es factible incrementar la temperatura del agua que se alimenta hasta valores cercanos al de diseño.

Con este propósito se diseñó y fabricó un dispositivo que permite aumentar la temperatura del agua de una manera sencilla y económica<sup>2</sup>, para llevar a cabo ensayos bajo diversas condiciones de operación.

El diseño consiste en una Tee de 1½" instalada en la tubería que transporta el agua, a la cual se acopló una reducción (1½" X ¾"); en dicha reducción se instaló la tubería para vapor de ¾" proveniente de la zona cercana al equipo de evaporación. Dentro de la Tee se acopló un codo de ¼" y un tramo de tubería del mismo diámetro, los cuales fueron soldados al tubo de ¾"; a través de esta tubería se inyecta vapor en la corriente de agua. Aguas abajo, a 19 cm de la Tee, la tubería de 1½" que transporta el agua se reduce a 1¼" con el fin de favorecer la condensación del vapor y su mezcla con el agua, aprovechando el aumento de la velocidad de ésta última. (Ver fotografías y diagramas)

---

<sup>2</sup> El diseño fue realizado por Luis Carlos González y Oscar Camelo, técnicos de la planta piloto del LIQ.

### 3.2. Torre de enfriamiento

La torre de enfriamiento PROTON PP-60N está constituida por cinco componentes principales:

- Ventilador
- Eliminador de arrastre
- Cuerpo de la torre
- Empaque<sup>3</sup>
- Distribuidor de líquido

#### Parámetros de diseño<sup>4</sup>

Caudal de operación:	12 m <sup>3</sup> /h
Temperatura de entrada del agua:	50 °C
Temperatura de salida del agua	25 °C
Temperatura de bulbo húmedo	15 °C
Enfriamiento	25 °C
Potencia térmica efectiva	300000 Kcal/h
Potencia motor	3 HP
RPM	1200
Voltaje	220 v
Corriente	11,6 A

### 3.3. Sistema de medición de flujo<sup>5</sup>

La medición del caudal de entrada a la torre se hace mediante la utilización de un sensor de flujo de rueda de paletas y un transmisor de frecuencia al display que muestra el valor.

El sensor de flujo (+ GF + SIGNET) posee una rueda con cuatro paletas (de polipropileno relleno de vidrio) que giran a cierta velocidad, dependiendo del caudal. La señal generada por el sensor se envía a un transmisor (Intech Instruments LTD.) conectado a un display (Cole – Parmer), que muestra el caudal medido. El sistema de medición fue calibrado para presentar el caudal de entrada a la torre en metros cúbicos por hora (m<sup>3</sup>/h).

---

<sup>3</sup> El empaque empleado es un relleno tipo multicelda (REF 12060) con 212 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> de área volumétrica de transferencia y 0,61m de altura. (Ver diagrama del equipo).

<sup>4</sup> Para encontrar mayor información acerca de la torre de enfriamiento se sugiere consultar el "Manual de operación y mantenimiento. TORRE DE ENFRIAMIENTO PP-60N", proporcionado por el fabricante. Este documento se encuentra en el taller de la Planta Piloto.

<sup>5</sup> Para mayor información acerca de los componentes del sistema de medición se recomienda consultar los manuales respectivos, que se encuentran en el taller de la planta piloto del LIQ.

### **3.4. Variables manipulables**

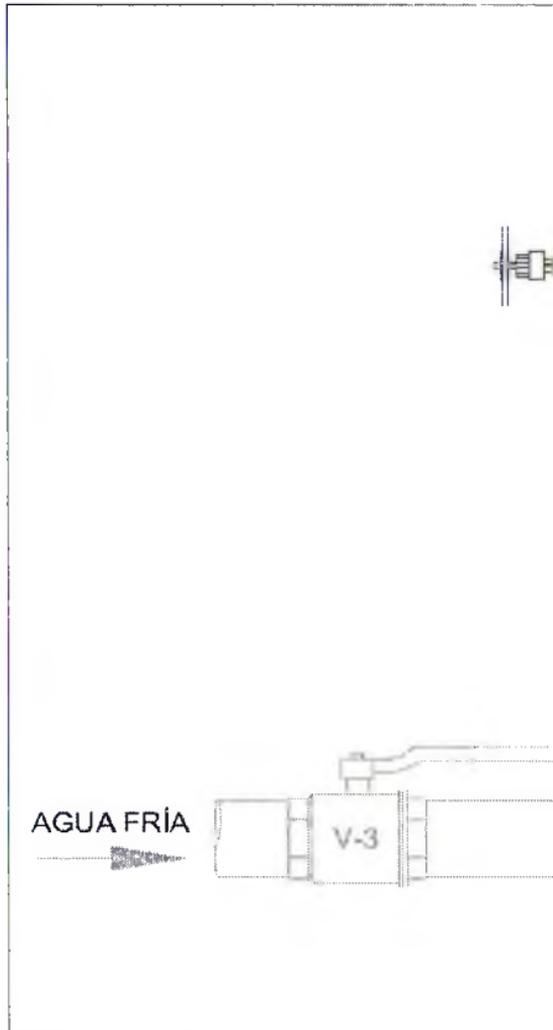
La forma como está instalado el sistema de enfriamiento de agua permite modificar dos variables claves de proceso: el caudal y la temperatura del agua que se alimenta.

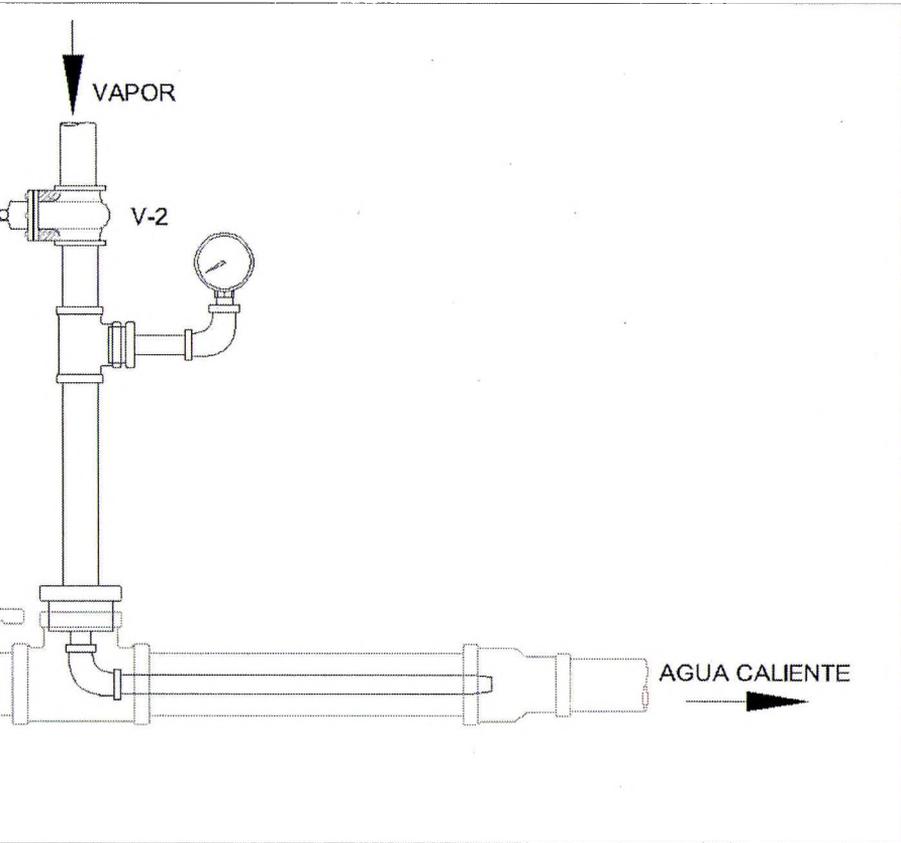
Estas variables pueden cambiarse fácilmente mediante el uso de la válvula de regulación de flujo de agua (V-5) y la válvula de suministro de vapor al mezclador (V-2).

Cabe anotar que los valores máximos alcanzables en cuanto a caudal y temperatura del agua a la entrada de la torre dependen fuertemente del consumo de vapor y agua que se tenga en la planta piloto en el momento de operar el sistema de enfriamiento; por esta razón, es probable que no se logren los valores de diseño de la torre con los sistemas de bombeo y de generación de vapor existentes.

## 4. DIAGRAMAS DEL EQUIPO

### 4.1. Mezclador vapor-agua





**Diagrama 1. Mezclador vapor-agua.**

#### 4.2. Diagrama de flujo

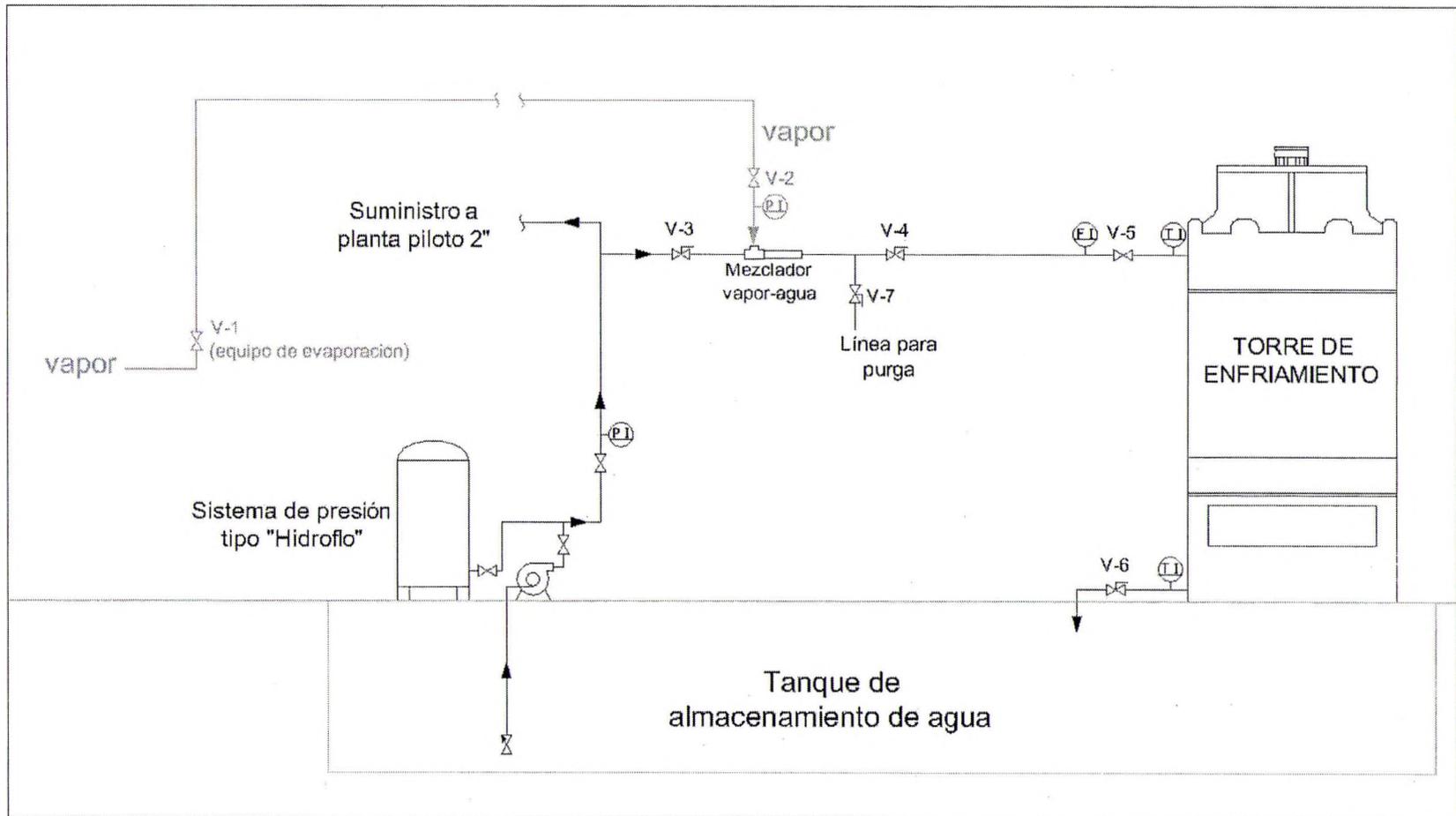


Diagrama 2. Diagrama de flujo.

Para la parada del equipo, se procede a cerrar la válvula de paso de vapor de la línea principal proveniente de la planta piloto hacia el equipo, posteriormente se deja el equipo durante unos cinco a diez minutos para su estabilización y se procede al desalojo del extracto obtenido que se ubica en el evaporador-concentrador abriendo la válvula de disposición de la parte inferior de este equipo, se recoge todo el extracto que haya en este y se procede posteriormente a desalojar por la parte inferior del percolador el líquido que haya podido permanecer en este. Seguidamente se procede a cerrar el reflujó de la línea del condensador al percolador.

Posteriormente se procede a cerrar la válvula de paso de agua al condensador y se procede a abrir la tapa del percolador de donde se retira el sólido lixiviado que se saca para determinaciones finales de peso, características de textura, color, etc.

se deja libre la tapa del percolador para que el equipo sea enfriado al ambiente se cierran todas las demás válvulas que se encontraban abiertas.

## 5. OPERACIÓN DE LA TORRE

### 5.1. Preparación

1. Inspeccionar el equipo de enfriamiento, verificando que todas las válvulas estén cerradas. Identificar las partes, instrumentos y accesorios que constituyen la unidad.
2. Solicitar los elementos necesarios para llevar a cabo la práctica. Ubicar la escalera cerca de la torre, asegurando su estabilidad.
3. Purgar la línea de vapor. Cerrar la válvula V-4, y abrir las válvulas V-7, V-1 (cerca al equipo de evaporación) y V-2, ésta última pausadamente, hasta que salga únicamente vapor. Después de purgar, cerrar las válvulas V-2 y V-7 y abrir la válvula V-4. **Realizar este procedimiento con precaución, usando guantes de carnaza para evitar quemaduras.**

### 5.2. Puesta en marcha

1. Poner en funcionamiento el sistema de medición de flujo (interruptor correspondiente en posición "ENCENDIDO").
2. Abrir la válvula V-3 lentamente, para evitar movimientos bruscos en el sistema debidos a la presión de la línea.
3. Abrir la válvula V-6 para permitir que el agua enfriada retorne al tanque subterráneo.
4. Regular el flujo de agua accionando lentamente la válvula de compuerta V-5. Dejar estabilizar unos minutos y verificar (en el display) que se haya alcanzado el caudal deseado.
5. Abrir lentamente la válvula V-2 para suministrar vapor al mezclador (usando guantes) y dejar estabilizar por unos minutos; a medida que se acciona dicha válvula, verificar la temperatura de entrada del agua en el termómetro de carátula instalado en la torre de enfriamiento.
6. Poner en funcionamiento el ventilador (interruptor en posición "ENCENDIDO").
7. Verificar el valor deseado de las variables caudal y temperatura del agua.
8. Anotar la temperatura y la humedad del aire, a la entrada y a la salida de la torre de enfriamiento, así como la velocidad del aire a la salida.
9. Ajustar los nuevos valores de caudal y temperatura del agua alimentada; dejar estabilizar, verificar valores y proceder a tomar los datos indicados en el numeral 8.
10. Repetir las veces que sea necesario.

### 5.3. Finalización

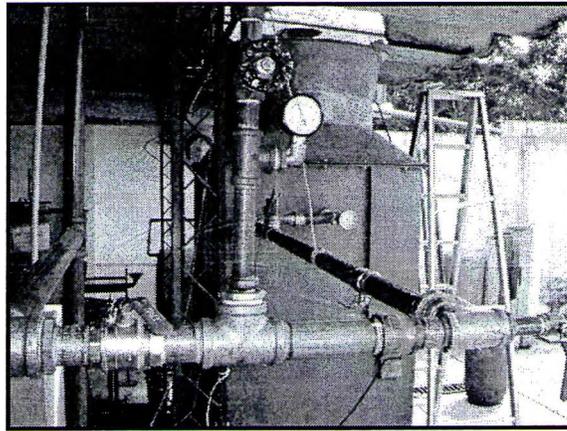
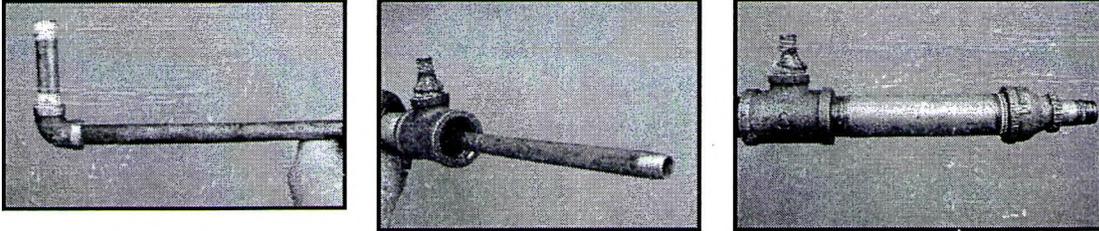
1. Cerrar la válvula de suministro de vapor (V-2) empleando un guante de carnaza. Cerrar la válvula V-1, ubicada en el equipo de evaporación. **Siempre debe interrumpirse el suministro de vapor antes de cerrar las válvulas de alimentación de agua.**
2. Cerrar la válvula reguladora de flujo de agua, V-5 y luego la válvula de bola V-3.
3. Apagar el ventilador (interruptor correspondiente en posición "APAGADO").
4. Apagar el conjunto de medición de caudal (interruptor correspondiente en posición "APAGADO").

### 6. RECOMENDACIONES

- Manipular siempre las válvulas de suministro de vapor usando guantes de carnaza.
- Abrir lentamente las válvulas de la línea de vapor.
- Para suministrar vapor al mezclador, abrir completamente la válvula V-1 (equipo de evaporación) y regular el flujo con la válvula V-2.
- Regular (siempre) el flujo de agua de entrada a la torre de enfriamiento con la válvula V-5. Se recomienda no hacerlo con las válvulas de bola V-3 y V-4.
- Asegurarse de que la válvula V-4 esté completamente cerrada en el momento de purgar el mezclador y la línea de vapor, para evitar daños en la turbina del sensor de flujo y en la torre de enfriamiento.
- Cerrar completamente el suministro de vapor antes de suspender el suministro de agua.
- Cerciorarse de cerrar la válvula V-1 (equipo de evaporación) al finalizar la práctica, usando guantes de carnaza.
- Los valores de caudal mostrados en el display pueden variar constantemente; se recomienda observar con atención y establecer el caudal como la media entre los valores máximo y mínimo entre los que oscila.
- El caudal varía ostensiblemente cuando se presentan consumos considerables de agua en algún lugar de la planta; se recomienda verificar continuamente el caudal mostrado.

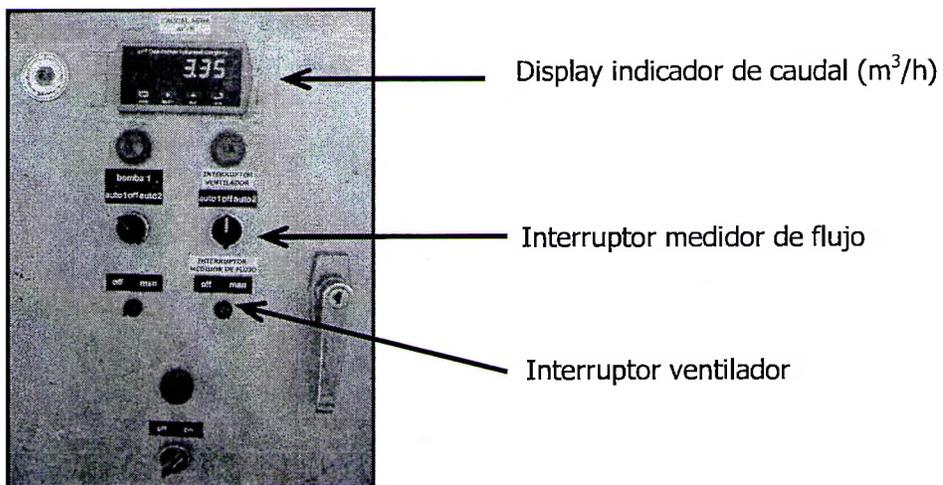
## 7. FOTOGRAFÍAS

### Mezclador



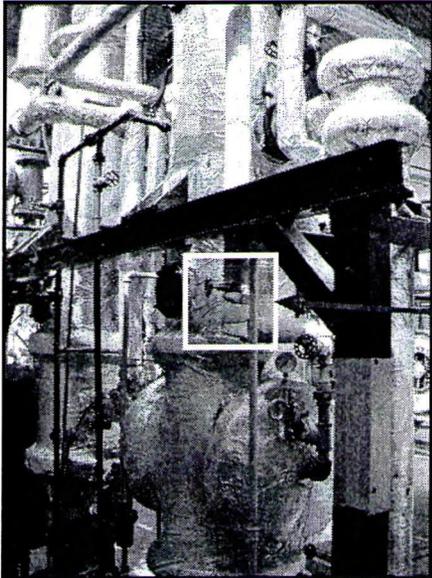
Fotografías 1. Mezclador vapor-agua.

### Tablero de control



Fotografía 2. Tablero de control para la torre de enfriamiento

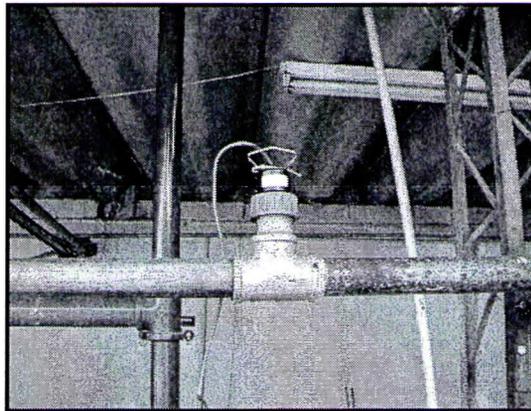
### Válvulas de suministro de vapor



Válvula V-1. Suministro de vapor

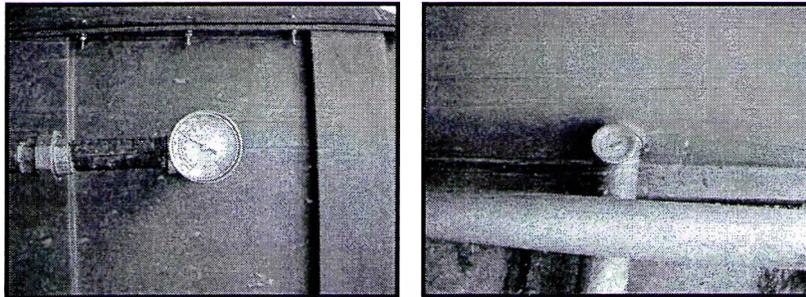
Fotografía 3. Ubicación válvula de suministro de vapor al mezclador.

### Sensor de flujo

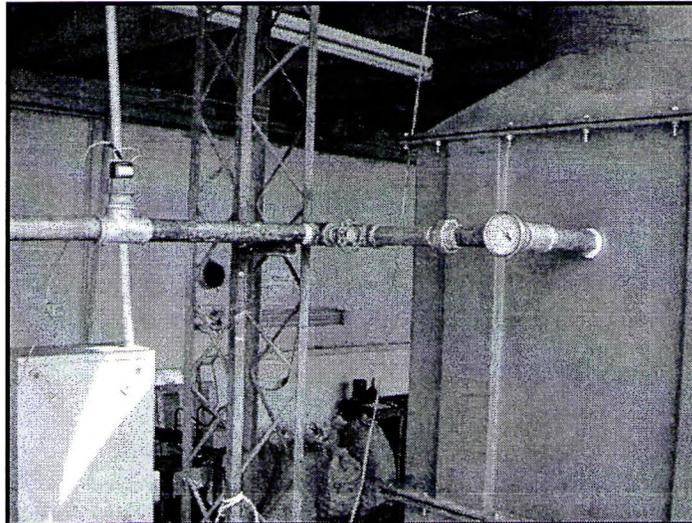


Fotografía 4. Sensor de flujo. Rotor de paletas.

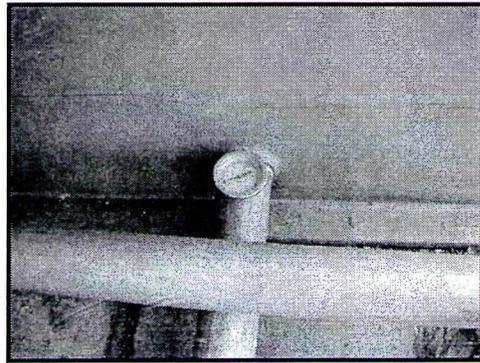
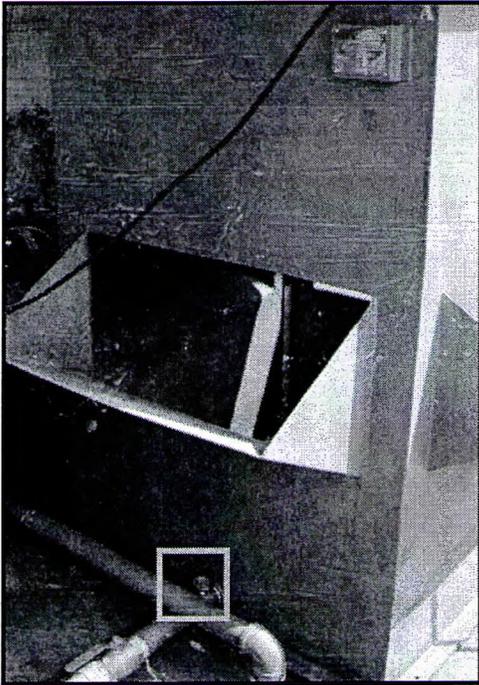
## Termómetros



Fotografía 5. Termómetros de carátula. Izquierda, entrada a la torre; derecha, salida del depósito de la torre.



Fotografía 6. Ubicación sensor de flujo, válvula reguladora de caudal y termómetro del agua de entrada a la torre.



Fotografía 7. Ubicación termómetro para el agua de salida de la torre.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

- Industrias PROTON LTDA. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. TORRE DE ENFRIAMIENTO PP-60N. Industrias PROTON LTDA. Bogotá D.C.
- ARIAS, LUENGAS, ROMERO Y OTROS. GUIAS DE DESTILACIÓN. LABORATORIO DE OPERACIONES UNITARIAS III. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., 2003.
- Grupo de Gestión Eficiente de Energía, KAI (Universidad del Atlántico), Grupo de investigación en energías, GIEN (Universidad Autónoma De Occidente). "EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE TORRES DE ENFRIAMIENTO" PROYECTO DE LA UPME Y COLCIENCIAS.
- Manual Sensor de flujo de rueda de paletas, Rotor X. Modelos 515/8510 y 2536/8512. + GF + SIGNET 515/2536.
- Manual display indicador de flujo. Cole – Parmer. FLOW DISPLAY PANEL METER.
- Manual transmisor de frecuencia. Intech Instruments Ltd. LPI-F FREQUENCY TRANSMITTER.



## **DISEÑO Y FABRICACION DE MAQUINARIA**

- PLANTAS DE POTABILIZACION DE AGUA
- PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
  - Industriales
  - Domésticas
- FILTROS
  - Prensa de Placas Rígida y Membrana
  - Pulidores de Bolsa y Canasta
  - Rotativos al vacío
  - Autolimpiantes (Canasta Rotativa y Cepillos)
  - Tamices estáticos (Screen)
  - Colectores de Polvo (Mangas y Cartuchos)
- CICLONES E HIDROCICLONES
- ESCAMADORES
- TORRES DE ENFRIAMIENTO DE AGUA
- CALDERAS DE ACEITE TERMICO
- INTERCAMBIADORES DE CALOR
- HORNOS Y SECADORES
- INCINERADORES Y COMPACTADORES DE BASURA
- MEZCLADORES
  - De Cintas Giratorias (Ribbon Blender)
  - Tipo "V"
  - Doble Cono
  - Sigma
  - Cowless
- AGITADORES
- REACTORES Y MARMITAS
- SISTEMAS DE VACIO POR EYECTORES DE VAPOR
- MOLINOS
- ZARANDAS VIBRATORIAS
- VENTILADORES AXIALES Y CENTRIFUGOS
- VALVULAS ESCLUSA ROTATIVAS
  
- SISTEMAS DE TRANSPORTE NEUMATICO
- EQUIPOS PARA SACRIFICIO Y PROCESO DE GANADO VACUNO Y PORCINO
- EQUIPOS PARA LA PRODUCCION TECNIFICADA DE PANELA

Carrera 53 A No. 9-42. Santa Fe de Bogotá, COLOMBIA  
PBX: (1) 564 3066 Tel: (1) 260 4706 - 260 3294 - 2629727. Fax: (1) 261 3378  
A.A. 12597 Santa Fe de Bogotá. E-mail: proton@colomsat.net.co

## TORRE DE ENFRIAMIENTO PP-60 - N

*En los siguientes manuales encontrará las especificaciones referentes al uso, limpieza y rutinas de mantenimiento. Sugerimos leer detenidamente todas las indicaciones antes de realizar cualquier actividad y seguir las instrucciones para lograr una correcta operación de la torre de enfriamiento.*

*Si existe algún tema relativo al presente equipo que desee, le sea aclarado, por favor comuníquese con nuestro Departamento Técnico donde gustosamente le atenderemos.*

*Gracias por elegir nuestros equipos.*

INDUSTRIAS PROTON LTDA.

TELS: (1) 260 4706 / 260 3294 PBX: (1) 564 3066 A.A. 12597

FAX: (1) 261 3378

CRA 53A # 9-42

E-mail: [info@proton-colombia.com](mailto:info@proton-colombia.com)

<http://www.proton-colombia.com>

BOGOTA D.C. - COLOMBIA.

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>1</b>	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	<b>3</b>
1.1	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	3
1.2	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y DE SUS PARTES.	4
1.2.1	<i>PARÁMETROS OPERATIVOS</i>	4
1.2.2	<i>CONJUNTO VENTILADOR.</i>	5
1.2.3	<i>RELLENO</i>	6
1.2.4	<i>ELIMINADOR DE GOTA.</i>	6
1.2.5	<i>CUERPO DE LA TORRE.</i>	7
1.2.6	<i>SISTEMA DE RIEGO.</i>	7
1.3	INSTALACIÓN.	8
1.3.1	<i>PROCEDIMIENTO DE INSTALACION.</i>	8
	<b>CONDICIONES AMBIENTALES DEL SITIO DE INSTALACIÓN.</b>	<b>8</b>
1.3.2	<i>SUMINISTROS PARA OPERACION DEL EQUIPO.</i>	8
1.4	PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA.	9
1.4.1	<i>Limpieza del Relleno.</i>	9
1.4.2	<i>Limpieza del eliminador de gota</i>	9
1.4.3	<i>Limpieza del cuerpo de la torre</i>	9
<b>2</b>	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO.</b>	<b>10</b>
2.1	INVENTARIO MÍNIMO DE PIEZAS DISPONIBLES.	10
2.2	PROCEDIMIENTO DE PINTURA	10
2.3	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO.	10
2.4	LISTADO DE FALLAS Y POSIBLES CAUSAS	11
2.4.1	<i>Alta Temperatura del Agua de Salida</i>	11
2.4.2	<i>Bajo Caudal de Agua de Salida.</i>	11
2.4.3	<i>Rebose de agua en la torre.</i>	11
2.4.4	<i>Arrastre excesivo de gotas de agua por el ventilador</i>	11
2.4.5	<i>Alto nivel de vibración.</i>	11
2.4.6	<i>La torre no arranca</i>	12
2.4.7	<i>Ruidos extraños</i>	12
<b>3</b>	<b>INSTRUCCIONES DE CONEXIÓN DEL MOTOR</b>	<b>13</b>
	<b>ANEXO 1. PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE DE LA TORRE</b>	<b>14</b>
	<b>ANEXO 2. CONJUNTO GENERAL TORRE DE ENFRIAMIENTO</b>	<b>15</b>
	<b>ANEXO 3. DESCRIPCIÓN MOTOR ELÉCTRICO SIEMENS</b>	<b>16</b>

## 1 MANUAL DE OPERACIÓN

### 1.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Las torres de enfriamiento son uno de los elementos más importantes en las plantas de proceso, son en la actualidad el modo más confiable, económico y eficiente de remoción del calor en aguas de procesos industriales.

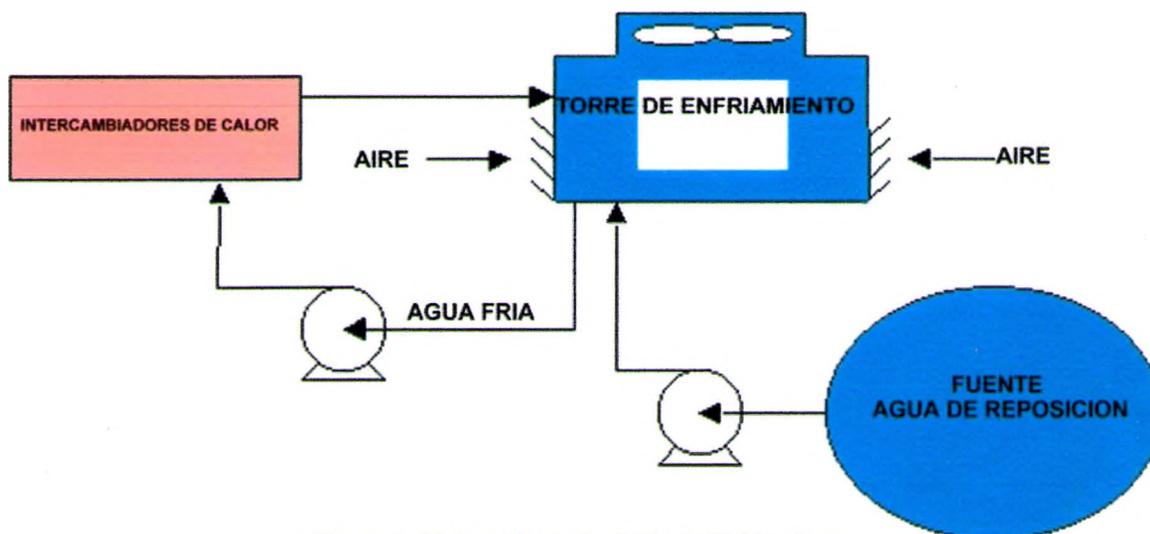
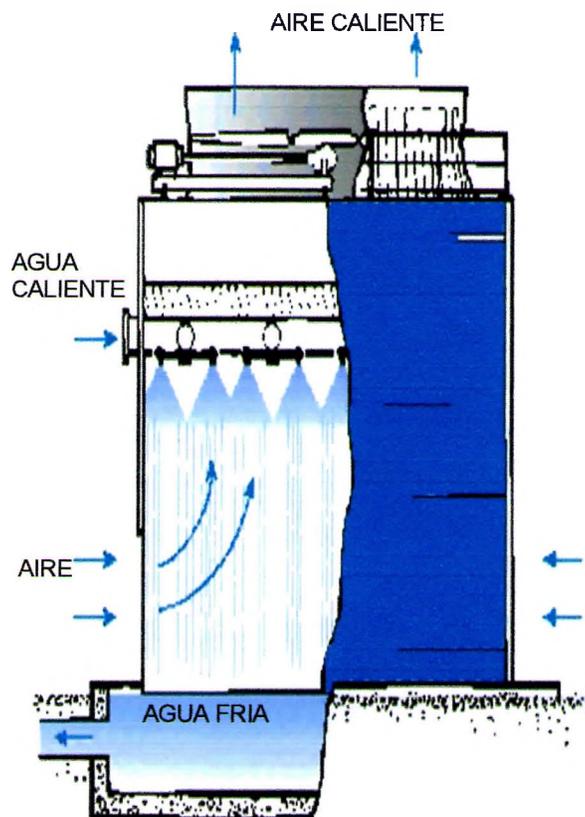


Figura 1: Sistema Cerrado de Torre Enfriamiento

En procesos típicos encontramos el circuito cerrado donde, el agua caliente de los intercambiadores es enviada a la torre de enfriamiento, el agua sale de la torre y es enviada de regreso a los intercambiadores donde vuelve a ganar calor para posteriormente regresar y cerrar el ciclo. La fuente de agua de reposición es empleada para recuperar el agua perdida por evaporación y por arrastre del caudal de aire de los ventiladores, entre otros, cuando el circuito es abierto esta fuente de agua de reposición no es necesaria, en algunos casos se emplea la adición de biocidas y dosificación de ácidos o soda para mantener el ph del agua en los niveles requeridos, esto depende específicamente de un proceso en particular.

El enfriamiento se logra al pasar el agua caliente (dispersa en gotas finas), en flujo en contracorriente por un caudal de aire frío; aumentando la superficie de contacto mediante relleno modular multicelda fabricado en CPVC colocado en el cuerpo medio de la torre, que retarda la caída del agua y aumenta el tiempo de contacto con el aire.



Un ventilador axial ubicado en la parte superior de la torre, provee el caudal de aire necesario y un eliminador de goteo en PVC reduce la salida por la parte superior del agua arrastrada por el flujo de aire generado por el ventilador.

Entre el eliminador de goteo y el relleno se encuentra el sistema de riego que atomiza el agua caliente para lograr un contacto íntimo con el aire de enfriamiento; recibándose agua fría en la piscina ubicada en la parte inferior de la torre.

## 1.2 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y DE SUS PARTES.

### 1.2.1 PARÁMETROS OPERATIVOS

Las condiciones de operación son:

Caudal de agua de operación:	12 m <sup>3</sup> /h
Temperatura de entrada del agua:	50 °C

Temperatura de salida del agua:	25°C
Temperatura de bulbo húmedo:	15 °C
Enfriamiento:	25 °C
Potencia térmica efectiva:	300000 KCal/h

La TORRE DE ENFRIAMIENTO 60 - N, está compuesta de cinco partes principales:

- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| * Conjunto Ventilador. | * Relleno multicelda |
| * Eliminador de gota   | * Sistema de Riego   |
| * Cuerpo de la torre   |                      |

### 1.2.2 CONJUNTO VENTILADOR.

Constituido por el conjunto ventilador- motor, está situado en la parte superior de la torre y provee el aire necesario para enfriar el agua caliente. El ventilador se encuentra balanceado estática y dinámicamente y posee un bajo nivel de ruido.

Las partes del conjunto ventilador son:

- Motor
- Cuello del Ventilador
- Ventilador axial
- Manguito de fijación AC 1020 AISI SAE

#### 1.2.2.1 Motor

Motor eléctrico de 3 H.P @ 1200 rpm, con protección especial para trabajar en ambientes húmedos y rodamientos sellados, con su respectiva caperuza en acero al carbono para protección del motor por lluvia.

#### Características:

* Potencia:	3HP.
* Velocidad Angular.:	1200RPM (Aproximadamente)
* Marca:	SIEMENS.
* Voltaje:	220/440 V.
* Amperaje Nominal.:	11.8 Amperios a 220 V
* Rodamientos:	Uno (1) Ref. 6205 2RS; Uno (1) Ref. 6206 2RS
* Retenedor:	Uno (1) Ref. 25-32-6; Uno (1) Ref. 30 - 36 - 5

#### 1.2.2.2 Ventilador axial

Las aspas del ventilador formando una unidad con la manzana, se acoplan al motor por medio de un plato-manzana en acero al carbono.

### **Características:**

- **Material:** Polipropileno.
- **Cantidad:** aspas.
- **Velocidad giro:** 1200 RPM Aproximadamente
- **Diámetro:** 30" (762mm aprox )

#### **1.2.2.3 Manzana.**

Disco en acero que sujeta las aspas, con su respectiva manzana para acople al eje del motor.

#### **1.2.2.4 Cuello del ventilador.**

Forma la parte estructural del ventilador, se encuentra fabricado en poliéster reforzado en fibra de vidrio y encauza el flujo de aire al exterior de la torre; Sirviendo además como soporte al motor del ventilador.

#### **1.2.2.5 Sistema de transmisión.**

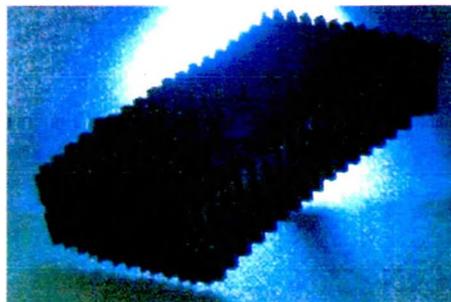
La potencia se transmite del motor al ventilador, por acople directo con manzana en acero al carbono.

### **1.2.3 RELLENO**

De tipo multicelda, compuesto por paneles en CPVC conformados a 60° de altura 30 mm, con una altura total de 610 mm (2 piso(s)), retarda el paso del agua por la torre y maximiza el área de contacto con el aire. Los paneles están soportados en una estructura con alma de acero al carbono recubierta en resina poliéster.

#### **1.2.4 ELIMINADOR DE GOTA.**

Constituido por paneles de CPVC en forma laberíntica de 135 mm de altura; permiten la precipitación de las gotas de agua que tienden a ser arrastradas por el flujo de aire hacia el exterior. Los paneles se encuentran instalados en el cuerpo superior de la torre y soportados en una estructura con alma de acero al carbono recubierta en resina poliéster.



### **1.2.5 CUERPO DE LA TORRE.**

*Fabricado en poliéster reforzado en fibra de vidrio y conformado por el techo, cuello, zona de relleno, zona de ventanas y piscina.*



#### **1.2.5.1 Techo.**

*Compuesto por el cuello del ventilador y el cuerpo superior o techo; se encuentra fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio, con acabados en Gel Coat Azul, tanto interna como externamente, además cuenta con un filtro UV para protección de la resina.*

#### **1.2.5.2 Zona de relleno y eliminador.**

*Estructura principal de la torre, contiene en su interior el eliminador de gota con sus soportes, el árbol de riego en tubería PVC con entrada Ø 2" NPT Hembra, y parte del relleno multicelda. Se encuentra compuesto de una sección con sus respectivos refuerzos estructurales que le confieren la rigidez necesaria para su adecuado funcionamiento.*

#### **1.2.5.3 Zona de ventanas.**

*Conformado por (4) ventanas con persianas en Poliéster reforzado con fibra de vidrio con recubrimiento en Gelcoat con protección UV, una de las cuales es desmontable para las tareas de mantenimiento, permite la entrada del aire frío a la torre y garantiza una adecuada distribución del aire a través del relleno. Incluye además los soportes del relleno fabricados en acero al carbono y recubiertos con poliéster reforzado con fibra de vidrio.*

#### **1.2.5.4 Piscina.**

*Sirve de apoyo y base de la torre; construida en poliéster reforzado con fibra de vidrio con recubrimiento en Gelcoat con protección UV; permite almacenar de manera transitoria el agua enfriada para salir a través de conexión Brida PRFV Ø 2" NPT Hembra, posee igualmente drenaje en PVC de Ø 3/4" NPT para las operaciones de limpieza y una conexión de flotador NPT Ø 3/4" para el agua de reposición.*

### **1.2.6 SISTEMA DE RIEGO.**

*Dispuesto en la parte superior de la torre. Este sistema se encarga de pulverizar el agua y de dispersarla a través de toda la sección de la torre. Posee 6 boquillas B-4000-P uniformemente distribuidas, que se encargan de dividir el agua en gotas finas, para lograr un contacto íntimo con el aire.*

### **1.2.7. PESO Y DIMENSIONES DEL EQUIPO.**

*El peso aproximado del equipo en vacío es de 0,3 Toneladas*

*El peso aproximado del equipo en operación es de 0,7 Toneladas*

*Las dimensiones de la torre:*

*Largo: 1000 mm*

*Ancho: 1000 mm*

*Alto: 3015 mm*

### **1.3 INSTALACIÓN.**

*Para la instalación de la torre de enfriamiento se prefiere un sitio amplio con buena aireación, siendo recomendable un lugar alto. En caso de no realizar la instalación con las anteriores características, debe dejarse un espacio libre mínimo de 1 metro alrededor de toda la torre para permitir la entrada del aire por las ventanas.*

#### **1.3.1 PROCEDIMIENTO DE INSTALACION.**

*La base donde se instalará la torre de enfriamiento debe ser completamente nivelada y resistir un peso superior a 0,91 Toneladas, se puede fijar la base de la torre con tomillos de anclaje y reducir con ello movimientos y vibraciones del equipo.*

***Después de que el equipo se encuentre debidamente fijado, realice las siguientes operaciones.***

- 1. Efectúe la instalación hidráulica de las tuberías de entrada y salida del agua.*
- 2. Realice la instalación de alimentación eléctrica del motor del ventilador, Tenga en cuenta las instrucciones de conexión para el motor. Ver Instrucciones de servicio para Motores Eléctrico Trifásicos (Edición 06.2000) de SIEMENS.*

#### **Condiciones Ambientales del sitio de Instalación.**

*La torre de enfriamiento deben instalarse a la intemperie, en un lugar aireado que permita la libre salida del aire por la parte superior, de manera que el aire caliente expulsado por el ventilador no pueda ser tomado nuevamente a través de las ventanas.*

#### **1.3.2 SUMINISTROS PARA OPERACION DEL EQUIPO.**

*Para el funcionamiento de la torre de enfriamiento se requieren de los siguientes suministros:*

- \* Línea de agua de reposición por evaporación. Ø 3/4" NPT
- \* Línea de agua caliente para enfriamiento. Ø 2" NPT Hembra
- \* Línea para salida del agua fría. Ø 2" NPT Hembra

#### **1.4 PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA.**

##### **1.4.1 Limpieza del Relleno.**

*Depende de la calidad del agua. Si el agua está sucia, se pueden formar depósitos de material que obstruyan el paso del aire; en tal caso se recomienda limpiarlo con un chorro de agua a presión, o hidrolavadora convencional; la temperatura del agua de lavado debe ser menor a 40 °C para evitar el ablandamiento y daño del relleno. Si la calidad del agua es buena el relleno estará prácticamente libre de mantenimiento.*

##### **1.4.2 Limpieza del eliminador de gota**

*El eliminador de gota esta prácticamente libre de mantenimiento. En el caso de requerirse su limpieza, es posible emplear un procedimiento similar al empleado con el relleno multicelda.*

##### **1.4.3 Limpieza del cuerpo de la torre**

*El cuerpo se debe limpiar con abundante agua y jabón, cuando lo requiera y revisar anualmente el estado del Gelcoat para evitar el daño de la resina poliéster reforzada con fibra de vidrio.*

## **2 MANUAL DE MANTENIMIENTO.**

### **2.1 INVENTARIO MINIMO DE PIEZAS DISPONIBLES.**

Se deben mantener en almacén los siguientes repuestos:

Rodamientos: Uno (1) Ref. 6205 2RS; Uno (1) Ref. 6206 2RS

Retenedor: Uno (1) Ref. 25-32-6; Uno (1) Ref. 30 - 36 - 5

### **2.2 PROCEDIMIENTO DE PINTURA**

Cada dos años debe pintar la torre de enfriamiento con gecoalt para proteger la fibra de vidrio.

### **2.3 PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO.**

El mantenimiento de la torre PP-60 - N se limita principalmente al motor de accionamiento del ventilador, donde se encuentran los rodamientos y retenedores detallados anteriormente. Mensualmente se debe revisar el adecuado torque de los tornillos tanto del ventilador como de todo el sistema de transmisión.

Aualmente se deben repintar las diferentes partes del sistema de transmisión y del ventilador para evitar su oxidación.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
Vibración del ventilador	2 meses	Verificar vibraciones anormales en el cuerpo de la torre o golpes sucesivos en el cuello.
Temperatura del motor	1 meses	Verificar temperaturas en la carcasa y la bomerera del conjunto eléctrico.

### **RUTINAS DE LIMPIEZA**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
Limpieza del relleno	12 meses	Dependiendo de la calidad del agua. En caso de encontrarse obstruido desmontarlo por la parte superior, quitando la sección de cuello y techo, lavarlo con chorro de agua a presión a una temperatura de 40°C aproximadamente. En caso de encontrarse desprendidos los paneles o presentan cristalización se recomienda su cambio total.
Eliminador de gota	12 meses	Prácticamente libre de mantenimiento, en caso de encontrarse taponado parcialmente, emplear procedimiento similar al de limpieza del relleno.

		<i>En caso de encontrarse desprendidos los paneles o presentan cristalización se recomienda su cambio total.</i>
Cuerpo de la torre	6 meses	<i>El cuerpo se debe limpiar con abundante agua y jabón. En cuanto al Gelcoat de recubrimiento exterior e interior de la torre, este debe repintarse por lo menos cada dos (2) años para proteger el poliéster reforzado en fibra de vidrio.</i>

## **2.4 LISTADO DE FALLAS Y POSIBLES CAUSAS**

### **2.4.1 Alta Temperatura del Agua de Salida**

- *Daño o taponamiento del relleno y/o eliminadores.*
- *Falla de cualquier elemento mecánico (motor, ventilador, ).*
- *Temperatura de entrada demasiado alta del agua o del aire.*
- *Recinto de la torre sin adecuada ventilación.*
- *Verificar sentido de giro del ventilador (CLOCK WISE).*
- *Presencia de calor cerca de las ventanas de la torre.*
- *Comprobar estado de las boquillas de aspersion.*

**NOTA: NUNCA alimente agua caliente sin que el ventilador de la torre se encuentre activado; para cualquier operación de la Torre, siempre debe encender primero el ventilador.**

### **2.4.2 Bajo Caudal de Agua de Salida.**

- *Obtención de las tuberías.*
- *Falla en la bomba de agua.*
- *Suciedad en la piscina de la torre.*
- *Comprobar estado de las boquillas de aspersion.*

### **2.4.3 Rebose de agua en la torre.**

- *Obtención de las tuberías.*
- *Obtención del relleno.*
- *Suciedad en la piscina de la torre.*

### **2.4.4 Arrastre excesivo de gotas de agua por el ventilador**

- *Falla en los eliminadores de rocío*
- *Módulos del eliminador de gota rotos o mal acomodados*

### **2.4.5 Alto nivel de vibración.**

- *Desbalanceo del ventilador.*
- *Desalineación del conjunto mecánico.*

**2.4.6 La torre no arranca**

- *Verificar conexiones eléctricas motor o condiciones de voltaje de entrada*
- *Revisar que no haya problemas en el equipo mecánico (motor, ventilador).*

**2.4.7 Ruidos extraños**

- *Verificar que ningún aspa esté golpeando con el interior del cuello aerodinámico.*
- *Verificar que todas las aspas tengan el mismo grado de inclinación*
- *Verificar apriete de la tomillería de las aspas, acoples, bases motor, manzana, etc.*
- *Verificar sentido de giro del ventilador.*
- *Medir juego lateral "backlash".*
- *Medir separación punta aspas - cuello, mayor y menor.*
- *Verificar lubricación de rodamientos del motor.*
- *Comprobar estado de las boquillas de aspersion.*

### **3 INSTRUCCIONES DE CONEXIÓN DEL MOTOR**

*El motor eléctrico instalado en el soporte del sistema de transmisión del ventilador, está diseñado para trabajar a la intemperie, para lo cual se recomiendan seguir los siguientes pasos en su conexión eléctrica:*

- 1. La acometida a la caja de conexión eléctrica, ubicada al exterior del mismo, debe ser con tubería "conduit" ó en caso de ser necesario instalar en ambientes con alto riesgo de explosión, emplear coraza a EXPLOSION PROOF y se debe sellar con silicona ó sellante aprobados para ambientes clasificados (Clase I, División 1, Grupos C & D), en sus puntos de unión (roscas)*
- 2. En caso de instalar un Interruptor por vibración conectarlo al arrancador, empleando el mismo tipo de conduit y coraza que para la bornera del motor.*

## ANEXO 1. PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE DE LA TORRE

### **PROCEDIMIENTO PARA ARMAR LOS TRES MODULOS DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO PP-60 - N**

**Se recomienda seguir los siguientes pasos:**

1. Seleccione el lugar donde va a trabajar la torre de enfriamiento. La base debe ser en concreto y estar completamente nivelada y tener una resistencia mínima de 0,91 Toneladas.

2. Ubique el modulo inferior de la torre (piscina y ventanas) e instálelo en el lugar de funcionamiento.

3. Monte la zona de riego y ubíquela sobre las ventanas. **TENGA EN CUENTA QUE LOS CUERPOS TIENEN DERECHO DE ENSAMBLE, PARA LO CUAL TIENEN MARCADAS UNAS LETRAS; haga coincidir la letra respectiva. (A con A y B con B).**

Debe prever no despegar el empaque o dañarlo al colocar un módulo encima del otro y a la hora de colocar los tornillos, instálelos todos (ayúdese con punzones); apriete en forma alternada y progresiva. (Si coloca los tornillos de un lado y los ajusta, no le cazarán los orificios para colocar los tornillos en las otras bridas).

4. Posicione el cuello y tenga las mismas precauciones del ítem 3 **{SE DEBE TENER ESPECIAL CUIDADO CON ESTE MODULO, YA QUE TIENE INSTALADO EL VENTILADOR AXIAL. BALANCEADO DINAMICAMENTE (MUY SENSIBLE A CUALQUIER GOLPE)}**

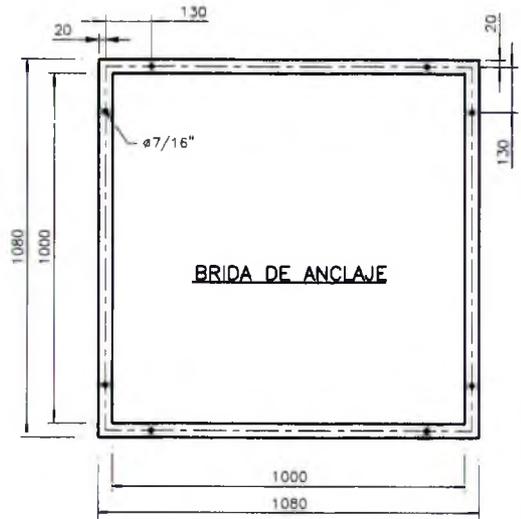
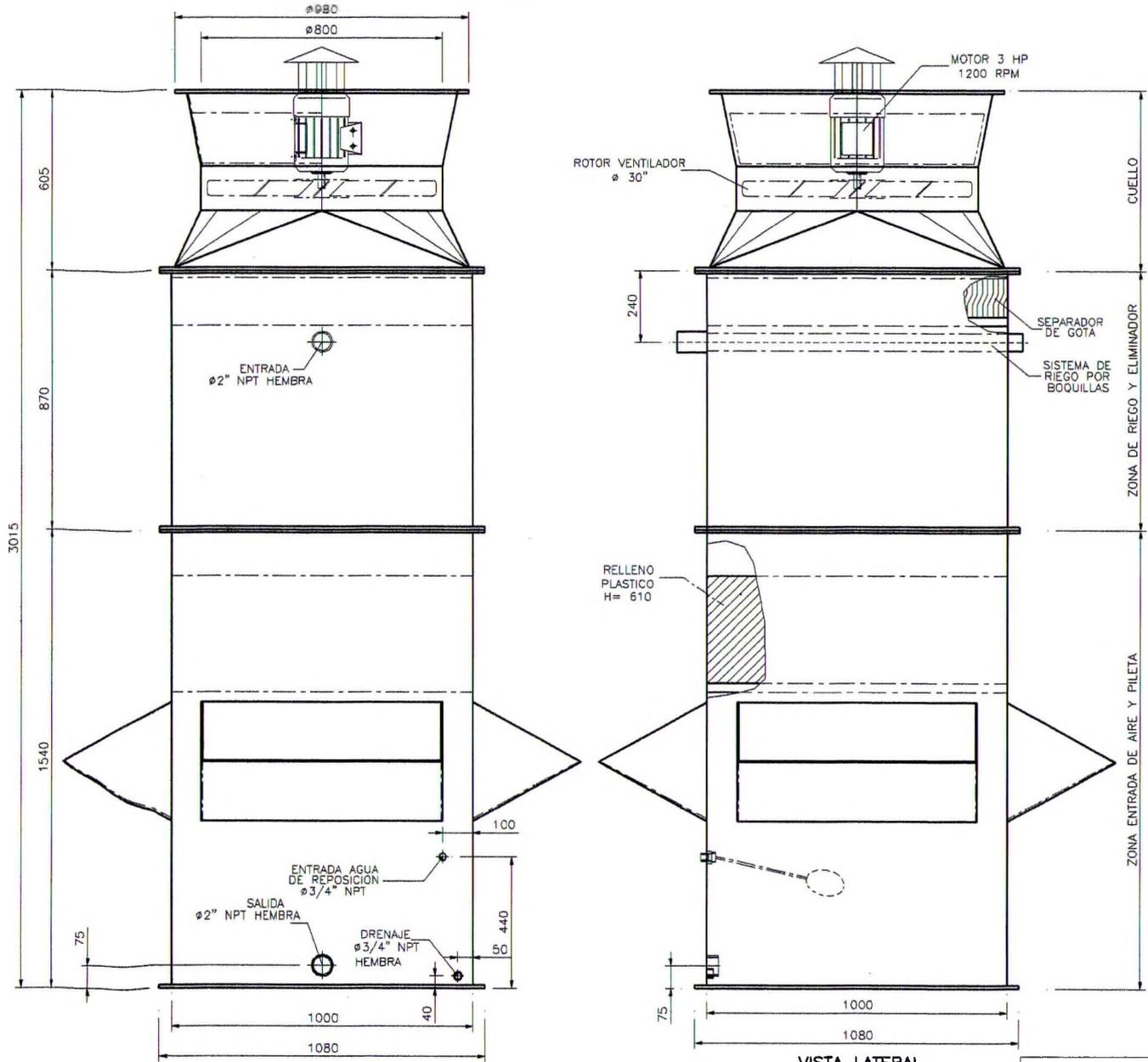
5. Realice las instalaciones hidráulica y eléctrica.

6. Arranque el ventilador.

7. Ponga en funcionamiento su equipo y revise las condiciones de caudal de entrada de agua, presión de entrada de agua (Presión requerida en las boquillas de 0.8 bar 12 Psig.), temperaturas de entrada y salida del agua y consumo de corriente del motor eléctrico **(Debe ser menor a 11.8 Amperios a 220 V).**

**ANEXO 2. CONJUNTO GENERAL TORRE DE ENFRIAMIENTO**

REVISIONES					
No.	FECHA	POR	REV.	APR.	DESCRIPCION
A	03/11/06	OLPV	A.M.		EMITIDO PARA EL CLIENTE



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

- NOTA:
- 1) PESO DE LA TORRE EN OPERACION 0.7 TONELADAS APROX.
  - 2) SE ACONSEJA DEJAR MINIMO UN METRO LIBRE ALREDEDOR DE LA TORRE TANTO PARA MANTENIMIENTO COMO PARA ENTRADA DE AIRE.
  - 3) LA BASE DE APOYO DE LA TORRE DEBE SER FIRME, PLANA Y HORIZONTAL.

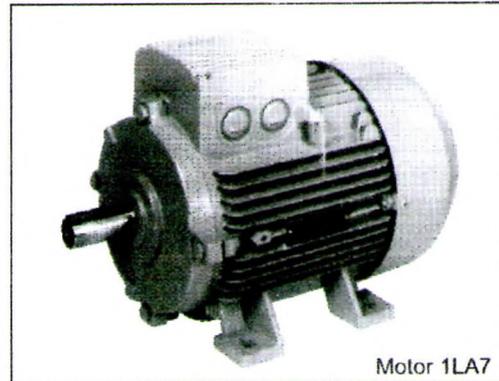
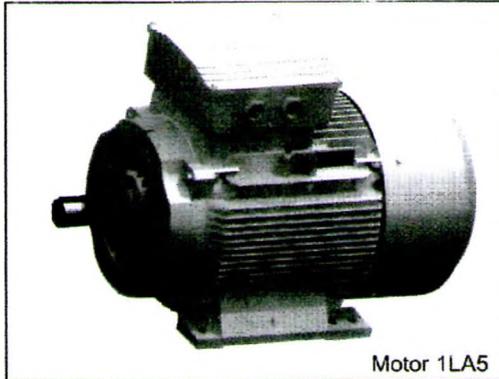
**INDUSTRIAS PROTON LTDA.**  
 ESTOS DISEÑOS SON PROPIEDAD DE INDUSTRIAS PROTON LTDA.  
 NO PUEDEN SER UTILIZADOS TOTAL O PARCIALMENTE SIN PREVIA AUTORIZACION ESCRITA

DIBUJO	REVISO	APROBO
J.M.N.G.	A.M.	

UNIVERSIDAD NACIONAL	
TORRE DE ENFRIAMIENTO PP-60-N	
CONJUNTO GENERAL	
CANT: 1	SUBCONJUNTO: FECHA: 17/10/06
TAM. A	ESC. SIN
PRESUPUESTO 264273	PLANO No. 001
REV. A	

31

**ANEXO 3. DESCRIPCIÓN MOTOR ELÉCTRICO SIEMENS**



### 1. Generalidades

Para evitar accidentes personales y/o daños en el motor, lea *Cuidadosamente estas instrucciones antes de poner en funcionamiento el equipo.*

### 2. Descripción.

Este es un motor de inducción con rotor jaula de ardilla para baja tensión.

#### 2.1. Normas

El motor cumple con la norma IEC 34 y sus equivalentes VDE 0530 y NTC (ICONTEC). Adicionalmente hay ejecuciones según los requerimientos de otras normas como la norma NEMAMG 1.

Siemens posee un sistema de aseguramiento de calidad, certificado según norma NTC- ISO 9001, que garantiza que el motor es diseñado, fabricado y probado según las mas altas exigencias de norma y del cliente.

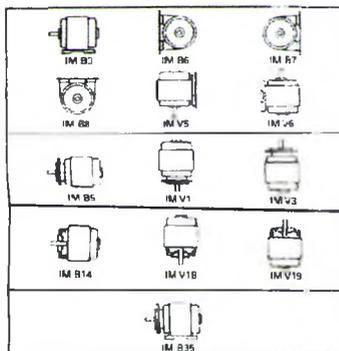
#### 2.2. Grado de protección

El motor tiene un grado de protección IP55 de acuerdo con IEC 34-5, en ejecución estándar.

El grado de protección se indica, para cada motor, en la placa de características.

#### 2.3. Forma constructiva

La forma constructiva suministrada, de acuerdo con IEC 34-7, se indica en la placa de características. El motor se puede instalar según lo indicado en cada uno de los siguientes grupos:



Si se desea utilizar el motor en una forma constructiva distinta a la indicada, favor consultar previamente debido a eventuales modificaciones que se requieran según el caso.

### 3. Montaje

#### 3.1. Almacenamiento

El motor se debe almacenar en un lugar cerrado y libre de humedad hasta el momento de la instalación.

#### 3.2. Instalación

Para la instalación del motor deben tenerse en cuenta, como mínimo, las siguientes recomendaciones:

- El motor debe ser instalado de tal manera que el aire de refrigeración pueda circular libremente.
- El motor debe estar perfectamente alineado con su carga.
- Preferiblemente emplear acoples flexibles.
- La carga debe estar muy bien balanceada para evitar vibraciones anormales.
- Téngase en cuenta que el rotor ha sido equilibrado dinámicamente en la fábrica con la chaveta colocada en el eje.
- Si el montaje es tal que el eje queda en posición vertical, debe garantizarse que el agua no entre al rodamiento superior.
- En caso de accionamiento por correa debe preverse que el motor sea montado sobre rieles tensores o sobre una base desplazable, para poder ajustar la tensión y retensionarla cuando sea necesario. Si la correa queda excesivamente tensionada, se pueden producir daños en los rodamientos.
- Remover con varsol o similar, la capa de protección contra el óxido aplicada al eje en la fábrica. Debe evitarse que el líquido limpiador penetre en el rodamiento pues lo puede dañar. No use tela de esmeril ni ningún otro abrasivo para la limpieza del eje.
- Para ensamblar el elemento de acople (polea, rueda dentada, etc.), utilice un dispositivo adecuado de montaje. En ningún caso golpee el eje ni el elemento acoplado a él, pues se pueden producir daños en los rodamientos.

#### 3.3. Conexión

Para la conexión eléctrica del motor, se recomienda el siguiente procedimiento:

- Si el motor ha estado almacenado por un periodo largo en un lugar húmedo, mida la resistencia de aislamiento del devanado respecto a tierra. Si dicha resistencia resulta menor de 30 Mohm a una temperatura del devanado de 25°C, medida con 500V, o bien, inferior a 1 Mohm a 75°C, medida con 500V, es preciso secar los devanados.

- Compare la tensión de la red con la nominal del motor que se indica en la placa de características. Seleccione los cables de calibres adecuados a la corriente nominal del motor.
- Proteja el motor atendiendo una de las siguientes alternativas:
  - Con guardamotor tipo 3RV, cuya función es proteger el motor contra sobrecarga y cortocircuito por medio de disparadores de sobre-intensidad regulables que se deben graduar exactamente a la intensidad nominal del motor.
  - Mediante interruptores 3MCCB/VF22/SENTRON 3VL, Contactores 3RT y relés bimetalicos 3RU para obtener protección contra cortocircuito y sobrecarga, permitiendo además control a distancia.
- En lo posible, los cables de alimentación deben llegar a la caja de bornes dentro de tubo flexible de protección, el cual se fijará a ella mediante acople adecuado. Verificar que la caja de bornes quede sometida al menor esfuerzo mecánico posible.

- Conecte el motor de acuerdo con el esquema de conexiones que se encuentra adherido a la tapa de la caja de bornes. Al terminar las conexiones coloque nuevamente la tapa y asegúrese de que quede bien cerrada, para garantizar el grado de protección indicado.
- Verifique el sentido de giro del motor.  
Lo puede cambiar intercambiando dos de las líneas de alimentación.

#### 4. Mantenimiento

##### 4.1. Advertencia de Seguridad

Antes de efectuar cualquier trabajo sobre el motor, asegúrese de que esté desconectado y que no es posible su reconexión.

##### 4.2 Intervalos de mantenimiento

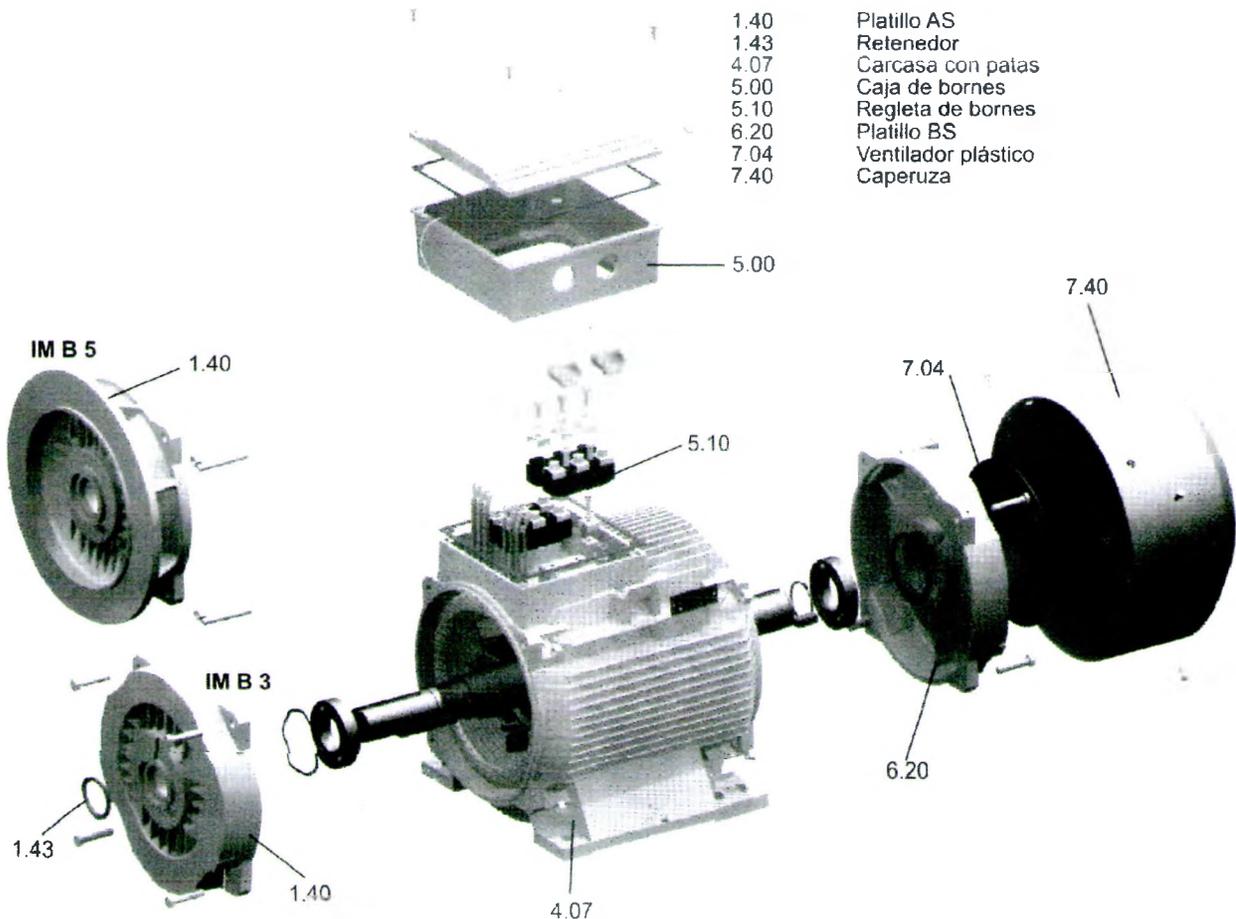
Es necesario efectuar periódicamente inspecciones para verificar que no haya anomalías que puedan conducir a daños mayores.

Como las condiciones de servicio son tan variadas, los periodos de inspección dependen del sitio de instalación, de la frecuencia de maniobras, de la carga, etc.

## Motores Trifásicos 1LA5

#### Descripción:

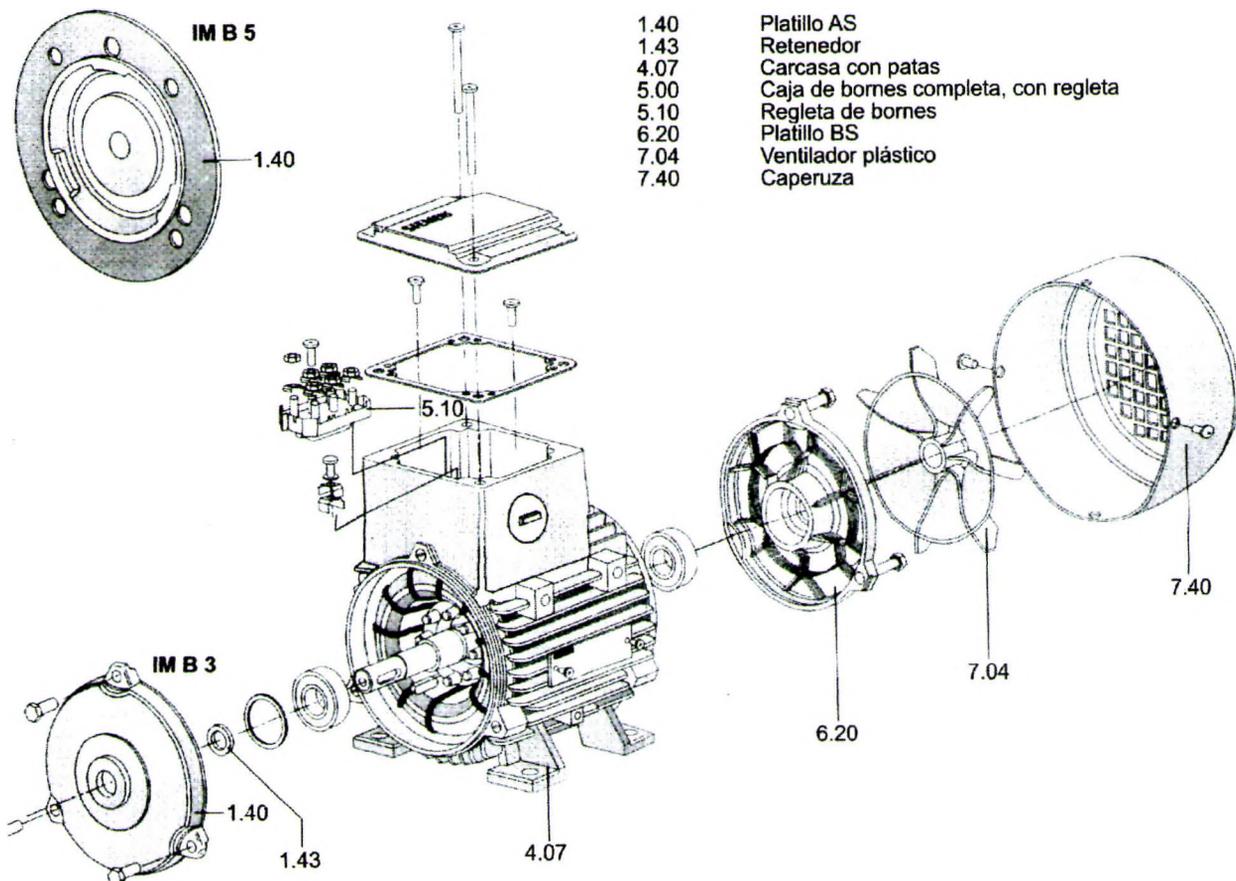
1.40	Platillo AS
1.43	Retenedor
4.07	Carcasa con patas
5.00	Caja de bornes
5.10	Regleta de bornes
6.20	Platillo BS
7.04	Ventilador plástico
7.40	Caperuza



# Motores Trifásicos 1LA7

## Descripción:

- 1.40 Platillo AS
- 1.43 Retenedor
- 4.07 Carcasa con patas
- 5.00 Caja de bornes completa, con regleta
- 5.10 Regleta de bornes
- 6.20 Platillo BS
- 7.04 Ventilador plástico
- 7.40 Caperuza



### 4.3. Lubricación

Los motores tienen rodamientos rígidos de bolas con dos tapas de protección (tipo 2Z) y prelubricados. Los rodamientos tienen juego interno C3 y su designación está dada en la siguiente tabla:

Tipo	Lado AS	Lado BS
1LA7 071	6202-2Z	6202-2Z
1LA7 080	6004-2Z	6004-2Z
1LA7 090	6205-2Z	6004-2Z
1LA7 100	6206-2Z	6205-2Z
1LA7 112	6206-2Z	6205-2Z
1LA7 132	6208-2Z	6208-2Z
1LA7 160	6209-2Z	6209-2Z
1LA5 180	6210-Z	6210-Z
1LA5 200	6212-Z	6212-Z
1LA5 225	6213-Z	6213-Z

Para montar nuevos rodamientos, en caso de ser necesario, debe tenerse en cuenta su tipo y tamaño. Los rodamientos, se pueden montar a presión mediante dispositivos mecánicos o hidráulicos, o mediante calentamiento en seco.

### 4.4. Limpieza

En cada inspección debe limpiarse el polvo que se haya acumulado en la superficie externa del motor. Puede usarse para ello aire seco a presión.

### 4.5. Piezas de repuesto

Al efectuar el pedido de repuestos, por favor indique el tipo de motor y el número de fabricación, información que se encuentra en la carcasa. En la figura anexa se indican las piezas de recambio.

### 4.6. Disposición final

Al terminar la vida útil del motor tenga en cuenta que:

- Las partes constitutivas hechas de hierro, aluminio, cobre, acero o lamina CR (según el tipo de motor), son 100% reciclables (chatarra)
- Las partes constitutivas hechas de plástico, corresponden al tipo PP5 (100% reciclable).
- Las partes constitutivas hechas de caucho sintético pueden enviarse a procesos de vulcanización.

"Trabajemos respetando el medio ambiente."

# Servicio post-venta para motores eléctricos

## Fábrica y sede principal

Bogotá  
Cra. 65 No. 11-50  
☎ 2942440  
☎ 2942254  
☎ 80150

## Sucursales

Barranquilla  
Cra. 51 B No. 76-136, piso 5  
☎ (5) 3589777, ext. 2903  
☎ (5) 3689509  
☎ 31170

## Occidente (Cali)

Cll. 64 Norte  
No. 5B-146, of. 24  
Centroempresa  
☎ (2) 6644400  
☎ (2) 6653056  
☎ 2435 Cali

## Medellín

Diag. 47 No. 15sur-31  
☎ (4) 3253066, ext. 2031  
☎ (4) 3132557  
☎ 3494

## Talleres de servicio autorizado Región Andina

### COLOMBIA

**Barrancabermeja**  
Electrotécnicos Ltda  
Avenida 36 No. 29-06/09  
☎ (577) 6225731  
☎ (577) 6213937  
E-mail: electrotec@cc11.telecom.com.co

MEC LTDA Transv. 29 No. 32 21  
Entrada al B. La Floresta  
☎ (577) 6229486 6214189  
☎ (577) 6213467  
E-mail: mec@col1.telecom.com.co

**Barranquilla**  
Remel Ltda.  
Cra. 45 No. 44 52  
☎ (575) 3790201  
☎ (574) 3794570  
E-mail: remel@metrotel.net.co

**Bogotá**  
Eléctricos Ingeniería y Servicios Ltda  
Calle 35 sur No. 61A-63  
☎ (571) 7103563 5635090 563 5091  
☎ (571) 7103563  
E-mail: eis Ltda@utopia.com

Inter Servicios Eléctricos "ISEL" Ltda  
Cra. 62 No. 36-46 sur  
☎ (571) 2046347  
☎ (571) 2305345  
E-mail: isecola@yahoo.com

J.H.S.  
Cra. 65 No. 8 33  
☎ (571) 2611578  
☎ (571) 2611578

### VENEZUELA

**San Cristóbal**  
Suministros eléctricos El Peruano  
Carrera 7 No. 6 - 80, La Concordia  
☎ (58276) 3460917  
☎ (58276) 3460917

**Maracaibo**  
Servicios Industriales Serwestec  
Calle 146, Esq. Av. 62,  
Parcela 5 Zona Industrial  
☎ (58251) 7360411 - 7360350  
☎ (58261) 7360856  
E-mail: ofaicon@latinnet.com

### PERÚ

**Lima**  
Sot el Ingenieros  
Av. Guillermo Ganscy 349  
☎ (511) 3322121 3325537 3311349  
☎ (511) 3323139  
E-mail: sise2000@hotmail.com

**Monotraf**  
Cra. 17 No. 164-29  
☎ (571) 6718293 - 5270446  
☎ (571) 6718293

**Motorindustrial**  
Av. Cra. 68 No. 10-56  
☎ (571) 2522083 - 2625503  
☎ (571) 2623479

**Servicios Técnicos & Asociados**  
Calle 25 No. 26 - 49  
☎ 2440083 2440084 3691915  
☎ 2692414  
E-mail: serviciostya@utopia.com

**Servicios Tecnoelectroindustriales RBT**  
Diagonal 12B No. 70B-24  
☎ (571) 4110078  
☎ (571) 4110078

**INTELECA LTDA**  
CRA 32A No. 10 99  
☎ (571) 3606070 - 7379313  
☎ (571) 2471549  
E-mail: inteleca@mail.global.net.co

**ALMACENES Y TALLERES LEOPOLDO**  
GUAQUETA & CIA LTDA  
CALLE 22 No. 17-21  
☎ (571) 3427168 - 8342708  
☎ 3414814  
☎ (571) 3426603  
E-mail: leopol@guaqueta@sky.net.co

**Valencia-Edo. Carabobo**  
Dinamotors de Venezuela  
Prolongación Av. Michelieta No. 82A E5  
☎ (580241) 8343245 - 8342708  
☎ 8326813  
☎ (580241) 8329061

**Maturín**  
Taller Varela  
Av. Haul Leóni, Ldf. La palma, Local 1  
☎ (58291) 6413266  
☎ (58291) 6413266

### ECUADOR

**Quito**  
Multitec-servicios  
Panamericana Sur, entrada a Beatano,  
Lote 58, ciudad a Argentina  
☎ (593) 2593039  
☎ (593) 2592936

**Bucaramanga**  
Motores y Motores LC  
Cra. 16 No. 23-62  
☎ 6304194  
☎ 6334986  
E-mail: motoresandm:oreste@epm.net.co

**Cali**  
Bobinados industriales  
Cra. 14 No. 12 43  
☎ (572) 8998888 - 844205  
☎ (572) 8891012

**Ime S.A.**  
Cll. 56 No. 5N-126  
☎ (572) 446994 - 4469980  
☎ (572) 4473815  
E-mail: ime84@univweb.com.co

**Cartagena**  
Cotecmar  
Base Naval Bocagrande  
☎ (575) 6550452 - 8651747  
☎ (575) 6550452  
E-mail: dir-sti@cotecmar.com

**Duitama**  
Industrias Explorer  
Av. de las Americas No. 20-60  
☎ (578) 602050 - 613850 - 613852  
☎ (578) 605621  
E-mail: artexpcol@1.telecom.com.co

**Barquisimeto**  
Taller Electroindustrial Biondi  
Calle 42 No. 30 y 31  
☎ (58251) 4461188  
☎ (58251) 4461188

**Puerto la Cruz**  
Taller Federal  
Av. Municipal No. 248  
☎ (58281) 2691772 - 2697976  
☎ (58281) 2657477

**Ibagué**  
Taller Electroindustrial  
Cll. 17 No. 1-19  
☎ (576) 2636812  
☎ (576) 2614570

**Manizales**  
Tecnoelectrónicas Manizales Ltda  
Cll. 16 No. 22-40  
☎ (576) 847556 - 831980  
☎ (574) 831046

**Medellín**  
H.R. Bobinados Ltda  
Cra. 42 No. 39 Sur-110 Enrigado  
☎ (574) 3316082 - 3316081  
☎ (574) 3315141  
E-mail: hrbobinados@epm.net.co

**Taller de Bobinados**  
Cra. 55 No. 24-31 Puente Santa Fe  
☎ 2354454  
☎ 2656298  
E-mail: morenosol@hotmail.com

**Villavicencio**  
Electrobobinados del Llano  
Cll. 25 No. 33 53  
☎ (5786) 637449 - 635339  
☎ (5786) 637449  
E-mail: electrolano@hotmail.com

**Guarenas**  
Talleres Voltum.co  
Urbanización Industrial El Hecro  
☎ (58212) 3628475  
☎ (58212) 3266405  
E-mail: voltumper@hotmail.com

**Puerto Ordaz**  
Taller Electroindustrial Guayana  
Calle Tunapay Ujare 1  
☎ (58286) 9512651 - 9515075  
☎ (58286) 9514357