

## aSECRETARIA DE ENERGIA

### **NORMA Oficial Mexicana NOM-001-ENER-2000, Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía.- Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ENER-2000, EFICIENCIA ENERGETICA DE BOMBAS VERTICALES TIPO TURBINA CON MOTOR EXTERNO ELECTRICO VERTICAL. LIMITES Y METODO DE PRUEBA.

La Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, con fundamento en los artículos 17 y 33 fracciones VIII y IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 38 fracciones II y III, 40 fracciones I, X y XII, 43, 47 fracción IV y 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1o., 2o., 3o. fracción I y 8o. fracciones I y VIII del Decreto por el que se crea la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, como órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía y 1o. del Acuerdo por el que se delega en favor del Director General de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, las facultades para presidir el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, así como expedir las normas oficiales mexicanas en el ámbito de su competencia, publicados en el **Diario Oficial de la Federación** el 20 de septiembre y 29 de octubre de 1999, respectivamente, y

#### CONSIDERANDO

Que el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 establece, entre sus objetivos fundamentales, la promoción de un crecimiento económico vigoroso, sostenido y sustentable en beneficio de los mexicanos;

Que para impulsar y alcanzar este objetivo fundamental, el Plan Nacional de Desarrollo identificó diversas estrategias prioritarias entre las cuales destacan el uso eficiente de los recursos, la aplicación de políticas sectoriales pertinentes y el despliegue de una política ambiental que haga sustentable el crecimiento económico;

Que para lograr las metas establecidas por estas estrategias será necesario propiciar un aumento sistemático de la eficiencia general de la economía, así como impulsar la actualización tecnológica;

Que las reformas a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 28 de diciembre de 1994, delimitaron las facultades de la Secretaría de Energía, mismas entre las que se encuentra la de expedir normas oficiales mexicanas que promueven la eficiencia del sector energético;

Que el programa de la Secretaría de Energía para el 2000 considera el ahorro y uso eficiente de la energía como una de las prioridades de la política sectorial;

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización señala como una de las finalidades de las normas oficiales mexicanas el establecimiento de criterios y/o especificaciones que promuevan el mejoramiento del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales;

Que el Programa Nacional de Normalización del 2000 publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 31 de marzo de ese mismo año, contempla la expedición de diversas normas oficiales mexicanas cuya finalidad es la preservación y uso racional de los recursos energéticos;

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de proyectos de normas oficiales mexicanas, el Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, ordenó la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-ENER-1999, Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba, lo que se realizó en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de febrero de 2000, con objeto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo que lo propuso;

Que durante el plazo de 60 días naturales, contado a partir de la fecha de publicación de dicho Proyecto de Norma Oficial Mexicana, la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estuvo a disposición del público en general para su consulta; y que dentro del mismo plazo, los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de norma, los cuales fueron analizados por el citado Comité Consultivo, realizándose las modificaciones procedentes;

Que con fecha 4 de julio de 2000, el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, aprobó por unanimidad la Norma referida;

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que las normas oficiales mexicanas se constituyen como el instrumento idóneo para la prosecución de estos objetivos, se expide la siguiente Norma Oficial Mexicana NOM-001-ENER-2000, Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 10 de julio de 2000.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, **Odón de Buen Rodríguez**.- Rúbrica.

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ENER-2000, EFICIENCIA ENERGETICA DE BOMBAS VERTICALES TIPO TURBINA CON MOTOR EXTERNO ELECTRICO VERTICAL. LIMITES Y METODO DE PRUEBA**

Esta Norma Oficial Mexicana cancela y sustituye a la NOM-001-ENER-1995.

**PREFACIO**

La presente Norma fue elaborada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, con la colaboración de los siguientes organismos, instituciones y empresas:

- ASOCIACION NACIONAL DE LAS INDUSTRIAS DEL BOMBEO E INGENIERIA, A.C.
- CAMARA MEXICANA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION
- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
- PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGIA EN EL SECTOR ELECTRICO
- COMISION NACIONAL DEL AGUA
- DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA
- DIRECCION GENERAL DE NORMAS
- FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA
- GRUPO INDUSTRIAL GM, S.A. DE C.V.
- INDUSTRIAL TORREON, S.A DE C. V.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS
- INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA
- MANUFACTURERA FAIRBANKS MORSE, S.A. DE C.V.
- NACIONAL DE BOMBAS Y VALVULAS, S.A. DE C.V.
- PETROLEOS MEXICANOS
- STERLING FLUID SYSTEM MEXICO, S.A. DE C.V.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
- WHORTHINGTON DE MEXICO, S.A. DE C.V.

**INDICE**

0. Introducción
1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
  - 4.1 Bomba
  - 4.2 Bomba vertical tipo turbina con motor externo eléctrico vertical
  - 4.3 Carga
  - 4.4 Carga de velocidad ( $h_v$ )
  - 4.5 Carga total de bombeo (H)
  - 4.6 Condiciones estables
  - 4.7 Corriente eléctrica (I)
  - 4.8 Eficiencia de la bomba ( $\eta_b$ )
  - 4.9 Eficiencia total ( $\eta_T$ )
  - 4.10 Factor de potencia (fp)
  - 4.11 Flujo, capacidad o gasto ( $q_v$ )
  - 4.12 Velocidad de rotación (n)

- 4.13 Nivel de referencia
- 4.14 Nivel dinámico ( $N_D$  o  $Z_d$ )
- 4.15 Potencia de entrada a la bomba ( $P_{eb}$ )
- 4.16 Potencia de entrada al motor ( $P_e$ )
- 4.17 Potencia de salida de la bomba ( $P_s$ )
- 4.18 Tamaño
- 4.19 Tensión eléctrica (V)
- 5. Clasificación
- 6. Especificaciones
  - 6.1 Determinación de la eficiencia
  - 6.2 Valores mínimos de eficiencia para bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical
  - 6.3 Número de pasos
  - 6.4 Materiales de fabricación para el tazón e impulsor
  - 6.5 Velocidad de prueba
- 7. Muestreo
- 8. Método de prueba
  - 8.1 Requerimientos para la prueba
  - 8.2 Condiciones de la prueba
  - 8.3 Métodos de medición
  - 8.4 Verificación de la eficiencia garantizada
  - 8.5 Informe de la prueba
  - 8.6 Cálculos
- 9. Marcado
  - 9.1 Datos característicos de placa
- 10. Vigilancia
- 11. Bibliografía
- 12. Concordancia con normas internacionales
- 13. Transitorios
  - Apéndice A
  - Apéndice B

## 0. Introducción

Esta Norma tiene como finalidad establecer la mínima eficiencia energética de las bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical que se comercialicen en los Estados Unidos Mexicanos a efecto de ahorrar energía para contribuir a la preservación de los recursos energéticos y la ecología de la Nación, además de proteger al consumidor de productos de menor calidad y consumo excesivo de energía.

### 1. Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana fija los valores mínimos de eficiencia energética que deben cumplir las bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical y establece el método de prueba para verificar en laboratorio dicha eficiencia.

### 2. Campo de aplicación

Esta Norma aplica únicamente a bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical, distribuidas y vendidas en los Estados Unidos Mexicanos, para el manejo de agua limpia con las propiedades que se especifican en esta Norma.

### 3. Referencias

La presente Norma Oficial Mexicana se complementa con la siguiente norma vigente o la que la sustituya:

NOM-008-SCFI-1993, Sistema general de unidades de medida.

#### 4. Definiciones

Para efectos de la presente Norma Oficial Mexicana se establecen las siguientes definiciones y unidades:

##### 4.1 Bomba

Máquina hidráulica que convierte la energía mecánica en energía de presión, transferida al agua.

##### 4.2 Bomba vertical tipo turbina con motor externo eléctrico vertical

Diseño específico de una bomba centrífuga que opera con el eje de rotación vertical y parcialmente sumergida en el fluido que maneja, su mayor aplicación es la extracción de agua de pozos profundos para irrigación, abastecimiento municipal y abastecimientos industriales.

##### 4.3 Carga

Es el contenido de energía mecánica que requiere la bomba para mover el agua desde el nivel dinámico hasta el punto final.

##### 4.4 Carga de velocidad ( $h_v$ )

Es la energía cinética por unidad de peso del líquido en movimiento. Es expresada por:

$$h_v = \frac{v^2}{2g}$$

donde:

$h_v$  Carga de velocidad, en m;

$v$  Velocidad del agua dentro de la tubería, en m/s;

$g$  Aceleración de la gravedad ( $g=9,80665 \text{ m/s}^2$ , a nivel del mar).

##### 4.5 Carga total de bombeo (H)

Está dada por la suma algebraica de la presión manométrica medida a la descarga (convertida en metros de columna de agua y corregida con la altura a la línea de centros de la toma de señal de presión), el nivel dinámico, las pérdidas por fricción en la columna y la carga de velocidad. Su expresión matemática es:

$$H = P_{gd} + Z_d + h_{fc} + h_v$$

donde:

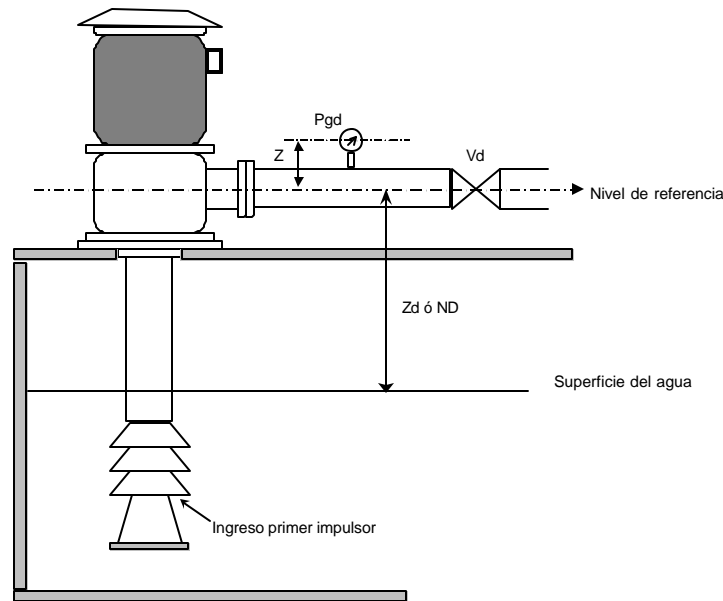
H Carga total de bombeo, en m;

$P_{gd}$  o  $P_m$  Presión en la descarga, en metros de columna de agua (m.c.a.), se mide directamente en el manómetro colocado inmediatamente después del cabezal de descarga (ver figura 1). Normalmente la medición se realiza en  $\text{kg/cm}^2$ , referirse al apéndice para consultar los factores de conversión;

$Z_d$  o  $N_D$  Nivel dinámico en m;

$h_{fc}$  Pérdidas por fricción en la columna en m.c.a. Se determina por medio de las tablas del apéndice B. Para efectos de esta Norma, las pérdidas en el codo de descarga y otros accesorios no se consideran por ser poco significativas;

$h_v$  Carga de velocidad, en m.



**Figura 1.- Medición de la carga total de descarga en una bomba vertical tipo turbina**

#### 4.6 Condiciones estables

Es cuando las señales entregadas por los instrumentos de medición cumplen con las oscilaciones y variaciones permitidas, ver el punto 8.2.4.

#### 4.7 Corriente eléctrica (I)

Su unidad práctica es el amper. Es la intensidad de corriente que pasa a través de un conductor con resistencia R y cuya diferencia de potencial entre sus extremos es V.

#### 4.8 Eficiencia de la bomba ( $\eta_b$ )

Es la proporción de la potencia de salida de la bomba entre la potencia de entrada a la bomba, se expresa en porcentaje.

$$h_b = \frac{\text{Potencia de salida de la bomba}}{\text{Potencia de entrada a la bomba}} = \frac{q_v r g H}{\sqrt{3} V I f_p h_m} \times 100$$

#### 4.9 Eficiencia total ( $h_T$ )

Es la proporción de la potencia de salida de la bomba entre la potencia suministrada a la entrada del motor de la bomba, se expresa en porcentaje.

$$h_T = \frac{\text{Potencia de salida de la bomba}}{\text{Potencia a la entrada del motor}} = \frac{q_v r g H}{\sqrt{3} V I f_p} \times 100$$

#### 4.10 Factor de potencia (fp)

Relación entre la potencia activa y la potencia aparente.

#### 4.11 Flujo, capacidad o gasto ( $q_v$ )

Razón a la cual el volumen de agua cruza la sección transversal del tubo en una unidad de tiempo, se expresa en  $m^3/s$ .

#### 4.12 Velocidad de rotación (n)

Es el número de revoluciones por unidad de tiempo a las que gira el conjunto bomba-motor, expresada en la práctica en rpm (revoluciones por minuto).

#### 4.13 Nivel de referencia

Es el centro geométrico del tubo de descarga o cabezal y es la referencia para todas las mediciones hidráulicas.

#### 4.14 Nivel dinámico ( $N_D$ o $Z_d$ )

Es la distancia vertical desde el nivel de referencia hasta la superficie del agua cuando se encuentra en operación el equipo de bombeo.

**4.15** Potencia de entrada a la bomba ( $P_{eb}$ )

Es la potencia suministrada a la flecha de la bomba y debe expresarse en watt. Dependiendo del método que se utilice se tiene:

- Mediante la medición del par:

$$P_{eb} = \frac{2pt}{60} t$$

donde:

$t$  Par, en Nm

$p$  Constante geométrica 3,141592

- Mediante la utilización de un motor trifásico de características conocidas:

$$P_e = \sqrt{3} VI f p h_m$$

donde:

$V$  Tensión eléctrica, en volt;

$I$  Corriente eléctrica, en amper;

$f p$  Factor de potencia, adimensional;

$h_m$  Eficiencia del motor, adimensional.

**4.16** Potencia de entrada al motor ( $P_e$ )

Es la potencia en watt, que requiere el motor eléctrico acoplado a la bomba. Para motores trifásicos se define como:

$$P_e = \sqrt{3} VI f p$$

donde:

$V$  Tensión eléctrica, en volt;

$I$  Corriente eléctrica, en amper;

$f p$  Factor de potencia, adimensional.

**4.17** Potencia de salida de la bomba ( $P_s$ )

Es la potencia en watt, transferida al agua por la bomba, medida lo más cerca posible del cabezal de descarga. Su expresión matemática es:

$$P_s = q_v \rho g H$$

donde:

$q_v$  Flujo volumétrico, en  $m^3/s$ ;

$\rho$  Densidad del agua bombeada, en  $kg/m^3$ ;

$g$  Aceleración de la gravedad, en  $m/s^2$ ;

$H$  Carga total de bombeo, en m.

**4.18** Tamaño

Es el diámetro nominal del tazón.

**4.19** Tensión eléctrica (V)

Diferencia de potencial medida entre dos puntos de un circuito, expresada en volt.

**5. Clasificación**

Para efectos de aplicación de esta Norma, las bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical, se clasifican de acuerdo a su tamaño y gasto como se especifica en la tabla 1.

**6. Especificaciones****6.1** Determinación de la eficiencia

Para la determinación de la eficiencia óptima de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical, se precisa como prueba única la que se aplica según el método incluido en esta Norma.

## 6.2 Valores mínimos de eficiencia para bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical

Toda bomba de este tipo, comercializada a partir de la fecha de entrada en vigor de esta Norma debe cumplir con los valores de eficiencia indicados en la tabla 1.

### 6.3 Número de pasos

Cuando una bomba se pruebe con un número de pasos menor a lo especificado en la tabla 1, los valores mínimos de eficiencia en el punto óptimo especificada en dicha tabla, deben reducirse de acuerdo a las deducciones indicadas por el fabricante en sus curvas de operación de sus catálogos.

### 6.4 Materiales de fabricación para el tazón e impulsor.

Las eficiencias se establecen considerando los materiales más comunes usados en la fabricación de estas bombas, hierro fundido en el cuerpo del tazón y bronce en el impulsor.

### 6.5 Velocidad de prueba

La velocidad de prueba debe ser 1770 rpm.

**TABLA 1.- Valores mínimos de eficiencia en el punto óptimo, en función del gasto y número de pasos.**

Tamaño	Intervalo de gasto (l/s)		Eficiencia mínima %	No. de pasos
4	1,0	3,0	64,0	8
5	3,66	11,55	71,0	5
6	2,9	24,97	70,0	7
7	4,7	34,65	70,0	6
8	10,0	68,0	73,0	7
9	17,0	69,3	77,0	5
10	20,4	66,6	77,0	7
11	39,7	75,0	80,0	5
12	32,0	150,0	80,0	5
13	85,8	141,6	80,0	5
14	61,1	250,0	80,0	5
15	101,0	209,0	81,0	7
16	139,4	256,8	81,0	5
18	222,6	353,9	81,0	5
20	321,8	818,9	81,0	5
24	533,6	902,2	81,0	5

## 7. Muestreo

De acuerdo con el artículo 73 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría de Energía, a través de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, establece el procedimiento para la evaluación de la conformidad correspondiente.

### 8. Método de prueba

#### 8.1 Requerimientos para la prueba

##### 8.1.1 Aplicación del método de prueba

Aplica para pruebas de aceptación de bombas de cualquier tamaño especificado en la tabla 1 de esta Norma, con agua limpia y a temperatura ambiente.

##### 8.1.2 Lugar de la prueba

Las pruebas de aceptación deben realizarse en cualquier laboratorio acreditado ante las entidades de acreditación autorizadas para tales efectos.

##### 8.1.3 Fluido para la prueba

Para efectuar esta prueba se debe utilizar agua limpia y a la temperatura ambiente.

##### 8.1.4 Personal

Personal acreditado ante las entidades de acreditación autorizadas para tales efectos.

**8.1.5 Puntos a probar**

Los parámetros garantizados por el fabricante son la parte esencial de la prueba, así como la determinación de los límites de operación del equipo.

**8.1.6 Equipos de medición**

Todo el equipo de medición debe ser cubierto por informes que muestren la vigencia y los datos de calibración del mismo, cumpliendo con las normas concernientes actuales.

**8.1.7 Informes de la prueba**

La evaluación de los resultados de la prueba se deben hacer inmediatamente, incluyendo gráficas de la curva de operación, antes de que la instalación sea desmantelada con la finalidad de poder repetir alguna medición.

**8.2 Condiciones de la prueba****8.2.1 Puntos a verificar antes y durante la prueba**

- a) Alineación entre motor y bomba;
- b) Que los instrumentos de medición cumplan con el punto 8.1.6;
- c) Que las condiciones de operación sean estables de acuerdo con las oscilaciones y variaciones de las lecturas permitidas en el punto 8.2.4.

**8.2.2 Parámetros garantizados**

Los parámetros garantizados por el fabricante para este método de prueba son: La eficiencia de la bomba para la carga y el flujo especificados en el punto óptimo de operación de la misma.

**8.2.3 Ejecución de la prueba**

El tiempo de duración de la prueba debe ser suficiente para obtener resultados consistentes, considerando el grado de exactitud para ser llevada a cabo.

Para verificar el punto óptimo, se deben registrar al menos tres puntos de medición, cercanos y agrupados uniformemente alrededor de dicho punto, y para determinar el funcionamiento de la bomba deben considerarse 5 puntos, 3 a la izquierda del punto óptimo, correspondientes a las capacidades de 0% (capacidad cero), 50% y 75%; el punto óptimo (100%) y uno a la derecha de éste al 125% de la curva de operación suministrada por el fabricante.

**8.2.4 Oscilaciones permisibles en el indicador de los instrumentos de medición**

Variable medida	Máxima oscilación permisible**
Flujo, carga, par, potencia	± 3%
Velocidad de rotación	± 1%

**Nota:** Cuando se use un dispositivo de presión diferencial para medir flujo, la máxima oscilación permisible puede ser ± 6%.

\*\* El valor nominal a medir debe quedar dentro del tercio medio de la escala de medición.

**8.2.5 Número de lecturas a tomar durante la prueba**

Se deben de registrar tres lecturas de cada medición, previamente es necesario verificar que se cumpla con los límites de oscilación y las variaciones permitidas en las lecturas.

Los límites de variación entre mediciones repetidas son:

Número de lecturas	Máxima diferencia permisible entre la lectura mayor y menor de cada variable (%)	
	Flujo, carga, par, potencia	Velocidad de rotación
3	0,8	1,0
5	1,6	1,0
7	2,2	1,0
9	2,8	1,0

**8.2.6 Corrección de la velocidad de rotación**



Cuando la prueba se realice a velocidad de rotación diferente a la nominal especificada por el fabricante, deben hacerse las correcciones de flujo, carga y potencia obtenidas durante la prueba, de acuerdo a las siguientes ecuaciones que expresan las leyes de afinidad:

$$q_0 = q_1 \left( \frac{n_0}{n_1} \right)$$

$$H_0 = H_1 \left( \frac{n_0}{n_1} \right)^2$$

$$P_0 = P_1 \left( \frac{n_0}{n_1} \right)^3$$

donde:

PARAMETROS NOMINALES

$q_0$  Capacidad;

$H_0$  Carga total;

$P_0$  Potencia requerida por la bomba;

$n_0$  Velocidad de rotación;

PARAMETROS LEIDOS DURANTE LA PRUEBA

$q_1$  Capacidad;

$H_1$  Carga total;

$P_1$  Potencia requerida por la bomba;

$n_1$  Velocidad de rotación.

Lo anterior aplica si la desviación en porcentaje de la velocidad de rotación con respecto a la velocidad nominal especificada por el fabricante no excede de  $\pm 20\%$ .

### 8.2.7 Exactitud en las mediciones

Los límites máximos de error total con respecto al valor proporcionado por el fabricante son:

Variable	Límite permisible (%)
Flujo	$\pm 2,0$
Carga, potencia	$\pm 1,5$
Velocidad de rotación	1,0

### 8.3 Métodos de medición

La determinación del flujo, la carga, la potencia y la velocidad de rotación son necesarias para la elaboración de la curva de operación de la bomba, misma que debe servir para verificar los parámetros garantizados por el fabricante. En los siguientes párrafos se mencionan algunos de los métodos utilizados en la medición de estas variables.

#### 8.3.1 Medición de flujo

Esta medición puede realizarse mediante cualquier método que cumpla lo especificado en los puntos 8.2.4, 8.2.5 y 8.2.7, a continuación se indican algunos de ellos.

##### 8.3.1.1 Valores promedio en un intervalo de tiempo

Método de pitometría y el método del tanque volumétrico.

##### 8.3.1.2 Valores instantáneos

Placas de orificio calibrado, tubos Venturi, toberas, rotámetros y medidores de flujo externos magnéticos.

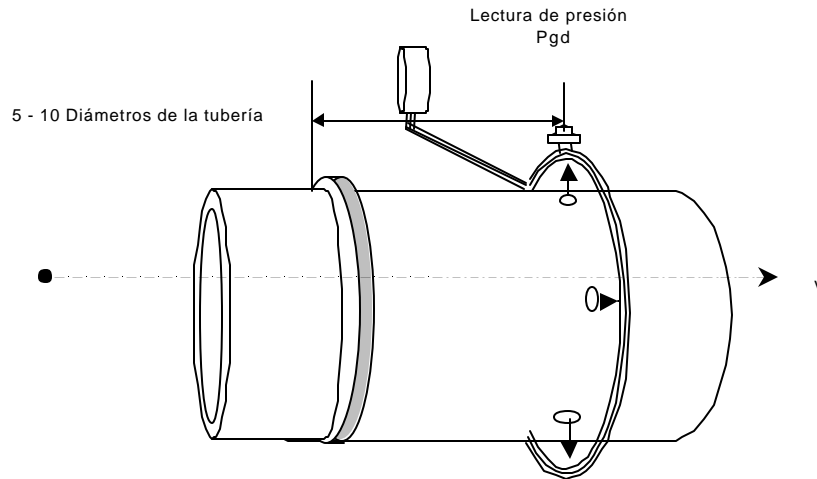
#### 8.3.2 Medición de la carga

##### 8.3.2.1 Carga total de bombeo (H), ver inciso 4.5.

Para medir la presión de descarga se coloca un manómetro en la línea de descarga de la bomba, instalando cuatro tomas para la medición de presión, éstas deben ser distribuidas a  $90^\circ$  alrededor de la circunferencia de la línea, como se muestra en la figura 2.

Las tomas de presión deben ser colocadas de 5 a 10 diámetros de la tubería, aguas abajo del codo de descarga, para tener un flujo estable. El diámetro de las tomas debe ser de 3,18 a 6,35 mm (1/8 - 1/4 in), y de una profundidad igual a dos veces dicho diámetro.

Las tomas de presión deben ser conectadas a través de válvulas a un cabezal, de tal forma que la presión de cualquier toma pueda ser medida si se requiere. Antes de tomar lecturas, cada toma es sucesivamente abierta, esto a las condiciones normales de prueba de la bomba. Si una de las lecturas muestra una diferencia mayor de 0,5% con respecto a la media aritmética de las cuatro mediciones, las condiciones de medición deben ser rectificadas antes de empezar la propia prueba.



Los esquemas solo muestran los principales detalles técnicos

**Figura 2.- Instalación de las tomas de presión**

### 8.3.2.2 Instrumentos para medir la presión

#### 8.3.2.2.1 Manómetro de columna líquida

- No requiere calibración;
- Se debe evitar el uso de columnas líquidas diferenciales menores que 50 mm de altura;
- El líquido en el manómetro debe permanecer limpio para evitar errores por la variación de la tensión superficial.

#### 8.3.2.2.2 Manómetro de Bourdon

Deben usarse manómetros calibrados en la medición de la presión de descarga de la bomba, por tanto, la calibración de estos aparatos de medición debe ser verificada para cada prueba, con balanza de pesos muertos o con calibradores de presión.

#### 8.3.2.2.3 Otros tipos de manómetros

Otros tipos de manómetros pueden ser utilizados, siempre que cumplan con las especificaciones necesarias para ser utilizados en la prueba, ver 8.2.4.

### 8.3.3 Medición de la velocidad de rotación

La velocidad de rotación debe ser medida mediante alguno de los siguientes instrumentos: por un tacómetro de indicación directa, por un contador de revoluciones en un intervalo de tiempo, por un dínamo, por un contador óptico y un frecuencímetro o por medio de una medición directa (estroboscopia).

### 8.3.4 Medición de la potencia de entrada a la bomba

La potencia de entrada a la bomba debe ser determinada mediante la velocidad de rotación y el par, o mediante la medición de la potencia demandada por un motor eléctrico de eficiencia conocida, el cual estará directamente acoplado a la bomba.

#### 8.3.4.1 Medición del par

El par debe ser medido por un torquímetro, capaz de cumplir con los requerimientos del punto 8.2.4.

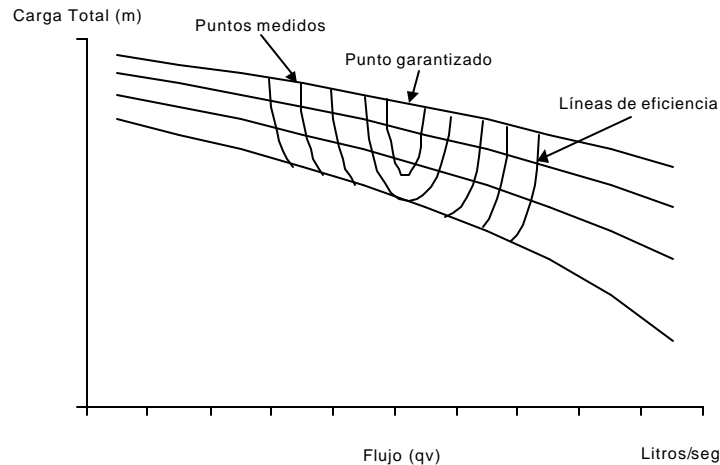
#### 8.3.4.2 Medición de la potencia eléctrica

La potencia eléctrica debe ser medida en forma directa mediante wattmetros, o en forma indirecta mediante voltmetros, amperímetros y factorímetros.

#### 8.4 Verificación de la eficiencia garantizada

La eficiencia garantizada debe concordar con el punto de operación definido por el punto de intersección de la curva flujo-carga y la línea recta que va desde el origen y pasa a través del punto de operación garantizado ( $q_v$ ,  $H$ ). La eficiencia en este punto debe ser como mínimo la especificada, ver figura 3.

$$h_b = \frac{\text{Potencia de salida de la bomba}}{\text{Potencia de entrada a la bomba}} \cdot 100$$



**Figura 3.- Curva esquemática de capacidad vs carga total para la verificación de la eficiencia garantizada**

#### 8.5 Informe de la prueba

Los resultados de la prueba deben resumirse en un informe, el cual debe ser firmado por el responsable de la prueba de acuerdo a los lineamientos de las entidades de acreditación autorizadas para tales efectos:

Una copia del informe debe ser proporcionada a las partes integrantes del contrato, como una condición esencial para cumplir con el mismo.

El informe de la prueba debe contener la siguiente información:

- Lugar y fecha de la prueba;
- Nombre del fabricante, tipo y características de la bomba, número de serie y año de construcción;
- Variables garantizadas y condiciones de operación durante la prueba;
- Especificaciones del motor de la bomba;
- Descripción del procedimiento de pruebas y los aparatos de medición usados incluyendo los datos de calibración;
- Las lecturas realizadas;
- La evaluación y análisis de los resultados de la prueba;
- Construcción de la curva característica de la bomba, de acuerdo a los datos obtenidos durante la prueba;
- Observaciones.

#### 8.6 Cálculos

Todos los cálculos involucrados en el desarrollo de las pruebas están indicados en el formato B.

La tolerancia máxima permisible combinada (función de los instrumentos de medición empleados durante la prueba), no debe exceder de  $\pm 2,8\%$  del valor determinado.





ISO 3555 Class B. Centrifugal, mixed flow and axial pumps-Code for acceptance tests-class B, International Organization for Standardization, Switzerland, 1977.

ASTM E-380 1991. Standard practice for use of the international system of units (SI) (The modernized metric system).

DOE/CS-0147, Classification and Evaluation of Electric Motors and Pumps, U.S. Department of Energy, February 1980.

Hydraulic Institute Standards for centrifugal, rotary & reciprocating pumps published by Hydraulic Institute, Cleveland Ohio, 13th ed. 1975.

Guía para evaluación de la eficiencia en equipos electromecánicos en operación para pozo profundo, Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial, Comisión Nacional del Agua. Agosto 1993, segunda edición, México.

### 12. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma coincide parcialmente con el método de prueba de la norma ISO 3555, Centrifugal, mixed flow and axial pumps-Code for acceptance tests-Class B.

### 13. Transitorios

1. Esta Norma Oficial Mexicana cancela y sustituye a la NOM-001-ENER-1995, Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo. Límites y método de prueba, que fue publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de diciembre de 1995.
2. La presente Norma entrará en vigor 120 días naturales después de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación** y a partir de esa fecha todas las bombas verticales comprendidas en el Campo de Aplicación de esta Norma Oficial Mexicana, deben ser certificadas con base a la misma.

México, D.F., a 10 de julio de 2000.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, **Odón de Buen Rodríguez**. - Rúbrica.

#### APENDICE A Factores de conversión

Para convertir	A	Multiplicar por
l/s	m <sup>3</sup> /s	0,001
g.p.m.	l/s	0,06309
kg/cm <sup>2</sup>	m.c.a.	10
kg/cm <sup>2</sup>	Pa	9,806 x 10 <sup>4</sup>
m.c.a.	Pa	9,806 x 10 <sup>3</sup>
Hp	KW	0,7457

**APENDICE B**

Pérdidas por fricción en la columna

Pérdidas de carga por fricción en la columna de bombas tipo turbina con motor externo eléctrico vertical.

En metros por cada 100 metros o en pie por cada 100 pies. Para gastos de 3,15 a 47,31 l/s (50 a 750 gpm).

Diámetro de columna		4"		6"				8"				10"	
Diámetro de flecha (pulgada)		1	1 1/4	1	1 ¼	1 1/2	1 15/16	1	1 1/4	1 1/2	1 15/16	2 3/16	2 11/16
gpm	l/s												
50	3,15	0,90	1,60										
60	3,78	1,20	2,20										
70	4,42	1,50	2,90										
80	5,05	1,90	3,60										
90	5,68	2,40	4,40										
100	6,31	2,80	5,30										
125	7,89	4,20	7,70				0,90						
150	9,46	5,70	10,50			0,90	1,30						
175	11,04	7,50	13,50			1,10	1,70						
200	12,62	9,50			1,00	1,40	2,20						
225	14,19	11,50		0,90	1,20	1,70	2,70						
250	15,77	14,00		1,10	1,40	2,00	3,30						
275	17,35			1,30	1,70	2,40	3,90						
300	18,92			1,50	2,00	2,80	4,50						
325	20,50			1,70	2,30	3,20	5,20						
350	22,08			2,00	2,60	3,60	6,00						
375	23,66			2,20	2,90	4,10	6,70				0,90	1,30	
400	25,23			2,50	3,30	4,60	7,50				1,00	1,50	
450	28,39			3,10	4,10	5,70	9,30			0,90	1,20	1,80	
500	31,54			3,70	4,90	6,90	11,50		0,90	1,10	1,50	2,20	
550	34,69			4,40	5,80	8,10			1,10	1,30	1,80	2,60	
600	37,85			5,20	6,80	9,50		1,00	1,30	1,50	2,10	3,00	
650	41,00			6,00	7,80	11,00		1,20	1,50	1,80	2,40	3,50	
700	44,16			6,80	9,00			1,40	1,70	2,00	2,80	4,10	1,00
750	47,31			7,70	10,10			1,70	1,90	2,30	3,20	4,60	1,10

Pérdidas de carga por fricción en la columna de bombas tipo turbina con motor externo eléctrico vertical.  
En metro por cada 100 m o en pie por cada 100 pies. Para gastos de 50,46 a 315,40 l/s (800 a 5000 gpm).

Columna		6"		8"				10"					12"					
Flecha (pulgada)		1	1	1 1/4	1 1/2 1 11/16	1 15/16	2 3/16 2 7/16	1	1 1/4	1 1/2 1 11/16	1 15/16	2 3/16 2 7/16	2 11/16	1 1 1/4	1 1/2 1 11/16	1 15/16	2 3/16 2 7/16	2 11/16
jpm	l/s																	
800	50,46	8,60	2,00	2,20	2,60	3,60	5,20					0,90	1,30					
900	56,77	10,70	2,50	2,70	3,20	4,50	6,40				1,00	1,20	1,60					
1000	63,08		3,00	3,20	3,90	5,40	7,80			1,00	1,20	1,40	1,90					
1100	69,39		3,50	3,80	4,60	6,40	9,40		1,00	1,20	1,40	1,70	2,20					
1200	75,70		4,20	4,50	5,40	7,50		1,10	1,20	1,40	1,60	2,00	2,60					
1300	82,00		4,80	5,20	6,20	8,80		1,20	1,40	1,60	1,90	2,30	3,00					
1400	88,31		5,50	6,00	7,20	10,00		1,40	1,60	1,80	2,20	2,70	3,50					
1500	94,62		6,20	6,80				1,60	1,80	2,00	2,50	3,00	3,90		0,90	1,10	1,10	1,10
1600	100,93		6,90	7,60				1,80	2,00	2,30	2,80	3,40	4,50		0,90	1,00	1,20	1,20
1800	113,54		8,60	9,40				2,20	2,50	2,80	3,40	4,30	5,50	1,00	1,10	1,30	1,50	1,50
2000	126,16		10,50	11,40				2,70	3,00	3,50	4,20	5,20	6,70	1,20	1,40	1,60	1,80	2,10
2200	138,78							3,20	3,60	4,10	5,00	6,10	7,90	1,40	1,60	1,90	2,10	2,40
2400	151,39							3,70	4,20	4,80	5,80	7,20	9,30	1,70	1,90	2,20	2,50	3,00
2600	164,01							4,30	4,90	5,60	6,80	8,20		1,90	2,20	2,50	2,90	3,30
2800	176,62							5,00	5,60	6,40	7,80	9,40		2,20	2,50	2,90	3,30	4,00
3000	189,24							5,60	6,40	7,20	8,90			2,50	2,90	3,30	3,80	4,50
3200	201,86							6,30	7,10	8,20	10,00			2,80	3,20	3,70	4,30	5,00
3400	214,47							7,00	8,00	9,10				3,10	3,60	4,10	4,80	5,50
3600	227,09							7,80	8,90					3,50	4,00	4,60	5,40	6,20
3800	239,70							8,70	9,80					3,90	4,40	5,10	5,90	7,00
4000	252,32							9,60						4,20	4,80	5,60	6,50	7,80
4250	268,09													4,80	5,30	6,30	7,20	8,80
4500	283,86													5,30	6,00	7,00	8,00	9,80
4750	299,63													5,80	6,60	7,80	8,80	
5000	315,40													6,40	7,30	8,50	9,70	