

Fuente : Diario Oficial de la Federación

NOM-010-ENER-1996

NORMA OFICIAL MEXICANA, EFICIENCIA ENERGETICA DE BOMBAS SUMERGIBLES. LIMITES Y METODO DE PRUEBA.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.

ODON DE BUEN RODRIGUEZ, Secretario Técnico de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) de la Secretaría de Energía, con fundamento en los artículos 33 fracción IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 38 fracciones II y III, 40 fracciones X y XII y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 29 fracción III del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, y

CONSIDERANDO

Que el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 ha propuesto, 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 como antecedente de la presente Norma se encuentra el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-010-ENER-1996, Eficiencia energética de bombas sumergibles. Límites y método de prueba, publicado para comentarios en el **Diario Oficial de la Federación** el 12 de julio de 1996.

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 nueva Secretaría de Energía, mismas entre las que se encuentra la de expedir normas oficiales mexicanas que promuevan la eficiencia del sector energético.

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 1996 publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de abril de este mismo año, contempla la expedición de diversas normas oficiales mexicanas cuya finalidad es la preservación y uso racional de los recursos energéticos.

Que el programa de la Secretaría de Energía para 1996 considera el ahorro y uso eficiente de la energía como una de las prioridades de la política sectorial.

Que el Reglamento Interior de la Secretaría de Energía publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 1 de junio de 1995, adscribió el ejercicio de la facultad de aprobar y emitir las normas oficiales mexicanas de eficiencia energética a la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, por sí o en conjunto con otras dependencias, por lo tanto se expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-010-ENER-1996, EFICIENCIA ENERGETICA DE BOMBAS SUMERGIBLES. LIMITES Y METODO DE PRUEBA.

Para estos efectos, esta Norma Oficial Mexicana entrará en vigor diez meses después de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 17 de diciembre de 1996.- El Secretario Técnico de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, **Odón de Buen Rodríguez**.- Rúbrica.

PREFACIO

La presente Norma fue elaborada por el Instituto de Investigaciones Eléctricas, bajo la coordinación de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía y con la colaboración de los siguientes organismos y empresas:

- . COMISION NACIONAL DEL AGUA
- . COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
- . PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGIA DEL SECTOR ELECTRICO
- . FIDEICOMISO DE APOYO AL PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGIA DEL SECTOR ELECTRICO
- . INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS
- . PETROLEOS MEXICANOS
- . DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA DEL DISTRITO FEDERAL

- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION
- ASOCIACION NACIONAL DE LAS INDUSTRIAS DEL BOMBEO E INGENIERIA, A.C.
- BOMBAS ALEMANAS, S.A. DE C.V.
- BOMBAS PEERLESS DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- BOMBAS GOULDS, S.A. DE C.V.
- INDUSTRIAS MEDINA, S.A. DE C.V.
- KSB MEXICANA, S.A. DE C.V.
- NACIONAL DE BOMBAS Y VALVULAS S.A. DE C.V.

Esta Norma Oficial Mexicana tiene como objetivo fijar los valores mínimos de eficiencia energética que deben cumplir los conjuntos motor-bomba sumergibles para poder ser comercializados en la República Mexicana. La finalidad es evitar el dispendio de energía que sería causado por el uso de equipos de menor eficiencia. De esta manera se coadyuva a preservar los recursos energéticos de la Nación, se reducen las causas de contaminación del medio ambiente y se protege la economía de los usuarios al no pagar por un consumo de energía eléctrica excesivo e improductivo.

NOM-010-ENER-1996 EFICIENCIA ENERGETICA DE BOMBAS SUMERGIBLES Límites y método de prueba

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. CAMPO DE APLICACION
3. REFERENCIAS
4. DEFINICIONES
 - 4.1 Bomba
 - 4.2 Bomba sumergible
 - 4.3 Carga
 - 4.4 Carga a la descarga
 - 4.5 Carga de velocidad
 - 4.6 Carga total de bombeo
 - 4.7 Condiciones estables
 - 4.8 Corriente eléctrica
 - 4.9 Eficiencia del conjunto motor-bomba
 - 4.10 Factor de potencia
 - 4.11 Flujo, capacidad o gasto
 - 4.12 Frecuencia de rotación
 - 4.13 Nivel de referencia
 - 4.14 Nivel dinámico
 - 4.15 Potencia de entrada al motor
 - 4.16 Potencia de salida de la bomba
 - 4.17 Tensión eléctrica
5. CLASIFICACION
6. ESPECIFICACIONES
 - 6.1 Determinación de la eficiencia
 - 6.2 Valores mínimos de eficiencia para el conjunto motor-bomba sumergible
7. MUESTREO
8. METODO DE PRUEBA
 - 8.1 Requerimientos para la prueba
 - 8.1.1 Aplicación del método de prueba
 - 8.1.2 Lugar de la prueba
 - 8.1.3 Fluido para la prueba
 - 8.1.4 Personal
 - 8.1.5 Puntos a probar
 - 8.1.6 Equipos de medición
 - 8.1.7 Reportes de la prueba
 - 8.2 Condiciones de la prueba
 - 8.2.1 Puntos a verificar antes y durante la prueba
 - 8.2.2 Parámetros garantizados

- 8.2.3 Ejecución de la prueba
- 8.2.4 Oscilaciones permisibles en el indicador de los instrumentos de medición
- 8.2.5 Número de lecturas a tomar durante la prueba
- 8.2.6 Corrección de la frecuencia de rotación
- 8.2.7 Exactitud en las mediciones
- 8.3 Métodos de medición
 - 8.3.1 Medición de flujo
 - 8.3.1.1 Valores promedios en un intervalo de tiempo
 - 8.3.1.2 Valores instantáneos
 - 8.3.2 Medición de la carga
 - 8.3.2.1 Carga total de bombeo
 - 8.3.2.2 Instrumentos para medir la presión
 - 8.3.2.2.1 Manómetro de columna líquida
 - 8.3.2.2.2 Manómetro de Bourdon
 - 8.3.2.2.3 Otros tipos de manómetros
 - 8.3.3 Medición de la frecuencia de rotación
 - 8.3.4 Medición de la potencia eléctrica
- 8.4 Verificación de la eficiencia garantizada
- 8.5 Reporte de la prueba
- 8.6 Cálculos
- 9. INFORMACION
 - 9.1 Datos característicos de placa
- 10. VIGILANCIA
- 11. SANCIONES
- 12. BIBLIOGRAFIA
- 13. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

APENDICE Factores de Conversión

1. Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana fija los valores mínimos de eficiencia energética que debe cumplir el conjunto motor-bomba sumergible y establece el método de prueba para verificar en laboratorio dicha eficiencia.

2. Campo de aplicación

Esta Norma aplica únicamente a los conjuntos motor-bomba sumergible, distribuidos y vendidos en la República Mexicana, para el manejo de agua limpia con las propiedades que se especifican en esta Norma.

3. Referencias

Para la aplicación de esta Norma es necesario consultar las siguientes normas oficiales mexicanas vigentes:

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

NOM-012-SCFI Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos. Medidores para agua potable fría. Especificaciones.

NOM-013-SCFI Instrumentos de medición. Manómetros con elemento elástico. Especificaciones.

4. Definiciones

Para propósito de esta Norma las siguientes definiciones y unidades son aplicables:

4.1 Bomba

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

4.2 Bomba sumergible

Máquina hidráulica que convierte la energía mecánica en energía de presión transferida al agua, construida especialmente para trabajar acoplada directamente a un motor eléctrico sumergible.

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 a la descarga (*hd*)

Esta 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), la carga de velocidad y las pérdidas por fricción, en m. Es expresada por:

$$h_d = P_{gd} + h_{fc} + h_v$$

donde:

h_d Carga a la descarga, en m;

P_{gd} Presión en la descarga, en metros de columna de agua;

h_{fc} Pérdidas por fricción en la columna, en metros de columna de agua;

h_v Carga de velocidad, en m.

4.5 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 ($g = 9,806\ 65\ \text{m/s}^2$, a nivel del mar).

4.6 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, se mide directamente en el manómetro colocado inmediatamente después del cabezal de descarga (ver figura 1). Normalmente la medición se realiza en kg/cm^2 , referirse al apéndice para consultar los factores de conversión;

Z_d o ND Nivel dinámico, en m;

h_{fc} Pérdidas por fricción en la columna en metros de columna de agua. Se determina por medio de tablas proporcionadas por el fabricante o manuales de hidráulica. 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.

4.7 Condiciones estables

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

4.8 Corriente eléctrica (I)

Su unidad práctica es el ampere. 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 .

4.9 Eficiencia del conjunto motor-bomba (h_t)

Es la proporción de la potencia de salida de la bomba entre la potencia de entrada al motor, se expresa en porcentaje

$$h_t = \frac{q_v r g H}{\sqrt{3} V I fp} 100$$

donde:

h_t Eficiencia del conjunto motor-bomba;

q_v Flujo, en m^3/s ;

r Densidad del agua bombeada, en kg/m^3 ;

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

H Carga total de bombeo, en m;

V Tensión eléctrica, en V;

I Corriente eléctrica, en A;

fp Factor de potencia, adimensional.

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 m³/s.

4.12 Frecuencia de rotación (*n*)

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

4.13 Nivel de referencia

Es el plano inferior de la placa base de la bomba en el brocal del pozo y es la referencia para todas las mediciones hidráulicas.

4.14 Nivel dinámico (*ND* o *Zd*)

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 al motor (*Pe*)

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

$$P_e = \sqrt{3} V I_{fp}$$

donde:

V Tensión eléctrica, en V;

I Corriente eléctrica, en A;

fp Factor de potencia, adimensional.

4.16 Potencia de salida de la bomba (*Ps*)

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

$$P_s = q_v r g H$$

donde:

qv Flujo, en m³/s;

r Densidad del agua bombeada, en kg/m³;

g Aceleración de la gravedad, en m/s² ;

H Carga total de bombeo, en m.

4.17 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 sumergibles se agrupan de acuerdo a la capacidad expresada en l/s (litros/segundo), quedando los grupos definidos como se muestra en la tabla 1; los motores que deben acoplarse se agrupan de acuerdo a la potencia nominal expresada en kilowatts kW (hp), como se indica en la tabla 2.

6. Especificaciones

6.1 Determinación de la eficiencia

Para la determinación de la eficiencia óptima del conjunto motor-bomba sumergible, se precisa como prueba única la que se aplica según el método incluido en esta Norma.

6.2 Valores mínimos de eficiencia para el conjunto motor-bomba sumergible

Todo conjunto motor-bomba de este tipo, comercializado a partir de la fecha de entrada en vigor de esta Norma debe cumplir con los valores de eficiencia que se obtengan como producto de la multiplicación de la eficiencia de la bomba por la eficiencia del motor que tenga acoplado, estos valores están indicados en las tablas 1 y 2.

TABLA 1.- Valores de referencia para la eficiencia de la bomba sumergible

Capacidad de la bomba l/s	Eficiencia %
Hasta 2,0	48
Mayor que 2,0 hasta 5,0	61
Mayor que 5,0 hasta 15,0	71
Mayor que 15,0 hasta 25,0	72
Mayor que 25,0 hasta 30,0	74
Mayor que 30,0 hasta 60,0	77
Mayor que 60,0	78

TABLA 2.- Valores de referencia para la eficiencia del motor sumergible

Motor kW	Motor hp	Eficiencia %
Hasta 1,5	Hasta 2,0	68
Mayor que 1,5 hasta 2,2	Mayor que 2,0 hasta 3,0	72
Mayor que 2,2 hasta 3,7	Mayor que 3,0 hasta 5,0	73
Mayor que 3,7 hasta 5,6	Mayor que 5,0 hasta 7,5	75
Mayor que 5,6 hasta 7,5	Mayor que 7,5 hasta 10,0	77
Mayor que 7,5 hasta 11,2	Mayor que 10,0 hasta 15,0	79
Mayor que 11,2 hasta 14,9	Mayor que 15,0 hasta 20,0	80
Mayor que 14,9 hasta 22,4	Mayor que 20,0 hasta 30,0	81
Mayor que 22,4 hasta 29,8	Mayor que 30,0 hasta 40,0	83
Mayor que 29,8 hasta 44,7	Mayor que 40,0 hasta 60,0	86
Mayores que 44,7	Mayores que 60,0	87

7. Muestreo

Estará sujeto a lo dispuesto en los procedimientos particulares establecidos por el Organismo Nacional de Certificación acreditado conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

8. Método de prueba

8.1 Requerimientos para la prueba

8.1.1 Aplicación del método de prueba

Aplica para pruebas de bombas sumergibles de pozo profundo de flujo radial y semiaxial, accionadas por motor sumergible de cualquier tamaño especificado en esta Norma, operadas con agua limpia y fría, u otros líquidos que se comporten como ésta y cumplan con las propiedades especificadas en el punto 8.1.3.

8.1.2 Lugar de la prueba

Las pruebas de aceptación deben realizarse en cualquier laboratorio acreditado por el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Prueba (SINALP), de la SECOFI.

8.1.3 Fluido para la prueba

Para efectuar esta prueba se debe utilizar agua limpia con las siguientes propiedades:

- Temperatura máxima: 30°C
- Viscosidad cinemática máxima: 1,75 x 10⁻⁶ m²/s
- Densidad máxima: 1050 kg/m³
- Contenido máximo de sólidos libres: 2,5 kg/m³
- Contenido máximo de sólidos disueltos: 50 kg/m³

El contenido total de gas disuelto y libre en el agua no debe exceder el volumen de saturación correspondiente a la presión y temperatura existentes en el tanque.

8.1.4 Personal

El personal responsable de las pruebas debe estar acreditado por el SINALP.

8.1.5 Puntos a probar

Los parámetros garantizados por el fabricante serán 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 contar con un certificado vigente de calibración del Sistema Nacional de Calibración (SNC), cuando el equipo lo requiera.

8.1.7 Reportes 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 desensamblada 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) Que los instrumentos de medición cumplan con el punto 8.1.6.
- b) 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 del conjunto motor bomba para la carga y el flujo especificados en el punto óptimo de operación de la bomba, que debe ser igual o mayor que el valor del producto que se obtenga de multiplicar los valores correspondientes a la capacidad de la bomba en la tabla 1 y la potencia del motor en la tabla 2 del inciso 6.2.

8.2.3 Ejecución de la prueba

El tiempo de duración de la prueba debe ser suficiente para obtener resultados consistentes, habiendo considerado el grado de exactitud para ser llevada al 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 sobre el intervalo de operación indicado, la bomba debe ser operada desde capacidad cero hasta la máxima capacidad mostrada en la curva de operación suministrada por el fabricante, tomando como mínimo seis puntos de medición, considerando tres puntos arriba y tres abajo del punto garantizado.

8.2.4 Oscilaciones permisibles en el indicador de los instrumentos de medición

Variable medida	Máxima oscilación permisible **
Flujo, Carga, Potencia	± 3%
Frecuencia de rotación	± 1%

Nota: Cuando se use un dispositivo de presión diferencial para medir flujo, la máxima oscilación permisible debe 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 un mínimo de 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:

Núm. de lecturas	Máxima diferencia permisible entre la lectura mayor y menor de cada variable (%)	
	Flujo, Carga, Potencia	Frecuencia de rotación
3	0,8	0,25
5	1,6	0,5
7	2,2	0,7
9	2,8	0,9

8.2.6 Corrección de la frecuencia de rotación

Cuando la prueba se realice a frecuencia 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 ecuaciones siguientes 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

- $q0$ Capacidad;
- $H0$ Carga total;
- $P0$ Potencia demandada por la bomba;
- $n0$ Frecuencia de rotación;

PARAMETROS LEIDOS DURANTE LA PRUEBA

- $q1$ Capacidad;
- $H1$ Carga total;
- $P1$ Potencia demandada por la bomba;
- $n1$ Frecuencia de rotación.

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

8.2.7 Exactitud en las mediciones

Se deben seleccionar los instrumentos de medición para que cumplan con lo especificado en el inciso 8.6.

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

Variable	Límite permisible (%)
Flujo	$\pm 2,0$
Carga, Potencia	$\pm 1,5$
Frecuencia de rotación	$\pm 0,5$
Eficiencia total (*)	$\pm 2,5$
Eficiencia de la bomba	$\pm 2,8$

(*) Eficiencia calculada a partir del flujo, carga y potencia eléctrica.

8.3 Métodos de medición

La determinación del flujo, la carga, la potencia y la frecuencia 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 la figura 1 se muestra una instalación típica para pruebas de bombas sumergibles en laboratorio.

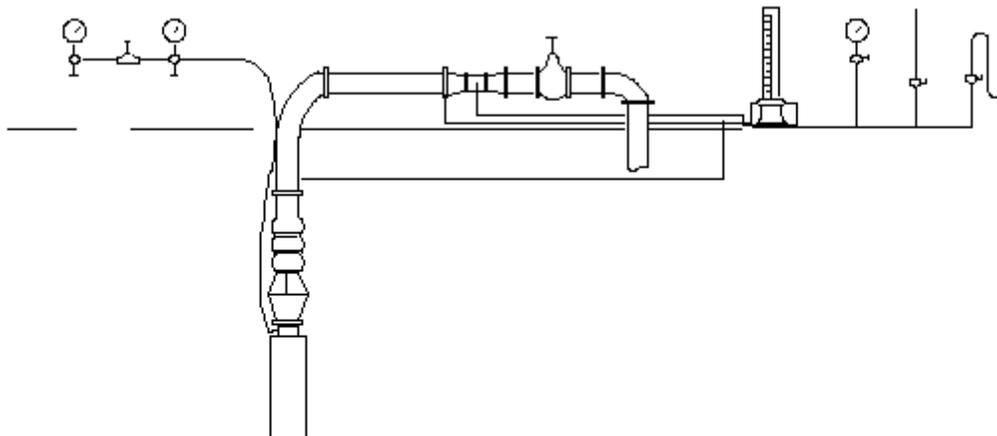


FIGURA 1.- Instalación típica para prueba de bombas sumergibles.

En los siguientes párrafos se mencionan algunos de los métodos utilizados en la medición de las variables antes mencionadas.

8.3.1 Medición de flujo

Esta medición podrá 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 4.6

Este tipo de manómetros puede ser usado en la medición de la presión de descarga de la bomba.

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 frecuencia de rotación

La frecuencia 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 (estroboscopio).

8.3.4 Medición de la potencia eléctrica

La potencia eléctrica debe ser medida en forma directa mediante wáttmetros, o en forma indirecta mediante: vóltmetros, ampérmetros, 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 (qv, H). La eficiencia en este punto debe ser como mínimo 0,972 de la especificada.

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

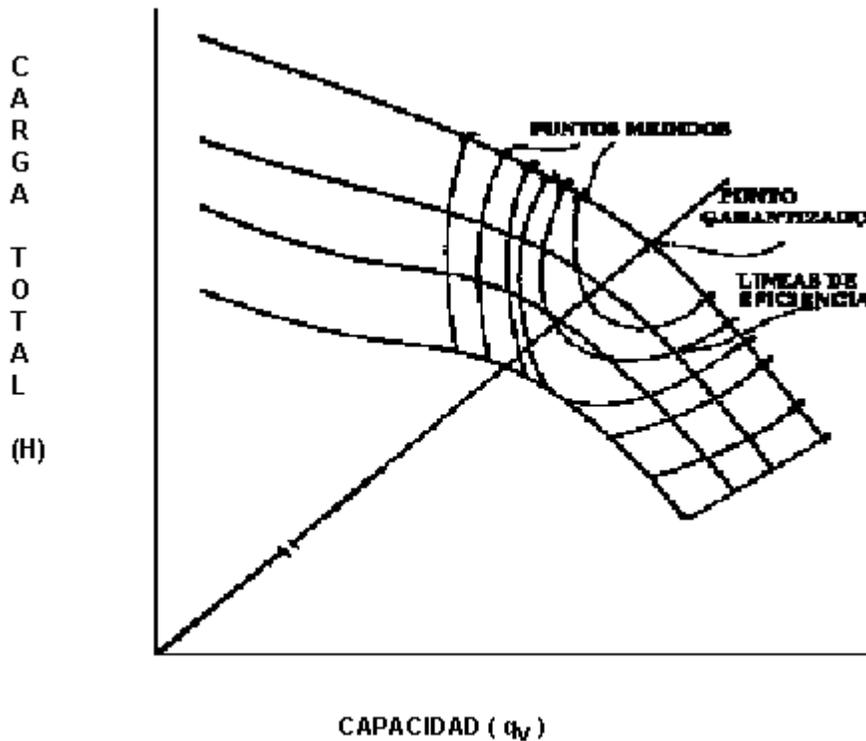


FIGURA 3.- Curva esquemática de capacidad vs. carga total para la verificación de la eficiencia garantizada.

8.5 Reporte de la prueba

Los resultados de la prueba deben resumirse en un reporte, el cual debe ser firmado por el responsable de la prueba de acuerdo a los lineamientos del SINALP.

El reporte de la prueba debe contener la siguiente información:

1. Lugar y fecha de la prueba;
2. Nombre del fabricante, tipo y características de la bomba, número de serie y año de construcción;
3. Variables garantizadas y condiciones de operación durante la prueba;

4. Especificaciones del motor de la bomba;
5. Descripción del procedimiento de pruebas y los aparatos de medición usados, incluyendo los datos de calibración;
6. Las lecturas realizadas;
7. La evaluación y análisis de los resultados de la prueba;
8. Construcción de la curva característica de la bomba, de acuerdo a los datos obtenidos durante la prueba;
9. Conclusiones.

8.6 Cálculos

Todos los cálculos involucrados en el desarrollo de las pruebas están indicados en los formatos A y 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.

El cálculo de la tolerancia se determina como se indica en el formato C.

FORMATO A. REPORTE DE PRUEBAS

PARAMETROS GARANTIZADOS DE LA BOMBA	MARCA:	MODELO:		
	No. PASOS:	FLUJO (m ³ /s):		
	CARGA TOTAL (m):	EFICIENCIA (%):		
DATOS DE PLACA DEL MOTOR	MARCA:	EFICIENCIA (%):	POTENCIA (kW):	
	TENSION (V):	CORRIENTE (A):	FRECUENCIA DE ROTACION (r/min):	
DIAMETRO INTERNO DE LA TUBERIA DE DESCARGA (Di)(m):				
INSTRUMENTOS DE MEDICION	TIPO	TIPO	CERTIFICADO DE CALIBRACION	
			Exactitud (%)	Expedido por
FLUJO				
PRESION DE DESCARGA				
NIVEL DINAMICO				
POTENCIA ELECTRICA (MEDICION DIRECTA)				
POTENCIA ELECTRICA (MEDICION INDIRECTA)	Vóltmetro			
	Ampérmetro			
	Factorímetro			
DURACION DE LA PRUEBA	FECHA:	HORA DE INICIO:		
	RESPONSABLE:	HORA DE FINALIZACION:		

FORMATO B. REPORTE DE PRUEBAS

#	SIMBOL O	DESCRIPCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Zd	NIVEL DINAMICO (m)									
2	x	DISTANCIA DESDE EL NIVEL DE REFERENCIA A LA LINEA DE CENTROS DEL MANOMETRO (m)									
3	PL	LECTURA DEL MANOMETRO A LA DESCARGA (m)									
4	Pgd	PRESION A LA DESCARGA = [(2) + (3)] (m)									
5	A	AREA DEL TUBO A LA DESCARGA (m ²) = [p × Di ² /4]									
6	qv	FLUJO (m ³ /s)									
7	hv	CARGA DE VELOCIDAD (m) = [(6)/(5)] ² / 19,613 3]									
8	hfc	PERDIDAS DE FRICCION EN LA COLUMNA (m)									
9	hd	CARGA A LA DESCARGA (m) = [(4) + (7) + (8)]									
10	H	CARGA TOTAL = [(1) + (9)] (m)									
11	IA IB IC I	CORRIENTE LINEA A CORRIENTE LINEA B CORRIENTE LINEA C CORRIENTE PROMEDIO (A) = [(IA + IB + IC) / 3]									
12	VAB VBC VAC V	TENSION FASE AB TENSION FASE BC TENSION FASE AC TENSION PROMEDIO (V) = [(VAB + VBC + VAC) / 3]									
13	fpA fpB fpC fp	FACTOR DE POTENCIA LINEA A FACTOR DE POTENCIA LINEA B FACTOR DE POTENCIA LINEA C FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO (%) = [(fpA + fpB + fpC) / 3]									
14	Pe	POTENCIA DE ENTRADA AL MOTOR (kW) = 1,732•(11) × (12) •(13) x 10 ⁻³									
15	Ps	POTENCIA DE SALIDA DE LA BOMBA (kW) = [(6) • (10) • 9,806 65 x 10 ⁻³]									
16	ηb	EFICIENCIA DEL CONJUNTO MOTOR-BOMBA (%) = [(15) / (14) • 100]									
CORRECCIONES POR FRECUENCIA DE ROTACION		FLUJO (m ³ /s)									
		CARGA TOTAL (m)									
		POTENCIA (kW)									

FORMATO C. EXACTITUD ESPERADA DE LA PRUEBA

Ver 8.6

Medición	Instrumento	Exactitud %	Exactitud al cuadrado
Carga a la descarga (hd)			-----
Nivel dinámico (Zd)			-----
Flujo (A22)			
Potencia (A32)			

	Resultado	Promedio ponderado al cuadrado (A12)
Promedio ponderado de la exactitud de la carga (*) A1		
Suma de la exactitud elevada al cuadrado A4 = (A12+A22+A32)		-----
Exactitud combinada, Ac = û A4		-----

(*) El promedio de la exactitud de la carga es ponderado de acuerdo a la porción de la carga a la descarga y la carga a la succión para la carga total:

$$\text{Promedio ponderado de la exactitud de la carga} = (\text{exactitud } Z_d) Z_d / H + (\text{exactitud } h_d) h_d / H$$

donde:

Z_d Nivel dinámico o carga a la succión, en m;

h_d Carga a la descarga, en m;

H Carga total de bombeo, en m.

Observaciones durante la prueba.

9. Información

9.1 Datos característicos de placa

Los siguientes datos son los mínimos que debe llevar la placa de características de cualquier bomba sumergible, expuestos en forma indeleble y en un lugar visible.

- Marca registrada y/o símbolo del fabricante;
- Modelo;
- Potencia en kW (hp);
- Tensión nominal en V;
- Capacidad garantizada en m³/s (l/s);
- Carga garantizada en Pa (metros de columna de agua);
- Eficiencia en el punto garantizado en por ciento (2 dígitos enteros y 1 decimal);
- Frecuencia de rotación en s⁻¹ (r/min);
- Tipo de impulsor, número de pasos, diámetro de flecha;
- Contraseña oficial, de acuerdo con la NOM-106-SCFI vigente.
- La leyenda o símbolo de "Hecho en México" o, en su caso, país de origen.

10. Vigilancia

La Secretaría de Energía es la autoridad competente para vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

11. Sanciones

El incumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana es sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, su Reglamento y demás disposiciones legales aplicables.

12. Bibliografía

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

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

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

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

13. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma coincide básicamente con la norma ISO 3555 "Centrifugal, mixed flow and axial pumps - Code for acceptance tests - Class B"

México, D.F., a 17 de diciembre de 1996.- El Secretario Técnico de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, Odón de Buen Rodríguez.- Rúbrica.

APENDICE Factores de Conversión

Para Convertir	a	Multiplicar por
l/s	m ³ /s	1,0 x 10 ⁻³
galones/min	l/s	6,309 x 10 ⁻²
kg/cm ²	metros de columna de agua	10
kg/cm ²	Pa	9,806 x 10 ⁴
mca	Pa	9,806 x 10 ³
hp	kW	7,457 x 10 ⁻¹