

1201

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
A R A G O N

ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ
LUIS MIGUEL ORTIZ CERVANTES

FALLA DE ORIGEN

E
N
E
P
A
R
A
G
O
N

UNAM

MEXICO, D. F.

1990



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

E. N. E. P. ARAGONZU, N. A. M.

INDICE GENERAL

	NO. PAGINA
TEMA_I	
ANTECEDENTES	1
TEMA_II	
INTRODUCCION	5
TEMA_III	
OBJETIVO	
ALCANCE DE LABORATORIO	11
TEMA_IV	
DIAGRAMA DE FLUJO	13
TEMA_V	
DESCRIPCION DE LAS BOMBAS	
BOMBA HORIZONTAL	15
BOMBA VERTICAL	19
TEMA_VI	
INSTRUMENTACION	
A) MEDIDORES DE GASTO O CAUDAL	22
B) MEDIDORES DE PRESION O CARGA	32
C) MEDICION DE POTENCIA	48
D) POTENCIA HIDRAULICA	49
E) EFICIENCIA	50
F) MEDICION DE LA VELOCIDAD ANGULAR	51
G) AJUSTE O CORRECCION DE VELOCIDAD	52

TEMA VII

ACCIONADORES DE LAS BOMBAS	
BOMBA HORIZONTAL	57
BOMBA VERTICAL	60

TEMA VIII

TUBERIAS Y TOMA DE MEDICIONES	77
-------------------------------	----

TEMA IX

VALVULAS Y SUS ESPECIFICACIONES	
VALVULAS DE COMPUERTA	91
VALVULAS DE GLOBO	92
VALVULAS DE RETENCION	93

TEMA X

PRUEBAS DE EQUIPO Y BOMBEO	
1) ARRANQUE, PARO Y FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS INSTALADAS EN EL LABORATORIO.	116
2) FUNCIONAMIENTO	118
3) NOTAS DURANTE EL FUNCIONAMIENTO	119
4) LOCALIZACION DE FALLAS	120
5) REQUISITOS PARA LAS PRUEBAS	126
6) CONDICION DE LA PRUEBAS	127
7) PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO DEL EQUIPO E INSTRUMENTOS	129
8) REGISTRO DE DATOS	132

TEMA XI

COSTOS	137
CONCLUSIONES	138
BIBLIOGRAFIA	140

TEMA I

ANIECEDENIES

En los siglos transcurridos desde que el hombre empezó a utilizar un dispositivo para bombear o elevar agua, se han realizado pruebas para bombas de una u otra clase.

El hombre, ansioso por facilitar su trabajo, ha mejorado constantemente el dispositivo de bombeo. Cada mejora se aceptó sólo después de probarla para comprobar su valía; conforme se ha perfeccionado el equipo de bombeo, lo mismo ha ocurrido con la técnica de las pruebas de las bombas, tanto en el taller como en el laboratorio o en el campo.

Para las bombas muy grandes, se utilizan pruebas con modelos a escala a fin de lograr el máximo perfeccionamiento con el prototipo.

En el caso de los compradores de cualquier bomba, sin que importe su tamaño o clasificación, se deba realizar alguna prueba antes de la aceptación final por el cliente. De lo contrario, el usuario no tiene forma de saber que se ha cubierto este requisito.

Las pruebas de las bombas y los métodos para éstas, dependerán de la intención final de las mismas. Estas por lo general, tienen uno de dos propósitos u objetivos:

1. Mejoras en el proyecto o en el funcionamiento real, lo cual permite evaluar cualquier efecto sobre el comportamiento, con un cambio en el proyecto.
2. Determinar si se han satisfecho los requisitos contractuales, lo cual hace posible la comparación del comportamiento especificado y el real.

En la mayoría de los casos, el fabricante suministra un informe de prueba, y certifica las características de la bomba suministrada. Incluso el comprador puede hacer una comprobación resumida de vez en cuando para tener un registro del comportamiento o para obtener una indicación de la

necesidad de reemplazo o reacondicionamiento. Si es posible, la bomba se debe probar en el sitio de instalación y las pruebas se deben repetir con cierto período de tiempo para dar una indicación del funcionamiento de la bomba.

Se han hecho estudios de rendimientos logrados en las bombas destinadas a la agricultura en alguna región, que han dado una medida de rendimiento del 25%; siendo así que en dichas bombas podría esperarse un rendimiento del 75%. Esto significa que se pagaba allí en recibos eléctricos tres veces más que lo que hubiera pagado si las bombas hubieran estado bien seleccionadas e instaladas.

Si la bomba está bien escogida estará funcionando normalmente en las condiciones llamadas nominales a saber, Q_n , H_n , N , es decir operará la bomba en el punto de funcionamiento para el cual el rendimiento total (η_{tot}) es máximo

Para seleccionar la bomba más adecuada, lo podemos hacer por medio de un banco de pruebas o laboratorio de pruebas.

Las pruebas de las bombas se clasifican como sigue:

1. Pruebas en fábrica o laboratorios, que en ocasiones suelen llamarse "Prueba para aceptación". Se efectúan en la fábrica en condiciones geométricamente similares, ideales y controladas, y se supone que son los métodos más exactos para las pruebas.
2. Las pruebas en el campo o sitio se efectúan con la unidad de bombeo instalada en su lugar final y en condiciones de funcionamiento reales y de límite de comportamiento. La exactitud y la confiabilidad de las pruebas en el campo dependen de la instrumentación utilizada, la instalación y de la realización de etapas del proyecto de la instalación. Por convenio mutuo, las pruebas de campo se pueden utilizar como pruebas para aceptación.
3. Las pruebas de referencia o indire se deben efectuar con los mismos procedimientos, instrumentos y personal cuando sea posible, y se debe llevar un registro detallado de los resultados, a fin de tener un historial lo más completo y comparable.

4. Las pruebas con modelos sirven para proyectar y construir el prototipo y suelen ser muy exactas. Vienen a complementar las pruebas de campo del prototipo para el cual se hizo el modelo. La función de la prueba con modelo se debe establecer, de preferencia, en la especificación anera a la propuesta de cotización. Las pruebas con modelos se pueden usar cuando se trata de unidades muy grandes, cuando se puede requerir el comportamiento comparativo de diversos modelos para su evaluación y cuando se necesita una idea anticipada de lo que será el prototipo.

TEMA II

INTRODUCCION

Dado que en la gran mayoría de las ocasiones las pruebas se realizan con agua, es necesario empezar por un recipiente o cárcamo que la contenga y en donde se pueda recircularla sin problemas. Existen recomendaciones prácticas que pueden seguirse y obtener buenos resultados, por ejemplo: el volumen total del agua disponible, debe ser como mínimo trescientas veces el gasto por segundo, así por cada 100 lts/seg se necesitan 30 m³ como mínimo. Como el proyecto se destina a la prueba de bombas tanto horizontales como verticales de poco profundo, esto ya implica la necesidad de disponer un lugar en el cárcamo que tenga cierta profundidad; por otra parte, la forma del cárcamo en planta es rectangular, bastante alargado por condiciones que imponen las tuberías.

De los procedimientos para medición del gasto, los volumétricos no pueden aplicarse para mayores caudales de 5 lts/seg., por no resultar prácticos. Es conveniente la instalación de un venturímetro o cualquier variedad de orificio calibrado. En cualquier caso es necesario pensar en la instalación de tuberías a nivel con codos para succión y descarga, válvula reguladora de presión y gasto, etc. que deberán ajustarse a ciertas recomendaciones como las que mencionamos a continuación, para lograr mediciones precisas:

- El codo de aspiración deberá ser de radio largo. El tramo horizontal que termina en la brida de succión de la bomba deberá tener una longitud equivalente a cinco diámetros, y aproximadamente un diámetro antes de terminar, deberá estar la conexión para el instrumento medidor de presión. Lógicamente esta tubería no será de menor diámetro que el nominal de la descarga de la bomba.

- Por lo que respecta a la tubería de descarga, deberá tener una distancia no menor de cinco diámetros de la brida al punto de inserción del instrumento medidor de presión, y cuando menos diez diámetros antes del instrumento de medir caudal.

Con esta serie de consideraciones es posible redondear el anteproyecto.

Se colocará un tanque elevado receptor del caudal proveniente de la descarga de las bombas, y la función principal de este tanque será estabilizar las líneas de corriente para luego recircularlas al Cárcamo.

UNIDADES_Y_MAGNITUDES

CONCEPTO	I.S.O.	S.INGLES	S.MEI.
Caudal o gasto	m ³ /seg	G.P.M.	lt/seg
Carga total de bombeo	m	pie	m
Potencia de entrada	W	BHP	cp
Potencia hidráulica	W	BHP	cp
Eficiencia (en porciento)	S i n u n i d a d e s		
Velocidad angular	rad/seg	rpm	rpm
Altura neta positiva de succión (NPSH)	m	pie	m

MAGNITUDES

Una bomba es un mecanismo ideado y construido para desplazar un líquido contra la oposición de una fuerza resistente; estas dos magnitudes son las que en principio determinan la curva característica de una bomba cuando son llevadas en unidades convenientes a un sistema de unidades cartesianas, y así es costumbre que la abscisa de un punto de la curva característica nos represente la "cantidad" de líquido desplazado contra "Carga de oposición" que está representada por la ordenada del mismo punto.

En la función desempeñada por cualquier bomba se representan fenómenos colaterales, que también es conveniente estudiar por el hecho de consumir energía, y por tanto, intervienen y modifican un tercer concepto denominado "eficiencia" que desde luego otorga calificación de calidad a un equipo determinado. Estos fenómenos son principalmente fricción y turbulencia hidráulicas, y fricción mecánica.

La eficiencia es un concepto abstracto derivado de un cociente cuyo numerador lo constituye la potencia desarrollada por la bomba al ceder energía al líquido, y el denominador es la potencia que es necesaria aplicar a la bomba para lograr su funcionamiento.

Esta nueva magnitud que tambien, debe ser medida, puede representarse tambien gráficamente en los mismos ejes de coordenadas siendo las abscisas el mismo caudal del líquido y las ordenadas la potencia.

Finalmente hay una característica que aunque muy importante, no se mide frecuentemente por requerir de un equipo más sofisticado, ésta es la "carga neta positiva" que una bomba requiere en la succión y que igualmente varía con el caudal del líquido que debe ser desplazado por el impulsor.

TEMA III

OBJETIVO

ALCANCE DEL LABORATORIO

OBJETIVO: Los laboratorios de experimentación son indispensables para la investigación, desarrollo y pruebas de bombas.

Gracias a los laboratorios se hacen mejoras en el proyecto o en el funcionamiento real, lo cual permite evaluar cualquier efecto sobre el comportamiento con un cambio en el proyecto.

También se puede determinar si se han cubierto los requisitos contractuales, lo cual hace posible la comparación del comportamiento especificado y el real.

Fundamentalmente, el objetivo de un laboratorio de bombas centrífugas consiste en ensayar una bomba para obtener la información necesaria que permita construir la curva característica y de allí poder juzgar su comportamiento, y en base a ello hacer la selección mas adecuada para su aplicación. Es frecuente también la necesidad de llevar a cabo el ensayo para demostrar el cumplimiento de ciertas condiciones estipuladas en un contrato de compra-venta.

Pero el objetivo de nuestro laboratorio es meramente académico y éste es, presentar a la Universidad y a los alumnos de la E.N.E.P. Aragón un grupo de procedimientos y reglas para efectuar, calcular e informar los resultados de las pruebas de las dos unidades de bombeo de nuestro laboratorio, y así obtener las curvas características de cada una de las bombas que integran el laboratorio.

TEMA IV

DIAGRAMA DE FLUJO

DESCRIPCION DE SIMBOLOGIA



Indicadores de presión.



Indicadores de nivel.



Válvula de compuerta normalmente abierta.



Válvula de compuerta normalmente cerrada.



Válvula de globo para control del fluido.



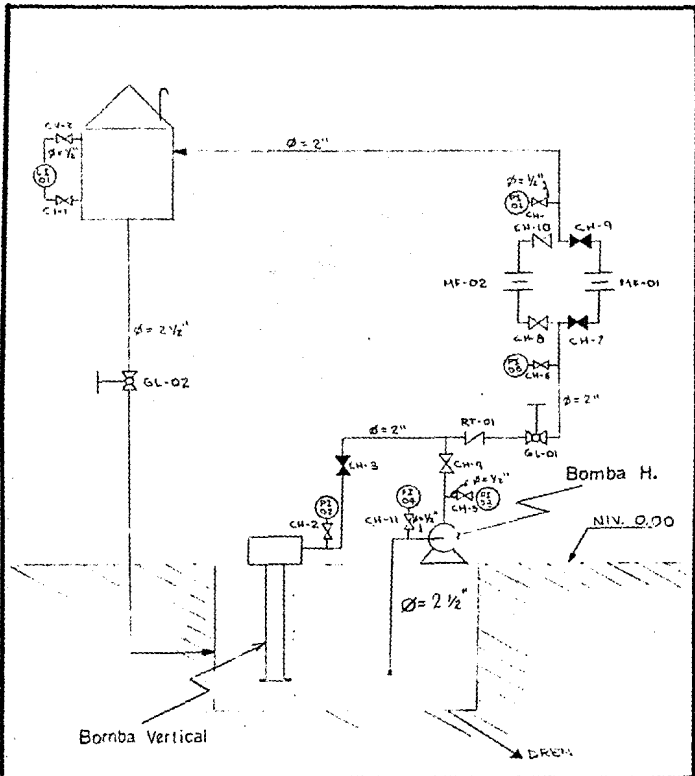
Medidor de flujo tipo Venturi o Placa de orificio.



Válvula de retención.



Reducción de 2" x 1/2" Ø.



E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

DIAGRAMA DE FLUJO DEL BANCO DE PRUEBAS DE
 BOMBAS CENTRIFUGAS.

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° IV-1

LISTA DE VALVULAS E INSTRUMENTOS

TAGS	DESCRIPCION	SERVICIO	CONEXION	OBSERVACIONES
CV-01	Valvula de Cierpuerta	Corte a PI-01	1/2 NPT	
CV-02	Valvula de Cierpuerta	Corte a PI-02	1/2 NPT	
CV-03	Valvula de Cierpuerta	Descarga bomba vert.	2 NPT	
CV-04	Valvula de Cierpuerta	Descarga bomba horiz.	2 NPT	
CV-05	Valvula de Cierpuerta	Corte a PI-03	1/2 NPT	
CV-06	Valvula de Cierpuerta	Corte a PI-04	1/2 NPT	
CV-07	Valvula de Cierpuerta	Corte a MF-01	2 NPT	
CV-08	Valvula de Cierpuerta	Corte a MF-02	2 NPT	
CV-09	Valvula de Cierpuerta	Corte a MF-01	2 NPT	
CV-10	Valvula de Cierpuerta	Corte a MF-02	2 NPT	
CV-11	Valvula de Cierpuerta	Corte a PI-04	2 NPT	
CV-02	Valvula de Cierpuerta	Corte a LI-01	1/2 NPT	Incluidas en el LI
CV-02	Valvula de Cierpuerta	Corte a LI-01	1/2 NPT	Incluidas en el LI
RT-01	Valvula de Retencion	Descarga bombas	2 NPT	Tipo 1 columna
GL-01	Valvula de Globo	Control de flujo	2 NPT	
GL-02	Valvula de Globo	Desc. tanque estabilizador	1 1/2 NPT	
PI-01	Manometro	Estr. tanque estabilizador	1/2 NPT	Turbo de Bourdon
PI-02	Manometro	Descarga bomba vertical	1/2 NPT	Turbo de Bourdon
PI-03	Manometro	Descarga bomba horizontal	1/2 NPT	Turbo de Bourdon
PI-04	Manometro	Descarga bomba horizontal	1/2 NPT	Turbo de Bourdon
PI-05	Manometro	Perdidas en valvulas	1/2 NPT	Turbo de Bourdon
LI-01	Columna de nivel	Nivel del tanque elevado	1/2 NPT	
MF-01	Medidor de flujo	Lin. Eric. de flujo	2 NPT	Tipo Venturi
MF-01	Medidor de flujo	Lin. Eric. de flujo	2 NPT	Tipo: Placa de orificios

TEMA V

DESCRIPCION DE LAS BOMBAS

BOMBA HORIZONTAL

Para nuestro laboratorio de pruebas se instalará una bomba SULZER horizontal MB32 de 2 pasos. (FIG. V.1) cuyas curvas de comportamiento se indican en la FIG. V.2

Las bombas de la serie de construcción MB son bombas centrífugas horizontales de varios pasos (para nuestro laboratorio instalaremos una bomba de 2 pasos), que se emplean en alineación a calderas en plantas para aplicación tipo booster.

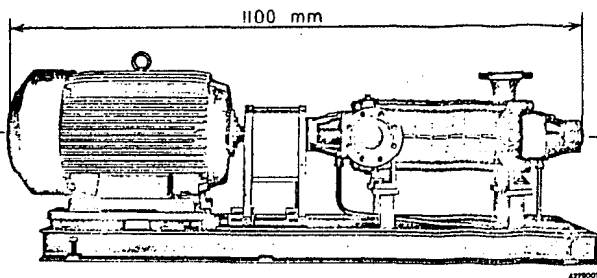
Las bombas son adecuadas para transportar líquidos limpios dentro de una gama de temperatura de 20°C a 130°C y con una presión de servicio hasta de 90 BAR. Nuestra bomba tendrá una presión de servicio hasta 32 m.c.a.

Las distintas piezas de la carcaza están selladas con O-rings y se mantienen unidas con barras de tiro colocadas exteriormente. Las chumaceras están lubricadas con aceite o grasa.

Los impulsores son de tipo cerrado, provistos con anillos de desgaste respecto a las piezas de la carcaza. Las ruedas directrices dirigen el fluido a transportar al siguiente paso.

El sellado del eje está colocado en cajas de estopero y según las exigencias de servicio, se emplean empaquetaduras o sellos mecánicos. Para los empleos normales, las cajas de estopero no tienen enfriamiento.

Como elemento de unión con el accionamiento se emplean coples flexibles. Los coples están diseñados de tal modo que pueden absorber las fuerzas que actúan sobre la flecha en dirección axial, radial y angular.



4279007

Motor Electrico de 5HP

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

BOMBA SULZER HORIZONTAL
 MB32 DE 2 PASOS

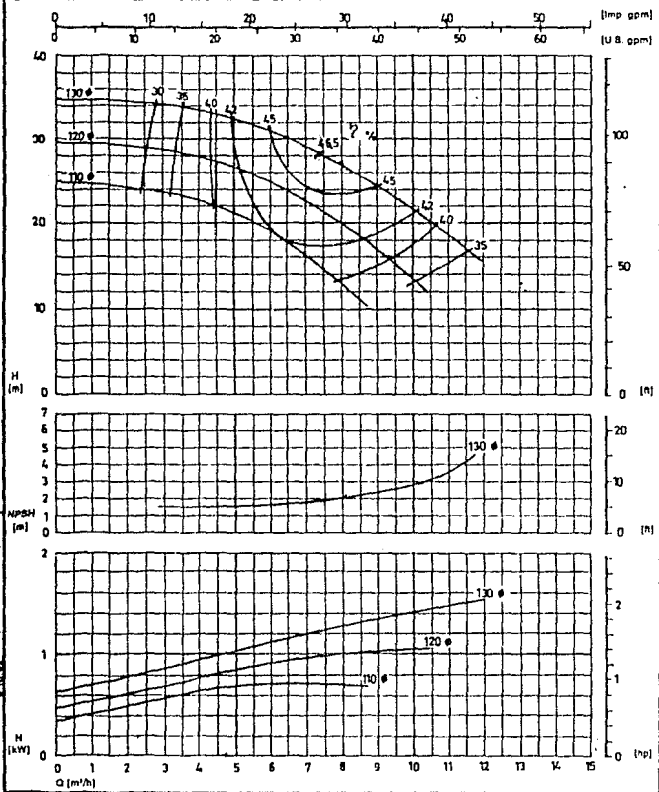
EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° v.1

SULZER	n_s 13,2	Gehäuse	Zerleg. Nr.	Mod. Nr. 1%	Mod. Nr. 3%	N°s	D 4200.11.03/2		
	Diametro del Impul = 50r 110 mm		Laufrad, 1. Stufe				C. aneur - Baug-öbe - Size		
Dia. de grain max. Max. Korngröße Max. grain size		4 mm mm mm	Laufrad	3-048901	40 901	20 731	MB 32		
			Leitrad	2-054627	21 190	21 190			
			Leitrad, le suis Spaltwand	3-048899	48 899	48 899	Bride aspiration Suction branch	DH NW ND	62
Vitesse Drehzahl Speed	3500	U/min U/min rpm	Sens de rotation Drehrichtung Rotation	à droite rechts clockwise	vu côté accouplement v. Antefeb facing coupling		Bride refoulement Drucksutzen Discharge branch	DH NW ND	50



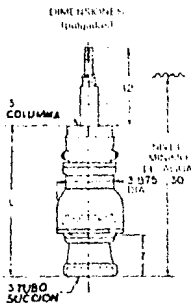
4200.11.03/1 mm
 Dist.: 1.2.73
 5.10.03
 130/120/110

BOMBA VERTICAL.

Para el proyecto se instalará una bomba tipo vertical FAIRBANKS MORSE (FM) 4LC de un paso. (FIG. V.3) cuyas curvas características de esta bomba se representan en la FIG. V.4

La bomba FM 4LC es una bomba vertical centrífuga de un solo paso. El impulsor es de tipo hélice cuyo material es Fierro Fundido, Fierro Esmaltado, Bronce y Acero Inoxidable. El material del tazón es de: Fierro Fundido, Fierro Esmaltado, Bronce y Acero Inoxidable.

- La velocidad máxima de operación es de 3600 rpm.
- Peso del rotor por paso 0.91 Kg
- Peso del tazón primer paso 15.88 Kg
- Longitud del primer paso = 298.45 mm
- Nivel mínimo de agua a la entrada del tubo de succión = 762 mm.
- Diámetro de succión 50.8 mm, Diámetro de descarga 50.8 mm.



INCREMENTAR 3.625 POR CADA PESO ADICIONAL

CORRECCIONES DE EFICIENCIA

NUMERO DE PASOS	CAMBIO DE EFICIENCIA
1	+4.0 PORCIENTO
2	+2.0 PORCIENTO
3	+1.0 PORCIENTO
4	0.0 PORCIENTO

MATERIAL DEL TAZON	CAMBIO DE EFICIENCIA
FERRO FUNDIDO	+5.0 PORCIENTO
Fo Fo ESMALTADO	0.0 PORCIENTO
BRONCE	+5.0 PORCIENTO
AC INOXIDABLE	+5.0 PORCIENTO

MATERIAL IMPULSOR	CAMBIO DE EFF. ENTA
FERRO FUNDIDO	+0.0 PORCIENTO
ToFo ESMALTADO	0.0 PORCIENTO
BRONCE	+5.0 PORCIENTO
AC INOXIDABLE	+0.0 PORCIENTO

DATOS TECNICOS

DATOS	VALOR
VELOCIDAD MAXIMA DE OPERACION	3500 RPM
NUMERO MAXIMO DE PASOS	3.5 PULG
K (FACTOR CARGA HID AXIAL)	1.2 LBS/PF
K (PESO ROTOR POR PASO)	2.0 LBS
PESO TAZON PRIMER PASO	35 LBS
PESO TAZON PASO ADICIONAL	8 LBS
MAX ALARGAMIENTO DE LA FLECHA	0.25 PULG**
MAX ALARGAMIENTO DE LA FLECHA CON MAGNANADO ESPECIAL	0.50 PULG**
IMPULSOR TIPO DAMPER	25
LUB AGUA	1. PRIMER PASO: 11.75 PULG. DIAM FLECHA BOMBA: 5/16 PULG.
LUB ACEITE	1. PRIMER PASO: 11/16 PULG. DIAM FLECHA BOMBA: 11/16 PULG.

** ESTOS SON VALORES NOMINALES. REFERIRSE A TABLAS DE APLICACION Y REFERENCIA PARA INFORMACION ADICIONAL

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

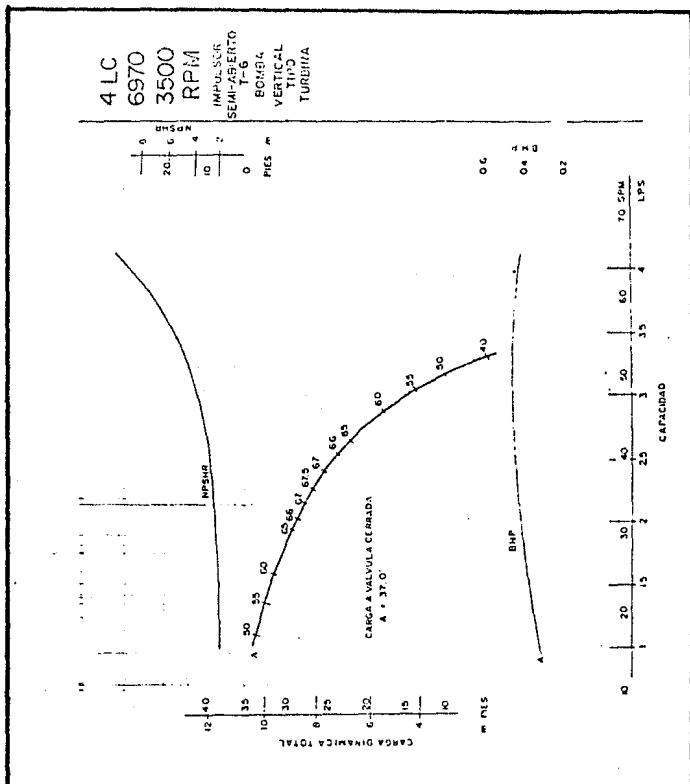
BOMBA VERTICAL FAIRBANKS MORSE (FM)
4LC DE UN PASO

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° 4.3



E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

CURVAS CARACTERISTICAS DE LA BOMBA
 TIPO VERTICAL

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° V.4

TEMA VI

INSIRUMENTACION

La exactitud con la cual se pueden hacer las pruebas, depende de los instrumentos utilizados, de su conexión correcta, de la experiencia del Ingeniero y de las pruebas en el laboratorio para la simulación de las condiciones reales en el campo.

A) MEDIDORES DE GASTO O CAUDAL

Esta denominación se aplica a todos los medidores en los cuales el líquido no pasa en cantidades parciales (contadas por separado) sino en corriente continua. El movimiento de esta corriente de líquido que circula por el elemento primario, se utiliza de modo directo o indirecto, para impulsar el elemento secundario. La cantidad de circulación por unidad de tiempo se deriva de las interacciones de la corriente y del elemento primario, mediante leyes físicas conocidas, complementadas con relaciones empíricas.

En los medidores de gasto, la acción del elemento primario depende de alguna propiedad del líquido diferente o adicional a su volumen o masa. Esta propiedad puede ser la energía cinética (medidores de carga), inercia (medidores de compuerta), calor específico (medidores térmicos) y similares. El elemento secundario está construido para utilizar un cambio en la propiedad o propiedades en cuestión, para obtener una indicación del volumen de circulación y suele incluir algún componente que produce los resultados necesarios en forma automática, con lo cual se pueden leer los resultados en un cuadrante o en una gráfica. En algunos casos, el elemento secundario indica o registra, presiones tales como la estática y la diferencial, a partir de las cuales se debe obtener el gasto y la circulación por tiempo-cantidad de líquido, mediante cálculos. En otras, el elemento secundario no solo indica el gasto, sino que lo integra con respecto al tiempo y registra la cantidad total que ha pasado por el medidor. En algunos casos, las indicaciones y registros del elemento secundario, se transmiten hasta un punto a cierta distancia del elemento primario.

Medidores en la conducción de presión.

Las mediciones de circulación en una tubería o conducto cerrado para presión, se pueden lograr con una gran variedad de métodos, y la selección del método para una instalación particular dependerá de las circunstancias prevaletientes. La exactitud deseada de las mediciones de circulación por medio de equipo bien seleccionado, instalado y mantenido, se alcanzará con los medidores que usaremos en el proyecto del laboratorio de prueba de bombas, los cuales son: el medidor de Venturi y la placa de orificio.

1. Medidor de Venturi.

El medidor de Venturi (FIG. VI.1) es quizá, el medidor más exacto que se puede utilizar en un sistema de suministro de agua. No tiene piezas móviles, requiere muy poco mantenimiento y ocasiona muy poca pérdida de carga. Los medidores de Venturi funcionan con el principio de que la circulación en un sistema dado de conductos cerrados, se mueve con más rapidez a lo largo de áreas

(D2) de sección transversal pequeña, que a lo largo de las áreas (D1) de sección transversal grande. La energía total en la circulación, compuesta en forma primaria por la carga de velocidad y la carga de presión es en esencia, la misma en D1 y D2 dentro del medidor. Por tanto, la presión se debe reducir en la garganta D2 restringida, en donde la velocidad es mayor; a la inversa, la presión debe aumentar en D1, corriente arriba de la garganta, en donde la velocidad es más baja. La reducción en la presión desde la entrada hasta la garganta del medidor está en relación directa con el volumen de circulación que pasa por el medidor y ésta es la medición utilizada para determinar el gasto o caudal.

El coeficiente de descarga del Venturi estará entre un valor aproximado de 0.935 para bajas velocidades y diámetros pequeños en la garganta, hasta 0.988 para altas velocidades y diámetros mayores de la garganta.

Las ecuaciones para el medidor de Venturi son:

$$Q = C_D \frac{2g h^{3/2}}{(1 - R^4)^{1/2}}$$

En donde:

Q = Gasto, m³/seg

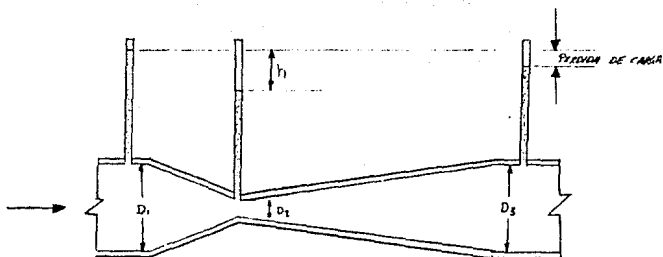
C = Coeficiente de descarga del medidor.

A = Area de la sección de garganta, m².

R = Relación entre el diámetro de la garganta y el de la entrada (D_2/D_1).

g = Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s².

h = Carga diferencial entre la entrada y la garganta del medidor en metros (m) de líquido que se mide.



E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

DIAGRAMA DEL MEDIDOR VENTURI

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA : SIN.

FIGURA N° VI.1

2. Medidores de Orificio.

Se puede utilizar un orificio de placa delgada, intercalada en una tubería, para medir la circulación o gasto, en forma muy similar a la de una boquilla medidora (FIG. V.2). La conexión de presión corriente arriba suele estar a una distancia de alrededor de un diámetro de tubo, corriente arriba de la placa de orificio. La presión del chorro va desde un mínimo en el chorro contraído (la sección más pequeña del chorro) hasta un máximo de alrededor de 4 ó 5 diámetros del tubo, corriente abajo de la placa de orificio. La conexión de presión corriente abajo (la conexión central ilustrada en la FIG. V.2), suele estar en el chorro contraído a fin de obtener una gran presión diferencial a través del orificio.

Las aberturas para las tomas de presión deben estar libres de rebabas y al ras con la superficie interna del tubo. La ecuación para la placa de orificio es:

$$Q = CA (2gh)^{1/2} / (1 - R^4)^{1/2}$$

En donde:

Q = Gasto, m³/seg.

C = Coeficiente de descarga de la placa de orificio.

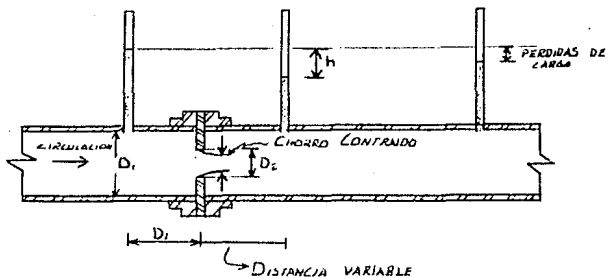
A = Area del orificio, m².

R = Relación entre el diámetro de la garganta y el de la entrada (D₂/D₁).

g = Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s².

h = Carga a través de la placa de orificio, en mts. de columna vertical de líquido, que se miden.

Se debe de tener en cuenta que la relación entre el volumen de circulación o caudal, la carga y dimensiones de la sección de medición, es idéntica para el medidor de Venturi, boquilla medidora y medidor de orificio, excepto que varía el coeficiente C de cada tipo de medidor.



E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

DIAGRAMA DEL MEDIDOR DE OFICIO

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° VI.2

B) MEDIDORES DE PRESION O CARGA

La carga es una cantidad utilizada para expresar una forma del contenido de energía del líquido por unidad de peso del líquido, referido a cualquier línea de referencia arbitraria. En términos de metros-kilogramos de energía por kilogramo de líquido, todas las cantidades de la carga tienen las dimensiones de metros de líquido. La unidad para medir la carga es el metro (m). La relación entre una presión expresada en Newtons por metros cuadrados (N/m^2) y la expresada en metros (m) de carga son:

$$P = \rho g h :$$

$$h = \frac{P}{\rho g}$$

En donde:

ρ = Densidad absoluta del agua (1000 Kg/m³).

g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²).

h = Altura (m).

P = Presión (N/m²).

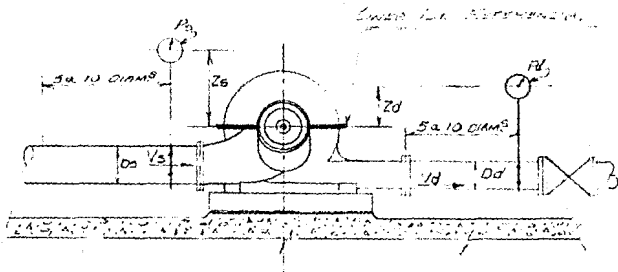
Según la norma del "Hydraulic Institute Standards", nos dice que es necesario que la medición de presión o de carga se tome de una sección del tubo, en donde la sección transversal sea constante y recta. Se requieren de cinco (5) a diez (10) diámetros del tubo recto de sección transversal invariable, después de cualquier codo o componente curvo, válvula u otra obstrucción para asegurar las condiciones de circulación permanente.

E. N. E. P. ABAGONZU, N. A. M.

PAG. 34

En las FIGS. "VI.3 y VI.4", se ilustran las disposiciones para los instrumentos de medición de carga. Se transforman las lecturas de los instrumentos en metros (m) de líquido bombeado o como la elevación sobre una línea de referencia común.

La línea de referencia se considera como la línea de centro de las bombas para bombas horizontales, y como el eje de entrada del impelente para los bombas verticales.



Explicación De Literales, ver pag. 36.

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

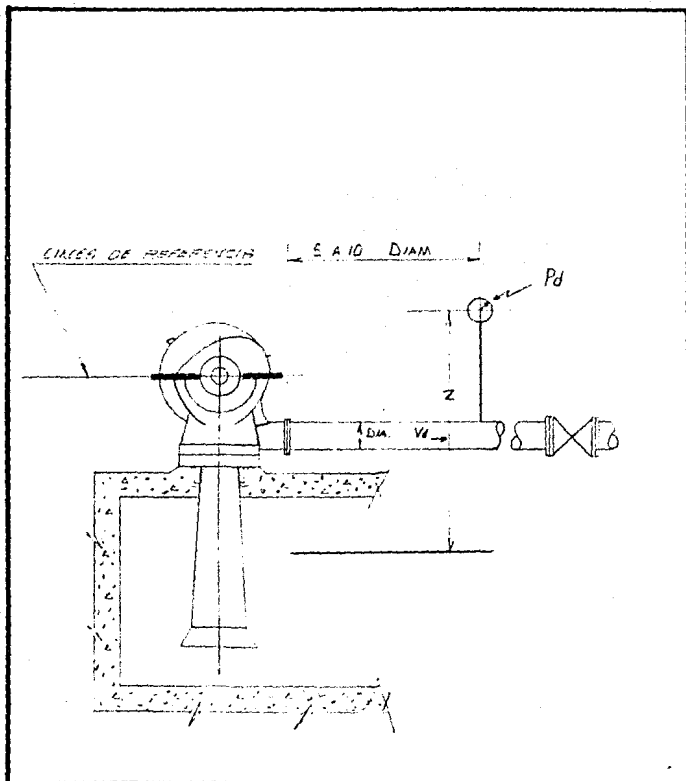
CONEXION DE MANOMETROS EN UNA BOMBA
CENTRIFUGA HORIZONTAL.

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° VI.3



E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

CONEXION DE MANOMETROS EN UNA BOMBA
 CENTRIFUGA VERTICAL

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° V1.4

Definiciones y símbolos utilizados para la medición de la carga.

Los símbolos utilizados en esta sección para expresar y calcular la carga, son los utilizados en el ASME Power Test Code (Ref. 2) y en los "Hydraulic Institute Standards" (Ref. 1), y sección 14.3.

H = Carga total o carga dinámica en metros (m). Es la medida del aumento en la energía por Kg de líquido impartido mismo por la bomba y, por lo tanto, es la diferencia algebraica entre la carga total de descarga y la altura total de succión ($H = h_d - h_s$).

Las cantidades de h_d y h_s son negativas si los valores correspondientes a la elevación de la línea de referencia son inferiores a la presión atmosférica.

H_{gd} = Lectura del manómetro de descarga, columna de metros (m) de agua.

H_{sd} = Lectura del manómetro de succión, columna de metros (m) de agua.

Z_d = Elevación del manómetro de descarga, cero elevación encima de la línea de referencia, metros (m).

Z_s = Elevación del manómetro de succión, cero elevación encima de la línea de referencia, metros (m)

Las cantidades Z_d y Z_s son negativas si el manómetro está debajo de la elevación de la línea de referencia.

V_d = Velocidad promedio del agua en el tubo de descarga, en la conexión del manómetro de descarga, m/s.

V_s = Velocidad promedio del agua en el tubo de succión, en la conexión del manómetro de succión, m/seg.

h_d = Carga total de descarga, encima de la presión atmosférica a la elevación de la línea de referencia, metros (m).

h_s = Carga total de succión, encima de la presión atmosférica a la elevación de la línea de referencia, metros (m).

h_{vd} = Carga de velocidad en tubo de descarga ($V_d^2/2g$).

h_{vs} = Carga de velocidad en tubo de succión ($V_s^2/2g$).

$NPSHA$ = Carga positiva neta de succión disponible, es la altura total de succión, en metros de líquido absoluto, determinada en la boquilla de succión y referida a la línea de referencia, menos la presión de vapor absoluta del líquido, en metros de líquido bombeado ($NPSHA = h_a - H_{vpa} + h_s$).

h_{sa} = Carga total de succión absoluta ($h_a + h_s$).

H_{vpa} = Presión de vapor del líquido, metros (m) absolutos.

En nuestro laboratorio la medición de la carga se hará por medio de un manómetro tipo Bourdon calibrado. Un ejemplo de una disposición de bomba centrífuga en el que se emplean estos tipos de manómetros, se presenta en la FIG. VI.3 (Pag. 35), con la presión de manómetro superior a la presión atmosférica. Las distancias Z_3 y Z_4 se miden hasta el centro del manómetro y son negativas si el centro del manómetro está debajo de la línea de referencia.

MEDICIÓN DE LA CARGA EN BOMBAS DE SUCCION VERTICAL EN CARCAMOS Y CANALES

En las instalaciones de bombas verticales que toman el agua de cárcamos abiertos grandes y tienen conductos cortos de admisión que no exceden en longitud de alrededor de tres diámetros de la abertura de entrada y los conductos de entrada son parte integral de la bomba, entonces la carga total debe ser la lectura de la conexión de descarga en metros, más la distancia vertical desde la línea de centro del manómetro hasta el nivel libre del agua en el cárcamo en metros (Ver FIG. VI.4 Pág. 36).

MANOMETROS

Selección.

Condiciones y Características que deben cumplir.

Rango de operación.

Se recomienda seleccionar el rango de operación de un manómetro aproximadamente al doble de la presión normal de operación, sin que en ningún caso éste se encuentre por debajo del 25% ni arriba del 75% del rango del instrumento, obteniéndose de esta forma la precisión y exactitud requerida, así como una mayor duración de operación.

Condiciones de Operación.

Las condiciones de operación definen cual será la durabilidad, resistencia y exactitud que ofrecerá un manómetro en operación. Las cajas de Fenol y de aluminio pueden resistir temperaturas de hasta 180°C pero la exactitud se ajustará aproximadamente en 1.5% por cada 50°C de incremento en la temperatura de operación.

Las uniones soldadas por procesos TIG pueden resistir en el caso de tubos y conexiones de acero al carbón o inoxidable hasta 400°C, mientras que tubos de bronce fosforado y conexiones de latón con soldadura de plata solo hasta 230°C,; aunque otras partes del manómetro sean destruidas o se pierda la calibración.

Cajas.

Los manómetros se ofrecen en dos tipos de cajas: de aluminio y de fenol. Como estándar en manómetros de 114mm (4 1/2") y como opción en el resto, se ofrece tapón de seguridad, que liberará la sobrepresión causada por el hecho eventual de ruptura en el tubo de Bourdon.

Tubos de Bourdon.

Existe en una gran variedad de materiales como son: bronce fosforado, acero inoxidable 316, lo que da versatilidad en su uso. La selección del material del tubo de Bourdon depende del fluido de proceso en el cual estará trabajando el instrumento.

Si el sistema de Bourdon no es el adecuado para este fluido, se recomienda el uso de un sello de diafragma.

Movimientos.

Todos los movimientos de los manómetros son fabricados de acero inoxidable, de tal modo que sean capaces de resistir vibraciones, pulsaciones severas o ambientes corrosivos y proporcionar alta durabilidad.

Carátulas.

Las carátulas de los manómetros se fabrican de fenol laminado con fondo blanco y números negros. Son suministradas con doble escala: en unidades del Sistema Métrico y unidades del Sistema Inglés.

Agujas Micrométricas.

La aguja indicadora es del tipo balanceado con un sistema de ajuste a base de engranes de tal forma que se pueda reajustar fácilmente desde el frente del manómetro, sin necesidad de desmontar la aguja del mismo.

Cubiertas.

La cubierta estándar en los manómetros es de vidrio, teniendo como opción cristal inastillable.

Bisel.

Se tienen dos tipos de sujeción del cristal, uno para cada tipo de caja: de aluminio roscado o aro de retención de acero inoxidable.

TIPOS DE MANOMETROS QUE SE UTILIZARAN

Descripción:

Manómetro fabricado en resina fenólica de color negro, anillo de retención en acero inoxidable para montaje local, diámetro de carátula de 114mm (4 1/2"), conexión inferior.

Sistema Bourdon.

Materia!: Acero Inoxidable 316

Material de la conexión: Acero al carbón 1018

Tipo de tubo: Estirado

Conexión NPT: 12.7mm (1/2")

Rango: 7 Kg/cm²

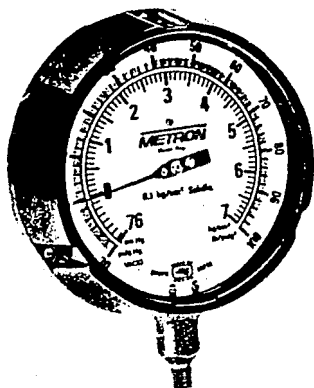
Accesorio:

Amortiguador de pulsaciones:

Accesorio utilizado cuando se tienen fluctuaciones o pulsaciones de gran magnitud en la presión de operación, que pudiera dañar el elemento de medición o el movimiento del instrumento.

Descripción:

Amortiguador de pulsaciones de acero al carbón de 12.7mm (1/2") NPT: 1/2" 4180 D. (FIG. VI.6).



E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

MANOMETRO TIPO BOURDON
 RANGO 7 KG/CM²

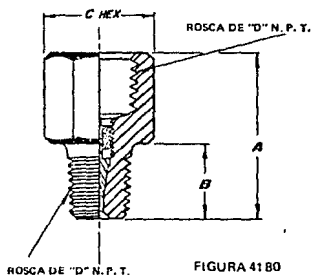
EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° VI.5

EJEMPLO: Amortiguador de pulsaciones de acero inoxidable de 12.7 mm (1/2") NPT: 1/2" 4180 S.



E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

AMORTIGUADOR DE PULSACIONES

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° VI.6

C) MEDICION DE LA POTENCIA

La potencia de entrada en la bomba se determinará por el método del Dinamómetro de Transmisión.

El dinamómetro de transmisión o de reacción de torsión consiste en un motor eléctrico en dos apoyos con la carcasa y los devanados de campo en un grupo de cojinetes y el rotor en otro grupo, de modo que la carcasa esté libre para girar, pero que a su vez esté restringida por medio de algún dispositivo para aplicar peso o medir (Dinamómetro).

Cuando se va a determinar la entrada de potencia a la bomba con dinamómetro de transmisión, el dinamómetro sin carga y sin trabarse se debe equilibrar antes de la prueba, a la misma velocidad a la cual se va a efectuar la prueba. Las escalas se deben comprobar con pesos normales. Después de la prueba, se debe volver a comprobar el equilibrio para tener la seguridad de que no ha ocurrido ningún cambio. En caso de un cambio apreciable, se debe repetir la prueba. La medición exacta de la velocidad es esencial y no debe variar en más de 1% en relación con la velocidad nominal de la bomba.

La entrada de potencia se calcula como se indica a continuación:

$$P_a = 2\pi n M / 60$$

En donde:

P_a = Potencia en el eje (\dot{W})

n = Velocidad angular (rpm)

M = Momento

D) POTENCIA HIDRAULICA

Esta potencia no es medida, sino calculada en función de las mediciones de gasto y carga, como se indica a continuación:

$$P = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H$$

En donde:

Q = Gasto (m³/seg)

ρ = Densidad absoluta (1000 Kg/m³ para agua)

g = Aceleración gravitacional 9.81 m/s²

H = Altura (m)

P = Potencia (Watts).

E) EFICIENCIA

La eficiencia no es medida sino calculada en función a la potencia producida y a la consumida.

La eficiencia de la bomba se encuentra con:

$$\eta = \frac{\text{Potencia de Salida}}{\text{Potencia de entrada}} = \frac{\text{Potencia Entregada}}{\text{Potencia consumida}}$$

Para una bomba con motor eléctrico, la eficiencia total se encuentra con:

Eficiencia total = Eficiencia de la bomba X Eficiencia
del motor

F) MEDICION DE LA VELOCIDAD ANGULAR

La velocidad de la bomba sometida a prueba se determina con uno de los siguientes métodos:

- Contador de revoluciones (manual o automático) rpm
- Tacómetro.
- Contador electrónico.

En todos los casos, el instrumento utilizado se debe calibrar antes de las pruebas, para demostrar que producirá la lectura requerida de velocidad con la exactitud deseada.

La exactitud deseada suele ser de $\pm 0.1\%$. Si los cambios cíclicos en la velocidad ocasionan fluctuaciones de potencia, entonces se deben tomar cuando menos, cinco lecturas a intervalos iguales de tiempo a fin de obtener una velocidad media satisfactoria para el punto de prueba, dado que es la magnitud con mayor influencia en el funcionamiento de una bomba centrífuga. Por esta razón es necesario medirla cuidadosamente.

En nuestro proyecto utilizaremos el tacómetro para medir las rpm conque se probarán las bombas.

G) AJUSTE O CORRECCION DE VELOCIDAD

El mejor método práctico es utilizar el motor de la propia bomba durante las pruebas. Ahora bien, con el fin de trazar los resultados de la prueba se hace necesario corregir los valores de la prueba a la velocidad de la prueba, para tener una velocidad nominal de la bomba.

La velocidad nominal de la bomba siempre debe ser menor que la velocidad real de la prueba, porque inclusive un pequeño aumento en la velocidad más allá de la velocidad real de la prueba, puede dar por resultado que la bomba llegue a una zona inestable. También se recomienda que el cambio en velocidad, entre la velocidad de la prueba y la velocidad nominal o especificada, no sea mayor del 3%.

Para ajustar: la capacidad, carga, NPSH y potencia de la bomba, en relación con las registradas durante la carga a otra velocidad especificada, se deben usar las siguientes fórmulas de los "Hydraulic Institute Standards" (Ref. 1):

Capacidad: $Q_2 = \frac{Q_1}{N_1} N_2$

En donde:

Q1 = Capacidad a la velocidad de prueba, m³/seg.

Q2 = Capacidad a la velocidad nominal, m³/seg.

N1 = Velocidad de prueba, rpm.

N2 = Velocidad nominal, rpm.

$$\text{Carga: } H2 = (N2/N1)^2 H$$

En donde:

H1 = Carga a la velocidad de prueba, metros.

H2 = Carga a la velocidad nominal, metros.

$$\text{Potencia: } P_2 = (N_2/N_1)^3 \times P_1$$

En donde:

P_1 = Potencia a la velocidad de la prueba.

P_2 = Potencia a la velocidad nominal.

Carga positiva neta de succión (NPSH):

$$\text{NPSH}_2 = (N_2/N_1)^2 \times \text{NPSH}_1$$

En donde:

NPSH_1 = Carga positiva neta de succión a la velocidad de prueba, (metros).

NPSH_2 = Carga positiva neta de succión a la velocidad nominal, (metros).

Si se piensan utilizar velocidades reducidas o aumentadas, entonces se deben observar ciertas leyes de afinidad, para mantener la semejanza hidráulica entre las condiciones reales y las de prueba. Estas relaciones de leyes de afinidad entre las diversas variables se pueden expresar con:

$$\frac{Q_1}{Q} = \frac{N_1}{N} = \left(\frac{H_1}{H} \right)^{\frac{3}{2}}$$

En donde:

Prueba > Q_1 = Capacidad, y H_1 = Carga a N_1 = rpm

Real > Q = Capacidad, y H = Carga a N = rpm

TEMA VII

ACCIONADORES DE LAS BOMBAS

BOMBA HORIZONTAL (FIG. VII.1)

- Motor 5 HP
- Marca REMSA
- Inducción, jaula de ardilla.
- Par Normal Diseño N.E.M.A. "B"
- C.A. 3 Fases, 60 Hertz.
- 220/440 Voltios
- 40°C amb. (Max.) a 1000 M.S.N.M.
- 30°C amb. (Max.) a 2300 M.S.N.M.
- Embalado.
- Construido a precisión.
- Servicio continuo.
- Velocidad constante.
- Construcción robusta

E. N. E. P. ARAGON / U. N. A. M.

PAG. 58

(1) Motor horizontal.

- Marca: REMSA
- Totalmente cerrado con ventilación exterior (TCCV)
- Armazón 124T
- No. de polos: 4
- RPM: 3,500

(2) Tolerancia en "D" + 1/32 .
- 0

(3) Tolerancia en U y FU (Ver Fig. VII-1):

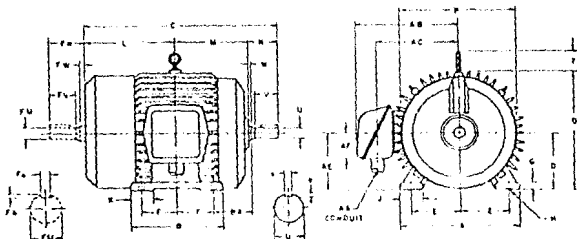
- Menor de 1-5/8" diám. - 0.000"
- 0.0005"
- De 1-5/8" diám. y mayor - 0.000"
- 0.001"

(4) Mínimo espacio "FW". No deben impedir la ventilación paredes u obstrucciones.

(DIMENSIONES)

TCCV

MOTORES DE INDUCCION C. A. LINEA "E"
TOTALMENTE CERRADO CON VENTILADOR
ARMAZONES 143T A 204T



ARMAZON.	ACOT.	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	T	U
104T	PULG	7	15.5/16	4.0/2	5.5/4	2.5/4	7/4	7/8	1.5/4	1.5/8	1.5/8	1.5/8	3.5/16	2.5/16	5.5/16	5.5/16		1.1250
	MM	177.8	393.7	101.6	139.7	63.5	177.8	177.8	38.1	38.1	38.1	38.1	89.2	63.5	139.7	139.7		28.125

ARMAZON.	ACOT.	V	W	BA	CAJA CONDUIT						CUÑERO		DOBLE FLECHA ESTANDAR			PESO *			
					AA	AB	AC	AD	AE	AF	a	b	FN	FU	FV		FW	Fg	Fb
104T	PULG	2-1/2	3/4	2-3/4	3/4	7-1/2	2-3/4	-	4-1/2	11-13/16	7/8	1/8	3-5/16	0.8750	2	15/16	3/16	1/32	23 LB
	MM	63.5	19.0	70	19	188.7	59.7	-	113.0	292.0	9.5	3.2	22.8	22.2	50.8	7.6	1.6	10.4	

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

MOTOR ELECTRICO HORIZONTAL
MARCA REMSA POTENCIA 5 HP

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: 5/16.

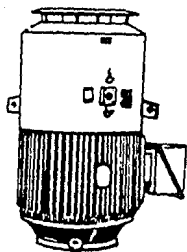
FIGURA N° VII.1

BOMBA VERTICAL (FIG. VII.2)

- Motor 3 HP
- Marca REMSA
- Flecha hueca.
- Inducción, jaula de ardilla.
- Par Normal Diseño N.E.M.A. "B"
- C.A. 3 Fases, 60 Hertz.
- 220/440 Voltios
- 40°C amb. (Máx.) a 1000 M.S.N.M.
- 30°C amb. (Máx.) a 2300 M.S.N.M.
- Embalado.
- Construido a precisión.
- Servicio continuo.
- Velocidad constante.
- Construcción robusta.

Motor vertical.

- Marca: REMSA
- Totalmente cerrado con ventilación exterior.
- Flecha hueca.
- No. de polos: 2
- Armazón 215 TP
- RPM: 3,500



E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

MOTOR ELECTRICO VERTICAL
 MARCA REMSA POTENCIA: 3 HP

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° VII.2

CONDICIONES DE INSTALACION Y OPERACION
QUE DEBERAN SER TOMADAS EN CUENTA
PARA LOS MOTORES DE LAS BOMBAS

Inspección

Después de que el motor se desempaque, examine la placa de datos para cerciorarse de que esté de acuerdo con el circuito de potencia al cual será conectado.

El motor operará en forma adecuada con una variación de frecuencia no mayor de 5% y variación de voltaje de no más de 10%, o una variación combinada de voltaje y frecuencia no mayor del 10% respecto al valor de placa. En estas condiciones la eficiencia, el factor de potencia y la corriente variarán respecto al valor de placa.

Arranque

El motor deberá girar suavemente con poco ruido. Si el motor no arranca y produce demasiado ruido, puede ser que la carga sea demasiado grande o que el motor se haya conectado en forma equivocada. Quite la corriente e investigue el problema.

Rotación

Para invertir la rotación, intercambie dos terminales cualesquiera de la línea trifásica.

Lubricación

Período de relubricación: Los intervalos de relubricación están sujetos a las condiciones específicas de operación:

HP a 1800 rpm o menos	Condiciones normales	Condiciones severas	Condiciones extremas
1/8 - 7-1/2	3 años	1 año	6 meses
Todos los moto- res con más de - 1800 rpm	6 meses	3 meses	3 meses

Condiciones normales

8 hrs. al día, carga normal o ligera, ambiente limpio con una temperatura ambiente menor de 35°C.

Condiciones severas

24 hrs. al día, cargas repentinas, vibración, ambiente sucio o polvoso, temperatura ambiente entre 35°C y 60°C.

Condiciones extremas

Variaciones pesadas de la carga a vibración, suciedad y polvo.

Tamaño de cable recomendado.

Potencia HP	3	5
Volts	220	220
Cable: Calibre	12	12



VARIABLES DE VELOCIDAD PARA MOTORES

Como quiera que respondan a las exigencias de solidez, de simplicidad y de economía de utilización, los motores trifásicos de jaula son los más utilizados en la industria.

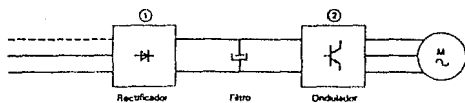
Hoy es posible hacer variar electrónicamente su velocidad, conservando las características de par necesarias para las máquinas que se encuentran en la mayor parte de los sectores de actividad.

Para obtener este resultado con buen rendimiento, hay que alimentar el estator del motor con tensión y frecuencia variables.

El variador elegido comprende principalmente:

- Una fuente de tensión continua () elaborada a partir de un puente rectificador, alimentado por una red trifásica o monofásica.
- Un ondulator  compuesto por 6 transistores de potencia. (FIG. VIII.3).

Este ondulator está compuesto por tres módulos aislados según el calibre, y genera a partir de una tensión continua fija, una tensión alterna trifásica de tensión y frecuencia variables.



E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

DIAGRAMA ELECTRICO DEL VARIADOR DE
 VELOCIDAD ALTIVAR 5

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° VII.3

El variador está gobernado por una unidad de control que basado en un microprocesador, asegura las funciones de mando de los componentes de potencia, de diálogo, de protección y de seguridad.

La utilización de tecnologías modernas (componentes de potencia integrados, microcomponentes, control por microprocesador), ha permitido una sensible disminución del volumen de dichos productos.

El conjunto está montado en una envoltura estética y funcional que asegura una protección eficaz del aparato.

(FIG. VII.4)

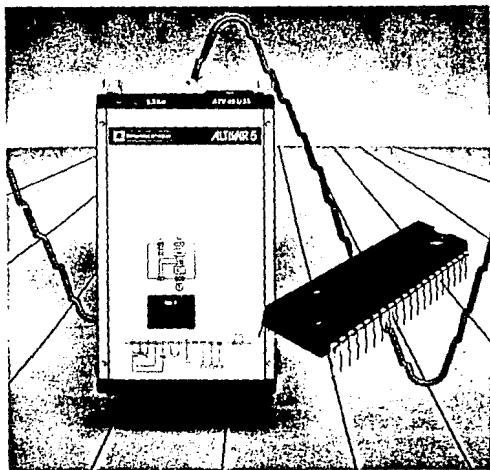
Este variador (Activar 5) funciona según el principio de modulación de longitud de impulsos (PWM Sinus) por segmentación de una tensión continua fija..

Esta técnica asegura una rotación regular y sin sacudidas de los motores, incluso a velocidad muy baja gracias a una forma de corriente de salida muy cercana a la curva senoidal.

(FIG. VII.5).

ALTIVAR 5

variadores de velocidad
para motores asíncronos
de 0,37 a 22 kW



serie 25 y serie 45

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
DE BOMBAS CIENTIFUGAS EN ENEP-ARAGON

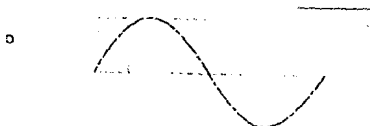
VARIABLE DE VELOCIDAD PARA MOTORES
ASINCRONOS

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° VII.4



PWM "Sinus"



Onda de corriente

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

LONGITUD DE IMPULSOS (PWM SINUS)
 Y ONDA DE CORRIENTE

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° VII.5

Este variador está concebido para una fácil y segura integración en los automatismos actuales. Además de sus cualidades de acoplamiento y robustez tiene las siguientes ventajas:

ADAPTACION AUTOMATICA AL MOTOR Y A LA CARGA

El variador modifica automáticamente su ley de tensión/frecuencia para tener en cuenta la carga del motor, con lo que se consigue disminuir el calentamiento de este último en vacío y a baja velocidad, asegurando al mismo tiempo un sobrepotente, si fuera preciso.

COMPENSACION AUTOMATICA DE DESLIZAMIENTO

Permite mantener la velocidad prácticamente constante, por corrección de la frecuencia en función de la carga.

PROTECCION_TERMICA_DEL_MOTOR

Dispone de un dispositivo electrónico integrado que asegura el apagado del motor y emite una señal de avería cuando la temperatura de este último, calculada por el microprocesador en función de diversos parámetros, alcanza un valor anormal.

PROTECCION_DEL_VARIADOR

Está protegido contra daños inherentes al medio industrial; protección contra los cortocircuitos entre fases de salida y protección de la fuente. Está también protegido contra una puesta a tierra accidental de una fase del motor y un termoccontacto enclava el variador, en caso de calentamiento integro excesivo.

Los variadores de velocidad encuentran su utilización natural en numerosos sectores de la industria, entre los cuales habría que citar más especialmente:

- La manutención.
- El acondicionamiento y el embalaje.
- Las máquinas herramienta.
- El textil.
- Las máquinas centrifugas.
- Máquinas diversas.

Ver FIG VII.6

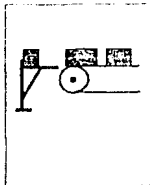
Variadores seleccionados

Motor	Tipo
3 HP	ATV-45U22
5 HP	ATV-45U40

FIG. VII.7

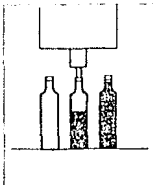
El Altivar 5 encuentra su utilización natural en numerosos sectores de la industria, entre los cuales habría que citar más especialmente:

La manutención



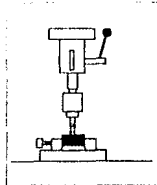
- Transportadores
- Cintas transportadoras
- Puentes-grúa
- Carros de manutención

El acondicionamiento y el embalaje



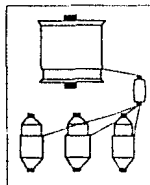
- Máquinas específicas
- Transvasadoras
- Etiquetadoras
- Palatizadoras
- Dosificadoras.

Las máquinas-herramientas



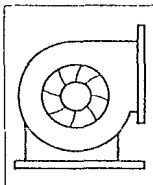
- Taladradoras
- Tornos
- Fresadoras
- Rectificadoras.

El textil



- Bobinadoras
- Máquinas de coser
- Tricotosas
- Devanadoras

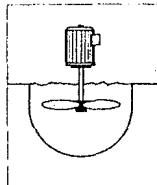
Las máquinas centrífugas



- Bombas centrífugas
- Ventiladores

Para estas aplicaciones una adaptación especial de la ley tensión/frecuencia del variador permite mejorar el rendimiento del conjunto moto-ventilador.

Las máquinas diversas



- Sierras circulares
- Agitadoras
- Mezcladoras
- Tornillos de Arquímedes
- Secadoras
- Centrifugadoras
- Mesas vibradoras
- Bobinadoras
- Bancos de pruebas

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA
DE BOMBAS CENTRIFUGAS DE ENEP-ARAGON

UTILIZACION DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD
EN LA INDUSTRIA.

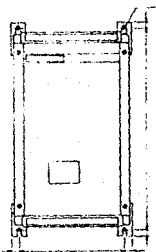
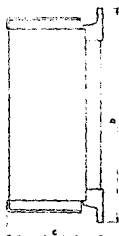
EFREN ABUNDIS VILLAGOÑEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA Nº VII.6

ATV-45 (de 0,75 a 5,5 kW)



ATV-	b	c
45U75	382	170
45U15	382	170
45U22	402	192
45U30	402	192
45U40	402	192
45U55	442	192

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

DIMENSIONES Y TIPOS DE VARIADORES DE
 VELOCIDAD.

EFREN ABUNDIS VILLASOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° VII.7

TEMA VIII

TUBERIAS Y TOMA DE MEDICIONES

a) TOMA DE MEDICIONES

El "Hydraulic Institute Standards" nos dice que es importante que exista condición de circulación permanente en el punto de conexión de los instrumentos. Por esta razón, es necesario que la medición de presión o de carga se tome en una sección del tubo en donde la sección transversal sea constante y recta. Se requiere de cinco (5) a diez (10) diámetros del tubo recto de sección transversal invariable, después de cualquier codo o componente curvo, válvula u otra obstrucción, para asegurar las condiciones de circulación permanente.

Se tomarán las siguientes precauciones en la formación de orificios para instrumentos medidores de presión y

para hacer las conexiones: el orificio en el tubo debe estar al ras y normal con la pared del conducto para agua. La pared del conducto para agua debe ser lisa y de sección transversal invariable. En una distancia de cuando menos, 304.8mm (12 pulg.) antes del orificio, se debe eliminar todos los tubérculos y asperezas, si es necesario, con una lima o lija de esmeril. El orificio debe tener un diámetro de 12.7mm (1/2 pulg.) y ser de una longitud igual a dos veces el diámetro.

Los bordes del orificio deben tener un radio adecuado, tangente a la pared del conducto para agua y estar libre de rebabas e irregularidades. Las dos disposiciones para toma de presión ilustradas en la FIG. VIII.1 indican las tomas u orificios de conformidad con lo anterior.

Todas las conexiones y conductos desde la toma de presión deben estar apretadas y herméticas. Estos conductos o tubos deben ser tan cortos y directos como sea posible. Para los conductos del tipo de tubo seco, se deben prever drenajes y se debe formar una lazada

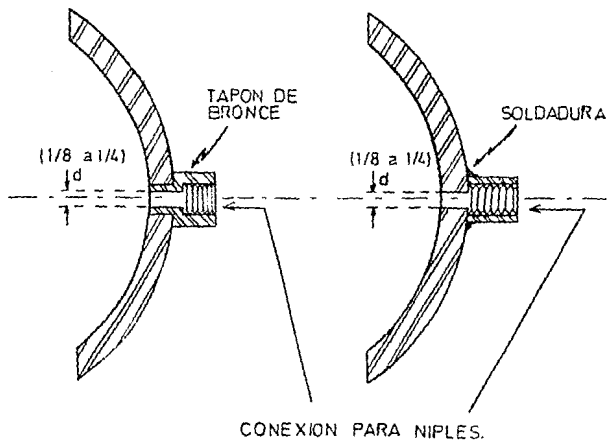
de suficiente altura para evitar que el líquido bombeado entre a los conductos. Para los conductos del tipo de tubo húmedo, se deben proveer grifos de respiración (venteos) para descarga en cualquier punto alto del cuadro, a fin de que no se formen bolsas de aire en los tubos.

Todas las mangueras, tubos y conexiones para instrumentos, se deben probar a presión antes de la prueba, para comprobar que no hay filtraciones en los conductos.

Si no se pueden satisfacer las condiciones anteriores en el punto de medición, se recomienda instalar cuatro tomas de presión separadas, equiespaciadas en torno al tubo, y que la presión o carga en esa sección se considere como el promedio de los cuatro valores separados de ellas. Si las lecturas separadas muestran una diferencia en la presión estática que pudiera afectar las cargas más allá de los límites contractuales, se corregirá la instalación o se determinará una tolerancia aceptable. (Ver FIG. VIII.2).

En la FIG. VIII.3 y VIII.4, se muestran las disposiciones para los instrumentos.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**



E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

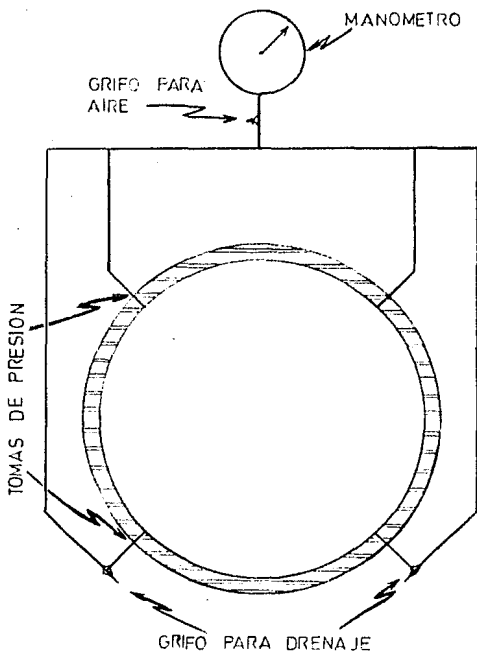
DETALLE TOMAS DE PRESION

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° VIII.1



E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

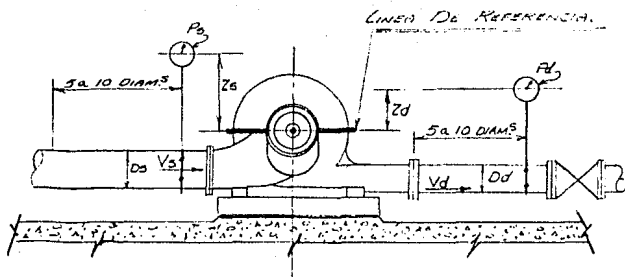
CONEXION TIPICA PARA MANOMETRO

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° VIII.2



E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

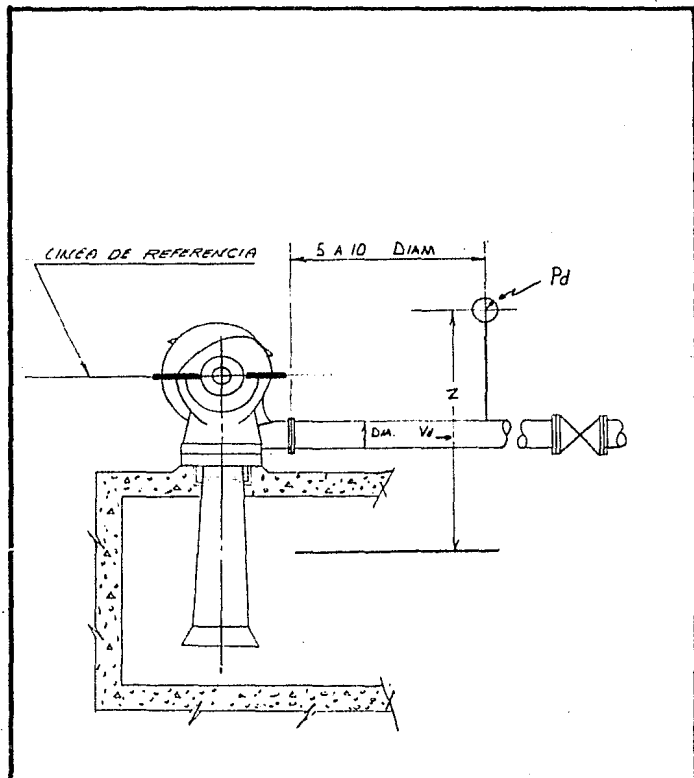
CONEXION DE MANOMETROS EN UNA BOMBA
 CENTRIFUGA HORIZONTAL

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° VIII.3



E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

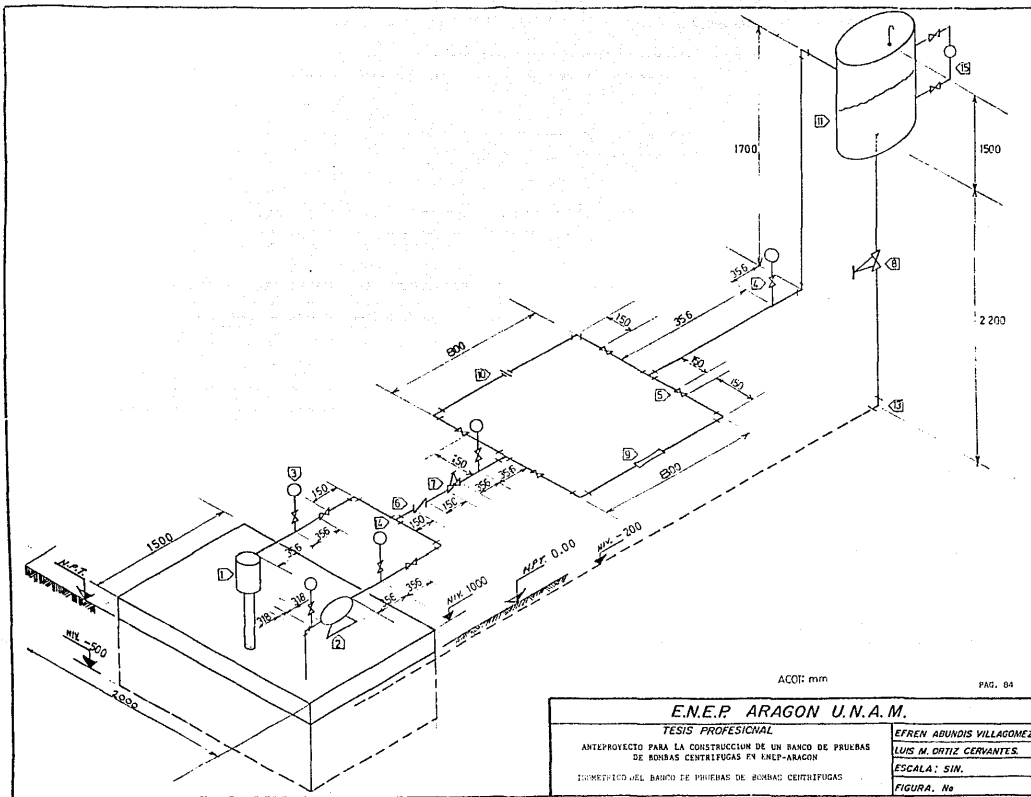
CONEXION DE MANOMETROS EN UNA BOMBA
 CENTRIFUGA VERTICAL

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA Nº VIII.4



ACOT: mm

PAG. 04

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL

ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBAS
DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

ISOMETRICO DEL BANCO DE PRUEBAS DE BOMBAS CENTRIFUGAS

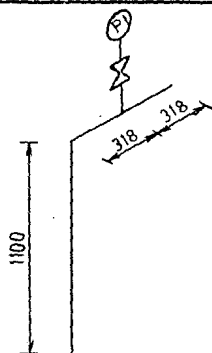
EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ

LUIS M. ORTIZ CERVANTES

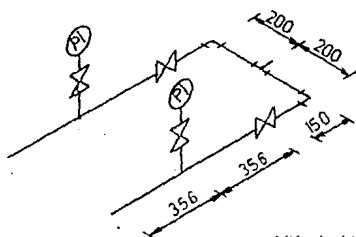
ESCALA: SIN.

FIGURA. No

NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Bomba Vertical	1
2	Bomba Horizontal	1
3	Manómetro	5
4	Válv. Corte Instr. 1/2"	7
5	Válv. Compuerta 2"	6
6	Válv. de Retención	1
7	Válv. de Control Tipo GL 2"	1
8	Válv. de Control Tipo GL 2-1/2"	1
9	Medidor Venturi	1
10	Placa de Orificio	1
11	Tanque Estabilizador	1
12	Codo 90° Rad. Largo 2"	9
13	Codo 90° Rad. Largo 2-1/2"	1
14	Tee 2"	3
15	Indicador de nivel	1



MK-LM1



MK L-M2

ACOT: mm

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

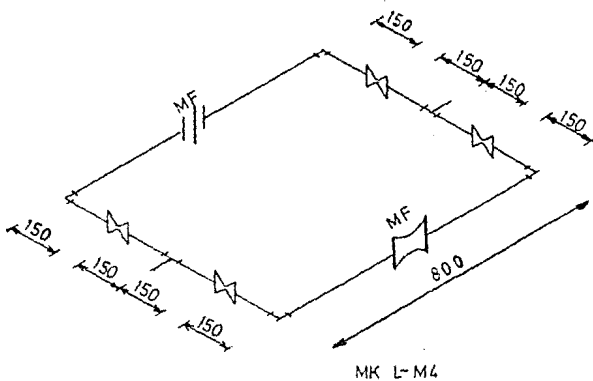
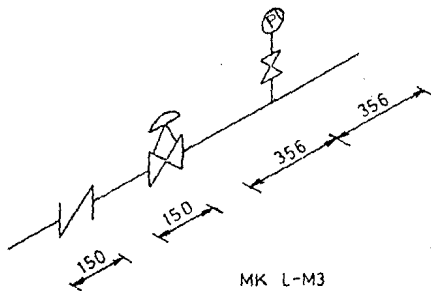
DETALLE MK-L-M1 y MK-L-M2

EFREN ABUNDIS VILLASNEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: S1:1.

FIGURA N° VIII.6



ACOT: mm

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

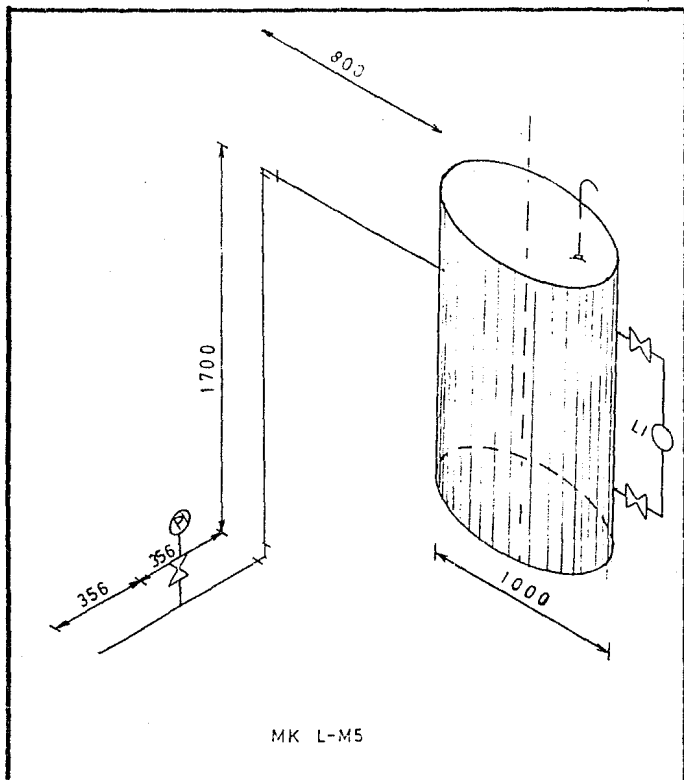
DETALLES MK-L-M3 Y MK-L-M4

EFREN ASUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° VIII.7



MK L-M5

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN E.N.E.P.-ARAGON

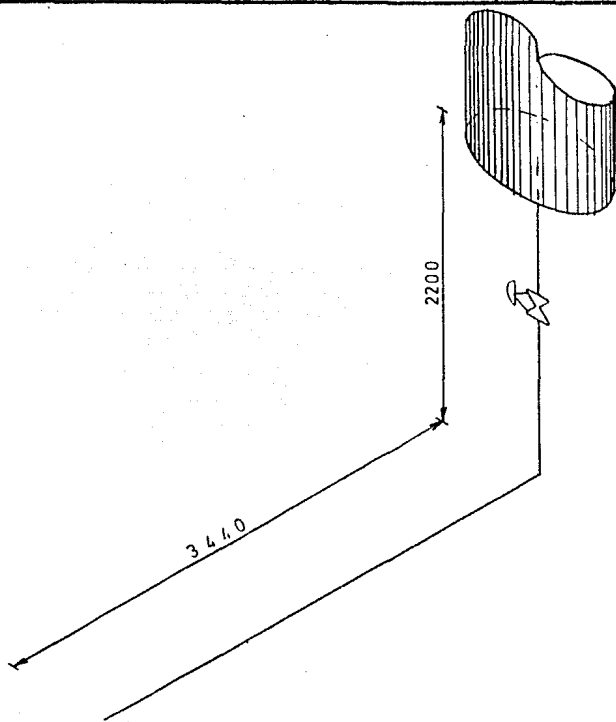
DETALLE MK-L-M5

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° VIII.8



ACOT: mm

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BORGAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

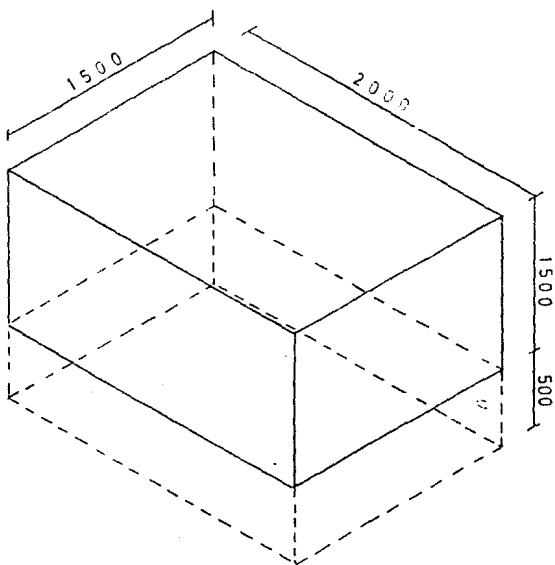
DETALLE MK-L-M6

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° VIII.9



MK L-M7

ACOT: mm

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

DIMENSIONES DEL CAPCAMO

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° VIII.10

TEMA IX

VALVULAS_Y_SUS_ESPECIFICACIONES

VALVULAS_DE_COMPUESTA

El diseño de las válvulas de compuerta permite o impide el flujo de fluidos. Provee un paso recto y completo, en uno y otro sentido, con mínima caída de presión. Son empleadas para operar totalmente abiertas o completamente cerradas, ya que en posiciones intermedias se produciría el desgaste prematuro de los asientos. (FIG. IX.1)

Servicios que recomiendan los fabricante para el uso de válvulas de compuerta:

- Totalmente abiertas o completamente cerradas.

- No para regular.

- Mínima resistencia al flujo.
- Operación poco frecuente

VALVULAS DE GLOBO

La principal aplicación de las válvulas de globo es regular al flujo desde el cierre completo hasta la capacidad total. Estas válvulas pueden ser operadas frecuentemente y eficientemente con el vástago en cualquier posición.

El cambio de la dirección del flujo a través de la válvula, balancea los esfuerzos en la línea y produce la caída de presión necesaria para la regulación. (FIG. IX.2)

Servicios recomendados por los fabricantes de válvulas de globo:

- Regulación de flujo.

- Operación frecuente.
- Mayor caída de presión.
- Cierre hermético y positivo.

VALVULAS DE RETENCION

Las válvulas de retención evitan la inversión del sentido de flujo en la línea y reaccionan rápida y automáticamente a estos cambios.

La presión del fluido mantiene abierta la válvula, cerrándola cuando ocurra un contraflujo. (FIG. IX.3)

Los discos de composición son excelentes para manejar todo tipo de fluidos y mantener un sello hermético, aún en bajas presiones.

Existen dos (2) tipos de válvulas de retención: De columpio y de pistón.

IIPQ_COLUMBIO

- Mínima resistencia al flujo.
- Para fluidos con baja velocidad especialmente líquidos.
- Poca frecuencia en cambios del sentido de flujo.
- En líneas horizontales y verticales.

IIPQ_PISTON

- Para cambios frecuentes en el sentido de flujo.
- Mayor caída de presión.
- Altas contrapresiones y grandes velocidades.
- Instalación en líneas horizontales.

VALVULA DE COMPUERTA

Ver FIG. IX.1

Clase 125 Fig. W2

Diámetro: 2"

Marca: Walworth o equivalente.

Cantidad: 6

TAG: CH-3, CH-4, CH-7, CH-8, CH-9, CH-10.

Características de Diseño:

- Cuffa sólida.
- Bonete con tuerca unión.
- Rosca interna.
- Vástago ascendente.

- Asientos integrales.
- Extremos roscados.

Servicios recomendados:

- Bonete con tuerca unión recomendable donde las válvulas se desarmen con frecuencia.
- Mínima caída de presión.
- Condiciones generales de servicio como vapor, agua, aceite, etc.

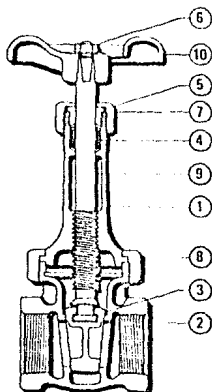


Fig. W2

NORMAS APLICABLES
 Fig. W2 (1/2" - 3")
 Especificaciones Federales
 WW-V-54D, Tipo II, Clase A, Extremos 1
 MSS - SP - 80

RANGOS DE PRESION-TEMPERATURA
 125 Lb./Pulg.² Vapor 208°C
 200 Lb./Pulg.² AGA -23°C a 66°C

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

VALVULA DE COMPUERTA

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: 5/16.

FIGURA N° IX.1

LISTA DE PARTES Y MATERIALES (FIG. IX.1)

<u>D.E.S.C.R.I.P.C.I.O.N</u>	<u>M.A.T.E.R.I.A.L</u>	<u>Q.S.T.</u>
1) Bonete	Bronce	862
2) Cuerpo	Bronce	862
3) Disco	Bronce	862
4) Empaques	Asbesto c/teflón	
5) Prensa empaque	Latón	816
6) Tuerca del volante	Aluminio	
7) Tuerca del prensaempaque	Bronce	862
8) Tuerca unión	Bronce	862
9) Vástago	Bronce al Silicio	8584-870
10) Volante	Aluminio	885-S12A

DIMENSIONES Y PESOS

Diámetro	2"	(50)
A	4"	(102)
B	13 3/32"	(333)
C	5 1/8"	(130)

Peso aproximado: 3.71 Kg (8.2 lb).

VALVULA DE COMPUERTA

Ver FIG. IX.2.

Clase 125 Fig. W55

Diámetro: 1/2"

Marca: Walworth o equivalente.

Cantidad: 7

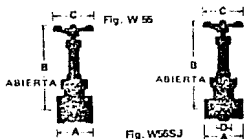
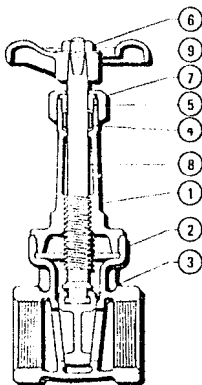
TAG: CH-1, CH-2, CH-5, CH-6, CH-11, CV-2, CV-1.

Características de Diseño:

- Cuña sólida.
- Bonete roscado cuerda interna.
- Asientos integrales.
- Vástago y volantes ascendentes.

- Extremos roscados.

- La posición del volante indica si la válvula está abierta o cerrada.



NORMAS APLICABLES
 Fig. W55 (1/4"-3")
 Especificaciones Federales
 WW-V-54D, Tipo II, Clase A
 Fig. W55SJ (1/4"-3")
 Especificaciones Federales
 WW-V-54D, Tipo II, Clase A, Extremos 3
 MSS - SP - 80

RANGOS DE PRESION-TEMPERATURA
 125 Lb./Pulg.² Vapor 208°C
 200 Lb./Pulg.² AGA -29°C a 66°C

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

VALVULA DE COMPUERTA

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° IX.2

LISTA DE PARTES Y MATERIALES (FIG. IX.2)

DESCRIPCION	MATERIAL	QSIM
Bonete	Bronce	B62
Cuerpo	Bronce	B62
Disco	Bronce	B62
Empaques	Asbesto c/teflón	
Prensa empaque	Latón	B16
Tuerca del volante	Aluminio	
Tuerca del preñsempaque	Bronce	B62
Vástago	Bronce al Silicio	B584-875
Volante	Aluminio	B85-S12A

DIMENSIONES Y PESOS

Diámetro	1/2"	(15)
A	1 7/8"	(48)
B	5"	(127)
C	2 1/4"	(57)

Peso aproximado: 0.86 Kg (1.2 lb).

VALVULA_DE_GLOBO

Ver FIG. IX.3.

Clase 125 Fig. W58

Diámetro: 2"

Marca: Walworth o equivalente.

Cantidad: 1

TAG: GL-01

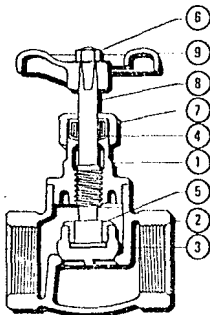
Características de Diseño:

- Bonete roscado.
- Vástago ascendente.
- Asientos integrales.

- Disco integral.
- Extremos roscados.

Servicios recomendados:

- En servicios generales de regulación.
- Asientos de bronce para el manejo de fluidos como vapor, aceite o agua.



Detalle del Disco
19.25 mm. (3/4")



Fig. W 58

NORMAS APLICABLES

Fig. W 58 (1 1/2" - 2")
Especificaciones Federales
WW-V-517, Tipo I, Clase A Extremos I
MSS - SP - 80.

RANGOS DE PRESION-TEMPERATURA

125 Lb./Pulg. ²	Vapor	208°C
200 Lb./Pulg. ²	AGA	-29°C a 66°C

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

VALVULA DE GLOBO

EFREN ABUNDIS VILLASOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° IX.3

LISTA DE PARTES Y MATERIALES (FIG. IX.3)

DESCRIPCION	MATERIAL	ASIM
1) Bonete	Bronce	B62
2) Cuerpo	Bronce	B62
3) Disco	Bronce	B62
4) Empaques	Asbesto c/teflón	
5) Tuerca del disco	Latón	B16
6) Tuerca del volante	Aluminio	
7) Tuerca del prensaempaque	Bronce	B62
8) Vástago	Bronce al Silicio	B584-875
9) Volante	Aluminio	B85-S12A

DIMENSIONES Y PESOS

Diámetro	2"	(50)
A	5"	(127)
B	6 5/8"	(168)
C	4 5/16"	(110)

Peso aproximado: 3.62 Kg (8.0 lb).

VALVULA DE RETENCION

Ver FIG. IX.4.

Clase 125 Fig. W 406

Tipo: Columpio

Diámetro: 2"

Marca: Walworth o equivalente.

Cantidad: 1

TAG: RT-01

Características de Diseño:

- Tapa roscada.
- Extremos roscados.

Servicios recomendados:

- Para prevención en contraflujos.
- Servicios generales como vapor, aceite o agua.
- El diseño ofrece buenas características de flujo.
- Mínima caída de presión.

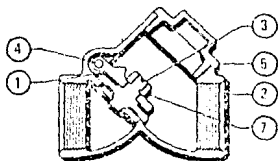


Fig. W 406



Fig. W 406 SJ

NORMAS APLICABLES

Fig. W 406 (1/4" - 2")
Especificaciones Federales
WW-V-51F, Tipo IV, Clase A, Extremos 1
MSS - SP - 80

Especificaciones Federales
WW-V-51F, Tipo IV, Clase A, Extremos 3
MSS - SP - 80

RANGOS DE PRESION-TEMPERATURA
125 Lb./Pulg.² Vapor 200°C
200 Lb./Pulg.² AGA -29°C a 66°C

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

VALVULA DE RETENCION
TIPO COLIMPIO

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA N° IX.4

LISTA DE PARTES Y MATERIALES (FIG. IX.4)

DESCRIPCION	MATERIAL	QNTD
1) Columpio	Bronce	862
2) Cuerpo	Bronce	862
3) Disco	Bronce	862
4) Perno del columpio	Latón	816
5) Tapa	Bronce	862
6) Tapa lateral	Latón	816
7) Tuerca del disco	Latón	816

DIMENSIONES Y PESOS

Diámetro	2"	(50)
A	5"	(127)
B	3 1/2"	(89)

Peso aproximado: 1.85 Kg (4.1 lb).

VALVULA_DE_GLOBO

Ver FIG. IX.5.

Clase 125 Fig. W906

Diametro: 2 1/2"

Marra: Walworth o equivalente.

Cantidad: 1

TAG: 6L-02

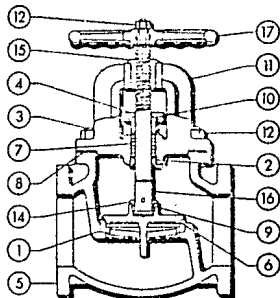
Características de Diseño:

- Bonete bridado.
- Vástago ascendente.
- Disco de una pieza, guiado para prevenir desalineamiento.

- Asientos renovables.
- Yugo y cuerda externa.
- Interiores de bronce.
- Extremos roscados.

Servicios recomendados:

- Regulación de flujo.
- Interiores de bronce para servicio de vapor, aceite o agua.



E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

VALVULA DE GLOBO

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ

LUIS M. ORTIZ CERVANTES

ESCALA: SIN.

FIGURA N° IX.5

LISTA DE PARTES Y MATERIALES (FIG. IX.5)

<u>D.E.S.C.R.I.P.C.I.O.N</u>	<u>M.A.T.E.R.I.A.L</u>	<u>ASIM</u>
1) Asiento del cuerpo	Bronce	B62
2) Asiento interior del bonete	Bronce	B62
3) Birlo	Aceró	A-108-1018
4) Brida del prensa empaque	Hierro	A-126-B
5) Cuerpo	Hierro	A-126-B
6) Disco	Bronce	B62
7) Empaques	Asbesto	
8) Junta	Asbesto grafitado	
9) Perno del disco	Latón	B16
10) Prensa empaques	Bronce	B62
11) Torrebonete	Hierro	A-126-B
12) Tuerca	Aceró	B-307-B
13) Tuerca brida prensaempaque	Latón	B16
14) Tuerca del disco	Bronce	B62
15) Tuerca del vástago	Bronce	B62
16) Vástago	Bronce	B62
17) Volante	Hierro	A-126-B

DIMENSIONES Y PESOS

Diámetro	2 1/2"	(65)
A	7 1/2"	(191)
B	12 3/8"	(314)
C	8"	(203)

Peso aproximado: 16.3 Kg (36 lbs).

TEMA X

PRUEBAS DE EQUIPO DE BOMBEO

1) ARRANQUE, PARO Y FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS
INSTALADAS EN EL LABORATORIO

Para el arranque, paro y funcionamiento de las bombas en nuestro laboratorio, seguiremos la secuencia de los siguientes diagramas de bloques del procedimiento de funcionamiento y operación.

a) Arranque

Verificación de las condiciones de arranque	Verificar que la válvula de descarga esté abierta	Cebado de la bomba	Accionar el interruptor de arranque
---	---	--------------------	-------------------------------------

Referirse al punto 2 preparación para funcionamiento.

b) Desconexión normal

-----	-----
{Que la válvula de}	{Accionar el inte-
{descarga perma- }	{rruptor de paro. }
{nezca abierta. }	{ }
-----	-----

c) Parada de emergencia.

-----	-----	-----	-----
{Parada de }	{Accionar el }	{Verificación}	{Cuidar que }
{emergencia}	{interruptor}	{ de }	{la válvula }
{por falla -->}	{de paro - -->}	{Interrupción-->}	{de descarga}
{ crítica }	{inmediata- }	{ }	{permanezca }
{ }	{mente. }	{ }	{abierta. }
-----	-----	-----	-----

Referirse al punto 4 localización de falla y punto 3.

2) **FUNCIONAMIENTO**

Preparación para funcionamiento.

Verifique todos los puntos siguientes antes de poner en marcha la bomba por primera vez.

1. Asegúrese de que todos los pernos de apriete de la bomba y tubería están firmemente apretados.
2. Momentáneamente conecte el motor y compruebe si la dirección de la rotación concuerda con la flecha indicadora de la dirección de rotación. Si está invertida, intercambie las conexiones de dos cualquiera de las tres fases.

Esta comprobación se llevará al cabo sólo en el arranque inicial y después de que el cable ha sido desconectado y reconectado.

3. Asegúrese de que la bomba, el cilindro y la tubería de succión, estén llenos de agua.
4. Gire el acoplamiento de la bomba con la mano y compruebe que gira suavemente.
5. Asegúrese de que la válvula de descarga esté cerrada.
6. Otra bomba no debe haber sido puesta en marcha.

3) NOTAS DURANTE EL FUNCIONAMIENTO

- (a) Notas para capacidad de bomba.

Si la bomba es operada a una capacidad extremadamente baja o extremadamente alta, el flujo del líquido en la rueda móvil es perturbado, resultando en ruido o vibración. No es deseable operar la bomba por largo tiempo en tal condición, en vistas a la durabilidad de la bomba.

- (b) Durante el funcionamiento, compruebe si las agujas del amperímetro de motor, manómetro de bomba, etc., se desvían anormalmente.
- (c) Compruebe si se producen ruido y vibración anormales.
- (d) Si el suministro de potencia eléctrica falla durante el funcionamiento, desconecte el suministro de energía positivamente y cierre la válvula de descarga con la mano. Si se olvidara, podría ocurrir un problema serio cuando se recupere la energía eléctrica.

4) LOCALIZACION DE FALLAS

En el caso de una falla en las instalaciones, el tiempo y los gastos se pueden reducir localizando la causa y tomando medidas adecuadas, refiriéndose a la siguiente Tabla de Localización de fallas.

En el caso de una acción correctiva, ésta no podrá realizarse por el alumno; el técnico podrá resolver el problema rápidamente si el alumno le informa la causa del problema ocurrido, según la información contenida en la siguiente Tabla de Localización de Fallas.

FALLA	CAUSA DEL PROBLEMA	ACCION CORRECTIVA
Incapaz de arrancar.	Mala conexión de alambre.	Corregir conexión de alambre.
	Objeto extraño - atrapado en elementos internos de la bomba.	Remover objeto extraño.
Capacidad y altura de elevación insuficientes.	Dirección de rotación equivocada.	Corregir
	Presion de succión demasiado baja.	Remover objetos extraños.
		Comprobar tubería y reapretar pernos.

FALLA	CAUSA DEL PROBLEMA	ACCION CORRECTIVA
	Velocidad de rotación insuficiente.	Inspeccionar resistor
Sobrecarga	Objeto extraño - atrapado en las partes internas - de la bomba.	Remover objeto extraño
	Excesiva velocidad de rotación de bomba.	Corregir velocidad.
	Sólidos muy grandes en agua de bombeo.	Quitar sólidos
	Equipo eléctrico	Reemplazar pieza defectuosa.
Recalentamiento de motor	Sobrecarga	Reparar defecto

FALLA	CAUSA DEL PROBLEMA	ACCION CORRECTIVA
	Falla eléctrica	Reparar deferto
Generación de ruido.	Cojinete de empuje dañado.	Reemplazar cojinete
	Ocurrencia de cavitación.	Cerrar parcialmente la válvula de descarga (si sigue el ruido, esto confirma que la bomba está cavitando)
	Resonancia con tubería	
Vibración	Rigidez insuficiente de Cimentación	Reforzar cimentación

FALLA	CAUSA DEL PROBLEMA	ACCION CORRECTIVA
	Desalineamiento de acoplamiento.	Realignar.
	Generación de cavitación.	Cambiar impulsores.

5) REQUISITOS PARA LAS PRUEBAS

Condiciones de operación.

Los factores primarios que afectan el funcionamiento de una bomba son la entrada (succión), salida (descarga o carga total) y velocidad. Los factores secundarios, no por necesidad en ese orden son físicos y de clima, como la temperatura del líquido, viscosidad, altura sobre el nivel del mar, peso específico y turbidez (lodos y/o sólidos). En algunas instalaciones es imposible la descarga o la carga con exactitud. En esos casos, se requieren pruebas más extensas en el laboratorio. Sobra decir que las pruebas en el laboratorio de una fábrica, en tales casos, deben simular todas las condiciones de operación, instalación y succión en el campo.

5. CONDICION DE LAS PRUEBAS

Es muy conveniente que el laboratorio cuente ;con un libro de bitácora en donde se vea obligado el encargado a hacer todas las anotaciones que se le solicitan, y para que en un momento dado pueda extenderse una constancia certificada del comportamiento de alguna bomba en particular.

Antes de iniciar cualquier prueba, en los casos de prototipo, será necesario conocer los datos del diseño.

Se hará una inspección superficial para constatar que todos los elementos se encuentran en su lugar y en buen estado. Siempre que sea posible, hacer girar la bomba manualmente para asegurarse de que no haya obstrucciones.

En bombas de eje horizontal, el plano de referencia para todas las lecturas es el plano horizontal que pasa por el eje geométrico del impulsor, y generalmente el nivel del agua se encuentra por debajo de él, luego la presión en el tubo de succión es negativa.

Dado que es necesario estrangular totalmente la válvula de la descarga para lograr el cebamiento de la bomba, el arranque será en esta situación que también favorece el motor por ser punto de mínimo consumo de potencia; se tomarán precauciones para purgar perfectamente el aire en los tubos que conducen a los instrumentos de medición y que tienen presión positiva como es el caso de los manómetros de medición de carga y gasto. Se puede continuar la prueba descendiendo para la curva característica hacia la región de máximo caudal.

Por lo que se refiere a las bombas verticales que se instalan sumergidas como es el caso de las de hélice, la instalación es más simple, lo mismo que la puesta en marcha. Puesto que no necesita cebarse al mismo tiempo, deja de instalarse el instrumento medidor de presión correspondiente a la succión.

El plano de referencia en este caso es el plano horizontal sobre el cual descansan las aristas inferiores de los álabes del impulsor. (Si hay agrupados varios, se refiere al primero contado de abajo hacia arriba).

Ahora no es necesario estrangular la válvula de control de flujo, puesto que no hay que cebar, pero así es conveniente crear presión en el sistema con objeto de purgar el aire que exista en los conductos de los interruptores de medición, que en este caso son únicamente dos: presión en la descarga y medición de flujo.

7) PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO DEL EQUIPO E INSTRUMENTOS

1. Realice una supervisión visual de toda la instalación.
2. Seleccione el tipo de prueba que va a realizar.
 - a) Bomba vertical.
 - b) Bomba horizontal.
3. Seleccione el tipo de medidor que utilizará.
 - a) Venturi.
 - b) Placa de orificio.

4. Realice una nueva inspección visual sobre la trayectoria que usted haya elegido.
5. Según la bomba que haya elegido, aisle la otra cerrando las válvulas de corte CH3 ó CH4 según sea el caso.
6. Verifique que la válvula de control de flujo GL-01 se encuentre cerrada totalmente.
7. Según el tipo de medidor de flujo seleccionado, aisle el otro con sus respectivas válvulas de corte.

NF-01: Venturi Válvulas: CH-7, CH-9

NF-02: Placa Válvulas: CH-8, CH-10

8. Abra las válvulas CV-2 y CV-1 del indicador de nivel del tanque elevado para que pueda operar la columna de nivel.
9. Cierre aproximadamente a $3/4$ la válvula de descarga del tanque estabilizador.

10. Según la trayectoria que recorrerá el flujo de agua, abra las válvulas de corte de los manómetros que se encuentren en estas líneas.
CH-6, CH-1 y CH-5, CH-11 & CH-2.
11. Gire el reóstato de campo del motor que empleará (motor horizontal o vertical) hasta 0%.
12. Accione el interruptor de encendido checando que prenda el foco indicador de voltaje.
13. Empiece a variar el porcentaje de potencia eléctrica girando el reostato de 0 a 100, esto provocará una variación en las R.P.M.
14. Según el nivel de llenado del tanque elevado, abra o cierre la válvula de descarga GL-02 de este tanque.
15. Una vez terminadas las pruebas cierre la válvula de descarga (GL-01) de las bombas y reduzca a cero el reostato de campo.

16. Accione el interruptor de apagado verificando que las luces indicadoras de potencia se apaguen, y el vólmetro y amperímetro indiquen cero (0).
17. Cierre todas las válvulas.

8) **REGISTRO DE DATOS**

En la FIG. X.1 se muestra una forma para registrar los datos de prueba de una unidad de bombeo y su comportamiento.

Se debe de anotar con cuidado el número de serie del fabricante, tipo, tamaño u otro medio de identificación de cada bomba y máquina motriz sometidas a pruebas, a fin de evitar errores en su identificación. Se deben determinar las dimensiones y condiciones físicas, no sólo de la máquina sino también de todas las partes correlativas de la instalación que pueden tener un reflejo importante en el resultado de una prueba.

REGISTRO DE PRUEBA DE COMPORTAMIENTO DE BOMBA

FECHA DE LA PRUEBA _____ PRUEBA NO _____ CLIENTE _____ NO PEDIDO _____
 CORRIENTE DEL FABRICANTE NO _____ PLANTA _____ TANTO M.M. _____
 NOMBRES MONTAJES _____ CARGA TOTAL (PIES) _____ RPM _____
 CARGA (O LITROS) _____ ALCANCE DE LA CARGA _____
 CARGA DE EFICIENCIA TOTAL _____
 NOMBRE MOTRIZ _____ CABALLAJE _____ VOLTAJE DE PARTIDA _____
 SERIE NO. _____ SERIE NO. _____
 TIPO DE MOTOR DE DESCARGA _____ FACTOR DE COMPRESION _____
 NOMBRE DE LA CARGA _____ CORRECCION _____ NUMERO DE SUCCION _____ CORRECCION _____
 DIAMETRO INTERIOR SUCCION _____ DIAMETRO INTERIOR DESCARGA _____
 FABRICANTE _____ TAMPO _____ TAMPO SUCCION _____ NO. DE ETAPAS _____
 SERIE NO. _____ TAMPO DESCARGA _____

CORRIENTE NO.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	PRESION LBS/PIEZ										
	CARGA PIES										
	AL MONOMETRO HASTA NIVEL DE AGUA PIES										
	CARGA DE VELOCIDAD PIES										
	CARGA TOTAL PIES										
F	LECTURA										
	CONVERSION										
	CIRCULACION GPM										
M	VOLTAJE DEL MOTOR										
	AMPERES										
	KILOWATTS										
	ENTRAGA TOTAL CABALLAJE										
	% EFICIENCIA DEL MOTOR										
	VELOCIDAD DEL MOTOR										
	VELOCIDAD RPM										
	ODIMETRO										
	CABALLAJE AL FRENO										
	POTENCIA DEL AGUA										
% EFICIENCIA DE BOMBA											
% EFICIENCIA TOTAL											

PRUEBA POR _____ ATESTIGADA POR _____
 TIPO DE PAPER _____
 (FABRICA O TIPO) _____
 OBSERVACIONES _____

BOMBAS PARA RIEGO Y DRENAJE
 PROCESO DE CONSTRUCCION Y DE PRUEBA
 DATOS DE PRUEBA DE LA UNIDAD DE BOMBEO

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBA
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

REGISTRO DE PRUEBA DE COMPORTAMIENTO DE
 BOMBA.

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: SIN.

FIGURA Nº IX.1

TRAZADO DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

Al trazar las curvas con los resultados de la prueba, se debe tener presente que cualquier punto puede tener un error, pero que todos los puntos deben establecer una tendencia.

Salvo que se introduzca un factor externo que ocasione un cambio abrupto.

Se puede trazar una curva suave para todos los puntos trazados y no por necesidad para cada uno de ellos. La FIG. X.2 es una gráfica que muestra la determinación del comportamiento de la bomba con la carga total, entrada de potencia (hp) y eficiencia en porcentaje, todas trazadas en la misma gráfica y la capacidad es la abscisa de las curvas.

CURVA DE OPERACION

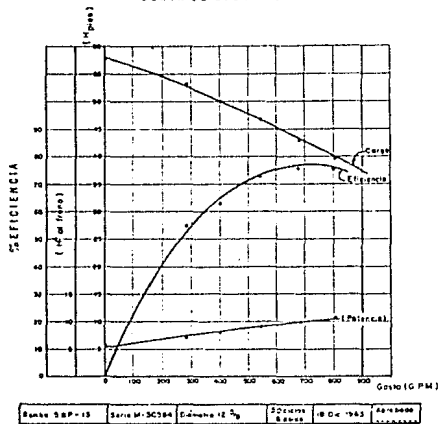


Figura 208. Curva de operación.

E.N.E.P. ARAGON U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 ANTEPROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PUEBLO
 DE BOMBAS CENTRIFUGAS EN ENEP-ARAGON

CURVA DE OPERACION

EFREN ABUNDIS VILLAGOMEZ.

LUIS M. ORTIZ CERVANTES.

ESCALA: 5/11.

FIGURA N° IX.2

TEMA XI

COSIOS

PARTIDA	CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO
1	7	Válvulas de Compuerta 1/2" D.N. Extremos Roscados, Material: Bronce Fig. W55 Clase 125 Walworth.	195,846.00
2	6	Válvulas de Compuerta 2" D.N. Extremos Roscados, Material: Bronce Fig. W2 Clase 125 Walworth.	674,550.00
3	1	Válvula de Globo 2" D.N. Extremos Roscados, Material: Bronce Fig. W58 Clase 125 Walworth.	142,374.00
4	1	Válvula de Retención Tipo Columpio Extremos Roscados, Material: Bronce 2" D.N. Fig. W406 Clase 125 Walworth.	98,276.00
5	1	Válvula de Globo 2 1/2" D.N. Extremos Roscados Material: Bronce Fig. W906 Clase 125 Walworth.	185,425.00
6	5	Manómetros fabricados en Resina Fen- ólica anillo de retención de acero inoxidable, diámetro de carátula de 4 1/2 conexión inferior 1/2" NPT Sistema Bourdon de acero inoxidable Rango: 0 - 7 Kg/cm ²	1'225,000.00
7	5	Amortiguadores de Pulsaciones en Aceo al carbón 1/2" NPT.	80,000.00
8	1	Columna de Nivel para baja presión con una longitud visible 2'-2/1" Material de la cámara de Bronce con válvulas de corte en los extremos y conexiones de 1/2" D.N. Roscados.	390,000.00

E.N.E.P. - ARAGON KUANA

PAG. 136

PARTIDA	CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO
9	1	Placa de Orificio Tipo B, Marca: Electrónica Industrial Mondlova Material: Bronce con orificios concén- trico, 150 Lbs. Número de Catálogo PO-B-2.	150,000.00
10	2	Bridas Tipo TH 150 lbs. Cara realizada Marca: Electrónica Ind. Mondlova, con birlos y empaque. Para sujeción de placa de orificio (4" Diam.).	95,000.00
11	1	Tubo Venturi para línea de 2" D.N. en Material: Bronce	275,000.00
12	4	Bridas Slip-on 150 Lbs. RF para CD-40 con birlos y empaque (Diam. 4")	95,600.00
13	1	Bombas Marca Sulzer tipo Horizontal Modelo MB32 de 2 pasos 3500 RPM	1'900,000.00
14	1	Bomba Vertical Modelo FM4LC Marca Fair Banks Morse de un paso.	4'350,000.00
15	1	Motor 3 HP Marca Remsa Flecha Hueca Tipo Inducción Jaula de ardilla 3 fa- ses 60 HZ, 220, 440 Volts Tipo verti- cal.	1'574,257.00
16	1	Motor Horizontal 5 HP totalmente en- carrado con Ventilador exterior flecha hueca 3500 RPM, marca Remsa.	2'002,540.00
17	1	Variador de velocidad electrónico Marca Altivar 5, 3 HP tipo Atv-45U22	2'835,000.00
18	1	Variador de velocidad electrónico Marca Altivar 5, 5 HP Tipo ATU-45U40	3'250,000.00
19	9	Codos 90º CD 40 Mat. 105 2" Diám. Roscado.	62,325.00

E. N. E. P. ARAGONZUNANAM.

PAG. 137

PARTIDA	CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO
20	1	Codo 90o CD 40 Mat. 105 2 1/2" Diam. Roscado.	9,250.00
21	3	TEE 2" Diam. Mat. SA-105 Roscado	23,550.00
22	5	Tubo 2" Diam. CD 40 Mat. SA-106-B X 240" L.G.	641,513.00
23	1	Tubo de 1/2" Diam. CD 40 Mat. SA-106-B X 240" L.G.	50,000.00
24	3	Tubo de 2 1/2" Diam. CD 40 Mat. SA-106-B X 240" L.G.	455,240.00
25	5	Medio coque 1/2" D.N. 150 lbs. SA-105 Roscado.	3,156.00
26	10	Niple 150 mm x 1/2" Diam. Roscado SA-106-B	7,500.00
27	5	Coples 1/2" D.N. 150 lbs. Roscado SA-105	14,009.00
28	1	Pileta o Cárcamo 2.5 m2 concreto a 150,00 \$/m3 30 Varillas 2/8 Diam. 2,000 Varillas 3 m2 de madera IPR 6M 6x4 1,500 x Kg	1,152,000.00
29	500	Kgs. de acero estructural (Angulo, IPR y solera)	900,000.00
30	1	Lote de consumibles (Estopa, Grasa, Aceite, etc.)	150,000.00

NOTA: ESTOS PRECIOS SON APROXIMADOS.

CONCLUSIONES

Después de que usted amable lector haya terminado de analizar los temas que aquí hemos expuesto, justificará junto con nosotros la construcción de un Banco de Pruebas para Bombas Centrifugas en la E.N.E.P./ARAGON.

La construcción de un laboratorio de este tipo, marcaría el inicio de la investigación y el estudio de los fenómenos que hasta ahora no han sido tratados prácticamente en la E.N.E.P./ARAGON.

Cabe hacer notar que estamos proponiendo un laboratorio básico, que es susceptible de perfeccionamiento conforme transcurre el tiempo haciendo que nuestro laboratorio básico en un principio se transforme con el tiempo en un complejo laboratorio de hidráulica.

Es importante mencionar que la propuesta aquí presentada sobre la Construcción del Banco de Pruebas y éste en sí, cumple con todas las condicionantes que debieran ser tomadas en cuenta, ya que todos los puntos aquí mencionados, desde los arreglos hasta la colocación de las válvulas y manómetros están bajo el estricto apego a las normas internacionales que para efecto de laboratorios de hidráulica se han establecido.

Los programas de fabricación, montaje y la tabla de costos, es un estimado y se formularon en base a experiencias personales, consultas directas con proveedores de equipos y materiales, así como comentarios de tercero.

Siendo la adquisición de equipo y mano de obra un punto delicado en la U.N.A.M., los aquí mencionados quedan sólo como referencia.

Como Universitarios y principalmente como Egresados de la E.N.E.P., ponemos a consideración de todos ustedes este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- CURSOS DE MAQUINAS HIDRAULICAS
MIGUEL REYES AGUIRRE
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM
REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S.A.
- 2.- PUMPS A POWER
HAND BOOK OCT. 1954
T. HICKS
Mc. GRAW HILL
- 3.- CENTRIFUGAL PUMPS
I. KARASSIK F.W. DODGE
CORPORATION 1960 N.Y.
- 4.- HYDRAULIC INSTITUTE STANDARS
12a. Ed. 1969
(BOMBAS CENTRIFUGAS)
- 5.- POWER TEST CODE
CENTRIFUGAL PUMPS PTC 8.2 1965
AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINNERS ASME.
- 6.- TESTING MTHOS FOR CENTRIFUGAL PUMPS
MIXED FLOW PUMPS AND AXIAL FLOW PUMPS
JAPANESE INDUSTRIAL STANDAP
B 8301-1976