



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
de la U. N. L.



B

ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS, A. C.

SEMINARIO DE ING. MECANICA

Ponencia:

**MODIFICACION DEL DIAMETRO
DE LOS
IMPULSORES EN BOMBAS CENTRIFUGAS**

Monterrey, N. L.
Agosto de 1967.

Presentada por:
ING. HUMBERTO CANTU

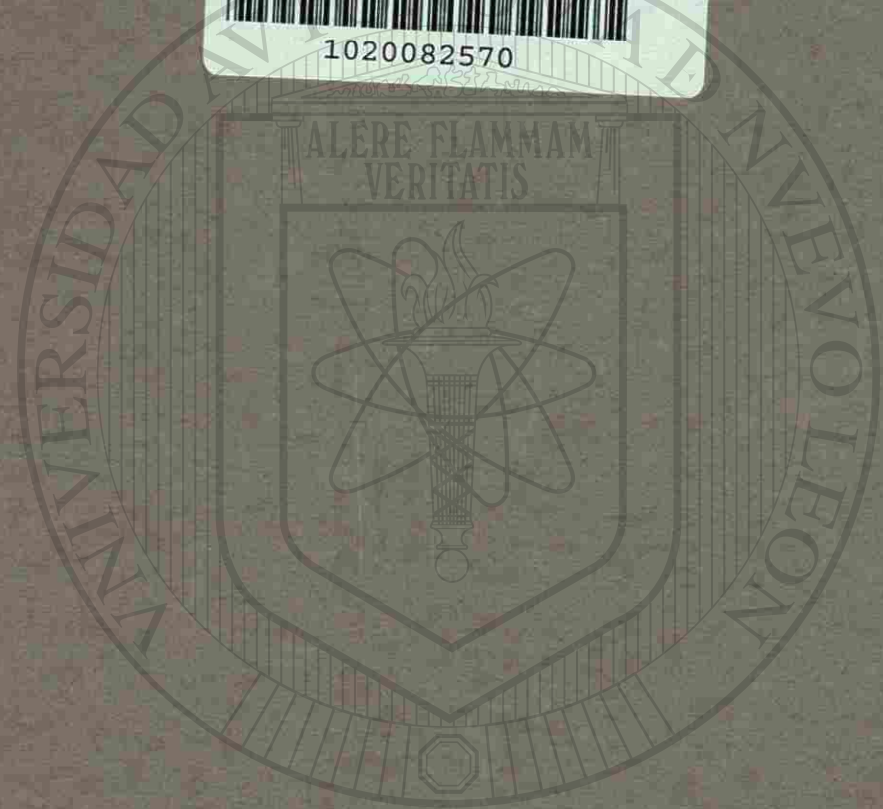
1733
1734

NEW YORK
1735

NEW YORK
1736

NEW YORK
1737

NEW YORK
1738



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
de la U. N. L.

22
Núm. de Expediente
Núm. de Libro
Fecha
Clasificación
Categoría

ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS A.C.

SEMINARIO DE ING. MECANICA

JUANIL

Parcial

MODIFICACION DEL DIAMETRO
DE LOS

IMPULSORES EN BOMBAS CENTRIFUGAS



San Nicolás de los Garza, N. L.
Enero de 1967

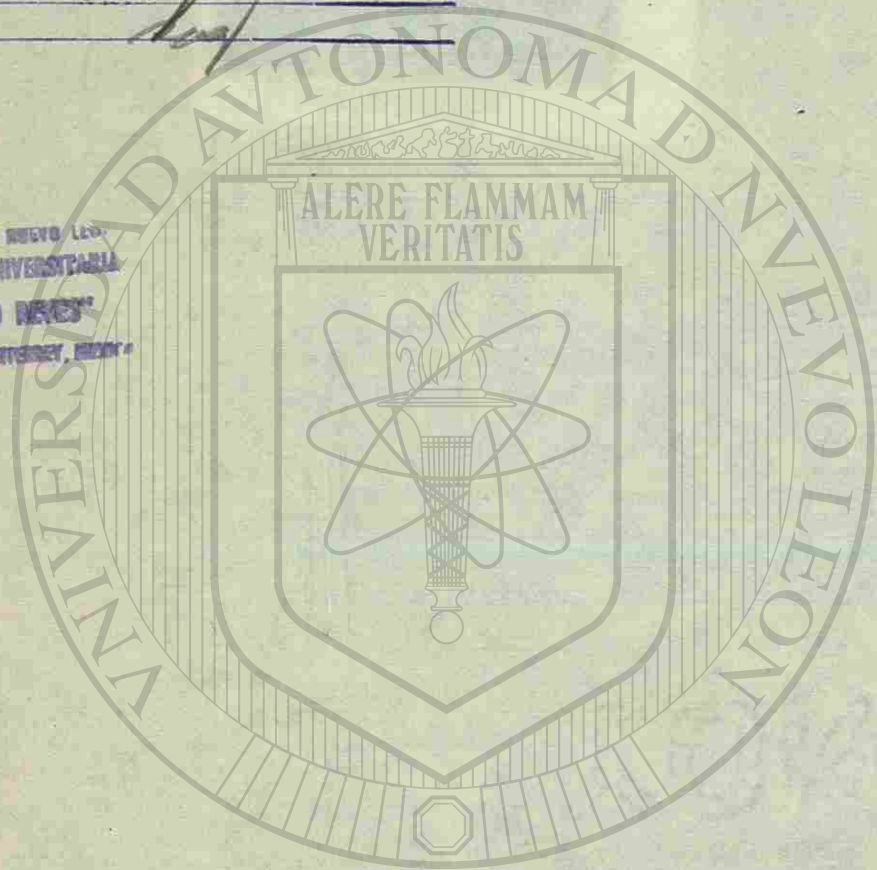
Presentado por
ING. HUMBERTO GANTU

SEDE DE LA BIBLIOTECA
UNIVERSITARIA

059540

Núm. Clas. 621.67
 Núm. Autor 0233
 Núm. Adg. 059349
 Procedencia -
 Precio _____
 Fecha Abril de 1968.
 Clasificó ocg
 Catalogó _____

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN
 BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
 "ALFONSO REYES"
 CARR. MONTERREY, N. L.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
 de la U. N. L.



ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS, A. C.

SEMINARIO DE ING. MECANICA

Ponencia:

**MODIFICACION DEL DIAMETRO
 DE LOS
 IMPULSORES EN BOMBAS CENTRIFUGAS**

Monterrey, N. L.
 Agosto de 1967.

Presentada por:
 ING. HUMBERTO CANTU

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
 "ALFONSO REYES"



Capilla Alfonsina
 Biblioteca Universitaria

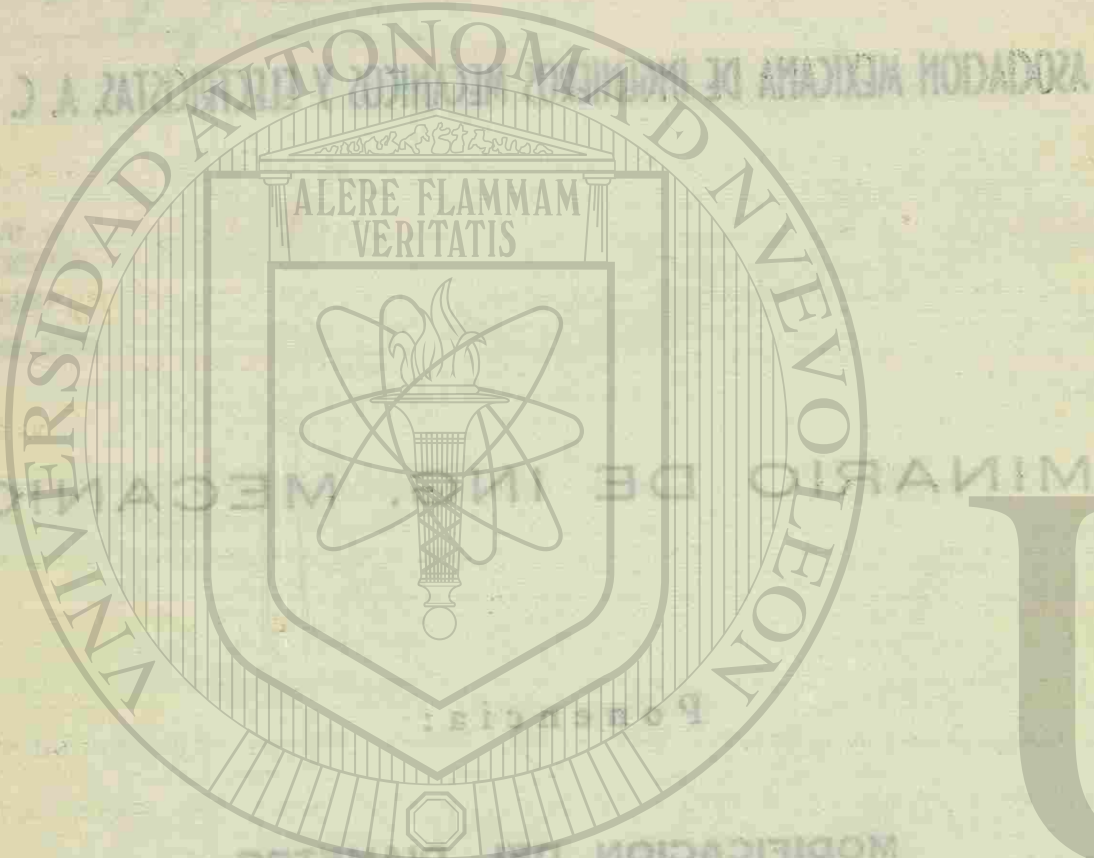
51228

FONDO UNIVERSITARIO

059349



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
de la U. N. L.
TJ 919
C3



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO UNIVERSITARIO

MODIFICACION DEL DIAMETRO DE LOS IMPULSORES EN BOMBAS CENTRIFUGAS

Ocorre con frecuencia en la práctica que las condiciones de bombeo, presión y capacidad no se ajustan a una línea de bombas centrífugas disponible. Por ejemplo, la necesidad de presión y caudal son más grandes que las que pueden surtir una bomba y la siguiente en la línea es demasiado grande para estas condiciones. Entonces hay varias alternativas a seguir:

PRIMERA.- Se puede aumentar la velocidad de la bomba de menor tamaño para aumentar el caudal y la presión. Este procedimiento generalmente no es práctico porque casi todas las bombas en la industria están movidas por motores de jaula de ardilla, los cuáles tienen velocidades constantes dependiendo del número de polos y en la frecuencia de la corriente alterna de operación y cambiando a otro motor con un número diferente de polos la diferencia de la velocidad es muy grande, lo cuál cambiaría grandemente el caudal y la presión. El cambio de velocidad se puede efectuar también usando poleas y bandas V con las cuáles se puede lograr la velocidad deseada, pero esto implica hacer una base especial para el motor y la bomba y una cubierta protectora. El uso de las poleas de transmisión tiene la gran desventaja que inducen cargas laterales en la flecha de la bomba, lo que aunado a la carga axial inducida por la presión en la cara trasera del impulsor implica el uso de rodamientos de mayor capacidad, etc.

EL USO DE TRANSMISIONES POR MEDIO DE ENGRANES ESTÁ GENERALMENTE FUERA DE CONSIDERACIÓN DEBIDO AL COSTO.

CUANDO EL AUMENTO DE VELOCIDAD ES CONSIDERABLE EXISTE EL PELIGRO DE EXITAR VIBRACIONES DAÑINAS EN LAS TUBERÍAS DE LA INSTALACIÓN Y EN LA BOMBA MISMA; LO ANTERIOR ES DEBIDO A QUE LA MAYORÍA DE LOS FABRICANTES, A MENOS QUE SE TRATE DE CASOS ESPECIALES, BALANDEAN LOS IMPULSORES ESTATICAMENTE Y NO DINAMICAMENTE.

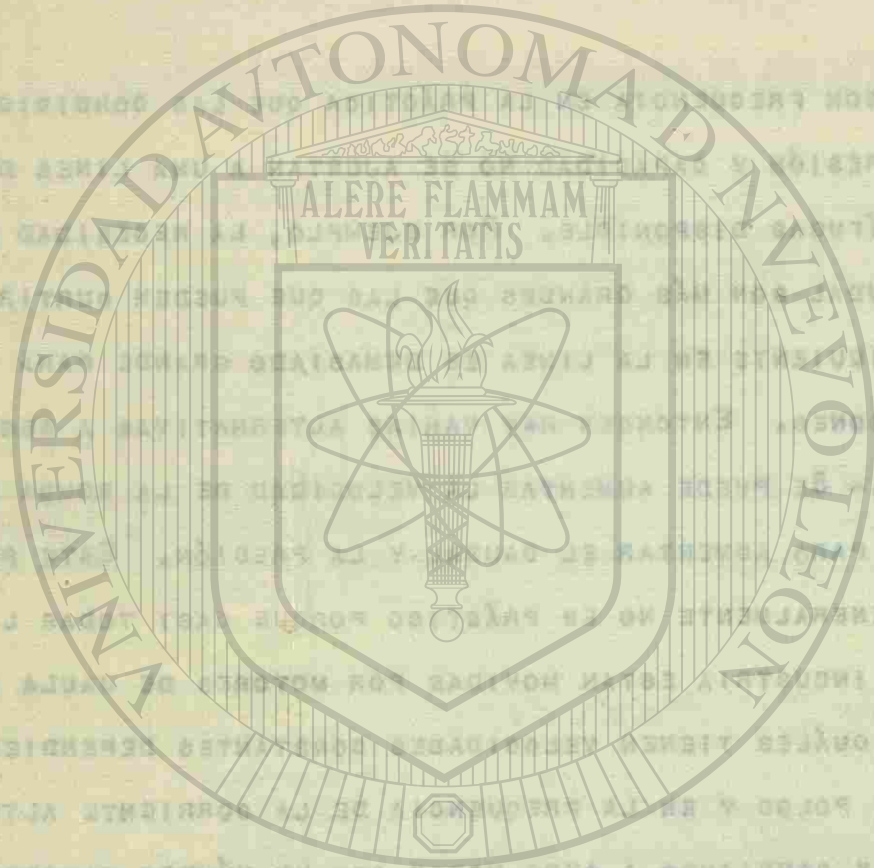
OTRO PELIGRO EXISTENTE ES EL DE LA CAVITACIÓN EN LA ENTRADA DEL IMPULSOR DEBIDA AL AUMENTO CONSIDERABLE DE VELOCIDAD DEL FLUIDO Y A CAMBIOS BRUSCOS DE DIRECCIÓN.

POR LAS RAZONES ANTERIORMENTE MENCIONADAS, ES PRÁCTICA POCO COMÚN AUMENTAR LA VELOCIDAD DE LAS BOMBAS PEQUEÑAS PARA CUMPLIR CONDICIONES DE BOMBEO MAYORES QUE SU CAPACIDAD NORMAL.

SEGUNDA.- AUMENTAR EL DIÁMETRO DEL IMPULSOR, LO CUÁL IMPLICARÍA MODIFICAR LOS MODELOS DE FUNDICIÓN, LO CUAL ADEMÁS DE COSTOSO TIENE POCAS PROBABILIDADES DE ÉXITO POR SER DIFÍCIL CONSERVAR LAS MEDIDAS ORÍSTICAS DEL IMPULSOR. ADEMÁS DE NO PODERSE ACOMODAR EN EL DIFUSOR.

TERCERA.- DISMINUIR LA VELOCIDAD DE LA BOMBA MAYOR, LO CUÁL ACARREA PROBLEMAS DE LA MISMA ÍNDOLE QUE LA PRIMERA ALTERNATIVA. SISTEMAS DE TRANSMISIÓN COSTOSOS Y POCO PRÁCTICOS, ETC.

CUARTA Y ÚLTIMA ALTERNATIVA.- REDUCIR EL DIÁMETRO DEL IMPULSOR DE LA BOMBA MAYOR, LO CUÁL SI LA REDUCCIÓN NO PASA DE



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UN VEINTE POR CIENTO ES LA MEJOR SOLUCIÓN AL PROBLEMA, PUESTO QUE SOLO IMPLICA UNA OPERACIÓN SIMPLE DE MAQUINADO QUE PUEDE SER EFECTUADA EN UN TORNO CORTANDO EL DIÁMETRO EXTERIOR HASTA LA MEDIDA DESEADA.

ESTA REDUCCIÓN EN DIÁMETRO PUEDE COSTAR ALGUNOS PUNTOS EN EFICIENCIA (MENOS DE 5 GENERALMENTE) EN ALGUNOS GASOS Y EN OTROS NO, DEPENDIENDO DE MUCHOS FACTORES COMO VELOCIDAD ESPECÍFICA DEL RODETE, GEOMETRÍA DE LA BOMBA, EL LIMADO DE LA CARA FRONTAL DEL ALABE Y OTROS MAS.

HASTA AHORA SE HA HABLADO DE CORTAR Y AUMENTAR EL DIÁMETRO DEL IMPULSOR Y AUMENTAR O DISMINUIR LA VELOCIDAD DE LA BOMBA, PERO NO SE HA MENCIONADO EN QUÉ MODO ÉSTO AFECTA EL RENDIMIENTO, LA CARGA MANOMÉTRICA Y LA POTENCIA CONSUMIDA.

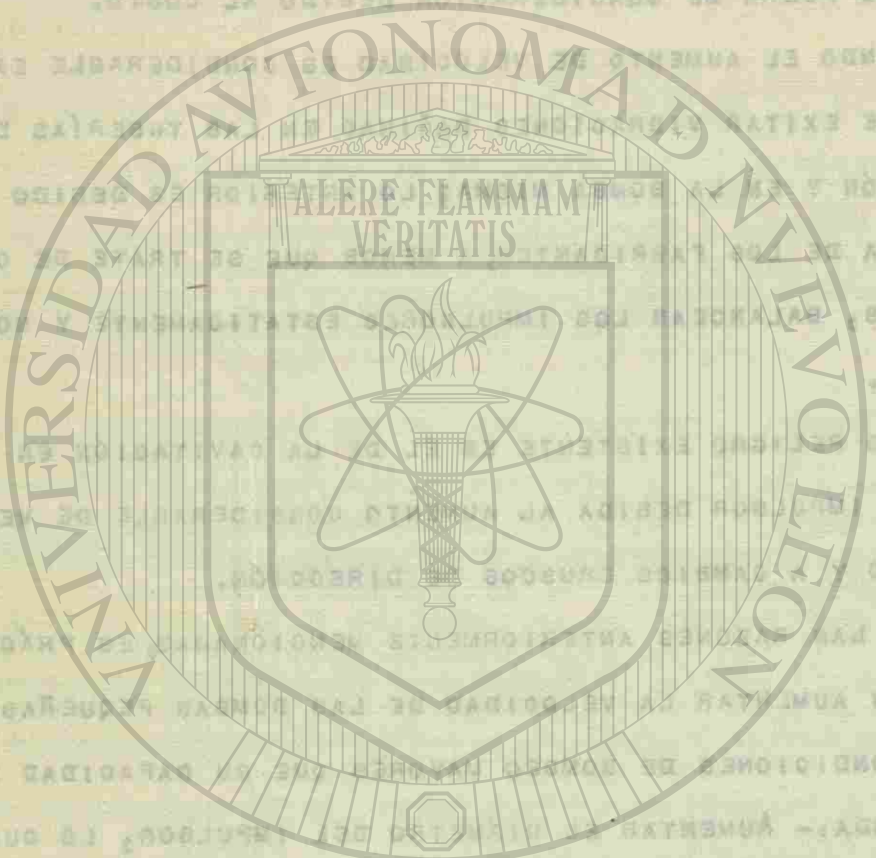
LO ANTERIOR ES EXPRESADO POR MEDIO DE LAS RELACIONES LLAMADAS DE AFINIDAD QUE DICEN:

- 1.- CUANDO EL DIÁMETRO DEL IMPULSOR O LA VELOCIDAD DE LA BOMBA VARÍAN, EL CAUDAL VARÍA DIRECTAMENTE A LA VELOCIDAD O EL DIÁMETRO, LA CARGA MANOMÉTRICA VARÍA DIRECTAMENTE AL CUADRADO DE LA VELOCIDAD O DEL DIÁMETRO Y LA POTENCIA REQUERIDA VARÍA DIRECTAMENTE AL CUBO DE LA VELOCIDAD O AL DIÁMETRO.

MATEMATICAMENTE ESTAS TRES LEYES SE EXPRESAN DEL SIGUIENTE MODO:

$$1).- \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_1}{D_2}$$

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA "ALFONSO REYES" Cdad. MEX MEXICO, MEXICO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UN VEINTE POR CIENTO ES LA MEJOR SOLUCIÓN AL PROBLEMA, PUESTO
QUE SOLO IMPLEA UNA OPERACIÓN SIMPLE DE MÁQUINAS QUE PUEDA
SER EFECTUADA EN UN TORNO BASTANTE PEQUEÑO Y CON UN DIÁMETRO EXTERIOR HASTA
LA MEDIDA DESIADA.

ESTA REDUCCIÓN DE LOS PUNTOS EN
ERIGIENDO (MENCIONAR EN EL TEXTO) EN
GROSOS NO, DEPENDIENDO DE MUCHOS FACTORES COMO VELOCIDAD, ESPESOR
OFICIA DEL HIERRO, SECONDA DE LA BOMBA, EL TIPO DE LA CARA
FRONTAL DEL HIERRO Y OTROS FACTORES QUE DEPENDEN DEL DISEÑO.
HASTA AHORA SE HA TRABAJADO EN LA INDUSTRIA Y AUMENTAR EL DISEÑO
DE LOS HIERROS Y AUMENTAR EL DISEÑO DE LA VELOCIDAD DE LA
BOMBA, PERO NO SE HA TRABAJADO EN EL HIERRO QUE SE TRABAJA EN
DISEÑO, LA VELOCIDAD MANOMÉTRICA Y LA POTENCIA MANOMÉTRICA.
LO ANTERIOR ES EXPRESAR POR MEDIO DE LAS RELACIONES LIA-
MADAS DE VELOCIDAD MANOMÉTRICA Y LA POTENCIA MANOMÉTRICA.
1.- CUANDO EL DIÁMETRO DEL HIERRO O LA VELOCIDAD DE LA
BOMBA VARIA, EL CAUDAL VARIA DIRECTAMENTE A LA VELO-

CIDAD O EL DIÁMETRO, LA CARGA MANOMÉTRICA VARIA DI-
RECTAMENTE AL CUADRADO DE LA VELOCIDAD O DEL DIÁMETRO
Y LA POTENCIA REQUERIDA VARIA DIRECTAMENTE AL CUBO DE
LA VELOCIDAD O AL DIÁMETRO.
MATEMÁTICAMENTE SE PUEDE EXPRESAR DEL SIGUIENTE
MODO:

$$1) \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^3$$

$$2) \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

$$3) \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^3$$

EN DONDE:

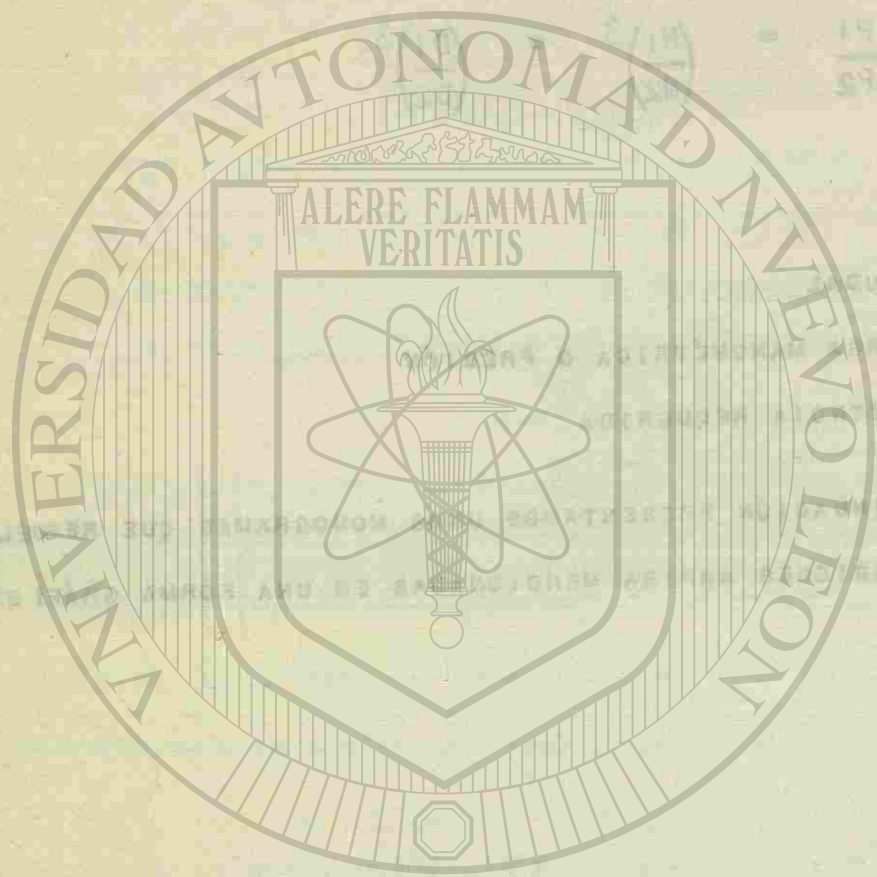
- Q = CAUDAL
- H = CARGA MANOMÉTRICA O PRESIÓN
- P = POTENCIA REQUERIDA

A CONTINUACIÓN PRESENTAMOS UNOS MONOGRAMAS QUE RESUELVEN LAS EQUACIONES ARRIBA MENCIONADAS EN UNA FORMA GRÁFICA.

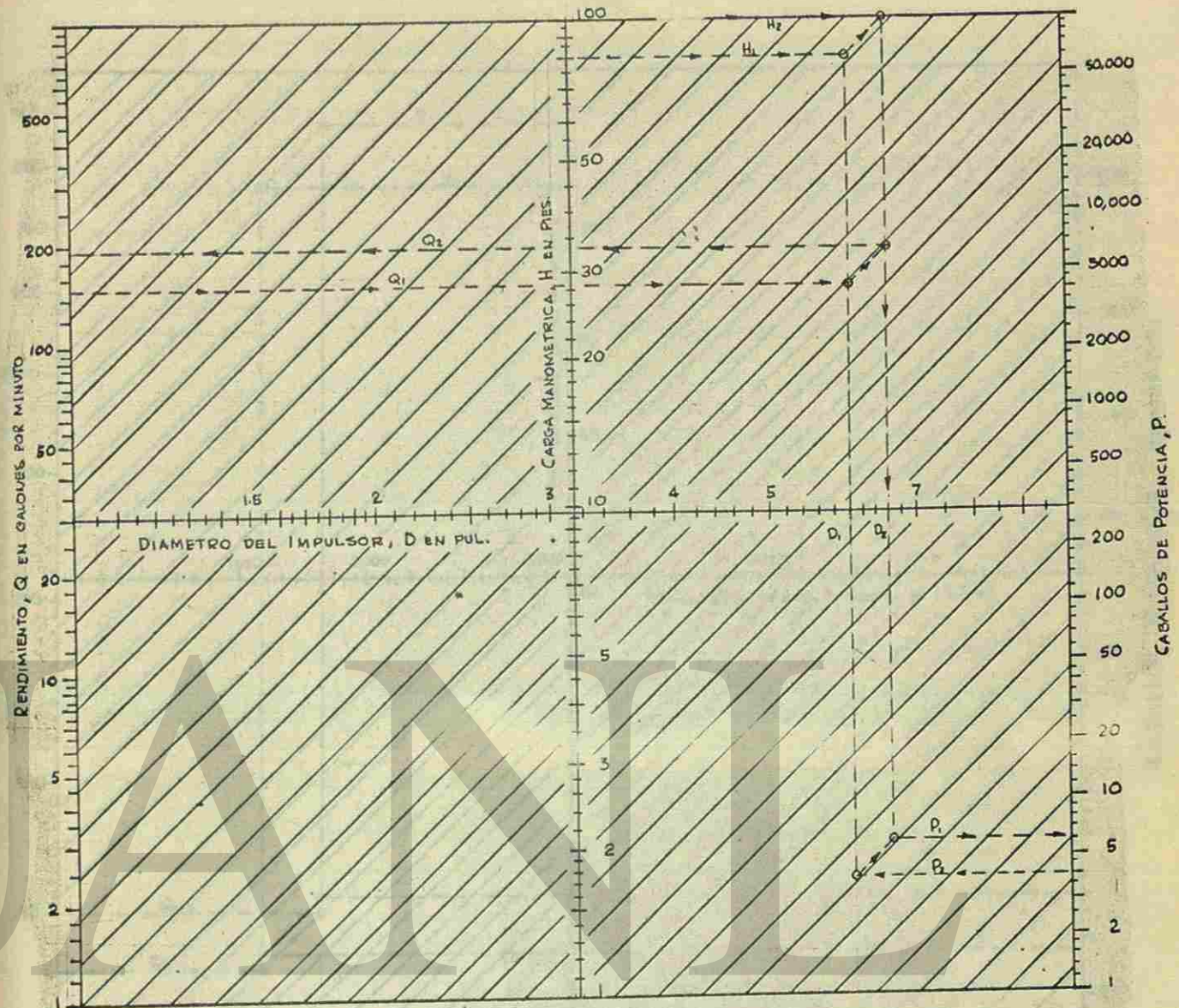
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



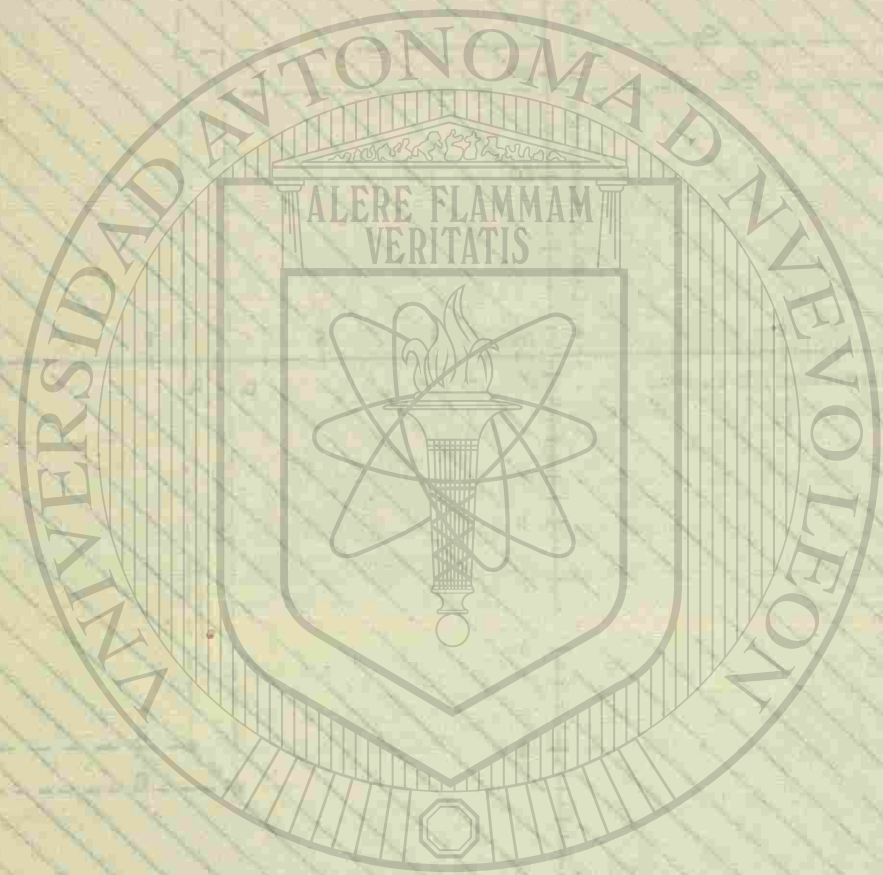
EJEMPLO.-
 SE TIENE UNA BOMBA CENTRIFUGA CON UN IMPULSOR DE UN DIAMETRO $D_1 = 6$ PUL. Y QUE AL PUNTO DE MEJOR EFICIENCIA ENTREGA UN CAUDAL $Q_1 = 150$ GPM. CON UNA CARGA MANOMÉTRICA $H_1 = 80$ PIES Y REQUIERE UNA POTENCIA $P_1 = 4$ CABALLOS. ¿QUE DIAMETRO D_2 DEBERÁ TENER EL IMPULSOR PARA QUE A LA MISMA VELOCIDAD DESARROLLE UNA CARGA $H_2 = 100$ PIES Y CUAL SERÁ EL RENDIMIENTO Q_2 OBTENIDO Y LA POTENCIA P_2 REQUERIDA?

DIAMETRO $D_2 = 6.6$ PUL., $H_2 = 100$ PIES, CAUDAL $Q_2 = 195$ GPM. POTENCIA $P_2 = 6.1$ CABALLOS DE P_1

RELACIONES DE SIMILITUD: $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{D_2}{D_1}$ $\frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$ $\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^5$

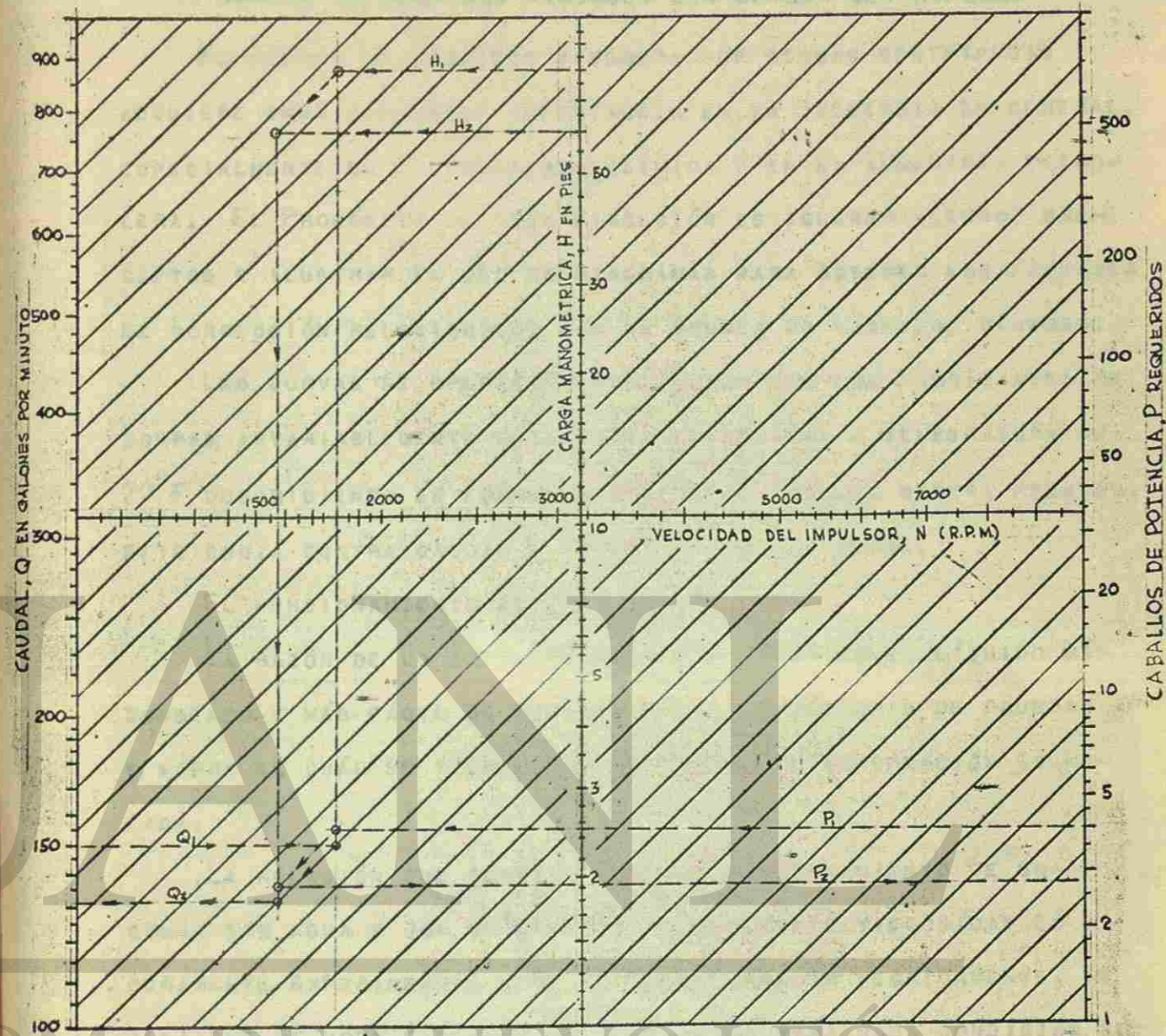
DIAGRAMA No. 1

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
 BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
 "ALFONSO REYES"
 Cdad. 1085 BOGOTÁ, COLOMBIA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



EJEMPLO.-

UNA BOMBA CENTRÍFUGA ESTÁ TRABAJANDO A UNA VELOCIDAD $N_1 = 1800$ RPM Y PRODUCE UNA CARGA MANOMÉTRICA $H_1 = 80$ PIES Y UN RENDIMIENTO $Q_1 = 150$ GPM. ABSORBIENDO UNA POTENCIA $P_1 = 4.0$ C.P. ¿A QUÉ VELOCIDAD HABRÁ QUE MOVERLA PARA QUE PRODUZCA UNA CARGA MANOMÉTRICA $H_2 = 60$ PIES? ¿QUÉ CAPACIDAD Q_2 SE OBTENDRÁ Y QUÉ POTENCIA REQUIRIRÁ?

$H_2 = 60$ PIES $Q_2 = 130$ GALONES POR MINUTO $P_2 = 2.75$ CABALLOS DE POTENCIA.

RELACIONES DE SIMILITUD.-

$$\frac{Q_1}{N_1^3} = \frac{Q_2}{N_2^3}$$

$$\frac{H_1}{N_1^2} = \frac{H_2}{N_2^2}$$

$$\frac{P_1}{N_1^5} = \frac{P_2}{N_2^5}$$

DIAGRAMA No. 2

BOMBEO DE LIQUIDOS VISCOSOS CON BOMBAS CENTRIFUGAS

EL BOMBEO DE LIQUIDOS VISCOSOS POR BOMBAS CENTRIFUGAS ADQUIERE CADA DÍA MAYOR IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA EN GENERAL, ESPECIALMENTE EN LA INDUSTRIA QUÍMICA Y EN LA INDUSTRIA PETROLERA. EL PROPÓSITO DE ESTA DISCUSIÓN ES ACLARAR ALGUNOS CONCEPTOS E ILUSTRAR EL USO DE DIAGRAMAS PARA OBTENER LOS FACTORES DE CORRECCIÓN RELACIONADOS CON EL BOMBEO DE LIQUIDOS VISCOSOS.

LAS CURVAS DE OPERACIÓN PUBLICADAS POR LOS FABRICANTES DE BOMBAS INVARIABLEMENTE ESTAN BASADAS EN AGUA A TEMPERATURA DE 70°F DESCRIBIENDO EN FORMA DE GRÁFICA DE CAUDAL CONTRA PRESIÓN, EFICIENCIA CONTRA CAUDAL Y POTENCIA CONTRA CAUDAL.

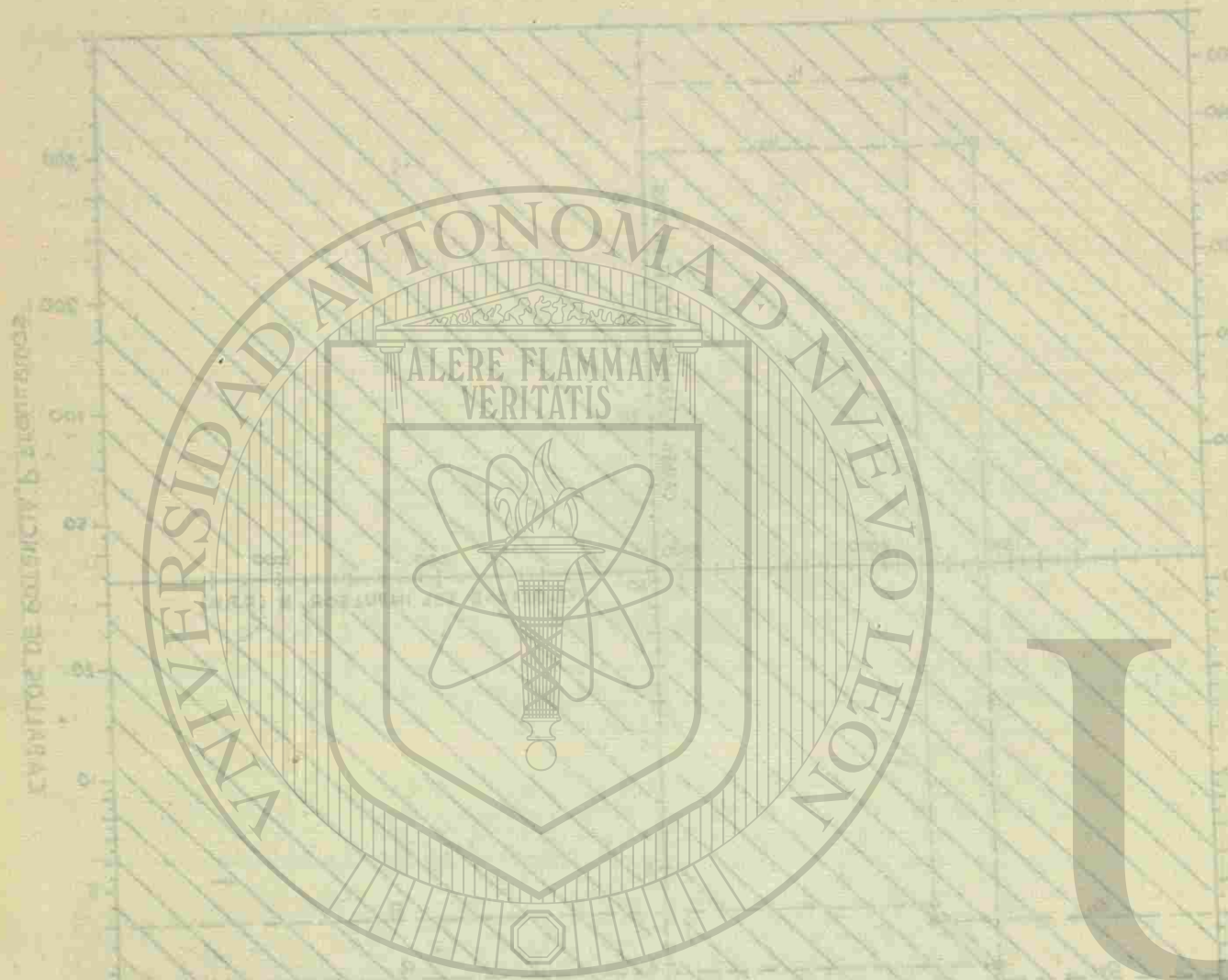
EL FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA.

LA RAZÓN DE LO ANTERIOR ES QUE EL AGUA ES EL LÍQUIDO MÁS BOMBEADO Y MÁS FÁCIL DE MANEJAR EN EL LABORATORIO DE PRUEBAS Y SOBRE EL CUÁL SE TIENE MÁS EXPERIENCIA E INFORMACIÓN ACUMULADA.

LA RELACIÓN QUE EXISTE ENTRE EL FUNCIONAMIENTO DE UNA BOMBA CON AGUA Y CON UN LÍQUIDO DE DIFERENTE VISCOSIDAD ES PURAMENTE EXPERIMENTAL Y NO SE PUEDE DEDUCIR TEÓRICAMENTE, DE ALLÍ QUE SE USEN FACTORES DE CORRECCIÓN PARA CADA CONDICIÓN DE BOMBEO Y VISCOSIDAD.

EN GENERAL CUANDO UNA BOMBA TRABAJA CON UN LÍQUIDO MÁS VISCOSO QUE EL AGUA SE OBSERVA QUE EL PUNTO DE MAYOR EFICIENCIA SE MUEVE HACIA UN GASTO Y PRESIÓN MÁS REDUCIDOS Y ÉSTE TIENE UN VALOR MÁS BAJO.

LA RAZÓN PORQUE SE OBSERVA UN DECREMENTO EN PRESIÓN Y CAPACIDAD SE DEBE A PÉRDIDAS POR FRICCIÓN ADICIONALES DENTRO DE LOS CANALES DEL UMPULSOR Y DIFUSOR Y LA PÉRDIDA DE EFI-



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Diagrama No. 2

CIENCIA QUE SE TRADUCE EN UNA MAYOR POTENCIA NECESARIA PARA OPERAR LA BOMBA SE DEBE A QUE LAS PÉRDIDAS POR "FRICCIÓN DE DISCO" INCREMENTAN CON LA VISCOSIDAD. "FRICCIÓN DE DISCO" ES UN TÉRMINO EMPLEADO PARA DESIGNAR LA POTENCIA NECESARIA PARA GIRAR UN DISCO SUMERGIDO EN UN LÍQUIDO, EN ESTE CASO EL IMPULSOR. SIN EMBARGO, SE PUEDE DECIR QUE LAS LEYES DE AFINIDAD SE CUMPLEN PARA BOMBAS MANEJANDO LÍQUIDOS VISCOSOS CON MENOS EXACTITUD QUE CUANDO SE MANEJA AGUA.

LAS LEYES DE AFINIDAD DE LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS SON:

1.- LA CAPACIDAD VARÍA PROPORCIONALMENTE A LA VELOCIDAD.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_1}{D_2}$$

2.- LA CARGA MANOMÉTRICA VARÍA PROPORCIONALMENTE AL CUADRADO DE LA VELOCIDAD.

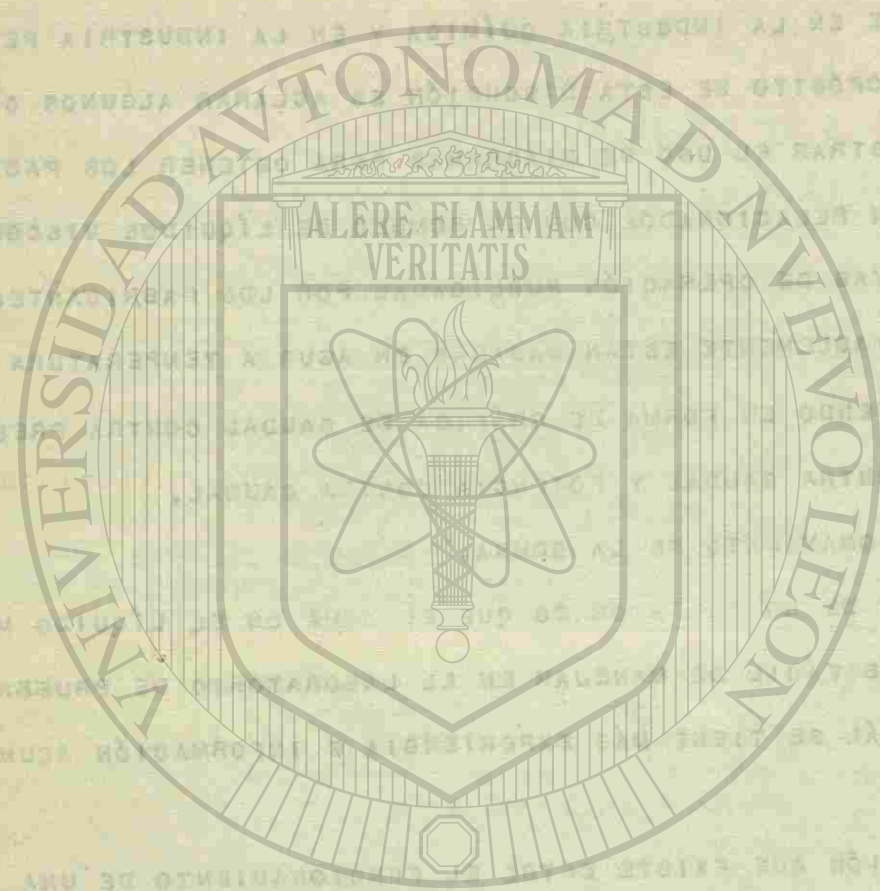
$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

3.- LA POTENCIA NECESARIA PARA OPERAR LA BOMBA VARÍA PROPORCIONALMENTE AL CUBO DE LA VELOCIDAD.

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^3$$

DE LO ANTERIOR SE PUEDE VER QUE TENIENDO LA CURVA DE OPERACIÓN DE UNA BOMBA TRABAJANDO CON UN LÍQUIDO VISCOSO A CIERTA VELOCIDAD, LA CURVA DE OPERACIÓN DE ESA MISMA BOMBA CON EL MISMO LÍQUIDO A DIFERENTE VELOCIDAD SE PUEDE OBTENER USANDO LAS LEYES DE AFINIDAD.

ANTERIORMENTE SE DIJO QUE LA PÉRDIDA DE CARGA MANOMÉTRICA Y DE CAPACIDAD SE DEBÍA A LAS PÉRDIDAS POR FRICCIÓN DENTRO DE



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

IMPULSOR Y DEL DIFUSOR. LA PREGUNTA QUE CABE FORMULAR AHORA ES, ¿ QUÉ PASARÁ CUANDO LA BOMBA ESTÉ OPERANDO A CERO FLUJO? APLICANDO LAS CONCLUSIONES ANTERIORES SE REDUCIRÁ QUE COMO NO HAY FLUJO DENTRO DE LOS CANALES, LA PÉRDIDA POR FRICCIÓN DENTRO DE ELLOS SERÁ NULA; ENTONCES LA PRESIÓN DESARROLLADA POR LA BOMBA A CERO FLUJO SERÁ LA MISMA PARA AGUA QUE PARA UN LÍQUIDO VISCOOSO. AHORA LA POTENCIA USADA POR LA BOMBA A CERO FLUJO SERÁ MAYOR PARA UN LÍQUIDO VISCOOSO QUE PARA AGUA PUESTO QUE LA PÉRDIDA DE POTENCIA DEBIDA A LA FRICCIÓN DE DISCO ES FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD Y VISCOSIDAD; SOLAMENTE ESTAS DOS PERMANECIENDO PERMANECIENDO CONSTANTES PARA TODO EL RANGO DE OPERACIÓN DE LA BOMBA.

CUANDO UNA BOMBA ESTÁ TRABAJANDO A VELOCIDAD CONSTANTE, LA PRESIÓN Y LA CAPACIDAD DECRECEN AL AUMENTAR LA VISCOSIDAD DE TAL MANERA QUE LA VELOCIDAD ESPECÍFICA EN EL PUNTO DE MEJOR EFICIENCIA PERMANECE CONSTANTE. LA VELOCIDAD ESPECÍFICA ES UN PARÁMETRO ADIMENSIONAL QUE DA UNA INDICACIÓN DEL TIPO DE BOMBA. DOS BOMBAS DE LA MISMA VELOCIDAD ESPECÍFICA SON SIMILARES. LA VELOCIDAD ESPECÍFICA SE DEFINE COMO SIGUE:

$$N_s = \frac{N \sqrt{Q}}{H^{3/4}} \quad \text{®}$$

DEL HECHO DE QUE LA VELOCIDAD ESPECÍFICA NO VARÍE CON LA VISCOSIDAD EN EL PUNTO DE MEJOR EFICIENCIA SE OBTIENE EL DIAGRAMA No. 3. ^x

^x ADAPTADO DEL CATÁLOGO DE GOULDS PUMP Co. INC.,
SENECA FALLS, N. Y.

7.

IMPULSOR Y DEL DISFOR. LA PRESUNTA QUE CABE FORMULAR AHORA
 ES, A QUE PARARÁ CUANDO LA BOMBA ESTE OPERANDO A GERO TULOS?
 APLICANDO LAS CONCLUSIONES...
 HAY FLUJO DENTRO DE...
 DE ELLOS SERÁ...
 BOMBA A GERO FLUJO...
 VISIBLOS, ÁNGRA...
 SERÁ MAYOR PARA...
 PÉRDIDA DE POTENCI...
 DE LA VELOCIDAD...
 PERMANENSIENS...
 BOMBA...
 CUANDO UNA BOMBA...
 PRESIÓN Y LA GAFADAD...
 TAL MANGRA QUE LA...
 EFICIENCIA PERMANE...
 UN PARÁMETRO...
 BOMBA...
 LA VELOCIDAD...
 DIRECCIÓN GENERAL DE...
 VISIBLOSIDAD EN EL...
 DAMA No. 3.
 X. ADAPTADO DEL C...
 GENEVA FALLS N. Y.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 ALERE FLAMMAM VERITATIS
 DIRECCIÓN GENERAL DE...
 BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
 ALFONSO BERRIO

050240

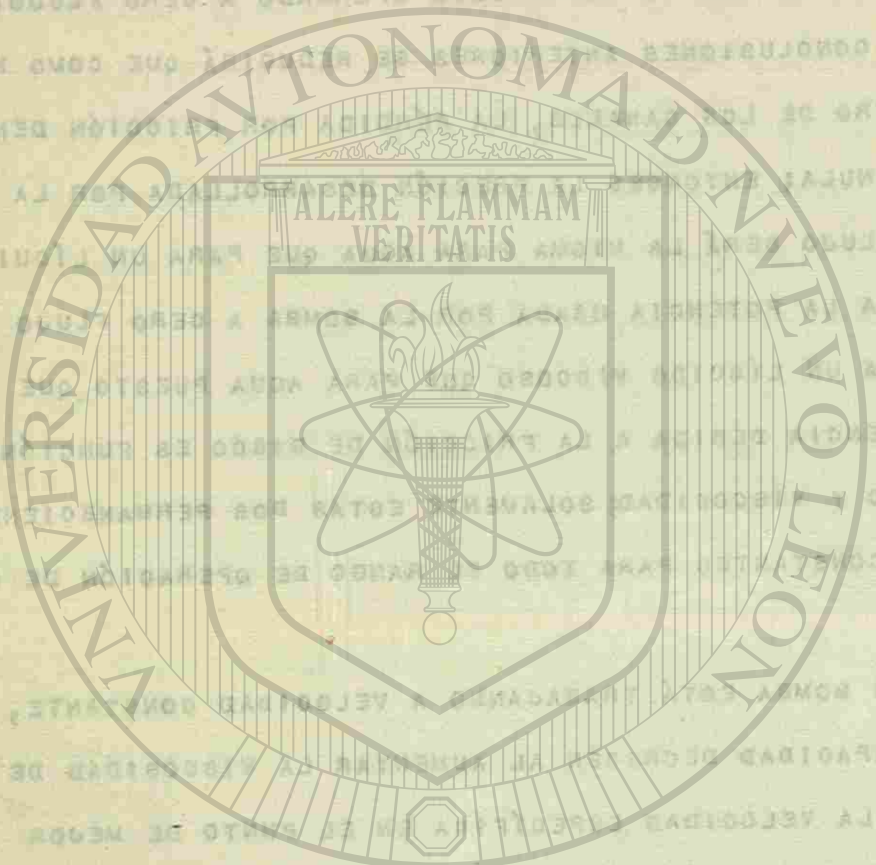


FIGURA I

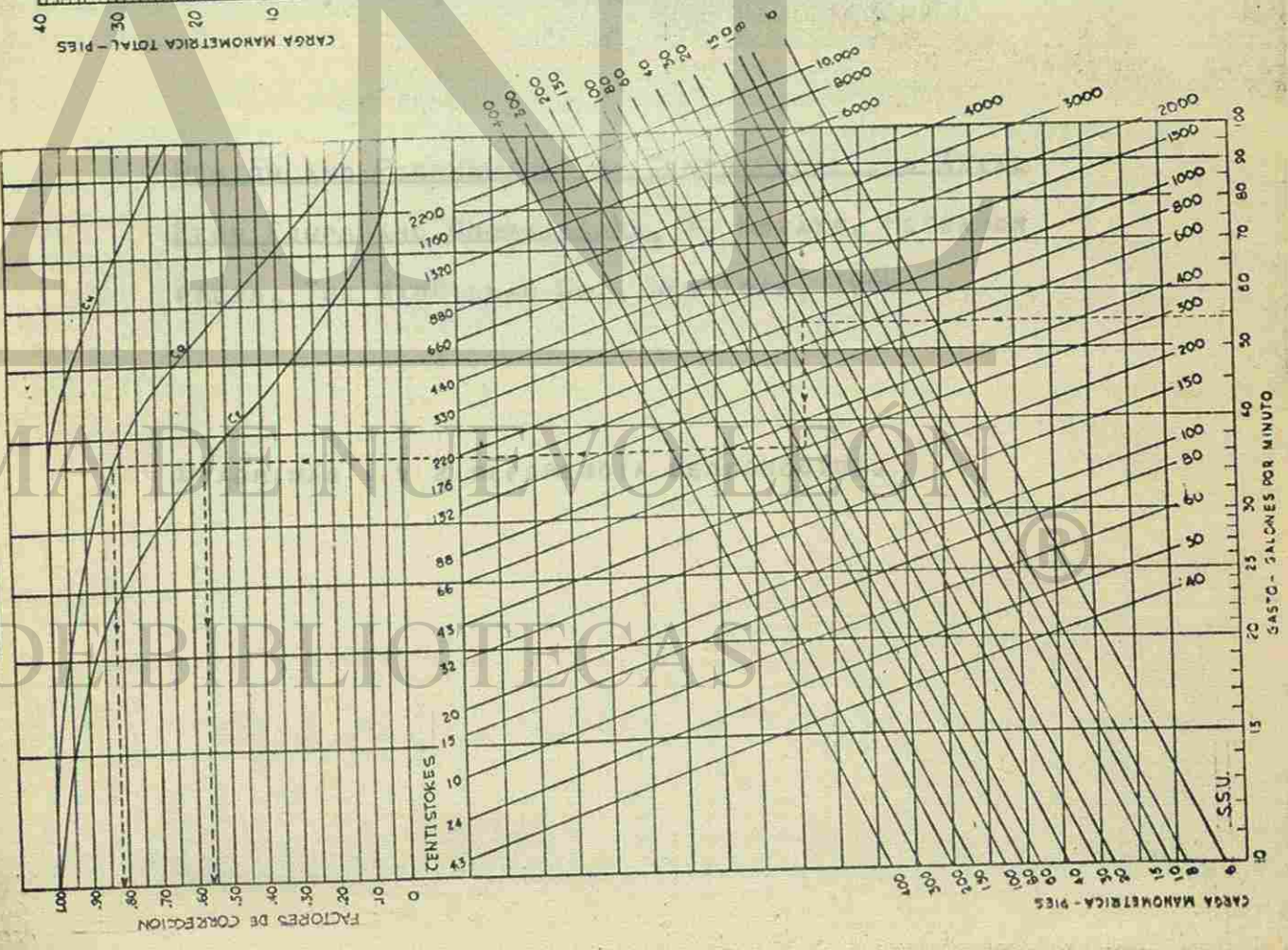
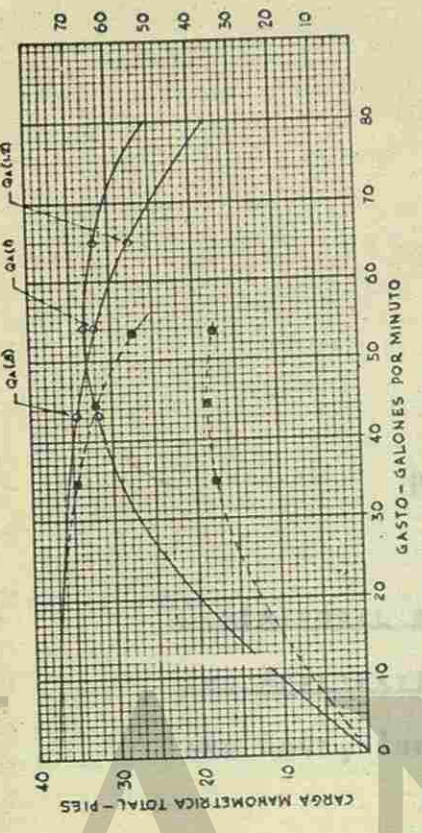


FIGURA II

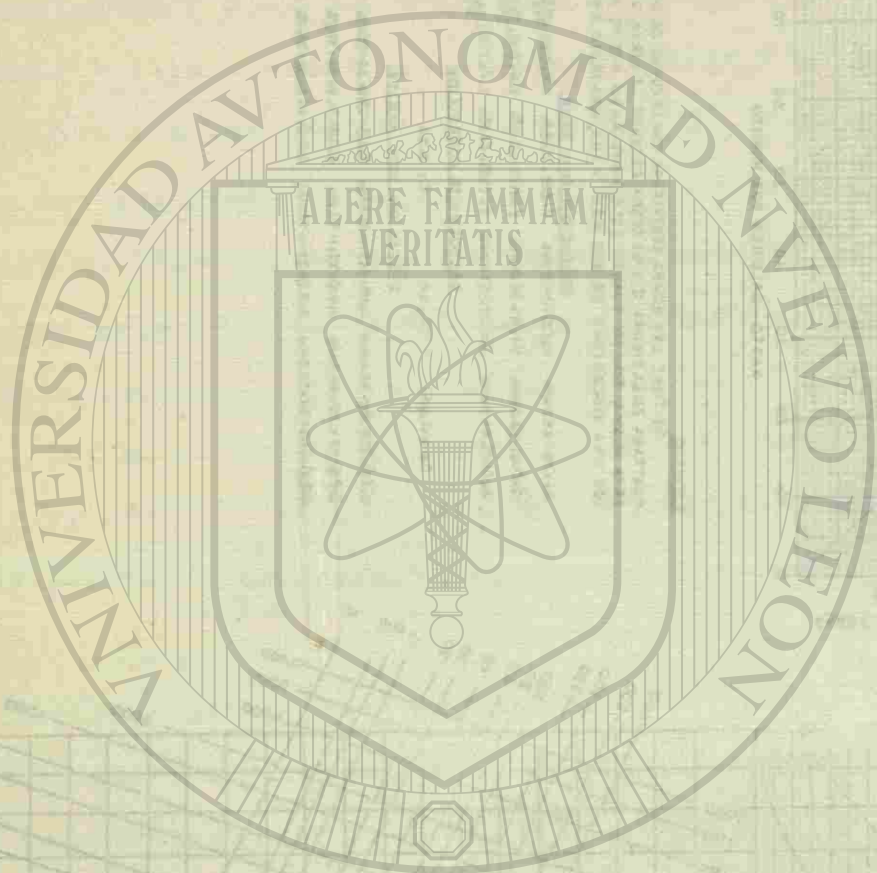


EjemPlo. SE TIENE UNA BOMBA CENTRIFUGA CON LA CURVA DE OPERACION PARA AGUA MOSTRADA EN LA FIGURA II, Y SE DESEA OBTENER LA CURVA DE OPERACION PARA ESTA MISMA BOMBA CUANDO ESTE MANEJANDO ACEITE AUTOMOTRIZ SAE 20 CON UNA VISCOSIDAD DE 300 SSU Y UNA GRAVEDAD ESPECIFICA P=0.90

OPERACION CON AGUA
 Qa (10) 45.20PM Hs (10) 34.5 pies Ea (10) 65% Cpa (10) 412.54571 = 0.592
 Qa (15) 54.00PM Hs (15) 32.0 pies Ea (15) 66.5% Cpa (15) 412.54571 = 0.616
 Qa (20) 64.80PM Hs (20) 27.0 pies Ea (20) 64.0% Cpa (20) 412.54571 = 0.71

FACTORES DE CORRECCION
 Ca = 0.88 C_v = 1.0 C_f = 0.56

OPERACION CON ACEITE
 Qa (10) 45.20PM Hs (10) 34.5 pies Ea (10) 65% Cpa (10) 412.54571 = 0.592
 Qa (15) 54.00PM Hs (15) 32.0 pies Ea (15) 66.5% Cpa (15) 412.54571 = 0.616
 Qa (20) 64.80PM Hs (20) 27.0 pies Ea (20) 64.0% Cpa (20) 412.54571 = 0.71



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
"ALFONSO REYES"
Cada. 1625 MONTERREY, N.L.

REFERENCIAS

CENTRIFUGAL AND AXIAL FLOW PUMPS THEORY, DESIGN AND APPLICATION, A. J. STEPPANOFF, JOHN WILEY AND SONS, INC., NEW YORK, 1948.

DESIGN AND PERFORMANCE OF CENTRIFUGAL AND AXIAL FLOW PUMPS AND COMPRESSORS, A. KOVATS, PERGAMON PRESS, THE MACMILLAN Co., NEW YORK, 1964

DIAGRAMAS 1 Y 2 REFERENCIA DESCONOCIDA.





U A N L

SIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO

CCIÓN GENERAL DE BIBLIOTEC

BIBLIOTECA CENTRAL
U. A. N. L.