

132e1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

U. N. A. M.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES QUANTTLAN

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES



Departamento de Exámenes Profesionales

CRITERIOS DE SELECCION PARA EL SUMINISTRO DE EQUIPO QUE SE UTILIZARA EN LA CONSTRUCCION DE LA ESTACION DE BOMBEO DIFERENCIAL EN CELAYA GTO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

MARGARITO VILLAFRANCA LOPEZ

DIRECTOR

I. Q. I. ALVARO LEO RAMIREZ

MEX. D. F.

1990



FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

I N D I C E .

Objetivos-----	I
Introducción -----	1
CAPITULO I -----	5
Análisis de la información -----	5
Clasificación general de las bombas -----	17
Características generales de las bombas -----	19
Campo hidráulico -----	21
Bombas centrífugas -----	23
Tipos de impulsor para bombas centrífugas -----	24
Hidráulica de las bombas centrífugas -----	27
Características de las bombas centrífugas -----	27
Punto de trabajo -----	33
Leyes de similitud -----	34
Velocidad específica -----	36
Operación sistema-bomba -----	43
Sistemas en serie -----	44
Sistemas en paralelo -----	48
Características y operación de las bombas centrífugas -----	51
CAPITULO II -----	54
Análisis de la información que deben cumplir los equipos de la estación de bombeo -----	55
Presentación de la oferta -----	69
Análisis de costos -----	71
Cálculo del factor de salario real -----	72
Cálculo de prestaciones -----	73
Cuota del seguro social -----	73
Costo hora-maquinaria -----	74
Factor de salario real -----	75
Cálculo del costo de cuadrillas de instalación -----	75
Cálculo del factor de indirectos para la integración de precios unitarios -----	77
Análisis de precios unitarios -----	82
Catálogo de conceptos y propuesta -----	94
Programa de trabajo y montos mensuales de obra -----	109

Relación de equipo y/o maquinaria -----	110
Programa de utilización de personal -----	111
Programa de utilización de equipo y/o maquinaria -----	111
CAPITULO III -----	112
Criterios de selección hidráulica -----	112
Criterios de selección económica -----	117
Resumen de marcas de equipo que se manejan en el país -----	119
Plano principal -----	120
Plano de detalles -----	121
Lista de materiales y equipo del plano -----	122
Conclusión -----	125
ANEXO I -----	127
Bibliografía -----	132

Objetivos de la tesis.

Crear una idea exacta de los problemas que existen en la selección e instalación de una estación de bombeo para uso y suministro de agua potable en la ciudad de Celaya Gto.

Realizar un análisis el cual nos permita seleccionar adecuadamente el tipo de equipo a utilizar de acuerdo a las características proporcionadas por los fabricantes de equipos de bombeo.

Que los estudiantes de Ingeniería Química conozcan en un trabajo de este tipo cuales son las diferentes marcas de equipo de bombeo que se manejan en el país al mismo tiempo que tratamos de establecer los criterios que nos permitan realizar una selección adecuada para la estación de bombeo diferencial.

Que los estudiantes de Ingeniería Química conozcan el método que se aplica en el uso de costos y precios unitarios en una estación de bombeo para que tengan una idea clara de los elementos necesarios en la construcción de la misma.

INTRODUCCION

Si bien, el motor eléctrico es la máquina que ocupa el primer lugar de utilización en el mundo y ha contribuido al bienestar y progreso de la humanidad, las bombas con sus variados diseños ocupan también un lugar prominente para el desarrollo y progreso de las naciones.

La evolución de los sistemas de bombeo permitió a la civilización alejarse de los ríos y manantiales desarrollando vastas zonas de terreno que anteriormente eran inhabitables.

Los antiguos egipcios y chinos contribuyeron grandemente al desarrollo y mejoramiento de artefactos y sistemas rústicos para lograr transportar y elevar cantidades considerables de agua y así satisfacer sus necesidades de suministro tanto para beber como principalmente para regar sus sembradíos.

En 1840 se inventó la primera bomba de acción directa movida por vapor. Desde entonces el constante progreso ha convertido a las bombas en una absoluta necesidad de la vida moderna.

Uno de los factores más importantes que contribuyen al creciente uso de equipos de bombeo, ha sido el desarrollo universal de la fuerza eléctrica. Aún cuando las bombas reciprocantes eran ideales para el impulso con vapor, el desarrollo del motor eléctrico permitió el uso de la bomba centrífuga también más ligera y más barata acoplada directamente. Aunque las primeras bombas centrífugas se considerarían ineficientes, según las normas actuales de funcionamiento, su costo inicial más bajo compensaba con creces esta deficiencia. La bomba centrífuga también demostró inmediatamente otras ventajas importantes sobre la bomba reciprocante, por ejemplo: Da un flujo sostenido a presiones uniformes sin variación de presión, provee la flexibilidad máxima posible desarrollando una presión máxima de descarga en cualquier condición de caudal controlado ya sea por variación de la velocidad de flujo o bien por estrangulación.

Naturalmente los fabricantes han trabajado para ampliar el campo de aplicación de la bomba centrífuga con la experiencia y la investigación han mejorado, sus di-

seños, para la variación de presiones de operación, la eficiencia y el diseño mecánico e hidráulico de su producto, simultáneamente, los fabricantes de motores eléctricos usan velocidades más altas que sirven para desarrollar bombas adecuadas para mayores puntos de elevación, así es como durante el último siglo se ha extendido ampliamente la aplicación de las bombas centrífugas, tanto en presión como en capacidad y tamaño.

Se han fabricado bombas centrífugas en tamaños que varían desde unos cuantos litros por segundo hasta bombas gigantes que manejan $2290 \text{ m}^3/\text{min}$ (38 165 lps), (604 992 GPM), Contra una altura de elevación de 94.5 m de columna hidráulica total (carga dinámica total) movidas por motores hasta de 65 000 H.P. Por lo que respecta a presiones las bombas centrífugas pueden variar en su aplicación que va desde la de achique de una sola etapa que desarrolla una altura de elevación de 3 a 4.5mts, hasta las unidades de varios pasos de elevación para agua de alimentación de calderas para las plantas de fuerza que desarrollan presiones de cerca de 422.4 kg/cm^2 (13,885 pies) y se han fabricado bombas que operan a velocidades hasta de 10000 revoluciones por minuto.

Actualmente en casi la totalidad de los procesos industriales de conversión de energía, un fluido está siempre en juego, cediendo o tomando energía de un sistema mecánico. Conocer las máquinas capaces de realizar esta cantidad de conversión es saber si se puede disponer de las fuentes energéticas naturales y como se puede manejar la energía en sus diversas aplicaciones, para advertir el papel de las bombas en nuestra vida diaria, podemos considerar el siguiente ejemplo: el automóvil y la gasolina que su motor consume.

Los equipos para perforación de pozos petrolíferos utilizan diferentes tipos de bombas. Si el yacimiento es antiguo, el petróleo ha de ser extraído a veces con agua a presión. Esto requiere de un pozo en el que el agua pueda ser bombeada por medio de una bomba de pozo profundo adecuada al diseño y construcción especial para tal fin, seguidamente una bomba reciprocante probablemente triplex impulsa hacia abajo por un pozo de presión, hasta el nivel inferior al de la carga de petróleo haciendo que este suba por flotación hasta un punto en que otra bomba de pistón envía el petróleo por un tercer pozo a un depósito situado en la superficie. Las bombas de recolección bien de pistón o centrífugas, bombean el petróleo crudo a

grandes depósitos de almacenamiento y a continuación bombas centrífugas mayores de alta presión lo bombean de nuevo a través de oleoductos hasta la refinería, en donde otros tipos de bombas lo cargan en buques de petróleo de los que posteriormente se descarga en la refinería mediante otro tipo de bomba diferente a las anteriores. La transformación del petróleo crudo en gasolina en los modernos procesos de refinación, precisa una multitud de diferentes tipos y tamaños de bombas no solo para su manipulación directa sino indirecta como ejemplo; para el bombeo de agua para alimentación de calderas, productos químicos, para el tratamiento de aguas, agua condensada, agua de refrigeración, etc.

El producto final es bombeado a los diferentes depósitos de almacenamiento en donde otras bombas lo cargan en camiones para su transporte, bombas montadas en los camiones lo descargan en las estaciones de servicio local, en donde un tipo de bomba impulsa la gasolina al depósito de su automóvil, por último la bomba de combustible del coche inyecta la gasolina en el motor.

El ejemplo anterior va muy ligado a la industria petroquímica sin embargo - existen industrias no menos importantes como la eléctrica, siderúrgica, química, papelería, minera y nuclear entre otras; así como servicio de suministro de agua potable (tema que ocupa esta tesis) irrigación y desalojamiento de aguas residuales y negras; servicios que forman parte de nuestra vida cotidiana y que requieren de un mejoramiento y crecimiento acelerado para satisfacer nuestras necesidades primarias de alimentación y salubridad.

Por lo anterior es necesario enfatizar que entre la gran variedad de equipos utilizados en la industria y servicios nacionales es imprescindible el papel que juegan los equipos de bombeo y que de todos estos equipos un 60% son bombas centrífugas.

Por otra parte, no podemos olvidar que una bomba poderosa irriga nuestro cuerpo y nos permite vivir y pensar, pero sobre todo crear es precisamente este acto, la creación lo que da lugar a el progreso

Así pues la preparación de ésta tesis tiene como fin crear una idea exacta de los problemas que existen en la selección e instalación de una estación de

bombeo para uso y suministro de agua potable en la ciudad de CELAYA GTO.

Teniendo como base el desarrollo de las bombas centrífugas en varias marcas nacionales y debido a que el lado práctico es más importante para la mayoría de los ingenieros y usuarios porque ellos de alguna manera tienen contacto con este tipo de bombas, mientras que solo unos cuantos se dedican al diseño de los equipos esperando que el contenido de ésta tesis cumpla con su objetivo principal que es el de dar un enfoque de la realidad a los ingenieros químicos que se encuentran en su etapa de desarrollo así como para motivarlos a incursionar en los problemas reales de la nación, en lo referente al suministro, instalación y puesta en marcha de más y mejores plantas de bombeo, ayudando a preservar el sistema ecológico que a estas alturas tan deteriorado está, esto también con el propósito de apoyarlos en el conocimiento más amplio del uso de las bombas, para crear el deseo de perfeccionar y mejorar su eficiencia y la eficiencia de los procesos en los cuales estan involucrados.

CAPITULO I

ANALISIS DE LA INFORMACION PROPIEDADES FISICAS DE LOS FLUIDOS.

Para el conocimiento del funcionamiento de una bomba centrífuga es necesario el conocimiento de ciertos parámetros generales de selección tales como las propiedades físicas de los fluidos las que se enumeran a continuación con sus respectivas definiciones. Los fluidos tienen propiedades que los diferencian entre sí dichas propiedades son:

1.- Viscosidad. Expresa la dificultad que tiene un fluido para fluir cuando se le aplica una fuerza externa, existen dos tipos de viscosidad que son:

Viscosidad absoluta o dinámica; medida de la resistencia al deslizamiento o a sufrir deformaciones internas la cual se simboliza (μ) y sus unidades son:
(1 PaS = 1 NS/m² = 1 Kg/cm.s = 10³ CP.) 1 CP = 10³ PaS

Viscosidad cinemática: Es el cociente de la viscosidad dinámica y la densidad se simboliza (ν) y sus unidades son :
(1m²/s = 10⁶cst) 1cst = 10⁻⁶ m²/s

$$\nu = (\text{Centistoke}) = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\text{CENTIPOISE}}{\text{GRAMOS/CM}^3}$$

2.- Densidad, Volumen Especifico y Peso Especifico.

Densidad, es la cantidad de masa por unidad de volumen de una sustancia, se simboliza (ρ) y sus unidades son :

$$= \text{lb/ft}^3, \text{ Kg/cm}^3, \text{ gr/ml}$$

Volumen Especifico, es el inverso de la densidad o sea unidad de volumen por unidad de masa, se simboliza (\bar{v}) y sus unidades son :

$$\rho = M/\bar{v}; \bar{v} = \frac{1}{\rho} \text{ así que } \rho = \frac{1}{\bar{v}}$$

La densidad de los gases se conoce mediante las siguientes expresiones;

$$PV = nRT \text{ donde } T = \text{Tem} (^{\circ}\text{ABS})$$

$$\frac{P \cdot M}{RT} \text{ ó } \rho = \frac{P \cdot M}{RT} \text{ densidad} = \frac{m}{V} = \rho \text{ y } n = \frac{m}{M} \text{ donde } m = \text{masa} \text{ y } n = \text{No. de Moles}$$

R = Cte. de los gases = 8315 Joules /kg mol K = 0.082 lt x atm/°k mol

P' = Presión del gas.

M = Peso Molecular.

Ro dividida por M (peso molecular) del gas nos da la constante de los gases ideales expresada así:

$$R = R_o / M = 8315 / M = \text{Joule} / \text{kg mol K}.$$

Peso específico o densidad relativa.- Es la relación de la densidad a cierta temperatura con respecto al agua a temperatura generalmente normalizada con valor de 60°F/60°F ó 15°C/15°C, la cual esta simbolizada por (γ) y se expresa así.

$$\gamma = \frac{\rho_{\text{de cualquier líquido a cierta temperatura.}}}{\rho_{\text{Del agua a 15°C o 60°F}}}$$

Para algunos líquidos diferentes a el agua se utilizan ciertas escalas de graduación las cuales se rigen por las siguientes formulas; estas escalas se encuentran en tablas o gráficas ya preparadas, las nomenclaturas más comunes son:

API° Para productos del petróleo.

BAUME° Para líquidos más y menos densos que el agua, y se obtienen de la siguiente forma.

PARA PRODUCTOS DEL PETROLEO.

$$\gamma_{60°F/60°F} = \frac{141.5}{131.5 + \text{API}^\circ}$$

LIQUIDOS MENOS DENSOS QUE EL AGUA.

$$\gamma_{60°F/60°F} = \frac{140}{130 + \text{BAUME}^\circ}$$

LIQUIDOS MAS DENSOS QUE EL AGUA.

$$\gamma_{60°F/60°F} = \frac{145}{145 + \text{BAUME}^\circ}$$

Los grados BAUME normalmente los encontramos en la industria química y la azucarera. utiliza los grados BRIX.

La densidad relativa de los gases la podemos encontrar definida normalmente como la relación que existe entre su peso molecular y el peso molecular del aire o bien la relación entre la constante individual del aire y la del gas representada así:

$$\gamma_g = R(\text{Aire}) / R(\text{Gas}) = M(\text{Gas}) / M(\text{Aire}).$$

Velocidad media o de flujo. El termino de velocidad media está referido a la velocidad promedio de la sección transversal de un fluido y la expresamos así:

$$V = q / A = w / \rho A = \sqrt{V} / A \quad \text{donde:}$$

q = caudal en m^3/min .

A = área de la sección transversal en m .

w = caudal en kg/seg .

\bar{V} = volumen específico en m^3/kg .

ρ = densidad en kg/m^3 .

Número de Reynolds. El tipo de flujo laminar o turbulento depende del diámetro de la tubería, de la densidad, de la velocidad y la viscosidad del fluido, así que se considera como la relación de las fuerzas dinámicas de la masa del fluido con respecto a los esfuerzos de una deformación ocasionados por la viscosidad y se ve expresado por:

$$Re = DV\bar{V}/\mu$$

Con el valor de Re podemos especificar el tipo de flujo que pasa por una tubería, de acuerdo con los siguientes intervalos.

Laminar si $Re < 2100$

Transición si $2100 \leq Re \leq 4000$

Turbulento si $Re > 4000$

Para conductos no circulares el cálculo de Re a cualquier caudal se obtiene de la siguiente ecuación.

$$Re = 318.3 \frac{q\rho}{\mu RH} \quad \text{donde:}$$

q = lps

ρ = kg/m^3

μ = centipoise.

y RH . Radio hidráulico = superficie de la sección transversal
perímetro mojado.

El cual es utilizado cuando los conductos no son tuberías o estas no están totalmente llenas y normalmente está dado en medidas de longitud (metros para la ecuación anterior.)

CAUDAL Y VELOCIDAD.

El caudal o gasto lo podemos encontrar como gasto volumétrico, en masa o en peso; el caudal volumétrico se define como la cantidad de volumen que pasa por una sección determinada en una unidad de tiempo, donde Q_m =CAUDAL MASA, Q_p =CAUDAL PESO

$$Q = v/t, Q_m = m/t, Q_p = p/t$$

La relación existente entre los diferentes tipos de caudal es;

$$Q = Q_m/\rho = Q_p/\rho$$

Para nuestro estudio solo estaremos hablando de flujo, caudal o gasto volumétrico y lo expresaremos como (Q).

VELOCIDAD. Existe una relación importante entre el caudal y la velocidad la que nos indica lo siguiente:

$$V = Q/A$$

donde:

Q = caudal=volumétrico.

V = velocidad.

A = área.

La velocidad es un parámetro de importancia fundamental en la proyección de las bombas, en la determinación de tuberías; como veremos más adelante.

ECUACION DE CONTINUIDAD.

Considerando el siguiente tramo de tubería.

FIG. I



donde V_1 y V_2 son las velocidades de la sección 1 y 2 .

A_1 y A_2 áreas de la sección 1 y 2

Si se tuviera un escurrimiento en régimen permanente a través de la tubería indicada la masa que entra en la sección 1 sería igual a la masa de la sección 2 o bien $Q_{m1} = Q_{m2}$; puesto que $Q_m/\rho = Q$, en el caso en que tuvieramos un fluido incompresible el caudal volumétrico de la sección 1 sería igual al de la sección 2, como la relación entre el caudal y la velocidad ($Q = VA$) podemos señalar que:

$$Q_1 = V_1 A_1 = V_2 A_2 = Q_2$$

Por lo que podemos decir que para los fluidos incompresibles la relación de ($Q=VA$) = CTE. y que conocemos como la ECUACION DE CONTINUIDAD.

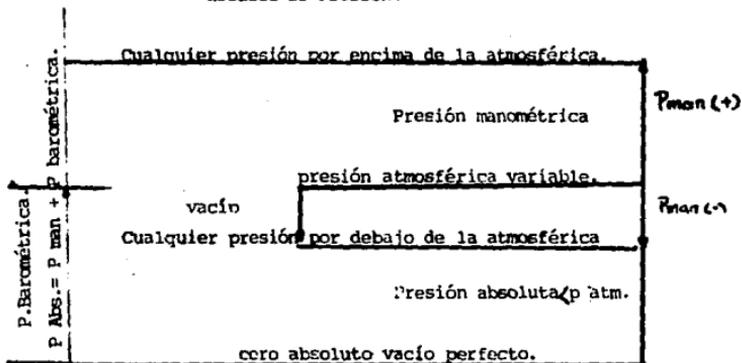
PRESION.

La presión se define como la fuerza ejercida en una unidad de área o sea

$$P = F/A \quad \text{donde} \quad P = \text{presión} \quad F = \text{fuerza} \quad A = \text{área.}$$

A la presión de los fluidos la podemos considerar según la ley de PASCAL como; la presión aplicada sobre un fluido contenido en un recipiente cerrado actúa igualmente en todas direcciones del fluido y perpendicularmente a las paredes del recipiente.

Escalas de Presión.



Presión Barométrica. Es el nivel de la presión de un sitio por encima del vacío perfecto, se encuentra medida en cualquier punto, se ve afectada por la altura y las condiciones meteorológicas.

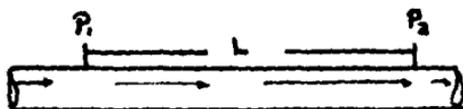
Presión atmosférica. También conocida como presión normalizada y esta medida en cualquier punto, y a una altura sobre el nivel del mar es igual a 760mm de Hg, Presión manométrica. Es la presión medida a partir de la presión atmosférica mientras que la presión absoluta está referida al cero absoluto o vacío perfecto.

Vacío. Es la depresión por debajo del nivel atmosférico, la diferencia a las condiciones de vacío se mide a menudo en mm de mercurio o en pulgadas de agua.

ECUACION GENERAL DEL FLUJO DE FLUIDOS.

El flujo de fluidos en tuberías siempre es acompañado de rozamiento de las partículas entre sí y por lo tanto de pérdida de energía disponible dicho esto en otras palabras existe una pérdida de presión en el sentido del flujo.

FIG. II



$$P_1 = \text{Pérdidas} + P_2$$

La ecuación general de las pérdidas de presión conocida como formula de DARCY y que se expresa así:

$$hf = fLV^2/D \ 2g$$

Partiendo de esta ecuación podemos encontrar las pérdidas de energía de la siguiente forma.

$$\Delta P = f \rho LV^2 / 2D$$

debido a que:

$$P = h_f \times g \times \rho$$

donde: h_f = pérdidas de carga por fricción.

D = diámetro

L = longitud

V = velocidad

g = gravedad

ρ = densidad

se puede considerar que el factor de fricción para flujo laminar se obtiene con las siguientes ecuaciones.

$$f = 64/Re = 64\mu / DV\rho$$

El factor de fricción para el flujo turbulento o sea para un No. de Re mayor que 4000 se calcula de acuerdo a la ecuación de COLEBROOK

$$1/\sqrt{f} = -2.1 \log_{10} \frac{\epsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}}$$

La cual la podemos encontrar en forma gráfica como la ecuación de MOODY

Un examen de la ecuación de COLEBROOK indica que en el valor de las asperezas de superficie, es pequeño comparado con el diámetro del tubo ($\epsilon/D \rightarrow 0$).

Entonces el valor de fricción solo es función del número de REYNOLDS

Una tubería lisa es aquella en la cual la relación $(\epsilon/D)/3.7$ es pequeña comparada con $2.51 / (Re\sqrt{f})$, por otra parte si el número de Reynolds aumenta hasta que $Re/\sqrt{f} \rightarrow 0$, entonces el factor de fricción solo es función de la aspereza relativa de la tubería y se le llama tubería rugosa por lo tanto la misma tubería puede ser lisa para unas condiciones de flujo y aspera para otras, la razón de esto es que si el número de Reynolds aumenta el espesor de la subcapa laminar disminuye.

ECUACION GENERAL DE LA ENERGIA.

TEOREMA DE BERNOULLI .

Este teorema es una expresión de la aplicación de la ley de la conservación de la energía al flujo de fluidos en una tubería.

La energía total en un punto cualquiera por encima de un plano horizontalmente fijado como referencia, es igual a la suma de la altura geométrica, la altura debida a la presión y la altura debida a la velocidad es decir:

$$Z + \frac{P}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} = H$$

Ecuación conocida como el Teorema de BERNOULLI y que es valida para flujo de fluidos.

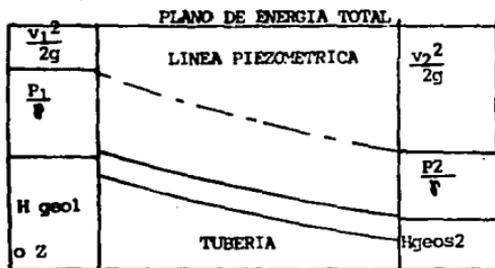


FIG. III

Si las pérdidas por rozamiento se desprecian y no se toma ninguna energía del sistema de tuberías la altura total $H = \text{cte.}$ o sea

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{V_1}{2g} = \text{cte.}$$

Sin embargo en la realidad existen pérdidas o incrementos de energía que deben incluirse en la ecuación de BERNOLLI por lo tanto el balance de energía para dos puntos sería:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{V_1}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{V_2^2}{2g} + h_f(1-2)$$

Si tenemos que $\gamma = \rho \times g$ donde γ es el peso específico.

y $h_f(1-2)$ son las pérdidas por fricción en las condiciones 1 y 2, ahora bien si la representamos graficamente tenemos.

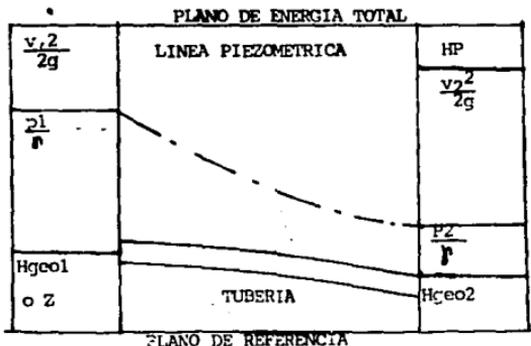


FIG. IV

ENERGIA
TOTAL

Por último, si consideramos un equipo de bombeo en el sistema la expresión -- tendría la siguiente forma.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2g} - h_f (1-2) + H = Z_2 + \frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2g}$$

donde H es la carga dinámica total de la bomba.

La anterior expresión puede tener diferentes modificaciones de acuerdo a cada sistema a tratar puesto que el teorema de Bernoulli tiene validez en todos los puntos de una línea de corriente así por ejemplo:

La carga de velocidad a la succión no existe se considera así debido a que son despreciables de cualquier valor del sistema, y es posible realizar el cálculo para verificarlo con la siguiente ecuación: cuando $P_1/\rho = P_2/\rho$ tenemos:

$$H = (Z_2 - Z_1) + h_f (1-2)$$

Otra modificación puede ser cuando tenemos que calcular bombas de baja carga y gran caudal por lo que podemos representar con la expresión así:

$$H = (Z_2 - Z_1) + h_f + \frac{\Delta P}{\rho \cdot g}$$

donde P = a la presión necesaria en el sistema

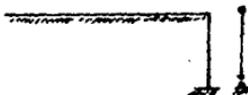
Así que en base al teorema de BERNOULLI en el cálculo de bombas podemos obtener los siguientes tipos de energía.

- Z_1 y Z_2 Son cargas de posición
- $\frac{P_1}{\rho}$ y $\frac{P_2}{\rho}$ Son cargas de presión
- $\frac{V_1^2}{2g}$ y $\frac{V_2^2}{2g}$ Son cargas de velocidad.
- h_f Son cargas de fricción.
- H Es la carga dinámica total de la bomba.

Partiendo de las energías involucradas en el teorema de BERNOULLI podemos ahora analizarlas de una manera individual y nos encontramos con.

ENERGIA POTENCIAL. Es la energía donde existe una diferencia de nivel con respecto a un plano de referencia el cual podemos representar como Z O H geométrica y en flujo de fluidos la podemos mostrar y como el trabajo realizado por el líquido desde el momento en que este fuera suspendido desde un punto como estando en función de su peso y posición en la cual fuera soltado en caída libre, fenómeno de caída vertical o de posición en el vacío.

FIG. V



ENERGIA DE PRESION. Es la altura a la que el líquido puede ser elevado a la presión que se le aplica al bombearlo y se puede obtener mediante la expresión:

$$H_{\text{presión}} = P/\rho, \text{ presión} / \text{ peso específico.}$$

ENERGIA CINETICA. Es la distancia a la que un líquido debe llegar a partir de la velocidad (V) y esta expresado mediante los términos.

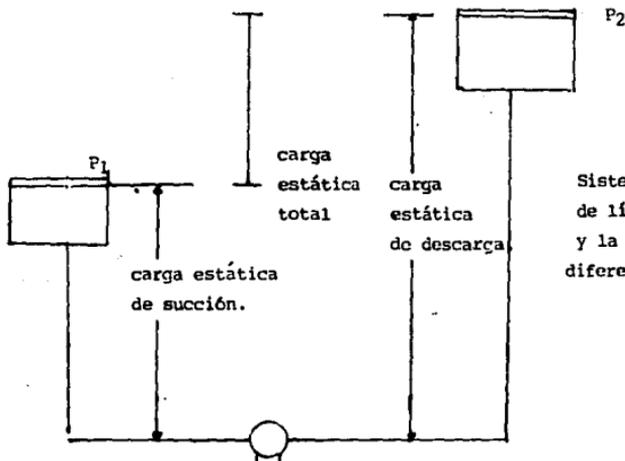
$$H_v = \frac{V^2}{2g} \quad \text{donde } V = \text{velocidad}$$

g = cte de la gravedad.

Altura estática y altura dinámica. Carga total contra la cual debe operar una bomba y está formada por altura estática y altura dinámica.

Carga estática. La altura o carga geométrica, o sea la diferencia de niveles o cargas de posición o bien la diferencia de elevación de dos puntos.

CARGA ESTÁTICA TOTAL. La diferencia del nivel del líquido de descarga contra el nivel de líquido de la succión



Sistema con los niveles de líquido de la succión y la descarga a presiones diferentes a la atmosférica.

Fig. NO.1

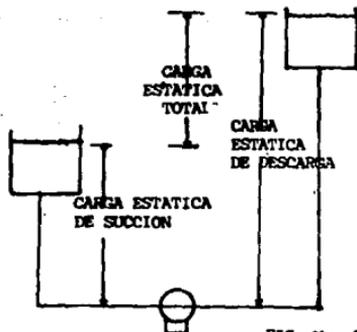


FIG. No. 2

Sistema con el nivel de líquido presión de la descarga a presión atmosférica y niveles de la succión arriba de la línea de centros de la bomba.

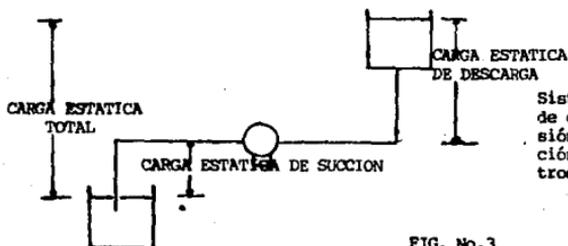


FIG. No.3

Sistema con el nivel de líquido de descarga de presión a presión atmosférica y nivel de succión abajo de la línea de centros de la bomba.

CARGA DE PRESIÓN. Es la diferencia de presión existente de un punto a otro ya que como ya dijimos el teorema de Bernoulli se puede aplicar en cualquier punto de la línea de corriente.

CARGA O ALTURA DINAMICA.—Está es una composición de las siguientes cargas

- Carga de velocidad
- Carga de fricción.

CARGA DE FRICCIÓN.—Es la suma de todas las fricciones o pérdidas por fricción que se provocan en cualquier sistema (tuberías, accesorios, instrumentos, etc.) y varía con respecto a los siguientes parámetros:

- a) Cantidad de flujo
- b) Tamaño tipo y condición de tuberías y accesorios
- c) Carácter del líquido bombeado.

CARGA DE VELOCIDAD.- Es la referida a la diferencia de velocidades del fluido en la succión y en la descarga respectivamente, así que la altura total será ; la diferencia de alturas totales de succión y descarga y es la medida de incremento de energía transmitida al líquido por una bomba.

Quando tenemos que la altura total de descarga menos la altura total de succión es igual a la altura o carga neta positiva de succión mejor conocida como - NPSH) o bien llamada energía del líquido en la cota de referencia de la bomba y para que ésta tenga significado esto debe definirse como NPSH disponible o necesario

NPSH REQUERIDO.- Es una característica de la bomba se determina por prueba o cálculo y es aquella energía necesaria para llenar la parte de la succión y vencer las pérdidas por fricción y el aumento de velocidad desde la conexión de succión de la bomba hasta el punto en que se añade más energía, el NPSH req. varía según - el diseño de la bomba, tamaño de ésta y condiciones de servicio y regularmente lo suministra el fabricante del equipo de bombeo.

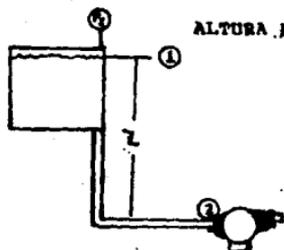
En una bomba centrífuga el $NPSH_r$, es aquella cantidad de energía necesaria - (en metros columna del líquido) para;

- a) vencer las pérdidas de carga desde la succión del sistema a los alabes del impulsor.
- b) Crear la velocidad deseada de corriente a los alabes.

En una bomba rotativa el NPSH req. es aquella cantidad de energía (kg/cm^2) - necesaria para ;

- a) Vencer las pérdidas desde la succión del sistema a los engranes o paletas
- b) Crear la velocidad deseada de entrada a los engranajes o paletas.

Lo anterior lo podemos representar por;



ALTURA META POSITIVA EN LA SUCCION.

(NPSH)

1. energía en punto.
 $\pm Z_1 + P_1 + V_1^2/2g.$

$$\pm Z_1 + \frac{P_1 - P_v}{\rho g} ::$$

2- energía en punto.

$$\pm Z_1 + \frac{(P_1 + P_v)}{\rho g} = P_v$$

FIG. No.4

NPSH disponible. - Es una característica del sistema y se define como la energía que tiene un líquido en la toma de succión de la bomba (independientemente del tipo de está) por encima de la energía del líquido debido a su presión de vapor. El NPSH disp. Puede ser calculado u obtenido tomando lecturas de prueba en la succión de la bomba dado que un líquido puede tener tres clases de energía y como el NPSH es energía, los dos métodos para determinar el NPSH disp. se deben considerar las energías: POTENCIAL, DE PRESION Y CINETICA.

CLASIFICACION GENERAL DE LAS BOMBAS.

Se pueden tener varias clasificaciones de las bombas teniendo en cuenta su clase, tipo, posición o trabajo, etc. a continuación encontramos la clasificación general teniendo en cuenta los parámetros anteriores.

TABLA No.1

CLASE	TIPO	SUB TIPOS
Centrífugas	Voluta	Horizontal - vertical
	Difusor	Autocebante- no autocebante
	Turbina regenerativa	Succión simple - doble succión
	Turbina vertical	1 etapa - multietapas
	Flujo mixto	Impulsor abierto - semiabierto - cerrado
	Flujo axial (propela)	Sumergible/ de pozo humedo/ de pozo seco y de barril.

CLASE	TIPO	SUBTIPOS
	Engranés	Externos - internos
	Paletas	En rotor - en estator
	Bielas y pistones	Axiales - radiales
Rotatorias	Tornillos	Sincronizados - no sincronizados
	Lóbulos	Simple - múltiples
	Elementos flexibles	De paletas - de tubo - de cavidad
	Acción directa	Horizontal - vertical
Recíprocantes	De biela y cigüeñal	Simplex - múltiples Simple acción - doble acción
	Diafragma.	
	Pistón circular.	

El Instituto de Hidráulica recomienda que su clasificación sea considerada solo como una descripción general de las clases y tipos de bombas y deja a los fabricantes la clasificación de los detalles que haya desarrollado o estandarizado para cada tipo de bomba. En la selección adecuada de una bomba es necesario comparar conjuntamente los requerimientos de operación, construcción y aplicación.

En sus normas el Instituto de Hidráulica clasifica a las bombas centrífugas por el número de pasos en una etapa y multietapas; por el tipo de carcasa en voluta y difusor; por la posición de la flecha en horizontales y verticales (de pozo seco y sumergibles) por la succión en simple y doble succión, por el impulsor en abierto, semiabierto y cerrado; por su flujo en radial, mixto y axial. En los términos de materiales de construcción el Instituto utiliza las siguientes designaciones (1) con interiores de bronce (2) toda de bronce (3) aleaciones especiales de bronce (4) toda de hierro (5) con interiores de acero inoxidable (6) toda de acero inoxidable. Las bombas con interiores de bronce tienen carcasa de hierro impulsor de bronce, anillos de la carcasa de bronce; ranuras de la flecha de bronce (estas últimas si así son requeridas). En las bombas todas de bronce, todas las partes en contacto con el lí-

quido bombeado (partes húmedas) están hechas de bronce estándar del fabricante para la tercera designación es igual que en la segunda, solo que las de aleaciones de bronce están hechas especialmente para la aplicación específica de la bomba.

Las bombas de hierro tienen sus partes húmedas hechas en metales ferrosos. En las bombas con interiores de acero inoxidable la carcasa es de material adecuado al servicio, mientras que el impulsor, los anillos del impulsor y las mangas de la flecha están hechos de un acero resistente a la corrosión y adecuado a el líquido manejado, por último las que están hechas todas de acero inoxidable resistente a la corrosión tanto las partes en contacto con el líquido como las partes que no lo están, como observamos todos estos parámetros son revisados debido a las características de los fluidos a manejar.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS BOMBAS.

Las características más comunes de las diferentes clases de bombas analizadas se pueden observar en la siguiente tabla comparativa. (TABLA No.2)

TABLA No.2

CARACTERISTICAS DE LAS BOMBAS MODERNAS

	CENTRIFUGAS		ROTATORIAS	RECIPROCANTES		
	voluta y difusor	Flujo axial	De tornillo y de engranes	De acc.directa por vapor	De acc.directa	Triplex doble
Flujo a la descarga	Continuo	Continuo	Continuo	Intermitente	Intermitente	Intermit
Nivel máx.de succión (ft)	15	15	22	22	22	22
Líquidos manejados :	Agua limpia y clara, líquidos sucios y abrasivos con alto - contenido de sólidos en sus-- pensión.		Viscosas, no abrasivos	limpios	y claros	
Rango de presión de descarga	Bajas a altas		Medias	Bajas	y altísimas	
Rango de capacidad	Bajas a grandes		Bajas a medias	Relativamente pequeñas		
Como el aumento de carga afecta la capacidad :	d i s m i n u y e		No afecta	Disminuye	No afecta	
La potencia de entrada	depende de la velocidad -- específica		Aumenta	a u m e n t a		
Como la disminución de carga afecta la capacidad:	a u m e n t a		No afecta	Disminuye	No afecta	
La potencia de entrada	Depende de la velocidad -- específica		Disminuye	d i s m i n u y e		

Estos datos fueron sacados del manual del instituto de Hidráulica

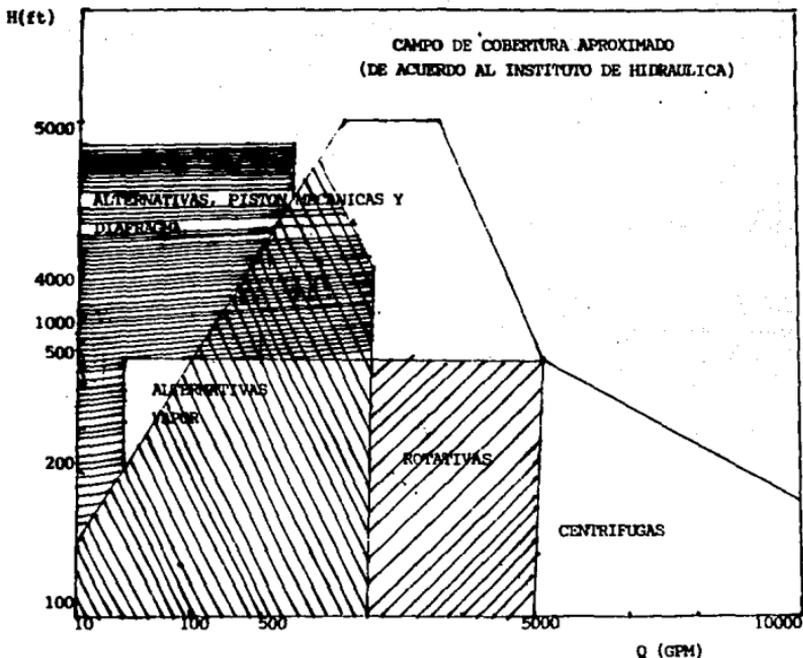
Por ejemplo para encontrar una bomba que maneje capacidades relativamente -- pequeñas de líquidos limpios y claros a altas cargas nos podemos auxiliar de la -- tabla anterior, consideramos importante señalar, desde este momento que el nivel de succión no debe de exceder del límite máximo recomendado. La capacidad o gasto (LPM.GPM. LPS.m³/hr, etc.), determina el tamaño de la bomba e influye en la clase de unidad seleccionada, la naturaleza del fluido influye en los materiales de construcción de la bomba, la carga también es otro factor importante.

La tabla anterior nos dice que las bombas reciprocantes son adecuadas para : capacidades pequeñas, cargas altas y líquidos claros y limpios por lo tanto dependiendo de las características del trabajo una bomba de pistón o de émbolo, de acción directa, biela y cigüeñal o de accionamiento eléctrico puede ser escogida, a su vez puede ser simplex, duplex o triplex o bien tener un número mayor de cilindros una vez seleccionada la bomba, pueden estudiarse los detalles de válvulas, accionadores, materiales de construcción, etc. Es así como generalmente los detalles de las bombas son función de las condiciones de trabajo, así el arreglo particular de una bomba centrífuga puede depender en mucho de las tuberías de conexión, espacio disponible, condiciones de trabajo, así como de otros muchos factores como el ---- accionamiento escogido para la bomba, el cual puede ser definido por la velocidad de la bomba, del balanceo térmico del proceso, del suministro de energía o del costo del combustible en el área donde será instalada la planta de bombeo, etc. pero nuevamente estos detalles son definidos después de haber seleccionado la bomba adecuada a las condiciones hidráulicas de operación que debe cumplir y la clave para alcanzar estos requerimientos hidráulicos son precisamente la clase y tipo de bomba seleccionada.

CAMPO HIDRAULICO.

Veamos ahora que capacidades y presiones (cargas o alturas) cubren normalmente los equipos de bombeo en diferentes zonas de superposición, con lo que se define junto con otros parámetros como son : viscosidad, solidos en suspensión, NPSH req. etc. El tipo de bomba a utilizar para un servicio específico.

Los casos limites de superposición se ven representados por medio de la siguiente figura (fig. No. 5)



Donde dos o más unidades, del mismo tipo o de diferente tipo cumplen las condiciones hidráulicas, el estudio debe ir un poco más adelante para determinar cual de los equipos es mejor para la instalación, el proceso puede requerir bajo costo de adquisición de la bomba, vida útil larga, o máxima economía de operación. Normalmente esto no se encuentra en un solo paquete por lo que deberá decidirse que es lo más importante para el servicio e instalación considerada. El contexto de nuestra tesis se limita ahora ya que vimos que existen una gran variedad de tipos de bombas, a las bombas centrífugas.

BOMBAS CENTRIFUGAS

Son aquellas que imparten energía, principalmente al líquido mediante la acción de una fuerza centrífuga, se subdividen primeramente atendiendo a la dirección del flujo en el impulsor por lo tanto pueden ser bombas con impulsor de flujo radial, de flujo mixto y flujo axial pudiendo ser los impulsores de tipo cerrado con paredes integrales laterales, abierto sin paredes, semicerrado con una sola pared integral, en lo que respecta a la succión sencilla o doble se debe aclarar que en relación con sus aspas se conocen dos tipos de impulsores de flujo radial; impulsor de aspas rectas e impulsor de aspas tipo francis. o de tornillo en una serie de curvas de comportamiento son perfectamente reconocibles los distintos tipos de impulsor, ya que están ligados estos con el número que nos permite determinar el valor de la velocidad específica en la siguiente forma; si decimos que la velocidad específica es el número o factor que relaciona, la velocidad rotacional, la cantidad de flujo y la carga desarrollada, entonces.

TIPO DE IMPULSOR	VALOR DE LA VELOCIDAD ESPECIFICA
Radial de aspas rectas	500--1000
Francis	1500--4000
Flujo mixto	4000--7500
Flujo axial	8000--20000

Los impulsores de flujo mixto y axial generalmente son del tipo succión sencilla. Ver fig. No. 12

Ahora bien atendiendo a la forma de las carcasas, podemos decir que estas se dividen en dos grupos y son: bombas con carcasas de voluta y con carcasa de difusor siendo estos casos "BIPARTIDAS" axial y radialmente de manera respectiva, con respecto a la posición de la succión hay dos principales; bombas con succión en el extremo y bombas con succión lateral decimos que son los dos principales tipos porque también se fabrican bombas con la succión hacia abajo y hacia arriba.

Por regla general todas las bombas con succión en un extremo usan impulsor del tipo de succión sencilla no podemos decir lo mismo con las bombas de tipo de succión vertical ya que estas utilizan según su tipo, impulsor con

TIPOS DE IMPULSOR PARA BOMBAS CENTRIFUGAS.

Impulsor es el elemento que hace girar la masa del líquido para que este adquiere la energía de velocidad constituyendo el corazón de la bomba, existen varios tipos de impulsores los que podemos encontrar como:

A) IMPULSOR TIPO RADIAL.

La energía se cede a el líquido fundamentalmente por la acción de la fuerza centrífuga.

Fig. No.6



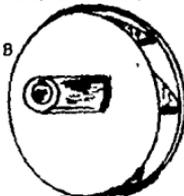
ABIERTO

Fig. No. 7



SEMICERRADO

Fig.No.8



CERRADO.

B) IMPULSOR AXIAL.

La energía se cede al líquido por la impulsión ejercida por los alabes sobre el mismo.

Fig. No. 9



C) IMPULSOR MIXTO.

Entre los dos tipos existen variantes intermedios con energía cedida en parte por la fuerza centrífuga y en parte por el empuje de los alabes constituyendo así un flujo mixto.



Fig. No. 10

D) IMPULSOR A CANAL.

Fig. No.11



Este tipo de impulsor permite el paso de sólidos a través de la bomba sin dañarla y es utilizado generalmente en tratamiento de aguas residuales y en la industria azucarera donde los sólidos en suspensión están presentes con una gran frecuencia.

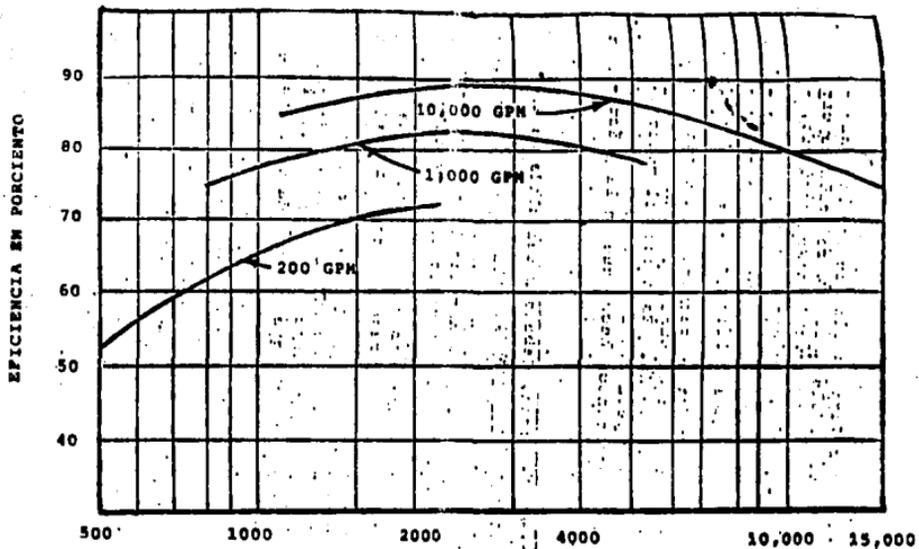


FIGURA 12

EFICIENCIA DE BOMBAS CONTRA VELOCIDAD ESPECIFICA

succión sencilla o doble, cuando una bomba genera toda su carga con un solo impulsor se dice que está es de un solo paso y cuando utiliza para el mismo efecto dos o más impulsores se denomina bomba de pasos múltiples o multipasos respecto a la posición de su eje giratorio, a las bombas centrífugas las conocemos como horizontales o verticales en las primeras encontramos profusamente utilizados los impulsores radiales y flujo mixto y en las verticales también los de flujo mixto y los axiales; aunque gran número de tipos de bombas horizontales tienen variantes verticalizados.

Entre las bombas verticales encontramos la de impulsor de tipo axial tipo propela y las de impulsor cerrado para pozo profundo ahora bien desde el punto de vista de su aplicación podemos encontrarlas como:

BOMBAS INATASCABLES.

Tienen como característica principal utilizar impulsor abierto o cerrado pero el tipo francis, corto y también en el de flujo mixto, de succión sencilla generalmente, son capaces de manejar aguas negras con sólidos de tamaños limitados o aplicables a la industria papelería en lo referente al manejo de pulpa o licores de cocción.

BOMBAS DE PROCESO.

Aplicables para manejar una gran gama de líquidos utilizados en procesos industriales que requieren condiciones de temperatura, de presión, o ambas -- características más altas que las normales o cuyos efectos corrosivos son notorios y generalmente estas bombas son de metalurgia especial.

BOMBAS DE INYECCION A CALDERAS.

Estas bombas son generalmente de capacidades medianas, de altas presiones y casi todas son del tipo multipasos además con la metalurgia adecuada para manejar aguas tratadas y a altas temperaturas.

BOMBAS DE USO GENERAL.

Por uso general entendemos el manejo de aguas en condiciones normales de operación y para capacidades pequeñas, medianas o grandes y cargas generalmente medianas o bajas y las encontramos de varios tipos; bombas con succión

en su extremo y sencillas con "carcasa partida radialmente" y las bombas de succión lateral doble y "carcasa partida horizontalmente, aquí podemos incluir a las bombas contra incendio.

BOMBAS DE POZO PROFUNDO.

Son del tipo vertical generalmente con impulsores cerrados y como característica común la de ser de varios pasos con columnas de longitud adecuada para llevar el cuerpo impelente hasta el seno del líquido a bombear aunque su gran aplicación está en el suministro de agua de pozos para riego, no es ésta la única ya que también es posible utilizar este tipo de bombas en el manejo de hidrocarburos o de sales en la industria petroquímica.

BOMBAS REGENERATIVAS.

Estas bombas aunque suministran carga al líquido por medio de fuerza centrífuga su impulsor tiene una marcada diferencia con las demás bombas centrífugas ya que se parece bastante a los rodets de las turbinas, pues tienen tallado en ambos lados un número determinado de aspas cortas radiales. La forma de la vía de agua de la carcasa de estas bombas, hace que el impulsor tome varias veces el agua antes de que esta logre terminar su viaje desde la succión hasta la descarga, con lo cual se le comunica una alta carga al agua manejada. La característica más distintiva de estas bombas es que aunque sus capacidades son demasiado limitadas sus cargas son altas.

HIDRAULICA DE LAS BOMBAS CENTRIFUGAS.

CURVAS CARACTERISTICAS DE LAS BOMBAS CENTRIFUGAS.

Las curvas características son las curvas que traducen el funcionamiento de las bombas y son el fruto de las experiencias de los fabricantes que hacen vencer a la bomba en cuestión, la oposición de diversas alturas con diversas tazas de gasto, verificandose también la potencia absorbida y la eficiencia de la bomba.

No obstante antes de mostrar las curvas de las bombas debemos definir algunos elementos indispensables para el rendimiento de la misma las cuales son:

- A). _ Altura manométrica.
- B). _ Potencia consumida.
- C). _ Rendimiento de la bomba.

ALTURA MANOMETRICA.

La altura manométrica de una bomba es la energía por unidad de peso que la bomba es capaz de suministrar al líquido bombeado y se da normalmente en metros.

POTENCIA.

Debemos de considerar dos tipos de potencia que son:

- 1.- Potencia hidráulica.
- 2.- Potencia consumida por la bomba.

POTENCIA HIDRAULICA (Ph).

Como ya vimos está potenciase cácula por medio de la fórmula.

$$Ph = \gamma' QH \quad \text{donde:}$$

Ph = potencia hidráulica.

γ' = peso específico

Q = gasto o capacidad.

H = altura manométrica.

Y la formula utilizada es:

$$Ph = \frac{\gamma' Q H}{270} \quad \text{y sus unidades son:}$$

H = metros

Q = m³/hr

γ' = kg/dm³

Ph = C.V. o H.P.

POTENCIA CONSUMIDA POR LA BOMBA

Es la potencia necesaria que la bomba recibe del accionador ya sea motor o turbina.

RENDIMIENTO (η), a este termino también lo conocemos como: EFICIENCIA.

Es la relación que existe entre la potencia hidráulica para la bomba al fluir y la potencia consumida por lo tanto decimos que:

$$\eta = \frac{Ph}{P} \quad \eta = \frac{\text{potencia hidráulica}}{\text{potencia consumida.}}$$

como: Ph = γ' QH podemos asentar que:

DE γ' , Q, H y η es adimncional.

P = C.V. o H.P.

Visto lo anterior podemos decir que tenemos las siguientes relaciones para graficar y así determinar las curvas características de las bombas.

Curvas

Características de las bombas centrífugas.

- A).-curvas de altura contra capacidad.
- B).-curvas de potencia consumida contra capacidad,
- C).-curvas de rendimiento contra capacidad.

CURVA DE ALTURA CONTRA CAPACIDAD.

Esta curva nos muestra la variación existente entre la carga y la capacidad - (fig. 13) esta curva es diferente de la curva teórica, debido a la pérdida por circulación, fricción, turbulencia, etc.

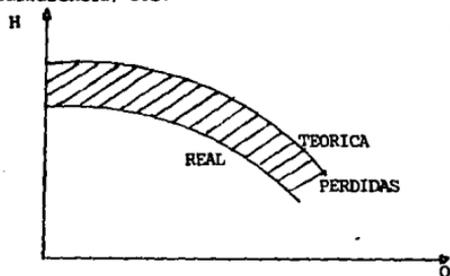


FIG. No. 13

Esta curva altura, capacidad, recibe diferentes denominaciones de acuerdo con la forma representada por lo que ilustramos algunas de sus variantes.

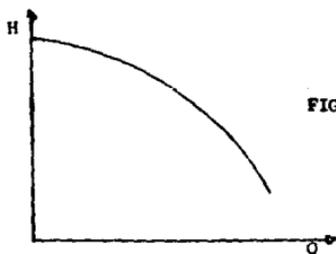


FIG. No. 14

Curva tipo estable, en ésta curva, la altura aumenta de manera continua con la disminución de la capacidad.

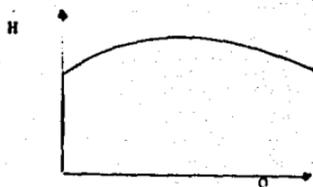


FIG.No. 15

Curva tipo inestable, en esta curva, la altura a capacidad cero es menor que la desarrollada para otros gastos.

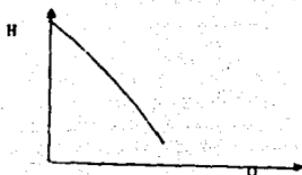


FIG. No. 16

Curva tipo inclinado acentuado.- es una curva de tipo estable en la que existe una gran diferencia entre la altura desarrollada en la capacidad cero (cierre) y la de vaciamiento proyectado -- (descarga libre)

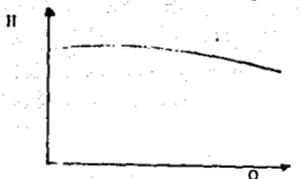


FIG. No. 17

Curva tipo plano.- en ésta curva la altura varía mucho, conforme al gasto desde el punto de cierre al punto proyectado.

CURVA POTENCIA CONTRA CAPACIDAD.

Esta curva también tiene características específicas de conformidad con la forma que presentantan, siendo así que tenemos;

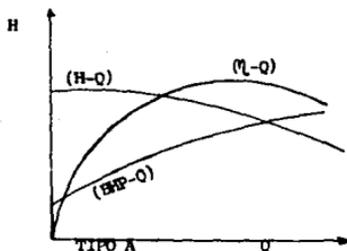
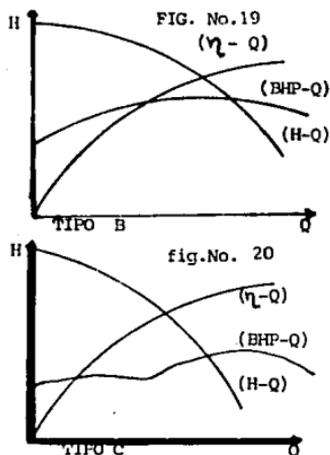


FIG. No. 18

A) En este tipo la potencia consumida aumenta hasta cierto valor manteniéndose constante para los valores siguientes de capacidad descendiendo después, esta curva tiene la ventaja de no sobrecargar al motor en ningún punto de trabajo, sin embargo éste tipo de curva no puede obtenerse en todas las bombas, estas curvas también se llaman (nonoverloading) no permiten la sobrecarga.

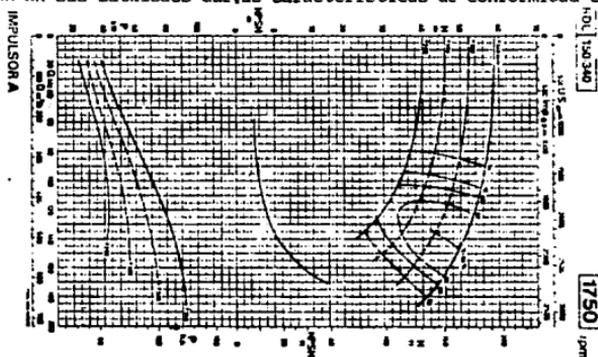


En todo caso, el motor debe seleccionarse considerando el sistema en función de sus condiciones de operación y de sus características, se debe dar especial atención a la altura manométrica mínima, en relación con las bombas cuyas curvas sean del tipo A y B y a la altura manométrica máxima para las bombas cuyas curvas sean del tipo (C)

RENDIMIENTO CONTRA CAPACIDAD.

Esta curva esta mostrada en los anteriores ejemplos normalmente los fabricantes representan en sus catálogos curvas características de conformidad con los mostrados aquí :

FIG. No. 21



B) En este tipo la potencia aumenta continuamente con la capacidad, el motor debe seleccionarse de modo que su potencia cubra todos los puntos de operación en los sistemas con alturas variables, es necesario que se verifiquen las alturas mínimas que puedan ocurrir con el fin de poder seleccionar el motor evitandose el peligro de la sobrecarga, estas curvas también se llaman del tipo 'over loading' (de sobrecarga)

C) En este tipo la potencia consumida aumenta con la disminución del gasto o con el aumento de la altura (bombas con impulsor semiaxial y axial) debe prestarse atención a la pérdida de estas bombas.

El rendimiento de una bomba como regla general es uno de los factores más importantes a considerar para una óptima selección debido a su influencia directa en los costos de energía.

En algunos códigos y especificaciones establecen que la ubicación del punto de trabajo debe de encontrarse lo más cercano al punto de máxima eficiencia, siendo así que el punto de operación no podrá encontrarse ni menos de un 15% o más de un 5% de Q , en el punto de máxima eficiencia.

Así por ejemplo en la curva anteriormente representada (curva del fabricante) todas las curvas representadas se han obtenido por medio de pruebas en los diferentes laboratorios de los fabricantes y finalmente estas quedan como estandar en los catalogos de cada uno, haciendo un analisis de dichas curvas nos encontramos que estan ilustradas de la siguiente manera.

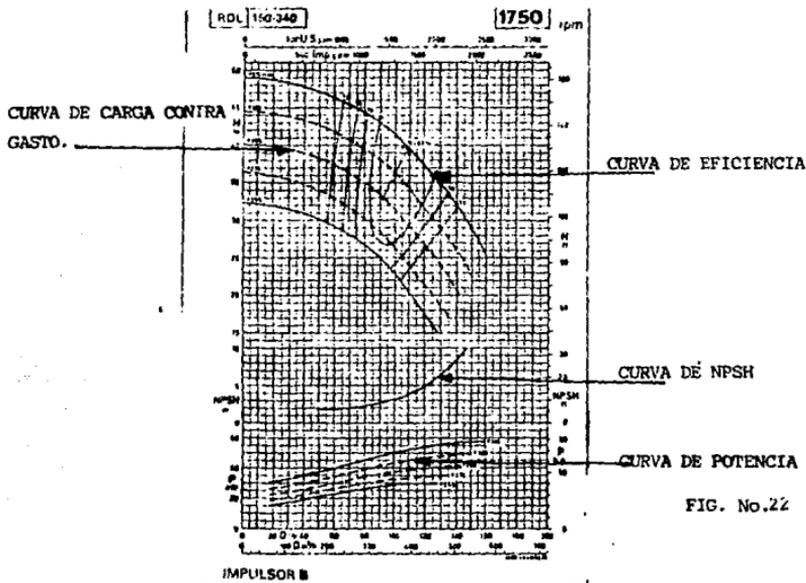


FIG. No.22

Esta es una curva característica de los fabricantes y las tienen según estandar de producción

PUNTO DE TRABAJO.

Si graficamos la curva del sistema en la misma gráfica en la que se colocan las curvas características de las bombas, obtenemos el punto normal de trabajo en la intersección de la curva $Q \times H$ de la bomba con la curva del sistema conforme se muestra en la fig. No. 23

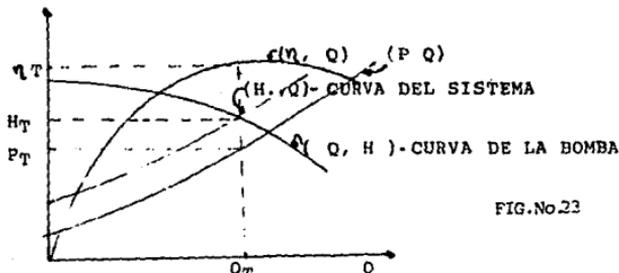


FIG.No 23

Entonces la bomba tendrá un punto normal de trabajo

- capacidad (Q_T)
- altura (H_T)
- potencia consumida (P_T)
- rendimiento de la bomba en el punto de trabajo (η_T)

Se debe considerar la existencia de diversos recursos para modificar el punto de trabajo, para transferir el punto de encuentro de las curvas $Q \times H$ de la bomba y del sistema estos recursos consisten en modificar la curva de la bomba, la curva del sistema o ambas.

Alterar la curva del sistema consiste básicamente en alterar el sistema para el cual se hubiere levantado la curva y esto puede lograrse en diversas formas tales como;

- 1) Cerrar parcialmente la válvula de descarga; como esto aumenta la pérdida de carga la curva del sistema subirá y obtendremos para una bomba con curva estable un decrecimiento en el gasto como se muestra en la figura No. 14

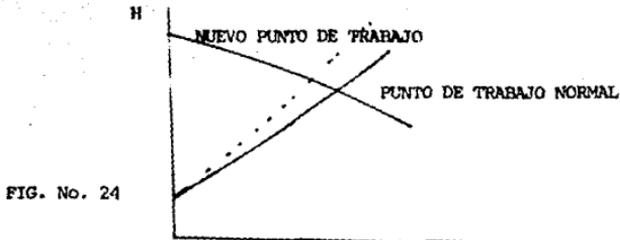


FIG. No. 24

- 2) Las otras formas existentes alteran sustancialmente el sistema y no sería propiamente una variación del punto de trabajo del sistema anterior sino del punto de trabajo de un nuevo sistema, contra otra curva de sistema que deberá ser graficada de la misma forma que se hizo para el sistema inicial, estas alteraciones serían por ejemplo ;
- variación de las presiones de los depósitos
 - cambio de diámetro de las líneas
 - cambio de cotas de los líquidos, etc.

Como a hemos visto cambiar las curvas del sistema era solo una de las formas de modificar el punto de trabajo pudiendo también efectuarse lo siguiente;

- a) MODIFICAR las curvas de las bombas, cortar el diámetro del impulsor, alterar la velocidad, seleccionar otra bomba.
- b) Modificar las dos curvas lo que no representa dificultad a que podemos analizar a ambas de manera aislada y determinar el punto de trabajo

LEYES DE SIMILITUD

Las bombas geoméricamente similares tendrán velocidades específicas semejantes en estas bombas, es posible utilizar las leyes de similitud debido a que estas bombas tienen factores comunes entre unas y otras, así que existe una proporcionalidad entre los valores de Q, H y P con la rotación, siendo así que, siempre que alteramos la rotación de la bomba, se tendrá en consecuencia la alteración de las curvas características, lograndose la corrección de la nueva rotación (n_1) a través de las siguientes proporciones.

- 1) La capacidad es proporcional a la rotación

$$Q/Q_1 = n/n_1 \quad \text{donde } n = \text{R.P.M.}$$

2). La altura varía con el cuadrado de la rotación.

$$H/H_1 = (n/n_1)^2$$

3). La potencia consumida varía con el cubo de la rotación.

$$P/P_1 = (n/n_1)^3$$

o sea que:

$$n/n_1 = Q/Q_1 = \sqrt[2]{H/H_1} = \sqrt[3]{P/P_1}$$

Siendo así siempre que alteramos la rotación, deberá hacerse la corrección de las curvas características, a través de las relaciones anteriormente representadas con el fin de determinar el nuevo punto de trabajo, así que podemos decir que la leyes de similitud las podemos utilizar cuando deseamos modificar el punto de trabajo.

REDUCCION DEL DIAMETRO DEL ROTOR

Si reducimos el diámetro del impulsor radial de una bomba, manteniendo la misma rotación, la curva característica de la bomba se altera aproximadamente de conformidad con las siguientes ecuaciones.

$$(D/D')^2 \sim Q/Q' \sim H/H'$$

$$D' \sim D' \sqrt[2]{Q/Q'} \sim D' \sqrt[2]{H/H'}$$

Como estas fórmulas solo dan valores a proximos es recomendable consultar antes de la instalación con el fabricante de la bomba.

Además se debe considerar que:

- 1.- La reducción del diámetro es limitada y depende del tipo y del proyecto de los impulsores.
- 2.- Existen varias formas de cortar el rotor.
 - . Cortando el alabe y las paredes.
 - . Cortando solo los alabes.
 - . Cortando los alabes en ángulo. etc.

Estas informaciones las extienden los fabricantes para saber cuales son los límites máximos de corte de cada uno de los componentes del rotor de acuerdo a la marca utilizada, esto debido a que cada fabricante extiende una forma para realizar dicho recorte o bien para que no se haga ninguno de estos en sus equipos fuera de sus instalaciones autorizadas.

VELOCIDAD ESPECIFICA.

Puesto que el rendimiento real de una bomba centrífuga se determina en gran parte por medios experimentales, es muy deseable el poder utilizar los resultados de ensayos pasados como una base para predecir el rendimiento de futuros diseños.

Con este objeto se ha desarrollado un interesante número característico ampliamente usado y conocido como VELOCIDAD ESPECIFICA y se expresa así:

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

Donde N, Q, H, son para el punto de máxima eficiencia y sus unidades son N= RPM, Q=LPS y H = m.

Aunque no es adimensional N_s por lo general se expresa como un número ya que su aplicación practica es tal, que las unidades no son efectivas excepto por influencia en la magnitud absoluta del número mismo. La velocidad especifica es de interes para el diseñador y el usuario de la bomba en forma esencial de la siguiente manera.

1.-Todas las bombas geoméricamente semejantes sin importar su tamaño tendran velocidades especificas semejantes (pero no todas las bombas de la misma velocidad especifica, seran por necesidad geoméricamente semejantes las bombas geoméricamente similares son las bombas que tienen factores comunes entre una y otra.)

2.-Dentro de límites razonables, la geometría y rendimiento de las bombas pueden predecirse como una funcion de N_s , Q, para N en RPM ; Q en m^3/hr , H en m el número llega ser aproximadamente de 10 a 300, la forma como la eficiencia y el diseño varían en un intervalo segun la figura (12) además la forma general de las curvas características de las bombas variarán ampliamente desde un extremo de este intervalo a otro.

En el calculo de la velocidad especifica para algunas bombas se debe tener en cuenta las siguientes observaciones.

A.-) En bombas con impulsor de doble succión, dividir la capacidad en dos para llegar a la fórmula.

B.-) En bombas de varias etapas, dividir la altura manométrica (H) entre el número de etapas.

SISTEMA.

Identificamos como sistema a la red hidráulica completa a ser alimentada por la bomba que se pretende seleccionar, conocer con detalle el sistema es de suma importancia para proceder al dimensionamiento de la bomba satisfactoriamente.

como podremos constatar más adelante, conociendo las necesidades específicas del sistema.

Sabemos que el "sistema" está compuesto por una serie de elementos que son - tuberías, accesorios, válvulas, conexiones, etc. y cada uno de los elementos causan pérdidas de carga por fricción, cuya magnitud depende entre otras cosas del flujo que pase a través de ellos (a mayor flujo, mayores pérdidas) y del área de la sección transversal del elemento por el cual pasa el flujo (a mayor área, menores - pérdidas) lo anterior constituye una demanda de carga del sistema, debido a pérdidas por fricción.

Otra fuente de demanda de carga del sistema se genera en función de la diferencia de altura resultante entre los puntos de toma y entrega del líquido a manejar, a lo que se le llama carga estática.

Existen fuentes adicionales de demanda de carga en un sistema como pueden ser una presión determinada de entrega requerida o carga de presión.

La demanda total de carga del sistema, será igual a la suma algebraica de las cargas demandadas por los diferentes conceptos (pérdidas por fricción-estática-de presión) y siempre será relacionado con un gasto dado.

Con el fin de resumir los conceptos anteriormente recordados de una manera gráfica procedamos a recordar un ejemplo sencillo, como sabemos la ecuación para la obtención de la carga es: $H_T = H_{estática} + H_{presión} + H_{pérdidas}$ por fricción las que podemos encontrar así:

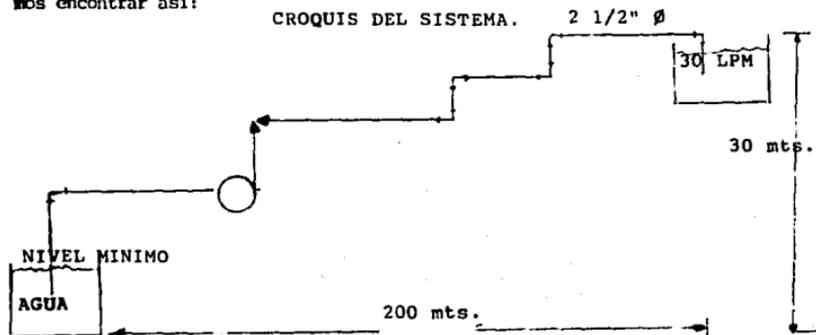


FIG. No.25

DESCRIPCION DE ELEMENTOS.

Tubería = 30m. vertical+ 200 m. horizontal = 230 m.

codos 90° = 6 pzas.

válvulas de ángulo = 1 pza.

DETERMINACION DE PERDIDAS POR FRICCION.

Como ya sabemos, existen varios métodos para la determinación de pérdidas por fricción en tuberías, conociendo los elementos que lo constituyen y el gasto a manejar: conocer la longitud total equivalente de tubería recta para lo cual existen - tablas y ahí nos apoyaremos (FLUJO DE DE FLUIDOS. CRANE pags, A- 46 a 49).

Elemento	Longitud equivalente L.E.unit.	Pzas.	total
Codo estandar 90° de 2 1/2"	6.5 pies	6	39 pies
Válvula de ángulo de 2 1/2"	34 pies	1	34 pies
Total accesorios		7	73 pies
tubería 230m x 3.28084			755 pies
long. total equivalente.			828 pies

Como siguiente paso procedemos a encontrar la carga que demandaría la longitud de 828 pies, manejando 350 lts. por minuto de agua. Otra vez con el auxilio de tabla (FLUJO DE FLUIDOS. CRANE pag B-14 a 16)

$$350 \text{ lpm} = \frac{350}{3.7854} = 92.5 \text{ GPM}$$

para tuberías de 2 1/2"

Gasto	caída de presión por c/100 pies
90 GPM.	2.61
100 GPM.	3.23

INTERPOLANDO VALORES PARA 92.5 GPM.

$$100 - 90 = 10 \quad 10 \rightarrow 0.62$$

$$3.23 - 2.61 = 0.62 \quad 2.5 \rightarrow X$$

$$92.5 - 90 = 2.5 \quad X = 0.155$$

$$2.61 + 0.155 = 2.765 \text{ PSI}$$

a un gasto de 92.5 GPM tenemos una caída de presión de 2.765 PSI por cada 100 pies

de longitud total

$$\text{pérdidas por fricción} = \frac{828}{100} \times 2.765 = 22.9 \text{ pies}$$

convirtiendo esta cifra a pies de carga tenemos

$$\text{carga en pies} = \frac{2.31 \times \text{PSI}}{\text{G.E.}} = \frac{2.31 \times 22.9}{1} = 52.9 \text{ pies}$$

La carga demandada por el sistema debido a pérdidas por fricción para un gasto de 350 LPM = (92.5 GPM) es de 52.9 pies.

DETERMINACION DE LA CARGA ESTATICA.

La altura diferencial entre los puntos de toma (nivel mínimo en cárcamo) y descarga (en la boca del tanque abierto), es de 30 mts. convirtiendo a pies obtenemos la carga estática.

$$30 \times 3.084 = 98.4 \text{ pies}$$

Esta carga estática es constante e independiente del gasto a manejar en el sistema.

Nota.- Podemos observar que para nuestro ejemplo no presenta demanda de carga de presión en el sistema ya que el sistema descarga a la atmósfera.

Determinación de la demanda de carga total del sistema a 350 LPM (92.5 GPM.)

$$\text{Carga total demandada} = 52.9 + 98.4 + 0 = 151 \text{ pies.}$$

Hasta aquí el ejemplo nos ha servido para recordar la manera de definir las demandas específicas de carga de un sistema relacionadas con el gasto determinado, ahora bien; entraremos a otros parámetros como son las;

CURVAS DEL SISTEMA

Ya que la curva "gasto carga" de una bomba nos proporciona información relativa a la carga diferencial que ésta es capaz de desarrollar a diferentes valores de flujo, es necesario que la curva del sistema, de manera homogénea, muestre la carga diferencial que demanda a estos intervalos de flujo por esto para conocer la curva del sistema como ya dijimos anteriormente se deben conocer dos parámetros que son;

- 1) carga de succión disponible para la bomba a varios gastos.
- 2) la carga de descarga demandada por el sistema a varios gastos.

Con lo que restando la carga de succión disponible a la carga de descarga, a una capacidad dada obtendremos la carga diferencial demandada por el sistema a ese gasto o capacidad.

Graficando los puntos variando los gastos podremos dibujar la curva del sistema que describe los requerimientos de carga del sistema a través de su intervalo completo de operación, utilizando el ejemplo anterior tenemos :

Gasto GPM.	Long.tot. equiv./100' (ADIMENCIONAL)	pérdida c/100' PSI (TABLAS)	Pérdida total PSI	carga PIES.
1	8.28	0.000	0.000	0.000
10	8.28	0.048	0.397	0.917
20	8.28	0.164	1.358	3.137
30	8.28	0.343	2.840	6.560
40	8.28	0.588	4.869	11.247
50	8.28	0.882	7.303	16.870
60	8.28	1.220	10.102	23.336
70	8.28	1.530	12.668	29.263
80	8.28	2.170	17.968	41.506
90	8.28	2.610	21.611	49.921
92.5	8.28	2.765	22.894	52.885
100	8.28	3.230	26.744	61.779
125	8.28	4.820	39.910	92.192
150	8.28	6.040	50.011	115.525
175	8.28	9.000	74.520	172.141

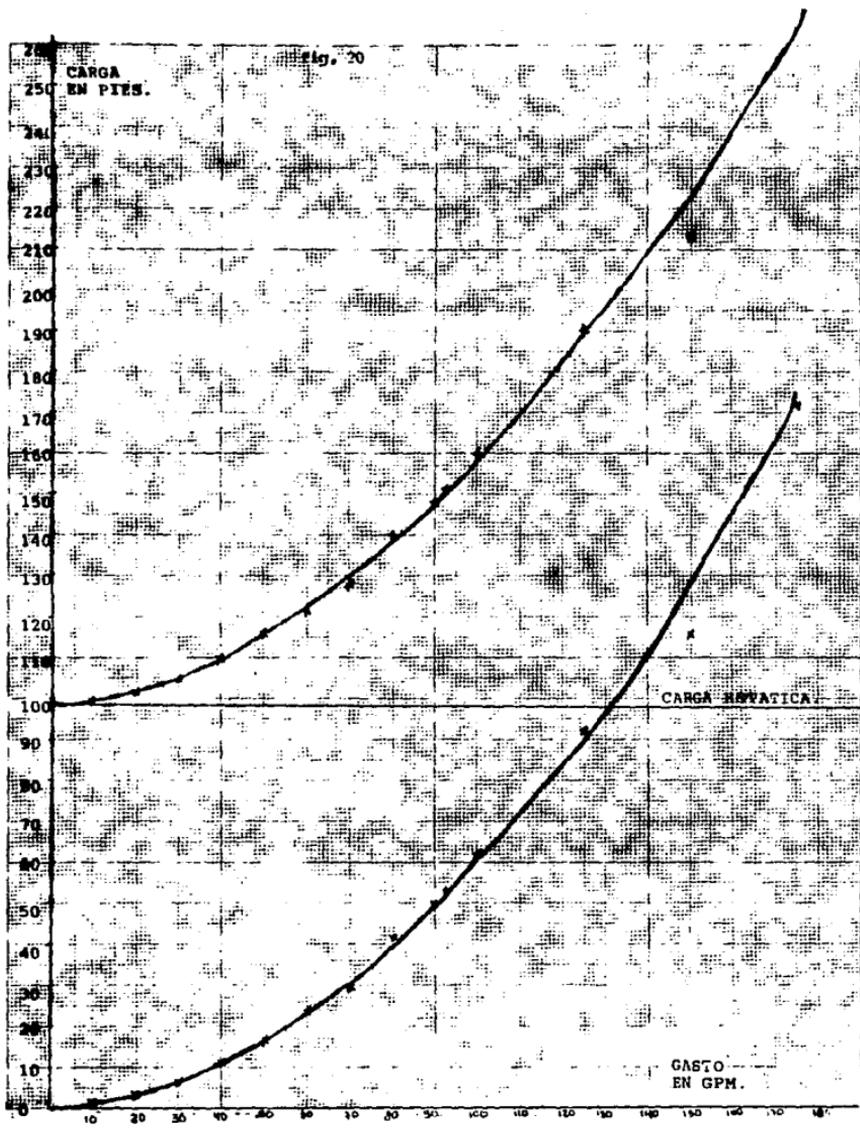
CARGA ESTÁTICA.

Como se mencionó en el ejemplo para todos el rango es igual a 98.4 pies.
Demanda total de carga a diferentes gastos.

Gasto (GPM)	Por fricción (pies)	estática (pies)	total (pies)
0	0.000	98.4	98.400
10	0.917	98.4	99.317
20	3.137	98.4	101.537
30	6.560	98.4	104.960
40	11.247	98.4	109.647
50	16.870	98.4	115.270
60	23.336	98.4	121.736
70	29.263	98.4	127.663
80	41.506	98.4	139.906
90	49.921	98.4	148.321
92.5	52.885	98.4	151.285
100	61.779	98.4	160.179
125	92.192	98.4	190.592
150	115.525	98.4	213.925
175	172.141	98.4	270.541

Clasificando los puntos obtenemos la curva del sistema y sus componentes :

Fig. 20



OPERACION SISTEMA-BOMBA

Una vez que se ha obtenido la curva del sistema y conociendo el punto en el que esperamos que el sistema opere normalmente se puede proceder a comparar con las diversas alternativas de curvas gasto-carga correspondientes a las diferentes bombas seleccionadas para elegir finalmente la que será integrada a el sistema.

Si las unidades de ambas curvas son homogéneas procedemos a graficar la curva gasto-carga de la bomba junto con la curva del sistema, encontrando con esto el punto de operación y será el punto en que las dos curvas se intersectan en este punto la demanda del sistema coincide con la capacidad de la bomba.

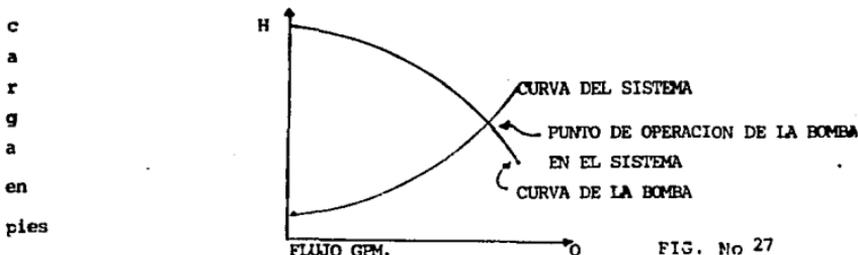


FIG. No 27

Se insiste en hacer notar que el punto de intersección de las curvas sistema-bomba es el único punto posible en el que el conjunto sistema bomba operará.

A la derecha de este punto la demanda del sistema excede la capacidad de la bomba por lo tanto no podremos operar a flujos mayores sin cambiar las características del sistema, (reduciendo la demanda de carga) o de la bomba, (aumentando su capacidad de carga.)

A la izquierda de este punto podemos ver que la capacidad de la bomba excede a la demanda del sistema por lo que si el proceso lo requiere y el usuario lo acepta el conjunto sistema bomba puede ser operado en esta zona con diversas modificaciones, con una válvula para estrangular el flujo, con un accionador de velocidad variable, etc.

Debido a que como ya dijimos la bomba operará en un solo punto de su curva -

específica y siendo este punto el de intersección con la curva del sistema es muy importante definir con precisión el punto de operación deseado en el que el sistema operará realmente y en cuya definición se basará totalmente la selección hidráulica del tamaño de la bomba a utilizar.

NOTA. Cualquier fabricante una vez seleccionado el tipo de bomba procederá a definir su tamaño procurando ofrecer siempre aquella en la que el punto de operación solicitado se ubique con respecto a la curva específica de la bomba en eficiencia máxima o bien cerca de ella con el fin de lograr una selección ventajosa de su equipo a utilizar.

Para lo cual sino se realizó un proyecto y selección del equipo adecuadamente esto deja de tener una total validez en la realidad ya que cualquier error en los cálculos o datos proporcionados al fabricante repercutirá en el diseño y fabricación del equipo el cual al suministrarse será un equipo para otras condiciones de operación diferentes a las reales del sistema en referencia.

SISTEMAS DE BOMBEO EN SERIE Y EN PARALELO.

Los terminos necesarios de "serie y paralelo", son empleados cuando dos o más equipos de bombeo estan interconectados al mismo sistema de tubería, de manera que operan en conjunto.

SISTEMAS DE BOMBEO EN SERIE.

Quando se requiere operar con cargas altas, las cuales no se pueden generar con una sola bomba, o cuando hay la necesidad de hacer un rebombéo, o bien cuando se demanda el uso de una bomba de alta velocidad que satisfaga los requerimientos de descarga al sistema, usando entonces una bomba "BOOSTER" o ayuda esto para contrarrestar el NPSH requerido a baja velocidad conectada en serie como se muestra en las figuras descritas, es decir, la carga total será la suma de las parciales y el gasto total será el suministrado por la primera bomba de tal forma que:

$$H_T = H_1 + H_2 + H_3 \dots M_i$$

$$Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots Q_i$$

Excepto en aplicaciones BOOSTER o ayuda, en los demás casos, lo recomendable es seleccionar bombas con el mismo comportamiento de su impulsor y así obtener la siguiente expresión.

$$H_T + n H_i \quad \text{donde } H_1 = H_2 = H_3 = \dots H_i$$

y la potencia obtenida de la bomba sería.

$$BHP = \frac{Q_T \cdot H_T}{K} = \frac{Q_i \times n \cdot H_i}{K}$$

No es conveniente colocar bombas diferentes ya que si colocamos bombas con una marcada diferencia en el manejo del gasto en la que una bomba chica puede frenar el flujo proveniente de una mayor o en caso de instalarse primero la chica y después la grande, la primera inducirá pérdidas que disminuirán el NPSH disponible en la segunda.

Las siguientes ilustraciones nos muestran como las curvas de comportamiento de la conexión de bombas en serie así como la curva del sistema.

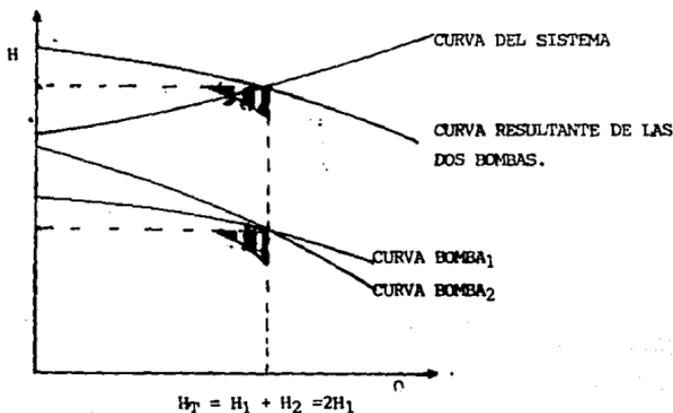


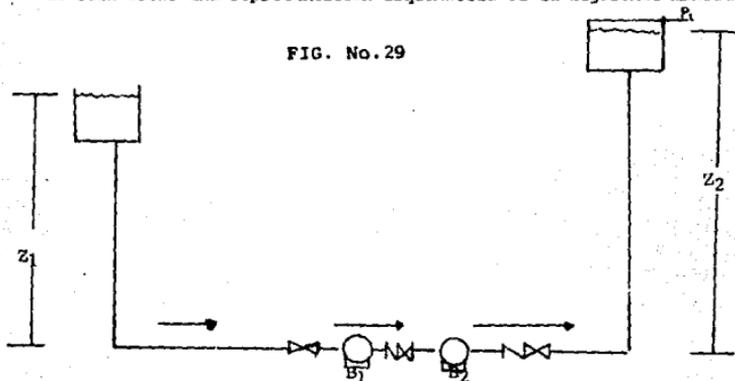
FIG. No. 28

Utilizando el teorema de BERNOLLI obtenemos la ecuación.

$$H_T = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 - Z_1 + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + H_{fT}$$

La cual tiene una representación esquemática de la siguiente manera:

FIG. No.29



CURVAS CARACTERÍSTICA DE UN SISTEMA DE BOMBEO EN SERIE.

En los sistemas de bombeo en serie al igual que en un sistema de una sola bomba, la influencia que tiene cada una de las energías implicadas en la ecuación de BERNOLLI variaran de acuerdo a las siguientes formas representadas aquí:

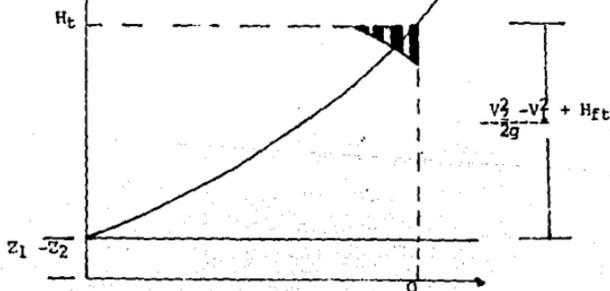


FIG. No. 30

La representación esquemática es:

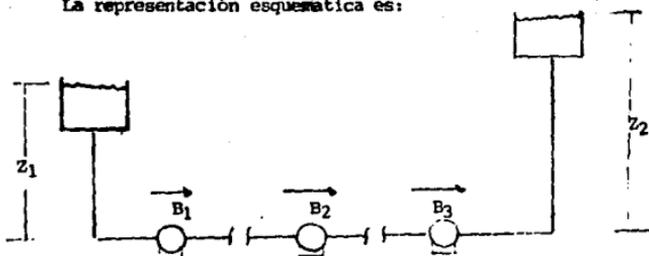


FIG. No.31

Otro tipo de curva característico es el siguiente; donde está presente un sistema que tiene presión diferente a la atmosférica.

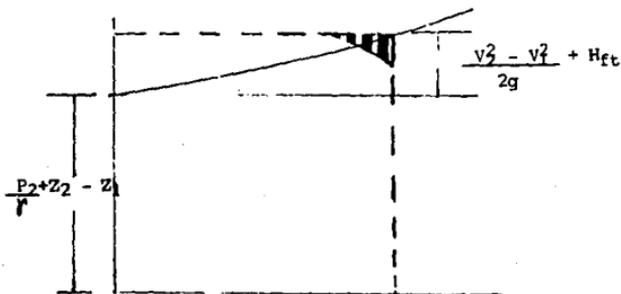


FIG. No.32

Y su representación esquemática es:

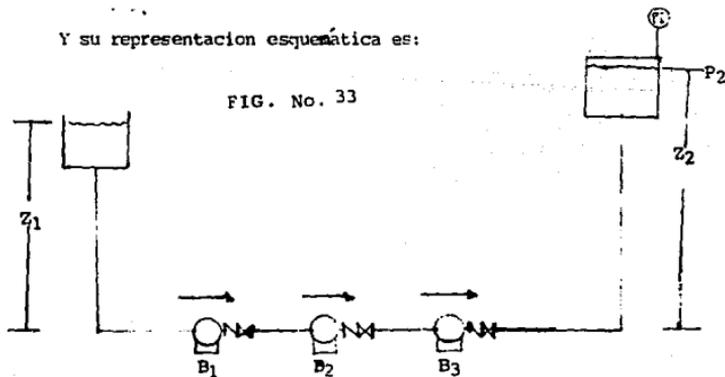


FIG. No. 33

SISTEMAS DE BOMBEO EN PARALELO.

En la decisión de selección de equipos de bombeo, en ocasiones se tienen inconvenientes de encontrar una sola bomba, la cual satisfaga los requerimientos de gasto del sistema, es decir, que tiene la necesidad de tener que recurrir a una selección de varios equipos que trabajen a la vez para satisfacer las necesidades de gasto requeridas, o cuando se requiere trabajar con gastos altos o variables, es frecuente seleccionar bombas que operen en paralelo, esta operación consiste en que dos o más bombas descarguen a la misma línea y pueden tener la misma línea de succión, o ésta puede ser independiente.

La operación en paralelo, consiste en que todas las bombas operen a la misma presión de descarga y el gasto total será la suma de los gastos parciales o individuales del total de las bombas involucradas.

$$H_T = H_1 = H_2 = H_3 = H_i$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_i$$

Las relaciones recomendables en este caso son aquellas en las que las bombas seleccionadas sean similares y con el mismo recorte de impulsor de tal manera que:

$$Q_T = nQ_i \quad \text{donde} \quad Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_i$$

De la misma forma la obtención de la potencia sería mediante la expresión:

$$BHP = \frac{Q_T H_T}{K} = \frac{H_i \times nQ_i}{K}$$

De tal forma que para la obtención de las pérdidas para obtener la carga dinámica total, es indispensable considerar las pérdidas de rozamiento en la succión, y en la descarga hasta al punto de conexión al cabezal de unión de las demás descargas con el gasto de una bomba, más las pérdidas del punto de conexión hasta la descarga con el gasto total, lo cual lo podemos representar a continuación con las gráficas anexas así como los esquemas aquí mostrados.

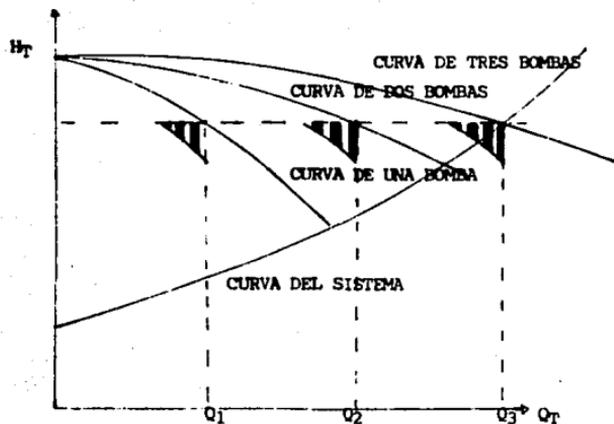


FIG. No. 34

Con las ecuaciones obtenemos;

$$H_T = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 - Z_1 + \frac{v^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + H_{ft}$$

Ahora bien con la ecuación de BERNOULLI; podemos obtener las ecuaciones para gasto y carga necesarias en el sistema así que:

$$H_T = H_1 = H_2 = H_3$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

Los cuales tienen una representación esquemática así:

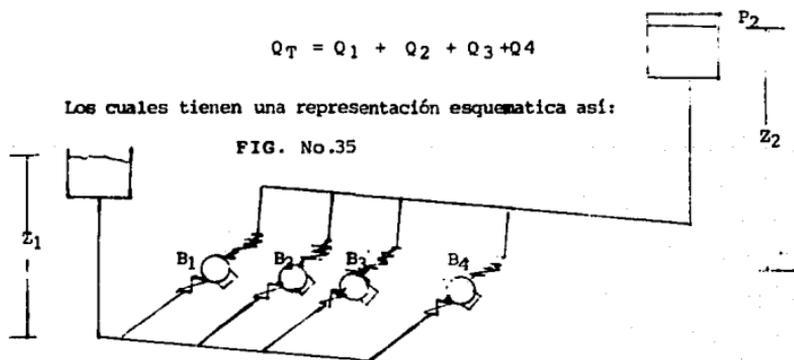
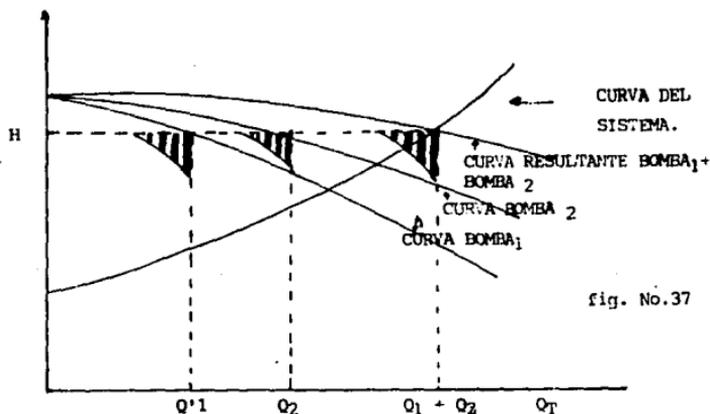
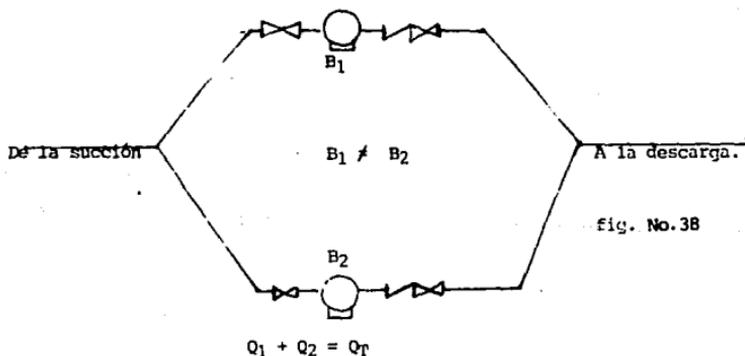


FIG. No.35

Las anteriores representaciones tanto gráficas como esquemáticas fueron para equipos en sistema paralelo con bombas similares, pero también existen sistemas de bombeo en paralelo con bombas diferentes y esto se representa así :



Esquemáticamente la podemos representar así:



De acuerdo a la tabla No. (2) y a la figura No. (6) la bomba de mayor uso es la centrífuga, por ejemplo; si se requiere de una bomba que nos pueda manejar -- una gran cantidad de líquido limpio, con columna de succión baja nos dirigimos a -- la tabla, ésta nos indica que una bomba centrífuga adecuada para las condiciones -- expuestas ahora dependiendo de los requisitos de aplicación puede elegirse el tipo de bomba centrífuga la que puede ser de voluta, difusor, de flujo axial, simple, duplex, o multiplex.

Este paso será si el diseño del sistema en donde se analizan con criterios -- eficientes factores como, la caída de presión recomendable, velocidad de flujo y de pendiendo de la velocidad de la bomba, el balance de calor de la planta, o disponibilidad de energía eléctrica se hará un avance más del estudio para determinar la -- instalación económica.

Una vez calculada la bomba se estudian sus detalles como son; válvulas de la bomba, material de construcción tanto de la carcasa como de las partes internas -- del sistema de enfriamiento, etc.

CARACTERISTICAS Y OPERACION DE BOMBAS.

Las bombas desde el punto de vista del Ingeniero Químico diseñador se definen de acuerdo al sistema, si su proposición cumple con el sistema y es adecuado comercialmente es suficiente para el diseñador.

Con el conocimiento de las propiedades físicas y parámetros necesarios una -- bomba queda definida hidráulicamente por los siguientes términos;

- a) Fluido que se maneja.
- b) Gasto normal y de diseño.
- c) Temperatura de bombeo.
- d) Densidad relativa (gravedad específica)
- e) Presión de vapor a la temperatura de bombeo.
- f) Viscosidad del fluido a la temperatura de bombeo.
- g) Presión de succión y presión de descarga.
- h) Presión diferencial.

- i) Altura de bomba o cabeza diferencial.
 - j) NPSH disponible
 - k) Potencia hidráulica.
- a) Fluido que se maneja, es fundamental conocer las propiedades del fluido, ya que de esto depende el conocimiento de los materiales de construcción, factores de diseño, etc., si contiene sólidos deberá indicarse tamaño y porcentaje, etc.
 - b) Gasto normal y de diseño, se determina por medio de balance de materia y energía y se toma en cuenta por los fabricantes en un 10 a 15 % más el gasto normal de operación.
 - c) Temperatura de bombeo, nos ayuda a escoger materiales, tipo del sistema de enfriamiento, tipo de sello y junto con la presión de succión nos dice la condición del fluido a manejar (saturado a subenfriado)
 - d) Densidad relativa, este valor es necesario de conocer pues por medio de él se encuentra la relación entre la presión diferencial a la altura de la bomba.
 - e) Presión de vapor a la temperatura de bombeo, a determinada temperatura el fluido manejado tiene una presión de vapor cuando $P_v = P_{op}$ el líquido está saturado y esto es importante porque determina el NPSH.
 - f) Viscosidad del fluido a la temperatura de bombeo, es necesario ya que en base a ésta se selecciona el tipo de impulsor que será adecuado.
 - g) Presión de succión y presión de descarga, son necesarios para la selección y diseño de la bomba, pues el valor servirá al fabricante para escoger desde el tipo de bomba hasta el tipo de interiores, tipo de sellos y para el diseño de la carcasa.

$$P_s = \frac{P_1 + Z_1 \rho}{K} - \Delta P_{fs}$$

$$P_d = \frac{P_2 + Z_2 \rho}{K} + \Delta P_{fd}$$

donde :

ρ = Densidad.

ΔP_s = Presión de succión

ΔP_d = Presión de descarga

Z_1 y Z_2 = Energía de posición.

ΔP_{fs} y ΔP_{fd} = Caída de presión en la succión y descarga.

- h) Presión diferencial, es la diferencia de la presión de succión y descarga sirve para calcular la potencia hidráulica.
- i) Altura de bomba se conoce como el valor de energía que la bomba va a ceder y con el gasto de diseño se selecciona inicialmente a las bombas.
- j) NPSH es la altura neta positiva arriba de la presión de vapor del fluido manejado. Disponible a la brida de succión de la bomba y referida de la línea de centros.
- k) Potencia hidráulica, o potencia al freno (BHP), se calcula como;

$$BHP = \frac{(H) (Q)}{\eta (K_p)}$$

donde :

H = Altura

Q = Gasto

η = Eficiencia

K = Cte. de proporcionalidad.

CAPITULO II

Una vez realizada la revisión de los terminos necesarios para la selección de equipo de bombeo nos adentramos a lo que propiamente será nuestro problema que es la selección del equipo que será utilizado en la construcción de la estación de bombeo diferencial en Celaya Gto.

En un bufete de Ingeniería donde fue desarrollado el proyecto y se indico la selección de la bomba adecuada para la estación de bombeo arrojó la siguiente información, misma que fue proporcionada a los fabricantes para que estos a su vez ofrezcan su mejor opción en cuanto a equipo y selección económica., dicha información es la siguiente:

LIQUIDO A MANEJAR	AGUA LIMPIA
TIPO DE BOMBA	CENTRIFUGA HORIZONTAL DE CAJA PARTIDA.
CIUDAD DONDE SERA INSTALADA	CELAYA GTO.
GASTO	84 LPS
CARGA DINAMICA TOTAL	30.2 MTS.
EFICIENCIA	82% \pm 1%
CABALLAJE REQUERIDO POR LA BOMBA	40.8 H.P.
POTENCIA DEL MOTOR ACOPLADO	50 H.P.
CONSTRUCCION	FO.FO. CON INTERIORES DE BRONCE.

Dicho bufete de Ingeniería cuando realizó el estudio de población necesario y la selección del equipo adecuado propone que los equipos motivo de la oferta cumplan con las características similares a las analizadas más adelante.

La información entregada por el bufete tomó en cuenta marcas registradas de equipo pero para el motivo de nuestra propuesta no necesariamente deben de ser las marcas instaladas en la estación de bombeo, ya que la selección del constructor de la estación de bombeo se realizará tomando en cuenta parámetros tales como:

SELECCION HIDRAULICA.
SELECCION ECONOMICA
EXPERIENCIA TECNICA.
CONDICIONES GENERALES DE VENTA
ETC.

ANÁLISIS DE LA INFORMACION QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS.

De acuerdo al análisis de datos realizado en la selección hidráulica con las variables necesarias para la obtención del equipo adecuado para la construcción de una planta de bombeo, en un bufete de estudios y proyectos se obtuvo la siguiente información, la cual fue proporcionada a los fabricantes y/o distribuidores de equipo de bombeo ya sea por convocatoria o invitación para el suministro e instalación de los mismos, en el análisis realizado es el siguiente:

CELAYA, GTO. AGUA POTABLE.

ESTACION DE BOMBEO DIFERENCIAL DE LA ZONA CENTRO

DATOS DEL PROYECTO

Nivel de terreno en el sitio de la estación	1 755 m
Capacidad del tanque de abastecimiento	2 500 m ³
Tipo de descargas.	A la red
Carga normal de operación máxima	2.81 Kg/cm ²

GASTOS

84.00 l.p.s.	mínimo
168.00 l.p.s.	máximo diario
252.00 l.p.s.	máximo horario

Nota. Los requerimientos del gasto son inmediatos.

CONSIDERACIONES DEL DISEÑO.

1. La capacidad del tanque de abastecimiento donde quedará integrada la estación de bombeo será superficial con capacidad de 2 500 m³
2. Por conveniencia funcional se instalarán equipos de bombeo tipo horizontal que succionarán de un multipole general conectado al tanque por medio de una estructura reguladora, según debe detallarse en el plano de equipo.

3. El número de equipos será cuatro (tres en operación y uno de reserva) ya que las condiciones de la red así lo requieren.
4. La capacidad de cada equipo de bombeo será de 84.00 l.p.s. (1331.6 G.P.M.)
5. Debe iniciarse la operación con una bomba manejando 84.00 l.p.s. (gasto mínimo) y una carga C.N.O. (carga normal de operación) de 28.10 m.c.a. (2.81 kg/cm²)
6. Cuando la C .N.O. en el punto de inyección múltiple de descarga alcance el valor de 26.10 m.c.a. deberá iniciar su operación la bomba No. 2, con lo que se tendrá un gasto de 168.00 l.p.s. el cual corresponde al gasto máximo diario.
7. De la misma forma cuando C.N.O. alcance el valor de 24.10 m.c.a. iniciará su operación la tercera bomba obteniendo un gasto de 252.00 l.p.s el cual corresponde finalmente al gasto máximo horario.
8. Cuando en el sistema se reduzcan los consumos y la presión aumente se suspenderá la operación de la bomba No. 3 y así sucesivamente hasta llegar al bomba No.1.
9. En las especificaciones técnicas anexas se describen las características y rangos de operación de los dispositivos de control de presión que actuarán en los equipos de bombeo.
10. La bomba No.4 entrará en operación en caso de que alguna de las que deben operar falle.
11. Se dispondrá de un dispositivo que alterne la operación de los equipos de bombeo, para obtener un desgaste uniforme de los mismos.

RESUMEN DE LA CARGA DINAMICA TOTAL.

- | | |
|--|--------------|
| 1. carga normal de operación..... | 28,10 m.c.a. |
| 2. pérdidas de carga en piezas especiales..... | 1.12 m.c.a. |
| 3. carga de velocidad | 0.28 m.c.a. |

4. pérdida de carga en medidor de gasto.....	<u>0.70 m.c.a.</u>
Total.	30.20 m.c.a.

por lo tanto:

$$\begin{aligned} \text{C.D.T.} &= 30.20 \text{ m.c.a.} = 99.06 \text{ p.c.a.} \\ Q &= 84.00 \text{ l.p.s} = 1331.40 \text{ GP.M.} \end{aligned}$$

De acuerdo con estas condiciones se deberán seleccionar los equipos de bombeo por lo tanto los equipos propuestos para su cotización son los siguientes.

BOMBA.

Bomba centrífuga horizontal tipo bipartida para manejar agua potable, marca BYRON JACKSON o similar, de acuerdo con las siguientes características y condiciones de operación.

Líquido a manejar.	Agua potable.
Gasto de diseño.	84,00 l.p.s.
Carga dinámica total	30.20 m.c.a.
Marca	BYRON JACKSON o SIM.
Modelo	6L tipo "S"
Velocidad	1770 RPM
Eficiencia mínima	82%
Diámetro del impulsor	266mm (10 1/2")
Diámetro de succión	152mm (6")
Diámetro de descarga	152mm (6")

A continuación se describe el cálculo de la potencia requerida por la bomba.

$$P = \frac{\text{C.D.T.} \times Q}{76 \times N}$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$P = \frac{30.20 \times 84.00}{76 \times 0.82} = 40.80 \text{ H.P.}$$

$$\begin{aligned} P &= \text{H.P.} \\ \text{C.D.T.} &= 30.20 \text{ m.c.a.} \\ Q &= 84.00 \text{ l.p.s.} \\ N &= 82\% \end{aligned}$$

Por lo tanto el motor eléctrico comercial será:

Potencia 50 H.P.
Tipo..... Horizontal de inducción.
No. de fases..... 3
Voltaje..... 440/200 volts.
Frecuencia..... 60HZ.
Velocidad..... 1770 r.p.m.

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EL SUMINISTRO E INSTALACION DE LOS EQUIPOS MECANICOS
PARA LA ESTACION DE BOMBEO DIFERENCIAL DEL CENTRO, CELAYA GTO.

BOMBA Y MOTOR

BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL.

I. CONDICIONES DE SERVICIO.

a)	Líquido bombeado	agua limpia a temperatura ambiente
b)	Gasto.	84.00 l.p.s.
c)	Carga dinámica total.	30.20 m.c.a.
d)	Eficiencia mínima garantizada (a la carga de diseño).	82% ± 1
e)	Velocidad.	1770 R.P.M.
f)	Diámetro de la succión	152 mm
g)	Diámetro mínimo de descarga.	152 mm

II. CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION.

CARCASA. Será del tipo voluta y diseñada para producir un flujo uniforme, con cambios graduales en la velocidad, será de caja partida, con los orificios de succión y descarga fundidos íntegramente a la mitad inferior.

El interior de la bomba podrá ser fácilmente revisado con sólo remover la mitad superior de la carcasa, esto podrá hacerse sin alterar las conexiones de la tubería o el alineamiento de la bomba, las bridas entre las mitades se sellarán por medio de un empaque. Las mitades superior e inferior de la carcasa estarán

exactamente ensamblada utilizando pernos rectos esto elimina la posibilidad de desajuste entre las mitades inferior y superior, lo cual, perjudicaría el funcionamiento mecánico e hidráulico. Las bridas de succión y descarga serán probadas hidrostáticamente a una presión de prueba especificada en cada caso.

IMPULSOR. Será del tipo cerrado, balanceado hidráulicamente para eliminar las tor_ ciones externas. Se asegurará firmemente a la flecha por medio de una cuña y una tuerca de impulsor. La tuerca del impulsor contendrá una inserción de nylon para asegurar su unión

FLECHA. Será de acero inoxidable tratada termicamente y maquinada para obtener dimensiones precisas y una superficie suave. El tamaño será el adecuado para disminuir la deflexión.

BAIROS. Serán de una sola hilera con rodamientos de tipo ranura profunda. Diseñados para un promedio de vida de por lo menos 100 000 horas. Cada balero será capaz de soportar cargas axiales lineales. Estarán asegurados a la flecha por medio de una sencilla tuerca de balero.

ACABADO. La bomba deberá protegerse con la aplicación de dos manos de pintura anticorrosiva de alta calidad y un acabado de esmalte.

PLACA. Deberá montarse sobre la carcasa una placa metálica que contenga los siguientes datos; fabricante, número de serie de la bomba, tamaño y tipo, carga de diseño, capacidad, velocidad, presión de prueba hidrostática. Deberá ser parte integral de la carcasa una flecha que señale el sentido de rotación de la bomba.

NOTA. El proveedor deberá suministrar planos y curvas de trabajo certificadas, catálogos y manuales de montaje, operación y mantenimiento.

MOTOR ELECTRICO HORIZONTAL.

Motor eléctrico horizontal de inducción, tipo jaula de ardilla, flecha maciza servicio intemperie, a prueba de goteo, con las siguientes características y normas generales de operación.

I. CONDICIONES DE SERVICIO.

a)	Potencia	50	H.P.
b)	Arranque	par normal, baja corriente de arranque.	
c)	Número de fases	3	
d)	Velocidad.	1770	R.P.M.
e)	Voltaje	440	volts.
f)	Aislamiento.	clase "B" de las especificaciones AIEE o similar.	
g)	Tipo de servicio.	continuo.	
h)	Temperatura	65°C de elevación sobre la ambiente de 40°C.	
i)	Altura de operación.	1800	m.s.n.m.
j)	Factor de servicio.	1.10	

II. NORMAS GENERALES DE CONSTRUCCION.

ARMAZON. Consistirá en un anillo de acero laminado soldado eléctricamente - al mismo y tapas laterales de fierro fundido las superficies de ajuste entre las tapas y el anillo deberán ser torneadas con precisión, las tapas deberán venir pro vistas de cajas para el montaje de las chumaceras. El diseño del armazón deberá - estar de acuerdo con las normas de la NEMA y deberá proporcionar una protección eficaz contra la entrada de las dos pequeñas partículas sólidas.

CAJA DE CONEYIONES Deberá construirse de fierro fundido y deberá diseñar - se en tal forma, que pueda girarse para permitir la alimentación por la parte inferior o superior.

NUCLEO . El núcleo del estator, deberá formarse con láminas de acero de alta permeabilidad magnética perfectamente alineadas y sujetas rígidamente entre sí. El núcleo se sujetará al anillo de acero del armazón mediante soldadura eléctrica

ROTOR. Será de lámina de acero de alta permeabilidad magnética, las barras y los anillos de corto circuito deberán ser de cobre y soldadas. Para obtener un

entrehierro exacto, el rotor debe ser torneado a presión. El rotor será balanceado dinámicamente, para reducir las vibraciones y el ruido.

VENTILACION. El aire de enfriamiento entrará por unos orificios que deberá tener la tapa del lado opuesto del mecanismo impulsado en la parte inferior y salir por el extremo. La ventilación del aire será mediante un ventilador al eje por el lado de entrada del aire

COJINETES. Serán del tipo servicio pesado, antifricción, lubricados por grasa y montados en cajas que faciliten su remoción. El rodamiento del lado del elemento motriz deberá absorber los empujes radiales y tendrá libertad para moverse longitudinalmente para compensar la expansión causada en la flecha por el calor y el otro rodamiento deberá absorber tanto los empujes radiales como los axiales.

ESTOPEROS. Deberán ser suficientemente profundos con empaques y sello hidráulico.

FONTERIA (Piezas especiales y válvulas NORMAS GENERALES)

1. Las piezas especiales de fierro fundido se ajustarán a las normas A.S.A. (American Standar Association_ clase 125 B16 y a B16a - 1
2. Las válvulas de compuerta de fierro fundido serán de vástago fijo de acuerdo con las especificaciones, dimensiones y tolerancias de las normas A.S.A. B16-10.
3. Las piezas especiales de acero llevarán bridas de cara plana para una presión de trabajo de 10.5 Kg/cm², de acuerdo con las normas A.S.A. B16e. el espesor de las paredes de las piezas especiales serán igual al de las normas A.S.A. B36.10, para tubería de acero soldada.
4. Las tuberías y piezas especiales de acero se suministrarán con protección anticorrosiva interior y exterior. Previamente deberán someterse a un procedimiento de limpieza por medio de cincel y cepillos eléctricos, para eliminar rebabas, salpicaduras y residuos de carbón, escorias en los cordones de soldadura, además de un baño con solventes no grasosos para eliminar residuos de

de aceites o grasa. Finalmente se aplicará un sopleteo con arena de las superficies interiores y exteriores hasta lograr el metal al gris blanco.

El recubrimiento de protección para las superficies interiores y exteriores se efectuará con una película plástica a base de resinas sintéticas utilizando un imprimador inhibidor epóxico a base de cromato de zinc o similar, con un espesor mínimo de 50 micras y una aplicación final de 2 capas de acabado epóxico no esterificado de color blanco hasta lograr un espesor total de 150 a 200 micras, la aplicación deberá hacerse con pistola de aire.

VALVULA DE ALIVIO

Válvula de alivio de 152 mm (6") de diámetro con brida y cuerpo de ángulo, operación externa, control hidráulico y eléctrico, deberá operar para descarga a la atmósfera cuando la presión en el sistema exceda la intensidad de paro, misma para la cual ha sido ajustado el piloto. Deberá abrir rápidamente y cerrar lentamente a un rango predeterminado de velocidad. Contará con una válvula para regular en el campo la velocidad de cierre de la unidad. Deberá ser posible instalarla en cualquier posición sin modificar su valor funcional. Será de operación hidráulica y eléctrica con pistón diferencial de proporciones tales que ofrezca una mayor área al elemento del pistón que opera el piloto del elemento para abrir y cerrar el paso del flujo. El área diferencial del pistón contará con un orificio en la parte de la válvula que permita el escape a la atmósfera del aire atrapado en la misma, y servirá para el control de la apertura y cierre de la válvula con lo cual se obtiene un funcionamiento amortiguado de la unidad y se evitan los golpes u ondas transitorias de presión que puedan ocasionar la apertura o cierre violento de la misma.

El diseño de la válvula permitirá efectuarle reparación sin retirarle de la línea. Las bridas serán para una presión de trabajo de 10.5 Kg/cm^2 de acuerdo con las normas A.S.A.

Los empaques serán de cuero o material similar que asegure cierre hermético y evite las fricciones de metal a metal. Contará con varilla indicadora de posición del pistón y válvulas de purga para recibir manómetros en caso de prueba.

El piloto estará ajustado para abrir la válvula cuando la presión en el sistema sea igual o mayor de 3.50 Kg/cm². (que es la presión máxima de operación.)

Las pérdidas por fricción en la válvula para un gasto de 63 lps., no deberán ser mayores de 3m. de columna de agua.

Contará con protección anticorrosiva a base de limpieza con sopletes de arena y aplicación de un mínimo de dos manos de pintura asfáltica con base metálica.

ESPECIFICACIONES DE INSTRUMENTACION Y CONTROL.

1. Control de nivel para proteger los equipos de bombeo contra abatimiento del nivel de agua en el cárcamo de succión, constituido por los siguientes elementos:
 - a) 4 electrodos de acero inoxidable del tipo blindado, ensamblado con una cubierta aislante de plástico. Los electrodos (uno para cada bomba), deberán colocarse en la cota 1755m. altura a la que pararán las bombas cuando el agua alcance ese nivel. La cota del piso de los motores es la de 1754.5 mts.
 - b) 4 Relevadores de inducción de dos contactos con dos devanados independientes de 220 y 440 volts, 60 cps, se instalarán en el centro de control de motores
 - c) Lámpara piloto color ámbar, indicadora de que la unidad está fuera de servicio por abatimiento del nivel del agua en el cárcamo de succión.
 - d) Base para soportar electrodo tipo Condulet, con salida para conduit de 13 mm \varnothing
 - e) Cable para la suspensión de los electrodos que deberá ser del No. 14AWG con aislamiento vinavel 900.
 - f) Material misceláneo para la conexión eléctrica.
2. Un alternador automático para la operación de 3 bombas en funcionamiento y una

de reserva. Trabajar  de tal manera que si la bomba a la cual le corresponde su turno de arranque no lo efectúa deberá funcionar la unidad de reserva, operará a 220 volts, y se instalará en el centro de control de motores.

3. Un Interruptor de presión para servicio Standard, con elemento detector tipo diafragma, marca Mercoid o similar modelo 1005, para una presión máxima de trabajo de 3.50 kg/cm² (50lb/pulg²)

a) Cada uno de los interruptores trabajar  con un contacto normalmente cerrado que abrirá o cerrar  según los valores de presión, determinando así los arranques y paros de los equipos, los valores de presión para cada equipo-son los siguientes:

Equipo No. 1 (equipo de instalación inmediata)

Abre contacto cuando la presión sea 2.81 kg/cm²

Cierra contacto cuando la presión sea 3.01 kg/cm²

Equipo No. 2 (equipo de instalación inmediata)

Abre contacto cuando la presión sea 2.61 kg/cm²

Cierra contacto cuando la presión sea 3.21 kg/cm²

Equipo No. 3 (equipo de instalación inmediata)

Abre contacto cuando la presión sea 2.41 kg/cm²

Cierra contacto cuando la presión sea 3.41 kg/cm²

Equipo No. 4 (reserva) NO HAY EQUIPOS PARA INSTALACION FUTURA.

Nota; la abertura de contacto es arranque de bomba y cierre paro de la misma.

- b) El rango de operación de los interruptores es de 1.76-14.0 Kg/cm² (25-200 psig.), ver la información técnica anexa.

- c) El interruptor estará en caja para uso general con entrada en la parte superior para conduit de 15 mm ϕ
 - d) Retardador, ajustable con rango de 0.2 a 180 seg., para defasar el arranque y paro de la unidad.
 - e) Conexión de presión con rosca para tubo de 6.35 mm ϕ N.P.T.
 - F) Dispositivo para el ajuste de la presión diferencial desde el exterior.
 - g) El interruptor deberá suministrarse con todas las conexiones tanto de presión como eléctricas.
 - h) La línea de presión del aparato será de cobre tipo "L" de 6.35mm ϕ
4. Interruptor selector de 3 posiciones Manual-Auto-Fuera para operar el equipo de bombeo manual o automáticamente.

MEDIDOR DE GASTO. ESPECIFICACIONES.

Unidad para telemedición de gasto, tipo electrónico y constituido por un --- transductor de gasto que se instala en la tubería y envía una señal al elemento de medición ubicado a cualquier distancia del transductor, con indicación y totalización del gasto, que se ajustará a las siguientes características :

I. Condiciones de servicio

a) Líquido a manejar	agua limpia
b) Temperatura	15°C
c) Gasto máximo	500 l.p.s.
d) Gasto medio	250 l.p.s.
e) Presión de trabajo	3.50 kg/cm ²
f) Diám. de la tubería.	406 mm.

II. Elemento primario

Consistirá en un transductor que convierte el gasto que pasa por la tubería

en una señal eléctrica proporcional al mismo.

ESPECIFICACIONES GENERALES.

Precisión	± 2 del gasto máximo
Rango de medición.	10 a 1
Presión de trabajo	3.50 Kg/cm ²
Temperatura del fluido	0 a 25°C

MATERIAL : Acero inoxidable para el elemento sensor y acero al carbón para la brida ciega del montaje.

PERDIDAS POR

FRICCION : Menos de 0.70 mm de col. de agua al gasto máximo.

BRIDA PARA

MONTAJE : Deslizante de 102 mm ϕ , 10.5 kg/cm²

SERVICIO : Puede instalarse intemperie, enterrado o sumergido en agua.

ESTABILIDAD : No le afecta la presión o temperatura dentro de los rangos especificados.

MEDIDOR ELECTRICO.

ESPECIFICACIONES ELECTRICAS.

Tensión de entrada : 5 a 10 V.C.D.

Tensión de salida : hasta 20mV C.D. o 2mV por volts de entrada para el gasto máximo

Conexiones : Tablilla de terminales contenidas en caja de prueba de intemperie.

Frecuencia 50/60 Hz.

Puente de resistencia: 120 ohms en cada una de las cuatro ramas, con un puente medidor de esfuerzos incluido.

III. Elemento secundario.

Unidad receptora que convierta la señal eléctrica remota del transductor en

gasto y envía una señal eléctrica proporcional al gasto de la unidad totalizadora.

ESPECIFICACIONES.

Temperatura ambiente :	de 4 a 50°C
Efecto de la temperatura ambiente:	0.4% °C a 21°C
Frecuencia	50/60 Hz.
Tensión de alimentación.	115 ± 10 V.C.A.
Efecto de variación de tensión:	0.2% de 105 a 125 V.C.A.
Señal de entrada:	1mV/Vmínimo.
Señal de salida :	4.20 mA una carga de 1000 ohms es proporcional al cuadrado del gasto.
Linealidad	± 0.1%
Precisión:	± 0.2%
Repetibilidad.	± 0.2%

INDICADOR.

Escala:	0-500 l.p.s.
Graduación	a cada 10 l.p.s.
Tipo :	± 1%

La unidad estará montada en caja NEMA 1, para usos generales para colocarse en un tablero.

IV Unidad totalizadora

- a) sistema de operación: Señal eléctrica de corriente directa de 4 a 20 mA proporcional al cuadrado del gasto.
- b) Amplitud de medición de 5:1
- c) Precisión. ± 1% en un rango de 20% al 100% de la escala.
- d) Totalizador:
 - Tipo: Eléctrico.
 - Unidades. Metros cúbicos.
 - Número de dígitos 7 (siete)

- e) caja : rectangular para montaje en un tablero.
f) alimentación eléctrica. 110V: 60 c.p.s.

V. Información.

El concursante deberá anexar a su oferta la información siguiente:

- Plano y dimensiones de equipo.
- Catálogos generales y especificaciones.
- Peso aproximado.
- Croquis de instalación.

VI Se deberán incluir en la oferta las refacciones y materiales que se consideren necesarios para operar durante un año.

PRESENTACION DE LA OFERTA DEL EQUIPO BASICO.

La manera como los fabricantes deben presentar su oferta como participantes en la licitación debe de considerar los siguientes terminos.

- Nombre o razon social del concursante
- Dirección.
- Referencia de cotización.
- Nombre de la dependencia solicitante así como de su representante.
- Descripción de lo ofertado.

En nuestro análisis por tratarse de equipo de bombeo daremos a conocer algunos de los parámetros que deben cumplir cada uno de los postores, estos parámetros son:

- TIPO
- MARCA.
- MODELO.
- CONDICIONES DE OPERACION ADECUADAS COMO.
GASTO
CARGA DINAMICA TOTAL
EFICIENCIA.
DIAMETRO DE DESCARGA
DIAMETRO DE SUCCION.
POTENCIA REQUERIDA DE LA BOMBA.
POTENCIA CONSUMIDA POR EL MOTOR ACOPLADO.
NPSR. REQUERIDO.
CONSTRUCCION.
VELOCIDAD DE OPERACION.
TIPO DE ACOPLAMIENTO.
TIPO DE LUBRICACION, ETC.
- CONDICIONES GENERALES DE VENTA.
LIBRE A BORDO EN.
VIGENCIA DE PRECIOS.
CONDICIONES DE PAGO.
TIEMPO DE ENTREGA.
GRAFICAS Y DIBUJOS DEL EQUIPO OFERTADO.

Los parámetros anteriores son los datos básicos para realizar una comparación técnica de las proposiciones hechas por diferentes fabricantes, así pues los fabricantes que presentaron su oferta para nuestro propósito fueron:

CRANE DEXING.
FAIRBANKS MORSE
BYRON JACKSON.
K.S.B. MEXICANA.

Los cuales a su vez nos proporcionaron la siguiente información.

OFERTAS.
DIBUJOS.
GRAFICAS DE LOS BIENES OFERTADOS.

De las marcas de los equipos arriba mencionados en nuestro trabajo realizamos una comparación tomando en cuenta los datos necesarios que debe cumplir la estación de bombeo diferencial en Colaya GTO. Con las curvas características mostradas en el anexo No. 1 realizamos la selección hidráulica de nuestro equipo ofertado, mientras que la selección económica la realizaremos con una serie de factores que mostraremos a continuación siempre tomando en cuenta la oferta económica del equipo básico como son bombas y motores.

ANALISIS DE COSTOS

Una vez obtenida la información necesaria para la selección de los equipos de bombeo, procedemos a la búsqueda de presupuestos con los fabricantes para hacer nuestro análisis comparativo de precios en donde definiremos el equipo apropiado para presupuesto en nuestra propuesta, para lo cual necesitaremos una serie de factores como son :

- a) Cálculo del factor de salario real.
- b) Cálculo del factor de prestaciones
- c) Costo de hora maquinaria como ejem. camión grúa y camioneta Pick-Up.
- d) Costo por cuadrilla de instalación
- e) Cálculo del factor de indirectos para la integración de precios unitarios, los cuales a su vez consideran factores importantes como son:
 - i) Gasto por administración central (honorarios y sueldos)
 - ii) Prestaciones por administración central
 - iii) Depreciación
 - iv) Mantenimiento y rentas
 - v) Licencias y registros
 - vi) Gastos de oficina
 - vii) Seguros
 - viii) Gastos por administración de obra (honorarios y sueldos)
 - ix) Prestaciones por administración de obra
 - x) Pasajes y viáticos
 - xi) Fletes y acarreos
 - xii) Financiamiento
 - xiii) Fianzas.

Como ya dijimos, una vez obtenido cada uno de estos factores sabemos el % de utilidad necesario para multiplicar nuestro costo saber cuál es el monto total de nuestra oferta haciendo el análisis para cada uno de los anteriores conceptos tenemos que basarnos en datos reales de una Empresa establecida y considerando sus datos administrativos son :

CALCULO DEL FACTOR DE SALARIO REAL

1.-	DIAS NO LABORABLES AL AÑO	
1.1	DESCANSO SEMANAL	52 DIAS
1.2	DESCANSO OBLIGATORIO POR LEY	
1.2.1	1o. DE ENERO	1 DIA
1.2.2	5 DE FEBRERO	1 DIA
1.2.3	21 DE MARZO	1 DIA
1.2.4	1o. DE MAYO	1 DIA
1.2.5	16 DE SEPTIEMBRE	1 DIA
1.2.6	20 DE NOVIEMBRE	1 DIA
1.2.7	1o. DE DICIEMBRE C/6 AÑOS	0.17 DIAS
1.2.8	25 DE DICIEMBRE	1 DIA
1.3	VACACIONES (PROMEDIO POR AÑO)	8 DIAS
1.4	DIAS DE COSTUMBRE	
1.4.1.	2 DE NOVIEMBRE	1 DIA
1.4.2.	SEMANA SANTA	2 DIAS
1.5	POR ENFERMEDAD NO PROFESIONAL 0.5×3	1.5 DIAS
	TOTAL DE DIAS NO LABORABLES	71.67 DIAS
2.-	DIAS LABORABLES AL AÑO	
	DIAS AÑO (365) - DIAS NO LABORABLES (71.67)	
	TOTAL DIAS LABORABLES AL AÑO	293.33 DIAS
3.-	DIAS PAGADOS AL AÑO	
3.1	DIAS AÑO (365)+0.25 AÑO BISIESTO C/4 AÑOS	365.25 DIAS
3.2	PRIMA VACACIONAL (25%)	
	DIAS VAC. PROMEDIO (8) X PRIMA VAC. (25%)	2 DIAS
3.3	AGUINALDO	15 DIAS
3.4	DESPENSA (10% SALARIO NOMINAL)	
	DIAS AÑO (365.25) x DESPENSA (10%)	36.52 DIAS
3.5	IMPUESTO ENSEÑANZA MEDIA SUPERIOR (1%)	
	DIAS AÑO (365.25) X IMPUESTO (1%)	3.65 DIAS
	SUMA DE DIAS PAGADOS AL AÑO	422.42 DIAS
4.-	CUOTA DEL SEGURO SOCIAL .	
4.1	PARA SALARIO MINIMO	
	DIAS AÑO (365.25) x CUOTA (20.6875%)	75.56 DIAS
4.2.	PARA SALARIO MAYOR AL MINIMO	
	DIAS AÑO (365.25) x CUOTA (16.9375%)	61.86 DIAS
	TOTAL DE DIAS PAGADOS AL AÑO PARA S.M.	497.98 DIAS
	TOTAL DE DIAS PAGADOS AL AÑO PARA S.M.M.	484.28 DIAS

FACTOR DE SALARIO REAL

$$F.S.R = \frac{\text{TOTA DE DIAS PAGADOS AL AÑO}}{\text{TOTAL DE DIAS LABORABLES AL AÑO}}$$

PARA SALARIO MINIMO

$$F.S.R. = \frac{497.98}{293.33} = 1.6976\%$$

PARA SALARIO MAYOR AL MINIMO

$$F.S.R. = \frac{484.28}{293.33} = 1.6509\%$$

CALCULO DEL FACTOR DE PRESTACIONES

VACACIONES (PROMEDIO)	8 DIAS/AÑO
AGUINALDO	15 DIAS/AÑO
PRIMA VACACIONAL (25% VACACIONES)	2 DIAS/AÑO
DESPENSA (10% SALARIO NOMINAL)	36.5 DIAS/AÑO
	<hr/>
	61.5 DIAS/AÑO

$$\text{PORCENTUALMENTE : } \frac{365 + 61.5}{365} = 1.1685 \%$$

CUOTA DEL SERGURO SOCIAL

Salario mínimo .- Se cubre la cuota obrero-patronal salario mayor al mínimo.- se cubre la cuota patronal.

INTEGRACION DE PORCENTAJES

C.O.N.C.E.P.T.O.:	PATRON	OBRERO
Enfermedad y maternidad	5.625	2.25
Invalidez, vejez, cesantia y muerte	3.75	1.5
Riesgos de trabajo (3.75+1.5) 1.25	6.5625	- -
Guarderías infantiles.	1.0	- -
TOTAL \$	<hr/> 16.9375	<hr/> 3.75

PORCENTAJE PARA SALARIO MINIMO

$$16.9375 + 3.75 = 20.6875\%$$

PORCENTAJE PARA SALARIO MAYOR AL MINIMO

$$16.9375 + 0 = 16.9375$$

COSTO DE HORA MAQUINARIA.

COSTO DE HORA MAQUINARIA
 ADQUISICION : 35,000,000.
 VIDA : 7,200 HRS.
 RESCATE : 30 %
 HORAS EFECTIVAS ANUALES DE TRABAJO : 2,400 HRS.
 HORAS EFECTIVAS ANUALES DE TRABAJO
 DE LAS LLANTAS : 2,000 HRS.

DESCRIPCION : CAMIONETA PICK-UP
 3 TONS.
 MOTOR : 170 HP

CARGO :	FORMULA:	CALCULO :	COSTO-HORA:
DEPRECIACION	$\frac{Va-Vr}{Ve}$	$\frac{35,000,000 - 10,500,000}{7,200}$	\$ 3,403.00
INVERSION	$\frac{(Va+Vr)i}{2 Ha}$	$\frac{(35,000,000+10,500,000)0.84}{2 \times 2,400}$	7,962.00
SEGUROS	$\frac{(Va+Vr)s}{2 Ha}$	$\frac{(35,000,000+10,500,000)0.084}{2 \times 2,400}$	796.00
ALMACENAJE	(Ka) D = 10% de 3,403		340.00
MANTENIMEINTO	(Q) D = 100% de 3,403		3,403.00
COMBUSTIBLE	(c) Pc = 170HP x 0.0893 x 525		7,970.00
LUBRICANTES	(A) PL = 170HP x 0.0025 x 2,450		1,041.00
LLANTAS	$\frac{(VLL)}{Hv}$	$\frac{2,800,000}{2,000}$	1,400.00
OPERACION	OPERADOR	$\frac{24,070}{8}$	<u>3,009.00</u>
			<u>\$ 29,324.00</u>

COSTO DE HORA MAQUINA
 ADQUISICION: 108,000,000.
 VIDA : 10,000 HRS.
 RESCATE : 20 %
 HORAS EFECTIVAS ANUALES DE TRABAJO
 DE LAS LLANTAS : 2000 HRS.

DESCRIPCION : CAMION DIESEL
 8 TONS.
 MOTOR: 155 H.P.
 EQUIPO : GRUA HIDRAULICA DE 10
 TONS.

CARGO :	FORMULA:	CALCULO :	COSTO-HORA:
DEPRECIACION	$\frac{Va - Vr}{Ve}$	$\frac{108,000,000 - 21,600,000}{10,000}$	\$ 8,640.00
INVERSION	$\frac{(Va+Vr)i}{2 Ha}$	$\frac{(108,000,000+21,600,000)0.84}{2 \times 2000}$	27,216.00
SEGUROS	$\frac{(Va+Vr)s}{2 Ha}$	$\frac{(108,000,000+21,600,000)0.084}{2 \times 2000}$	2,722.00

CARGO :	FORMULA:	CALCULO :	COSTO-HORA:
ALMACENAJE	(Ka) D =	10% de 8,640	\$ 864.00
MANTENIMIENTO	(Q) D =	100% de 8,640.	8,640.00
COMBUSTIBLE	(C) Pe=	155HP x 0.0625 x 476	4,611.00
LUBRICANTES	(A) P1=	155HP x 0.0025 x 2450	949.00
LLANTAS	$\frac{VLL}{Hv}$ =	$\frac{5,600,000}{2, \times 2000}$	2,800.00
OPERACION	OPERADOR	$\frac{24,864.00}{8}$	$\frac{3,108.00}{59,550.00}$

NOTA: VER NOMENCLATURA EN LA PAG.81

FACTOR DE SALARIO REAL

PERSONAL	SALARIO BASE	F.S.R.	SALARIO REAL
MECANICO	22,000.00	1.6509	36,320.00
PONTANERO	22,000.00	1.6509	36,320.00
INSTRUMENTISTA	22,000.00	1.6509	36,320.00
ELECTRICISTA	22,000.00	1.6509	36,320.00
AUXILIAR DE INSTALACION	14,375.00	1.6509	23,732.00
AYUDANTE	10,080.00	1.6976	17,112.00
SOLDADOR	14,515.00	1.6509	23,963.00
OPERADOR CAMION 8 TON	15,060.00	1.6509	24,864.00
OPERADOR CAMIONETA 3TON	14,580.00	1.6509	24,070.00
PINTOR	14,035.00	1.6509	23,170.00

CALCULO DEL COSTO DE CUADRILLAS DE INSTALACION.

CUADRILLA No.1

PERSONAL	UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	IMPORTE \$
MECANICO	JORN	1	36,320.00	36,320.00
AUXILIAR DE INSTALACION	"	1	23,732.00	23,732.00
AYUDANTE	"	2	17,112.00	<u>34,224.00</u>
				94,276.00
HERRAMIENTA	%	5	94,276.00	<u>4,714.00</u>
COSTO DIRECTO				98,990.00

CUADRILLA No.2

PERSONAL	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT.	IM-ORTE
FOTANERO	JORN	1	36,320.00	36,320.00
AUX. DE INSTALACION	"	1	23,732.00	23,732.00
AYUDANTE	"	2	17,112.00	<u>34,224.00</u>
				94,276.00
HERRAMIENTA	%	5	94,276.00	<u>4,714.00</u>
COSTO DIRECTO				98,990.00

CUADRILLA NO.3

FONTANERO	JORN	1	36,320.00	36,320.00
AUX. DE INSTALACION	"	1	23,732.00	23,732.00
AYUDANTE	"	1	17,112.00	<u>17,112.00</u>
				77,164.00
HERRAMIENTA	%	3	77,164.00	<u>2,315.00</u>
COSTO DIRECTO				79,479.00

CUADRILLA No. 4

INSTRUMENTISTA	JORN	1	36,320.00	36,320.00
AUXILIAR DE INSTALACION	"	1	23,732.00	23,732.00
AYUDANTE	"	1	17,112.00	<u>17,112.00</u>
				77,164.00
HERRAMIENTA	%	10	77,164.00	<u>7,716.00</u>
COSTO DIRECTO				84,880.00

CUADRILLA No.5

SOLDADOR	JORN	1	23,963.00	23,963.00
AYUDANTE	"	1	17,112.00	<u>17,112.00</u>
				41,075.00
HERRAMIENTA	%	10	41,075.00	<u>4,108.00</u>
COSTO DIRECTO				45,183.00

CUADRILLA NO.6

ELECTRICISTA	JORN	1	36,320.00	36,320.00
AUXILIAR DE INSTALACION	"	1	23,732.00	23,732.00

PERSONAL	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT.	IMPORTE
AYUDANTE	JORN	2	17,112.00	<u>34,224.00</u>
				94,276.00
HERRAMIENTA	%	5	94,276.00	<u>4,714.00</u>
COSTO DIRECTO				98,990.00

CUADRILLA No. 7

ELECTRICISTA	JORN	1	36,320.00	36,320.00
AUXILIAR DE INSTALACION	"	1	23,732.00	23,732.00
AYUDANTE	"	1	17,112.00	<u>17,112.00</u>
				77,164.00
HERRAMIENTA	%	3	77,164.00	<u>2,315.00</u>
COSTO DIRECTO				79,479.00

CUADRILLA No. 8

PINTOR	JORN	1	23,170.00	23,170.00
AYUDANTE	"	1	17,112.00	<u>17,112.00</u>
				40,282.00
HERRAMIENTA	%	10	40,282.00	<u>4,028.00</u>
COSTO DIRECTO				44,310.00

**CÁLCULO DEL FACTOR DE INDIRECTOS PARA LA INTEGRACION
DE PRECIOS UNITARIOS**

GASTOS POR ADMINISTRACION CENTRAL	MENSUAL	5 MESES
1) HONORARIOS Y SUELDOS		
1.1 PERSONAL POR HONORARIOS	1'800,000.00	9'000,000.00
1.2 PERSONAL POR NOMINA (SUELDOS)	<u>5'057,800.00</u>	<u>25'289,000.00</u>
TOTAL POR HONORARIOS Y SUELDOS	6'857,800.00	34'289,000.00
2) PRESTACIONES		
2.1 VACACIONES, AGUINALDO, PRIMA VACACIONAL, DESPENSA		
25'289,000 x 0.011685		295,502.00
2.2 SEGURO SOCIAL		

GASTOS POR ADMINISTRACION CENTRAL	MENSUAL	5 MESES
25'289,000 x 0.27415		6'932,979.00
SUMA POR HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES		41'517,481.00
3) DEPRECIACION		
700,000 x 5 MESES		3'500.000.00
4) MANTENIMIENTO Y RENTAS		
1'132,035. x 5 MESES		5'660,375.00
5) LICENCIAS Y REGISTROS		
371,105 x 5 MESES		1'855,505.00
6) GASTOS DE OFICINA		
1'409,903. x 5 MESES		7'049,515.00
7) SEGUROS		
436,407 x 5 MESES		2'182,035.00
SUMA POR DEPRECIACION		
MANTENIMIENTO, RENTAS, LICENCIAS, REGISTROS,		
GASTOS DE OFICINA Y SEGUROS		\$ 20'247,430.00
TOTAL POR ADMINISTRACION CENTRAL		61'764,911.00
T O T A L		15.1 %

GASTOS POR ADMINISTRACION DE OBRA	MENSUAL	5 MESES DE OBRA
8) HONORARIOS Y SUELDOS	1'127,400.00	5'637,000.00
8.1 PERSONAL DE OBRA		
9) PRESTACIONES		
9.1 PRIMA VACACIONAL Y DESPENSA		
5'637,000 x 0.011685		65,868.00
9.2 SEGURO SOCIAL		
5'637,000 x 0.2745		1'547,356.00

SUMA HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES \$ 6'657,635.00

10) PASAJES Y VIATICOS
2'000,000 x 5 MESES 10',000.000.00

11) FLETES Y ACARREOS 8'000,000.00

TOTAL POR ADMINISTRACION DE OBRA \$ 25'250,224.00

T O T A L 6.1 %

12) FINANCIAMIENTO

$$F = \frac{(NF (i)) \times 100}{PV} = \frac{(286'319,945) (0.052) \times 100}{409'028,491} = 3.64 \%$$

$$NF = \left[Cv \frac{(Tc + TP + PE)}{2} \right] - \left[\frac{PU}{TC} (PE)^2 n \frac{(n+1)}{2} \right] - \left[(VA) (TA) \right]$$

D O N D E :

F = % FINANCIAMIENTO

NF = NECESIDAD DE FINANCIAMIENTO

i = TAZA DE INTERES MENSUAL 5.20

CV = COSTO DE VENTA (327'222,793.)

TC = TIEMPO DE DURACION DE OBRA (5 MESES)

PR = PORCENTAJE REQUERIDO (10% GARANTIA, 100% ANTICIPO).

GP' = GASTOS DE POLIZAS

IA = INTERESES DE LA AFIANZADORA 5%

TP = TIEMPO DE PAGO DE ESTIMACIONES (1.5 MESES)

IF = DERECHOS 5%

PE = PERIODO FORMULACION DE ESTIMACIONES (1 MES)

PV = PRECIO VENTA (ESTIMADO) 409,028,491. (VER NOTA)

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

Nota : Debido a que para conocer el precio de venta es necesario conocer el valor de indirectos consideramos un 25% del costo de venta para nuestro cálculo.

$$n = \frac{T_c}{PE} = \frac{5}{1} = 5$$

VA = VALOR DEL ANTICIPO (30% P.U.) = 122'708,547.

$$TA = \frac{VA}{VE} = \text{TIEMPO DE EROGACION DE ANTICIPO} \frac{122'708,547}{81'805,698} = 1.5$$

VE = VALOR MEDIO DE CADA ESTIMACION 81'805,698.

SUSTITUYENDO VALORES TENEMOS :

$$NF = \left[\frac{327'222,793 (5 + 1.5 + 1)}{2} \right] - \left[\frac{409'028,491 (1)^2 5 \frac{5+1}{2}}{5} \right] -$$

$$\left[(81'805,698 \times 1.5) \right] = \boxed{286'319,945.00}$$

13) FIANZAS

$$13.1 \quad 10\% \text{ CUMPLIMIENTO } \left(\frac{P.R \times PV \times IA (1.0 + IF) + GP'}{PV} \right) \times 100$$

SUSTITUYENDO :

$$\frac{(0.10 \times 409'028,491 \times 0.05 (1.0 + 0.05) + 4000)}{409'028,491} \times 100 = 0.525 \%$$

13.2 30% ANTICIPO

$$\left(\frac{PV \times IA (1.0 + IF) + GP'}{PV} \right) \times 100$$

SUSTITUYENDO :

$$\frac{(409'028,491 \times 0.05 (1.0 + 0.05) + 4000)}{409'028,491} = 5.25 \%$$

SUMA DE GASTOS, FIANZAS Y FINANCIAMIENTO = 9.41 %

SUMA DE GASTOS INDIRECTOS 15.1 % + 6.1 + 9.41 = 30.61

COSTO DIRECTO 100.00

TOTAL % INDIRECTOS 30.61

SUMA 130.61

10 % UTILIDAD 13.06

143.67

$$143.67 - 100 = 43.67 \%$$

La nomenclatura de las abreviaturas del factor costo de hora maquinaria

son:

Valor de adquisición	(Va)
Valor de rescate	(Vr)
Vida económica	(Ve)
Horas por año efectivas de trabajo	(Ha)
Taza de interés	(i)
Taza de seguro	(s)
Coefficiente de mantenimiento	(Q)
Capacidad del carter	(c)
Tiempo entre cambios de aceite	(t)
Precio de combustible	(Pc)
Valor de las llantas	(VLL)
Precio del aceite	(Pl)
Depreciación	(D)
Cargo por inversión	(I)
Cargo por seguros	(S)
Cargo por mantenimiento	(T)
Combustible	(E)

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PARTIDA No. 1.1

LUGAR: CELAYA, GTO.

ESTACION DE BOMBEO DIFERENCIAL

CELAYA, GTO.

OBRA: SUMINISTRO E INSTALACION DE

UNIDAD: PZA.

BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL

RENDIMIENTO: 0.8 PZAS/JORN.

DE 50 H.P.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES				
BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL	PZA	1	22'500,000.00	22'500,000.00
MANO DE OBRA				
CUADRILLA No. 1	JORN	1.25	98,990.00	123,738.00
CAMION DIESEL 8 TON	JORN	1.25	59,550.00	74,437.00
TOTAL COSTO DIRECTO				22'698,175.00
INDIRECTOS + UTILIDAD	%	43.67	22'698,175.00	9'912,293.00
TOTAL PRECIO UNITARIO				32'610,468.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PARTIDA No. 1.2

LUGAR : CELAYÁ, GTO.

ESTACION DE BOMBEO DIFERENCIAL

CELYA, GTO.

UNIDAD: PZA.

OBRA: SUMINISTRO E INSTALACION DE

MOTOR ELECTRICO HORIZONTAL

RENDIMIENTO:1.25 PZAS/JORN.

de 50 H.P.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C.UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES				
MOTOR ELECTRICO HORIZONTAL DE 50 H.P.	PZA.	1	4'315,500.00	4'315,500.00
MANO DE OBRA				
CUADRILLA No. 1	JORN	0.8	98,990.00	79,192.00
CUADRILLA No. 6	JORN	0.8	98,990.00	79,192.00
CAMION DIESEL 8 TON.	JORN	0.8	59,550.00	47,640.00
TOTAL COSTO DIRECTO				4'521,524.00
INDIRECTOS + UTILIDAD	%	43,67	4'521,524.00	1'974,549.00
TOTAL PRECIO UNITARIO				6'496,073.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

PARTIDA No. 2.1

LUGAR: CELAYA, GTO.

ESTACION DE BOMBEO DIFERENCIAL

CELAYA, GTO.

OBRA: SUMINISTRO E INSTALACION DE
MULTIPLE DE SUCCION.

UNIDAD : PZA.

RENDIMIENTO: 0.5 PZA/JORN.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C.UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES				
MULTIPLE DE SUCCION	PZA	1	12'300,000.00	12'300,000.00
MANO DE OBRA				
CUADRILLA No. 2	JORN	2	98,990.00	197,980.00
CUADRILLA No. 5	JORN	2	45,183.00	90,366.00
CUADRILLA No. 8	JORN	2	44,310.00	88,620.00
CAMION DIESEL 8 TON. C/GRUA	JORN	2	59,550.00	119,100.00
TOTAL COSTO DIRECTO				12'796,066.00
INDIRECTOS + UTILIDAD	%	43,67	12'796,066.00	5'588,042.00
TOTAL PRECIO UNITARIO				18'384,108.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

PARTIDA No. 2.3

LUGAR: CELAYA, GTO.

ESTACION DE BOMBEO DIFERENCIAL

CELAYA, GTO.

OBRA: VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO

UNIDAD: PZA.

COMPUERTA BRIDADA EN Fo.Fo.

RENDIMIENTO: 2 PZAS./JORN.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C.UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES				
VALVULA DE COMPUERTA	PZA	1	1'540,000.00	1'540,000.00
MANO DE OBRA				
CUADRILLA no. 3	JORN	0.5	79,479.00	39,740.00
TOTAL COSTO DIRECTO				1'579,740.00
INDIRECTOS + UTILIDAD	%	43,67	1'579,740.00	752,430.00
TOTAL PRECIO UNITARIO				2'332,170.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PARTIDA No. 2.11

LUGAR : CELAYA, GTO.

ESTACION DE BOMBO DIFERENCIAL
CELAYA, GTO.

OBRA: SUMINISTRO E INSTALACION DE
MULTIPLE DE DESCARGA

UNIDAD: PZA.

RENDIMIENTO: 0.5 PZA/JORN.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C.UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES				
MULTIPLE DE DESCARGA	PZA	1	5'800,000.00	5'800,000.00
MANO DE OBRA				
CUADRILLA No. 2	JORN	2	98,990.00	197,980.00
CUADRILLA No. 5	JORN	2	45,183.00	90,366.00
CUADRILLA No. 8	JORN	2	44,310.00	88,620.00
CAMION DIESEL 8 TON. C/GRUA	JORN	2	59,550.00	119,100.00
TOTAL COSTO DIRECTO				6'296,066.00
INDIRECTOS + UTILIDAD	%	43.67	6'296,066.00	2'749,492.00
TOTAL PRECIO UNITARIO				9'045,558.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

PARTIDA No. 2.22

LUGAR : CELAYA, GTO.

ESTACION DE BOMBEO DIFERENCIAL
CELAYA, GTO.

OBRA: VALVULA DE COMPUERTA
BRIDADA EN Fo.Fo.

UNIDAD: PZA.

RENDIMIENTO: 2PZAS/JORN.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C.UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES				
VALVULA DE COMPUERTA	PZA	1	485,000.00	485,000.00
MANO DE OBRA				
CUADRILLA No. 3	JORN	0.5	79,479.00	39,740.00
TOTAL COSTO DIRECTO				524,740.00
INDIRECTOS + UTILIDAD	%	43.67	524,740.00	229,154.00
TOTAL PRECIO UNITARIO				753,894.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PARTIDA No. 3.1

LUGAR: CELAYA, GTO.

ESTACION DE BOMBEO DIREFENCIAL

CELAY, GTO.

OBRA: SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPO
DE BOMBEO DE MEDICION DE GASTO.

UNIDAD : EQUIPO

RENDIMIENTO: 0.5 PZAS/JORN.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C.UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES				
EQUIPO DE MEDICION DE GASTO	EQUIPO	1	20'000,000.00	20'000,000.00
MANO DE OBRA				
CUADRILLA No. 4	JORN	2	84,880.00	169,760.00
TOTAL COSTO DIRECTO	%	43.67	20'169,760.00	8'808,134.00
TOTAL PRECIO UNITARIO				28'977,894.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

PARTIDA No.4.1

LUGAR: CELAYA, GTO.

ESTACION DE BOMBEO DIFERENCIAL

CELAYA, GTO.

OBRA: SUMINISTRO E INSTALACION DE

UNIDAD: PZA

INTERRUPTOR DE PRESION

RENDIMIENTO: 0.5 PZAS/JORN.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C.UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES				
INTERRUPTOR DE PRESION	PZA	1	1'780,000.00	1'780,000.00
MANO DE OBRA				
CUADRILLA No.6	JORN	2	84,880.00	169,760.00
TOTAL COSTO DIRECTO				1'949,760.00
INDIRECTOS + UTILIDAD	%	43.67	1'949,760.00	851,460.00
TOTAL PRECIO UNITARIO				2'801,220.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PARTIDA No. 4.2

LUGAR: CELAYA, GTO.

ESTACION DE BOMBEO DIFERENCIAL
CELAYA, GTO.

OBRA: SUMINISTRO E INSTALACION
DE EQUIPO DE ELECTRONIVELES

UNIDAD : LOTE
RENDIMIENTO: 0.5 PZAS/JORN.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C.UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES				
EQUIPO DE ELECTRONIVELES	LOTE	1	3'800,000.00	3'800,000.00
MANO DE OBRA				
CUADRILLA No. 5	JORN	2	84,880.00	169,760.00
TOTAL COSTO DIRECTO				3'969,760.00
INDIRECTOS + UTILIDAD	%	43.67	3'909,760.00	1'707,392.00
TOTAL PRECIO UNITARIO				5'617,152.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PARTIDA No. 1

LUGAR: CELAYA, GTO.

ESTACION DE BOMBEO DIFERENCIAL

CELAYA, GTO.

OBRA: SUBESTACION ELECTRICA RURAL

UNIDAD: PZA.

TIPO H DE 225 KVA/13.2 KV

RENDIMIENTO: 0.5 PZAS/JORN.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C.UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES				
SUBESTACION	PZA	1	4'700,000.00	4'700,000.00
MANO DE OBRA				
CUADRILLA No. 6	JORN	2	98,990.00	197,980.00
CAMION DIESEL 8 TONS C/GRUA	JORN	2	59,550.00	119,100.00
TOTAL COSTO DIRECTO				5'017,080.00
INDIRECTOS + UTILIDAD	%	43.67	5'017,080.00	2'190,958.00
TOTAL PRECIO UNITARIO				7'208,038.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PARTIDA No. N.1

LUGAR: CELAYA, GTO.

ESTACION DE BOMBEO DIFERENCIAL

CELAYA, GTO.

OBRA: CENTRO DE CONTROL DE MOTORES

UNIDAD: PZA.

RENDIMIENTO: 0.5 PZAS/ JORN.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C.UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES				
CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	PZA	1	4'240,100.00	4'240,100.00
MANO DE OBRA				
CUADRILLA No. 6	JORN	2	98,990.00	197,980.00
CAMIONETA 3 TON.	JORN	2	29,324.00	58,648.00
TOTAL COSTO DIRECTO				4'496,728.00
INDIRECTOS + UTILIDAD	%	43.67	4'496,728.00	1'963,721.00
TOTAL PRECIO UNITARIO				6'460,449.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PARTIDA NO. 1

LUGAR: CELAYA, GTO.

ESTACION DE BOMBEO DIFERENCIAL

CELAYA, GTO.

OBRA: TABLERO DE ALUMBRADO TIPO

UNIDAD : PZA.

Q o 3 FASES

RENDIMIENTO: 0.5 PZAS"JORN.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	C.UNITARIO	IMPORTE
MATERIALES				
TABLERO DE ALUMBRADO	PZA	1	415,000.00	415,000.00
MANO DE OBRA				
CUADRILLA No. 7.	JORN	2	79,479.00	158,958.00
CAMIONETA 3 TON	JORN	2	29,324.00	58,648.00
TOTAL COSTO DIRECTO				632,606.00
INDIRECTOS + UTILIDAD	%	43.67	632,606.00	276,259.00
TOTAL PRECIO UNITARIO				908,865.00

CATALOGO DE CONCEPTOS Y PROPUESTA
DEL POSTOR

PROGRAMA: BANORRAS, S.N.C.
LOCALIDAD: CELAYA
MUNICIPIO: CELAYA, GTO.

CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PROPUESTA P.UNITARIO	DEL IMPORTE	POSTOR
1.0 BOMBAS Y MOTORES					
Suministro e instalación de:					
1.1 Bomba centrífuga horizontal					
tipo bipartida para manejar agua potable, acoplada directamente a motor eléctrico, de acuerdo a las especificaciones técnicas anexas.	4	Unid.	32'610,468.00	130'441,872.00	
1.2 Motor eléctrico horizontal de inducción tipo Jaula de ardilla de acuerdo a las especificaciones técnicas anexas.					
	4	Unid.	6'496,073.00	25'984,292.00	
2.0 FONTANERIA					
Suministro e instalación de piezas especiales y válvulas de Fo.Fo. y acero listadas a continuación, de acuerdo a las especificaciones técnicas anexas.					
2.1 Múltiple de succión de acero al carbón de 508mmϕ y 6.35 mm de espesor, por 12100 mm de long. con 4 salidas laterales a 90° de 254 mm ϕ por 1000 mm de long. bridado solo en las derivaciones, tal como se muestra en el plano de equipo anexo.					
	1	Pza.	18'384,108.00	18'384,108.00	
2.2 Tapa ciega tipo cachucha soldable de 508mm ϕ					
	1	Pza.	818,350.00	818,350.00	
			SUMA PARCIAL \$	175'628,622.00	

CATALOGO DE CONCEPTOS Y PROPUESTA
DEL POSTOR

PROGRAMA: BANOBRAS, S.N.C.

LOCALIDAD: CELAYA

MUNICIPIO: CELAYA, GTO.

CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PROPUESTA DEL P.UNITARIO	POSTOR IMPORTE
2.3 Válvula de seccionamiento tipo compuerta bridada, cuerpo de Fo.Fo. 254mm ϕ	8	Pza	2'332,170.00	18'657,360.00
2.4 Extremidad de Fo.Fo. de 254 mm ϕ por 400mm de long.	16	Pza	394,523.00	6'312,368.00
2.5 Junta mecánica tipo Gi-bault completa de 254mm ϕ	8	Pza	207,752.00	1'662,016.00
2.6 Reducción de Fo.Fo. bridada de 254 x 152 mm	4	Pza	315,505.00	1'262,020.00
2.7 Reducción de Fo.Fo. bridada de 254 x 152 mm	4	Pza	315,505.00	1'262,020.00
2.8 Válvula de expulsión y admisión de aire de 76mm ϕ con accesorios para conexión.	4	Pza	962,589.00	3'850,356.00
2.8' Manómetro tipo bourdon con escala de 0.7 Kg/cm ²	4	Pza	229,303.00	917,212.00
2.9 Válvula de retención (check) cuerpo de Fo.Fo. bridada de 254 mm ϕ	4	Pza.	2'698,720.00	10'794,880.00
2.10 Codo de fo.fo. bridado 254mm ϕ por 45°	4	Pza.	408,890.00	1'635,560.00
2.11 Multiple de descarga de acero al carbón de 406mm ϕ y 6.35mm de espesor por 7700 mm de long., con 4 - salidas laterales a 45° de 254 mm ϕ por 1000 mm de lon. bridada en todos sus extre mos.	1	Pza.	9.045,558.00	9'045,558.00
			SUMA PARCIAL \$	55'399,350.00

CATALOGO DE CONCEPTOS Y PROPUESTA
DEL POSTOR

PROGRAMA: RANOBRAS, S.NC.
LOCALIDAD: CELAYA
MUNICIPIO :CELAYA, GTO.

CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PROPUESTA DEL POSTOR P.UNITARIO	DEL POSTOR IMPORTE
2.12 Tramo de tubería de - acero al carbón de 406 mm de ϕ y 6.35mm de es- pesor por 6500 mm de - long. bridado en uno de sus extremos.	1	Pza.	4'810,100.00	4'810,100.00
2.13 Codo de acero alcarbón soldable de 406 mm ϕ x 45°	2	Pzas	818,350.00	1'636,700.00
2.14 Tramo de tubería de -- acero de 406mm ϕ por 2200 mm de long, para soldar en ambos extremos.	1	Pza.	1'636,130.00	1'636,130.00
2.15 Ampliación de acero sol- dable de 406 x 457 mm ϕ	1	Pza.	818,350.00	818,350.00
2.16 Idem. pza. No.2.14 de 600 mm de long. y457mm ϕ	1	Pza.	346,074.00	346,074.00
2.17 Junta mecánica tipo Gi-- bault de 457mm ϕ	1	Pza.	688,478.00	488,478.00
2.18 Material miscelaneo para instalación de fontanería como tuercas, tornillos, empaques.	1	Pza	696,515.00	696,515.00
2.19 Codo de acero soldable de 406 mm ϕ por 90°	1	Pza	1'478,663.00	1'478,663.00
2.20 Tapa ciega de fo.fo. bri- dada de mm ϕ	1	Pza.	380,441.00	380,441.00
2.21 Reducción de acero de 406 x 152mm ϕ brida en el -- extremo menor	1	Pza.	896,780.00	896,780.00
			SUMA PARCIAL \$	13'188,231.00

CATALOGO DE CONCEPTOS Y PROPUESTA
DEL POSTOR

PROGRAMA: BANOBRAS, S.N.C.
LOCALIDAD: CELAYA
MUNICIPIO: CELAYA, GTO.

CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PROPUESTA P. UNITARIO	DEL POSTOR	IMPORTE
2.22 Válvula de tipo com--- puerta de fo.fo. brida- da de 152mm ø	2	Pza.	753,894.00		1'507,788.00
2.23 Válvula de alivio con- tra golpe de ariete -- cuerpo de fo.fo. brida da de 152mm ø, según especificaciones anexas	1	Pza.	2'862,802.00		2'862,802.00
2.24 Codo de fo.fo. bridado de 152 mm ø por 90°	1	Pza.	182,120.00		182,120.00
2.25 Tramo de tubería de ace- ro de 152 mm ø por 6000 mm de long. bridada en uno de sus extremos.	1	Pza.	1'183,272.00		1'183,272.00
Suministro e instalación del equipo de medición de gasto tipo electróni- co, similar al ANNUBAR, de acuerdo con las especifica- ciones técnicas anexas.	1	Und.	28'977,894.00		28'977,894.00
SUMINISTRO E INSTALA- CION DE :					
4.1 Interruptor de presión - para controlar el arranque y paro de los equipos de bombeo de acuerdo a los re- querimientos de la red, con sus accesorios de conexión y de acuerdo a las especi- ficaciones técnicas anexas	4	Pza.	2'801,220.00		11'204,880.00
4.2 Equipo de electroniveles - para proteger a los equipos por abatimiento del nivel de agua en el tanque, de -- acuerdo a especific. técni- cas anexas.	1	Lote	5'617,152.00		5'617,152.00
			SUMA PARCIAL \$		51'535,908.00

CATALOGO DE CONCEPTOS Y PROPUESTA
DEL POSTOR

PROGRAMA: BANOBRAS, S.N.C.
LOCALIDAD: CELAYA
MUNICIPIO: CELAYA, GTO.

CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PROPUESTA DEL P.UNITARIO	POSTOR IMPORTE
SUMINISTRO E INSTALACION DE				
5.1 Junta mecánica tipo Gibault para unir tubería de fo.fo. con tubería de asbesto-cemento de 406mm ø	1	Pza	544,808.00	544,808.00
5.2 Extremidad de fo.fo. de 406 mm ø	1	Pza	790,185.00	790,185.00
5.3 Te de fo.fo. bridada de 406 mm ø	1	Pza	1'869,865.00	1'869,865.00
5.4 Tubería de acero al carbón de 406mm ø por 6.35mm de espesor.	5.30	mts.	789,825.00	4'186,072.00
5.5 Brida de acero alcarbón tipo slip-on para soldar a tubería de 406mm ø	8	Pza	696,515.00	5'572,120.00
5.6 Válvula de seccionamiento tipo mariposa bridada, -- cuerpo de fo.fo. de operación manual por palanca de 406mm ø	3	Pza	5'213,089.00	15'639,267.00
SUMINISTRO E INSTALACION DE				
1 Unidad de alumbrado exterior compuesta de poste -- metálico cónico circular de 6.00m de altura marca FYESA, modelo pcc- 0 60011 para brazo de 1.80m. de largo tipo I se surtirá con 4 anclas de 1" y 500de long. vendrá con luminaria modelo NOV 25 de Halaphane o sim. de 440 watts, vapor con mercurio, 220 volts, 60c.p.s.				

SUMA PARCIAL \$ 28'602,317.00

CATALOGO DE CONCEPTOS Y PROPUESTA
DEL POSTOR

PROGRAMA: BANOBRAS, S.N.C.
LOCALIDAD: CELAYA
MUNICIPIO: CELAYA, GTO.

CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PROPUESTA P.UNITARIO	DEL POSTOR	IMPORTE
Este ensamble se instalará en base registro de concreto $f'c=140Kg/cm^2$ normal de 100cm de largo 60 cm de ancho y 70cm.de altura.	9	Pza	3'419,346.00		30'774,114.00
2 Unidad de iluminación - tipo arbotante, servicio exterior para subestación eléctrica vapor de mercurio de 250 YH 42.50 de ILIN, SA. o similar	1	Pza	905,121.00		905,121.00
3 Cable de cobre con aislamiento vinanel 900 --- (90°C), para 600volts, similar al codumex del calibre no. 8 AEG.	1200	Mts.	10,950.00		13'140,000.00
4 Tubo conduit tipo P.V.C., servicio industrial para enterrarse directamente a tierra de : 19 mm de ϕ	400	Mts.	8,476.00		3'390,400.00
5 Registro de paso Para instalación eléctrica de las siguientes dimensiones 80 x 80 x 90 cms.	8	Pza	200,569.00		1'604,552.00
6 Material misceláneo para instalación eléctrica de - alumbrado tal como: cinta aislante, coples, contras, monitores, cruvas conduit etc.	1	lote	186,487.00		186,487.00
SUMINSITRO E INSTALACION DE					
				SUMA PARCIAL \$	50'000,674.00

CATALOGO DE CONCEPTOS Y PROPUESTA
DEL POSTOR

PROGRAMA: BANOBRAS, S.N.C.
LOCALIDAD : CELAYA
MUNICIPIO: CELAYA, GTO.

CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PROPUESTA P.UNITARIO	DEL POSTOR IMPORTE
1 Subestación eléctrica rural tipo "H" de 225 KVA con relación de transformación de 13,200-440/254 volts, de acuerdo a las especificaciones de plano anexo.	1	Pza.	7'208,038.00	7'208,038.00
SUMINISTRO E INSTALACION DE				
1 Centro de control de motores constituido por gabinete metálico para servicio interior NEMA 1,600volts, clase I, alambrado tipo NEMA "C" autoportado, en el cual se alojarán los equipos de control y protección de los motores, se constituirá de : cuatro (4) secciones	1	Unidad	6'460,449.00	6'460,449.00
contenido,				
a) Interruptor general termomagnético disparo automático y cierre manual, 3 polos, para operar a una tensión de 440V 60c.p.s. con capacidad conductiva normal de 3 Px 300 amps. e interruptiva de 30,000 amps, r.m.s. simétricos.	1	Pza	2'498,720.00	2'498,720.00
b) Combinación interruptor termomagnético de 3 Px 125amps. arancador magnético a tensión reducida tipo autotransformador tamaño NEMA 3, para controlar motor de 50 HP, 6F, 3H; 440 volts, 60 c.p.s. con elementos térmicos c-90 similar al Square-D, clase 8606	1	Pza	11'451,203.00	45'804,812.00
			SUMA PARCIAL \$	61'972,019.00

CATALOGO DE CONCEPTOS Y PROPUESTA
DEL POSTOR

PROGRAMA: BANOBRAS, S.N.C.
LOCALIDAD: CELAYA
MUNICIPIO: CELAYA, GTO.

CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PROPUESTA P.UNITARIO	DEL POSTOR	IMPORTE
c) Estación de control (botones) con leyendas "arrancar-parar", 60 c.p.s., completa con luces, piloto color verde y roja y transformador de control.	4	Pza	632,148.00		2'528,592.00
d) Interruptor selector de 3 posiciones manual-auto fuera, para operar el equipo de bombeo manual o automático	4	Pza.	207,752.00		831,008.00
e) Equipo de medición para el bus general en baja tensión constituido por :					
1) Ampermetro de C.A. con carátula cuadrada de 114mm por lado, precisión $\pm 1\%$ del total de la escala con números y aguja de color negro sobre fondo blanco con escala de 0-200A	1	Pza	398,780.00		398,780.00
2) Transformador de corriente con aislamiento para 1KV-tipo dona, con relación de					
				SUMA PARCIAL \$	3'758,380.00

CATALOGO DE CONCEPTOS Y PROPUESTA
DEL POSTOR

PROGRAMA: BANOBRAS, S.N.C.
LOCALIDAD : CELAYA
MUNICIPIO: CELAYA, GTO.

CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PROPUESTA DEL P.UNITARIO	POSTOR IMPORTE.
Transformación de 200/5A-	3	Pza.	1'349,360.00	4'048,080.00
3) Conmutador de fases de cuatro pasos para Ampérmetro.	1	Pza.	280,704.00	280,704.00
4) Voltmetro para C.A., con escala de 0-600volts.	1	Pza.	290,100.00	290,100.00
5) Transformador de potencial con relación de transformación de 440-110 volts	2	Pza	1'249,360.00	2'498,720.00
6) Conmutador de fases de cuatro pasos para voltmetro.		Cpza	385,873.00	385,873.00
g) Transformador de distribución tipo esco, 3 fases, 4 hilos, 440/220/127 volts, de 20KVA de capacidad, similar al GENERAL ELECTRIC, completo con interruptores termomagnéticos uno(1) de 3 P x 30 amps. y otro (1) de 3 P x 70 amps.	1	Pza	7'979,730.00	7'979,730.00
Tubo conduit de plástico tipo P.V.C., pared gruesa rígida con coples, similar al júpiter de :				
25 mm de ø	70	M	3,066.00	214,620.00
Tubo conduit flexible con recubrimiento de polivinilo, similar al júpiter de :				
25 mm de ø	6	M	28,346.00	170,076.00
			SUMA PARCIAL \$	15'867,903.00

CATALOGO DE CONCEPTOS Y PROPUESTA
DEL POSTOR

PROGRAMA: BANCERAS, S.N.C.
LOCALIDAD: CELAYA
MUNICIPIO : CELAYA, GTO.

CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PROPUESTA DEL POSTOR	
			P.UNITARIO	IMPOTE.
Conector recto galvanizado para tubo flexible, similar al júpiter de:				
25 mm de ϕ	8	Pza	1,150.00	9,200.00
Codo galvanizado de 90° similar al júpiter de :				
25 mm de ϕ	8	pza	3,880.00	31,040.00
Material misceláneo para instalación eléctrica de fuerza tal como cinta, con tras, monitores curvas, conduits, etc.	1	Lote	156,486.00	156,486.00
Cable de cobre con aislamiento vinanel 900 (90°C) para 600 volts, similar al condumex del calibre No. 6 AWG.	200	M	17,908.00	3'581,600.00
SUMINISTRO E INSTALACION DE :				
1 Conector mecánico para conexión de cable de cobre 2/0 AWG a varilla, similar al GAR 6429 de BURNDY.	1	Pza	11,494.00	11,494.00
2 Molde para conexión de cable de cobre No. 2 AWG a varilla, cat.GYE-162G, con cartucho 115.	1	Pza.	59,468.00	59,468.00
3 Molde cadweld para conexión de cable de cobre 2AWG a tubo, cat.VCS-IV-V3C cartucho 90	1	Pza	59,595.00	59,595.00
			SUMA PARCIAL \$	3'908,883.00

CATALOGO DE CONCEPTOS Y PROPUESTA
DEL POSTOR.

PROGRAMA: EAMOBRA, S.N.C.

LOCALIDAD: CELAYA

MUNICIPIO: CELAYA, GTO.

CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PROPUESTA DEL POSTOR	
			P. UNITARIO	IMPORTE
4 Molde cadweld para conexión de cable de cobre No. 2/0AWG a cable de cobre 2 AWG, Cat. TAC-2-GIV con cartucho 45	1	Pza	58,285.00	58,285.00
5 Molde cadweld para conexión de cable de cobre No. 2/0AWG a zapata, cat. G 1c-IVCE con cartucho 32	1	pza	58,285.00	58,285.00
6 Molde cadweld para conexión de cable de cobre No. 2AWG a varilla corrugada, cat. RRA-531V, con cartucho 45	1	Pza	58,285.00	58,285.00
7 Cable de cobre desnudo semiduro clase "B", según normas A.S.T.M. calibre No. 2/0 AWG condumex o similar	400	m(240KG)	30,694.00	7,294,565.00
8 Idem. a la partida No. 7 pero del calibre NO. 2AWG	130	m(25KG)	30,695.00	767,375.00
No.4 AWG	60	m(10KG)	37,105.00	371,050.00
9 Varilla copperweld para sistema de tierras de 3.05 m. de long. y 15.8mm de Ø similar al Mexericio.	10	Fzas	58,285.00	582,850.00
10 Tubo de albañal de cemento de 1.00 m. de long. y de 0.305m. de Ø con campana -- tapa en un extremo.	1	pza	27,550.00	27,550.00
11 Herramientas y accesorios para trabajos con moldes cadwld.	1	lote	149,303.00	149,303.00

SUMA PARCIAL \$ 9'367,548.00

CATALOGO DE CONEPTOS Y PROPUESTA
DEL POSTOR

PROGRAMA: BANOBRAS, S.N.C.
LOCALIDAD : CELAYA
MUNICIPIO: CELAYA, GTO.

CONCEPTO	CANT	UNIDAD	PROPUESTA P.UNITARIO	DEL POSTOR	IMPORTE
12 Molde cadweld para cone- xión de cable de cobre No. 2 AWG a cable de cobre No. 4 AWG, cat.TAC-IVIL con -- cartucho No. 45	1	Pza	58,285.00		58,285.00
1 SUMINISTRO E INSTALACION DE:					
Tablero de alumbrado tipo Qo, 3 fases 4 hilos, 220/ 127 volts, C.A. con inte-- rruptor principal de 3P x 30amp., gabinete para ser- vicio interior NEMA 1 fa-- bricado con lámina Bonde-- rizada, acabado esmalte co lor gris, similar al Square D, cat. Qo 414 MF, completo con interruptores termomag- néticos tipo Qo para cir-- cuitos derivadas: ocho (8) de 1P x 15 A	1	pza	908,865.00		908,865.00
2 Unidad de iluminación - fluorescente tipo sobrepo- ner, uso industrial de 2 x 74W, 127 volts, similar a la ILIN, s.a., división - 400 cat. 1.27, lámina de acabado porcelanizado.	12	pza	284,380.00		3'412,560.00
3 Salida de centro incande- sente con foco de 100 watts., 127 volts, 60 c.p.s.	1	pza	38,918.00		38,918.00
4 Unidad de iluminación de - tipo spot, servicio exte-- rior de 100 watts, 127 v. 60 c.p.s. similar a la ILIN, S.A.	10	pza	48,975.00		489,750.00
			SUMA PARCIAL \$		4'908,378.00

CATALOGO DE CONCEPTOS Y PROPUESTA
DEL POSTOR

PROGRAMA: BANOBRAS, S.N.C.
LOCALIDAD : CELAYA
MUNICIPIO: CELAYA, GTO.

CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PROPUESTA P.UNITARIO	DEL POSTOR IMPORTE
5 Contacto monofásico con - placa de una ventana, 127 volts, 60 c.p.s. marca Quin- ziños o similar	9	pza	6,460.00	58,140.00
6 Apagador sencillo tipo - intercambiable con placa de una ventana, 127 volts, 60 c.p.s., marca Quinziños o similar.	2	pza	4,642.00	9,284.00
7 Caja de coexiones rectan - gular tipo chalupa con -- arribos y salidas de :				
13 mm de ø	15	m	955.00	14,325.00
19 mm de ø	8	m	1,150.00	9,200.00
8 Caja de conexiones tipo - cuadrada similar a la Do-- mex, con arribos y salidas de:				
13 mm de ø	30	m	11,435.00	343,050.00
19 mm de ø	20	m	12,095.00	241,900.00
9 Cable de cobre con - aislamiento vinanel 900 (90°C) para 600 v. similar al condumex del calibre No. 12 AWG	500	m	14,123.00	7'061,500.00
10 Tubo conduit de plástico pared delgada, similar al- polyducto de:				
13mm de ø	175	m	2,116.00	370,300.00
19mm de ø	40	m	2,670.00	106,800.00
25mm de ø	20	m	7,325.00	146,500.00
1 SUMINISTRO E INSTALACION DE:				

SUMA PARCIAL \$ 8'360,999.00

CATALOGO DE CONCEPTOS Y PROPUESTA
DEL POSTOR

PROGRAMA: BANOBRAS, S.N.C.

LOCALIDAD: CELAYA

MUNICIPIO : CELAYA, GTO.

CONCEPTO	CANT	UNIDAD	PROPUESTA P.UNITARIO	DEL POSTOR	IMPORTE
Tablero de alumbrado- tipo Q.O.1 fase, 2 hilos, 127 V.C.A. con zapatas --- principales, gabinete para servicio interior NEMA 1, fabricada con lámina Boderi zada, acabado esmalte color gris, similar al Square D cat.Q.O 4 F completo con 3 interruptores termomagnéti cos de 1P x 15 amps.	1	pza	593,130.00		593,130.00
2 Salida de centro incandes- cente con foco de 100 Watts 127 volts ,60 c.p.s.	8	pza	33,569.00		302,121.00
3 Unidad de iluminación in - candescente tipo spot, ser- vicio exterior de 100watts, 127 volts, 60 c.p.s, simil. a la ILIN, S.A.	1	pza	79,708.00		79,708.00
4 Unidad de iluminación in - cadescente tipo arbotante, servicio exterior de 100 W 127 volts, 60 c.p.s. simi- lar a la Quinzifios	1	pza	985,121.00		985,121.00
5 Contacto monofásico con - placa de una ventana, 127 volts, 60 c.p.s. marca --- Quinzifios o similar.	14	pza	5,390.00		75,460.00
6 Apagador sencillo tipo in- tercambiable con placa de una ventana, 127 volts, 60 c.p.s., marca Quinzifios o similar	2	pza	4,642.00		9,284.00
7 Caja de coexiones rectan - gular tipo chalupa con arri bos y salidas de :					
13 mm de ø	15	m	955.00		14,325.00
19 mm de ø	8	m	1,073.00		8,584.00

SUMA PARCIAL \$ 2'067,733.00

CATALOGO DE CONCEPTOS Y PROPUESTA
DEL POSTOR

PROGRAMA: BANOBRAS, S.N.C.

LOCALIDAD: CELAYA

MUNICIPIO: CELAYA, GTO.

CONCEPTO	CANT.	UNIDAD	PROPUESTA P.UNITARIO	DEL POSTOR IMPORTE
8 Caja de conexiones tipo - cuadrada similar a la Domex: con arribos y salidas de :				
13 mm de ϕ	30	m	11,435.00	343,050.00
19 mm de ϕ	20	m	12,095.00	241,900.00
9 Cable de cobre con aisla - miento vinanel 900 (90°C) para 600 volts, similar al condumex del calibre No.12 AWG.	500	m	12,827.00	6'413,500.00
10 Tubo conduit de plástico - pared delgada, similar al Folyducto de :				
13 mm de ϕ	175	m	2,116.00	370,300.00
19mm de ϕ	40	m	2,670.00	106,800.00
25 mm de ϕ	20	m	7,324.00	146,480.00
11 Material misceláneo para - instalación de alumbrado y contactos tal como: cinta aislante, contras monitores abrazaderas, etc.	1	lote	186,500.00	186,500.00
12 Tablero de alumbrado tipo- Q.O.3 fases, 4 hilos 220/127 v. c.A. cón interruptor prin- cipal de 3Px70A, gabinete para servicio interior NEMA 1 fa- bricado con lámina Bonderiga da acabado esmalte color gris similar al Square-D, cat. QO- 414 MF completo con interrup- tores termomagnéticos tipo QO. Para circuitos derivados - uno (1) de 3F x 50A, uno(1) de 1P:40A, y uno (1) de 3P x 30A.	1	oja	782,717.00	782,717.00
			SUMA PARCIAL \$	8'591,247.00
			SUMA TOTAL	\$493'158,192.00

RELACION DE EQUIPO Y/O MAQUINARIA

No. DE UNID	DENOMINACION	TIPO	MARCA	SERIE Y NUMERO	CAPACIDAD DE LA MAQUINARIA	PROPI ETA	RENTA	POR AÑO	LAPSO QUE SE UTILIZARA		COSTO HORARIO	UBICACION ACTUAL
									DE	A		
1	CAMION GRUA	ESTACAS	DODGE/HIAB	LI-02339	8,000 KG.	X			MARZO	JULIO	59,550.	TLALNEP.MEX
1	CAMIONETA	PICK-UP	DODGE	LG-24247	1,000 KG	X			FEBRE	JULIO	-	TLALNEP.MEX.
1	CAMIONETA	ESTACAS	DODGE	LI-02110	3,500 KG		X		MARZO	JUNIO	29,324.	TLALNEP.MEX.
1	AUTOMOVIL	SEDAN	V.W.	19K0172541	5 ASIENTOS		X		FEBRE	JULIO	-	TLALNEP.MEX.
1	AUTOMOVIL	SEDAN	V.W.	17F0217357	5 ASIENTOS	X			FEBRE	JUNIO	-	TLALNEP.MEX.
1	AUTOMOVIL	SEDAN	FORD	ALG24KJ16159	5 ASIENTOS	X			FEBRE	JULIO	-	TLALNEP.MEX.
	VARIAS HERRAMIE.	VARIAS	VARIAS	VARIAS	VARIAS	X			MARZO	JULIO	-	TLALNEP.MEX.
1	TIRFOR 3TON.	3 TON	ENDOR	S/N	3 TON	X			MARZO	JULIO	-	TLALNEP.MEX.
1	TIRFOR 6TON.	6 TON	ENDOR	S/N	6 TON	X			MARZO	JULIO	-	TLALNEP.MEX.

PROGRAMA DE UTILIAZACION DE PERSONAL

DESCRIPCION	CANTIDAD DE PERSONAL POR UTILIZAR AL MES.					
	1er mes	2o mes	3er mes	4o mes	5o mes	6o mes
CUADRILLA No. 1				XXXXXXXX	XXXXXXXX	
CUADRILLA No. 2				XXXXXXXX		
CUADRILLA No. 3				XXXXXXXX		
CUADRILLA No. 4					XXXXXXXX	
CUADRILLA N. 5				XXXXXXXX		
CUADRILLA No. 6			XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	
CUADRILLA No. 7				XXXXXXXX	XXXXXXXX	
CUADRILLA NO. 8					XXXXXXXX	

PROGRAMA DE UTILIZACION DE EQUIPO Y/O MAQUINARIA

DESCRIPCION	No. DE EQUIPOS POR UTILIZAR AL MES					
	1er mes	2o mes	3er mes	4o mes	5o mes	6o mes
CAMION CON GRUA HIAB		1	1	1	1	1
CAMIONETA PICK-UP	1	1	1	1	1	1
CAMIONETA ESTACAS		1	1	1	1	
AUTOMOVIL V.W. SEDAN	1	1	1	1	1	1
AUTOMOVIL V.W. SEDAN	1	1	1	1	1	1
AUTOMOVIL FORD	1	1	1	1	1	1
HERRAMIENTA VARIA		1	1	1	1	1
TIRFOR 3 TON		1	1	1	1	1
TIRFOR 6 TON		1	1	1	1	1

CAPITULO III

CRITERIOS GENERALES DE SELECCION HIDRAULICA

Una vez recibido el enfoque general de análisis de la información necesaria para la selección adecuada de los equipos de bombeo sabemos que como la mayoría de las máquinas construidas hasta ahora por el hombre, las bombas centrífugas se diseñan y construyen para operar con determinadas condiciones hidráulicas, físicas, mecánicas y químicas, las cuales deben cumplirse en forma individual y conjunta dentro de ciertos rangos de operación.

Por lo tanto para garantizar de manera inicial una operación segura, satisfactoriamente y económica de una bomba centrífuga tendremos que hacer una selección optima de la misma.

Para analizar y realizar una correcta selección hidráulica, hay que considerar como punto de partida que la bomba funcionará en un sistema hidráulico, y que por lo tanto, su curva de funcionamiento $f(Q|H)$ intersectará en un punto determinado a la curva del sistema $f_1(Q|H)$

En donde se debe cumplir la siguiente expresión:

$$F(Q|H) = f_1(Q|H) \dots\dots\dots (I)$$

siendo

Q = capacidad que entrega la bomba

(m^3/s o lt/s o GPM)

H = carga dinámica desarrollada por la bomba

(mts, pies, etc.)

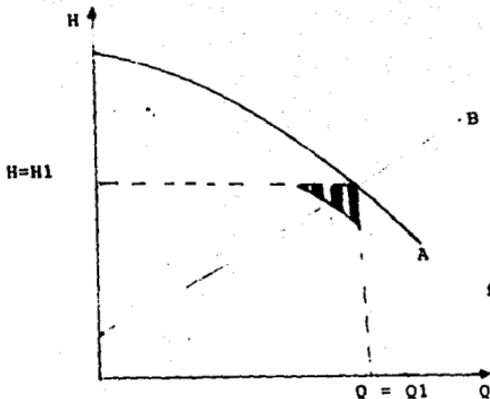
Q1 = capacidad demandada en el sistema

(m^3/s o lts/seg o GPM .)

H1 = carga dinámica total demandada por el sistema

(metros o pies)

Para la bomba como para el sistema, sus curvas se representan en un sistema de coordenadas el cual ya fue revisado y que se representa por medio de la figura 31



A = CURVA DE LA BOMBA
 B = CURVA DEL SISTEMA

Como segundo punto, es importante establecer con toda seguridad un margen adecuado del NPSH disponible del sistema con respecto al NPSH requerido de la bomba, ya que ésto nos permitirá garantizar no solo una vida útil mayor del equipo sino que también una operación libre de problemas, tales como vibración, inestabilidad de la curva "capacidad-carga" y ruido.

El punto tres como regla general habla del rendimiento de una bomba y dice --- que es uno de los factores principales a considerar para realizar una buena selección, debido a su influencia directa en los costos de energía.

Algunos códigos y especificaciones establecen que la ubicación del punto de operación óptimo de una bomba se encuentra en lo más cercano al punto de máxima eficiencia (P.M.E.) siendo este punto localizado en -15% a +5% de Q considerados como los rangos más comunes de operación como se ilustra en la figura 40

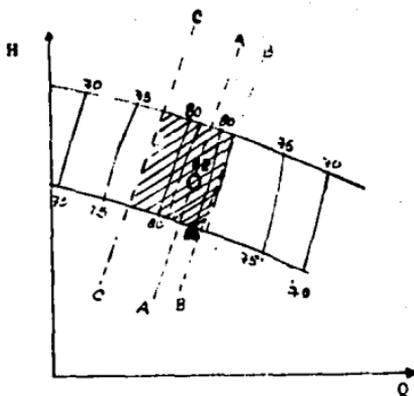


fig. 40

- A = CURVA DE MAXIMA EFICIENCIA PARA DIFERENTES DIAMETROS
 B = CURVA PARA + 5% (Q)
 C = CURVA PARA -15% Q

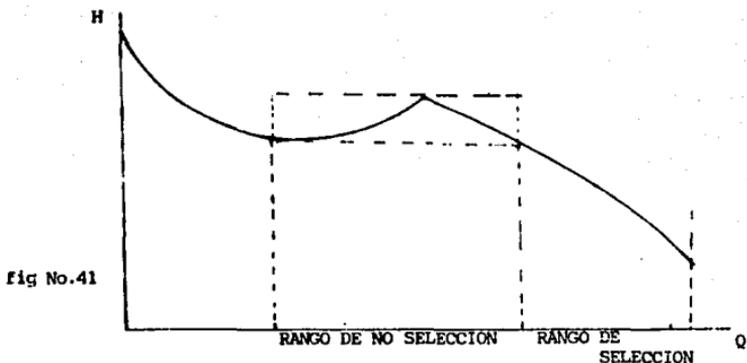
Un cuarto punto en la selección de equipo es el análisis de las condiciones de servicio de una bomba las cuales son;

a) Análisis de las curvas del sistema debiendo considerar que en ningún caso el sistema demande el flujo mínimo o máximo de la bomba.

b) Operación en paralelo o serie.-si la operación es en paralelo, se deberá tomar en cuenta que la carga de la válvula cerrada no sea mayor de un 120% a 140% de la carga dinámica total para el punto de operación.

Para una operación en serie se deberá considerar la presión máxima permisible de trabajo de la carcasa a la temperatura de operación.

En ninguno de los casos se debe seleccionar una bomba en un punto de inflexión, como se indica en la figura 41



c) Funcionamiento continuo o intermitente.- para el funcionamiento continuo, es importante que la bomba tenga una eficiencia lo más grande posible.

Para cuando el funcionamiento es del tipo intermitente se deberá considerar un margen amplio de NPSH, verificando la demanda de potencia a bajos flujos y a la rigidez de la flecha.

d) Localización externa o interna.- si la localización es exterior, se deben verificar las características ambientales, tales como humedad, temperatura, corrosividad del ambiente, etc. Debiendo siempre recomendar un sistema de protección física en el perímetro del equipo de bombeo.

Quando la localización es interior, se deberá considerar además de lo anterior el nivel de ruido provocado por el equipo.

e) Características del fluido.- Deberán ser consideradas para determinar la metalurgia y recubrimientos de ser necesarios en la bomba, así como el tipo de sello y plan de enfriamiento o lubricación

f) Disponibilidad de los recursos humanos.- para determinar el tipo de dispositivos de control, señalación, alarma o automatización del equipo en un sistema de bombeo.

Por último se deben considerar entre los parámetros importantes a la velocidad la cual podemos afirmar que un gran porcentaje de bombas centrífugas son accionadas con motores eléctricos de inducción, cuyas velocidades se definen con una ecuación la cual es mostrada a continuación;

$$PN = 120 f \dots (II)$$

siendo

P = número de polos

N = revoluciones por minuto

f = frecuencia que en México es igual a 60 ciclos

por lo tanto tenemos que ;

P	N
2	3600
4	1800
6	1200
8	900

Y como regla general tenemos que si R.P.M. crece:

ventajas	desventajas
- equipo pequeño	NPSHR - alto
- inversión inicial baja	limitaciones con líquidos sucios
	vida útil menor
	limitaciones mecánicas.

Con los parámetros anteriores podemos decir que si se tienen siempre en cuenta para la selección hidráulica de una bomba se logrará una selección adecuada de la misma, teniendo en cuenta que estos cinco puntos de análisis extienden los criterios necesarios para seleccionar el equipo y la selección del equipo, nos dará como resultado los accesorios adecuados del sistema de bombeo completo.

CRITERIOS DE SELECCION ECONOMICA

Una vez que obtuvimos los criterios de selección hidráulica adecuados para -- nuestro diseño y suministro de equipos de bombeo debemos de considerar el segundo punto importante, la selección de carácter económico para poder tener un equipo que cumpla con la mayoría de las características necesarias para la construcción de la estación de bombeo.

Nosotros solo ejemplificaremos con los costos de bombas y motores, aunque a veces por el gran suministro de accesorios el costo total del equipo se ve afectado en gran medida pero generalmente se parte del equipo básico para la consecución del precio de costo total unitario, así que con los mismos precios proporcionados y las marcas manejadas desde un principio tenemos que;

CRANE DEMING ----- 27'606,000.
 BYRON JACKSON ----- 9,740 DLS. (2,900.00 PARIDAD)
 (28'246,000.)
 FAIRBANKS MORSE---- 26'078,325.
 " K.S.B. MEXICANA---- 25'212,730. "

En cuanto se refiere a las condiciones generales de venta:

(condiciones)	CRANE DEMING	BYRON JACKSON	"KSB MEXICANA"	F.MORSE.
Tiempo de Entrega:	10 a 12 seman.	6 a 8 semanas	6 a 8 semanas	8a 10 sem.
Pago :	50% anticipo	anticipado me-	50% anticipo	50% anticipo
	50% c/entrega	dante carta cred.	50% 30 días P.F	50% c/aviso emb.
Vigencia :	30 días	90 días	60 días	30 días.
(LAB O FOB)	Monterrey N.L.	Tampico Tamps.	León, Gto.	Tlalnep. Méx.:

En cuanto a las condiciones generales de operación.

Ø DESC.	6"	6"	6"	6"
Construcción	F.Vaciado	Fo.Fo.	I-1 API 610	Fo.Fo.
Eficiencia	70 %	82 %	81.5 %	78 %
Potencia motor acopl.	60HP	50 HP	50HP	60 HP
NPSH req.	2.5 mts.	2.5 mts.	2.5 mts.	2.5 mts.

Como ya dijimos en nuestra tesis no solo nos interesa la selección hidráulica de los equipos de bombeo sino también tienen un lugar preponderante los equipos eléctricos, accesorios e instrumentos para su instalación, así que nuestra selección presentada fue la siguiente;

relación de bienes propuestos	marca
1) BOMBAS	K.S.B.
2) MOTORES	I.E.M.
3) EQUIPO DE CONTROL	SIEMENS Y F.P.E.
4) SUBESTACIONES	TRAGESA/ G.E.
5) EQUIPO DE MEDICIÓN	DANIEL'S/SPI.
6) PIEZAS ESPECIALES	MYNACO, RYTOLSA
7) TUBO CONDUIT	OMEGA
8) CABLE ALTA Y BAJA TENSION	CONDUMEX
9) ACCESORIOS ELECTRICOS	IUSA, FPE, CUTLER HAMMER.

Para lo cual se realizó una comparación parecida a la del equipo básico que - presentandola aquí ocuparía gran espacio, si se realiza por partida del catálogo de conceptos, hacemos además de su conocimiento que el equipo seleccionado por nosotros todavía es comparado por el contratante contra todos los fabricantes y/o distribuidores que fueron invitados y/o convocados.

El contratante además de realizar las comparaciones técnicas y económicas revisa la existencia legal de las empresas, esto lo hace mediante la presentación de documentos que acrediten a las empresas participantes legalmente como proveedores y contratistas del sector público y privado; así como la existencia de dichas empresas, dichos documentos son;

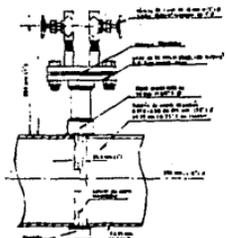
- Acta constitutiva o acta de nacimiento c/credencial.
- Poder notarial del representante legal de la empresa
- Registro en la Cámara correspondiente a la especialidad solicitada
- Experiencia técnica.
- Constancia de visita al lugar de la obra
- Garantía de sostenimiento de la oferta
- Modelo del escrito propocisión
- Programa de trabajo y montos mensuales y utilización de equipo

- Análisis de costos indirectos y utilidad
- Análisis de precios unitarios
- Catálogo de conceptos debidamente requisitado con precios unitarios
- Pliego de requisitos firmado
- Datos de equipo básico
- Programa de utilización del personal de supervisión y dirección de obra
- Relación de bienes propuestos con especificaciones técnicas

Documentos que de los cuales algunos han sido revisados en esta tesis de --
 forma detallada por el cumplimiento de los objetivos planteados en la misma.

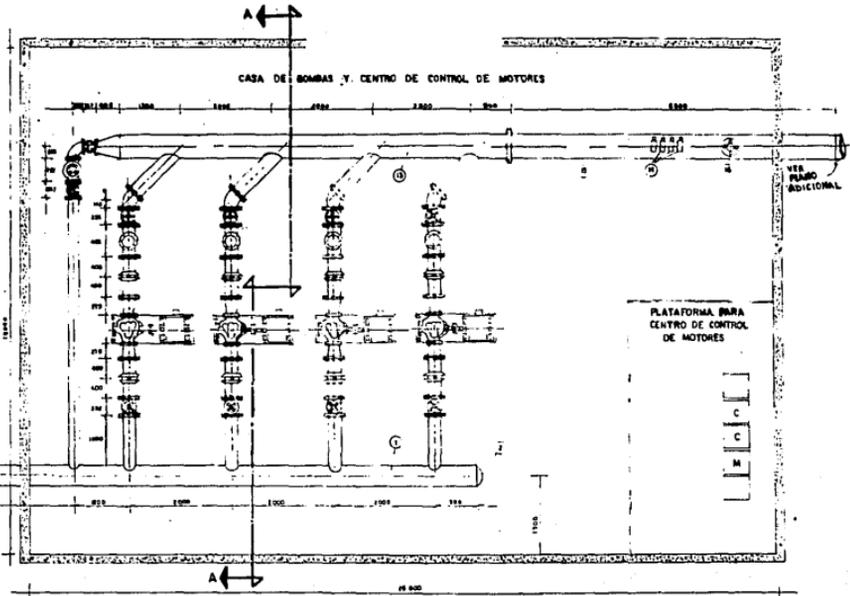
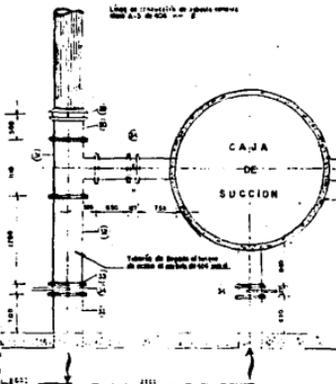
**RESUMEN DE MARCAS DE EQUIPOS DE BOMBEO
 QUE SE MANEJAN EN EL PAIS**

MARCA :	SERVICIO:
BYRON JACKSON	VARIOS
FAIRBANKS MORSE	VARIOS
PEERLES TISA	TURBINA VERTICAL/AGUA
OCELCO	VARIOS
AURORA-PICSA	CENTRIFUGAS HORIZONTALES
GOULDS	VARIOS
K.S.B.	VARIOS
WORKINTON	VARIOS
ASEA	BOMBAS PARA AGUA RESIDUAL
LITTLE GIANT	PARA EUENTE
FLUX	PARA FLUIDOS CORROSIVOS
MARCH	PARA AIRE
SULSER	VARIOS
YACUZZI	VARIOS
CRANE DEMING	VARIOS
JOHN CRANE	VARIOS
VICKING	VARIOS (PROCESOS)
ETC.	



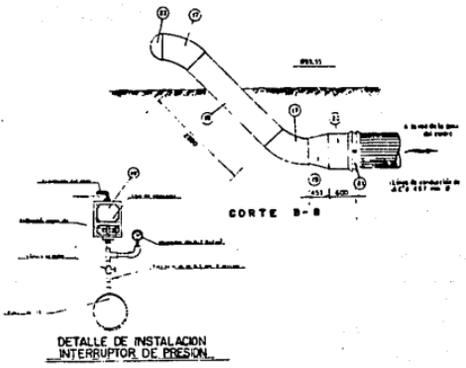
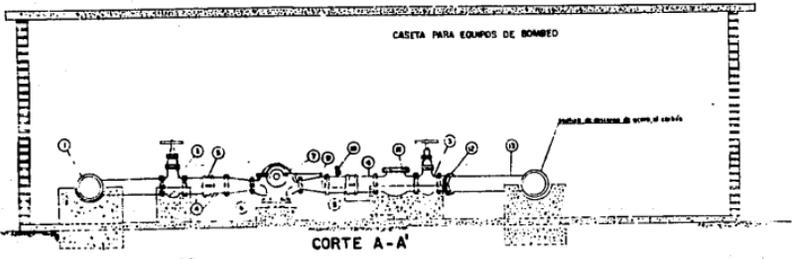
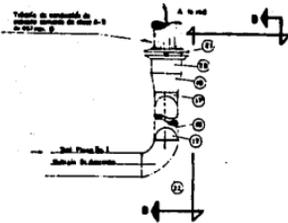
DETALLE DE MEDIDOR DE FLUJO (TIPO ANNUBAR)

Línea de transmisión de señales



- PLANTA -

TANQUE SUPERFICIAL DE CONCRETO ARMADO CON CAPACIDAD DE 2 000 m³



LISTA DE MATERIAL Y EQUIPO DEL PLANO.

	DESCRIPCION .	C A T I D A D .
1	Múltiple de succión de acero al carbón de 508mm ϕ y 6.35mm de espesor, por 12100mm de longitud, con 4 salidas laterales de 90° de 254mm ϕ por 1000mm de longitud bridado solo en las derivaciones, tal como se muestra.	1 PZA.
2	Tapa ciega tipo cachuca soldable de 508mm ϕ	1 PZA.
3	Válvula de seccionamiento tipo compuerta bridada, cuerpo de fo.fo. 254mm ϕ .	8 PZAS.
4	Extremidad de fo.fo de 254mm ϕ por 400mm de longitud.	16 PZAS.
5	Junta mecánica tipo Gibault completa de 254mm ϕ .	8 PZAS.
6	Reducción de fo.fo bridada de 254 x 152mm.	4 PZAS.
7	Bomba centrífuga horizontal tipo bipartida para manejar agua potable con capacidad de 84 l.p.s. y carga dinámica total de 30.2 m. velocidad de 1750 RPM de acuerdo a las especificaciones anexas.	4 PZAS.
8	Motor eléctrico horizontal de inducción tipo jaula de ardilla para acoplarse directamente a la bomba con potencia de 50 H.P, 3 fases 440 volts y velocidad de 1750 RPM. según especificaciones anexas.	4 PZAS.
9	Reducción de fo.fo bridada de 254 x 152mm	4 PZAS.
10	Válvula de expulsión y admisión de aire de 76mm ϕ con accesorios para conexión.	4 PZAS.
11	Válvula de retención (check) cuerpo de fo.fo bridada de 254mm ϕ	4 PZAS.
12	Codo de fo.fo bridado de 254mm ϕ x 45°	4 PZAS.
13	Múltiple de descarga de acero al carbón de 406mm ϕ y 6.35mm de espesor por 7700 mm de longitud, con 4 salidas laterales a 45° de 254mm ϕ por 1000 mm de longitud	

	bridada en todos sus extremos.	1	PZA.
14	Interruptor de presión para controlar el arranque y paro de los equipos de bombeo de acuerdo a los requerimientos de la red, con accesorios de conexión según especificaciones.	4	PZAS.
15	Tramo de tubería de acero al carbón de 406mm de ϕ y 6.35mm de espesor por 6500 mm de longitud bridado en uno de sus extremos.	1	PZA.
16	Equipo de medición de gasto tipo electrónico, de acuerdo a las especificaciones anexas.	1	PZA.
17	Codo de acero al carbón soldable de 406mm ϕ por 45°	2	PZAS.
18	Tramo de tubería de acero de 406mm ϕ por 2200mm de longitud, para soldar en ambos extremos.	1	PZA.
19	Ampliación de acero soldable de 406 x 457mm	1	PZA.
20	Idem, pza. No. 18 de 600mm de longitud y 457mm ϕ	1	PZA.
21	Junta mecánica tipo Gibault de 457mm ϕ	1	PZA.
22	Codo de acero soldable de 406mm ϕ x 90°	1	PZA.
23	Material micelaneo para instalación de fontanería como tuercas tornillo empaques.	1	PZA.
24	Reducción de acero de 406 x 152mm ϕ bridada en el extremo menor	1	PZA.
25	Válvula del tipo compuerta de fo.fo bridada de 152mm ϕ	2	PZAS.
26	Válvula de alivio contra golpe de ariete cuerpo de fo,fo bridada de 152mm ϕ según especificaciones anexas.	1	PZA.
27	Codo de fo.fo. bridado de 152mm ϕ x 90°	1	PZA.
28	Tramo de tubería de acero de 152mm ϕ por 6000 mm de longitud, bridada en uno de sus extremos.	1	PZA.

29	Junta mecánica tipo Gibault para unir tubería de fo.fo con tubería de asbesto cemento de 406mm ϕ	1	PZA.
30	Extremidad de fo.fo de 406mm ϕ	1	PZA.
31	Tee de fo.fo bridada de 406mm ϕ	1	PZA.
32	Tubería de acero al carbón de 406mm ϕ por 6.35mm de espesor y 5.3m de long.	1	PZA.
33	Brida de acero al carbón tipo slip-on para soldar a tubería de 406mm ϕ	8	PZAS.
34	Válvula de seccionamiento tipo mariposa bridada, cuerpo de fo.fo de operación manual por palanca de 406mm ϕ .	3	PZAS.

NOTAS .

- El BY-PASS mostrado en el croquis funciona se utilizara unicamente en casos de reparación o mantenimiento del tanque.
- En el caso de bombeo sin tanque deberá bombearse como máximo el 50% del gasto nominal.
- Las tuberías y válvulas de fo.fo. serán para una presión de 10.5 kg/cm² según las norma ASTM- A48- 30.
- Todos los equipos deberán apegarse alas especificaciones expuesta,
- No hay equipos para instalación futura.
- Acotaciones estan hechas en mm, niveles en metros.
- Las tuberías de acero al carbón serán de acuerdo a la ASTM - A36
- Los tanques y silletas quedan en función de la residencia tomando en cuenta que todos los cambios de dirección deben ir atracados.

CONCLUSION

Podemos concluir que para la selección, construcción y funcionamiento de la -- planta de bombeo diferencial de Calaya, Gto. nos encontraremos con una serie de requisitos, mismos que hemos analizado de forma que podamos con ellos solucionar los problemas existentes en las actividades que involucre dicha planta de bombeo, con esto damos a conocer un enfoque exacto de como debe ser seleccionado; suministrado e instalado el equipo necesario en la construcción de una planta de bombeo de una forma general así que :

1) Como nos podemos percatar el diseño hidráulico de un sistema de bombeo de estas características involucra variables económicas importantes, las cuales nos permiten manejar adecuadamente los diferentes criterios que en una estación de bombeo se deben de considerar para su mejor selección.

2) Las variables más importantes que nos permiten llegar a una selección -- hidráulica adecuada son :

GASTO	CARGA DINAMICA TOTAL
VELOCIDAD	EFICIENCIA
PRESION	TEMPERATURA DEL LIQUIDO A MANEJAR
DIAMETRO DE TUBERIAS Y ACCS.	NPSH DISPONIBLE
NPSH REQUERIDO	ETC.

3) Las variables económicas que se deben de tomar en cuenta son :

Cálculo del factor de salario real.

Cálculo del factor de prestaciones

Costo hora-maquinaria

Costo de cuadrilla de instalación

Cálculo del factor de indirectos para la integración de precios unitarios.

Finalmente es importante mencionar que si no se consideran todas y cada una -- de las variables indicadas anteriormente las que intervienen en un proyecto de esta magnitud y características traerá como consecuencia una mala selección del equipo o bien un mal funcionamiento del sistema hidráulico seleccionado.

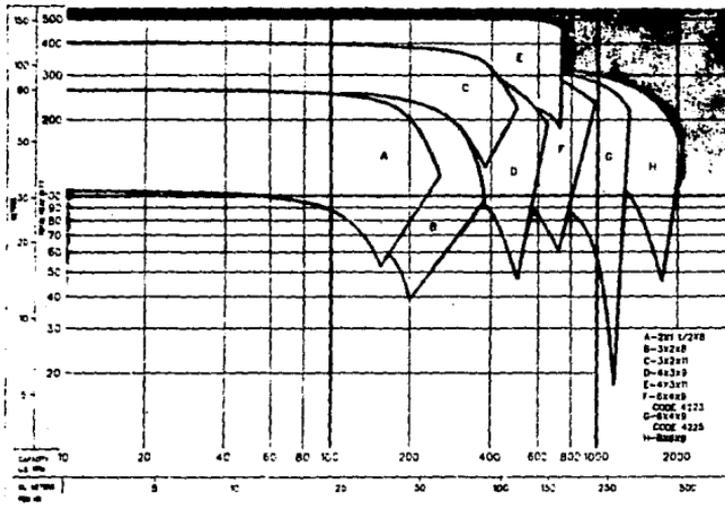
RELACION DE BIENES PROPUESTOS

DESCRIPCION	MARCA
1. BOMBAS	K.S.B.
2. MOTORES	I.E.M.
3. EQUIPO DE CONTROL	SIEMENS Y P.P.E.
4. SUBESTACIONES	TRAGESA/GENERAL ELECTRIC
5. MEDIDORES	DANIELS/S.F.I.
6. PIEZAS ESPECIALES	MYMACO/RITOLSA
7. TUBO CONDUIT	OMEGA
8. CABLES	CONDUMEX.

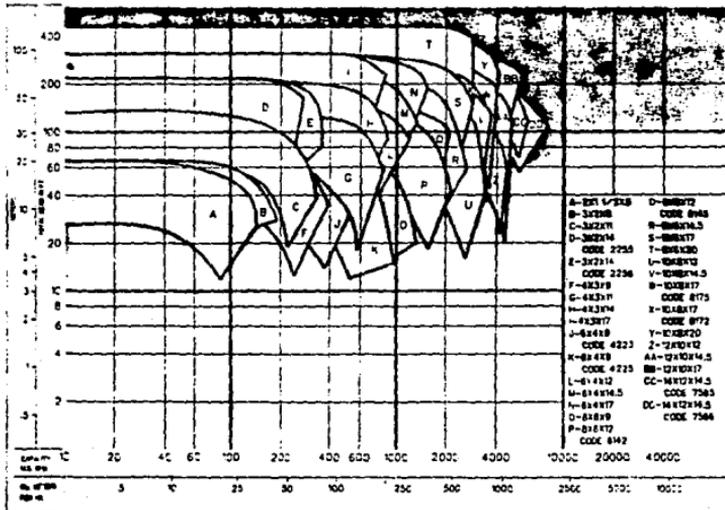
Series 5060 Composite Performance Curves

3500 R.P.M.

ANEXO I



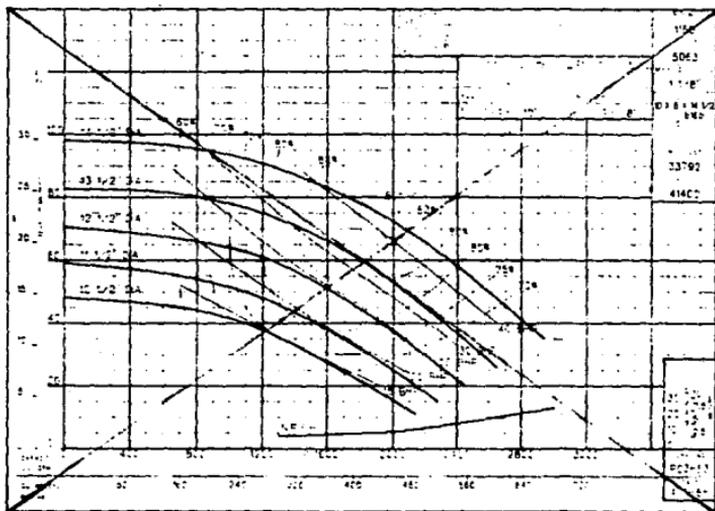
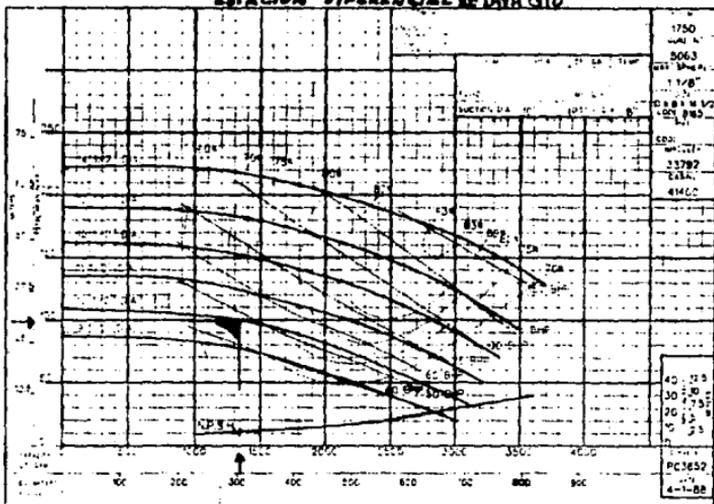
1750 R.P.M.





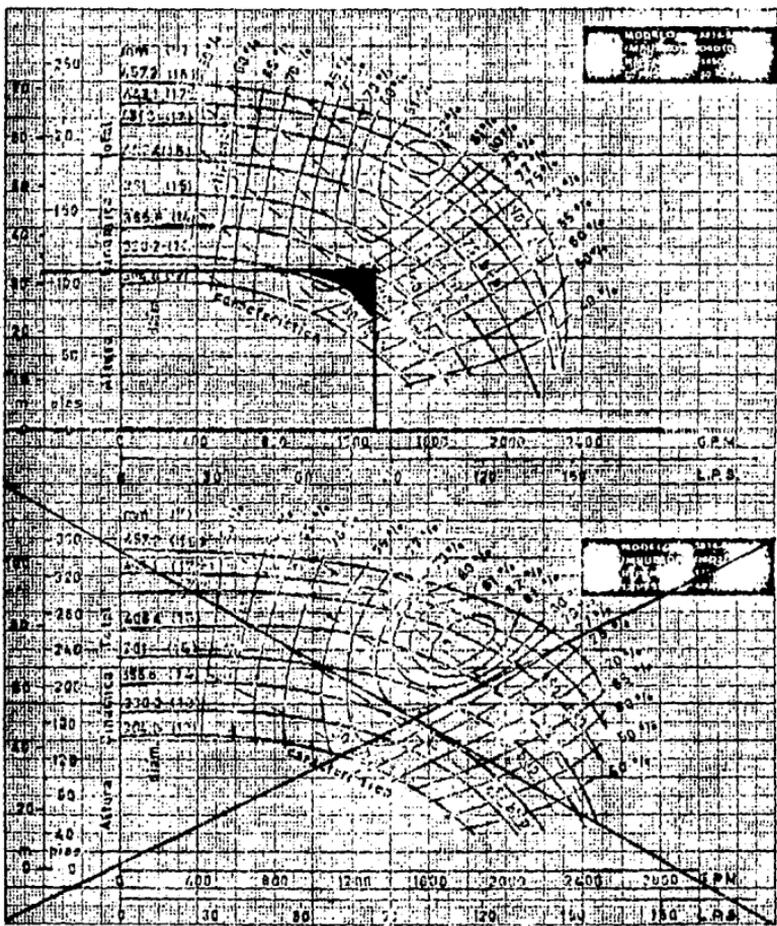
ANEXO I

ESTACION DIFERENCIAL TRIMBA LTD



CARACTERISTICAS DE OPERACION

ANEXO I



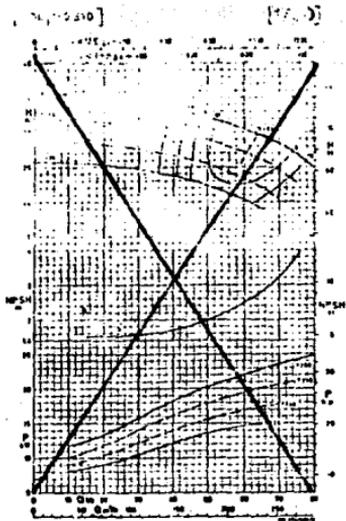
WALLENBERG
 CARACTERISTICAS DE OPERACION



DR. VALENZUELA 37
 MEXICO 7, D. F.
 TEL. 21-99-30
 CON 8 LINEAS

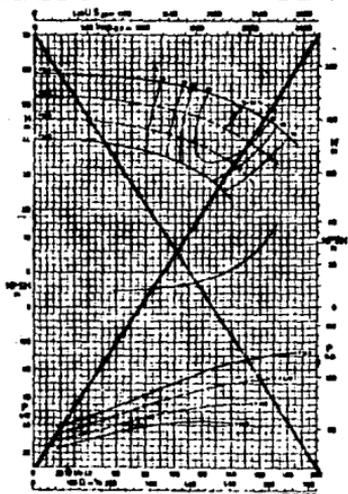


IMPULSOR A



IMPULSOR B

RDL 150 340 1750 rpm



IMPULSOR A

RDL 150 340 1750 rpm



IMPULSOR B

BIBLIOGRAFIA

Titulo	Autor
Fluid Mechanics Termodinamics of Turbo Machinery	S.L.Dixon
Pumps and Blowers	S.J. Stepanoff.
Pump, aplication engineering	Eduards & Hicks
Bombas centrifugas	Karassik & Carter
Turbomaquinas hidráulicas	Polo Encinas
Hidraulic Institute Engineering date book	Manual de Ingeniería Hidráulica.
Hidraulic Institute standards	Normas de Hidráulica
Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas	Claudio Mataix
Bombas diseño y aplicación.	Manuel Viejo Zubicaray
Manual de entrenamiento de bombas centrifugas.	K.S.B. Mexicana.
Ley Federal del trabajo	
Ley de Obras Públicas	
Ley del Seguro Social	
Costo y tiempos en la edificación.	Suárez Salazar, Carlos
Legislación comparada de la obra pública	Suárez Salazar, Carlos
Factores de consistencia de costos y precios unitarios.	Apuntes (Facultad de Ingeniería UNAM.) Construcción.
Organización de obras.	García Ruiz, Gonzalo
Manual de cálculo de precios unitarios de trabajos de construcción	Secretaría de Recursos Hidráulicos (1964)

Título**Autor****Normatividad de la obra pública****CNIC-SPP (Septiembre de
1985)****Análisis y escalación de costos de construcción****Centro de actualización
profesional, colegio de
ingenieros civiles.****Catálogos de los fabricantes de bombas y accesorios.****Manual de flujo de fluidos en valvulas accesorios y tuberias CRANE.****Mc GRAW HILL (1987)**