



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
UNIDAD "CULHUACAN".

Tesis:

Calculo hidráulico para una planta de bombeo
ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México.

Para obtener el título de Ingeniero Mecánico.

C. Iker Yahir Lara Martínez.

México, D.F. Abril 2015.

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD CULHUACAN**

TESIS INDIVIDUAL

Que como prueba escrita de su Examen Profesional para obtener el Título de Ingeniero Mecánico, deberá desarrollar el C.:

IKER YAHIR LARA MARTINEZ

“CÁLCULO HIDRÁULICO PARA UNA PLANTA DE BOMBEO, UBICADA EN LA POBLACIÓN DE AMECAMECA ESTADO DE MÉXICO”

En la población de Amecameca que se encuentra a 59.8 km, aproximadamente 1 hora, de la Ciudad de México Se construyó una planta de bombeo la cual cuenta con un pozo de 260 metro. Esta planta se hizo con la finalidad de cubrir las necesidades de la comunidad de Amecameca. Y así no le faltara agua durante el año. Es por esta razón que la planta de bombeo llamada “pozo Ameca” es necesaria, para cubrir la demanda en época de estiaje, ya que los ríos no se dan abasto para cubrir las necesidades de la comunidad, este pozo lleva aproximadamente 10 años funcionando y cubriendo las necesidades de los habitantes, para que no les falte dicho líquido, Para abastecer las necesidades de la comunidad de Amecameca; este pozo en época de estiaje es de gran ayuda y beneficio para la comunidad, ya que abastece en un 50%. En temporada de lluvias este pozo disminuye su demanda. Ya que la comunidad de Amecameca cuenta con su propio sistema hidráulico, que abastece a la misma en su totalidad.

CAPITULADO

CAPITULADO:

Capítulo 1
Capítulo 2
Capítulo 3
Conclusiones
Bibliografías
Anexos

México D. F., a 18 de septiembre del 2014

PRIMER ASESOR:

SEGUNDO ASESOR:

ING. JAVIER PÉREZ NAJERA

M. EN C. JESÚS DANIEL SORIANO

Vo. Bo.

APROBADO

**ING. RAMON AVILA ANAYA
JEFE DE LA CARRERA DE I.M.**

**M. en C. HECTOR BECERRIL MENDOZA
SUBDIRECTOR ACADÉMICO**

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

Agradecimientos

Agradecimientos.

A mis papas:

A ellos en especial por brindarme su apoyo infinito y creer en mí a cada tropiezo, por ayudarme a culminar mis estudios, a alentarme a cada momento, a compartir conmigo mis alegrías y tristezas, mis triunfos y fracasos, por no abandonarme y enseñarme a dar lo mejor de mí a cada instante.

A mi mamá Clara Martínez por su gran amor y comprensión, por enseñarme que en la vida, todo se gana a base de esfuerzo y perseverancia, porque sus palabras me levantaron cuando sentía que me caía.

A mi papá Enrique Lara, por su compañerismo y un gran amor, por mostrarme que escalar una montaña, es lo más difícil de la vida, pero lo más bello, por que el paisaje es incomparable cuando lo recorres con fe y esperanza. Y mucho esfuerzo.

Siempre firmes y hacia adelante, un paso hacia atrás, ni para tomar vuelo.

A mi hermana:

Carolina Lara por su amistad y buenos consejos, por apoyarme y siempre sacarme una sonrisa, cuando menos lo espero, gracias por escucharme y por tus buenos deseos.

A mi mamá Ticho:

Porque aun que ya no estás, y donde te encuentres, se que estas orgullosa de mi, lo logre mami, con mucho cariño y con ganas de darte un enorme abrazo, te dijo que lo logre y vamos por mas éxitos.

A mi tío y primos:

Por todo el apoyo brindado durante la carrera y por sus consejos, ya que con ellos, encontré una gran familia. Gracias por su apoyo a Rodolfo Lara, Jassiel Lara, Yalam Lara e Iván Lara.

A todos Uds., amigos, familia y a Dios muchas gracias por hacer esto posible.

INDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
OBJETIVO	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
JUSTIFICACION	5
CAPITULO II	
GENERALIDADES.....	8
DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	12
MARCO TEORICO	21
DESCRIPCION DE PARTES Y PIEZAS DE UNA BOMBA CENTRIFUGA PARA AGUA POTABLE	22
DEFINICIONES TECNICAS	25
CAPITULO III	
MEMORIA DESCRIPTIVA	34
CALCULO Y SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO.....	37
CONCLUSIONES	66
BIBLIOGRAFIA	68
ANEXOS	70

Introducción

En esta tesina se encontraremos información acerca de la hidrología en la comunidad de Amecameca, en el Estado de México. Así como la ubicación y procedencia del agua a la comunidad.

En el capítulo uno hablaremos acerca de la problemática que tiene el lugar y al cual se enfrentara, en caso de que el líquido llegara a escasear o faltar, ya que es una comunidad donde el agua es muy utilizada por su población.

Es por eso que nos damos a la tarea de justificar los beneficios que tendría una planta de bombeo para esta comunidad que cuenta con 50,000 habitantes, ya que durante el año hay dos temporadas. La primera se llama temporada de estiaje que es en los meses de marzo, abril y mayo. La segunda temporada es de lluvias que es en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre.

La primera temporada se llama estiaje, esta etapa es cuando el líquido empieza a escasear debido a la falta de lluvias, y es por ello, que la gente no tiene el líquido en abundancia, y la presidencia se ve forzada a cortar el agua, ocasionando que la comunidad solo cuente con la mitad del día para poder abastecerse del líquido.

La segunda temporada se llama de lluvias, esta etapa es cuando el líquido en la comunidad es abundante, ya que las lluvias en el monte proporcionan más líquido a la comunidad y esta no se ve afectada con los escasos del líquido.

En el capítulo dos, encontraremos las generalidades del lugar al igual que la descripción del área de estudio. Veremos la procedencia del agua y de donde se origina, así como los límites geográficos del lugar, y la hidrología, según los registros ubicados en la bibliografía llamada Amecameca.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en: La población de Amecameca, Estado de México

En el capítulo tres encontraremos los cálculos para la selección del equipo de bombeo para una planta de bombeo, de igual forma los cálculos generales a nivel de ingeniería para determinar las pérdidas por fricción y potencia del motor. Desde que sale del pozo hasta que se manda a la red de agua potable de la comunidad.

De igual manera al final de esta tesina demostraremos porque es tan importante contar con una planta de bombeo, ya que sin los volcanes que son los que brindan la mayor parte del agua, la comunidad se vería forzada a contar con más de un pozo de agua, para así poder satisfacer sus necesidades y la de sus habitantes.

CAPITULO I

- ✚ Objetivo
- ✚ Planteamiento del problema
- ✚ Justificación

Capítulo I

Objetivos.

- Aplicar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante la formación de ingeniero mecánico. Aplicados a un problema social como lo es el abastecimiento de agua en una comunidad rural. Con una solución de ingeniería.
- Tener una metodología de cálculo hidráulico para el diseño de una planta de bombeo.
- Esta tesina tiene como objetivo fijar parámetros y establecer criterios, que sirvan como guía para diseñar estaciones de bombeo de agua potable en poblaciones rurales.
- Que esta metodología de cálculo hidráulico sirva para futuros proyectos de plantas de bombeo.

Planteamiento del problema.

La comunidad de Amecameca cuenta con 50,000 habitantes y la demanda de agua es alta ya que cada habitante consume en promedio 100 lts de agua al día. Y no todo el año cuenta con el agua suficiente para cubrir la necesidad de los habitantes. Ya que la comunidad se abastece de los deshielos de los volcanes durante el año.

El año se divide en dos épocas para la comunidad.

- En época de estiaje: “es cuando el líquido vital, escasea, debido a que los deshielos no son suficientes para cubrir la demanda. Y los ríos no tienen el mismo caudal debido a la falta de agua de lluvias.” Esto sucede en los meses de Marzo, Abril y Mayo.
- Y en época de lluvias: “es cuando durante el año hay lluvias en los volcanes, en el monte, y estos hacen que los ríos que abastezcan a la comunidad y llenen sus caudales, para cubrir las necesidades.” Esto sucede en los meses de Junio, Julio, Agosto, Septiembre, y Octubre.

Justificación

En la población de Amecameca que se encuentra a 59.8 km, aproximadamente 1 hora, de la ciudad de México ubicada: Entre los paralelos $19^{\circ} 03'$ y $19^{\circ} 12'$ de latitud norte; los meridianos $98^{\circ} 37'$ y $98^{\circ} 50'$ de longitud oeste; altitud entre 2 400 y 4 700 m. Colinda al norte con el municipio de Tlalmanalco; al este con el municipio de Tlalmanalco, con el estado de Puebla y con el municipio de Atlautla; al sur con los municipios de Atlautla, Ozumba y Juchitepec; al oeste con los municipios de Juchitepec, Ayapango y Tlalmanalco.

Ocupa el 0.85% de la superficie del estado de México.




Cuenta con 67 localidades y una población total de 48 363 habitantes.

Se construyó una planta de bombeo, la cual cuenta con un pozo de 260 metros de profundidad.

Esta planta se hizo con la finalidad de cubrir las necesidades de la comunidad de Amecameca. Y así no le faltara agua durante el año. Es por esta razón que la planta de bombeo llamada “pozo Ameca” es necesaria, para cubrir la demanda en época de estiaje, ya que los ríos no se dan abasto para cubrir las necesidades de la comunidad, este pozo lleva aproximadamente 10 años funcionando y cubriendo las necesidades de los habitantes, para que no les falte dicho líquido.

Para abastecer las necesidades de la comunidad de Amecameca; este pozo en época de estiaje es de gran ayuda y beneficio para la comunidad, ya que la abastece en un 50%. En temporada de lluvias este pozo disminuye su demanda. Ya que la comunidad de Amecameca cuenta con su propio sistema hidráulico que está conformado por una cascada, esta abastece a la comunidad, ya que se entuba el agua y su caudal va de los 20 lps hasta los 40 lps, dependiendo la temporada.

CAPITULO II

-  **GENERALIDADES**
-  **DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO**
-  **MARCO TEORICO**
 - **DESCRIPCION DE PARTES Y PIEZAS DE UNA BOMBA CENTRIFUGA PARA AGUA POTABLE**
 - **DEFINICIONES TECNICAS**

Capítulo II

Generalidades

✚ Localización geográfica.

El municipio de Amecameca está situado en las faldas de la sierra nevada, dentro de la providencia del eje volcánico y en la cuenca del río Moctezuma-Panuco. (Tabla No. 1)

Tabla no. 1		
Coordenadas geográficas de Amecameca.		
	Mínima	Máxima
Longitud	98°37'34''	98°49'10''
Latitud	19°3'12''	19°11'2''

Fuente: Gobierno del Estado de México, panorámica socio-económica del estado de México, 1993.

✚ Ubicación.

El municipio de Amecameca está ubicado en la porción sur del oriente del estado de México en la región III de Texcoco.

✚ Límites.

Los límites del municipio son:

- ✓ Al norte: el municipio de Tlalmanalco.
- ✓ Al este: el estado de Puebla.
- ✓ Al sur: los municipios de Atlautla y Ozumba
- ✓ Al oeste: los municipios de Ayapango y Juchitepec.

Extensión.

La superficie del municipio es de 181.72 km². Ocupa el lugar número 44 por su extensión y representa el 0.8% del territorio estatal.

ASNM (Altura Sobre el Nivel del Mar).

La altura sobre el nivel del mar es de 2 420 metros en la cabecera municipal.

Hidrología.

El agua es parte consustancial de la historia de este lugar, como ha quedado asentado. Los tiemperos o meteorólogos naturales, dicen que la casa del agua está en Alcalican, una cañada cuyo nombre quiere decir precisamente: “en la casa del agua” (de alt, agua; calli, casa; y can, lugar). El río Alcalican que se forma con los deshielos del Iztaccihuatl conduce agua clara, limpia y pura.

Los ríos, arroyos y manantiales de este municipio son alimentados por los escurrimientos de la sierra nevada. La red hidrológica cubre toda la zona debido al deshielo permanente de los volcanes. En la época de lluvias aumentan considerablemente los escurrimientos y los riachuelos; así mismo, el caudal de los ríos es mayor.

Los cauces principales son, en la zona norte, el arroyo Chopanac, el cual se une más adelante al río de Tlalmanalco; en la zona centro-norte corren los arroyos Almoloya y Coronilla, que a su vez dan origen al río de Amecameca, proveedor de agua potable a la cabecera; en la zona sur se encuentran los arroyos de Amilpulco, de la Ciénaga y de Alcalican, tributarios del río Tomacoco.

Hasta el año 1938 aun corrían los apancles y caños por las calles del pueblo.

Los habitantes de Amecameca relatan como “entraban las aguas cristalinas hasta donde uno las necesitara, había tanta agua que a nadie se le ocurriría que se la podían terminar algún día” ; “desviaba el agua que iba a necesitar, la demás la dejaba correr; para que iba a necesitar llaves y tuberías, si ahí juntito pasaba el agua, cuando llovía mucho hasta se desbordaban los caños, había veces que las calles parecían ríos, no corrían el riesgo de que se inundaran por que los suelos aquí en Amecameca son arenosos, así que rápidamente desaguan”.

En el año 1940, una epidemia de viruela convenció a los usuarios de la necesidad de instalar un sistema de agua potable, hecho al que se habían opuesto rotundamente, entonces había agua en abundancia y no se padecía por su falta.

En los últimos años la situación ha cambiado radicalmente, aquella abundancia se ha convertido en escasez. Las causas de este grave problema son varias y complejas: el aumento de la población local y regional, la sobreexplotación de los mantos freáticos, y la deforestación acelerada en los bosques.

En el año de 1960 el Comité de Aguas y Tierras del Comisariado de Bienes Comunales “vendió” el agua del rio tomacoco a la comunidad de Juchitepec.

El acueducto de 40 km. de longitud que lleva el agua a esa población tiene enormes fugas y la mayoría del preciado líquido se desperdicia. Otro factor que influye en la menor disponibilidad de agua potable de la comunidad.

En el año de 1994 se logró la unificación de las administraciones del sistema de suministro de agua. El Comité de Bienes Comunales y el Honorable Ayuntamiento 1994-1996 firmaron convenio que evita duplicidad de funciones, así como el constante cierre de las válvulas de distribución. Desde entonces se ha mejorado notablemente el abasto del vital líquido. Actualmente se cuenta con tres sistemas de distribución de agua con sus respectivas cajas de almacenamiento.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en: La población de Amecameca, Estado de México

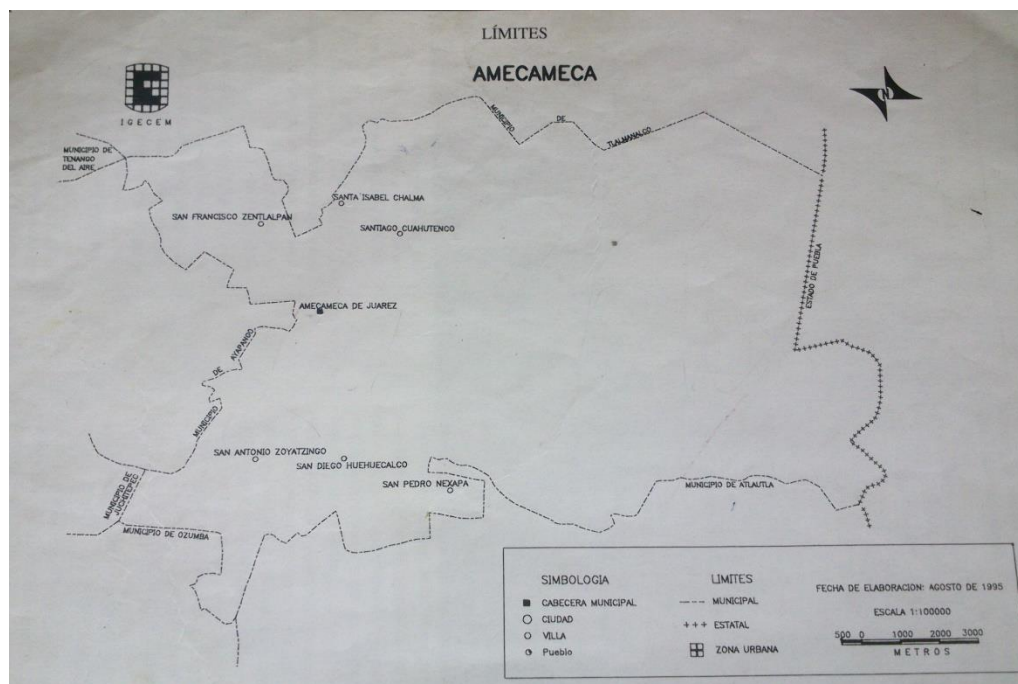
Que son:

- ✓ “Las Huertas” o Gabriel Ramos Millán.
- ✓ “El salto” o sistema Morelos.
- ✓ “Tomacoco”

El de “Las Huertas” abastece a la parte norte del municipio, principalmente a sus delegaciones; como son: San Antonio, Zentlalpan y Chalma.

El de “Tomacoco” abastece a la parte sur de la cabecera municipal y a las delegaciones del sur como son: Zoyatzingo y Pahuacan. También parte del agua va al municipio de Juchitepec.

“El Salto” es la principal fuente de abastecimiento para Amecameca, al brindarle el agua a la cabecera municipal en su totalidad.



Mapa del área de estudio.

Descripción del área de estudio.

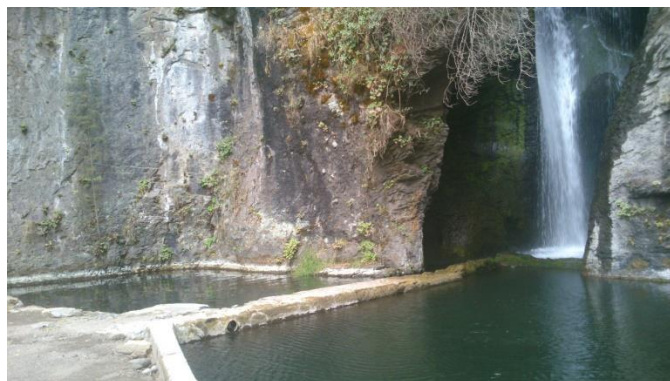
📌 Descripción general del sistema de agua potable.

El municipio de Amecameca obtiene el abastecimiento de agua por medio de los deshielos volcánicos, y por los ríos que bajan por la montaña. Así de esta manera el agua es canalizada para poder entubarla y así poder distribuirla a la comunidad.

Principalmente cuenta con 3 cajas de agua para abastecer a la comunidad y sus delegaciones, dos de ellas abastecen a las delegaciones y la principal que se llama:

“El salto.” Es la que abastece a la cabecera municipal es su totalidad, que son aproximadamente 50,000 habitantes.

El salto, como se le denomina a este lugar, cuenta con una cascada, que es la principal para poder obtener el líquido. Ya que sin ella, tendríamos que buscar otros recursos. Esta cascada proviene de los deshielos principalmente. Y por supuesto en época de lluvias su caudal es mayor, y así brinda un mayor beneficio para la comunidad. Y por supuesto en época de estiaje, el caudal es menor y el agua no es suficiente para abastecer a la comunidad. Esta es la cascada y cuenta con una pequeña represa esto es de gran ayuda ya que evita la turbulencia en el agua debido a la caída, y a si de esta manera entrar a la tubería de manera más tranquila.



Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

Foto de la cascada, que es la principal fuente de abastecimiento a la comunidad de Amecameca.

Una vez que el agua perdió la turbulencia por la caída en la cascada, pasa por una rendija que se encuentra del lado contrario a la cascada, en esa parte se encuentra una pequeña caja donde el agua continúa. Y es por un tubo donde se dirige a un serpentil. El tubo mide 7" de diámetro. Y tiene una rejilla para evitar el paso de hojas y ramas. Y así estas no lleguen a tapan la tubería.



Foto de la rejilla y del tubo de 7 plg de diámetro.

Una vez que el agua pasa la cascada, llega por una tubería hasta este punto.

En donde llega a una pequeña cisterna de aproximadamente 3m^3 . El agua llega a este punto por medio de la gravedad sin necesidad de tener un equipo de bombeo. Es por esto que se construyó la cisterna. Para así poder evitar nuevamente la turbulencia que se llega a generar por la caída.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México



Podemos ver dentro de la cisterna, que es aquí donde llega el agua con turbulencia, generada desde que se entuba en la cascada.



Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en: La población de Amecameca, Estado de México

A la salida de la cisterna se encuentran estas dos válvulas, con compartimientos independientes, cada una de ellas para las dos recamaras del serpentil.

Una vez que llega a la cisterna, el agua pasa al serpentil. Este se divide en dos y la cisterna cuenta con dos válvulas independientes una para cada serpentil.

El serpentil, está diseñado para que el agua viaje atreves del serpentil, y así vaya asentando la arena y otros sólidos que pueda tener. De igual manera baja la velocidad del agua. Y esto hace que no llegue con tanta turbulencia a la tubería donde se va a distribuir a la comunidad de Amecameca.



Aquí podemos ver el serpentil, que mide aproximadamente 30 metros de longitud por 10 metros de ancho. Está dividido por la mitad, y esto hace que sean dos recamaras del serpentil totalmente independientes. Esto con el fin de obtener un mayor beneficio, y en determinada temporada del año hacen limpieza, a lo que le llaman desazolve. Que consiste en dejar la recamara sin agua, y sacar toda la arena y otros sólidos, que se van acumulando con el tiempo. Y la otra recamara no se ve afectada. Y sigue trabajado de manera normal.

Una vez que el agua pasa por la cascada, la represa, la tubería, la cisterna y el serpentil. Llega a la etapa final de este proceso, el agua pasa a ser entubada para ser mandada a la red de agua potable en la comunidad.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México



Como podemos ver en la foto se encuentran dos válvulas cada una de ellas es de las dos recamaras del serpentil. Llegan en un tubo de 6" para ser conectadas en una "T" con ampliación a 8" y de ahí sale la conexión a 6" para la red.

El pozo Ameca se encuentra ubicado a la salida del poblado en dirección oeste, a poco menos de 500 metros del libramiento de Amecameca, aún costado de la estación de bomberos.

Este pozo se hizo con la finalidad de abastecer al poblado en los meses que carecía de agua, que es la temporada de estiaje. El pozo se construyó en el año 2000 y lleva 14 años brindando apoyo a la comunidad, el pozo está a cargo de CAEM (Control de Agua del Estado de México). Ellos son los que le dan mantenimiento y se encargan de extraer el agua del pozo.



Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en: La población de Amecameca, Estado de México

Cuando se extrae el agua del pozo, esta llega a un cárcamo de 5 m³ que es donde cae el agua que se extrae del pozo. Esta a su vez es re-bombada por una bomba vertical con un caudal de 42 litros por segundo, y esta a su vez es mandada a una caja de 5m³ que se encuentra ubicada a un kilómetro y se encuentra en la parte del sacro monte, de ahí se distribuye a la red de agua potable de la comunidad.

La estación de bombeo cuenta con 3 bombas, una es la que extrae el agua del pozo y esta es una bomba sumergible, la segunda es la que re-bombea el agua a la red de la población y la tercera, solo se usa en caso de emergencia o cuando le dan mantenimiento a la segunda. Ambas son de eje vertical.



Foto, de la distribución de las bombas en el “pozo Ameca”.

La estación de bombeo cuenta con su propio sistema de cloración de agua.

Es bombeado desde una cabina, para que por la presión del agua se vaya mezclando y así en la red ya valla clorada el agua para evitar enfermedades.

El sistema de cloración es fundamental en una estación de bombeo, ya que ayuda a purificar el agua y a eliminar bacterias que vienen en el agua y se encuentran en el pozo, debido a la tierra, esto es muy importante ya que la gente se puede llegar a enfermar si el agua no está purificada. Ya que la gente la toma de la llave.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

De esta manera se pueden evitar las epidemias o brotes de enfermedad en la comunidad. Debido a que la gente de la población bebe agua de la llave, ya sea en sus casas o escuelas, incluso algunas personas llegan a cocinar con esta agua.



En la estación de bombeo se encuentra el sistema de cloración para el agua que se extrae del pozo.



En esta foto podemos ver, que el agua es extraída del pozo y esta a su vez viaja por una tubería de aproximadamente 6 metros de longitud, cuenta con una válvula de salida de aire para evitar la cavitación dentro de la tubería.

También cuenta con una válvula de salida de agua. En caso de mantenimiento o de alguna anomalía en el líquido, como suciedad.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en: La población de Amecameca, Estado de México

A la mitad se encuentra un tubo gris que es el del sistema de cloración y a su lado esta, el medidor de cloro, para tener un parámetro del cloro en el agua.

Y finalmente llega al cárcamo el agua ya clorada por presión.



El cárcamo mide 5 m^3 , ahí es a donde llega el agua del pozo y esta a su vez es re-bombada. El cárcamo no se llena a su totalidad, el agua cubre aproximadamente el 50% de su totalidad. El agua del pozo cae en un torrente a una altura de 5 metros. La misma altura que la bomba tiene que subir el agua.

Dentro del cárcamo llega a haber turbulencia ya que no cuenta con mamparas para evitar la turbulencia, aunque no se cuente con esto, no existe tanta turbulencia para provocar la cavitación dentro de la tubería.

En la Foto se ven dos equipos de bombeo, de los cuales solo funciona uno, como ya lo habíamos mencionado anteriormente. El agua es llevada por una tubería, la cual cuenta con un medidor de presión y una válvula que sirve para la salida de aire. Y finalmente llega a un tubo con ángulo de 60° , que está conectado a la red de agua potable.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México



Cuando la falta de agua es excesiva, o en alguna comunidad cercana llegara a faltar agua, este pozo, también cuenta con una salida, para llenar pipas de agua, ya que cuando en alguna comunidad cercana llegara a faltar el agua, el municipio la traslada en pipas.

Este proceso llega a su fin cuando el agua es mandada a la red de agua potable, para ser distribuida. El agua antes de llegar a la casa de los habitantes, paso por una caja de agua ubicada en el “sacro monte” y de esta manera el agua baja por gravedad para llegar a cada casa.

Se estima un gasto de 90 lts por habitante de la comunidad para uso diario, cuando es temporada de lluvias, CAEM vende el agua en bloques a otros municipios ya que cuenta con válvulas para su distribución.

Marco teórico.

Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directamente o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

Elementos de las estaciones de bombeo.

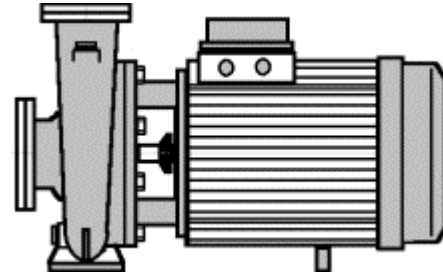
Los componentes básicos de una estación de bombeo de agua potable, son los siguientes.

- Caseta de bombeo.
- Cisterna de bombeo.
- Equipo de bombeo.
- Grupo generador de energía y fuerza motriz.
- Tubería de succión.
- Tubería de impulsión.
- Válvulas de regulación y control.
- Equipos de cloración.
- Interruptores de máximo y mínimo nivel.
- Tablero de protección y control eléctrico.
- Sistema de ventilación, natural o mediante equipos.
- Área para el personal de operación.
- Cerca de protección para la caseta de bombeo.

DESCRIPCION DE PARTES Y PIEZAS DE UNA BOMBA CENTRIFUGA PARA AGUA POTABLE

Bomba Centrífuga

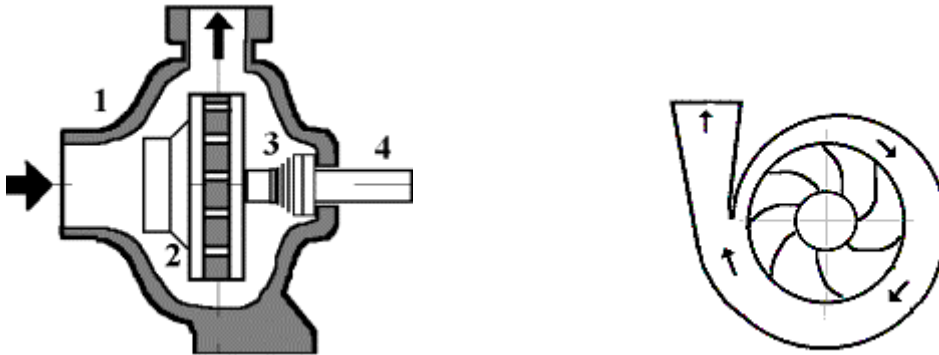
Una bomba centrífuga es una máquina con carcasa tipo voluta, o sea, forma de caracol, con impulsor o rodete de álabes radiales cerrado o abierto, el que recibe rotación del eje horizontal. La aspiración del líquido es en forma axial, o frontal al impulsor. La descarga del líquido es en forma radial o vertical al eje de la bomba.



Según el tipo de motor acoplado, se denomina al conjunto **electrobomba** cuando el motor es eléctrico, y **motobomba** cuando es a combustión

Las partes constitutivas de una electrobomba centrífuga dependen de su construcción y tipo, por esta razón se mencionan las más fundamentales.

Partes de la bomba



1- Carcasa. La mayoría de las carcasas son fabricadas en hierro fundido para agua potable, pero tienen limitaciones con líquidos agresivos (químicos, aguas residuales, agua de mar). Otro material usado es el bronce. También se usa el acero inoxidable si el líquido es altamente corrosivo.

2- Rodete o Impulsor. Para el bombeo de agua potable en pequeños, medianos y gran caudal, se usan rodetes centrífugos de álabes radiales y semi axiales. Fabricados en fierro, bronce acero inoxidable, plásticos.

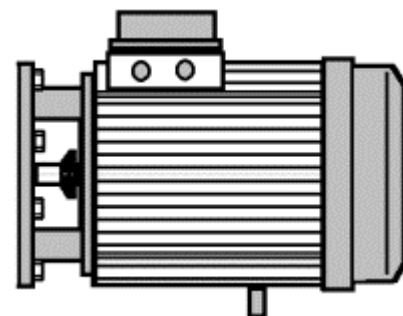
3- Sello Mecánico. Es el cierre mecánico más usado, compuesto por carbón y cerámica. Se lubrica y refrigera con el agua bombeada, por lo que se debe evitar el funcionamiento en seco porque se daña irreparablemente.

4- Eje impulsor. En pequeñas bombas monoblock, el eje del motor eléctrico se extiende hasta la bomba, descansando sobre los rodamientos del motor. Fabricado en acero inoxidable.

Motores eléctricos.

El motor eléctrico es una máquina capaz de transformar energía eléctrica en energía mecánica. De todos los tipos de motores este es el más usado, debido a las ventajas de la energía eléctrica (bajo costo, facilidad de transporte).

Las electrobombas italianas están dotadas de motores a inducción, con rotor en corto circuito, y estator jaula de ardilla.

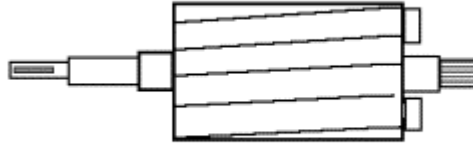


Motores de corriente alterna. Son los más usados porque la distribución de energía eléctrica es en corriente alterna 50 Hz (corriente que cambia su polaridad 50 veces por segundo).

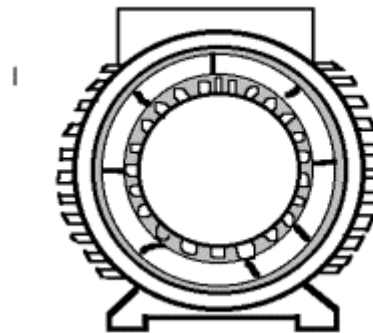
Componentes de un motor

Eje rotor. Eje que transmite la potencia mecánica desarrollada por el motor.

El centro o núcleo está formado por chapas de acero magnético tratadas para reducir las pérdidas en el hierro. El núcleo del rotor aloja en su interior una bobina o anillo en corto circuito fabricado en aluminio.



Estator. Compuesto por una carcasa que es la estructura soporte del conjunto, construido en hierro fundido o aluminio, tiene aletas de refrigeración. En su interior está alojado el bobinado monofásico o trifásico, de alambre de cobre esmaltado con barniz a base de poliéster lo que garantiza una excelente aislación y resistencia mecánica. Este alambrado sobre un núcleo de chapas en acero magnético.



Ventilador.- Turbina acoplada al eje del rotor, garantiza la refrigeración por aire del motor enfriando las aletas disipadoras de energía calórica que posee el estator. Fabricado en polipropileno.

Caja de conexión. Caja donde se alojan los bornes de conexión contruidos de bronce y cobre de alta conductibilidad, que permiten conectar la energía eléctrica al motor, el block aislante es fabricado en plástico de gran resistencia eléctrica y mecánica.

Rodamientos. El eje rotor del motor está montado sobre rodamientos en cada extremo, estos son de bolitas o esferas de gran vida útil (20.000 horas de trabajo). Son sellados y lubricados para largos periodos de trabajo.

DEFINICIONES TECNICAS

Caudal. Volumen dividido en un tiempo o sea es la cantidad de agua que es capaz de entregar una bomba en un lapso de tiempo determinado. El caudal se mide por lo general en: litros/minutos l/m, metros cúbicos/hora m³/h, litros/segundos l/s. Galones por minuto gpm etc.

Presión. Fuerza aplicada a una superficie, ejemplo: una columna vertical de agua de 1 cm² de área por una altura de 10 m, genera una presión sobre su base de 1kg/cm² debido al peso del agua contenida que en este caso es 1 litro. De este ensayo se define que 1kg/cm² es equivalente a 10 m.c.a. (metros columna de agua) de presión. En una bomba la presión es la fuerza por unidad de área, que provoca una elevación. Comúnmente se conoce esta elevación como Hm (altura manométrica). Otras unidades de presión son: psi, bar, atm.

Potencia. P. Absorbida; es la demandada por la bomba al motor, medida comúnmente en hp, kW. Esto es el producto del caudal por la altura. Si la eficiencia de la bomba es alta menor es la potencia demandada al motor. La fórmula es:
 $P_{abs.} = (Q \times H) / (75 \times \%)$.

P. nominal de un motor: es la indicada en su placa. Se expresa en Cv, Hp y kW
(1 HP= 0,745 kW).

Succión de una bomba. La altura de succión de las bombas de superficie está limitada a 7 mts. aprox. dependiendo de la presión atmosférica disponible que, a nivel del mar, es de 1 bar o 10 m.c.a., por lo que la tubería debe ser lo más corta y del mayor diámetro para disminuir las pérdidas de carga. En bombas de gran tamaño, se debe calcular la altura de succión tomando en consideración la curva de NPSH. De este modo se evitará la cavitación (ebullición del agua debido a muy baja presión atmosférica), fenómeno físico químico que deteriora prematuramente la bomba.

Cebado. Se entiende por cebado de una bomba cuando la tubería de succión es hermética y está llena de agua libre de aire. Si el nivel de agua a bombear este más bajo que la bomba, se debe instalar una válvula de pie, para que contenga la columna de agua cuando se detenga la bomba.

Tuberías succión y descarga. Estas deben dimensionarse en función del caudal y longitud, para velocidades máx. de 1,5 m/seg. y mínimas pérdidas de carga. Las tuberías no deben ser soportadas por la bomba. Los diámetros de las bombas no indican el diámetro de las cañerías, estas siempre deben ser calculadas. Lo recomendable es usar cañerías de diámetro mayor a los de la bomba.

Arranque de un motor eléctrico. Los motores eléctricos para salir de la inercia, consumen 1,5 a 3 veces la corriente nominal de trabajo. Por esto la red eléctrica debe diseñarse, con conductores eléctricos adecuados y con una caída máxima de tensión de 5%. Todo motor eléctrico debe instalarse con protecciones de línea, corriente, tensión y conectado a tierra. Se recomienda arranque directo hasta 5.5hp y estrella triángulo para potencias mayores a 5.5 hp.

Punto de trabajo. Corresponde a un punto en la curva hidráulica, en el gráfico caudal vs presión de servicio. Por lo general al centro de la curva tenemos la mayor eficiencia. Los fabricantes entregan curvas de caudal vs presión, rendimiento, potencia absorbida, npsH requerido.

Referencia. Es el plano horizontal definido sobre el cual asienta el cabezal de descarga. Algunas veces la línea de centro de la descarga es referida y es aceptable por la distancia vertical entre la línea de centro de la descarga y el asiento del cabezal de descarga debe ser considerada.

Nivel estático. Es la distancia vertical, en pies, entre a referencia y la superficie del agua cuando **NO** está operando la bomba.

Nivel dinámico o nivel de bombeo. Es la distancia vertical, en pies, entre la referencia y la superficie del agua cuando la bomba esta en operación.

Abatimiento. Es la diferencia, en pies, entre el nivel estático y el nivel dinámico.

Gasto. Es la cantidad de líquido que se bombea en galones por minuto.

Carga estática. Es la distancia vertical que el líquido debe ser elevado sobre la regencia.

Carga de succión. Es la distancia, en pies, entre la regencia y el nivel dinámico (no incluye pérdidas por fricción de la columna).

Carga de velocidad. Es la energía cinética del líquido en pies de carga por unidad de peso. Ese valor puede ser tomado en la "Gráfica de carga de velocidad".

Carga sobre la referencia. Es la carga estática más las pérdidas por fricción a través de la línea de descarga y accesorios más la carga de velocidad.

Carga total de la bomba. Es igual a la carga de succión más la carga sobre la referencia.

Pérdidas de carga. Representan pérdidas de presión (m.c.a.), sufridas en la conducción de un líquido. Esto significa que el agua al pasar por la tubería y accesorios pierde presión, por esta razón el tubo debe ser del mayor diámetro posible, para disminuir la velocidad y el roce.

Perdidas por fricción en la columna. Son las pérdidas por fricción en pies de carga, a través de la columna y depende directamente del gasto, longitud, diámetro de la columna y flecha seleccionada. Las pérdidas por fricción en la columna están indicadas en pies de carga por cada 100 pies de columna y flecha.

Perdidas por fricción en el cabezal de descarga. Pueden ser determinadas en la “Tabla de pérdidas por fricción en codos de descarga”. Estas pérdidas usualmente son muy pequeñas y pueden ser ignoradas.

Carga total de los tazonos (o carga de laboratorio). Es la carga, en pies, sobre los tazonos de la columna y es igual a la CARGA TOTAL DE LA BOMBA + las perdidas por fricción en la columna.

Carga total de los tazonos

$$= \text{carga total de la bomba} + \text{perdidas por fricción en la columna} \\ + \text{perdidas por fricción en el cabezal de descarga.}$$

Eficiencia de los tazonos (o eficiencia de laboratorio). Es la eficiencia indicada en la curva de comportamiento del tazón, incluyendo o aplicando correcciones.

Gravedad específica. Es un término relativo que expresa la densidad de los fluidos haciendo referencia al agua a una temperatura de 39.2°F.

$$\text{Gravedad específica} = \frac{\text{Densidad del liquido a bombear } \left(\frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}\right)}{\text{Densidad del agua } \left(\frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}\right)}$$

(Gravedad específica del agua es 1.0).

Potencia de los tazones (o potencia de laboratorio). Es la potencia requerida por la flecha de los tazones al multiplicar el gasto requerido por la carga total de los tazones y se define con la siguiente formula.

$$\begin{aligned} & \text{Potencia de los tazones} \\ & = \frac{\text{Carga total de los tazones (ft)} \times \text{Gasto (G.P.M.)} \times Sg}{3690 \times \text{Eficiencia de los tazones}} \end{aligned}$$

Perdidas en la flecha. Son las perdidas mecánicas por fricción entre las chumaceras y la flecha medidas en HP. Las pérdidas en la flecha están determinadas en la “Tabla de pérdidas por fricción en las flechas” y están indicadas en HP por cada 100 ft de flecha.

Potencia al freno (o potencia de campo). Es la potencia requerida en la flecha superior y es igual a la potencia de los tazones más las perdidas por fricción mecánica en la flecha.

$$\text{Potencia al freno} = \text{Potencia de los tazones} + \text{Perdidas en la flecha}$$

Eficiencia de campo de la bomba. Es la eficiencia de la bomba completa con todas las pérdidas tomadas en cuenta.

Eficiencia de campo de la bomba

$$= \frac{\text{Carga dinámica total (ft)} \times \text{Gasto (G.P.M.)} \times Sg}{3690 \times \text{Potencia al frenado}}$$

Viscosidad. De un líquido, es una medición de las fricciones internas del mismo, las cuales tienden a resistir su flujo, el rendimiento de la bomba vertical de turbina es afectado cuando maneja líquidos viscosos, puede ser determinado en la información publicada en el “Fairbanks Morse Hydraulic Handbook” o en el “Hydraulic Institute Engineering Data Book”.

Carga axial de la bomba. Está compuesta por el peso de las partes rotativas de los tazones, el peso de la flecha de transmisión y el empuje hidráulico del líquido al ser bombeado. La carga axial total es igual a la suma de:

K_t por carga de los tazones donde:

K_t es la constante de la hidráulica de la carga.

K_a por número de pasos donde:

K_a es el peso de las partes rotativas por paso.

K_s por longitud de la flecha de transmisión donde:

K_s es el peso por pie de flecha de transmisión.

Perdidas de potencia en el balero de carga. Son las pérdidas por fricción en HP, producidas por la carga axial por la bomba sobre el balero de carga. Los fabricantes de baleros estiman que las pérdidas en baleros de contacto angular son aproximadamente 0.0075 HP por cada 100 RPM y cada 1000 lb de carga axial. También pueden ser determinadas usando una “Tabla de pérdidas en baleros de carga” proporcionada por el fabricante del motor o cabezal engranado.

Eficiencia del motor. Es la relación entre la potencia de placa y la potencia demandada sin la carga axial y por lo tanto debe ser ajustada ya que afectan las pérdidas del balero de carga.

$$\text{Eficiencia del motor} = \frac{\text{Potencia de la placa}}{\text{Potencia demandada} + \text{Perdidas en el balero de carga}}$$

Eficiencia total (eficiencia del alambre al agua). Es la eficiencia de la bomba y el motor conjugadamente.

$$\text{Eficiencia total} = \text{Eficiencia de campo de la bomba} \times \text{eficiencia del motor}$$

Potencia demandada. Es la potencia total requerida al operar la bomba y el motor.

$$\text{Potencia demandada} = \frac{\text{Potencia al freno}}{\text{Eficiencia del motor}}$$

NPHS (carga neta positiva en la succión) referirse al “Fairbanks Morse Hydraulic Handbook” o a “Hydraulic Institute Standards”.

Empuje axial. El empuje axial es la fuerza hacia abajo que el conjunto rotante (impulsores y eje) experimenta cuando la bomba está funcionando.

La mayoría de las bombas y los motores están diseñados para trabajar bajo condiciones de empuje axial continuo, pero demasiado empuje axial puede crear problemas para la bomba y el motor.

Los problemas de empuje axial ocurren cuando la bomba está trabajando con caudales muy bajos resultando en presiones de descarga más altas y cargas de empuje axial mayores. La operación continua en este rango puede dañar el cojinete de empuje axial en el motor y puede también causar problemas en el motor y en la bomba debido a la falta de un flujo de enfriamiento adecuado.

Para minimizar los problemas de empuje axial, la bomba debe trabajar dentro de su rango de caudal mínimo y máximo.

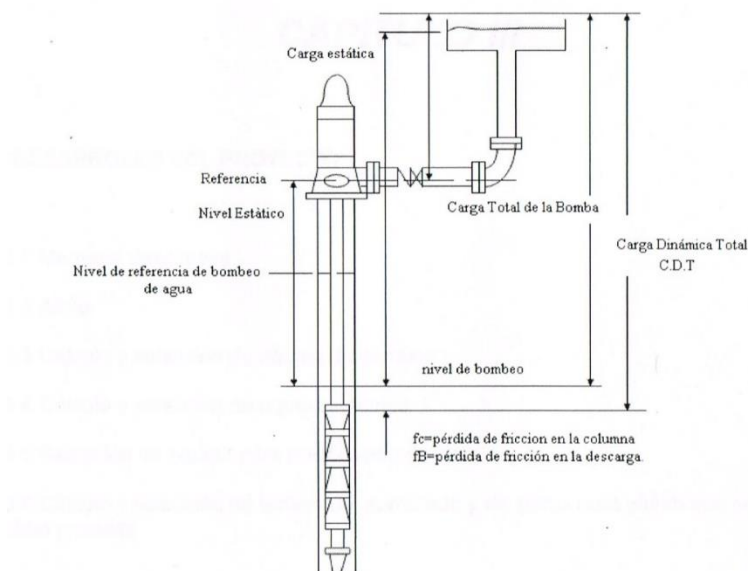


Figura 1. Niveles de bombeo para bombas verticales de pozo profundo.

CAPITULO

III

- MEMORIA DESCRIPTIVA
- CALCULO Y SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO

Capítulo III

Memoria descriptiva.

En atención a las necesidades propias y a la demanda de la comunidad de Amecameca de contar con un servicio eficiente de agua potable, este organismo implemento la perforación de un pozo profundo para la extracción de agua potable, buscando contar con aproximadamente 50 litros por segundo más del líquido vital que nos permita reforzar la falta de agua en temporada de estiaje en la comunidad.

Nombre del pozo o caja de agua	Ubicación	Comunidad beneficiada.
Las huertas o Gabriel Ramos Millán.	Se encuentra en la delegación de Santiago en la parte noreste.	Santiago Zentlalpan San Antonio
El salto o Sistema Morelos.	Se encuentra en la cabecera municipal en la parte este.	A la comunidad de Amecameca.
Tomacoco	Se encuentra en la cabecera municipal en la parte sur-este.	Zoyatzingo Huehucalco Pahuacan San pedro
Pozo Ameca	Se encuentra en la cabecera municipal en la parte oeste a un costado del libramiento.	A la comunidad de Amecameca.

Cuadro de los principales pozos y cajas de agua de la comunidad de Amecameca.

Las tres cajas de agua y el pozo de agua, se encuentran terminados, y se encuentran en operación abasteciendo al municipio de Amecameca.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

El pozo fue terminado de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana, es decir está protegido por un contra ademe de tubo de acero al carbón, cementado hasta la profundidad requerida por la NOM vigente, además se encuentra engravado y ademado con tubería lisa y ranura da a lo largo de toda la perforación.

Esta tesina comprenderá únicamente el proyecto electromecánico del pozo Ameca.

El H. Ayuntamiento municipal de Amecameca puso en marcha un programa para el suministro de agua en la temporada de estiaje en el año 2013. El programa sigue vigente en la actualidad.



H. Ayuntamiento Constitucional Amecameca Estado de México 2013-2015



PROGRAMA PARA EL SUMINISTRO DE AGUA ESTIAJE 2013

	 06:00 HRS. A 12:00 HRS. 12:00 HRS. A 18:00 HRS. 18:00 HRS. A 00:00 HRS. 00:00 HRS. A 06:00 HRS.	
LUNES	 06:00 HRS. A 12:00 HRS. 12:00 HRS. A 18:00 HRS. 18:00 HRS. A 00:00 HRS. 00:00 HRS. A 06:00 HRS.	
MARTES	 06:00 HRS. A 12:00 HRS. 12:00 HRS. A 18:00 HRS. 18:00 HRS. A 00:00 HRS. 00:00 HRS. A 06:00 HRS.	
MIERCOLES	 06:00 HRS. A 12:00 HRS. 12:00 HRS. A 18:00 HRS. 18:00 HRS. A 00:00 HRS. 00:00 HRS. A 06:00 HRS.	
JUEVES	 06:00 HRS. A 12:00 HRS. 12:00 HRS. A 18:00 HRS. 18:00 HRS. A 00:00 HRS. 00:00 HRS. A 06:00 HRS.	
VIERNES	 06:00 HRS. A 12:00 HRS. 12:00 HRS. A 18:00 HRS. 18:00 HRS. A 00:00 HRS. 00:00 HRS. A 06:00 HRS.	
SABADO	 06:00 HRS. A 12:00 HRS. 12:00 HRS. A 18:00 HRS. 18:00 HRS. A 00:00 HRS. 00:00 HRS. A 06:00 HRS.	

El Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Amecameca encabezado por el Ingeniero Mario Guadarrama Baños, hace un llamado a la población para extremar el cuidado en el uso y manejo responsable del vital líquido, en razón de la temporada de estiaje y la reducción del volumen en los sistemas principales de abastecimiento de agua .

Se sugieren 5 puntos a observar para colaborar con el mejor abastecimiento de agua en el Municipio:

- 1.- Eliminar fugas en casa,
 - A). Revisar que los tanques de almacenamiento o cisternas no se encuentren dañados
 - B). Que las llaves no presenten goteras y utilizar accesorios ahorradores
- 2.- Tomar baños cortos
- 3.- Captar el agua de la regadera mientras se regula para reutilizar
- 4.- Cepillarse los dientes utilizando un vaso con agua en lugar de abrir la llave
- 5.- Utilizar una cubeta con agua para lavar el automóvil, patio o la banqueta

Por favor recuerda reportar a este organismo cualquier tipo de fuga que pudiese existir al teléfono 97 8 07 92.

IKER YAHIR LARA MARTÍNEZ

36

Cálculo y selección del equipo de bombeo (bomba para el pozo).

De los datos brindados por CAEM y del punto en el que descargara el pozo obtendremos los datos del equipo de bombeo.

Datos:

Caudal	Q	42 LPS	665.7 GPM
Nivel Estático	NE	210 MTS	688.97 FT
Nivel Dinámico	ND	225 MTS	738.18 FT
Carga Estática de Descarga	HD	2 MTS	6.56 FT
Longitud de la Columna	Lc	245 MTS	803.80 FT

Nota: La longitud de columna se obtiene de la recomendación de los fabricantes de equipos de bombeo para proteger de cavitación el equipo. En este caso estamos protegiendo nuestro equipo con 15 metros.

Calculo de la carga dinámica total.

El cálculo de este parámetro lo realizamos por el método de cargas separadas:

$$H_t = H_s + H_D$$

Donde:

H_t = Carga Dinámica Total.

H_D = Carga de Descarga.

H_s = Carga de succión.

Calculo de carga de succión H_s.

$$H_s = N_d + h_f + h_{acc}$$

Donde:

N_d = Nivel Dinámico.

H_f = Perdidas por Fricción.

H_{acc} = Perdidas por accesorios.

Perdidas por fricción en la columna h_f.

Para este cálculo utilizaremos la tabla 3.1 del Instituto de hidráulica para perdidas por fricción en tuberías de acero al carbón cedula 40, en el cual suponemos que para el caudal deseado instalaremos tubería de 6 pulgadas de diámetro.

PERDIDAS POR FRICCIÓN PARA AGUA EN 100 PIES DE LONGITUD PARA
TUBERIA NUEVA DE FIERRO FORJADO Y DE ACERO CEDULA 40.

6" diám. interior
6.065" diám. interior

U.S. Gals. por Min.	vel. pies/seg.	carga vel. f ³ /2g pies	Pérd. fric. h _f pies	U.S. Gals. por Min.	vel. pies/seg.	carga vel. f ³ /2g pies	Pérd. fric. h _f pies
200	2.22	0.08	0.30	800	8.88	1.23	4.03
220	2.44	0.09	0.357	850	9.43	1.39	4.50
240	2.66	0.11	0.419	900	9.99	1.55	5.05
260	2.89	0.13	0.487	950	10.55	1.73	5.61
280	3.11	0.15	0.56	1000	11.10	1.92	6.17
300	3.33	0.17	0.637	1100	12.20	2.32	7.41
350	3.89	0.24	0.851	1200	13.30	2.76	8.76
400	4.44	0.31	1.09	1300	14.40	3.24	10.2
450	5.00	0.39	1.36	1400	15.50	3.76	11.8
500	5.55	0.48	1.66	1500	16.70	4.31	13.5
600	6.66	0.69	2.34	1600	17.80	4.91	15.4
650	7.21	0.81	2.72	1700	18.90	5.54	17.3
700	7.77	0.94	3.13	1800	20.00	6.21	19.4
750	8.32	1.08	3.59	1900	21.10	6.92	21.6
				2000	22.20	7.67	23.8

Figura 2. Perdidas por fricción en tuberías de acero al carbón cedula 40.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

TUBO DE ACERO (CEDULA 40) — PERDIDAS POR FRICCIÓN PARA AGUA (EXPRESADAS EN PIES DE CARGA POR CADA 100 PIES DE LONGITUD DE TUBERÍA)

Gal. por min.	5 plg		6 plg		8 plg	
	V pies/seg	h_f Fric.	V pies/seg	h_f Fric.	V pies/seg	h_f Fric.
160	2.57	0.487	.....	.....	.....	.....
180	2.89	0.606	.....	.....	.....	.....
200	3.21	0.736	.....	.....	.....	.....
220	3.53	0.879	2.44	0.357	.....	.....
240	3.85	1.035	2.66	0.419	.....	.....
260	4.17	1.20	2.89	0.487	.....	.....
300	4.81	1.58	3.33	0.637	.....	.....
350	5.61	2.11	3.89	0.851	.....	.....
400	6.41	2.72	4.44	1.09	2.57	0.279
450	7.22	3.41	5.00	1.36	2.89	0.348
500	8.02	4.16	5.55	1.66	3.21	0.424
600	9.62	5.88	6.66	2.34	3.85	0.597
700	11.2	7.93	7.77	3.13	4.49	0.797
800	12.8	10.22	8.88	4.03	5.13	1.02
900	14.4	12.9	9.99	5.05	5.77	1.27
1 000	16.0	15.8	11.1	6.17	6.41	1.56

NOTA: Las tablas muestran los valores promedio de pérdida de fricción para tubería nueva; para instalaciones comerciales se recomienda aumentar un 15% a los valores mostrados. En estas tablas no se está incluyendo ninguna tolerancia para tomar en cuenta la antigüedad de la tubería.

Figura 3. Perdidas por fricción en tuberías de acero al carbón cedula 40.

Para nuestro gasto estimado 665 GPM, no existe un dato predeterminado en la tabla por lo cual se interpolaran los datos emitidos por la tabla para 600 y 700 GPM.

Caudal en GPM	Perdidas por fricción en FT
600	2.34
665	X
700	3.13

Entonces la interpolación queda de la siguiente forma:

$$X = 2.34 + \frac{(665 - 600)}{(700 - 600)} (3.13 - 2.34)$$

$$X = 2.85 \text{ ft}$$

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

Este resultado nos indica las pérdidas por fricción en un tubo de 6 pulgadas de diámetro para 100 ft de conducción, ahora calcularemos las pérdidas para el total de nuestra tubería.

$$h_f = \frac{(2.85)(803.80)}{100} = 22.90 \text{ ft}$$

$$h_f = 22.90 \text{ ft} = 6.98 \text{ Mts.}$$

Perdidas por accesorios h_{acc} .

El único accesorio para este cálculo se considera un codo de descarga en el cabezal, el cual es de 90° y un diámetro de 6". La ecuación a utilizar será la siguiente.

$$h = k \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

h = pérdidas por fricción en el accesorio.

V = Velocidad del fluido en la tubería.

K = Coeficiente de resistencia por accesorio.

g = Gravedad.

Los valores de K serán encontrados en la tabla emitida por el Instituto de Hidráulica para accesorios en tuberías, nótese como los accesorios bridados tienen menos coeficiente de resistencia K que los accesorios roscados. Los coeficientes de resistencia generalmente disminuyen con el incremento de tamaño en la tubería.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

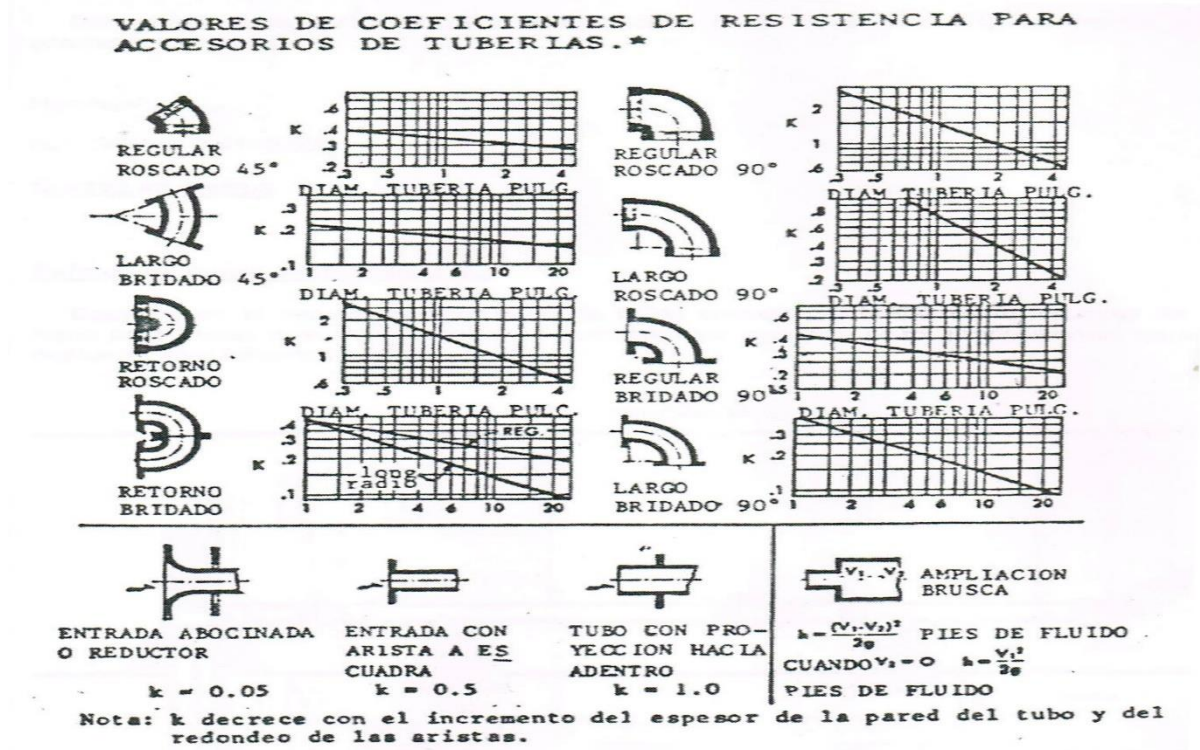


Figura 4. Coeficientes de resistencia.

De la tabla anterior, obtenemos $K=0.2$ para un codo largo de 6 pulgadas de diámetro entonces:

$$h = 0.2 \frac{(7.38 \text{ ft/seg})^2}{2(32.2 \text{ ft/s}^2)} = 0.169 \text{ ft}$$

Las pérdidas en nuestro accesorio serán de:

$$0.169 \text{ ft} = 0.051 \text{ mts.}$$

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

Con estos datos podemos calcular nuestra carga de succión H_s en metros, y entonces tenemos:

$$H_s = N_d + h_f + h_{acc}$$

$$H_s = 225 + 6.98 + 0.051$$

$$H_s = 232.03 \text{ METROS}$$

Calculo de carga de descarga H_d .

Basados en el diseño autorizado por la NOM emitida por la comisión nacional del agua para trenes de descarga de pozos, y considerando que este pozo, prácticamente es a descarga libre tenemos el siguiente diseño:

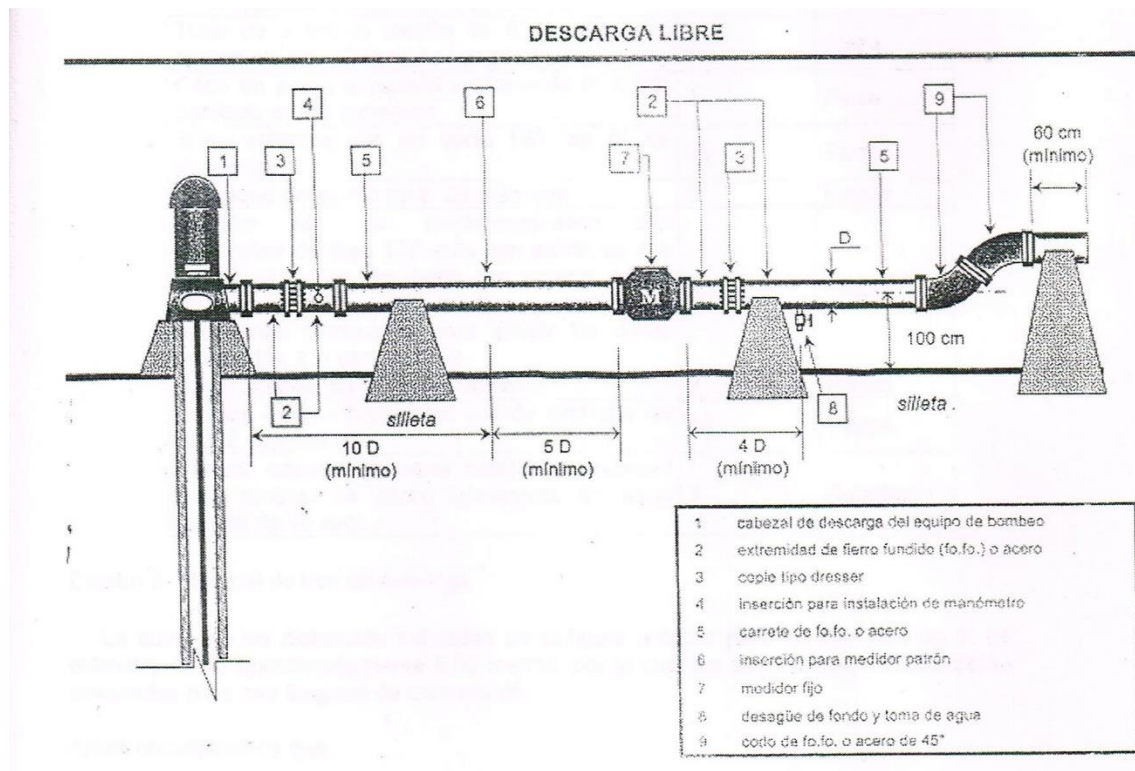


Figura 5. Diseño de trenes de descarga de pozos de agua.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

La suma de las distancias indicadas en la figura anterior para un diámetro de 6" de diámetro, es de aproximadamente 5 metros, por lo cual las pérdidas por fricción serán calculadas para esa longitud de conducción.

Antes recordemos que:

$$H_D = h_E + h_f + h_{acc} + h_v$$

Donde:

H_E = Carga estática de descarga en metros.

h_f = Perdidas por fricción en metros.

H_{acc} = Perdidas por accesorios en metros.

H_v = Carga de velocidad.

Carga estática de descarga H_E .

Cabe recordad que la carga estática de descarga es la diferencia de elevación entre el nivel libre del agua y el eje horizontal del tren de descarga de la bomba, en este caso el punto de descarga es un tanque, que está enterrado 5 metros por debajo del tren de descarga. Por lo tanto:

$$h_E = - 5 \text{ metros.}$$

Perdidas por fricción en la descarga h_f .

Considerando 5 metros (16.4 ft) de conducción y con los datos obtenidos en la tabla del Instituto de Hidraulica tenemos que:

$$h_f = \frac{(2.85)(16.4)}{100} = 0.467 \text{ ft}$$

$$h_f = 0.467 \text{ ft} = 0.142 \text{ mts.}$$

Perdidas por accesorios en la descarga h_{acc} .

Como observamos en nuestro diseño de tren de descarga tenemos varios accesorios, los cuales encontramos a continuación con su respectivo factor K de fricción:

Accesorio	Factor K	Cantidad	H _{acc} en Ft
Codo 180° bridado 4"	0.2	1 pieza	0.16
Codo 90° bridado 4"	0.6	1 pieza	0.50
Reductor 6"	0.05	1 pieza	0.04
Cople tipo dresser de 6"	0.03	1 pieza	0.15
Medidor de flujo electromagnético de 6"	0.1	1 pieza	0.08
Extremidad de fierro fundido 6"	0.5	2 piezas	0.84

Entonces para el **codo de 180°** tenemos que:

$$h = 0.2 \frac{(7.38 \text{ ft/seg})^2}{2 (32.2 \text{ ft/seg}^2)} = 0.16 \text{ ft}$$

Para el **codo de 90°** es:

$$h = 0.6 \frac{(7.38 \text{ ft/seg})^2}{2 (32.2 \text{ ft/seg}^2)} = 0.50 \text{ ft}$$

Para el **reductor** es:

$$h = 0.05 \frac{(7.38 \text{ ft/seg})^2}{2 (32.2 \text{ ft/seg}^2)} = 0.04 \text{ ft}$$

Para el **cople tipo dresser** es:

$$h = 0.03 \frac{(7.38 \text{ ft/seg})^2}{2 (32.2 \text{ ft/seg}^2)} = 0.15 \text{ ft}$$

Para el **medidor de flujo electromagnético** es:

$$h = 0.1 \frac{(7.38 \text{ ft/seg})^2}{2 (32.2 \text{ ft/seg}^2)} = 0.08 \text{ ft}$$

Y finalmente para las **extremidades** es:

$$h = 0.5 \frac{(7.38 \text{ ft/seg})^2}{2 (32.2 \text{ ft/seg}^2)} = (0.42) (2) = 0.84 \text{ ft}$$

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

Sumando las pérdidas de todos los accesorios tenemos que:

$$h_{acc} = 0.16 + 0.50 + 0.04 + 0.15 + 0.08 + 0.84$$

$$h_{acc} = 1.77 \text{ ft} = 0.539 \text{ mts}$$

Carga de velocidad h_v .

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

Entonces de la tabla 3.1 del Instituto de Hidráulica observamos que la carga de descarga para nuestro caudal de 42 litros por segundo es de 0.84 Ft (0.256 metros).

$$h_v = 0.256 \text{ metros}$$

Nuestra carga de descarga será:

$$H_D = h_E + h_f + h_{acc} + h_v$$

$$H_D = -5 + 0.142 + 0.539 + 0.256$$

$$H_D = -4.063 \text{ metros}$$

Regresando a nuestra fórmula para la carga dinámica total, tenemos que:

$$H_T = H_S + H_D$$

Donde:

$$H_D = -4.063 \text{ METROS}$$

$$H_S = 231.99 \text{ METROS}$$

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

Entonces:

$$H_T = 231.99 + (-4.063)$$

$$H_T = 227.927 \text{ METROS}$$

$$H_T = 227.927 \text{ MTS} = 747.80 \text{ FT}$$

Nuestro equipo de bombeo deberá entregarnos las siguientes condiciones de operación:

Caudal	Q	42 LPS	665.7 GPM
Carga Dinámica Total	CDT	227.92 MTS	747.80 FT
Nivel Estático	NE	210 MTS	688.97 FT
Nivel Dinámico	ND	225 MTS	738.18 FT
Carga Estática de Descarga	HD	2 MTS	6.56 FT
Longitud de la Columna	Lc	245 MTS	803.80 FT

Tipo de bomba requerida: motobomba vertical tipo sumergible.

Eficiencia de la bomba: La que marca la NOM-010-ENER-2004 que es de 74%

Una vez establecidas las condiciones de operación de nuestro equipo de bombeo, se calculara la potencia de nuestra unidad con la fórmula:

$$BHP = \frac{Q \times H \times S_g}{75 \times \eta}$$

Donde:

Q = Caudal, expresado en litros/segundo.

H = Carga dinámica total, expresada en metros.

S_g = Gravedad específica (adimensional).

η = Eficiencia de la bomba.

Entonces:

$$BHP = \frac{(42)(227.92)(1)}{(75)(0.74)} = 172.48 \text{ HP}$$

Nuestra potencia requerida por la bomba es de 172.48 HP.

Calculo de la potencia eléctrica.

$$BHP = \frac{Q \times H \times S_g}{75 \times \eta_b \times \eta_m}$$

Donde:

Q = Caudal, expresado en litros/segundo.

H = Carga dinámica total, expresada en metros.

S_g = Gravedad específica (adimensional).

η_b = Eficiencia de la bomba.

η_m = Eficiencia del motor.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

Entonces:

$$BHP = \frac{(42)(227.92)(1)}{(75)(0.74)(0.87)} = 198.25 \text{ HP}$$

La eficiencia mínima del motor sumergible se obtiene de la “Tabla 2” de la Norma Oficial Mexicana NOM-010-ENER-2004, la cual para motores de más de 60 HP es de 87%.

Cálculos y selección del equipo de bombeo (bomba de rebombeo).

De los datos brindados por CAEM y del punto en el que descargara el pozo en una cisterna de rebombeo, obtendremos los datos del equipo de bombeo.

Datos:

Caudal	Q	42 LPS	665.7 GPM
Nivel Estático	NE	2 MTS	6.56FT
Nivel Dinámico	ND	350 MTS	11.48 FT
Carga Estática de Descarga	HD	10 MTS	32.80 FT
Longitud de la Columna	Lc	245 MTS	803.80 FT

Nota: La longitud de columna se obtiene de la recomendación de los fabricantes de equipos de bombeo para proteger de cavitación el equipo. En este caso estamos protegiendo nuestro equipo con 15 metros.

Calculo de la carga dinámica total.

El cálculo de este parámetro lo realizamos por el método de cargas separadas:

$$H_t = H_s + H_D$$

Donde:

H_t = Carga Dinámica Total.

H_D = Carga de Descarga.

H_s = Carga de succión.

Calculo de carga de succión H_s.

$$H_s = N_d + h_f + h_{acc}$$

Donde:

N_d = Nivel Dinámico.

H_f = Perdidas por Fricción.

H_{acc} = Perdidas por accesorios.

Perdidas por fricción en la columna h_f.

Para este cálculo utilizaremos la tabla 3.1 del Instituto de hidráulica para perdidas por fricción en tuberías de acero al carbón cedula 40, en el cual suponemos que para el caudal deseado instalaremos tubería de 6 pulgadas de diámetro.

PERDIDAS POR FRICCIÓN PARA AGUA EN 100 PIES DE LONGITUD PARA
TUBERIA NUEVA DE FIERRO FORJADO Y DE ACERO CEDULA 40.

6" diam. interior
6.065" diam. interior

U.S. Gals. por Min.	vel. pies/seg.	carga vel. f ³ /2g pies	Pérd. fric. h _f pies	U.S. Gals. por Min.	vel. pies/seg.	carga vel. f ³ /2g pies	Pérd. fric. h _f pies
200	2.22	0.08	0.30	800	8.88	1.23	4.03
220	2.44	0.09	0.357	850	9.43	1.39	4.50
240	2.66	0.11	0.419	900	9.99	1.55	5.05
260	2.89	0.13	0.487	950	10.55	1.73	5.61
280	3.11	0.15	0.56	1000	11.10	1.92	6.17
300	3.33	0.17	0.637	1100	12.20	2.32	7.41
350	3.89	0.24	0.851	1200	13.30	2.76	8.76
400	4.44	0.31	1.09	1300	14.40	3.24	10.2
450	5.00	0.39	1.36	1400	15.50	3.76	11.8
500	5.55	0.48	1.66	1500	16.70	4.31	13.5
600	6.66	0.69	2.34	1600	17.80	4.91	15.4
650	7.21	0.81	2.72	1700	18.90	5.54	17.3
700	7.77	0.94	3.13	1800	20.00	6.21	19.4
750	8.32	1.08	3.59	1900	21.10	6.92	21.6
				2000	22.20	7.67	23.8

Figura 6. Perdidas por fricción en tuberías de acero al carbón cedula 40.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

TUBO DE ACERO (CEDULA 40) — PERDIDAS POR FRICCIÓN PARA AGUA (EXPRESADAS EN PIES DE CARGA POR CADA 100 PIES DE LONGITUD DE TUBERÍA)

Gal. por min.	5 plg		6 plg		8 plg	
	V pies/seg	h_f Fric.	V pies/seg	h_f Fric.	V pies/seg	h_f Fric.
160	2.57	0.487	.....	.....	.....	.....
180	2.89	0.606	.....	.....	.....	.....
200	3.21	0.736	.....	.....	.....	.....
220	3.53	0.879	2.44	0.357	.....	.....
240	3.85	1.035	2.66	0.419	.....	.....
260	4.17	1.20	2.89	0.487	.....	.....
300	4.81	1.58	3.33	0.637	.....	.....
350	5.61	2.11	3.89	0.851	.....	.....
400	6.41	2.72	4.44	1.09	2.57	0.279
450	7.22	3.41	5.00	1.36	2.89	0.348
500	8.02	4.16	5.55	1.66	3.21	0.424
600	9.62	5.88	6.66	2.34	3.85	0.597
700	11.2	7.93	7.77	3.13	4.49	0.797
800	12.8	10.22	8.88	4.03	5.13	1.02
900	14.4	12.9	9.99	5.05	5.77	1.27
1 000	16.0	15.8	11.1	6.17	6.41	1.56

NOTA: Las tablas muestran los valores promedio de pérdida de fricción para tubería nueva; para instalaciones comerciales se recomienda aumentar un 15% a los valores mostrados. En estas tablas no se está incluyendo ninguna tolerancia para tomar en cuenta la antigüedad de la tubería.

Figura 7. Pérdidas por fricción en tuberías de acero al carbón cedula 40.

Para nuestro gasto estimado 665 GPM, no existe un dato predeterminado en la tabla por lo cual se interpolaran los datos emitidos por la tabla para 600 y 700 GPM.

Caudal en GPM	Perdidas por fricción en FT
600	2.34
665	X
700	3.13

Entonces la interpolación queda de la siguiente forma:

$$X = 2.34 + \frac{(665 - 600)}{(700 - 600)} (3.13 - 2.34)$$

$$X = 2.85 \text{ ft}$$

Este resultado nos indica las pérdidas por fricción en un tubo de 6 pulgadas de diámetro para 100 ft de conducción, ahora calcularemos las pérdidas para el total de nuestra tubería.

$$h_f = \frac{(2.85)(15.58)}{100} = 0.44 \text{ ft}$$

$$h_f = 0.44 \text{ ft} = 0.13 \text{ Mts.}$$

Perdidas por accesorios h_{acc} .

El único accesorio para este cálculo se considera un codo de descarga en el cabezal, el cual es de 90° y un diámetro de 6". La ecuación a utilizar será la siguiente.

$$h = k \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

h = pérdidas por fricción en el accesorio.

V = Velocidad del fluido en la tubería.

K = Coeficiente de resistencia por accesorio.

g = Gravedad.

Los valores de K serán encontrados en la tabla emitida por el Instituto de Hidráulica para accesorios en tuberías, nótese como los accesorios bridados tienen menos coeficiente de resistencia K que los accesorios roscados. Los coeficientes de resistencia generalmente disminuyen con el incremento de tamaño en la tubería.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

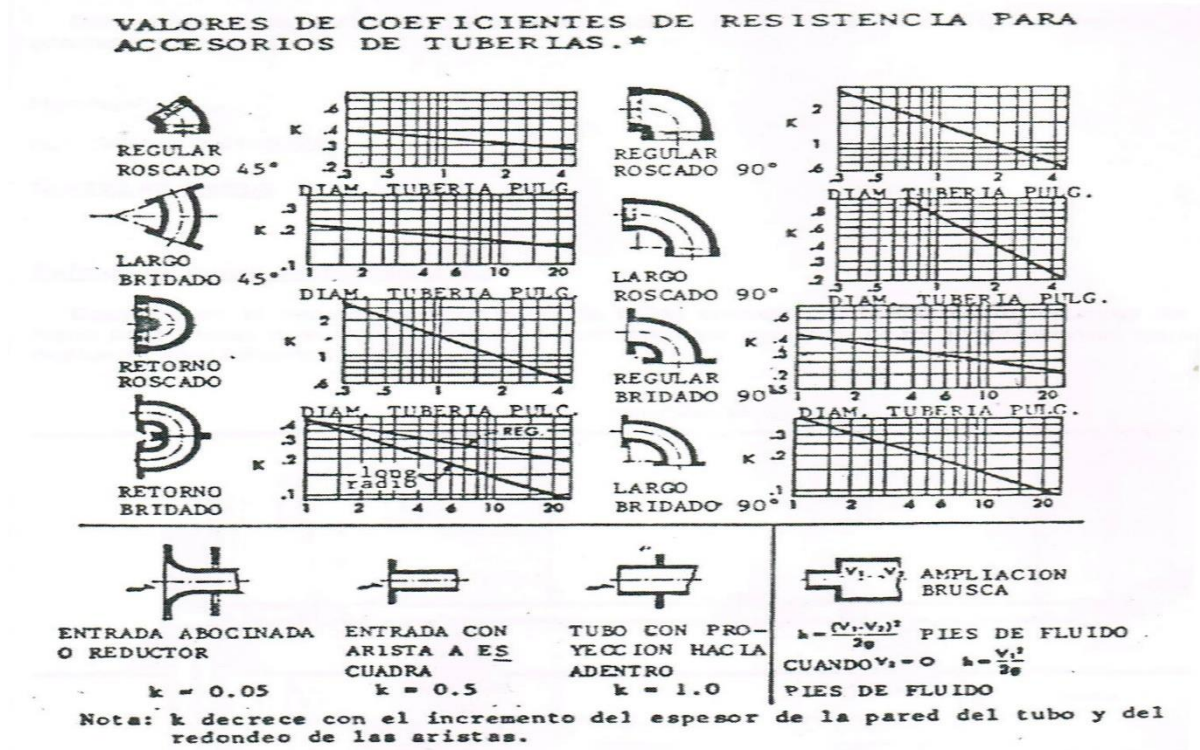


Figura 8. Coeficientes de resistencia.

De la tabla anterior, obtenemos $K=0.2$ para un codo largo de 6 pulgadas de diámetro entonces:

$$h = 0.2 \frac{(7.38 \text{ ft/seg})^2}{2(32.2 \text{ ft/s}^2)} = 0.169 \text{ ft}$$

Las pérdidas en nuestro accesorio serán de:

$$0.169 \text{ ft} = 0.051 \text{ mts.}$$

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

Con estos datos podemos calcular nuestra carga de succión H_s en metros, y entonces tenemos:

$$H_s = N_d + h_f + h_{acc}$$

$$H_s = 3.50 + 0.13 + 0.051$$

$$H_s = 3.68 \text{ METROS}$$

Calculo de carga de descarga H_d .

Basados en el diseño autorizado por la NOM emitida por la comisión nacional del agua para trenes de descarga de pozos, y considerando que este pozo, prácticamente es a descarga libre tenemos el siguiente diseño:

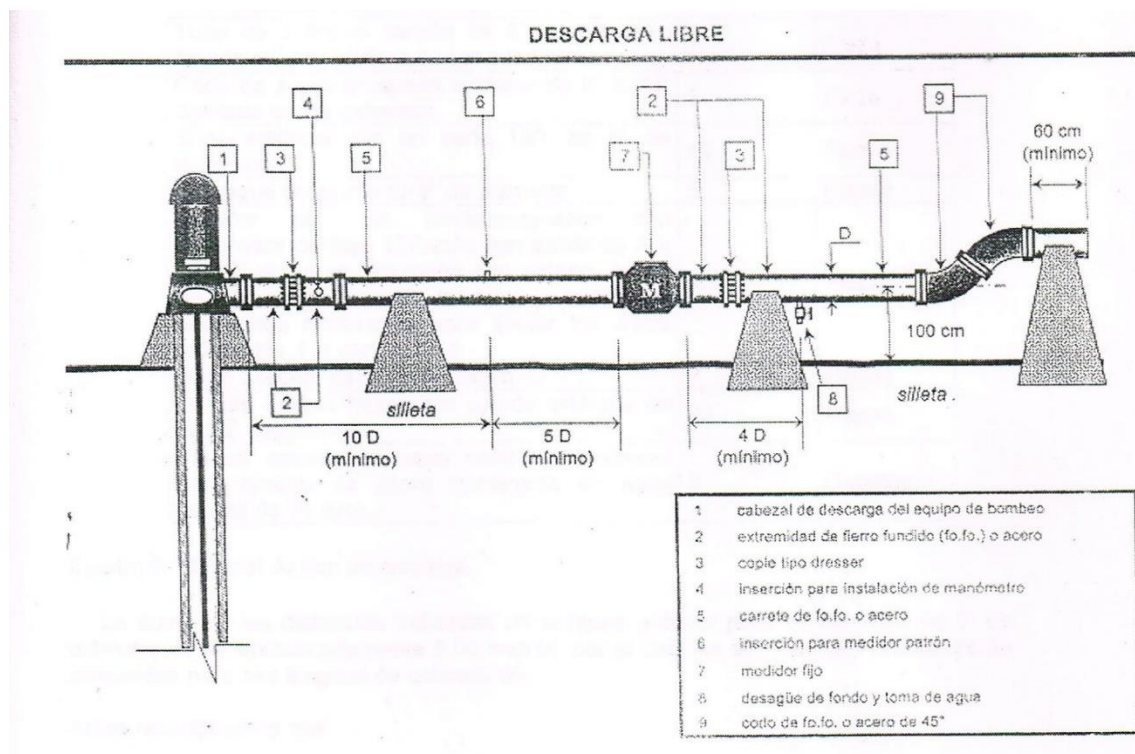


Figura 9. Diseño de trenes de descarga de pozos de agua.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en: La población de Amecameca, Estado de México

La suma de las distancias indicadas en la figura anterior para un diámetro de 6" de diámetro, es de aproximadamente 5 metros, por lo cual las pérdidas por fricción serán calculadas para esa longitud de conducción.

Antes recordemos que:

$$H_D = h_E + h_f + h_{acc} + h_v$$

Donde:

h_E = Carga estática de descarga en metros.

h_f = Perdidas por fricción en metros.

H_{acc} = Perdidas por accesorios en metros.

H_v = Carga de velocidad.

Carga estática de descarga H_E .

Cabe recordad que la carga estática de descarga es la diferencia de elevación entre el nivel libre del agua y el eje horizontal del tren de descarga de la bomba, en este caso el punto de descarga es un tanque, que está a una altura de 10 metros por encima del tren de descarga por lo tanto:

$h_E = 10$ metros.

Perdidas por fricción en la descarga h_f .

Considerando 5 metros (16.4 ft) de conducción y con los datos obtenidos en la tabla del Instituto de Hidráulica tenemos que:

$$h_f = \frac{(2.85)(16.4)}{100} = 0.467 \text{ ft}$$

$$h_f = 0.467 \text{ ft} = 0.142 \text{ mts.}$$

Perdidas por accesorios en la descarga h_{acc} .

Como observamos en nuestro diseño de tren de descarga tenemos varios accesorios, los cuales encontramos a continuación con su respectivo factor K de fricción:

Accesorio	Factor K	Cantidad	H_{acc} en Ft
Codo 90° bridado 6" regular	0.3	1 pieza	0.25
Codo 45° bridado 6"	0.15	4 piezas	0.50
Cople tipo dresser de 6"	0.03	1 pieza	0.02
Medidor de flujo electromagnético de 6"	0.1	1 pieza	0.08
Extremidad de fierro fundido 6"	0.5	2 piezas	0.84

Entonces para el **codo de 90°** tenemos que:

$$h = 0.3 \frac{(7.38 \text{ ft/seg})^2}{2 (32.2 \text{ ft/seg}^2)} = 0.25 \text{ ft}$$

Para el **codo de 45°** es:

$$h = 0.15 \frac{(7.38 \text{ ft/seg})^2}{2 (32.2 \text{ ft/seg}^2)} = 0.12 \times 4 = 0.50 \text{ ft}$$

Para el **copleé tipo dresser** es:

$$h = 0.15 \frac{(7.38 \text{ ft/seg})^2}{2 (32.2 \text{ ft/seg}^2)} = 0.12 \text{ ft}$$

Para el **medidor de flujo electromagnético** es:

$$h = 0.1 \frac{(7.38 \text{ ft/seg})^2}{2 (32.2 \text{ ft/seg}^2)} = 0.08 \text{ ft}$$

Y finalmente para las **extremidades** es:

$$h = 0.5 \frac{(7.38 \text{ ft/seg})^2}{2 (32.2 \text{ ft/seg}^2)} = (0.42) (2) = 0.84 \text{ ft}$$

Sumando las pérdidas de todos los accesorios tenemos que:

$$h_{acc} = 0.25 + 0.50 + 0.02 + 0.08 + 0.84$$

$$h_{acc} = 1.69 \text{ ft} = 0.515 \text{ mts}$$

Carga de velocidad h_v .

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

Entonces de la tabla 3.1 del Instituto de Hidráulica observamos que la carga de descarga para nuestro caudal de 42 litros por segundo es de 0.84 Ft (0.256 metros).

$$h_v = 0.256 \text{ metros}$$

Nuestra carga de descarga será:

$$H_D = h_E + h_f + h_{acc} + h_v$$

$$H_D = 10 + 0.142 + 0.515 + 0.256$$

$$H_D = 10.913 \text{ metros}$$

Regresando a nuestra fórmula para la carga dinámica total, tenemos que:

$$H_T = H_S + H_D$$

Donde:

$$H_D = 10.913 \text{ METROS}$$

$$H_S = 3.68 \text{ METROS}$$

Entonces:

$$H_T = 3.68 + 10.913$$

$$H_T = 14.593 \text{ METROS}$$

$$H_T = 14.593 \text{ MTS} = 47.877 \text{ FT}$$

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

Nuestro equipo de bombeo deberá entregarnos las siguientes condiciones de operación:

Caudal	Q	42 LPS	665.7 GPM
Carga Dinámica Total	CDT	14.593 MTS	47.87 FT
Nivel Estático	NE	2 MTS	6.56FT
Nivel Dinámico	ND	350 MTS	11.48 FT
Carga Estática de Descarga	HD	10 MTS	32.80 FT
Longitud de la Columna	Lc	245 MTS	803.80 FT

Tipo de bomba requerida: motobomba vertical.

Eficiencia de la bomba: La que marca la NOM-010-ENER-2004 que es de 74%

Una vez establecidas las condiciones de operación de nuestro equipo de bombeo, se calculara la potencia de nuestra unidad con la fórmula:

$$BHP = \frac{Q \times H \times S_g}{75 \times \eta}$$

Donde:

Q = Caudal, expresado en litros/segundo.

H = Carga dinámica total, expresada en metros.

S_g = Gravedad específica (adimensional).

η = Eficiencia de la bomba.

Entonces:

$$BHP = \frac{(42)(14.593)(1)}{(75)(0.77)} = 11.04 \text{ HP}$$

Nuestra potencia requerida por la bomba es de 11.04 HP.

Calculo de la potencia eléctrica.

$$BHP = \frac{Q \times H \times S_g}{75 \times \eta_b \times \eta_m}$$

Donde:

Q = Caudal, expresado en litros/segundo.

H = Carga dinámica total, expresada en metros.

S_g = Gravedad especifica (adimensional).

η_b = Eficiencia de la bomba.

η_m = Eficiencia del motor.

Entonces:

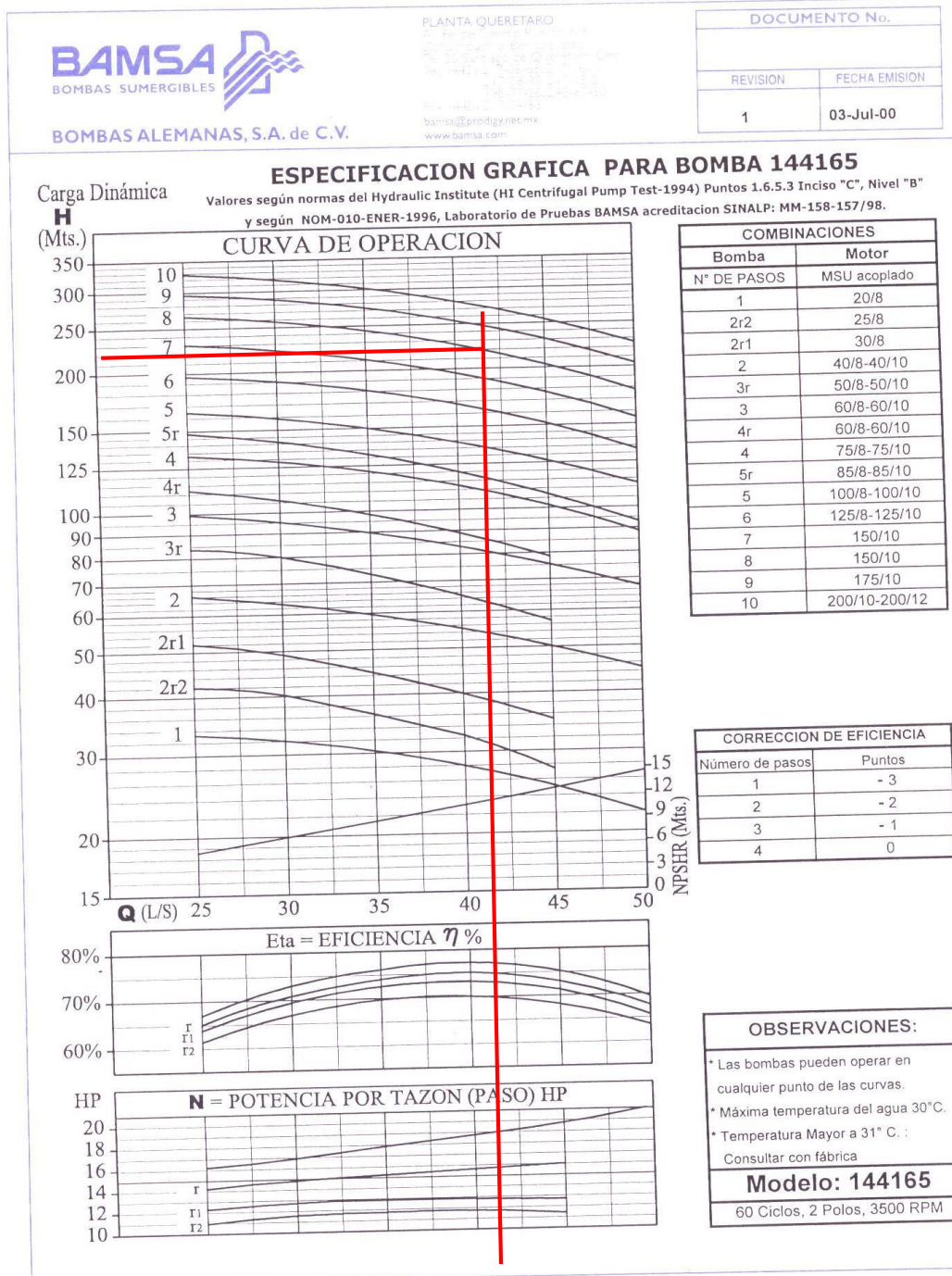
$$BHP = \frac{(42)(14.593)(1)}{(75)(0.74)(0.79)} = 13.43 \text{ HP}$$

La eficiencia mínima del motor sumergible se obtiene de la “Tabla 2” de la Norma Oficial Mexicana NOM-010-ENER-2004, la cual para motores de más de 10 HP es de 79%.

A continuación observaremos las curvas de operación de diferentes fabricantes, con la finalidad de establecer los parámetros necesarios para poder seleccionar el o los equipos que pudiéramos adquirir.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

Bombas alemanas de México.



Curva 1. Operación bombas alemanas de México.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

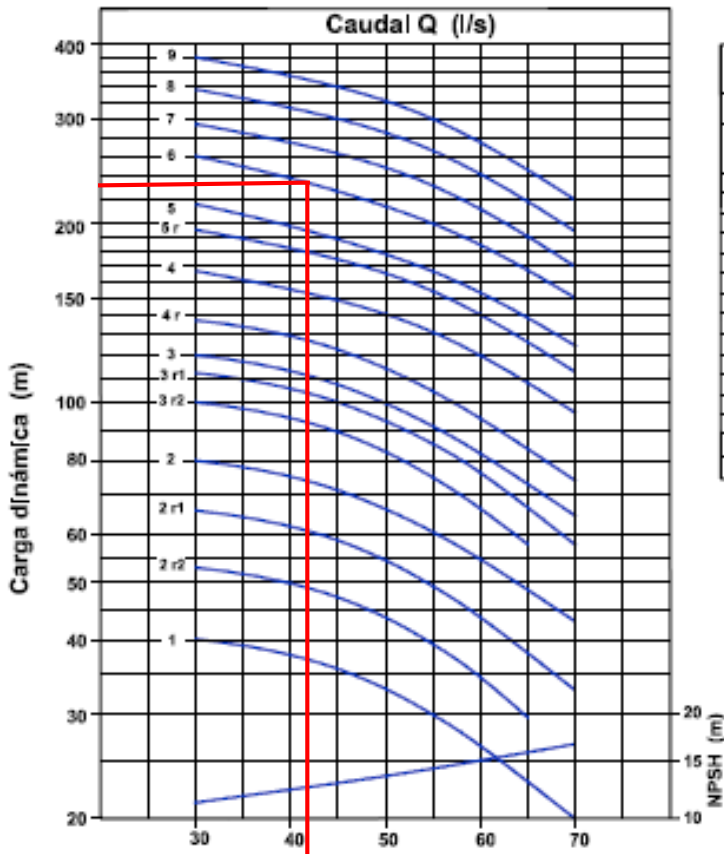
Bombas centrifugas alemanas.



BOMBAS CENTRÍFUGAS ALEMANAS, S.A. DE C.V.

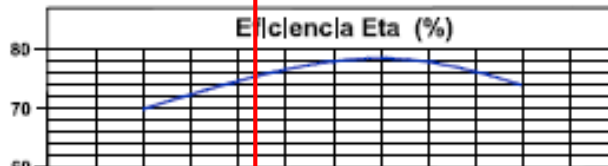


Laboratorio acreditado por emca para los ensayos indicados en el escrito con número de acreditación N° MN-183-034/12, Acreditación a partir de 2012-06-18.



Combinaciones	
Bomba	Motor
N° De Pasos	Motor acoplado
1	SUM 06 • 040
2 r2	SUM 06 • 040
2 r1	SUM 06 • 050
2	SUM 08 • 060
3 r2	SUM 08 • 075
3 r1	SUM 08 • 085
3	SUM 08 (10) • 100
4 r	SUM 08 (10) • 100
4	SUM 08 (10) • 125
5 r	SUM 10 • 150
5	SUM 10 • 175
6	SUM 10 (12) • 200
7	SUM 10 (12) • 250
8	SUM 10 (12) • 250
9	SUM 12 • 300

Correcciones de Eficiencia	
Número de Pasos	Cambio de Eficiencia
1	• 4 Puntos
2 r2	• 5 Puntos
2 r1	• 4 Puntos
2	• 3 Puntos
3 r2	• 4 Puntos
3 r1	• 3 Puntos
3	• 2 Puntos
4 r	• 2 Puntos
4	• 1 Punto
5 r	• 1 Punto



Observaciones
Las bombas pueden operar en cualquier punto de las curvas.
Máxima temperatura del agua 30°C.
De 30°C • 40°C seleccionar motor de mayor potencia.
Modelo: BA 10-070
60 ciclos, 2 polos

01/02/2009

Curva 2. Operación bombas centrifugas alemanas.

Calculo hidráulico para una planta de bombeo ubicada en:
La población de Amecameca, Estado de México

Bombas KSB de Mexico.



50 Hz

UPA 200B, 250C

UPA 250C - 150 / ..

The characteristic curves shown are for preliminary selection only. Exact selection data will be provided in our quotation.

Selection

The pressure losses H_v in the check valve are not considered in the pump characteristic curves. For more details and a selection example refer to page 8.

Legend ...

- H_v : Head losses in the check valve
- η_p : Pump efficiency (not considering check valve)
- NPSH: Net positive suction head required by the pump

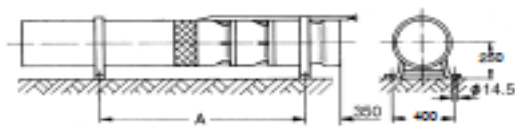
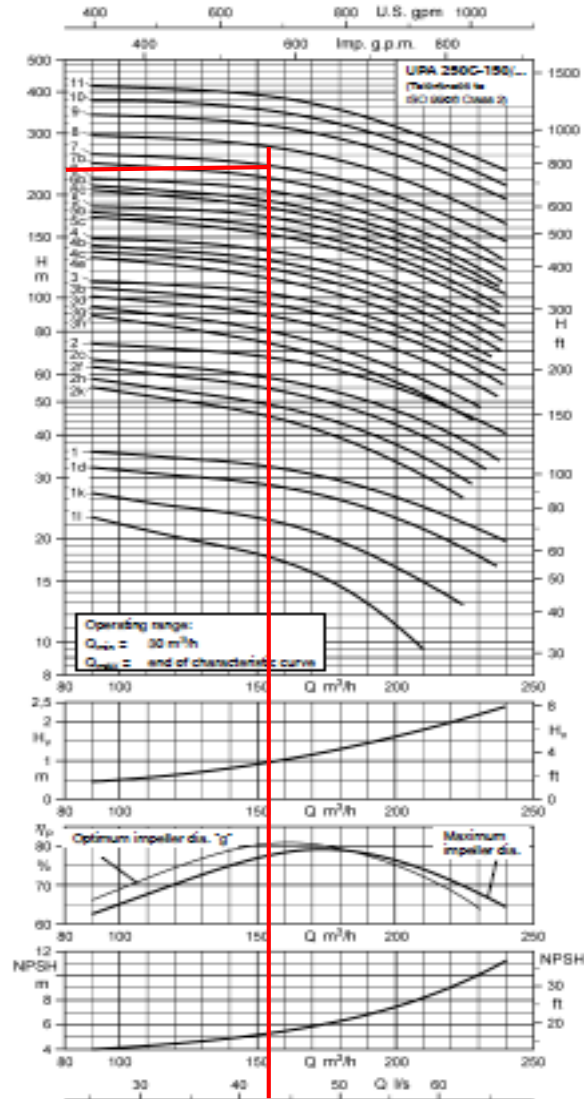
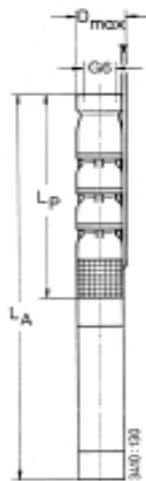
Pump End G 6" / DN 150

The information is based on the model "with check valve / connection branch and threaded end". The changes in the main dimensions of the "flanged end" model are specified in the table below.

Check valve / connection branch with:

Threaded and G 6"		Flanged and DN 150	
Length mm	Length mm	Outside diameter mm	
229	179 (PN 10/16) 179 (PN 25/40)	235	300

Threaded end to DIN ISO 228, Part 1.
Flange mating dimensions to DIN 2501, Part 1



73

Curva 3. Operación de bombas KSB de México.

CONCLUSIONES

Conclusiones.

Es recomendable que cuando se adquiriera un producto del equipo de bombeo, se les especifique al fabricante que se realizaran visitas de manera aleatoria a la fábrica para la supervisión de los equipos, de igual manera se tendrá que solicitar el certificado de los materiales empleados en el equipo (bronce, acero inoxidable, cobre, etc.) y también verificar en un laboratorio certificado que el equipo cumpla con la eficiencia y los requerimientos de la NOM-010-ENER-2004.

La necesidad de contar durante la mayor parte del año con agua potable es un problema. Debido a que la comunidad se abastece, por medio de deshielos volcánicos y del agua de lluvias que hay en el monte.

Durante el año tenemos dos temporadas, de las cuales, en una de ellas no contamos con agua suficiente para los habitantes y el gobierno municipal tiene la necesidad de subministrarla durante el día, y la demanda incrementa.

Es por ello que el gobierno del estado de México (CAEM), realizó una obra llamada "Pozo Ameca", aquí encontramos un sistema de bombeo, para abastecer a la comunidad en la época de estiaje.

Se hizo un análisis teórico en esta tesina para ver la eficiencia del sistema de bombeo en el pozo Ameca, con los cálculos principales en las tuberías de succión y descarga. Las bombas propuestas, y los resultados fueron satisfactorios, ya que están trabajando a una gran eficiencia.

De esta manera, esta tesina queda plasmada para futuros proyectos de instalación o diseño de las plantas de bombeo, en una comunidad rural.

Ya que su diseño es justificable a las necesidades de la comunidad y la gran eficiencia que ha tenido en este lugar.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía.

- Horacio Alejandro López López. *Amecameca*. Ed. Imprentor, S.A. de C.V. y subdirección de publicaciones del IMC, México D. F. 1999.
- Viejo Zubicaray Manuel. *Bombas teoría diseño y aplicación*. Ed. Limusa, S. A. de C. V; grupo noriega editores, México D.F. 2011.
- Mataix Claudio. *Mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas*. Ed. Harper, México, 1979.
- Fay James. *Máquinas de fluidos*. Ed. CECSA, México, 1996.
- G. Hicks Tyler. *Bombas, selección y aplicación*. Ed. Continental, México, 1976.
- J.M. de Azevedo Netto y Acosta A. Guillermo. *Manual de Hidráulica*, Sao Paulo, 1975, Ed. Harla.

Webgrafias

<http://www.bocasa.com.mx/es/motores-sumergibles.php#all>

ANEXOS

9. MANUAL DE MONTAJE, SERVICIO Y MANTENIMIENTO

El presente manual tiene la finalidad de auxiliarlo con la revisión física del equipo así como de tomar en cuenta los puntos básicos para la instalación y puesta en marcha del equipo, los cuales se definen en los siguientes puntos:

9.1 MONTAJE

- 9.1.1 Verifique si el equipo no sufrió daños durante el transporte. En caso de que el equipo haya sufrido daños o el motor muestre tener fugas de agua al llenarlo, no lo instale sino de parte a la fábrica o al distribuidor.
- 9.1.2 Verifique que el voltaje y la frecuencia de su línea eléctrica corresponda a los datos de placa del equipo, pero no lo haga funcionar de ninguna manera fuera del pozo.
- 9.1.3 Quite la rejilla de la entrada de agua a la bomba y gire la flecha insertando un destornillador o una varilla corta en el primer impelente, para cerciorarse de que la misma gira libremente.
- 9.1.4 Quite los tapones de entrada de agua (tapón ciego) y de la salida de aire (tapón con filtro) situados en la parte intermedia del equipo y revise que el tapón de la salida del agua al pie del equipo se encuentre apretado, y apriete por si se encontrara flojo.
- 9.1.5 Manteniendo el equipo en posición vertical llenar con agua limpia el motor hasta que salga por la salida de aire. No utilice agua sucia ni agua destilada.



- 9.1.6 Siempre manteniendo el equipo en posición vertical espere por lo menos treinta minutos, haciendo girar la flecha de la bomba de vez en cuando como se indica en el punto No. 1.3.
- 9.1.7 Después de los treinta minutos complete el llenado de agua, enrosqué y ariete perfectamente los dos tapones y ponga la rejilla en la succión de la bomba.
- 9.1.8 Sin mover el equipo de la posición vertical instalarlo en el pozo de inmediato cuidando que quede un espacio de por lo menos cinco metros entre la base del equipo y el fondo del pozo. Apoyando el motor en el fondo del pozo la disipación del calor resulta deficiente. Ya que el motor eléctrico tiene chumaceras lubricadas por agua, que a su vez esta sirve para el enfriamiento del embobinado.
- 9.1.9 Es de vital importancia esperar por lo menos 30 minutos entre el primer llenado y el llenado adicional, ya que el aire aprisionado entre los alambres del embobinado no tiene oportunidad de escapar, formando posteriormente un cojín de aire en la parte superior del motor el cual no permite una lubricación perfecta de la chumacera superior asimismo evita el enfriamiento correcto del embobinado y la conexión con el cable sumergible lo que en poco tiempo conduce a daños y desperfectos costosos del motor.
- 9.1.10 Al instalar el equipo en el pozo, evite cuidadosamente que el cable submarino sea aplastado o cortado su aislamiento, que se jale que se golpee el equipo contra el ademe. Por lo que cada 3 metros debe amarrarse el cable contra la columna.
- 9.1.11 Las bombas de hasta 20 l/s de capacidad deben colgar con el borde superior de la válvula check por lo menos tres metros por debajo del nivel más bajo del agua, de 20 a 40 l/s, seis metros de 40 a 70 l/s diez metros y de 70 a 120 l/s 15 metros.

9.2 CONEXIÓN AL LA LINEA ELECTRICA

- 9.2.1 Antes de proceder a la conexión del cable sumergible al arrancador verificar por medio de un Megger (Megohmetro) que no haya cortocircuito en el cable sumergible o contacto a tierra. En caso de que haya cortocircuito, es decir, que el cable se haya dañado al instalar el equipo, este no debe conectarse antes de que se haya revisado y eliminado el desperfecto.
- 9.2.2 Verificar que el arrancador este en perfectas condiciones de funcionamiento, que el relevador bimetálico o de sobrecarga tenga la graduación correcta y adecuada a la corriente que demandara el motor (no la que está marcada en la placa del equipo). Asegurase del buen funcionamiento de los elementos bimetálicos. Checa si el interruptor termo magnético es el adecuado para las condiciones de trabajo y que todos los demás componentes del tablero de control estén en orden. Recomendamos arrancadores a tensión reducida tipo auto transformador o arrancadores de estado sólido con protección de sobrecarga en las 3 fases.
- 9.2.3 Todas las conexiones entre el cable y el arrancador, el arrancador y el interruptor de seguridad y entre el interruptor y la línea deben efectuarse con mucho esmero, con los calibres de los cables adecuados a la corriente que se va a manejar sin reducir el calibre de los mismos al quitar el aislamiento, ajustando fuertemente los contactos en los bornes.

9.3 ARRANQUE

- 9.3.1 Al arrancarse el equipo debe comprobarse de inmediato el sentido de giro correcto, lo que se consigue por el siguiente procedimiento:
Se arranca el equipo. Ya en marcha se verifica la cantidad de agua que sale de la tubería. Se para el equipo.



Se intercambian las conexiones de dos fases del cable sumergible en los bornes del arrancador.

Se arranca nuevamente y se vuelve a verificar la cantidad de agua que sale de la tubería.

El sentido de giro de la bomba es el correcto y con esto la conexión del cable que de mayor caudal de agua.

Importante: No debe revisarse visualmente el sentido de giro estando el equipo fuera del agua, ya que de girar la bomba en sentido contrario, se dañara la chumacera axial del motor y el equipo fallara en poco tiempo.

9.3.2 Ya con el sentido de giro correcto comprobar si el equipo está tomando el amperaje correcto. En caso contrario debe pararse de inmediato, buscar la posible falla o fuga de corriente o ponerse en contacto con la fábrica o el distribuidor.

9.3.3 Una vez en operación el equipo y verificado el amperaje de servicio, se debe reajustar la graduación del relevador de sobrecarga o en su defecto sustituirlo por otro más adecuado al rango de operación del motor con la finalidad de que este ajustado exactamente a la corriente de trabajo y no a la nominal. Ya que por medio de este reajuste se consigue que el equipo se desconecte automáticamente en caso de que aparezca alguna anomalía en la instalación dando así una señal de alarma y oportunidad para verificar el origen del desperfecto antes de que aparezcan daños serios. Los motores sumergibles tienen un factor de servicio de 1.15, por lo que debe tomarse en cuenta este punto al escoger el relevador de sobrecarga y apegarse a las indicaciones respectivas del catálogo del fabricante de los elementos de protección.



9.4 RECOMENDACIONES ESPECIALES

- 9.4.1 En caso de que el pozo tenga arena, aunque haya sido desazolvado después de perforarse y así mismo, cuando no haya trabajado durante algún tiempo, recomendamos colocar una válvula de compuerta a la salida del brocal, trabajar la bomba con la válvula poco abierta hasta que esté el caudal reducido y salga totalmente limpio e ir abriendo la válvula paulatinamente mas y mas a medida que el agua vaya apareciendo más limpia, hasta obtener agua clara. Por medio de este procedimiento se evita que al comienzo entre mucha arena a la bomba y que esta se dañe o se atasque. Para pozos que tienen abrasivos, como arena, recomendamos nuestra ejecución especial en bronce con chumaceras de carburo de silicio y sello mecánico de carburo de silicio en el motor.
- 9.4.2 El equipo sumergible en si no requiere mantenimiento alguno, pero si los elementos de control como son arrancador, interruptor de seguridad y periféricos los cuales debe cuidarse que estén en perfecto estado y con la capacidad suficiente para soportar la demanda de amperaje del motor, el cual viene marcado en la placa del equipo. El arrancador no debe tener contactos flameados. Debe revisarse el amperaje del motor periódicamente para comprobar la marcha correcta. Asimismo debe cuidarse que el equipo tenga la sumergencia adecuada de acuerdo al punto 9.1.11.
- 9.4.3 En caso de que se quiera almacenar un equipo sumergible, debe avisarse a la fábrica para prepararlo adecuadamente.
- 9.4.4 Recomendamos desinstalar y revisar nuestros equipos sumergibles cada 2 años o 9000 hrs. de operación continua para una revisión general en forma preventiva.