



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

“REDUCCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO EN UN
POZO DE RIEGO A TRAVÉS DE LA SELECCIÓN DE
EQUIPOS Y MEDIDAS DE AHORRO”

T E S I S I N A :

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
EN LA MODALIDAD DE DIPLOMADO DE
ACTUALIZACIÓN Y CAPACITACIÓN PROFESIONAL :
1^{ER} DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN Y APLICACIÓN
DE TECNOLOGÍAS DE DISEÑO EN PROYECTOS

P R E S E N T A N :

ARMANDO HERNÁNDEZ CÁRDENAS
RODRIGO ADALLA OLVERA

ASESOR
ING. MOISÉS CERVANTES PATIÑO

2008





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

AGRADECIMIENTOS

Estos agradecimientos son testimonio de gratitud por su apoyo, aliento y estímulo mismos que posibilitaron la conquista de esta meta: Mi formación profesional.

En agradecimiento **a mis padres** por el apoyo recibido durante mi formación profesional. Gracias a su apoyo y consejo he llegado a realizar la más grande de mis metas. La cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir: la educación.

Al término de esta etapa de mi vida, **a mis hermanos** quiero expresar un profundo agradecimiento a quienes con su ayuda, apoyo y comprensión me alentaron a conseguir este logro.

A Irma Gracias: por la oportunidad de existir, por su sacrificio en algún tiempo incomprendido, por su ejemplo de superación incansable, por su comprensión y confianza, por su amor y amistad incondicional, porque sin su apoyo no hubiera sido posible la culminación de mi carrera profesional. Por lo que ha sido y será... Gracias.

A los chuchos como un testimonio de gratitud por haber significado la inspiración que necesitaba para terminar mi carrera profesional, prometiendo superación y éxitos sin fin, para devolver el apoyo brindado, y la mejor de las ayudas que puede haber.

A Rodrigo como un testimonio de gratitud y eterno reconocimiento, por el apoyo que siempre me ha brindado y con el cual he logrado terminar mi carrera profesional.

A los Ing. Moisés y Minerva dedico la presente como agradecimiento al apoyo brindado durante estos años de estudio y como un reconocimiento de gratitud al haber finalizado el diplomado y esta carrera.

TITULO

REDUCCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO EN UN POZO DE RIEGO A TRAVÉS DE LA SELECCIÓN DE EQUIPOS Y MEDIDAS DE AHORRO.

OBJETIVO:

ELABORAR UNA PROPUESTA PARA DISMINUIR LOS COSTOS POR CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL POZO NO. 51 DE SANTA ANITA¹ SOBRE LA BASE DE UNA SELECCIÓN DE EQUIPO ÓPTIMO Y MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA.

JUSTIFICACIÓN:

DEBIDO A QUE LOS DUEÑOS O USUARIOS DE LOS POZOS NO CUENTAN CON LA PREPARACIÓN Y LA INFORMACIÓN NECESARIA PARA SABER SI EL EQUIPO ES EL ADECUADO O NO, EL USO DE UN HORARIO ÓPTIMO DE OPERACIÓN PARA REDUCIR SU COSTO POR CONCEPTO DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

POR OTRO LADO LOS POZOS Y SUS SISTEMAS AL NO SER LOS ADECUADOS CONSUMEN MAS ENERGÍA ELÉCTRICA Y EL COSTO POR EL FUNCIONAMIENTO ES MÁS ELEVADO, ADEMÁS DE CONTAMINAR EL MEDIO AMBIENTE POR EL USO DE ENERGÍA NO RENOVABLE EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS.

¹ Ubicado en el Estado de Puebla

INTRODUCCION.

CAPITULO I.- SISTEMAS DE RIEGO Y COMPONENTES.

I.1 – Sistemas de riego.

I.1.1 - Antecedentes de los sistemas de riego.

I.1.2 - Tipos de riego.

I.1.3 - Consideraciones sobre el tipo de riego y los componentes de sistema de bombeo.

I.2 - Componentes principales.

I.2.1 - Bombas.

I.2.2 - Tuberías.

I.2.3 - Válvulas.

I.2.4 - Uniones o juntas.

I.2.5 - Pozo.

I.2.5.1 - Filtración del agua a subsuelo.

I.2.5.2 - Acumulación de agua en subterráneos y mantos acuíferos.

I.2.5.3 - Extracción por perforación con tubería.

I.2.5.4 - Extracción de agua por bomba.

I.2.5.5 - Descarga de agua a estanque para distribución.

I.2.5.6 - Alimentación de bomba por transformador.

I.2.6 - Transformador.

CAPITULO II.- OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO.

II.1 - Antecedentes.

II.2 – Características del pozo para la selección de la bomba.

II.2.1 - Descripción de la bomba actual.

II.2.2 - Selección de la bomba para realizar el cambio.

II.3 - Tarifa de energía eléctrica aplicada al sistema de riego utilizado.

CAPITULO III.- EVALUACIÓN DE LOS CONSUMOS POR EL USO DE LA BOMBA.

III.1 - Evaluación de consumo y ahorro anual de la bomba.

III.2 - Evaluación de consumo en horario base.

CONCLUSIONES.

ANEXO 1.- Datos de la bomba actual.

ANEXO 2.- Tarifas de energía eléctrica.

- **Clasificación de acuerdo a su aplicación.**

ANEXO 3.- Recomendaciones para el financiamiento a través del (FIDE).

BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCIÓN.

Este proyecto surge a raíz de la necesidad de información para los agricultores en el estado de Puebla (San Matías) para poder mejorar sus sistemas de riego. Esto se puede lograr a través de una selección adecuada de las bombas de riego utilizadas en los pozos para la extracción del agua de sus sembradíos y de un uso en horarios óptimos.

Esta selección es muy importante ya que cada uno de estos pozos tiene características diferentes y se tienen que tomar en cuenta para poder hacer una buena selección y obtener el mayor rendimiento posible.

Las características principales de estos sistemas son varias tales como, la profundidad, las características de la tubería, el ángulo de la trayectoria de la tubería, el nivel del suelo, la bomba, el transformador, entre algunos otros a considerar. De estos elementos se tomará como punto medular del tema la bomba ya que ésta es el resultado de cada uno de los demás puntos a considerar.

La bomba en si es el dispositivo a seleccionar ya que esta hará la función principal de todo el sistema, el cual deberá de ser el adecuado en cada uno de estos casos, para lo cual se harán selecciones prácticas de sus características de funcionamiento, tomando como referencia el caso práctico correspondiente.

Considerando que el horario de mayor demanda de energía es más caro, se harán sugerencias de un uso horario de más bajo costo y de un sistema de almacenamiento, el cual brindará el servicio en esos horarios de mayor demanda.

En este proyecto se utilizaron las herramientas aprendidas durante el primer *Diplomado En Administración Y Aplicación De Tecnologías De Diseño En Proyectos*, así de una manera gráfica y explícita se pueda demostrar el como funciona una bomba para riego y cuales son las mejores opciones para su utilización.

CAPITULO I.- SISTEMAS DE RIEGO Y COMPONENTES.

I.1. SISTEMAS DE RIEGO.

I.1.1. Antecedentes de los sistemas de riego.

Agricultura (arte de cultivar la tierra): son los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y cultivo, normalmente con fines alimenticios. Las actividades agrícolas son aquellas que integran el llamado sector agrícola. Todas las actividades económicas que abarca dicho sector, tienen su fundamento en la explotación del suelo o de los recursos que éste origina en forma natural o por la acción del hombre. Transformando el medio natural con el fin de hacerlo más apto para el crecimiento de las siembras. Es una actividad de gran importancia estratégica como base fundamental para el desarrollo autosuficiente y riqueza de las naciones.

El origen de la agricultura se encuentra en el Neolítico, cuando la economía de las sociedades humanas evolucionó desde la recolección y la caza a la agricultura y la ganadería. Las primeras plantas cultivadas fueron el trigo y la cebada. Sus orígenes se pierden en la prehistoria y se remontan a varias culturas que la practicaban de forma independiente, como las que se desarrollaron en Mesopotamia, en el Antiguo Egipto, las culturas precolombinas de América Central, la cultura desarrollada por los chinos al este de Asia, etc. Se produce una transición más o menos gradual desde la economía de la caza y recolección a la agrícola. Una de las razones de la introducción de la agricultura pudo ser un cambio climático hacia temperaturas más templadas. También pudo deberse a la escasez de la caza o alimentos de recolección, la desertización, etc. A pesar de sus ventajas, según algunos antropólogos la agricultura significó una reducción de la variedad en dieta, creando un cambio en la evolución de la especie hacia individuos más vulnerables, y dependiendo de un enclave, que los tipos anteriores de homínido.

La agricultura permitió una mayor densidad de población que la economía de la caza y recolección y la disponibilidad de alimento para un mayor número de personas, permitiendo que no todas las personas debieran dedicarse a su producción, lo que provocó el surgimiento de los proto-estados y las futuras sociedades estatales.

El riego agrícola es una de las prácticas más antiguas utilizadas por el hombre para producir sus alimentos. De acuerdo con la Biblia el riego se originó al mismo tiempo que el hombre y en el mismo lugar. El Génesis (2:10) indica: De Edén salía un río que regaba el jardín; y desde allí se dividía y formaban de él cuatro brazos.

Durante la Edad de Bronce, iniciada alrededor de 3500 años a.C., las primeras grandes obras de riego se desarrollaron en Egipto y Mesopotamia. Cuando el hombre descubrió algunos métodos para producir alimentos se hizo necesario su establecimiento en un lugar, por lo menos durante el tiempo que demoraba el desarrollo completo de un cultivo. Los descubrimientos arqueológicos indican que esto ocurrió alrededor de 5000 años a.C. en los territorios de lo que hoy es Egipto, Irán, China, Turquía, España, Inglaterra, Perú, México y el Sur de Estados Unidos.

Las comunidades que vivieron en zonas donde la lluvia era abundante y bien distribuida, y bajo otras condiciones favorables de la naturaleza, pudieron cultivar sus alimentos sin necesidad de preocuparse por el riego; en aquellas zonas en donde la cantidad y la distribución del agua no correspondían a los requerimientos de los cultivos, los seres humanos debieron desde muy temprano preocuparse por asegurar el abastecimiento del agua para las superficies cultivadas.

Al principio eran inundados los terrenos más planos, luego se construyeron terrazas que también se regaron por inundación, estos métodos variaron en eficiencia de acuerdo con la habilidad, el ingenio y la necesidad del hombre de economizar agua. Con el fin de aumentar la producción de alimentos el hombre se vio forzado a variar el curso de pequeñas corrientes de agua haciendo diques de contención para almacenarla y regularla, emparejaban las superficies que querían regar, elevaban agua desde el suelo hacia la superficie y ponían en práctica varias técnicas sencillas que son los rudimentos de las técnicas modernas de riego y drenaje; eso le permitió mantener agua para realizar una agricultura menos riesgosa y más intensiva.

En el siglo XIX los proyectos de riego a gran escala en la India, Egipto, entre otros, incrementaron el área de riego en seis veces; los progresos de la hidráulica tuvieron enorme impacto en la planificación, diseño y construcción de varios sistemas de riego. Para el siglo XX el progreso del riego fue impresionante, sobre todo después de la segunda guerra mundial.

Sistema de riego o perímetro de riego: conjunto de estructuras que hacen posible que una determinada área pueda ser cultivada con un suministro de agua. Un sistema de riego está constituido de obras y artefactos cuyo funcionamiento, ordenadamente relacionado, permite complementar las necesidades de agua de los cultivos, aportando una cantidad extra a la que cae con la lluvia.

A la hora de elegir un sistema se debe tener en cuenta criterios técnicos y económicos, sin ignorar también factores humanos. Algunos de los factores que existen son:

- La topografía del terreno.
- Las características físicas del suelo.
- Tipo de cultivo.
- La disponibilidad de agua.
- Calidad del agua de riego.
- Costo de la instalación.
- Disponibilidad de mano de obra.
- El efecto sobre el ambiente, etc.

I.1.2. Tipos de riego.

Existen diferentes tipos de riego:

A) Riego con aspersores.

En este sistema de riego el agua se aplica en forma de llovizna, producida mediante el paso de agua a presión a través de tuberías, de las que sale por pequeños orificios. Esta presión se obtiene normalmente por medio de una bomba centrífuga; también se puede aprovechar cargas debidas a diferencias de nivel.

Debido a la flexibilidad de su uso y el eficiente control en la aplicación del agua el método por aspersión permite el riego de una amplia gama de suelos que no pueden ser regados adecuada y eficientemente con métodos de riego superficiales; tal es el caso de suelos muy arenosos o muy arcillosos, de alta o de baja velocidad de infiltración, suelos con pendientes pronunciadas que no pueden ser nivelados por la escasa profundidad del perfil, entre otros.

Asimismo el riego controlado mediante el riego por aspersión para la germinación, emergencia y establecimiento de empastados ha demostrado resultados sorprendentes al eliminar los problemas de arrastre de semilla, compactación del suelo y encostramiento de la superficie. También se recomienda para instalaciones domésticas o cuando no se dispone de bombas eléctricas o gasolina y se prefiere el riego manual, los aspersores tienen un alcance superior a 6 m, es decir, tiran el agua de 6 metros en adelante, según tengan más o menos presión y el tipo de boquilla.



Aspersores

Aspersor móvil

Algunas de las ventajas:

1. Alta eficiencia de aplicación del agua y uniformidad en su penetración en el perfil del suelo; ello hace recomendable su uso cuando hay una disponibilidad limitada de ese recurso o cuando el terreno tiene una alta velocidad de infiltración.
2. Puede utilizarse prácticamente en suelos de cualquier pendiente, con peligro muy remoto de erosionar los suelos y sin necesidad de nivelación.
3. Puede ser usado prácticamente en todo tipo de suelo, en algunos de los cuales no debe utilizarse los métodos superficiales, tales como suelos de alta velocidad de infiltración.
4. En aplicación de agua para germinación de las semillas aventaja a los métodos superficiales, pues para obtener una germinación homogénea en el campo se requiere riegos muy suaves, muy difíciles de aplicar por los métodos superficiales comunes.
5. Es más fácil el control de la lámina de riego, lo que permite regar mejor y satisfacer los requerimientos de lavado.
6. Los costos de preparación de suelos para el riego disminuyen notablemente.
7. Se puede aplicar junto con el riego fertilizantes líquidos o solubles y sustancias de uso fitosanitario.

8. Se economiza mano de obra, pues el operador no necesita estar presente durante todo el tiempo de aplicación, lo que sí ocurre generalmente con los métodos de riego superficiales.
9. Puede ser el método recomendable en muchas zonas altas, debido a condiciones climáticas.
10. Es más fácil incorporarlo a planeaciones permanentes ya establecidas.

Algunas de las desventajas:

1. Su costo inicial comparativamente es alto; esta es la limitación más importante del riego por aspersión.
2. El viento puede distorsionar por completo la distribución del agua en el suelo e igualmente disminuir la cantidad, lo que implica una baja eficiencia de riego.
3. Algunas veces el riego por aspersión puede crear condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades fungosas y reducir la efectividad de la aplicación de herbicidas e insecticidas, al ser estos lavados y transportados desde el follaje de los cultivos al suelo.
4. El impacto de la llovizna en las flores puede, en algunas ocasiones, causar su caída y por lo tanto hacer que disminuyan los rendimientos.

El riego por aspersión no debe ser considerado como una alternativa de los métodos de riego superficiales, sino más bien como un sustituto de éstos en ciertos casos específicos (por ejemplo problemas de relieve o de velocidad de infiltración de los suelos agrícolas en que no pueda aplicarse con éxito los métodos de riego superficial). En el caso de suelos planos sin problemas de infiltración, el uso económico del método de riego por aspersión dependerá del cultivo que se desee regar y de las disponibilidades de mano de obra, agua y capital con que cuente el predio agrícola.

B) Riego por goteo.

El riego por goteo es un sistema que proporciona agua filtrada y fertilizantes directamente sobre el suelo al lado de la planta. Este sistema elimina la aspersión y el agua que fluye sobre la superficie del suelo; permite que el agua, liberada a baja presión en el punto de emisión, moje el perfil del suelo en una forma predeterminada. El agua de riego es transportada a través de una extensa red de cañería o tubería plástica hasta cada planta, el aparato que emite el agua en el suelo se denomina emisor o gotero. Los emisores disipan la presión que existe en la red de cañerías por medio de un orificio de pequeño diámetro, o por medio de un largo camino de recorrido; de esta forma disminuye la presión del agua y permite descargar desde el sistema hacia el suelo solamente unos pocos litros por hora cada gotero.

Después de dejar el emisor, el agua es distribuida gracias a su movimiento normal a través de todo el perfil del suelo.

Los emisores pueden ser:

- Integrados: en la propia tubería. Los más baratos son los integrados no autocompensantes.
- De botón: que se pinchan en la tubería. Los goteros que se pinchan resultan más prácticos para jardineras o zonas donde las plantas están más desperdigadas y son pinchados ahí donde es necesario.

El riego por goteo tiene las siguientes ventajas:

1. Ahorro de agua.
2. Se mantiene un nivel de humedad con el suelo constante, sin encharcamiento.
3. Se puede usar aguas literalmente salinas, ya que alta humedad mantiene las sales más diluidas, si se usa agua salina aporta una cantidad extra de agua para lavar las sales a zonas más profundas por debajo de las raíces.
4. Con el riego por goteo se puede aplicar fertilizantes disueltos y productos fitosanitarios directamente a la zona radicular de las plantas.

El inconveniente más típico es que los emisores se atascan fácilmente, especialmente por la cal del agua. Precisa un buen filtrado si el agua es de pozo y es menos caliza.



Emisor de goteo pinchado.



Goteros integrados.



Goteros de Botón.

C) Riego por bordes.

O de escurrimiento por tablares (llamado también de fajas con caballones) utiliza diques paralelos que guían una lámina de agua en movimiento a medida que desciende por la pendiente. El terreno entre dos diques se llama tablar, banda, faja o borde. Estas bandas pueden tener una anchura variable entre 3 a 30 m y una longitud de 100 a 800 m.

Este método es el más conveniente para campos que tienen una superficie de 4 m o más. Se necesita un caudal de agua relativamente grande, el terreno debe tener una pendiente moderada y uniforme, y para su utilización con la máxima eficiencia se necesita una preparación cuidadosa del suelo. Donde las condiciones son adecuadas para el riego por bordes éste suele ser el método más eficiente (para cultivos tupidos, tales como alfalfa, pastos, cereales de grano pequeño y otros cultivos de campo) asimismo se emplea para regar huertas y viñas.

Es esencial que el suelo tenga una superficie plana para que el agua pueda fluir descendiendo por la pendiente e infiltrar en el perfil del suelo a una profundidad casi uniforme, esto requiere que el borde no contenga ninguna pendiente oblicua, surco u otra depresión donde puede acumularse caudal de agua.

Los suelos profundos, de textura media, permeables, son ideales para el método de riego por bordes en el caso de raíces profundas. Las plantas de raíces poco profundas, pueden también regarse eficazmente por este método en suelos de baja velocidad de infiltración o en suelos delgados. Para las plantas de raíces superficiales con suelos arenosos con elevadas velocidades de infiltración de agua, el riego por bordes puede dar lugar a excesivas pérdidas por percolación profunda, a menos que los bordes sean muy cortos.



Riego por bordes

D) Riego por surcos.

Este método se realiza haciendo fluir agua en pequeños canales (surcos) que conducen el agua a medida que desciende desde puntos altos hacia sectores de cotas inferiores del campo. El agua se infiltra en el fondo y los lados de los surcos, reponiéndose así el agua del suelo consumida por los cultivos; la nivelación cuidadosa del terreno para obtener una pendiente uniforme es esencial para que este método tenga una eficiencia y adecuación convenientes.

Los surcos son particularmente apropiados para regar plantas que están expuestas a daños por el agua que cubre la parte alta o los tallos de las plantas. Los cultivos en hileras, tales como hortalizas, algodón, remolacha azucarera, maíz, papas, cultivos de semillas, entre otros, se riegan por surcos trazados entre las hileras de las plantas. Las huertas y las viñas pueden regarse trazando uno o más surcos entre las hileras de los árboles o vides para mojar la porción principal de la zona radicular. Una variación del método de surcos consiste en usar pequeñas corrugaciones en la superficie del terreno para regar cultivos tupidos, tales como cereales, alfalfa y pasto en general.

En contraste con la inundación que ocurre en el riego por tendido, el riego por surcos no moja la totalidad de la superficie del suelo; en consecuencia, la eficiencia del riego por surcos depende del movimiento lateral del agua desde los surcos.



Riego por surcos

E) Riego por tendido.

Riego por desbordamiento natural, consiste en derramar agua a intervalos frecuentes desde una regadera construida a lo largo del extremo superior de un campo en pendientes. Se deja que el agua descienda libremente por la pendiente y se colocan regaderas interceptoras a intervalos en sentido perpendicular al de la pendiente para recoger el agua que tenderá a acumularse en las depresiones, con el fin de redistribuirla más uniformemente. Este método se utiliza sobre todo para regar cultivos de poco valor, sobre terrenos con pendientes en los que la uniformidad de distribución del agua no es una cuestión fundamental. El éxito de este método depende generalmente del acierto en la elección de los puntos en que el agua es liberada en las regaderas, y en ajustar el tamaño de los orificios de modo que la cantidad de agua sea la conveniente para cubrir el área servida, sin producir la erosión del suelo.

Este método es el que más se emplea para plantas forrajeras perennes, que protegen al suelo contra la erosión por el agua. Su utilización en suelos poco profundos, tales como suelos delgados que existen comúnmente en las faldas de las montañas impide pérdidas excesivas por infiltración profunda resultantes de la falta de uniformidad en la distribución del agua. La presencia de grandes piedras que frecuentemente se encuentran en los campos de las laderas de montañas, no perjudica seriamente el empleo de este método de riego. Puede usarse con ventaja pequeños caudales de agua, que a veces existen como corriente continua sobre todo en pendientes muy pronunciadas; sin embargo, un pequeño embalse de acumulación ayudará a utilizar estas pequeñas corrientes. Puede usarse también grandes flujos cuando la pendiente es poco pronunciada y uniforme en el sentido del movimiento del agua.

Para utilizar este método de riego se necesita un mínimo de nivelación o emparejamiento de terreno. La remoción de tierra puede limitarse a eliminar pequeñas elevaciones y depresiones en la superficie del terreno, procurando un drenaje del exceso de agua superficial y un área sobre la cual pueda trabajar la maquinaria agrícola con un mínimo de obstáculos. Esto constituye una ventaja importante cuando los suelos son poco profundos y la cantidad de tierra que puede removerse es limitada.

F) Hidropónico.

Es una técnica de cultivos de plantas en donde se reemplaza el suelo por un medio llamado universalmente sustrato, el cual sirve como soporte para las raíces y los nutrientes esenciales para su crecimiento, estos son suministrados de manera óptima, con lo cual se obtiene un volumen de producción mayor comparado con los cultivos tradicionales. El cultivo sin tierra de plantas cultivadas comenzó en la década de 1930 como resultado de las técnicas de cultivos empleadas por los fisiólogos de vegetales en experimentos de nutrición vegetal.

Los sistemas que utiliza la hidroponía son:

- Riego por aspersión superficial.
- Riego por goteo.
- Riego por goteo por control manual.
- Riego por capilaridad.
- Riego a desnivel.

Ventajas y desventajas de los **cultivos hidropónicos**.

Ventajas.

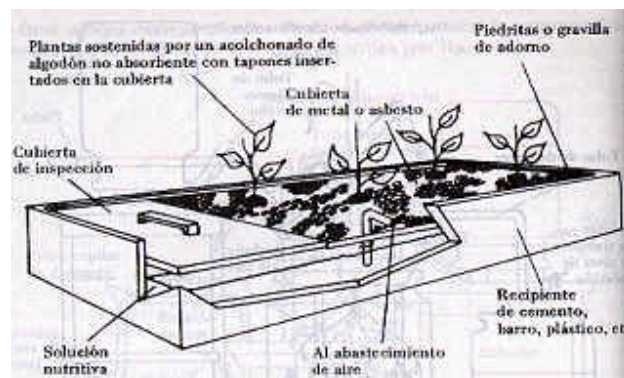
- Permite aprovechar suelos o terrenos no adecuados para la agricultura tradicional.
- Los rendimientos obtenidos con hidroponía superan tremendamente a la producción en suelo.
- Menor consumo de agua y fertilizantes. La técnica es muy apropiada en zonas donde hay escasez de agua.

- No contamina el medio ambiente.
- Crecimiento más rápido y vigoroso de las plantas debido a que en un sistema hidropónico el agua y los nutrientes están más disponibles.
- La producción es intensiva, lo que permite tener mayor número de cosechas por año.
- El uso de agua potable o de pozo, garantiza que el cultivo hidropónico sea un producto libre de contaminación y de enfermedades.

Para iniciar un proyecto hidropónico, es importante conocer el manejo agronómico del cultivo.

Entre las desventajas están:

- El desconocimiento del método hidropónico apropiado para producir un determinado cultivo. Es muy importante tener o recibir una previa capacitación.
- El desconocimiento del manejo agronómico puede reducir significativamente los rendimientos (clima apropiado para el cultivo, siembra, riegos, etc.).
- La falta de experiencia en el manejo de las soluciones nutritivas puede alterar su composición y afectar la apariencia y la calidad de las plantas.



Riego hidropónico

G) Riego con difusores

Es parecido al de los aspersores pero más pequeños. Tiran el agua a una distancia de entre 2 y 5 metros según la presión y la boquilla que se utilice. El alcance se puede modificar abriendo o cerrando un tornillo que llevan muchos modelos en la cabeza del difusor. Se utilizan para zonas más estrechas, por tanto los aspersores son para regar superficies mayores de 6 metros y los difusores para superficies más pequeñas. Los difusores siempre son emergentes.



Riego por difusores.



H) Riego subterráneo.

Es uno de los métodos más modernos. Se está usando incluso para césped en lugar de aspersores y difusores en pequeñas superficies enterrando un entramado de tubería. Se trata de tuberías perforadas que se entierran en el suelo a una determinada profundidad, entre 5 y 50 cm según sea la planta a regar (hortalizas menos enterradas que árboles) y si el suelo es arenoso o arcilloso.

Ventajas.

- Menos pérdida de agua por no estar expuesto al aire.
- Menos malas hierbas porque la superficie se mantiene seca.
- Más estética.
- Permite el empleo de aguas residuales depuradas sin la molestia de los malos olores.
- Duran más las tuberías por no estar expuestas al sol.
- Se evitan problemas de vandalismo.

Inconvenientes

- El principal inconveniente y que hace que haya que estudiar bien antes ponerlas o no, es que se atascan los puntos de salida del agua. En particular, por la cal si el agua es caliza no se recomienda el uso de riego subterráneo.
- Las raíces también se agolpan en las tuberías para evitarlo se usa herbicida como el Treflan.



Riego subterráneo.

I) Riego con cintas de exudación (tuberías porosas).

Las cintas de exudación son tuberías de material poroso que distribuyen el agua de forma continua a través de los poros, lo que da lugar a la formación de una franja continua de humedad lo que las hace muy indicadas para el riego de cultivos en línea. Humedecen una gran superficie y pueden utilizarse en el riego de árboles. Las presiones de trabajo son menores que las de los goteros, esto hace necesario el empleo de reguladores de presión especiales o microlimitadores de caudal. Las cintas de exudación se pueden atascar debido a las algas y a los depósitos de cal (aguas calizas), por tanto, requieren tratamientos de mantenimiento.



Cintas de exudación.

J) Riego con microaspersores.

Para textura arenosa son preferibles los microaspersores van muy bien porque cubren más superficie que los propios goteros tradicionales, por ejemplo, para regar frutales. Este sistema de riego es idóneo para macizos de flores, rosales, zonas pequeñas, etc.



Microaspersores.

K) Riego con manguera.

Regar con manguera supone tenerla en la mano muchas horas. Para el césped está claro que es el peor sistema, además no se consigue una buena uniformidad, a unos sitios les cae más agua que a otros. No obstante, a muchas personas les gusta regar con manguera.



I.1.3. Consideraciones sobre el tipo de riego y los componentes del sistema de bombeo.

Tomando en cuenta los tipos de riego que se mencionaron, solo se estudiará uno de ellos. Este sistema es el de riego por surcos, debido que es el más comúnmente utilizado por ser práctico y económico, ya que sólo funciona debido al desnivel del suelo y es por eso que lo hace uno de los más populares en la región de Santa Anita Edo de Puebla.

Este sistema está básicamente constituido por una bomba que extrae el agua del subsuelo y es depositada en una pileta, posteriormente es distribuida a los cultivos por medio de surcos hechos de concreto por los cuales llega el agua a cada uno de los sembradíos regando de manera uniforme los cultivos através de surcos de tierra.



Sembradíos por medio de surcos en San Matías

Por lo anterior el costo más elevado es el de la instalación, el funcionamiento y mantenimiento de la bomba ya que actualmente cuentan con una tecnología obsoleta. Y debido a la falta de conocimiento e información sobre las nuevas bombas, mismas que tienen un mayor rendimiento y un menor consumo de energía eléctrica, el costo por este consumo es muy elevado.

Las recomendaciones desarrolladas en el capítulo 2 son para mostrar esta información y que el consumidor de energía eléctrica la utilice, y así pueda aprovecharla en beneficio de la economía del sistema de riego, utilizando nueva tecnología.

I.2. Componentes principales.

I.2.1. Bombas.

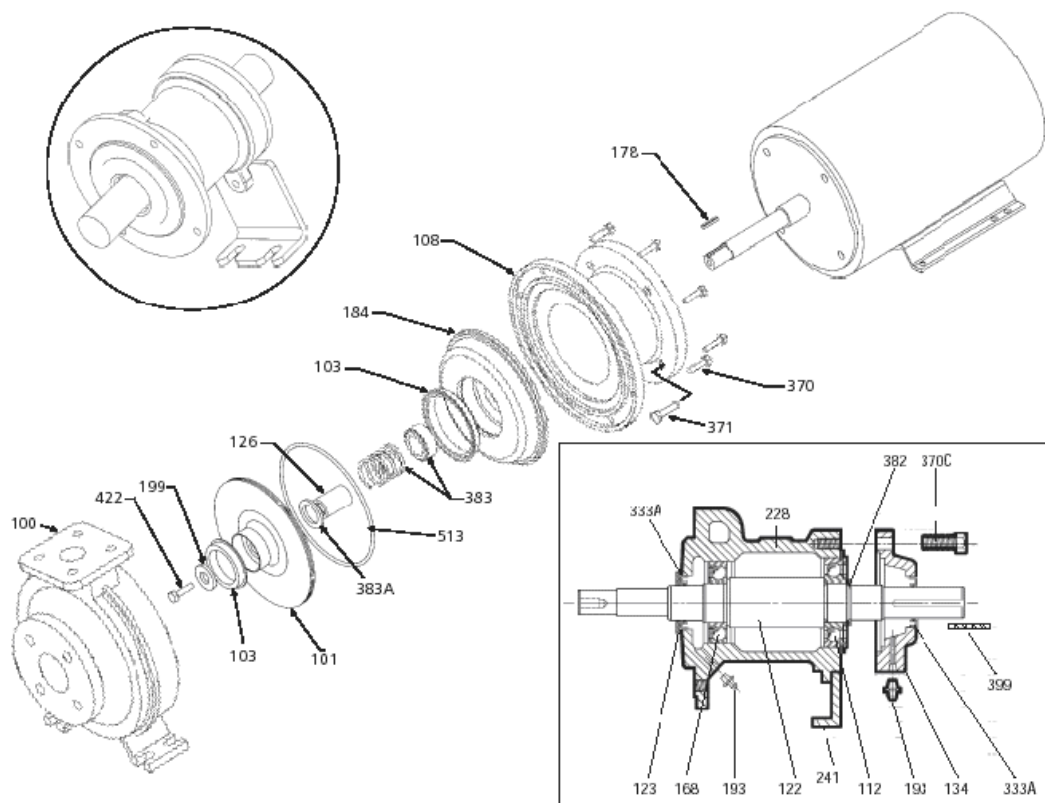
Una bomba es una turbo máquina para desplazar líquidos, se usa para transformar energía mecánica en energía hidráulica. Se emplea para bombear toda clase de líquidos (agua, aceites de lubricación, combustibles ácidos, líquidos alimenticios, etc.), éste grupo constituye el grupo importante de las bombas sanitarias. También se emplean para bombear líquidos espesos con sólidos en suspensión, como pastas de papel, melazas, fangos, desperdicios, etc. Un sistema de bombeo es aquel que adiciona energía a un fluido para moverse o trasladarse de un punto a otro.

A) Bomba centrífuga.

Una bomba centrífuga es una máquina que consiste en un conjunto de paletas rotatorias encerradas dentro de una carcasa. Las paletas imparten energía al fluido por la fuerza centrífuga. Uno de los factores más importantes que contribuyen al creciente uso de bombas centrífugas ha sido el desarrollo universal de la fuerza eléctrica.

Descripción de las bombas centrífugas.- el elemento rotativo de una bomba centrífuga se denomina impulsor, la forma del impulsor puede forzar al agua a salir en un plano perpendicular a su eje (flujo radial), puede dar al agua una velocidad con componentes tanto axial como radial (flujo mixto) o puede inducir un flujo en espiral en cilindros coaxiales según la dirección del eje (flujo axial). Normalmente, a las máquinas con flujo radial o mixto se les denomina bombas de hélice.

Los impulsores abiertos consisten en un eje al cual están unidos los alabes, mientras que los impulsores cerrados tienen láminas (o cubiertas) a cada lado de los alabes. A continuación se cita un esquema donde se muestra las partes principales de una bomba centrífuga:



Parte No.	Descripción	Materiales
100	Carcasa	Hierro fundido
101	Impulsor	Acero inox. 316L (Grupo S), Hierro fundido (22, 23, 27, 28)
103	Anillo de desgaste	Acero inox. 316L
184	Alojamiento del sello	Hierro fundido
178	Chaveta del impulsor	Acero
126	Camisa del eje	Acero inox. 316
422	Perno del impulsor	Acero inox. 304
199	Arandela del impulsor	Acero inox. 304
370	Tomillo de casquete de la carcasa (carcasa al adaptador)	Ac. al carbón, enchapado
108	Adaptador	Hierro fundido
371	Tomillo de cabeza hexagonal (adaptador al motor)	Ac. al carbón, enchapado
513	Anillo en O carcasa	BUNA-N (estándar)
383	Sello mecánico	Ver tabla del sello, página 3

Parte No.	Descripción	Materiales
383A	Retén, resorte del sello	Acero inox. 304
112	Cojinete de bolas (exterior)	Acero
122	Eje	Acero
123	Deflector	BUNA-N
134	Tapa del cojinete	Hierro fundido
168	Cojinete de bolas (interior)	Acero
193	Grasera (Grupo M solamente)	Acero
228	Armazón del cojinete	Hierro fundido
333A	Sello de reborde	Acero
370C	Tomillo de casquete de cabeza hexagonal	Steel SAE Gr. 5
382	Anillo de retención	Steel SAE Gr. 5
241	Pata, armazón	Acero
399	Chaveta, armazón	Acero

Las bombas de flujo radial tienen una envolvente helicoidal, que se denomina voluta, que guía al flujo desde el impulso hasta el tubo de descarga. El incremento de la sección transversal a lo largo de la envolvente tiende a mantener constante la velocidad en su interior. Algunas bombas tienen alabes difusores en la voluta. Estas bombas son conocidas como turbo bombas.

Las bombas pueden ser unicelulares o multicelulares.- una bomba unicelular tiene un único impulsor, mientras que una multicelular tiene dos o más impulsores dispuestos de forma que la salida de uno de ellos va a la entrada siguiente.

Para que la bomba funcione a su máximo rendimiento es necesario emplear una disposición apropiada de las tuberías de aspiración y descarga. Por motivos económicos, el diámetro de la cubierta de la bomba en la aspiración y descarga suele ser menor que el del tubo al cual se conecta. Si existe un reductor excéntrico para evitar la acumulación de aire, deberá instalarse una válvula de pie (válvula de registro) en el tubo de aspiración para evitar que el agua abandone la bomba si ésta se detiene. La tubería de descarga suele incorporar una válvula de registro (válvula de cierre) la cual evita que se cree un flujo de retorno a través de la bomba en caso de que haya una caída de potencia. Las tuberías de aspiración que toman agua de un depósito suelen tener un filtro para prevenir la entrada de partículas que pudieran atascar la bomba.

Las bombas de flujo axial suelen tener solo dos o cuatro palas, por lo que tienen grandes conductos sin obstáculos, que permiten trabajar con agua que contengan elementos sólidos sin que se produzcan atascos. Los álabes de algunas bombas axiales grandes son ajustables para permitir fijar la inclinación que dé el mejor rendimiento bajo condiciones reales.

1.2.2. Tuberías.

Se denomina tubería a presión o conducción forzada, a aquellos conductos que funcionan a plena sección y en los que el movimiento del líquido no depende exclusivamente de una pendiente continua como en los canales, sino que, por el contrario puede presentarse contrapendientes, lo cual hace necesario que el líquido llene completamente todo el conducto, y que el interior de éste reitere una cierta presión, distinta generalmente de la atmosférica.

El transporte por tubería consiste básicamente en la conducción de fluidos o materias fluidificadas (líquidas o gases) de manera continua a lo largo de la línea constituida por una tubería. La materia también puede ser un sólido (pulverizado o en forma de cápsula). En la actualidad, se transportan una gran variedad de materiales por medio de la tubería, el porcentaje mayoritario lo constituyen el agua, el petróleo (y sus productos de refino) y el gas natural.

Características que debe cumplir la tubería.

Las tuberías tienen que reunir una serie de características como las siguientes:

- a) Desde un punto de vista funcional, la tubería deberá presentar las propiedades:
 - Impermeabilidad o estanqueidad, para que no se produzca la fuga del fluido que transportan.
 - Mínima rugosidad interna, que asegure poca pérdida de energía en el transporte y dificulte incrustaciones y deposiciones.
- b) Desde un punto de vista estructural, a su vez, la tubería deberá tener:
 - Resistencia mecánica, frente a las acciones que recaen sobre ella.
 - Resistencia frente a la corrosión externa e interna.

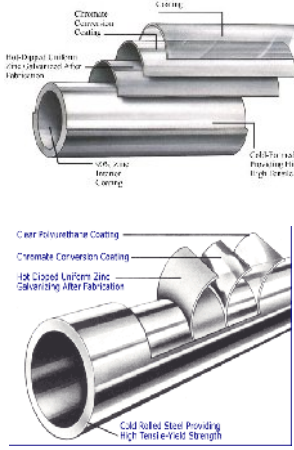



La tubería idónea debe presentar otras características, como:

- Flexibilidad suficiente, que le permita adaptarse al fondo de la zanja y resistir flexiones accidentales ante los movimientos de terremoto.
- Facilidad de transporte de los tubos y de tendido de los conductos, las cuales dependen del peso de los tubos y de su fragilidad frente a los golpes.
- Mantenimiento de su calidad al paso del tiempo.
- Estanqueidad, resistencia frente a las acciones mecánicas y la corrosión determinan fundamentalmente que no se pierda dicha estanqueidad.

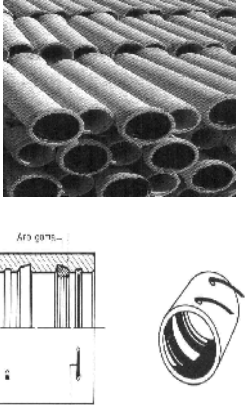
Materiales.

En el pasado remoto, se utilizaron tuberías de cuero y de madera; las tuberías de arcilla (cerámica) fueron empleadas por los egipcios y los aztecas; las civilizaciones griegas y romanas fabricaron tuberías de cerámica y de plomo. Las conducciones de gas natural en china eran transportadas a base de acoplar cañas de bambú. Los primeros intentos para transportar petróleo en USA fueron a base de dovelas de madera. Después se utilizaron para dicho cometido tuberías de hierro forjado y fundido, que dieron paso enseguida a las de acero.

Materiales utilizados en la fabricación de tuberías.

Tipo de materiales	Características	Figura
<p>Tubo de acero</p>	<p>Tubos sin soldadura: se forman a partir de productos semiacabados (palanquillas: barras de acero de sección cuadrada, rectangular o circular y de gran longitud) por laminación en caliente. Hay varios sistemas de fabricación, pero en todos ellos se procede al punzonado de la pieza en caliente, creando el vacío del tubo, alargando luego el material y aumentando el hueco de diferentes maneras. Se clasifican en:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Laminador paso peregrino. * Banco de empuje. * Tren de laminación sobre mandril. * Prensa de extrusión. <p>Tubos soldados se clasifican en:</p> <p>a) Tubos con soldadura longitudinal: se obtiene por conformado de una chapa y soldadura a lo largo de una generatriz del cilindro que constituye el tubo.</p> <p>b) Tubos con soldadura helicoidal: se obtienen por enrollamiento y soldadura helicoidal a partir de una bobina de chapa. Los bordes a soldar tienen que estar bien cortados y el control de la soldadura es el de doble arco sumergido con aportación de material. Las ventajas de este método son el menor costo del transporte de las bobinas respecto a las planchas y la relativa sencillez de los equipos de fabricación.</p>	  
<p>Tubos de fundición.</p>	<p>La fundición lleva un porcentaje de carbono del 0.2 a 4 %. Al contrario que en el acero, donde el carbono permanece unido íntimamente al hierro después de la solidificación, en la fundición el carbono se separa de la masa metálica y se presenta en forma de grafito. Este da a la fundición sus cualidades tradicionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Resistencia a la corrosión * Aptitud para el moldeado * Buena trabajabilidad * Resistencia al desgaste por rozamiento gracias a la acción lubricante del grafito * Gran capacidad de amortiguar vibraciones. <p>La tubería de fundición se utiliza para distribución de agua y gas, aunque en este último campo se encuentra en regresión, siendo sustituida fundamentalmente por la tubería de polietileno.</p>	 <p>tuberías de fundición dúctil</p>
	<p>Se pueden hacer tuberías de los siguientes materiales plásticos: polietileno, policloruro de vinilo sin plastificar, policloruro de vinilo, polibutileno, acrilonitrilo-butadieno-estireno, celulosa-acetato-butiraro y resinas termoestables reforzadas. En los</p>	

<p>Tubos de plástico.</p>	<p>últimos años se ha extendido mucho la aplicación de los tubos de material plástico, alcanzándose cada vez diámetros mayores y presiones más elevadas. Los dos plásticos de mayor utilización en el transporte y distribución de agua y otros fluidos (gas natural, etc.) son el PVC (policloruro de vinilo) y el PE (polietileno), conociendo éste último una acelerada expansión en la actualidad. Esto tiene su explicación porque ambos materiales presentan una gran economía y facilidad de manipulación.</p> <p>Policloruro de vinilo (PVC): es un material termoplástico, inodoro e insípido, químicamente inerte, y es suministrado en forma de polvo blanco amorfo opaco, insoluble en agua y en los disolventes corrientes, sin embargo se disuelve en ciclohexanona, ciclopentanona, metiliciclohexanona, tetrahidrofurano y su cloruro, y en dioxano. Es muy resistente a los agentes químicos, todas las propiedades varían en función del peso molecular del plástico, así como de las proporciones y tipos de los aditivos, es un buen aislante</p> <p>Polietileno (PE): se obtiene por polimerización del gas etileno, por medio de diversos procedimientos de fabricación, que dan lugar cada uno a distintos tipos de polietileno, que se denominan por su densidad.</p> <p>Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV): esencialmente considerados por una capa continua (matriz), formada por resinas termoendurecidas del tipo poliéster, y que contiene una capa fibrosa formada por fibras de vidrio, de sección transversal pequeñísima. La matriz tiene la misión de retener las fibras con una orientación y densidad definidas, y dar al producto la forma y la rigidez exigidas. Las fibras son las que definen las características mecánicas del producto.</p>	 <p>Tubos PVC</p>  <p>Tubos de PE</p>  <p>Tubos de PRFV</p>
<p>Tubos de hormigón.</p>	<p>Los tubos de hormigón son muy utilizados para el abastecimiento y distribución de agua. Para conseguir la máxima impermeabilidad hay que procurar una gran compacidad en el hormigón, para lo que se utiliza el método de centrifugación. En lo que respecta a su comportamiento mecánico, para presiones internas moderadas, la función resistente se logra colocando una o varias jaulas de armaduras longitudinales y transversales, éstas últimas enrolladas en espiral; las primeras absorben los esfuerzos de flexión que se producen durante el transporte y colocación, y las sendas la presión interna y las cargas ovalizantes. La estanqueidad queda asegurada por el comportamiento de la tubería a flexión compuesta.</p>	 

<p>Tubos de fibrocemento.</p>	<p>La mezcla de las fibras de amianto con el cemento y el agua constituye la base de este material. La pasta formada se deposita sobre un fieltro que conforma capas muy finas sucesivas sobre un mandril metálico pulimentado, situado tangencialmente a dicho fieltro, y que sigue girando hasta alcanzar el espesor requerido, a la vez que se va comprimiendo el material hasta obtener una buena compacidad. El fraguado de los tubos se comienza en un túnel por el sistema del curado al vapor, y se finaliza mediante su inmersión posterior en balsas de agua durante 28 días. Posteriormente, se realiza el calibrado de los tubos y su prueba de estanqueidad, antes de pasar a acopios.</p>	
--------------------------------------	---	---

1.2.3. Válvulas.

Es un dispositivo que permite estrangular e interrumpir la corriente de un fluido. También se denominan llaves de paso o válvulas de regulación. Cuando se desea estrangular la corriente líquida o reducir presión se utilizan válvulas de compuerta o de mariposa. Cuando sólo desea abrir o cerrar el paso de agua, además de las anteriores se usan también válvulas de esfera. Estas últimas muy eficaces en cuanto a la estanqueidad (al posibilitar un tiempo de cierre muy corto deben evitarse los golpes de ariete). Otro tipo de válvulas son las de Y y las de diafragma que son de cierre progresivo y de difícil bloqueo incluso en presencia de contaminantes.

Ventosa. Es un dispositivo que permite salir o entrar el aire en las tuberías según el desequilibrio existente entre la presión interior y la atmosférica. Existen de salida de aire cuando la instalación está en funcionamiento, las de salida y entrada de aire en el llenado y vaciado de las tuberías y las que son una combinación de ambas.



Válvulas de retención (check). Es un dispositivo que en su forma más simple, consiste en una compuerta giratoria que se abre con el movimiento del líquido y cierra por gravedad o por efecto del mismo líquido impidiendo el retroceso del mismo. Es imprescindible su instalación antes del punto de inyección de fertilizantes, cuando el agua utilizada para riego proviene de una red que se use además para consumo doméstico. También es útil para amortiguar los efectos del golpe de ariete.



Válvulas de seguridad. Es un dispositivo que permite automáticamente el escape de un caudal de líquido, para evitar el aumento de la presión interna en la tubería, sobre un valor prefijado.



Hidrante. Es un dispositivo constituido por una válvula de regulación que permite derivar el agua de la tubería sobre la que se inserta. Para su instalación y protección puede ser necesario realizar una obra de fábrica si se está utilizando diámetros grandes.



I.2.4. Uniones o juntas.

Una tubería es un sistema lineal constituido por una serie de tubos fabricados en taller, y unidos entre sí en obra. A consecuencia de este procedimiento se producen un cierto número de secciones de discontinuidad de la propia tubería, que reciben el nombre de uniones. El número y tipo de dichas uniones depende, entre otros factores, de:

- El material constitutivo de los tubos
- Su diámetro y espesor
- La naturaleza del fluido transportado

Reciben el nombre de junta al espacio existente entre las superficies que van a ser unidas. A veces se utiliza la palabra junta con el mismo significado de unión e incluso del elemento de estanqueidad de dicha unión.

Tipos de uniones.

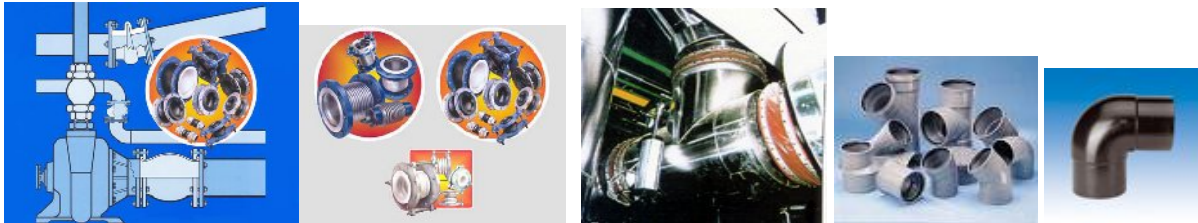
Las uniones pueden clasificarse en dos grandes grupos: soldadas y no soldadas. Las uniones de los tubos pueden ser rígidas o flexibles, entendiendo por esta denominación lo siguiente: en las primeras, la junta presenta una rigidez parecida a la de los propios tubos; por el contrario, en las segundas, la junta presenta una capacidad de movimiento y deformación mayor que la de los tubos. Las uniones soldadas presentan una gran calidad en base a su propio proceso de constitución: la soldadura. Esta es un proceso de unión de dos elementos o piezas por la acción del calor (a veces, combinado con la presión), con o sin aportación de material, dando continuidad a los elementos unidos. En las tuberías que admiten uniones soldadas, las juntas no constituyen solución de continuidad.

Las tuberías de acero presentan otras posibilidades que son las de la soldadura (a solape o a tope), como las juntas emboquillas con anillo de goma. Lo más usual para garantizar la ausencia de fugas; como en el caso de gasoductos y oleoductos es la soldadura a tope, a base de una sucesión de cordones de soldadura aportados por sucesivas pasadas de electrodos. La disposición de la junta previa a la soldadura puede ser en V, en U, en doble V o en doble U.

Las tuberías de fundición por su alto contenido de carbono, no pueden ser soldadas y se tiene que recurrir a uniones de tipo mecánico diversos. Las tuberías de fibrocemento no pueden soldarse y son unidas mediante diversos tipos de juntas. Las tuberías de hormigón armado suelen disponerse con uniones de campana y espiga. Las de hormigón armado y presentado con camisa de chapa de acero se pueden unir en dos alternativas:

- Junta de boquilla con anillo de goma
- Soldadura (interna o externa)

Las tuberías de plástico pueden unirse mediante soldadura (a tope o a enchufe) o por manguitos electrosoldables, por uniones de tipo mecánico e incluso mediante adhesivos.



I.2.5. Pozo.

Un pozo es un orificio o túnel vertical perforado en la tierra (hasta una profundidad suficiente para alcanzar una reserva de agua del nivel freático o el petróleo), generalmente de forma cilíndrica, se suele tomar la precaución de asegurar sus paredes con piedras, cemento o madera para evitar su derrumbe. Los pozos tradicionales para buscar agua están en los patios de las casas y tienen un brocal (pared que sobresale del nivel del suelo hasta una altura suficiente para que nadie caiga al interior), un cigüeño o una polea para subir el cubo y una tapadera para evitar que caiga suciedad al interior.

Los pozos están contruidos tomando en cuenta ciertas características como son:

I.2.5.1 - Filtración del agua al subsuelo

Se denomina ciclo hidrológico del agua al movimiento permanente del agua desde la tierra hasta la atmósfera y su regreso a la tierra. El agua puede presentar tres estados: sólido, líquido y gaseoso. A su vez el ciclo hidrológico presenta diversas etapas (figura 3), como son: evaporación, condensación, escorrentía y percolación.

Evaporación: Cuando la lluvia cae en el suelo caliente se evapora. El agua de los ríos, lagos y mares se evapora por la acción del sol. La transpiración es una evaporación pues el agua proveniente de las plantas y de los animales va a la atmósfera.

Escorrentía superficial: Cuando parte de la lluvia cae sobre la superficie de la tierra y forman corrientes que llegan a los ríos, lagunas, mares, etc.

Condensación (precipitación): El agua evaporada que forma las nubes, al llegar a zonas frías, se condensa y cae en forma de lluvia.

Escurrimiento subterráneo: Ocurre cuando parte del agua penetra (se percola) en el suelo, formando manantiales, pozos, etc.

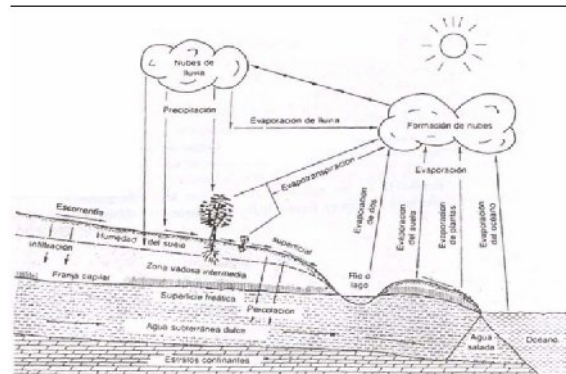


Figura 3

El ciclo del agua evoluciona en tres medios diferentes: la atmósfera, la superficie del suelo y el subsuelo. De esta manera tenemos la siguiente clasificación:

Aguas atmosféricas: Conformada por las lluvias, nieve, granizo, humedad, nubes, etc.

Aguas superficiales.: Conformada por escurrimientos, ríos, lagos y mares.

Aguas subterráneas: Conformada por el agua que percola a través de los estratos de la tierra y recibiendo un tratamiento natural, conforma los ríos subterráneos (acuíferos).

I.2.5.2 - Acumulación de agua en mantos subterráneos.

El agua que se infiltra en el suelo se denomina agua subsuperficial (no toda se convierte en agua subterránea). Tres son los hechos fundamentales que tienen relación con esta agua primero, puede ser devuelta a la superficie por fuerzas capilares y evaporada hacia la atmósfera, ahorrándose así gran parte de su recorrido dentro del ciclo hidrológico descrito.

Segundo, puede ser absorbida por las raíces de las plantas que crecen en el suelo, ingresando de nuevo a la atmósfera, a través del proceso de la transpiración. Tercero, la que se ha infiltrado profundamente en el suelo, puede ser obligada a descender por la fuerza de gravedad hasta que alcance

el nivel de la zona de saturación que constituye el depósito de agua subterránea y que abastece de la misma a los pozos.

Para comprender las manifestaciones del agua subterránea, se requiere estudiar la distribución vertical de esta dentro de los materiales geológicos superficiales o formaciones. A mayor o menor profundidad, todos los materiales de la corteza terrestre son normalmente porosos (los poros o aberturas pueden encontrarse parcial o totalmente saturados de agua). (Figura 4)

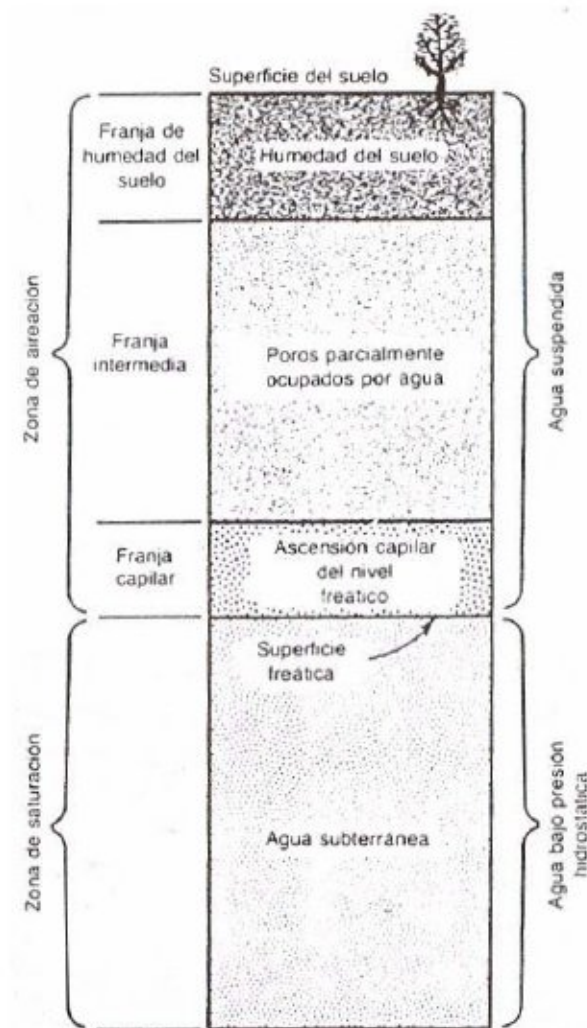


Figura 4

El acuífero

Acuífero.- se llama formación acuífera a cualquier estrato geológico capaz de almacenar y transmitir agua (capa superior del manto de agua subterránea). Por consiguiente, para que un pozo produzca agua se necesita que esté en contacto con una formación acuífera.

Las formaciones ígneas y metamórficas, por lo general, no dan paso al agua debido a que son poco permeables. Estas formaciones sólo permiten el paso del agua a través de grietas o canales formados en ellas.

Las rocas y formaciones de tipo sedimentario constituyen la mayoría de los acuíferos, debido a que son los más porosos y las más permeables.

Tipos de acuífero

a) Acuíferos de nivel freático.

Son aquellos que tienen la parte superior del agua contenida en ellos a presión atmosférica. En los pozos perforados en estos acuíferos se encuentra el agua tan pronto como se llegue a la zona saturada, constituyendo este nivel de saturación al nivel estático del agua.

b) Acuíferos artesianos.

Son los que tienen el agua sometida a presión por encontrarse entre dos capas impermeables que la confinan. Cuando al hacer una perforación se rompe la capa confinante superior, el agua sube hasta el nivel estático que está determinado por un agente de recarga (río, lago, etc.) en contacto con el acuífero.

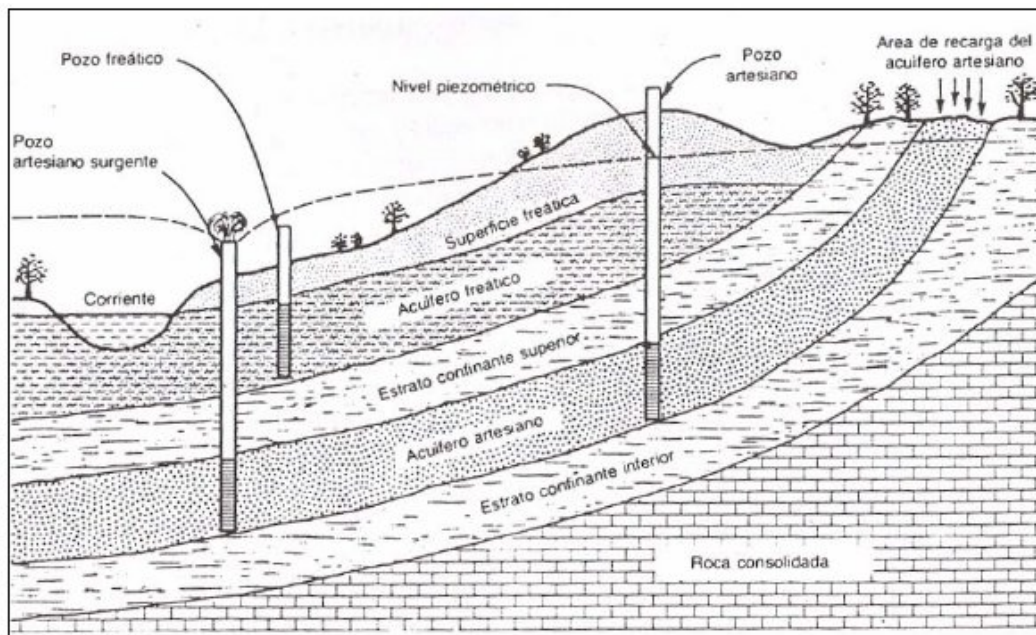
Funciones del acuífero

Este, almacena agua sirviendo como depósito y transmite agua como lo hace un conducto. Los poros o aberturas de una formación acuífera le sirven tanto de espacio de almacenamiento como de red de conductos.

El agua subterránea se mueve constantemente a través de distancias extensas y desde las área de recarga hacia las de descarga. El desplazamiento es muy lento con velocidades que se miden en metros por día o metros por año. Como consecuencia de ello y del gran volumen que su porosidad representa, un acuífero retiene enormes cantidades de agua en almacenamiento inestable.

El siguiente cuadro resume algunas características de los pozos artesianos y freáticos.

Tipo de acuífero	¿Cómo se encuentra la superficie del agua?	Tipo de pozo
Freático	A presión atmosférica (normal)	Pozo raso
Artesiano	A una presión mayor que la atmosférica	Pozo artesiano o profundo



1.2.5.3 - Extracción por perforación con tubería

Un pozo para abastecimiento de agua es un hueco profundizado en la tierra para interceptar acuíferos o mantos de aguas subterráneas.

Métodos de perforación de pozos.

Una perforación es un hueco que se hace en la tierra, atravesando diferentes estratos, entre los que puede haber unos acuíferos y otros no acuíferos; unos consolidados y otros no consolidados. Cada formación requiere un sistema de perforación determinado, por lo que a veces un mismo pozo que pasa por estratos diferentes, por lo que obliga a usar técnicas diferentes en cada uno de los estratos.

Una misma perforación puede atravesar varios acuíferos, por lo que es conveniente valorar cada uno de ellos para definir cuales deben ser aprovechados a la hora de terminar el pozo.

La determinación si una formación es acuífera o no, así como de su permeabilidad, se hace con base en las muestras que el perforador obtiene durante el transcurso de la excavación; de aquí la gran importancia que tiene realizar un buen muestreo. Existen métodos mecanizados y manuales para perforar pozos, pero todos se basan en dos modalidades: percusión y rotación. Así mismo, se emplea una combinación de ambas modalidades.

Tipos

Los pozos se clasifican en cinco tipos de acuerdo con el método de construcción.

A). Pozo excavado.

Aquel que se construye por medio de picos, palas, etc., o equipo para excavación como cucharones de arena. Son de poca profundidad y se usan donde el nivel freático se encuentra muy cercano a la superficie. Su principal ventaja es que pueden construirse con herramientas manuales, además su gran diámetro proporciona una considerable reserva de agua dentro del pozo mismo.

B). Pozo taladrado.

Aquel en que la excavación se hace por medio de taladros rotatorios, ya sean manuales o impulsados por fuerza motriz. Su principal ventaja es que pueden construirse con herramientas manuales, además su gran diámetro proporciona una considerable reserva de agua dentro del pozo mismo.

C). Pozo a chorro.

Aquel en que la excavación se hace mediante un chorro de agua a alta velocidad. El chorro afloja el material sobre el cual actúa y lo hace rebalsar fuera del hueco.

D). Pozo clavado.

Aquel que se construye clavando una rejilla con punta, llamada puntera. A medida que esta se clava en el terreno, se agregan tubos o secciones de tubos enroscados. Son de pequeño diámetro.

E). Pozo perforado.

La excavación se hace mediante sistemas de percusión o rotación. El material cortado se extrae del hueco con un achicador, mediante presión hidráulica, o con alguna herramienta hueca de perforar, etc.

Cada tipo de pozo tiene sus ventajas particulares, que pueden ser, la facilidad de construcción, tipo de equipo requerido, capacidad de almacenamiento, facilidad de penetración o facilidad de protección contra la contaminación.

I.2.5.4 - Extracción de agua por bomba.

El desarrollo de los distintos tipos de motores, particularmente los de combustión interna y eléctricos, paralelamente al desarrollo de las bombas centrífugas, ha aumentado considerablemente las posibilidades de puesta en riego permitiendo extraer directamente de las capas subterráneas en puntos próximos a las zonas que se deseen regar.

Para plantas de bombeo se tienen que tomar en cuenta algunos de los siguientes requerimientos: como son los análisis de niveles máximos, mínimos esperados en la obra de toma, golpe de ariete o presiones negativas. Cálculos de C.D.T. (Carga Dinámica Total) máxima, mínima de operación normal, pérdidas de carga, piezas especiales, fontanería y línea de conducción o emisor a presión, carga neta positiva de succión disponible y requerida, espesor y diámetro de tuberías de acero en descarga de equipos de bombeo, bifurcaciones, codos de gajos, múltiple de succión y descarga; así como de refuerzos en interconexiones y soportes de tubería, de rejillas mecánicas, compuertas y mecanismos elevadores en la toma o tanque de succión, grúa o polipasto para mantenimiento de equipos, de empujes hidráulicos en bombas, múltiples y codos, dimensionamiento del cárcamo de bombeo y/o tanque de succión, de acuerdo a los gastos actuales y futuros.

Consideraciones sobre gastos mínimos, medios y máximos instantáneos y diseño del cárcamo, selección del equipo de bombeo, de válvulas, fontanería, piezas especiales y equipo de medición de gasto, control de válvulas, bombas, rejillas, compuertas, etc.



Bomba vertical

También en este tipo de instalaciones, se indica la necesidad de realizar análisis físico-químico del agua y de recubrimiento anticorrosivo en dispositivos y tubería, trazo de curva del sistema para diferentes condiciones de carga y de operación normal.

Estudios de factibilidad técnico-económico en la selección de cada uno de los equipos mecánicos y eléctricos (rejillas, compuertas, aireadores, válvulas de no retorno, válvulas de seccionamiento, válvulas de admisión y expulsión de aire, medidores de flujo, múltiples, grúa, polipasto, desarenadores, motores de servicio, motores, dispositivos de control, de eficiencia, optimización, ahorro de energía eléctrica, de corto circuito, de factor de potencia, de sistema contra incendio y de señalización etc.).

I.2.5.5 - Descarga de agua a estanque para distribución

Los riegos por gravedad se conocen desde la antigüedad y constituyen el sistema más utilizado en todos los regadíos del mundo. Se pueden dividir en los tres grandes grupos siguientes:

- Riegos por escurrimiento.
- Riegos por inundación.
- Riegos por infiltración.

Siendo el de riego por infiltración el que en este caso se utiliza en los cultivos funcionando de la siguiente manera:

Riegos de infiltración.

Los riegos de infiltración o por surcos consisten en aplicar el agua al terreno dejándola escurrir por unos surcos, desde los que se filtra al suelo llegando a las raíces de las plantas que se cultivan sobre caballones elevados.

Este sistema de riego se debe emplear en terrenos de permeabilidad media, ya que en terrenos de permeabilidad reducida las pérdidas por escorrentía son elevadas, mientras que en terrenos muy permeables las pérdidas por precolación alcanzan grandes valores.

El sistema de riego por infiltración se adapta lo mismo a cultivos herbáceos que a cultivos leñosos. La aportación de agua a los surcos se suele hacer mediante sifoncillos de PVC.

Los terrenos ondulados pueden regarse con este sistema disponiendo los surcos con la debida inclinación, pero en general, resulta más económico realizar una sistematización previa del terreno, con pendientes parecidas a las del riego a manta y disponiendo los surcos en el sentido de la máxima pendiente.

I.2.5.6 - Alimentación de bomba por transformador.

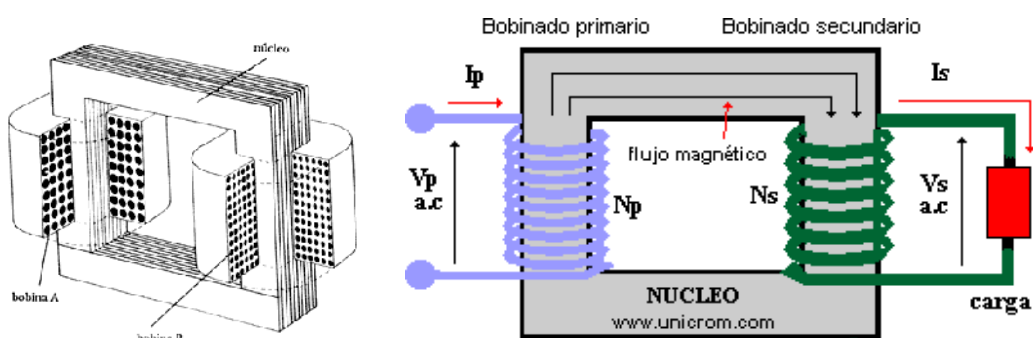
La elección correcta de un banco de transformadores de distribución no es tarea que se pueda tomar a la ligera, por lo que el conocimiento a fondo de esta máquina es indispensable para todo proyectista eléctrico, por otra parte, poner fuera de servicio un transformador de distribución representa un serio problema para los pozos que se ocupan de prestar servicio de electricidad a las bombas. No obstante, el caso se vuelve más crítico cuando la interrupción de las operaciones del transformador es causada intempestivamente por un accidente del equipo (por los inconvenientes de reparación o reposición del transformador).

En lo que respecta al diseño eléctrico de los transformadores, se debe de indicar con precisión los cálculos de interruptores y dispositivos de control, alumbrado interior y exterior, selección de arrancadores, interruptores, transformador de distribución, arranque de motores, sistemas de tierras, dispositivos de protección y medición, circuitos, tipo de lámparas; métodos de cálculo de alimentadores, capacidad por caída de tensión y por corto circuito, coordinación de protecciones y

transformadores para protección, control y medición. Selección del voltaje en el sistema, apartarrayos, fusibles, cuchillas seccionadoras, selección de conductores por ampacidad, caída de tensión, por corto circuito, interruptor principal, arrancadores, interruptores, transformador seco, etc.

I.2.6. Transformador.

Se denomina transformador a una máquina electromagnética que permite aumentar o disminuir el voltaje o tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia. La potencia que ingresa al equipo (en el caso de un transformador ideal) es igual a la que se obtiene a la salida. Las máquinas reales presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño, tamaño, etc.



Si suponemos un equipo ideal y consideramos la potencia como el producto del voltaje o tensión por la intensidad, ésta debe permanecer constante (ya que la potencia a la entrada tiene que ser igual a la potencia a la salida).

Los transformadores se basan en el fenómeno de la inducción electromagnética y están constituidos principalmente por dos bobinas devanadas sobre un núcleo cerrado de hierro dulce o hierro al silicio. Las bobinas o devanados se denominan *primario* y *secundario* según correspondan a la tensión alta o baja, respectivamente. También existen transformadores con más devanados, en este caso puede existir un devanado "terciario", de menor tensión que el secundario.

A) Tipos de transformadores.

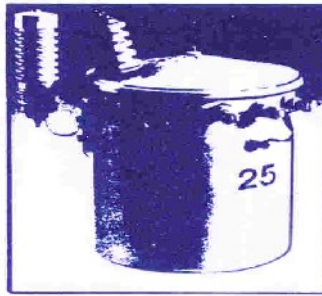
Tipo convencional de poste.- los transformadores de este tipo constan de núcleo y bobina montados, de manera segura, en un tanque cargado con aceite; llevan hacia fuera las terminales necesarias que pasan a través de bujes apropiados. Los bujes de alto voltaje pueden ser dos, pero lo más común es usar un solo buje además de una terminal de tierra en la pared del tanque conectada al extremo de tierra del devanado de alto voltaje para usarse en circuitos de varias tierras. El tipo

convencional incluye solo la estructura básica del transformador sin equipo de protección alguna. La protección deseada por sobre voltaje, sobrecarga y cortocircuito se obtiene usando aparterrayos e interrupciones primarias de fusibles montados separadamente en el poste o en la cruceta muy cerca del transformador. La interrupción primaria del fusible proporciona un medio para detectar a simple vista los fusibles quemados en el sistema primario, y sirve también para desconectar el transformador de la línea de alto voltaje, ya sea manual cuando sea necesario, o automáticamente en el caso de falla interna de las bobinas.



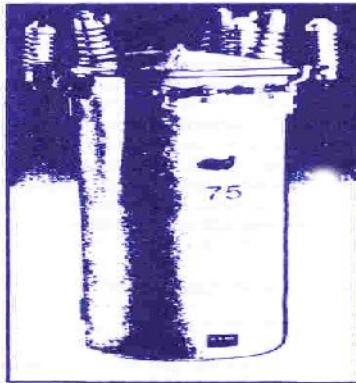
Transformador de distribución autoprotegido, del tipo de poste, con capacidad para 25 kVA, 12 740 Tierra Y/7200-120/240 V, elevación de 65°C. (General Electric Co.)

Transformador autoprotegido.- tiene un cortocircuito secundario de protección por sobrecarga y cortocircuito, controlado térmicamente y montado en su interior; un eslabón protector de montaje interno conectado en serie con el devanado de alto voltaje para desconectar el transformador de la línea en caso de falla interna de las bobinas, y uno o más aparterrayos montados en forma integral en el exterior del tanque para protección por sobrevoltaje. Estos transformadores, excepto algunos con capacidad de 5KVA, al cortocircuito operan una lámpara de señal cuando se llega a una temperatura de devanado predeterminada, a manera de advertencia antes del disparo. Si no se atiende la señal y el cortocircuito dispara, puede restablecerse este y restaurarse la carga por medio de un asa externa, es común que esto se logre con el ajuste normal del cortocircuito, pero si la carga se ha sostenido por un tiempo prolongado tal que haya permitido al aceite alcanzar una temperatura elevada, el cortocircuito podrá dispararse de nuevo en breve o podrá ser imposible restablecerlo para que permanezca cerrado. En tales casos, puede ajustarse la temperatura de disparo hasta que pueda instalarse un transformador más grande.



Transformador de distribución convencional del tipo de poste con capacidad para 25 kVA, 7200/12 470 Y-120/240 V, elevación 65°C. (ABB Power T&D Company, Inc.)

a) **Transformador autoprotegido trifásicos.**- estos son similares a las unidades monofásicas, con la excepción de que emplea un cortocircuito de tres polos. El cortocircuito está dispuesto de manera que abra los tres polos en caso de una sobrecarga crítica de falla de las fases.



Transformador de distribución completamente autoprotegido del tipo de poste, con capacidad para 25 kVA, 12 470 Tierra Y/7200-120/240 V, elevación 65°C. (ABB Power T&D Company, Inc.)

b) **Transformador autoprotegido para bancos secundarios.**- esta es otra variante en la que se proporciona los transformadores con los cortocircuitos secundarios para seccionar los circuitos de bajo voltaje, confinar la salida de operación únicamente a la sección averiada o sobrecarga y dejar toda la capacidad del transformador disponible para alimentar las secciones restantes. Estos también se hacen para unidades monofásicas y trifásicas.

Transformadores de distribución del “tipo estación”.- estos transformadores tienen, por lo general, capacidad para 250, 333 o 500KVA. Para la distribución a redes de bajo voltaje de c.a. en áreas de alta densidad de carga (hay transformadores de red disponibles en capacidades aún mayores).

CAPITULO II.- OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE RIEGO.

II.1 - Antecedentes.

Desde mediados de los '70 el mundo ha sufrido una grave problemática energética. Todos los países experimentan la imperiosa necesidad de disponer de energía eléctrica abundante y barata, para sustentar a sus sectores productivos y propiciar el desarrollo económico y social de su población.

En consecuencia se enfrentan a un crecimiento constante en la demanda eléctrica, lo cual los presiona a disponer de inversiones en nuevas plantas generadoras que rebasan sus posibilidades. Provocando aumentos en sus precios y un incremento en el daño ecológico producido por la quema de combustibles fósiles. (Figura 1)



Figura 1¹

La globalización creciente de la economía que impone a quien pretende colocar sus productos en los mercados, la necesidad de elevar la eficiencia y competitividad (mejoría que es posible eliminando desperdicios en su proceso de producción). La necesidad de usar eficientemente la energía eléctrica no siempre se lleva a la práctica (la Figura 2 ilustra lo dicho), es frecuente que por diversas razones no se empleen las tecnologías más eficientes disponibles.

¹ Figura 1– obtenida de la pagina Web del FIDE

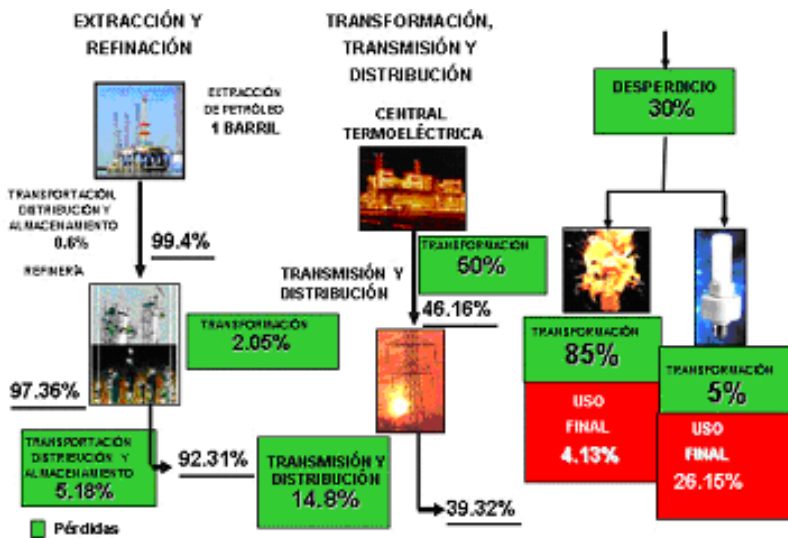


Figura 2²

El Programa Nacional Hidráulico y las Estadísticas del Agua en México son el principal instrumento de planeación y de acuerdo a su perspectiva estamos conscientes que la sobreexplotación de los mantos acuíferos es cada vez más grave; ejemplo de ello son los 654 mantos acuíferos identificados, donde 97 son explotados en exceso (de estos se extrae el 50 % del agua subterránea que se utiliza, cantidad de extracción superior a la recarga; lo cual modifican las características de operación de los equipos de bombeo), algunos presentan problemas de incrustación salina, afectando la eficiencia de los equipos.

En los sistemas de tratamiento el contenido de materia orgánica generada altera el comportamiento de los equipos, perdiendo eficiencia. Las extracciones de agua dulce, ya sea de origen subterráneo o superficial, son en gran parte realizadas con auxilio de equipo electromecánico. Desde el punto de vista económico, algunas de las consecuencias de la sobreexplotación son el incremento en los costos de extracción y el uso de mayor energía eléctrica para bombear el agua que se encuentra a una mayor profundidad.

En materia de Saneamiento existen una gran parte de plantas de tratamiento y potabilizadoras, asimismo desoladoras que en su operación requieren de una estructura conformada por sistemas electromecánicos; algunos con equipos especiales, que consumen energía para lograr el proceso, como son los sopladores, filtros, rejillas etc.

² Figura 2 – obtenida de la pagina Web del FIDE

En los sistemas de bombeo de agua potable se consume energía por más de 5 900 millones de pesos anualmente (valor estimado). Esto se debe en parte porque existen equipos con bajos niveles de eficiencia y parámetros que difieren de sus valores nominales de placa; además de instalaciones con deficiencias operativas. El Sector Eléctrico Nacional, mantuvo desde 1962 hasta 1973 un costo medio de \$ 0.0002 por kWh. En los siguientes años los incrementos no fueron sustantivos, sino hasta 1979 en donde llegó a costar \$0.0006, pasando a \$ 0.09 en 1988, logrando en el periodo un costo promedio de \$ 0.017. El costo de la energía en la mediana industria por cada Kwh. creció de \$ 0.0915 en 1988 a \$ 0.70 en 2002.

En lo referente a el consumo de energía en el país este pasó de 56 980 GWh en 1962, a 100 000 GWh en 1991, con tasa media de crecimiento anual de 5,8%. En la década de los 90's creció hasta 166 484 GWh, en el 2001 la tasa media de crecimiento es de 5,2 %. De acuerdo a los estudios de proyecciones del Sector del 2002-2011 se espera un incremento en el consumo de energía del 65% para cubrir los requerimientos, El Sistema Eléctrico Nacional, requiere de una capacidad de generación de poco más de 63 000 MW. Para lograrlo se requeriría de una inversión de poco más de 315 mil millones de pesos (precios del 2002). Analizando la relación Precio/Costo de la energía, la inflación presente entre 1992-1993 se ancló a través de las tarifas de energía, logrando una relación de 95% por abajo de la mínima recomendada. A partir de 1993 y hasta el 2001 esta relación se redujo hasta un 70% aproximadamente. Coadyuvando este indicador, a tomar medidas, para disminuir los subsidios de energía a partir de ese año.

El Sector Eléctrico Nacional pugna por tener un esquema tarifario que cubra los costos a corto y largo plazo; además, que el sistema de subsidios a las tarifas sea transparente. Aproximadamente el 60% de la energía que genera el Sector Eléctrico es consumida por motores en la industria, incluyendo al Sector Hidráulico, por ello la operación y conservación representa uno de los campos más fértiles para el ahorro de energía en los sistemas de bombeo. Debido a lo anterior y a los grandes problemas energéticos a que nos enfrentamos (al continuo crecimiento de la demanda de energía eléctrica en el sector hidráulico). Se tiene una gran necesidad de que sea eficiente el uso de las bombas de pozos para riego, ya que es una de tantas formas de contribuir en la reducción del consumo de energía y un mayor rendimiento en estos sistemas; para lo cual se necesita el conocerlos y definir cuales son las características principales para hacer “un uso eficiente de la energía “

II.2 - Características del pozo para la selección de la bomba.

Puebla es uno de los estados de mayor producción de alimentos para el país y principalmente para el DF, se encuentra “en el área de la agricultura” con un rezago en tecnología tanto en sus sistemas de bombeo como de riego.

En la población de San Matías Tlalancaleca³ - Puebla se encuentran con un problema de bombeo en sus pozos, debido a la baja eficiencia (por ser muy antiguas) o por instalar bombas inadecuadas al no hacer un estudio de las características principales de cada uno de los pozos.

Para poder ejemplificar cómo debe hacerse una selección tomamos como referencia un pozo ubicado en ese lugar llamado pozo 51 (que en adelante nos referiremos a él como p51). Este pozo como muchos otros de la región está constituido por ciertas características, las cuales es indispensable definir para poder hacer una evaluación de cual será la mejor bomba para cada pozo.

Los sistemas de bombeo se basan en características como las siguientes: Filtración del agua a subsuelo, acumulación de agua en subterráneos y mantos acuíferos, extracción por perforación con tubería, extracción de agua por bomba, descarga de agua a estanque. Estos puntos fueron descritos en el capítulo 1 de esta tesina como referencia de cada uno de los procedimientos en el proceso de extracción de agua.

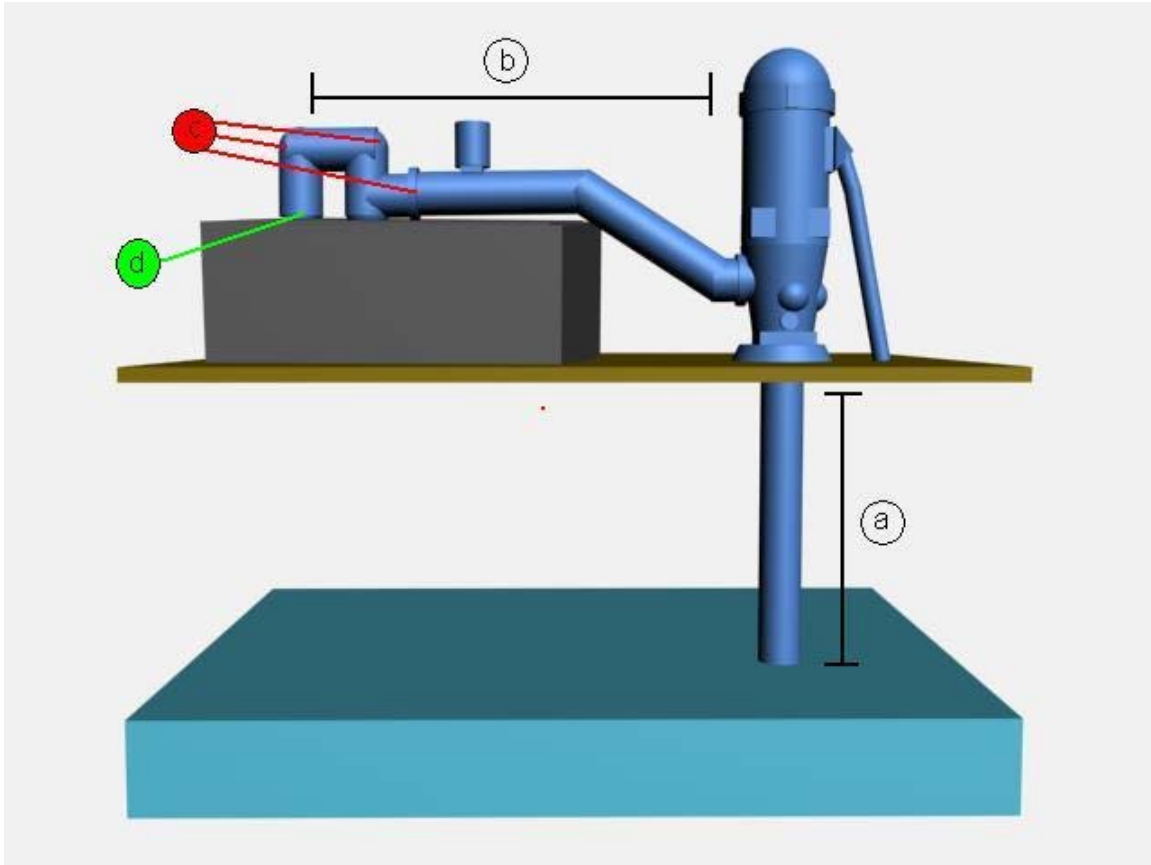


Bomba del p51

³ Casas bajo la tierra

II.2.1 - Descripción de la bomba actual.

Debemos de considerar que para el proceso de transformación de energía y el trabajo de bombeo existen pérdidas, las cuales se deben considerar para una selección adecuada de una nueva bomba. A continuación se cita el esquema del p51 donde se muestra las partes principales:



- a) **Altura geométrica.-** esta se determina por la distancia entre el nivel del suelo y donde se encuentra el agua (mantos acuíferos), la cual para el p51 es de 100m.
- b) **Longitud y diámetro de la tubería.-** la longitud se determinan dependiendo la distancia del punto de extracción al punto de descarga la cual en total es de 103m tomando en cuenta que son 100m de altura geométrica y 3m de la bomba al punto de descarga (la pileta). El diámetro de esta tubería es de 8", que es la más apropiada para los pozos.
- c) **Codos y coples.-** el flujo del agua por la tubería tiene pérdidas, ya que el flujo no es constante por encontrarse cambios de dirección (codos), este cuenta con 5 codos los cuales 2 son de 45° y 3 de 90° y 2 coples (unión de dos tuberías).

- d) Punto de descarga.-** este solo es uno y es aquel en donde el agua sale y desemboca en la pileta la cual dará paso a la distribución en este caso la distancia no es muy larga ya que desemboca a tan solo 3m y una altura de 1.50m de donde está la bomba .
- e) Riegos de infiltración.-** el procedimiento en la práctica para poner a disposición el agua en cada cultivo, es la distribución por demanda, que consisten en distribuir el agua al terreno dejándola escurrir por unos surcos por medio de el desnivel del suelo utilizando solamente la gravedad sin necesidad de utilizar algún otro dispositivo.



Riego por infiltración.

La distribución consiste en dar agua a los regantes cada vez que la pidan y el volumen que necesitan. Este método necesita conducciones de capacidad superior a la estricta; es un tipo de distribución continua en la que los usuarios toman el agua cuando quieren. Permite también experimentar la red y establecer un reglamento.

El efecto de una simultaneidad, cuya probabilidad puede calcularse, es una caída de presión en los canales que es inmediatamente apreciada por el regante, al que basta entonces esperar un poco de tiempo, si la red está bien calculada, para que desaparezca. Para una nueva aplicación se requiere abastecer el agua para los sembradíos a partir de un pozo existente.

La parte principal del sistema de un pozo de riego es la bomba, además es la que nos determinará el mayor consumo de energía y en la que nos enfocaremos. Para esto se tiene que tomar en cuenta las características del pozo como: sus datos de instalación, técnicos y de consumo energético, además de los parámetros que actualmente maneja la bomba ya que son la base de una selección más adecuada en combinación con otras características de uso, mantenimiento, de operación y control.

Para una nueva aplicación se requiere abastecer de agua a partir de un pozo existente (p51). Se diseñara el sistema de conducción para llevar el líquido a una pileta de distribución para el riego, y seleccionar la bomba. Los parámetros de la bomba que actualmente se encuentra en el pozo p51 son las siguientes según los datos de la placa:

PLACA

HP	100	FASE 3	3	CICLOS	60
VOLTAJE	220/440			R.P.M	1800
ARMAZON	A444U			AMP ALTO V	124.7
TIPO	RU6639			AMP BAJO V	249.4
DISEÑO	B	CLAVE	8	CLASIFICACION	
TAMAÑO DE BALERO		SUPERIOR DE CARGA	7322	INFERIOR DE GUIA	6213
CAPACIDAD DE ACEITE		BALERO SUPERIOR	4 LITROS	BALERO INFERIOR	
SERIE 116792525					
MOTOR DE 220 VOLTS PUEDE SER CONECTADO A 208 VOLTS					
MOTORES U.S. DE MEXICO					
MONTERREY, LOS ANGELES, MILFORD HECHO EN MEXICO SIC-DGE-5568					

Datos de la bomba del p51

Además de la información de la placa necesitaremos las características de la instalación para la salida del agua al estanque ya mencionadas en los incisos anteriores.

$$PN = (220 \text{ V}) (249.4 \text{ A}) = 56.868 \text{ kw}$$

CARACTERÍSTICAS

Nivel del agua	Abatimiento	Altura de descarga	Distancia al deposito	Codos 90°	Codos 45°	Coples	Potencia Nominal
100m	4m	1.50m	3m	3	2	2	56.868kw

II.2.2 - Selección de la bomba para realizar el cambio.

Tomando en cuenta los datos de la bomba actual⁴, realizaremos un ejemplo para hacer una selección adecuada y buscar un equipo más eficiente para el uso correspondiente.

Con las características antes mencionadas debemos determinar cuáles son las pérdidas y su carga dinámica para así poder determinar los parámetros necesarios para la nueva bomba por medio de los siguientes cálculos. Estos valores se pueden determinar de muchas formas una de ellas es por tablas⁵ están ya establecidas para este tipo de trabajos. Otra de ellas es la que se aplica por medio de fórmulas una de ellas es la de Manning. En este caso por ser un sistema no muy complejo utilizaremos la de omisión.

Valor por omisión: La carga dinámica es aproximadamente el 2% de la distancia de recorrido del agua. Por lo general el resultado es una estimación conservadora si se asume que el sistema no es muy complejo y la bomba recomendada se conecta a tuberías de diámetro amplio.

La bomba actual está conectada a una tubería de 8" de diámetro. Se seleccionó material acero por ser económico. Se desea encontrar la CDT, que es la suma de la CE más la CD

(CDT) Carga Dinámica Total.

(CE) Carga estática.

(CD) Carga dinámica.

(L) es la distancia total recorrida por el agua por las tuberías.

La carga estática se calcula con la adición de las distancias

CE = Nivel estático + Abatimiento + Altura de la descarga

$$CE = 100 \text{ m} + 4 \text{ m} + 1.50 \text{ m} = \mathbf{105.50 \text{ m}}$$

$$2\% \text{ de } L \text{ es: } CD = 0.02 \times L = 0.02 \times (100 \text{ m} + 4 \text{ m} + 1.50 \text{ m} + 3 \text{ m}) = 0.02 \times 108.50 \text{ m} = \mathbf{2.17 \text{ m}}$$

Entonces,

$$CDT = CE + CD = 105.50 \text{ m} + 2.17 \text{ m} = \mathbf{107.67 \text{ m}}$$

Longitud equivalente (m)	Pérdidas (m.c.a.)	Altura Geométrica (m)	Carga dinámica (m.c.a.)
108.50	2.17	105.50	107.67

⁴ Placa de p51

⁵ Libro: flow of fluids Through Valve Fittings And Pipes

Se considerará que el sistema trabajará 8h diarias promedio máximo mensual, tomando en cuenta el promedio calculado en la bomba nueva. En 8h horas hay (28800) segundos. El requerimiento diario promedio máximo es de **800,000 litros por día**. Este dato nos permite encontrar el caudal Q.

$$Q = 800,000 \text{ l} / 28800 \text{ s} = 27.77 \text{ L/s}$$

Selección:

Considerando que un pozo requiere de una bomba que trabaje a una distancia de **107.67** metros columna de agua, con un gasto de **13.829** litros por minuto, podemos ver en la tabla nos muestra una variedad de bombas con diferentes capacidades y se seleccionará la columna donde corresponde según los datos el modelo 30BS500-3-1 que a continuación se anexan especificaciones generales:

Serie 30BS: para 30 litros por segundo (Rango: 21 a 35 lps)

MODELO	HP Nominal	No. PASOS EN H. DÚCTIL	DIÁMETRO DEL ACOPLAMIENTO AL MOTOR (PULG.)	DES-CARGA (PULG.)	ADEME MÍNIMO (PULG.)	PRECIO DE LISTA SOLO BOMBA (U.S.dlls)	PRECIO DE LISTA VÁLVULA CHECK (U.S.dlls)	PRECIO DE LISTA BOMBA Y VÁLVULA (U.S.dlls)
30BS150-1-1	15	0	6	6	8	1,634	428	2063
30BS200-1	20	0	6	6	8	1,634	428	2063
30BS250-2-2A	25	0	6	6	8	2,076	428	2504
30BS300-2-2	30	0	6	6	8	2,076	428	2504
30BS300-2-1	30	0	6	6	8	2,076	428	2504
30BS400-2	40	0	6	6	8	2,076	428	2504
30BS400-3-2A	40	0	6	6	8	2,518	428	2946
30BS500-3-3	50	0	6	6	8	2,518	428	2946
30BS500-3-1	50	0	6	6	8	2,518	428	2946
30BS600-4-3	60	0	6	6	8	2,959	428	3387
30BS750-4	75	0	8	6	8	2,981	428	3409
30BS750-5-4	75	0	8	6	8	3,422	428	3851
30BS1000-5-2	100	0	8	6	8	3,422	428	3851
30BS1000-5	100	0	8	6	8	3,422	428	3851
30BS1000-6-4	100	0	8	6	8	3,864	428	4292
30BS1000-6-2	100	0	8	6	8	3,864	428	4292
30BS1250-6	125	0	8	6	10	4,306	428	4734
30BS1250-7-4	125	0	8	6	10	4,306	428	4734
30BS1250-7-2	125	0	8	6	10	4,306	428	4734
30BS1250-7	125	0	8	6	10	4,306	428	4734
30BS1250-8-4	125	0	8	6	10	4,747	428	5175
30BS1500-8-2	150	0	8	6	10	4,747	428	5175
30BS1500-8	150	0	8	6	10	4,747	428	5175
30BS1500-9-4	150	1	8	6	10	5,766	428	6195
30BS1500-9-2	150	1	8	6	10	5,766	428	6195
30BS1750-9	150	1	8	6	10	5,766	428	6195
30BS1750-10-4	175	2	8	6	10	6,585	428	7013
30BS1750-10-2	175	2	8	6	10	6,585	428	7013
30BS1750-10	175	2	8	6	10	6,585	428	7013

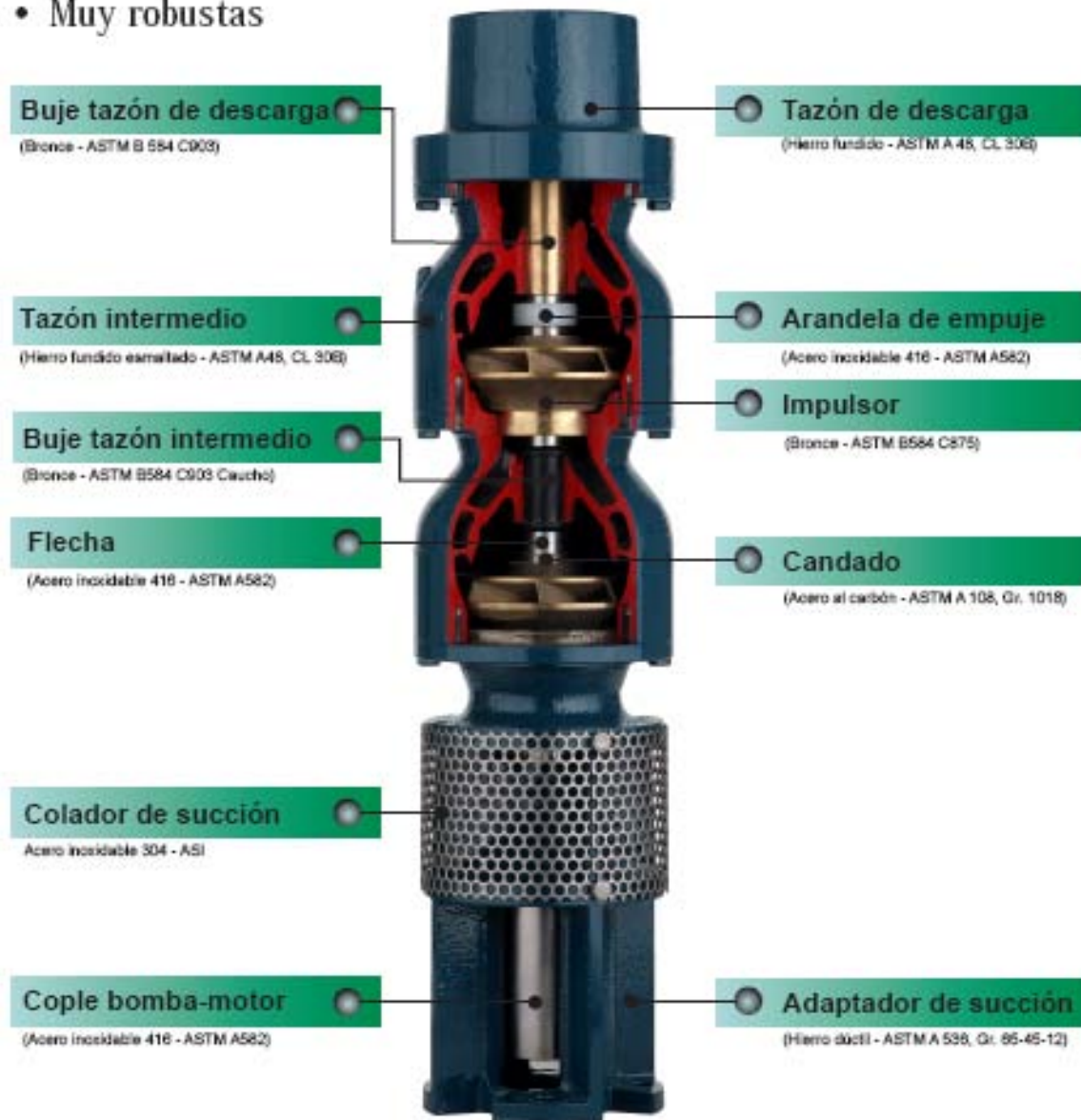
Tabla de selección de modelo de la bomba⁶.

⁶ Referencia de fabricante (www.altamira.com)

BOMBAS SUMERGIBLES



- Excelente rango de eficiencia (75% a 85 %)
- Ahorro de energía
- Alta tecnología
- Muy robustas



Cuerpo de la bomba por seleccionar ⁷

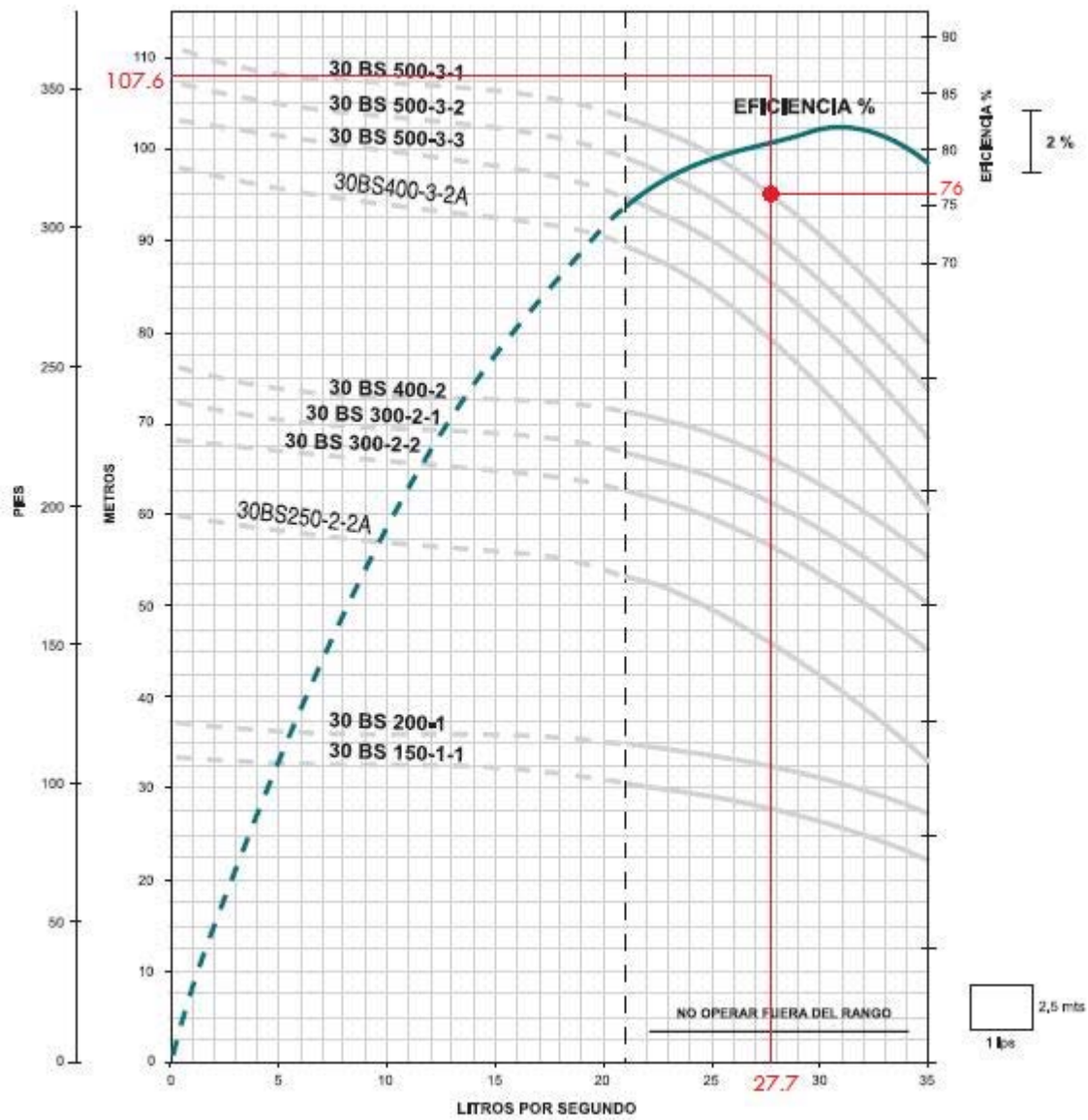
⁷ Cuerpo. Información obtenida de (www.altamira.com)

COMPONENTES	MATERIAL
FLECHA	ACERO INOXIDABLE 416
COPLE	ACERO INOXIDABLE 416
ADAPTADOR DE SUCCIÓN	HIERRO DÚCTIL
TAZÓN DE DESCARGA	HIERRO FUNDIDO
BUJES ESTÁNDAR	BRONCE Y CAUCHO
BUJES "OPCIONALES"	ACERO INOXIDABLE / CAUCHO Y CARBÓN
TORNILLOS	ACERO Gr 8
CANDADOS	ACERO AL CARBÓN Gr 1018
TAZÓN INTERMEDIO	HIERRO FUNDIDO ESMALTADO
ARANDELA DE EMPUJE	ACERO INOXIDABLE 416
IMPULSOR	BRONCE
GUARDACABLE	ACERO INOXIDABLE 416
COLADOR DE SUCCIÓN	ACERO INOXIDABLE 416



Características generales de la bomba por seleccionar⁸

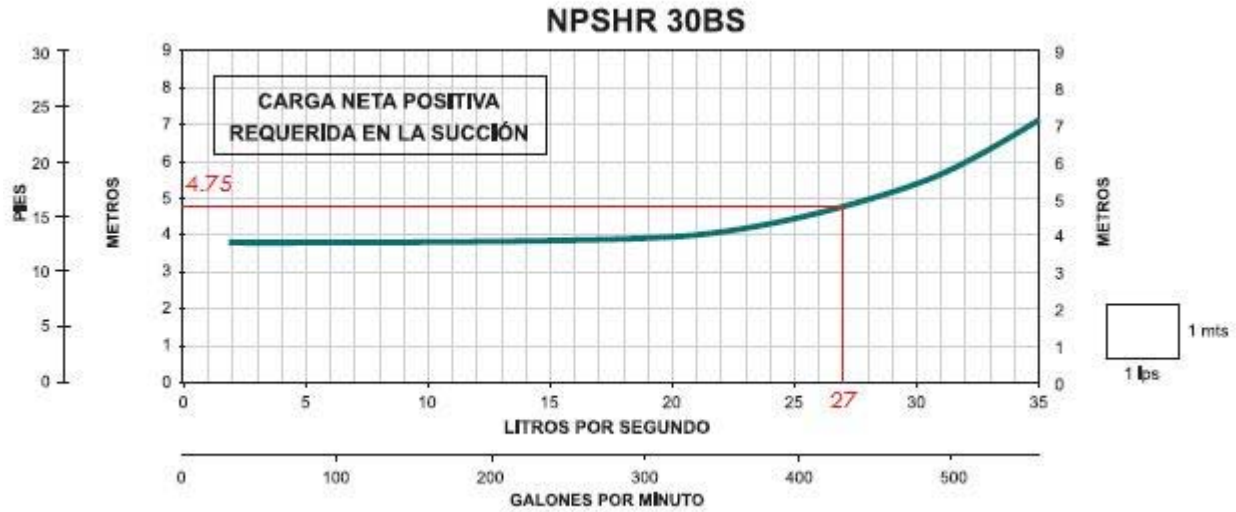
⁸ Dimensiones. Información obtenida de (www.altamira.com)



Grafica de gasto, carga y eficiencia de funcionamiento por modelo de bomba⁹

⁹ Tabla. Información obtenida de (www.altamira.com)

Net Positible Subtion Head (Presión neta de succión)¹⁰



Los NPSH de la bomba por seleccionar¹¹

RANGO DE OPERACIÓN	21-35 LPS
RANGO DE POTENCIA	15-175 HP

Nota:

- Motores estándar de 8" y 10" 60-175 HP/3525RPM.

*1 Incluye 1 tazón intermedio de hierro dúctil

CORRECCIÓN POR EFICIENCIA	PASOS
-3 %	1
-1 %	2

- Motores estándar de 6" 15-50 HP/3470 RPM.

*2 Incluye 2 tazones intermedio de hierro dúctil

	Bomba propuesta	Caudal (L/s)	Altura (m)	Diámetro	Motor (HP)	Eficiencia (%)	Rpm
Datos	30BS-500-1	27.77	107.67	8"	50	76	3,525

	Costo de la bomba	Instalación y material	Potencia Nominal (KW)
Datos	\$ 31,852.70	\$ 4.777.91	28.127kw

Datos de la bomba nueva

¹⁰ Datos. Información obtenida de (www.altamira.com)

¹¹ NPSH. Información obtenida de (www.altamira.com)

II.3 - Tarifa de energía eléctrica aplicada al sistema de riego utilizado.

Tarifas de energía eléctrica.

Las tarifas de energía eléctrica son disposiciones específicas, que contienen las cuotas y condiciones que rigen para los suministros de energía eléctrica agrupados en cada clase de servicio.

Las tarifas se identifican oficialmente por su número y/o letra (s). Sólo en los casos que sea preciso complementar la denominación, delante de su identificación se escribe el título de la respectiva tarifa.

Identificación

9 Servicio de bombeo de agua para riego agrícola.

9M Servicio de bombeo de agua para riego agrícola en media tensión.

9CU Servicio de bombeo de agua para riego agrícola con cargo único.

9N Servicio de bombeo de agua para riego agrícola nocturno.

El servicio de energía eléctrica es diferente para cada uno de los usuarios tales como la industria, el hogar, bombeo, etc. La correspondiente al riego por bombeo es la 9CU (Servicio de bombeo de agua para riego agrícola con cargo único).

Esta tarifa describe cual será el costo por energía eléctrica que es especificado en el recibo que es expedido por Comisión Federal de Electricidad (CFE). El costo de la tarifa varía conforme al mes y año correspondiente este se puede consultar directamente en la página CFE¹².

¹² www.CFE.com.mx y anexo 3

CAPITULO III.- EVALUACIÓN DE LOS CONSUMOS POR EL USO DE LA BOMBA.

III.1. Evaluación de consumo y ahorro anual de la bomba

El consumo y demanda del p51 son los factores a considerar para poder obtener un ahorro considerable en los costos por conceptos de energía eléctrica. Se tiene que evaluar cuáles serán sus consumos para que a partir de estos podamos determinar cuáles serán las diferencias de la bomba actual y la nueva.

A) BOMBA ACTUAL

TARIFA 9CU (REGION CENTRAL)⁹

RAZON SOCIAL:	ASOC DE USU DE TLALANCALECA
UBICACIÓN:	San Matías Tlalancaleca Puebla Tepazolco pozo 51
TARIFA:	9CU (Servicio de bombeo de agua para riego agrícola con cargo único)
N° DE SERVICIO:	247 890 102 072
N° DE MEDIDOR:	4L11H1

FUNCION	LECTURA ACTUAL	LECTURA ANTERIOR	DIFERENCIA INICIO – FIN	MULTIPLICADOR	TOTALES
Kwh	25810	14061	11749	1	11,749
Kw	81	0	81	1	81
KVArh	7431	1719	5712	1	5, 712

⁹ Valores dados por recibo de CFE en anexo1

(EJEMPLO)

CONCEPTOS A FACTURAR

Los cargos que presenta la factura correspondiente a los cargos por el consumo de los pozos son los siguientes:

- Cargo por energía
- Factor de potencia
- Cargo 2% por Baja Tensión
- Cargo por IVA
- Facturación del periodo
-

Estos se describen de la siguiente manera para el pozo p51:

CARGO POR ENERGÍA

Es resultado de multiplicar el precio por el consumo de energía del mes:

$$\left[11,749 \text{ kwh } \left(.3800\$/\text{kwh} \right) \right] = \$4,464.62$$

ENERGÍA Kwh	PRECIO POR \$/Kwh.	IMPORTE
11,749	0.3800	\$ 4,464.62

FACTOR DE POTENCIA

Factor del aprovechamiento de la energía, del trabajo útil o fuerza mecánica. El factor de potencia aceptable es del 90%. Cuando el factor de potencia tiene un valor superior al 90% se aplica una bonificación; mientras que un porcentaje menor al 90% significa que es energía que se desperdicia y se aplica un cargo.

Potencia activa

Los diferentes dispositivos eléctricos convierten la energía eléctrica en otras formas de energía tales como: mecánica, lumínica, térmica, química, etc. A la energía consumida por dichos dispositivos, que es capaz de producir trabajo útil, se le conoce como potencia activa y es similar a la energía consumida por una resistencia eléctrica; su símbolo es **P** y sus unidades son los Watts (W).

Potencia reactiva

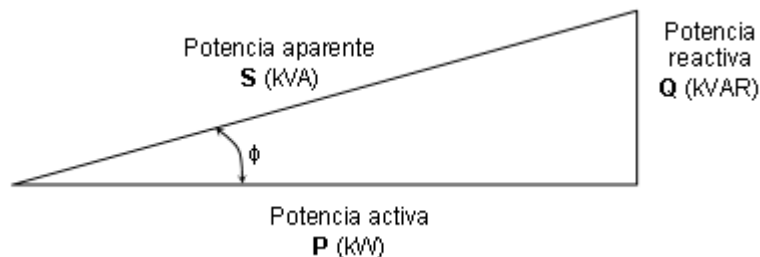
Además de utilizar potencia activa para producir un trabajo, los motores, transformadores y demás equipos similares requieren un suministro de potencia reactiva para generar el campo magnético necesario para su funcionamiento. La potencia reactiva no produce por si misma ningún trabajo; se simboliza con la letra **Q** y sus unidades son los volts-ampers reactivos (VAR).

Potencia aparente

La potencia total o aparente es la suma geométrica de las potencias activa y reactiva, o bien, el producto de la corriente y el voltaje; su símbolo es **S** y sus unidades se expresan en volts-ampers (VA).

Triángulo de potencias

Para poder ilustrar las diferentes formas de potencia eléctrica utilizaremos el triangulo de potencias:



De la figura anterior se observa:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

además:

$$\cos \phi = \frac{P}{S} \quad \text{y} \quad \tan \phi = \frac{Q}{P}$$

Factor de potencia (FP)

El factor de potencia ($\cos \phi$) es la relación entre la potencia activa (en kilowatts, kW), y la potencia aparente (en kilovolts-amperes, kVA) y describe la relación entre la potencia de trabajo o real y la potencia total consumida.

El FP está definido por la siguiente ecuación:

$$FP = \frac{P}{S} = \cos \phi$$

Tomando en cuenta lo anterior se harán los siguientes cálculos:

$$S = \left[\sqrt{(11,749)^2 + (5,712)^2} \right] = 13063.91 \text{KVA}$$

$$FP = \left[11,749 / 13063.9176 \right] = 89.93\%$$

POTENCIA ACTIVA (P)	POTENCIA REACTIVA (Q)	FACTOR DE POTENCIA %
11749	5712	89.93

Nota: En este caso por ser una pequeña diferencia no se aplica ningún cargo por un factor de potencia bajo.

CARGO 2% POR BAJA TENSION

$$\left[\$4,464.62 \left(.02\% \right) \right] = 89.29$$

IMPORTE	CARGO POR BAJA TENSION	BAJA TENSION
\$ 4,464.62	2%	89.29

CARGO POR IVA

Este cargo no se aplica en este caso ya que es una tarifa fija

FACTURACIÓN DEL PERIODO (23 MARZO – 24 ABRIL DE 2007)

Conforme a lo cálculos que ya se realizaron podemos observar los siguientes cargos que están en el recibo por consumo de energía eléctrica de CFE

Cargo por energía	\$ 4,464.62
Cargo 2% por Baja Tensión	\$ 89.29
Cargo por IVA	\$ 0.00
Facturación del periodo	\$ 4,553.91
Cargo por adeudo anterior	\$.93
TOTAL	\$ 4,554.84

B) BOMBA NUEVA

Para el cálculo económico de la bomba nueva, se obtiene su demanda y consumo para determinar la diferencia entre las dos bombas. El importe de la facturación por el suministro de energía eléctrica, es de: \$ **4,464.62** mensuales para la bomba actual. El costo y características principales de la nueva bomba son las siguientes:

Datos de la bomba:

- **Equipo propuesto:** 30BS-500-1
- **Voltaje:** 220
- **Amperaje:** 127.85
- **Eficiencia:** 76 %
- **Costo:** \$ 31,852.70
- **Costo de instalación:** \$ 4.777.91

Los materiales están incluidos dentro de la instalación y se considero el 5 % adicional ya que no se requerirá de mas porque se utilizara el mismo sistema solo se necesita lo necesario para instalar la nueva bomba.

Para determinar el costo de energía de la nueva bomba se requiere de los datos de voltaje y amperaje del motor y hacer una estimación tanto de la potencia nominal como del consumo para determinar el ahorro de energía y por lo consiguiente el ahorro en pesos, con el ahorro mensual en pesos podemos determinar el periodo de recuperación de la inversión en el equipo y los costos de instalación.

Para calcular la potencia nominal de la nueva bomba se toma el valor del voltaje y amperaje y se multiplican (en este caso se están despreciando las pérdidas por factor de potencia) a si mismo se divide entre la potencia nominal de la bomba actual y se multiplica por 100 para sacar % de reducción de la potencia demandada.

(EJEMPLO)

Proyección de los conceptos a facturar para la bomba nueva

Potencia nominal bomba nueva.

$$PN = (220 \text{ V})(127.85 \text{ A}) = 28.127 \text{ kw}$$

	BOMBA ACTUAL	BOMBA NUEVA
POTENCIA NOMINAL	54.868kw	28.127kw

$$\% = \left[\frac{28.127 \text{ kw}}{54.868 \text{ kw}} \right] \times 100 = 51.26 \%$$

Con este % se calcula el consumo mensual en KW de la bomba nueva multiplicando directamente los valores de ambas columnas:

Multiplicar (x) (y) = Kw

MES	KW Actual	%	KW Nueva
may-06	86	0.5126	41.91
jun-06	83	0.5126	40.45
jul-06	83	0.5126	40.45
ago-06	0	0.5126	0.00
sep-06	68	0.5126	33.14
oct-06	86	0.5126	41.91
nov-06	87	0.5126	42.40
dic-06	85	0.5126	41.43
ene-07	88	0.5126	42.89
feb-07	85	0.5126	41.43
mar-07	79	0.5126	38.50
abr-07	81	0.5126	39.48

Para calcular el consumo requerimos de obtener un promedio mensual de horas de funcionamiento de la bomba actual con la siguiente ecuación:

$$\left[Z \cdot KW \cdot h \left(\frac{1}{Y \cdot KW} \right) \right] = T \cdot hrs$$

Donde: Z= numero de Kwh del mes correspondiente

Y= Numero de Kw

T= Numero de horas de funcionamiento mensual

Por ser muy variante los consumos por mes, no se puede aplicar una media y se tienen que calcular cada uno de los meses:

Horas x mes de la Bomba Actual

MES	KW	Kwh	Horas x mes
may-06	86	5713	66.43
jun-06	83	3362	40.51
jul-06	83	231	2.78
ago-06	0	0	0.00
sep-06	68	18	0.26
oct-06	86	1069	12.43
nov-06	87	3321	38.17
dic-06	85	3583	42.15
ene-07	88	9554	108.57
feb-07	85	3022	35.55
mar-07	79	11919	150.87
abr-07	81	11749	145.05

Tabla de trabajo en horas por mes¹

Con los valores ponderados de la potencia demandada (tabla de la pagina 62) y las horas de consumo por mes podremos calcular los valores ponderados del consumo Kwh de la bomba nueva, multiplicando las horas del funcionamiento mensual por los correspondientes en Kw.

¹ Datos de factura de CFE Anexo1

Kwh x mes de la Bomba Nueva

MES	Horas x mes	KW Nueva	KWh
may-06	66.43	41.91	2784.34
jun-06	40.51	40.45	1638.54
jul-06	2.78	40.45	112.58
ago-06	0.00	0.00	0.00
sep-06	0.26	33.14	8.77
oct-06	12.43	41.91	521.00
nov-06	38.17	42.40	1618.55
dic-06	42.15	41.43	1746.25
ene-07	108.57	42.89	4656.33
feb-07	35.55	41.43	1472.83
mar-07	150.87	38.50	5808.96
abr-07	145.05	39.48	5726.11

Con estos datos podemos hacer una diferencia de consumo y de costo tomando en cuenta los valores ya dados y mostrar cual será su ahorro y una proyección de recuperación.

Tabla comparativa de consumo de energía, potencia activa (demanda) y precios medios para la bomba existente y la bomba nueva.

MES	BOMBA ACTUAL				BOMBA NUEVA				AHORRO MENSUAL	
	KW	KWh	PRECIO MEDIO	COSTO MES	KW	KWh	PRECIO MEDIO	COSTO MES		
may-06	86	5713	0.3668	\$ 2,095.53	41.91	2784.34	0.3668	\$ 1,021.30	\$ 1,074.23	
jun-06	83	3362	0.3676	\$ 1,235.87	40.45	1638.54	0.3676	\$ 602.33	\$ 633.55	
jul-06	83	231	0.3675	\$ 84.89	40.45	112.58	0.3675	\$ 41.37	\$ 43.52	
ago-06	0	0	0	\$ -	0.00	0.00	0	\$ -	\$ -	
sep-06	68	18	0.3683	\$ 6.63	33.14	8.77	0.3683	\$ 3.23	\$ 3.40	
oct-06	86	1069	0.3672	\$ 392.54	41.91	521.00	0.3672	\$ 191.31	\$ 201.23	
nov-06	87	3321	0.3668	\$ 1,218.14	42.40	1618.55	0.3668	\$ 593.69	\$ 624.46	
dic-06	85	3583	0.3668	\$ 1,314.24	41.43	1746.25	0.3668	\$ 640.52	\$ 673.72	
ene-07	88	9554	0.3872	\$ 3,699.31	42.89	4656.33	0.3872	\$ 1,802.93	\$ 1,896.38	
feb-07	85	3022	0.3872	\$ 1,170.12	41.43	1472.83	0.3872	\$ 570.28	\$ 599.84	
mar-07	79	11919	0.3884	\$ 4,629.34	38.50	5808.96	0.3884	\$ 2,256.20	\$ 2,373.14	
abr-07	81	11749	0.3876	\$ 4,553.91	39.48	5726.11	0.3876	\$ 2,219.44	\$ 2,334.47	
Total:				\$ 20,400.52	Total:				\$ 9,942.60	
AHORRO ANUAL									\$ 10,457.93	

Recuperación de la inversión

El valor de recuperación es de la diferencia que existe entre el ahorro de la bomba actual y la bomba nueva y dando así una diferencia de \$ **10,457.93** anual y se puede obtener una recuperación de la inversión en un mediano plazo como lo muestra la siguiente proyección.

Costo:	Costo de instalación:	total de gasto	Ahorro Anual	Tiempo de recuperación
\$ 31,852.70	\$ 4,777.91	\$ 36,630.61	\$ 10,457.93	3.5 años

IV.2 Evaluación de consumo en horario base.

Para esto tenemos que determinar cuales son los horarios de mayor consumo y determinar cual es el costo que se aplica a ese horario.

Tarifas horarias.

Los horarios se dividen los siguientes periodos:

- Punta
- Base
- Intermedio

Los periodos mencionados establecidos por CFE, cambian según el horario normal o de verano y según los días de la semana, así como los días festivos establecidos en la Ley Federal de Trabajo.

Regiones Central, Noreste, Norte y Sur

Del 1° de febrero, al sábado anterior al primer domingo de abril.

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00 23:00 - 24:00	19:00 - 23:00	

Del primer domingo de abril al 31 de julio.

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	1:00 - 6:00	0:00 - 1:00 6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
sábado	1:00 - 7:00	0:00 - 1:00 7:00 - 24:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

Del 1° de agosto, al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 19:00 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00 23:00 - 24:00	19:00 - 23:00	

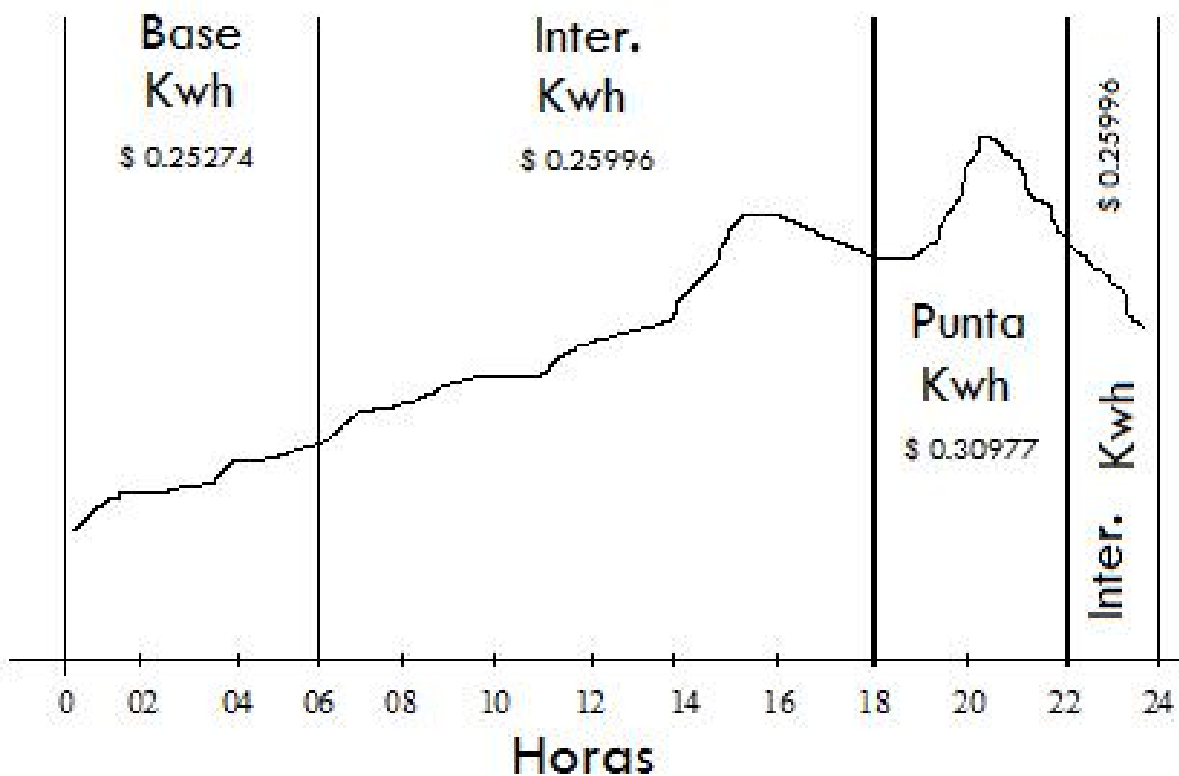
Del último domingo de octubre al 31 de enero.

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

Se aplicarán los siguientes cargos por la demanda facturable, por la energía de punta, por la energía de semipunta, por la energía intermedia y por la energía de base.

Región	Cargo por kilowatt de demanda facturable	Cargo por kilowatt - hora de energía de punta	Cargo por kilowatt - hora de energía intermedia	Cargo por kilowatt - hora de energía de base
Central	\$ 3.085	\$ 0.30977	\$ 0.25996	\$ 0.25274

CURVA DE DEMANDA DIARIA



En el caso de del p51 su horario varía dependiendo la demanda. Como ya se menciona el periodo promedio de uso de 8 horas diarias, en la cual se usa de entre las 6 de la mañana y 10 de la noche.

En el caso de la bomba actual este no aplica un servicio de uso horario ya que al tener la tarifa 9CU (Servicio de bombeo de agua para riego agrícola con cargo único) tiene un costo unitario en todo el día. Este solo aplica para tarifas **H²**

² Información obtenida de CONAE departamento de consulta

CONCLUSIONES.

La falta de recursos económicos ha provocado que gran parte de los Organismos Operadores de agua en el país, presenten deficiencias operativas para el cumplimiento de sus objetivos. Algunas de las causas se deben principalmente, a la baja disposición de pago de los usuarios, errores de medición, toma clandestina, pérdidas en líneas de conducción y en la red, y en su gran mayoría, a un alto porcentaje de pago por consumo de energía eléctrica.

La realización de diversos eventos en los que se tratan temas relativos al ahorro de energía eléctrica es una muestra clara del interés que existe por el mismo. Podemos mencionar que aquellos Organismos Operadores, que hacen un buen uso de la energía, abaten los costos de operación, utilizando adecuadamente los equipos; así mismo empleando motores eficientes, proporcionando mantenimiento y tecnologías adecuadas, tendremos instalaciones eficientes.

En esta tesina, se analizaron los problemas en los pozos de riego de San Matías Tlalancateca Puebla ; así como, las principales tarifas que aplican al sector hidráulico, comparación de costos, factores que implican un mayor consumo de energía eléctrica, selección de equipos que reducen el mismo y se dan las recomendaciones siguientes:

- La inversión de equipo nuevo a futuro reeditará en un mejor funcionamiento de los pozos y un menor gasto en su funcionamiento y operación a mediano plazo.
- La selección de una bomba adecuada basada en características específicas de los pozos asegura la eficiencia y mantenimiento dentro de los rangos normales y por lo tanto optimización de recursos económicos.
- El uso de las bombas en un horario adecuado, así es posible, disminuye los costos de acuerdo con las tarifas para los intervalos de baja o menor demanda.
- El almacenar agua en un estanque en horario nocturno puede proveer agua en horarios de alto consumo de energía eléctrica y bombear la misma cuando el costo del Kw. – h es menor.

Por todas estas razones se puede disminuir considerablemente los costos de los pozos de bombeo de agua. La experiencia nos ha mostrado, que la planeación es parte esencial, para garantizar la estabilidad y conservar el equilibrio en el desarrollo de todo proyecto, lo cual favorece y contribuye a realizar los proyectos de manera profesional y obtener mejores resultados.

En este diplomado se presentaron los elementos básicos de técnicas y ciencias administrativas de la aplicación en tecnologías de diseño. La administración es la responsable de iniciar acciones que hacen posible que los individuos aporten sus mejores contribuciones para el logro de los objetivos del grupo. Quizá no exista área más importante de actividad humana que el administrar, ya que la función básica de todos los administradores, a cualquier nivel y en cualquier empresa es lograr y mantener un ambiente en el cuál los individuos que trabajan en grupos puedan alcanzar metas y objetivos preestablecidos. En lo cual, este diplomado apporto herramientas a los administradores para el desarrollo de proyectos, que en la práctica deben manifestarse y ser modificados por las contingencias, situaciones, necesidades y factores humanos a los cuales se enfrentan y así facilitar esos procesos para un mejor desempeño.


En lo particular la UNAM “FES Aragón” y este diplomado han contribuido con los conocimientos necesarios para poder hacer y ejercer en el campo laboral cualquier trabajo que se nos presente de la mejor manera.

Por ello, creemos que es importante que estos términos de referencia, sean promovidos y difundidos en todas las áreas afines a la ingeniería electromecánica del sector hidráulico.

La aplicación de estas prácticas del uso eficiente de la energía, es un eje rector que coadyuva a realizar una evaluación técnica, con un amplio panorama de lo que debe contener un proyecto, con estricto apego a la Normatividad y a los requerimientos técnicos establecidos en estos términos. Además sin duda alguna, nos comprometemos a realizar mejores Estudios y Proyectos, sobre la base de las recomendaciones y prácticas del uso eficiente de la energía. Lo anterior, ayudará a tener mejor infraestructura en los Sistemas Hidráulicos y buenos índices de eficiencia según el caso.

ANEXO 1.- Datos de la bomba actual.

A continuación se presenta la factura por concepto de servicio de energía eléctrica expedido por CFE.



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Volumen a pagar	Pagos	Cargos adicionales	Monto a pagar
\$4,914.93	\$4,914.00	\$4,503.81	\$4,554.00

Fecha límite de pago: **06 MAY 07** Corte a partir de: **07 MAY 07**

Ubicación del suministro:
ASOC DE USU DE TLANCALE
TLAZUCLO - OZUMILCO
ENMATE TLANCALE
TLANGALECA, PUL.

Número de Servicio: 247 890 102 072


Periodo: 23 MAR 07 a 24 ABR 07

Domicilio fiscal:
R/C/T

Carga conectada kW/3ø:

Demanda contratada kW/3ø:

AVISO-RECIBO
BY DV 05 E 13 803 0180
01 247890102072 070506 00004554 6

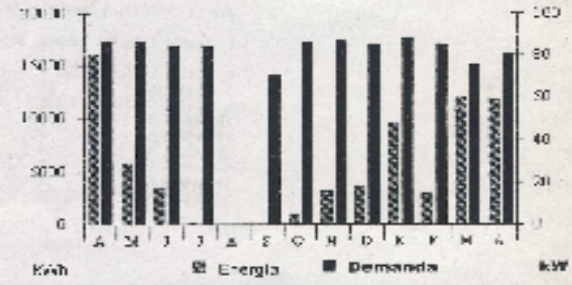


Tarifador:

Multiplicador:

Unidad	Re. Medio	Lectura	Balance	Diferencial	Tarifa
kWh	42110	2017	14081	11749	11.749
kW	42110	81	3	37	61
kVAh	42110	7431	1713	5712	0.712

Costos históricos



Mes	Consumo mensual kWh	Demanda mensual kW	Costo kWh	Costo kW
MAR 07				
11749 0.5803 4.48462				
ABR 07				
84.58				

Mes	Consumo mensual kWh	Costo kWh
ABR 06	10,041	0.3839
MAY 06	5,713	0.3839
JUN 06	3,352	0.3675
JUL 06	231	0.3675
AUG 06	0	0.0000
SEP 06	18	0.3683
OCT 06	1,059	0.3672
NOV 06	3,321	0.3669
DIC 06	3,583	0.3669
ENE 07	9,554	0.3872
FEB 07	5,022	0.3872
MAR 07	11,919	0.3394
ABR 07	11,749	0.3875

Conceptos

Carga por energía	4,484.22
Carga 2W Bajo tensión IVA 0%	69.29
IVA 0%	0.00
Facturación del Período	4,553.51
Adeudo Anterior	4,914.55
Se Pago	4,314.00
Total	\$4,554.84

Fecha y lugar de expedición: 26 ABR 07, SAN MARTIN TEX.

Sum: **(CUATRO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO PESOS 84.100 M.N.)**

APROBACIÓN SUPERVENIENTAL 529,705.51

AVISOS IMPORTANTES


• Credito por el pago efectuado el 03 ABR 07 por \$4,914.00
 • Ver transformador del servicio de
 • SERVICIOS A CLIENTES Teléfono 071.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Total a pagar: \$4,664.00

(CUATRO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO PESOS 00.100 M.N.)

01 247890102072 070506 00004554 6



Para un mayor entendimiento de la lectura de esta factura o de cualquiera otra se podrá consultar la página de la Comisión federal de electricidad (www.cfe.gog.mx)

ANEXO 2.- Tarifas de energía eléctrica.

Clasificación de acuerdo a su aplicación.

Las tarifas de uso específico son aquellas que se aplican a los suministros de energía eléctrica utilizados para los propósitos que las mismas señalan; a este grupo corresponden las siguientes: 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, DAC, 5, 5A, 6, 9, 9CU, 9M y 9N.

Las tarifas para uso general, son aquellas aplicables a cualquier servicio eléctrico, exceptuando los específicos, antes señalados. Este grupo comprende las siguientes: 2, 3, 7, OM, HM, HS, HT, HSL, HTL, I30 e I15. (Salvo el caso de la tarifa 6 a cuyo uso puede aplicarse la tarifa de uso general correspondiente a las condiciones del suministro).

No se puede aplicar una tarifa de uso general a un servicio cuando existe una tarifa de uso específico y viceversa, con excepción de la tarifa 6.

1. Baja Tensión (menores de 1 kV). Tarifas 1, DAC, 2, 3, 5, 5A, 6, 7, 9 y 9CU.
2. Media tensión (1 kV a 35 kV) Tarifas 5, 5A, 6, 9CU, 9M, 9N, OM, HM.
3. Tensión de subtransmisión (Mayores de 35 kV y menores de 220 kV). Tarifas HS, HSL, I15 e I30.
4. Tensión de transmisión igual o mayores de 220 kV Tarifas HT, HTL, I15 e I30.

Identificación:

1 Servicio doméstico.

DAC Servicio doméstico. Se aplica a todos los servicios de alto consumo (promedio de más de 250 kWh mes)

1A Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 25 grados centígrados.

1B Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 28 grados centígrados.

1C Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 30 grados centígrados.

1D Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 31 grados centígrados

1E Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 32 grados centígrados

- 1F Servicio doméstico para localidades con temperaturas media mínima en verano de 33 grados centígrados
- 2 Servicio general hasta 25 kW de demanda.
- 3 Servicio general para más de 25 kW de demanda.
- 5 Servicio para alumbrado público (aplicable en zonas conurbadas del Distrito Federal, Monterrey, y Guadalajara)
- 5A Servicio para alumbrado público (aplicable en todo el país excepto las zonas descritas en la tarifa anterior)
- 6 Servicio para bombeo de aguas negras o potables de servicio público.
- 7 Servicio temporal.
- 9 Servicio de bombeo de agua para riego agrícola.
- 9M Servicio de bombeo de agua para riego agrícola en media tensión.
- 9CU Servicio de bombeo de agua para riego agrícola con cargo único.**
- 9N Servicio de bombeo de agua para riego agrícola nocturno.
- OM Tarifa ordinaria para servicio general en media tensión con demanda menor a 100 kW.
- HM tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más.
- HS tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel subtransmisión.
- HT tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel transmisión.
- HSL tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel subtransmisión, para larga utilización.
- HTL tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel transmisión, para larga utilización.
- I-15 e I-30 tarifa para servicio interrumpible aplicable a usuarios de tarifas HS, HT, HSL y HTL.

ANEXO 3.- Recomendaciones para el financiamiento con (FIDE)^{a1}.

FIDE Ofrece orientación, asistencia técnica y otorga financiamiento para el ahorro de energía eléctrica en México. Su objetivo es impulsar la aplicación de medidas correctivas que permitan reducir el consumo de energía eléctrica en sistemas suministradores de agua potable. Presentar a la firmas consultoras y distribuidoras de equipos de alta eficiencia oportunidades de participación en este tipo de proyectos de ahorro de energía eléctrica. Sus características principales son:

Monto del Financiamiento

Lo que requieran

Tasa de Interés

La Tasa de interés que se cargará sobre los saldos insolutos, será fijo o igual a 9.5 puntos

Participantes

Todos los municipios que le suministre energía la Comisión Federal de Electricidad.

Tecnologías

Sistemas Operadores de Agua Potable, Juntas Municipales de Agua Potable, Organismos Operadores de Agua Potable Municipal, Municipios, Etc., que le suministre energía eléctrica la Comisión Federal de Electricidad.

Esto lo hace a traves de sus proyectos y programas donde clasifica de la siguiente manera:

Industria

El financiamiento para Industria que el FIDE ofrece, está orientado a la sustitución de equipos ineficientes; a la aplicación de automatización y control de la demanda, así como la implementación de equipos o máquinas de alta eficiencia energética y la optimización de procesos.

Comercios y servicios

El financiamiento para Comercios y Servicios que el FIDE ofrece, está dirigido a la sustitución de equipos ineficientes por otros de mayor eficiencia energética que permitan reducir los costos de facturación eléctrica e incrementar la productividad y competitividad de las empresas.

^{a1} Información extraída de la pagina de FIDE

Dicho crédito se aplica para la sustitución de equipos ineficientes en inmuebles en operación, adquisición de equipos eficientes para obras nuevas y sustitución de sistemas de enfriamiento de agua helada (chillers).

Residencia

El financiamiento para residencial que el FIDE ofrece, esta dirigido hacia las Viviendas Eficientes que son aquellas que tiene un mayor aprovechamiento de los recursos energéticos en comparación con una vivienda convencional y hacia el uso de Led's que es una tecnología nueva que pretende reemplazar la iluminación convencional, reduciendo de esta manera hasta un 90 % el consumo de energía eléctrica, dicha tecnología requiere de bajos costos de operación y mantenimiento.

Municipios

Se asesora técnicamente para la aplicación de “Nueva Tecnología”, se informa para la gestoría y adquisición de productos eficientes y como obtener financiamiento para contratar el suministro y la instalación del equipo ahorrador en bombeo de agua potable, alumbrado publico, semáforos con Led's; así como locales, predios y edificios que sean propiedad del municipio

Esta última (municipios) es la que a nuestro trabajo corresponde y la FIDE. Las condiciones de este tipo de proyectos son las siguientes:

REQUISITOS

- NO tener adeudos con CFE ni FIDE
- Que la empresa contratista o consultora seleccionada por la Autoridad MUNICIPAL, garantice ahorrar lo suficiente, para a través del RECIBO DEL CONSUMO DE CFE al FIDE con el ahorro.
- Llenar la solicitud de financiamiento
- Acuerdo de Cabildo
- Contratos de Ejecución de los Trabajos
- Comunícate a la brevedad, para reservar recursos que en este momento se tienen en el FIDE

BIBLIOGRAFÍA.

- **Modulo 3 Tecnologías de diseño asistido por computadora del diplomado** (Administración y aplicación de tecnologías de diseño en proyectos)
- **Modulo 4 Análisis de esfuerzos por deformaciones en ingeniería del diplomado** (Administración y aplicación de tecnologías de diseño en proyectos)
- **Modulo 6 Herramientas para la presentación de proyectos de ingeniería del diplomado** (Administración y aplicación de tecnologías de diseño en proyectos)
- **Modulo 7 Eficiencia de energética del diplomado** (Administración y aplicación de tecnologías de diseño en proyectos)
- **Modulo 8 Presentación del proyecto final del diplomado** (Administración y aplicación de tecnologías de diseño en proyectos)
- **KSB Compañía Sudamericana de Bombas S.A.** Web: www.ksb.com.ar
- **Pozo perforado, Bomba Manual BOPS – 2002**, OPS/OMS, PROTESA. Bolivia.2002.
- **Curso de conocimientos básicos sobre aguas subterráneas.** Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Perú.1981.
- **El agua subterránea y los pozos.** Edward Johnson. 1ª edición. 1975.
- **Manual de diseño de bombas serie SFH centrífuga de extremo succión**