

**TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE COACALCO**

“ESTUDIO DE EFICIENCIA DE UN POZO PROFUNDO”

Proyecto de Investigación

Para Obtener el Título de:
Ingeniero Electromecánico

**Con la especialidad en:
Automatización Industrial**

Presentan:

Aceves Hernández Aide Giselle

Matrícula No. 201421091

Díaz Ampudia Daniel Tcecengari

Matrícula No. 20142097

Asesor: Dr. León Loa Pelcastre

COACALCO DE BERRIOZABAL, MÉXICO, FEBRERO, 2025

ÍNDICE GENERAL

<u>CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO</u>	2
<u>INTRODUCCIÓN</u>	2
<u>INFORMACIÓN DE LA EMPRESA</u>	3
<u>NOMBRE COMPLETO</u>	3
<u>DIRECCIÓN Y CROQUIS</u>	3
<u>TELÉFONO, CORREO Y GIRO</u>	3
<u>ORGANIGRAMA</u>	4
<u>DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO</u>	5
<u>PROBLEMÁTICA ESPECÍFICA PARA RESOLVER</u>	5
<u>ALCANCES Y LIMITACIONES</u>	6
<u>OBJETIVOS</u>	6
<u>OBJETIVO GENERAL</u>	6
<u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	7
<u>JUSTIFICACIÓN</u>	7
<u>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</u>	8
<u>EFICIENCIA ENERGÉTICA EN BOMBAS CENTRÍFUGAS</u>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<u>EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SISTEMA ELÉCTRICO</u>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<u>CAPÍTULO III. DESARROLLO</u>	20
<u>PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</u>	20
<u>CAPÍTULO IV. RESULTADOS</u>	22
<u>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	29
<u>GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS</u>	30
<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	32
<u>ANEXOS</u>	33

CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO

INTRODUCCIÓN

El SAPASAC (Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Coacalco de Berriozábal, por sus siglas) es un Organismo Público, el cual, en concordancia con el Artículo 33, inciso B, de la fracción primera del bando municipal de la localidad, cuenta con 68 instalaciones y ofrece –tal y como aparece en su página electrónica– diversos servicios y trámites, entre los cuales destacan: *a)* el desasolve de coladeras pluviales y bocas de tormenta; *b)* el desasolve del sistema de drenaje a Comunidades; *c)* la limpieza y Deshierbé de cauces naturales; *d)* la inspección por reporte de agua sucia; *e)* la reparación de drenaje fracturado; *f)* la certificación de pago de servicio de agua potable; *g)* el suministro de agua potable, entre muchas otras labores.

Al encontrarse entrarse entre sus tareas el garantizar el óptimo servicio y distribución de las redes de agua potable, el SAPASAC tiene como preocupación principal el mantenimiento de los motores de corriente alterna. Por ello, para prevenir accidentes, situaciones de riesgo para el cuerpo de electricistas, mecánicos e ingenieros hidráulicos, así como su personal en general, y también para minimizar el gasto energético, el organismo municipal debe organizar e implementar estudios de eficiencia energética, y a su vez monitorear, supervisar y reparar las deficiencias que presentes sus aparatos e infraestructura.

Dada esta situación, resulta indispensable que se lleven a cabo estudios de eficiencia en los pozos que están bajo el encargo de esta empresa.

INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

Organismo Público descentralizado para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del municipio de Coacalco (SAPASAC)

DIRECCIÓN Y CROQUIS

Las Oficinas centrales de SAPASAC en su ubicación electrónica:



Av. Zarzaparrillas, Los Héroes Coacalco, C.P. 55712, San Francisco Coacalco, México.

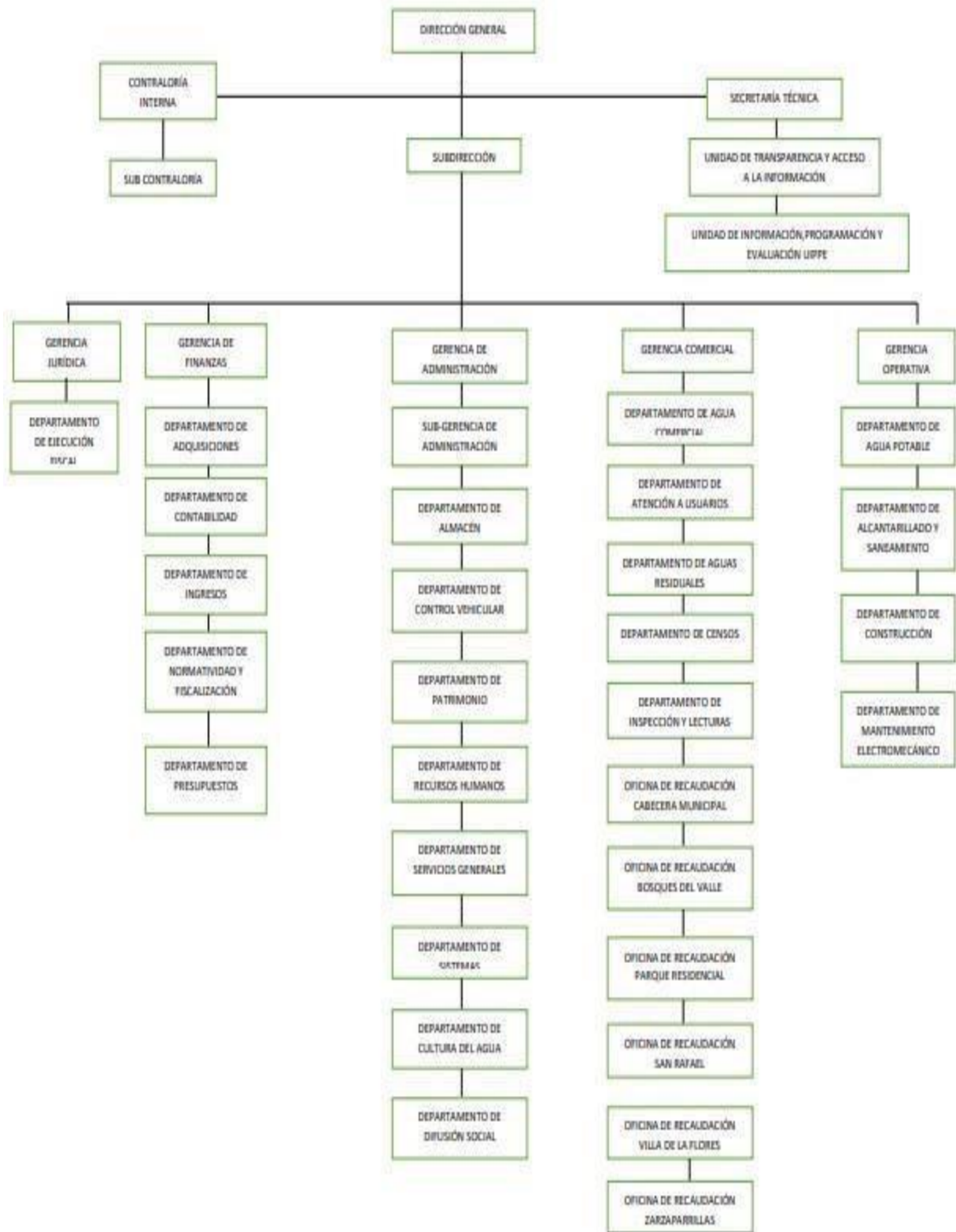
TELÉFONO, CORREO Y GIRO

Teléfono: 5558829542

Correo: Sapasac@gob.mx

Giro: Servicio Público

ORGANIGRAMA



DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

Estructura de la Empresa. El Organismo Público descentralizado municipal tiene un total de 68 instalaciones (24 pozos, 28 cisternas-tanques y 16 cárcamos)



MISIÓN

Al ser un Organismo Público descentralizado, el SAPASAC se dedica a administrar con responsabilidad y calidad los recursos hídricos e hidráulicos para satisfacer la demanda de los habitantes del municipio de Coacalco, fomentando la conciencia del buen uso, reúso y cuidado del agua, para lograr una buena sustentabilidad del agua.

VISIÓN

Ser reconocido como un Organismo Público autosuficiente, innovador y solidario, que planea, coordina y satisface la demanda de los recursos hídricos a los mexiquenses. Además el SAPASAC está comprometidos con la generación de ciencia y tecnología a favor de la sustentabilidad y la gestión del buen uso y destino del agua.

PROBLEMÁTICA ESPECÍFICA A RESOLVER

El mejoramiento de los servicios de agua potable, para brindar a la sociedad del municipio de Coacalco de Berriozábal, mediante el desarrollo de una metodología regional de eficiencia energética y mantenimiento que pueda ser aplicada por SAPASAC o alguna otra empresa de agua.

La problemática reside en que SAPASAC no está exenta de los problemas que han surgido a lo largo de su historia. En este sentido, el estudio de eficiencia estaba muy

lejos de implementarse, debido a que no había leyes que exigieran cumplir las normas que propicien un buen funcionamiento de los equipos de bombeo, y tampoco se contaba con las herramientas, ni el asesoramiento profesional para mantener en buena operación dichas estructuras, ni se realizaba con sistematicidad un buen control mensual de cada instalación. No obstante lo anterior, eso no quiere decir que el personal ha mantenido en condiciones deplorables las estructuras de los pozos, por el contrario, a medida que pasa el tiempo ha aumentado los trabajadores han tratado de resarcir las problemáticas de su trabajo. De ahí que la Administración 2019 - 2021 esté interesada y dispuesta a implementar un Programa de Estudio de Eficiencia Electromecánica en un pozo profundo del municipio de Coacalco.

Ante esta situación. Con base en un recorrido por los pozos del organismo, hemos identificado que la mayoría de las instalaciones tienen subestimaciones de 500 kva trabajando una bomba de 100 hp. Dado que el Pozo Héroes II trabaja con una bomba sumergible que manda directo a una cisterna, a lo largo de las siguientes páginas se demostrará, mediante un estudio de eficiencia energética, las pérdidas mecánica, eléctricas, e hidráulicas. Así, con base en este estudio, se hará una propuesta de mejora continua.

A raíz del marco propuesto en el curso “Fuentes Alternas de Energía: Eficiencia Energética en organismos públicos de agua y saneamiento”, se ha contado con los servicios de consultoría de ANEAS, con el fin de desarrollar dicha metodología de eficiencia energética y mantenimiento en el sector hídrico de un pozo profundo de SAPASAC (el denominado Pozo Héroes II). Tomando en consideración la dicho en el *Manual de evaluación de eficiencia energética para sistemas de bombeo de agua y saneamiento*. Con el fin de reducir los consumos de equipos eléctricos y mecánicos, para generar un ambiente de operación seguro y confiable, aumentando la productividad en la distribución de agua y minimizando las fallas.

ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances. La aplicación de un programa de estudio de eficiencia energética en SAPASAC. Los elementos que comprenden este proyecto son el análisis de pérdidas eléctricas, mecánicas e hidráulicas del Pozo Profundo Héroes II, así como la generación de actividades y su calendarización para obtener el programa de eficiencia.

Limitaciones. Debido a la pandemia generada por el virus Covid-19, este proyecto no se pudo implementar en los 25 pozos profundos del SAPASAC y se concentró en el pozo que más problemático. Dado el ambiente, el tiempo de realización de pruebas fue muy corto.

OBJETIVOS

Objetivo general. Realizar un estudio de eficiencia energética en el equipo de bombeo perteneciente al Pozo Héroes II, que actualmente opera en el organismo público descentralizado SAPASAC, con la finalidad de proponer alternativas de mejora continua en reducción del consumo eléctrico en los equipos de bombeo y un porcentaje mejorado de suministro del vital líquido a la población coacalquense.

Objetivos específicos. Desarrollar una metodología para la evaluación, diagnóstico y mejoramiento integral, que permita una determinación de la eficiencia electromecánica e hidráulica.

También pronosticar condiciones operativas de la instalación Pozo Héroes II, tanto de su equipo de bombeo y subestación que lo alimenta, así como de las condiciones constructivas de dicho pozo.

JUSTIFICACIÓN

La eficiencia energética en equipos de bombeo no ha superado valor respecto a la NOM (Norma Oficial Mexicana). Se han generado problemas que se estiman de la baja eficiencia energética de los equipos de bombeo.

Es así, que las normas oficiales mexicanas, NOM006-ENER1995 y NOM010ENER 2004, determinan los valores mínimos requeridos de dichas eficiencias para bombas sumergibles respectivas; a su vez se debe cuantificar a la par la eficiencia hidráulica del pozo, indicando facilidad con la que el caudal de agua requerido por dichos equipos de bombeo fluya a través de ADM y filtro.

Las eficiencias mencionadas se determinarán y analizarán a través de curvas y de los datos del aforo pitométrico, resultando una herramienta útil para la planeación tanto de costos de operación y estimación de estabilidad del sistema de bombeo (Cutzamala), donde se realiza la extracción de agua del Pozo Héroes II.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN BOMBAS CENTRÍFUGAS

Un sistema de bombeo es el conjunto de elementos necesarios para desplazar un fluido de un punto a otro. Por lo cual está compuesto por los siguientes elementos:

- Sub-sistema de suministro energético.
- Sub-sistema de transformación de la energía suministrada en energía hidráulica.
- Sub-sistema de conducción hidráulica.
- Sub-sistema de control del suministro energético.
- Sub-sistema de control del fluido.

La bomba comprende el corazón del sistema de bombeo, ya que de su dimensionamiento y sus características específicas, dependerá el trabajo a realizar, así como las características del resto de los elementos del sistema de bombeo. De igual manera, el trabajo de bombeo, el consumo y costo de la energía dependerán no sólo de este mecanismo, sino también del resto de los componentes del sistema. Por ejemplo, una tubería con un diámetro pequeño exigirá más trabajo por parte de la bomba que aquella que posea un diámetro más grande.



Figura 1. Sistema de bombeo

Los sistemas de control deficientes, como las válvulas que restringen el caudal y las válvulas recirculadoras, producen un mayor consumo de energía que el uso de sistemas de control más versátiles, como los variadores de velocidad. Es por ello que para lograr un sistema de bombeo verdaderamente eficiente se necesite optimizar cada uno de los componentes y tomar en cuenta todos los parámetros involucrados en el proceso.

La energía que no convertida en trabajo útil representa una pérdida y, por ende, áreas de oportunidad de ahorro. Esta técnica permite identificar y cuantificar en dónde están las mayores pérdidas y qué cantidad energética de éstas puede ser ahorrada; ello sin dejar de evaluar ninguna parte del sistema.

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SISTEMA ELÉCTRICO

Existen varios métodos de determinación de la eficiencia en motores eléctricos: el método del desplazamiento y el método de depreciación de la curva eficiente. A continuación, explicaremos en qué consiste cada uno.

- *Método del deslizamiento.*

Este método se caracteriza por su fórmula:

$$HP_r = HP_n \times \frac{N_s - N_r}{N_s - N_n} \quad \eta_m = \frac{HP_r}{P_e} \times 0.746$$

Cuyos valores significan:

HP_r : Potencia mecánica entregada por el motor.

HP_n : Potencia mecánica nominal del motor.

N_s : Velocidad sincrónica.

N_r : Velocidad a las condiciones de operación.

N_n : Velocidad nominal de operación.

P_e : Potencia eléctrica demandada

Y este proceso se lleva a cabo para determinar la eficiencia con la que está trabajando el motor, a partir de un desplazamiento. Las observaciones que se desprenden del método de deslizamiento son comúnmente:

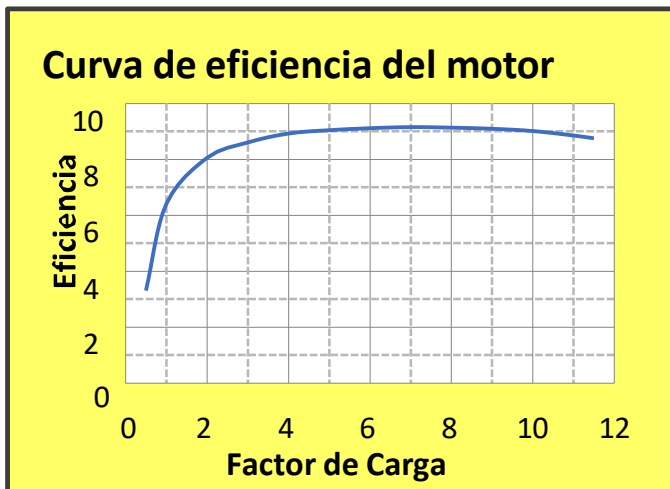
- 1) Motores que han sido reparados (rebobinados) cambian sus condiciones de operación, lo que significa que los datos de placa, no aplican y, por lo tanto, el método no se puede usar.

- 2) El tacómetro para medir la velocidad de operación, debe tener una muy buena precisión. Un error del $\pm 0.1\%$ significará un error de más del 10% en el valor de la eficiencia.

- *Método de depreciación de la curva de eficiencia.*

Este método debe realizarse llevando a cabo una serie de pasos.

1er. paso. Conseguir la curva de la eficiencia nominal del motor.



Gráfica 1.

FC	Eficiencia
25	83.25
50	90.40
75	91.50
100	90.10

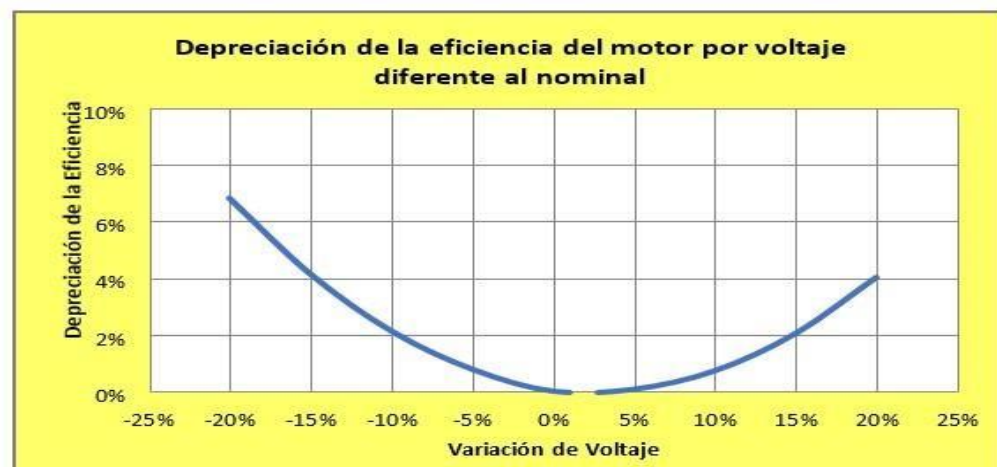
Factor de carga /
Eficiencia

2do. paso. Determinar la depreciación de la eficiencia del motor por rebobinados.

Temperatura a la que se sometió el motor (°C)	Depreciación de la eficiencia (puntos porcentuales)
< 633	0.40
633	0.53
683	1.17
733	2.50

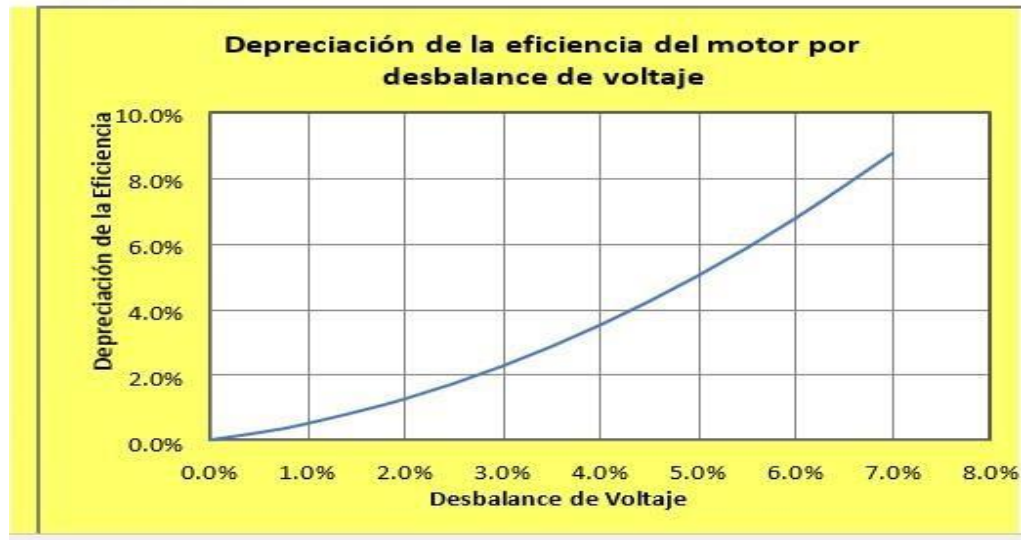
Gráfica 2. Equivalencia temperatura / depreciación de la eficiencia

3er. paso. Determinar la depreciación de la eficiencia por suministro de voltaje.



Gráfica 3. Variación de voltaje/Depreciación de eficiencia

4to. paso. Determinar la depreciación de la eficiencia por desbalance de voltaje.



Gráfica 4. Depreciación de eficiencia / Desbalance de voltaje

5to. paso. Determinar la depreciación total de la eficiencia del motor.

Fórmula:

$$DEt = DER + DEVV + DEDV$$

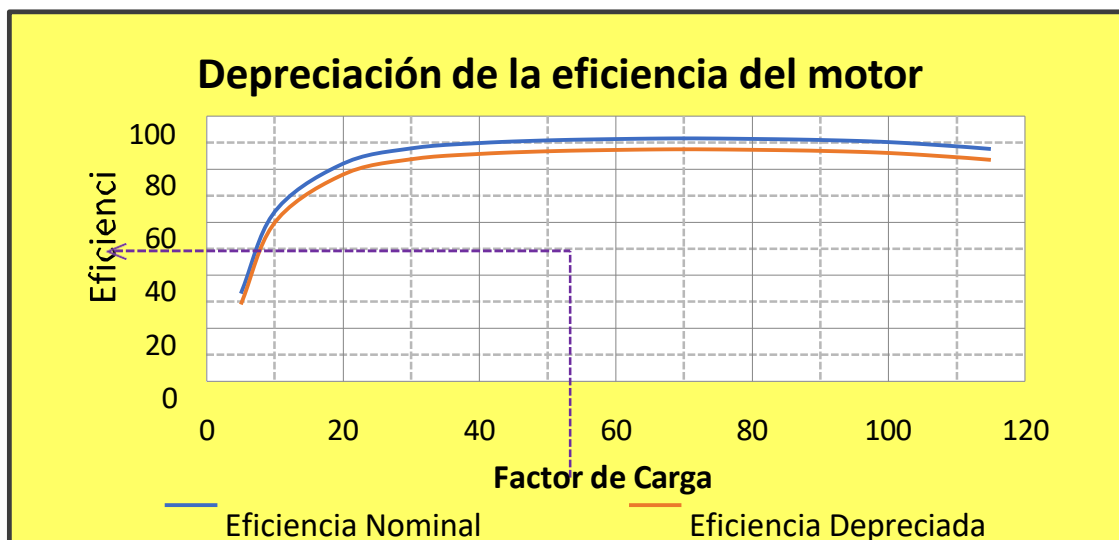
Donde: **DEt** es la depreciación total de la eficiencia.

DER es la depreciación por rebobinados.

DEVV es la depreciación por voltaje diferente al nominal.

DEDV es la depreciación por desbalance de voltaje.

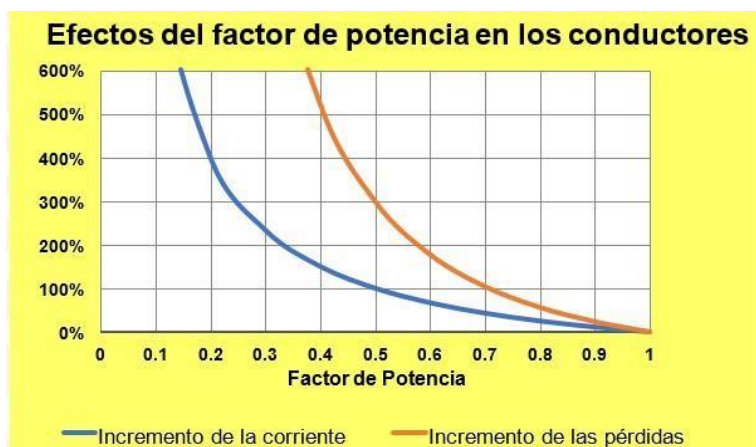
6to. paso. Aplicar la depreciación total a la eficiencia nominal del motor y encontrar la eficiencia de operación como función del factor de carga.



Gráfica 5. Eficiencia nominal / Eficiencia Depreciada

Problemas de bajo factor de potencia

- Aumento de las pérdidas por efecto Joule.
- Un aumento en la caída de voltaje resultando en un insuficiente suministro de potencia a las cargas.
- Incremento de la potencia aparente, con lo que se reduce la capacidad de carga instalada y se incrementan las pérdidas en el transformador.
- Estas pérdidas afectan al productor y distribuidor de energía eléctrica, por lo que como ya se dijo anteriormente se penaliza al usuario haciendo que pague más por su electricidad.



Un $FP = 0.65$ produce:
incremento en la corriente del 54%
incremento en las pérdidas del 137%

Gráfica 6. Factor de potencia según el incremento o pérdida de la corriente

Los equipos que funcionan bajo el fenómeno del electromagnetismo, como los motores eléctricos, demandan potencia activa para convertirla en trabajo útil, y potencia reactiva para crear las condiciones magnéticas de operación. Es por ello que su factor de potencia es menor a la unidad.

Pasos para optimizar el FP

- 1) Identificar el origen del bajo factor de potencia.
- 2) Si el motor está sobredimensionado, sustituirlo por uno de la capacidad adecuada.
- 3) Si el motor está en mal estado, sustituirlo por uno nuevo de alta eficiencia.
- 4) Instalar capacitores para suministrar los reactivos que requiera el motor.

Potencia hidráulica Cuya

fórmula es:

$$P_H = Q \ H \ \rho \ g$$

Donde: P_H es la potencia hidráulica (W).

Q es el flujo o caudal (m³/s).

H es la altura (m).

ρ es la densidad (kg/m³) g es la

aceleración de la gravedad (m/s²)

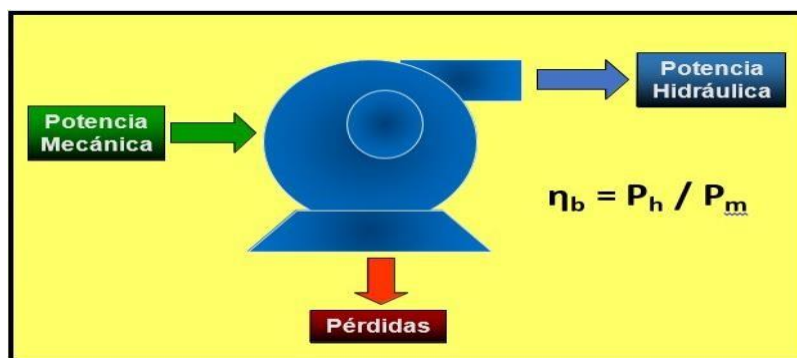


Figura 2. Proceso de transformación de la potencia mecánica en potencia hidráulica

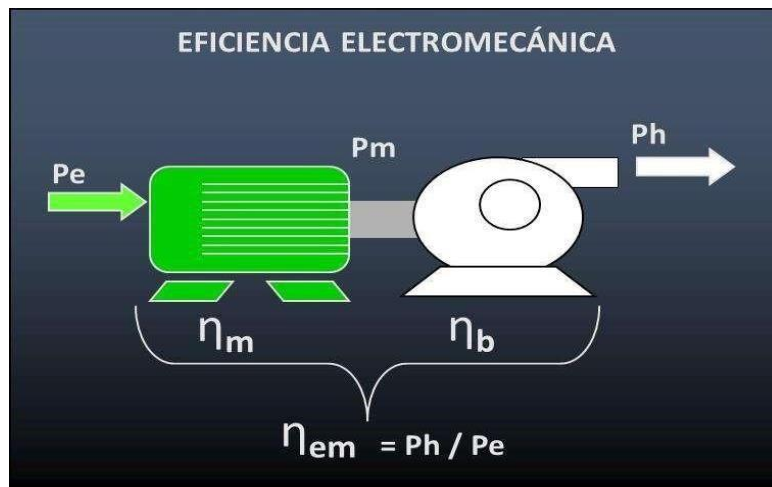
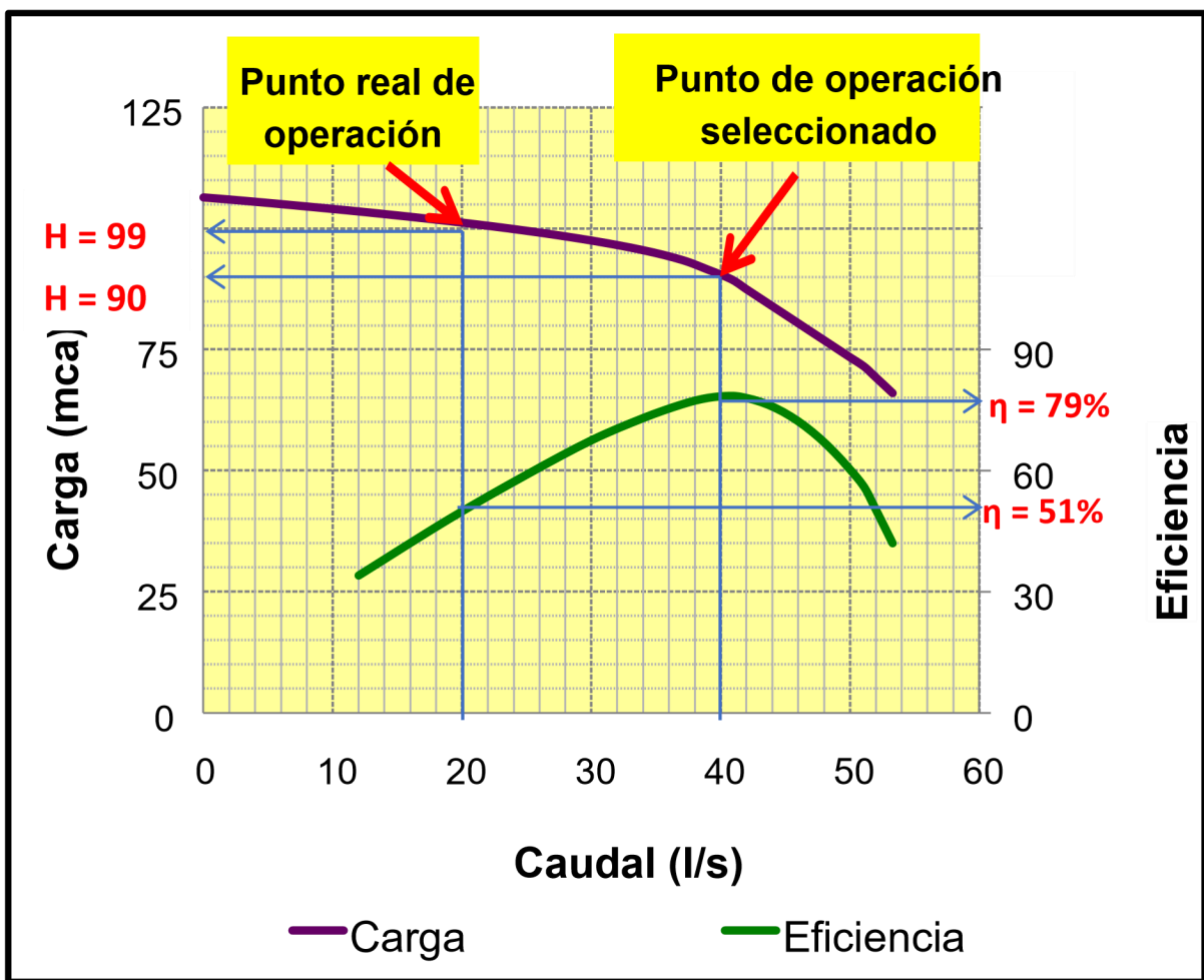


Figura 3. Eficiencia de la bomba

Clasificación de las pérdidas.

De acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas, a continuación se aprecia una serie de gráficas y tablas en las cuales se presentan las cantidades en cuanto a la eficiencia, el gasto energético, los intervalos de tiempo y demás datos que deben poseer los motores sumergibles para los pozos de agua.

NOM-001-ENER: Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical.



Gráfica 6. Eficiencia / Carga

Tamaño	Intervalo de Gasto	Eficiencia Mínima	Número de Pasos
4	1.0 - 3.0	64	9
5	3.66 - 11.55	71	9
6	2.90 - 24.97	70	8
7	4.7 - 34.65	70	8
8	10.0 - 68.0	73	8
9	17.0 - 69.3	77	7
10	20.4 - 66.6	77	7
11	39.7 - 75.0	80	5
12	32.0 - 150.0	80	5
13	85.5 - 141.6	80	5
14	61.1 - 250.0	80	4
15	101.0 - 209.0	81	4
16	139.4 - 256.9	81	4
18	222.6 - 353.9	81	4
20	321.8 - 818.9	81	3
24	533.6 - 902.2	81	5

Gráfica 7. Tabla de equivalencia de acuerdo con los intervalos de gasto y la eficiencia **NOM-010-ENER**

Capacidad de la bomba sumergible (l/s)	Eficiencia (%)
Mayor que 0.3 hasta 0.5	40
Mayor que 0.5 hasta 2.0	49
Mayor que 2.0 hasta 5.0	62
Mayor que 5.0 hasta 10.0	69
Mayor que 10.0 hasta 15.0	71
Mayor que 15.0 hasta 25.0	73
Mayor que 25.0 hasta 30.0	74
Mayor que 30.0 hasta 60.0	77
Mayor que 60.0	78

Gráfica 8. Capacidad de la bomba sumergible / Porcentaje de eficiencia

Valores de referencia para la eficiencia del motor sumergible

Motor		Eficiencia del Motor Sumergible (%)
kW	HP	
Hasta 1.492	Hasta 2	68
Mayor que 1.492 hasta 3.73	Mayor que 2.0 hasta 5.0	73
Mayor que 3.73 hasta 5.695	Mayor que 5.0 hasta 7.5	75
Mayor que 5.595 hasta 7.46	Mayor que 7.5 hasta 10.0	77
Mayor que 7.46 hasta 11.19	Mayor que 10.0 hasta 15.0	79
Mayor que 11.19 hasta 14.92	Mayor que 15.0 hasta 20.0	80
Mayor que 14.92 hasta 22.38	Mayor que 20.0 hasta 30.0	81
Mayor que 22.38 hasta 29.84	Mayor que 30.0 hasta 40.0	83
Mayor que 29.84 hasta 44.76	Mayor que 40.0 hasta 60.0	86
Mayor que 44.76	Mayor que 60	87

Gráfica 10. Resultados de la eficiencia del motor sumergible

Intervalos de Potencias		Eficiencia Electromecánica (conjunto motor-bomba) (%)	
kW	HP	Bomba con motor sumergible	Bomba con motor externo
5.6 - 14.9	7.5 - 20	35	52
15.7 - 37.3	21 - 50	47	56
38.0 - 93.3	51 - 125	57	60
94.0 - 261	126 - 350	59	64

Gráfica 10. Potencia / Eficiencia electromecánica

CAPÍTULO III. DESARROLLO

PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

En este estudio se explica de manera exacta la secuencia ordenada de actividades necesarias para el estudio de eficiencia energética, las cuales se presentan a continuación en forma resumida.

Investigación previa. En esta actividad se revisa el contexto del Municipio donde se desenvuelve la empresa de agua, sobre todo en materia de situación de los recursos hidráulicos y energéticos.

Actividades de campo. Aquí se incluyen la recolección de datos clave de los sistemas de bombeo y otros componentes (motores, bombas, conducciones, tanques y datos adicionales como las condiciones de operación, población y topografía), así como las mediciones de campo, de acuerdo con las cuales se recolectan los principales parámetros operativos, hidráulicos y energéticos necesarios para los cálculos de eficiencias, pérdidas y ahorros potenciales. En el manual se proporcionan las herramientas a manera de formatos para realizar la captación de los datos y su procesamiento automático.

Procesamiento y análisis de la información. En este paso se incluyen las evaluaciones de eficiencia, el cálculo de las pérdidas descritas para obtener los balances específicos para cada sistema, el cálculo de los indicadores energéticos, el análisis estadístico de los mismos, la elaboración de los balances de energía, y el análisis de la operación y las prácticas de mantenimiento.

Elaboración de una propuesta de medidas de ahorro. Con el análisis de la información y la evaluación de los elementos de mayor consumo de energía se determinan las medidas de ahorro, entre las cuales se destacan:

- Ahorro en tarifas de suministro.
- Reducción de pérdidas en las instalaciones eléctricas.
- Mejoras de la eficiencia en motores eléctricos.
- Mejoras de la eficiencia en bombas.

- Reducción de pérdidas mecánicas.
- Reducción de fugas de agua y pérdidas de carga.
- Mejoras en la operación.
- Mejoras en el mantenimiento.
- Sustitución del suministro de energía.
- Cambio de tecnología.
- Mejoramiento del alumbrado.

Observaciones. Se sugiere considerar medidas para implementar a mediano y largo plazo, entre ellas, las políticas de propaganda hacia la comunidad orientadas a propiciar el ahorro en el consumo de agua, ya que esto afecta directamente al consumo de energía y, por ello, se manifiesta en una reducción directa de las pérdidas. Asimismo, se sugiere un plan de detección de pérdidas en la red de distribución de agua potable.

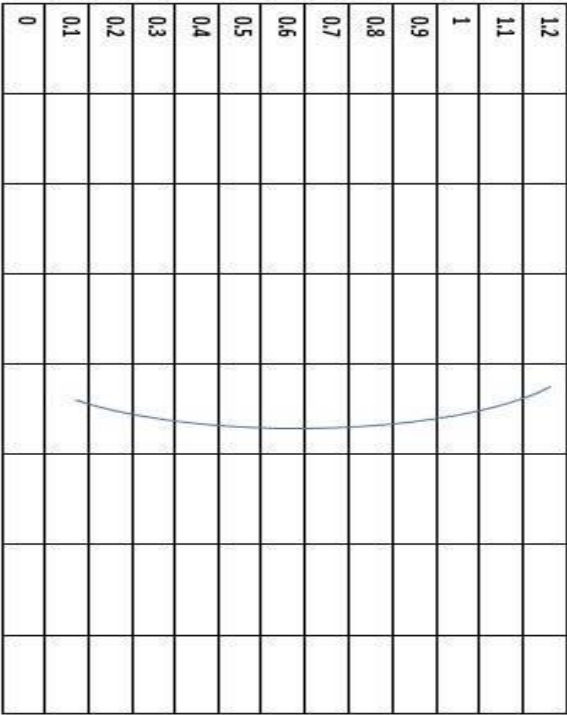
Evaluación de las medidas. Como parte final de esta metodología se explica cómo evaluar las medidas de ahorro, calculando para cada una de ellas los ahorros (directos e indirectos) que se alcanzarán, el monto total de las inversiones necesarias para su implantación, los costos adicionales asociados (operación, mantenimiento y consumibles) y los indicadores financieros (*payback*, valor presente neto, análisis del ciclo de vida del proyecto, etcétera).

DTDA INGENIERIA	Denominación: POZO HEROES II			Fecha:	Hora de Inicio:12:00	Hora Final:12:30
	Localización: Calle Hacienda de las rosas			Ø Nominal: 8	Ø Calibrado: 8.1/8	Area:0.03345
	San Francisco y calle Canosas Heroes II,			$V:3.5524 \cdot \sqrt{(s-1)} \cdot \sqrt{D}$		Densidad s: 1.63
	Segundo Seccion			Coordenadas:N19 38 55.6099 6 19.07		ND:91.51

N R d dc Vm Vc Vc=1 0 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0

9						
8						
7						
6						
5	3.80		0.176		1.190	
4	3.35	0.138	0.180	1.047	1.190	0.880
3	2.83	0.150	0.182	1.092	1.190	0.917
2	2.18	0.160	0.178	1.128	1.190	0.948
1	1.26	0.176	0.176	1.183	1.190	0.994
-1	1.26	0.190	0.190	1.229	1.190	1.033
-2	2.19	0.188	0.188	1.223	1.190	1.027
-3	2.83	0.180	0.180	1.196	1.190	1.005
-4	3.35	0.174	0.174	1.176	1.190	0.988
-5	3.80	0.158	0.158	1.121	1.190	0.942
-6						
-7						
-8	Promedio dc: 0.178					
-9						

suma	11.9	8.733
promedio	1.19	0.873



Medidor de Caudal		Gasto:
Tipo:	Marca:	Aforo:
Lectura Inicial:	Lectura Final:	Presion:
Tiempo:	Gasto Medido __lps	

Activar Windows
Ir a Configuración de PC para

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

POZO HEROES II

DATOS DE OPERACIÓN/ EQUIPO TRABAJA LAS 24 HORAS DEL DIA BOMBEO A CISTERNA DE POZO HEROES I

NT	Condiciones Actuales	Condiciones de Proyecto
	Gasto: 0.03771 m ³ /s	Gasto: 0.04700
	Presión: 24.50 mca	Presión: 24.50 mca
	Nivel Estático: 80.00m	Nivel Estático: 80.00m
NE: 85.8m	Nivel Dinámico: 91.51m	Nivel Dinámico: 94.35m
	Abatimiento: 11.51m	Abatimiento: 14.35
100 mts	Gasto autorizado por la CNA: 42lps	
	H.D.T: 117.96 mca	H.D.T: 120.32 mca
ND: 92.75	Longitud de Columna Instalada: 122.00 m	Longitud de Columna Instalada: 122.0 m
	Diámetro de Columna: 8 pulg	Diámetro de Columna: 8 pulg
NDP: 104.33	Área: 0.0322429 m ³	Área: 0.032429
	Velocidad: 1.16 m/s	Velocidad: 1.45 m/s
200 mts	Coefficiencia de Manning(K): 5.07	Coefficiencia de Manning(K): 5.07
	Coefficiencia de Rugosidad(n): 0.01	Coefficiencia de Rugosidad(n): 0.1
	Perdidas en la Columna (h _{tc}): 0.88m	Perdidas en la Columna: 1.37 m
	Cargas de Velocidad(h _v): 0.069m	Cargas de Velocidad: 0.107 m
300 mts	Q= (V)(A)	h _{tc} : K L Q ² HDT: ND+ P _H +h _{tc}
		H=V ² /2g

		POZO	HEROES II		
DATOS GENERALES					
FECHA DE PRUEBA		01/05/2020			
UBICACIÓN		AV. HACIENDA DE LAS ROSAS S/N FRACC. LOS HEROES COCALCO MEX.			
NIVELES		Estático	80.00 m	Dinámico	91.51 m
		Abatimiento	11.51	Q Especifico	3.28 l/m
INSTALACIONES ELÉCTRICAS					
SUBESTACIÓN		Tipo	Compacta	Transformador	300 kva
DIS. DE FUERZA		Arrancador	125 cp.	Interruptor Termomagnético	200 amp
		Transformador	5kva	Banco de capacitores	S/BC
PARÁMETROS ELECTRICOS		Volts		Amperes	Factor de potencia
L1,L2	L1	455		77	87
L1,L3	L2	453		76	87
L2,L3	L3	457		76	87
OBSERVACIONES		Transformador y arrancador en buen estado misma subestación para el rebombeo			
TREN DE PIEZAS ESPECIALES Ø					
MACRO MEDIDOR:		MARCA: MC Crometer		8" Ø	N° de serie: 1000800
TIPO: Propela		LECTURA: sin lectura		CONDICIONES: F/o y F/normal	
V. GOLPE DE ARIETE: No se requiere		V. A/E AIRE: si		V. CHECK: si tipo columpio	
V. DE AFORO: si		MANOMETRO DE PRESION: si		P. PARA LA SONDA: si	
DESINFECCIÓN: Equipo dosificador de hipoclorito en buen estado ,y trabajando a ¼ por millón					
EQUIPO INSTALADO		Conjunto Motor -Bomba Tipo sumergible			
DIAMETRO DE COLUMNA		8"	LONGITUD DE COLUMNA		122.00m
OBSERVACIONES		El pozo descarga directo a cisterna-rebombeo Zarzaparrillas existe interconexión con el Pozo Héroes I , al igual que rebombee a la cisterna Héroes II			

DETERMINACIÓN DE EFICIENCIA ELECTROMECÁNICA DE EQUIPOS INSTALADOS EN POZOS PROFUNDOS

POZO:	HEROES II
--------------	------------------

1. GRUPO PROBADO: CONJUNTO MOTOR- BOMBA DE 75 HP

<u>BOMBA</u> Marca: S/D Tipo: SUMERG N. Serie. S/ Rotación: 3500 N. de impulsores: 8	Motor Marca: S/D Tipo: SUMERGIBLE H.P 75 HP Volts: 440 Amperes: S/D
--	---

2. Equipo Empleado

INSTRUMENTOS	MARCA	N. DE SERIE
TUBO PITOT	LEOPOLT	S/N
MULTIMETRO	FLUKE	S/N
SONDA ELECTRICA	POZOTEC	S/N
MANOMETRO BOURDON	GLICERINA DE 0-2 KG/CM2	S/N
CRONOMETRO	NO APLICA	S/N
TACOMETRO	NO APLICA	S/N

3. Caudales Medidos

Condiciones de operación	CAUDAL		
	Q= L.P.S	Q= M3/S	Q=M3/H
Válvula Abierta Total	37.71	0.03771	135.76

4. Áreas de entrada y salida de la bomba

Diámetro de succión (Pulgadas)	Área de succión (M2)	Diámetro de Bombeo (Pulgadas)	Área de Bombeo (M2)
8"	0.03243	8.125	0.03345

5. Velocidad de entrada y salida de la Bomba

Condiciones de operación	As	Ar	Q= M3/S	VELOCIDAD	
				Vs:	Vr:
Válvula Abierta Total	0.03243	0.3345	0.03771	1.16284	1.12733

6. Alturas cinéticas de succión y descarga

Condiciones de operación	Succión		Bombeo	
	Vs: M/S	Hs: M	Vr: M/S	Hr: M

Válvula Abierta Total	1.16284	0.06898	1.12733	0.06477

7. Altura Manométrica de Succión

Condiciones de operación	Presión de Succión		Hs=M	Hms=M
	Nivel Dinámico=M	Presión de Carga=M		
Válvula abierta total	91.50	0.37	0.06892	91.95

8. Altura Manométrica Bombeo

Condiciones de Operación	Presión LEIDA=MCA	Error de Manómetro=MCA	Presión des. (A1=1) Pr=PL+C+Al=MCA	HR=M	Hmr=M
Válvula abierta total	24.50	0.613	26.11	0.06477	27.1773

9. Altura Manométrica Total (HMT)

Condiciones de Operaciones	Altura Manométrica de Succión HMS=M	Altura Manométrica de Bombeo HMR= M	HMT=M
Válvula abierta total	91.95	26.1773	118.13

10. Potencia de Entrada al Motor

Condiciones de Operación	Tensión (Volts)	Corriente (Amperes)	Coseno  F.P: %	Potencia (KW)
Válvula abierta total	455	76	0.8733	52.54

11. Potencia en el eje del Motor (BHP)

Condiciones de Operación	W del Motor	Potencia Entrante (kW)	BHP	
			KW	HP
Válvula abierta total	0.87%	52.54	45.706	61.29

12. Potencia Hidráulica (WHP)

Condiciones de Operación	Q=L/S	HMT=M	WHP=H.P
Válvula abierta total	37.71	118.13	58.61

13. Eficiencia d la Bomba

Condiciones de Operación	WHP (H.P)	BHP (H.P)	Eficiencia de la Bomba (%)
Válvula abierta total	58.6124	61.229	95.63

14. Eficiencia Global Conjunto Motor Bomba

Condiciones de Operaciones	WHP= H. P	Potencia Entrada=H.P	Eficiencia Global (%)
Válvula abierta total	56.6124	70.45	83.20

POZO: HÉROES II

Profundidad:	250 M	Carga de Velocidad	0.11 M	
ADEME:	14 PUL	Perdidas en Columna:	1.37 M	
Nivel Estático:	90 M	Carga Manométrica:	24.50	MCA
		N.D	94.50	MCA
		Perdidas en Conducción:	0.00 M	
		Desnivel Topográfico:	0.00 M	

Caudal:	0.04700 M3/S	CDT:	120.32
M			
Nivel Dinámico:	94.35 M	HP:	96.64 HP

Longitud de Columna:	1222 M	Carga Dinámica Total:	120.32 M
Diámetro de columna:	8 PUL	Caudal de Explotación:	47.00
Coeficiencia de Rugosidad:	0.01 AD	LPS	
Coeficiencia de Manning (k):	5.07 AD	Eficiencia del Equipo:	77.00 %
Longitud de Tubería:	0 M	Potencia:	96.64 HP
Diámetro de Conducción:	0 PUL		
Coeficiente Manning:	0 AD		
Area de Tubería:	0.0324 M2		
Velocidad:	1.45 M/S		

Equipo de Bombeo Seleccionado:	Bomba Tipo Sumergible ,440 Volts,60 Ciclos, a 3500 RPM (Costos)		
Marca: ALTAMIRA	1ER PASO	13 0000	
Modelo: BA-10-070	ADICIONAL	4 300	
Etapas: 4	MOTOR	30 000	
Eficiencia: 77%	CHUMACERA	4 500	
Motor: SUM 08 (10) 100	TOTAL EN PESOS MEXICANOS		
	SUB-TOTAL	51 800	
	IVA 16 %	8 288	Columna:
8" X 6.10 CED. 40 CUERDA CONICA GRADO B CON COPL	TOTAL	60 088	
Tensión: 440 VOLTS			
Corriente: 127 AMP Cable:			
3 X 1/0 AWG			
Longitud: 137.00 M			
Elaboró: Pasante Daniel Tcecengari Díaz Ampudia			Fecha:

Pozo: HÉROES II

Equipo Existente: BOMBA TIPO SUMERGIBLE A 3500 RPM ,60 CICLOS DOS POLOS (REPARADO)			
Capacidad.	Gasto: 37.,71	Motor: 75HP	Watts: 55,950
	Voltaje: 455 VOLTS	Corriente: 76 AMP	F.P (%): 87
Operación:			
Presión de Operación: 24 HORAS DIARIAMENTE SOLO SE INTERRUMPE LA OPERACIÓN CUANDO SE VA LA ENERGÍA ELÉCTRICA			

Producción.	Día	Mes	Año	
Volumen (m3)	3258.14	97744.32	1189222.56	
Consumo (kwh)	1342.80	40264.00	490122.00	
Costo por Energía	2074.63	62238.78	757238.49	Tarifa.
\$1.545				
Costo por M3.	0.64	0.64	0.64	
Cargo Fijo:\$ 281.71				
Equipo Sugerido: BOMBA TIPO SUMERGIBLE A 3500 RPM , 60 CICLOS , DOS POLOS (NUEVO)				
Capacidad.	Gasto: 47.00 LPS	Motor: 100 HP	Watts: 74.600	
	Voltaje:440 VOLTS	Corriente: 79 AMP	F.P(%): 90	
Operación: 24 HORAS DIARIAMENTE SOLO SE INTERRUMPE LA OPERACIÓN CUANDO SE VA LA ENERGIA ELECTRICA				
Presión de Operación: 0.15KG/CM2 BOMBEO DIRECTO A CISTERNA				
Producción.	Día	Mes	Año	
Volumen (m3)	4060.80	121824.00	1482192.00	
Consumo (kwh)	1790.40	53712.00	653496.00	
Costo por Energía	2766.17	82985.04	1009651.32	
Tarifa. \$1.545				
Costo por M3.	0.68	0.68	0.68	
Cargo Fijo: 281.71				
Volumen del costo anual	M3	\$	\$/M3	
Equipo Existente.	1189222.56	757238.49	0.64	
Equipo Sugerido.	1482192.00	1009651.32	0.68	
Diferencia.	229969.44	-252412.83	-0.4	Total.-11718.78

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El mantenimiento de los equipos de bombeo, en los pozos de los sistemas de agua, es indispensable para garantizar el buen abastecimiento del agua en diversas localidades a lo largo de nuestro país. Para garantizar el buen funcionamiento se requiere producir estudios que se enfoquen en determinar los problemas, con el fin de ofrecer posibles soluciones cuando se presenten deficiencias. Esto garantizará la eficacia y eficiencia de los aparatos de bombeo, el ahorro de energía eléctrica y la durabilidad de dichos equipos.

A lo largo de este estudio se han presentado cuadros y datos para poder determinar la eficiencia de motor-bomba en el Pozo Héroes II, del municipio de Coacalco, en el Estado de México. Asimismo, se contrastaron las muestras recopiladas con las medidas de acuerdo con las normas oficiales establecidas. Aunque las mediciones llegaron a las cantidades sugeridas por la norma, la carga que alimenta la subestación trabaja en vacío, por lo cual es recomendable implementar medidas y acciones de mantenimiento de prevención para disminuir el consumo de la energía, y evitar el sobrecalentamiento, junto con los posibles daños que afecten al equipo electrohidráulico.

Si las recomendaciones son consideradas y se aplican consecuentemente, y con un mantenimiento constante, las medidas de rehabilitación del Pozo Héroes II serán óptimas y garantizarán una larga durabilidad al equipo de bombeo.

GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS

Las definiciones de términos y expresiones que se exhiben a continuación tienen por objeto proporcionar una idea común entre los usuarios del manual, de tal manera que faciliten la identificación de los conceptos expuestos.

Aforo. Medición del caudal o gasto.

Agua potable. Líquido incoloro, insípido e inodoro que se puede encontrar en estado natural o ser producido a través de un proceso de purificación. Sirve para el consumo humano y animal.

Bomba. Máquina hidráulica que convierte la energía mecánica en energía de presión, transferida al agua.

Cárcamo. La estructura hidráulica complementaria del sistema hidráulico que sirve como almacenamiento provisional para bombear algún líquido de un nivel inferior a uno superior. Se emplea para el agua potable, agua tratada, drenaje sanitario y drenaje pluvial.

Carga total de bombeo. La suma algebraica de la carga de presión en la descarga más el nivel de succión, el nivel al centro del manómetro, las pérdidas de fricción, las singulares en la conducción y la carga de velocidad.

Carga de velocidad. La energía cinética por unidad de peso del líquido en movimiento.

Coeficiente de cortante. Es el coeficiente de rozamiento del agua con las paredes de una tubería; depende del material con que ésta haya sido construida o recubierta, así como del diámetro de la tubería y de la velocidad del agua. Con este parámetro se calculan las pérdidas de energía en una conducción de agua.

Corriente eléctrica. Comprende la intensidad de corriente que pasa a través de un conductor con resistencia (R) y cuya tensión eléctrica es V.

Factor de potencia. Consiste en la relación entre la potencia activa y la potencia aparente, y describe el vínculo entre la potencia convertida en trabajo útil y real y la potencia total consumida.

Fuente de abastecimiento. Sitio del cual se toma el agua para suministro en el sistema de distribución.

Fuga. Escape físico de agua en una red de tuberías de agua potable.

Gasto. Volumen de agua medido en una unidad de tiempo; se expresa generalmente en litros por segundo.

Nivel a centros de manómetro. La distancia vertical entre el nivel de referencia y la posición del manómetro, usado para medir las cargas de presión tanto en la succión como en la descarga.

Nivel de referencia. Es el nivel seleccionado como referencia para todas las mediciones hidráulicas, normalmente el plano inferior de la placa base de montaje del equipo de bombeo.

Nivel de succión. La distancia vertical desde el nivel de referencia hasta la superficie del agua cuando se encuentra en operación el equipo de bombeo.

Potencia activa. La potencia consumida por un motor eléctrico que se convierte en trabajo útil.

Potencia eléctrica. La potencia de entrada en watts (o vatios) que requiere el motor eléctrico acoplado a la bomba y en operación normal.

Potencia aparente y reactiva. En un triángulo rectángulo se asocia la potencia aparente a la hipotenusa, a un cateto se le asocia la potencia activa, y al otro se le asocia la potencia reactiva. Al coseno del ángulo existente entre la hipotenusa y el cateto adyacente, asociado a la potencia aparente y potencia activa, respectivamente, se le denomina Coseno Φ o Phi (Cos. ϕ).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

file:///C:/Users/Hp%20Pavilion%20G4/Downloads/Evaluaci%C3%B3n-para-sistemas-debombeo-de-agua-Manual-de-eficiencia-energ%C3%A9tica.pdf

<https://aneas.com.mx/escuela-del-agua/>

<https://www.gob.mx/conagua>

<https://sapasac.gob.mx/>

ANEXOS

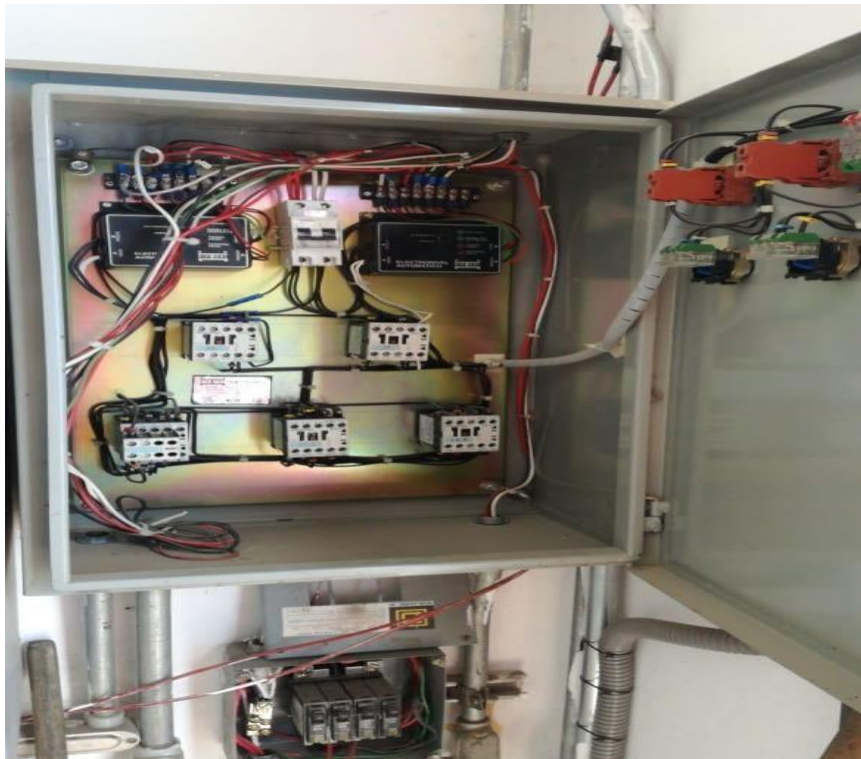
Tren de descarga



Vista exterior de las instalaciones del Pozo Héroes II



*Arrancador automático a voltaje reducido de C.A tipo de autotransformador
k981*



Autorización de presentar el proyecto para titularme de la empresa S.A.P.A.S.A.C

SAPASAC



Coacalco de Berriozábal a 18 de julio de 2024

Ing. León Loa Pelcastre

Asesor interno

Presente.

Por medio del presente me permite comunicar que C. Aide Giselle Aceves Hernández con número de matrícula 20142191 quien cursa la carrera de Ingeniería Electromecánica, laboro en esta empresa desde el 17/marzo/2019 al 17/septiembre/2019 participando en el proyecto ESTUDIO DE EFICIENCIA DE UN POZO PROFUNDO.

Se autoriza al C. Aide Giselle Aceves Hernández presentar la estructuración del proyecto, ingeniería detallada y fotografías del desarrollo del proyecto para que así pueda presentarlo como proyecto de titulación



Cynthia Yadira Dominguez Najas
Jefe de departamento de Recursos humanos

SAPASAC



Coacalco de Berriozábal a 18 de julio de 2024

Ing. León Loa Pelcastre

Asesor interno

Presente.

Por medio del presente me permite comunicar que C. Daniel Tcecengari Díaz Ampudia con número de matrícula 201420977 quien cursa la carrera de Ingeniería Electromecánica, laboro en esta empresa desde el 17/marzo/2019 al 17/septiembre/2019 participando en el proyecto ESTUDIO DE EFICIENCIA DE UN POZO PROFUNDO.



Cinthya Vadira Dominguez Najera
Jefa de departamento de Recursos humanos