

Bombeo de Agua Potable

Eficiencia Energética

Ciudad de México, 19 de julio de 2022



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

CONUEE

COMISIÓN NACIONAL PARA EL
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA



2022 *Ricardo Flores*
Año de Magón
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

Marco legal



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

CONUEE

COMISIÓN NACIONAL PARA EL
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA



Marco Legal

Los Gobiernos Municipales tienen a su cargo para proveer el servicio, con carácter exclusivo, los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento (art. 115 Constitucional Federal).

- Art. 4 de la constitución, habla de que, “.. *todos tenemos derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y domestico en forma suficiente, saludable, aceptable y asequible...*” y que la corresponsabilidad recae en los 3 ordenes de gobierno.

Los Gobiernos Estatales son los encargados de legislar en materia de servicios públicos.

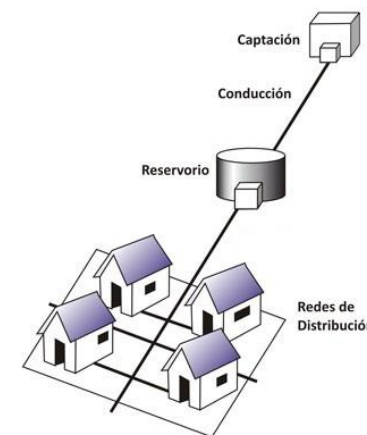
El Congreso Federal tiene atribuciones para legislar en materia de Aguas Nacionales, más no en materia de servicios públicos (art. 73 Constitucional Federal).

Formas de prestar el servicio

I.- Centralizada: Área interna de la estructura central del Municipio

II.- Descentralizada: Como Organismo Público Descentralizado **(Sistema Operador de Agua Potable)**

III.- Concesión: Se otorga a un particular o asociación público privada, o a un grupo social debidamente organizado



Relación agua y energía



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

CONUEE

COMISIÓN NACIONAL PARA EL
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA



2022 *Ricardo Flores*
Año de Magón
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

Agua potable vs. Energía eléctrica

En 2018, la tarifa 06 reportó 36,289 usuarios y ventas de 4,023 GWh, el equivalente a 1.45% del consumo nacional.

Ese mismo año, la tarifas 9 (Riego agrícola) y sus variantes, reportó ventas de 11,579 GWh, el equivalente al 5.38% del consumo nacional.

El “Cutzamala Diagnóstico Integral” reportó un consumo energético de cerca de 2,200 GWh/año** del sistema Cutzamala en 2015.

Sin considerar sitios de extracción de agua, re-bombes, potabilizadoras y tratadoras de agua residuales con tarifas de uso general como Ordinaria y Horaria (OM y HM) o en su nueva categoría de Gran Demanda en Media Tensión Ordinaria y Horaria (GDMTO y GDMTH).

Energía Eléctrica	GWh/año
Tarifa 06 (2017)	4,023
Riego Agrícola (2017)	11,579
Sistema Cutzamala (2015)	2,200*
Total	17,802

El consumo de energía eléctrica por la extracción de agua equivale al 8.27% del consumo nacional.

* Documento de la Conagua, publicado en 2015

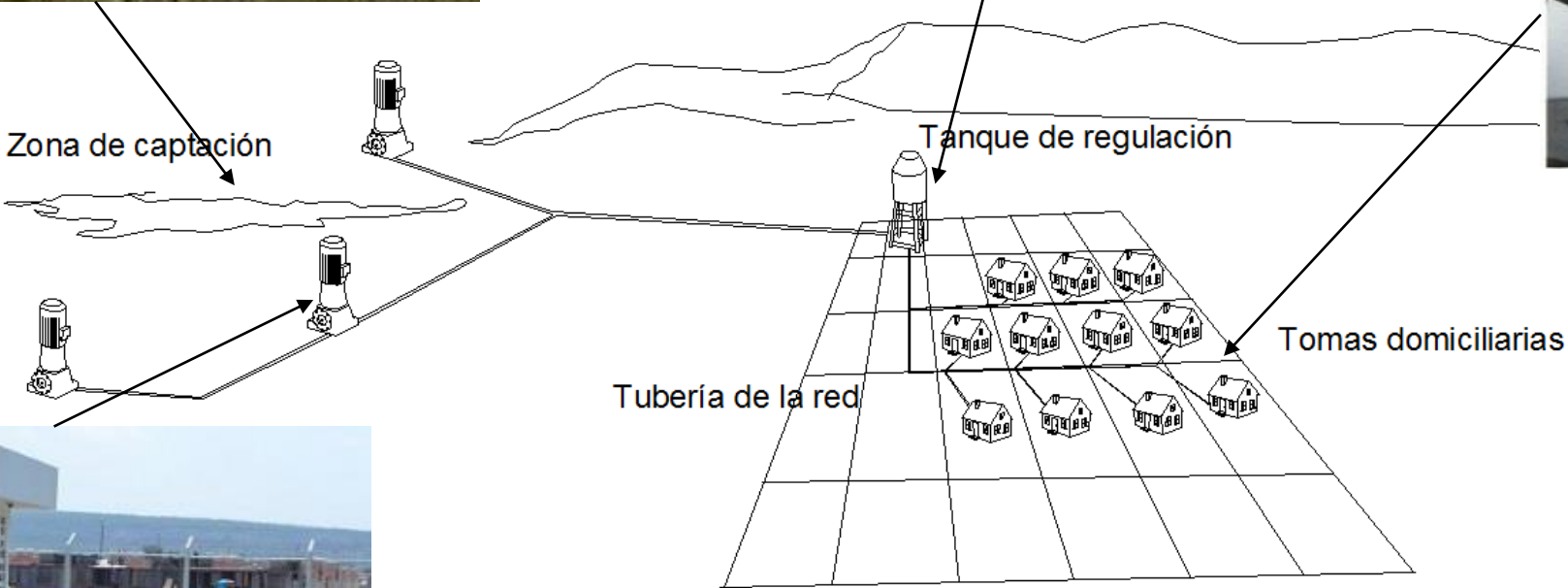
** El informe nacional de monitores de la eficiencia energética 2018 de Conuee, indica **1.209 GWh/anual**, en 2015

Nuevo esquema tarifario

A partir de diciembre de 2017, el consumo de energía eléctrica por la prestación de este servicio, se facturará en **el nuevo esquema tarifario** establecido por la Comisión Reguladora de Energía.

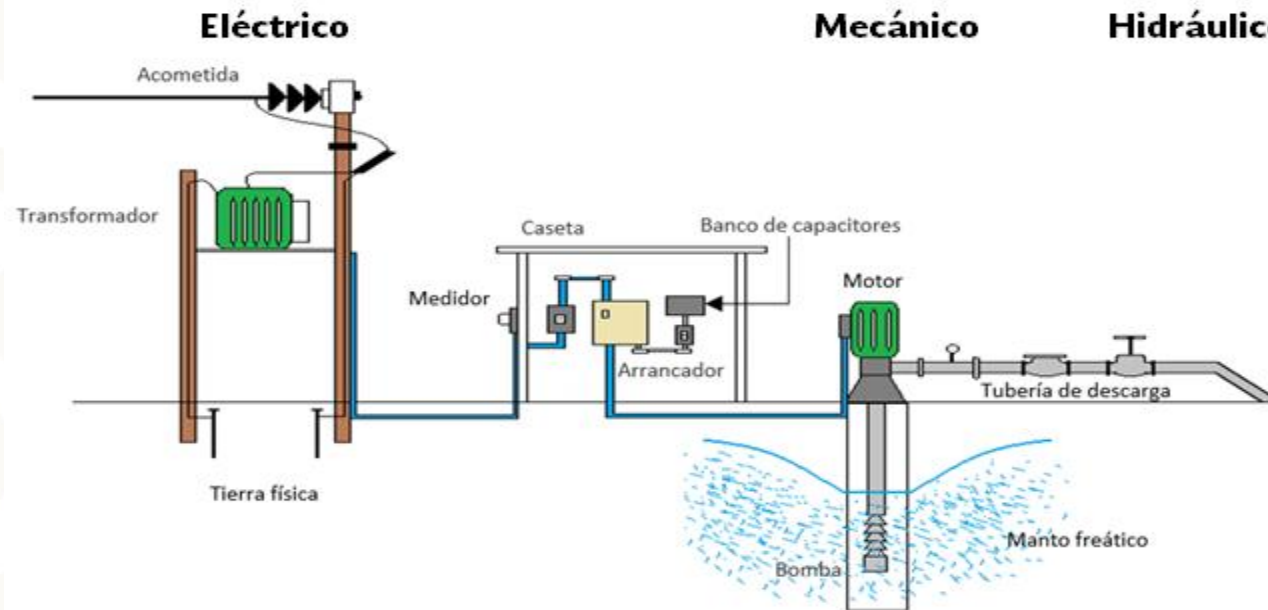
Categoría tarifaria	Descripción	Tarifa anterior
PDBT	Pequeña Demanda (hasta 25 kW-mes) en Baja Tensión	2, 6
GDBT	Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Baja Tensión	3, 6
RABT	Riego Agrícola en Baja Tensión	9
APBT	Alumbrado Público en Baja Tensión	5, 5A
APMT	Alumbrado Público en Media Tensión	5, 5A
GDMTH	Gran Demanda en Media Tensión horaria	HM, HMC, 6
GDMTO	Gran Demanda en Media Tensión ordinaria	OM, 6
RAMT	Riego Agrícola en Media Tensión	9M
DIST	Demanda Industrial en Subtransmisión	HS, HSL
DIT	Demanda Industrial en Transmisión	HT, HTL

¿Qué implica traer el agua hasta el usuario final?

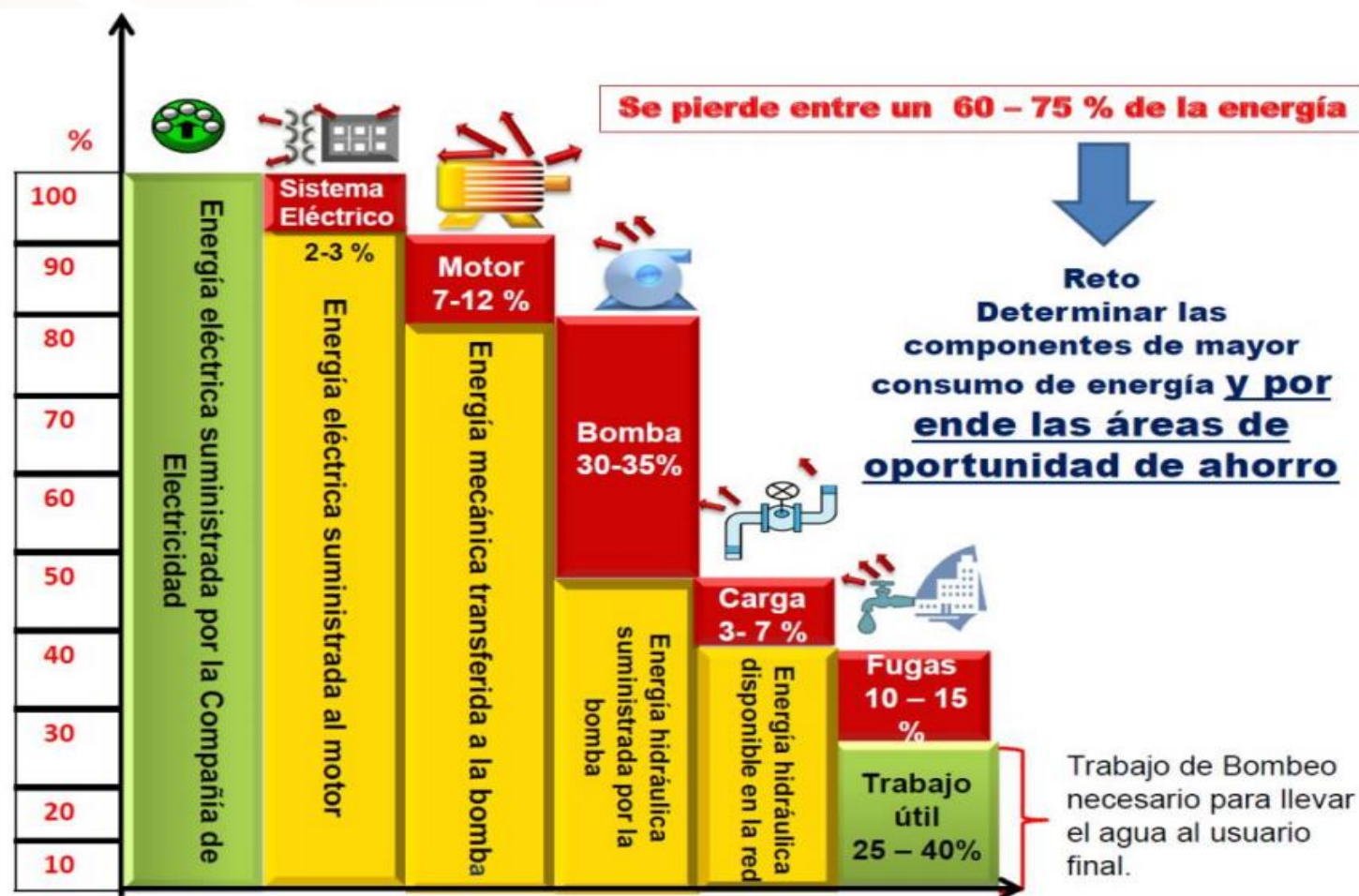


Componentes de un pozo o sitio de extracción de agua potable

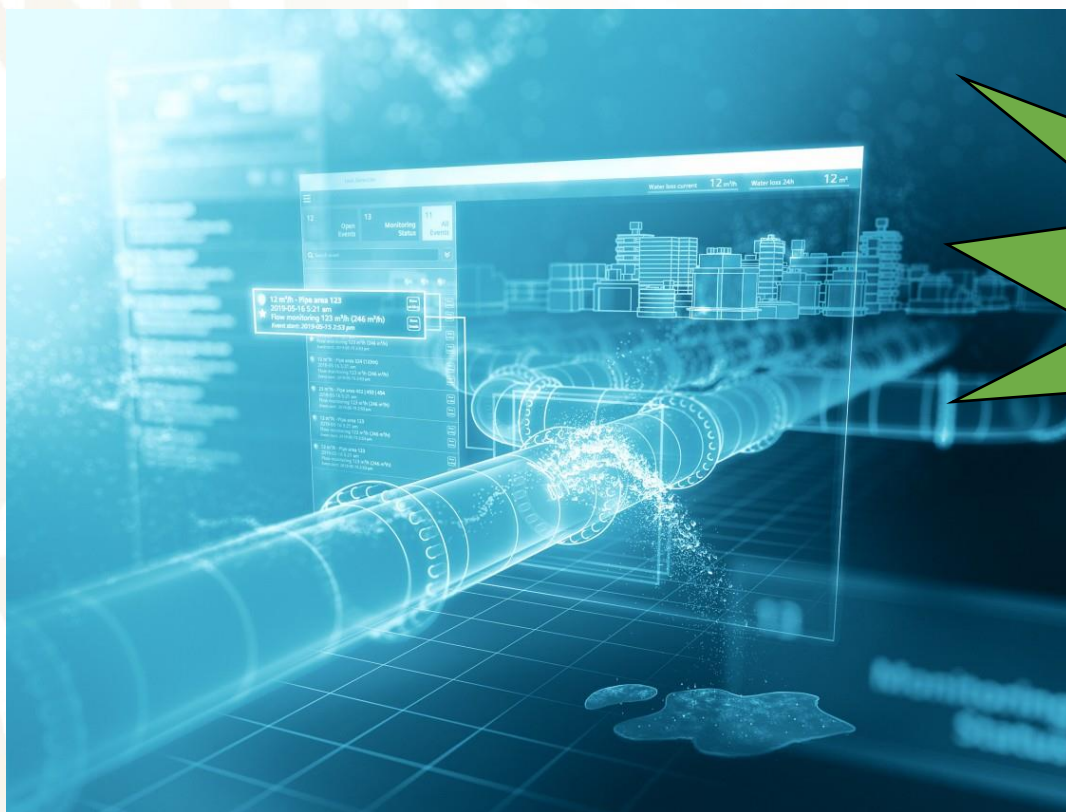
Un sistema de bombeo está compuesto de equipos eléctricos, mecánicos e hidráulicos. Cada uno de estos elementos tiene una función, el consumo y las pérdidas de estos depende de su correcta selección, operación y mantenimiento.



¡Mucha energía eléctrica!



¡No toda el agua que se produce llega a los usuarios!

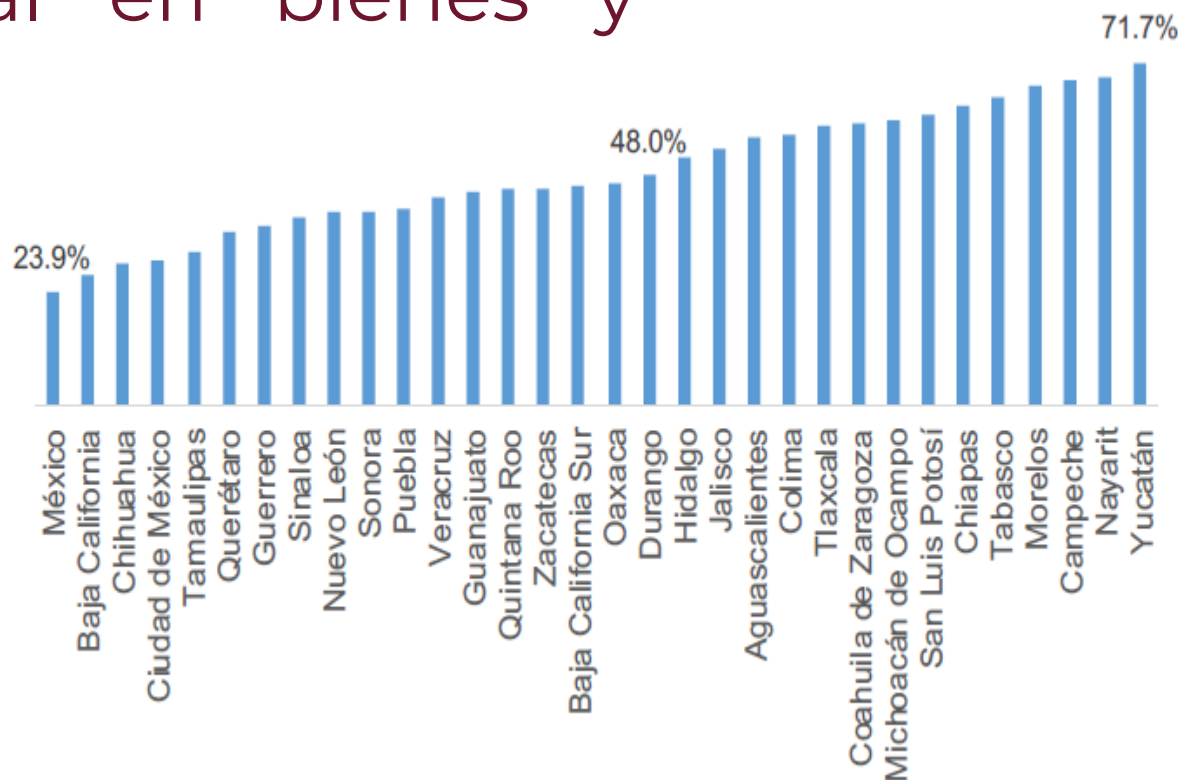


Las fugas en México se estiman de 30 a 35% del agua producida



Gasto de energía eléctrica de los Organismos Operadores (OO) como porcentaje del gasto total en bienes y servicios

En algunas entidades federativas la factura eléctrica para extracción de agua puede representar el **71.7%** de los gastos totales destinado para el consumo de bienes y servicios.



¿Eficiencia...?



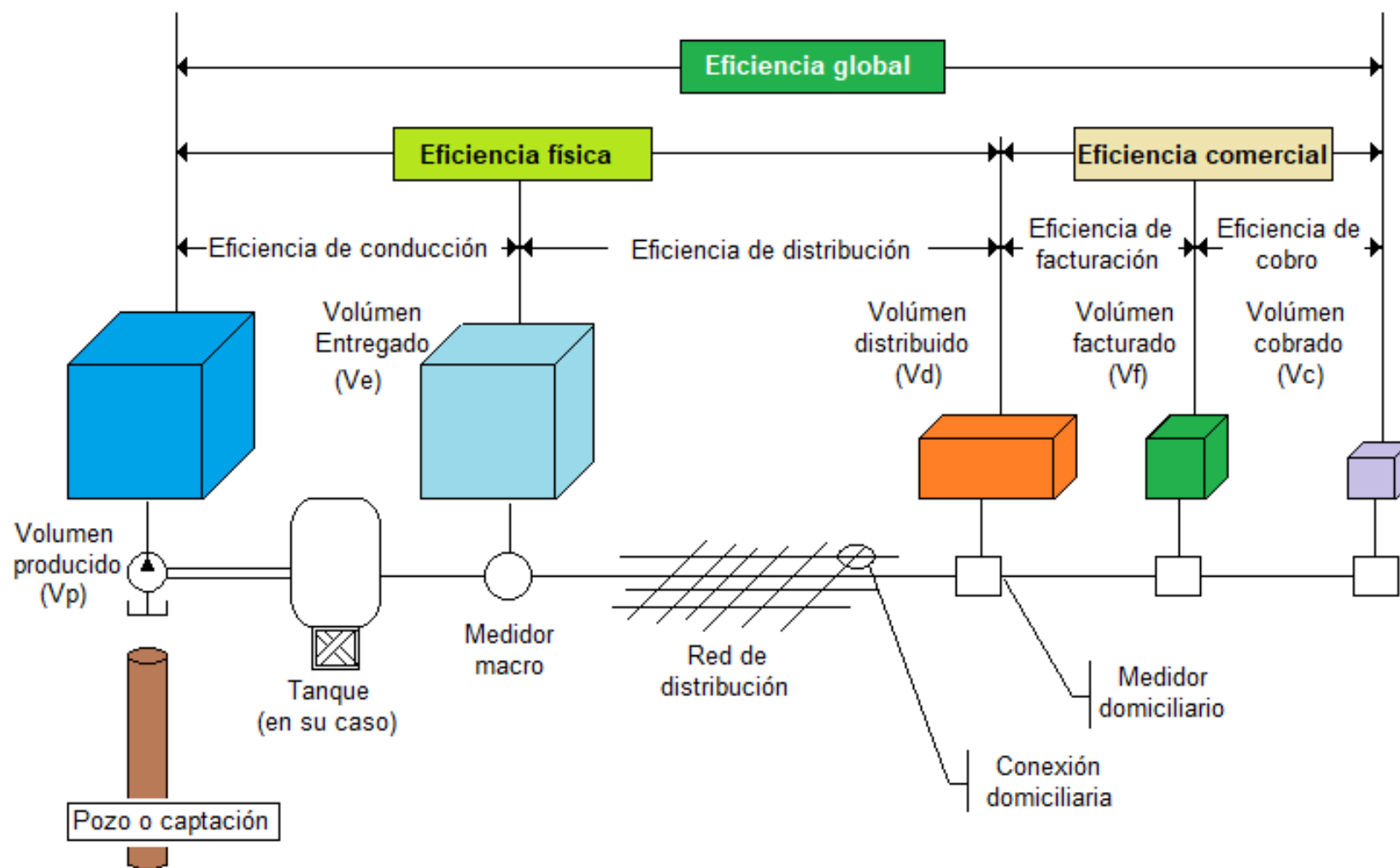
SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

CONUEE

COMISIÓN NACIONAL PARA EL
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA



Eficiencia global



¿Cómo hacer un proyecto de eficiencia energética?

El reto

Los proyectos de agua potable para el incremento de eficiencia electromecánica, física e hidráulica deben considerar 4 condiciones:

Generar información mínima y complementaria (mediciones eléctricas e hidráulicas, recorridos, estimaciones, etc.)

No desperdiciar los recursos disponibles (aprovecha al máximo la red hidráulica)

Soluciones sencillas, prácticas, económicas y de implementación a corto plazo

Mejorar la calidad del servicio al usuario final (eliminar tandeos)

Diagnostico energético



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

CONUEE

COMISIÓN NACIONAL PARA EL
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA



2022 *Ricardo Flores*
Año de Magón
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

Diagnóstico Energético

Objetivos:

Establecer las mejores condiciones para desarrollar el proyecto de eficiencia energética

Identificar las medidas de eficiencia energética técnica y económicamente factibles

Establecer los parámetros para la evaluación del proyecto de eficiencia energética

Diagnóstico Energético (1/7)

Diagnóstico de Eficiencia Energética

Recolección de información

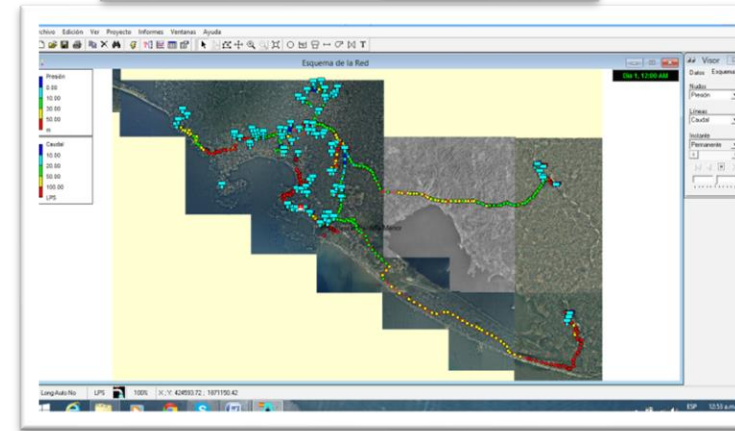
Mediciones de campo

Levantamiento de datos

Análisis de información

Identificar medidas de ahorro de energía

Proyección de ahorros



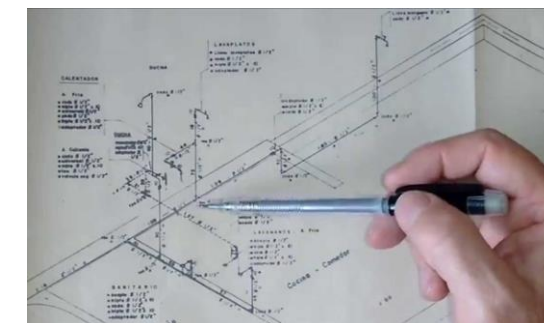
Diagnóstico Energético (2/7)

Recolección de información

- Revisión del estatus de trabajo
- Diseño del sitio de bombeo de agua potable
- Datos históricos
- Datos de Operación
- Datos de Mantenimiento



AUDITORÍA ENERGÉTICA																			
Responsable: _____	Fecha: _____																		
Sistema Operador: _____	Nombre de sitio: _____																		
DATOS GENERALES DEL SISTEMA																			
SUMINISTRO ELÉCTRICO: * No. de servicio: _____ Nombre usuario: _____ Tarifa actual: _____		SISTEMA DE TIERRAS ¿Tiene sistema de tierras? <table border="1"><tr><td>Si</td><td>No</td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table> ¿Está aterrizado el arrancador? <table border="1"><tr><td>Si</td><td>No</td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table> ¿Está aterrizado el transformador? <table border="1"><tr><td>Si</td><td>No</td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table> ¿Está aterrizado el motor? <table border="1"><tr><td>Si</td><td>No</td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table> Long del cable desde arrancador hasta motor (m) _____ Observaciones: _____ _____ _____ _____ _____ _____		Si	No			Si	No			Si	No			Si	No		
Si	No																		
Si	No																		
Si	No																		
Si	No																		
TRANSFORMADOR: Marca: _____ kVAs: _____ kVA																			
ARRANCADOR: Tipo: _____ Capacidad: _____ HP																			
CAPACITORES Capacidad: _____ kVAR																			

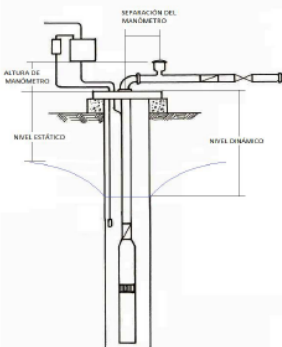



Diagnóstico Energético (3/7)

Mediciones en campo

- Mediciones de parámetros eléctricos
- Mediciones de caudal de descarga en bombas
- Medición de presiones en descarga y succión
- Definición de niveles de referencia en bombeos

MEDICIONES ELÉCTRICAS *				
Tensión entre fases:	Corriente por fase:	Factor de Potencia:	Distorsión Armónica:	
Vab: _____	Ia: _____	Pa: _____	Fpa _____	THD-V: _____
Vbc: _____	Ib: _____	Pb: _____	Fpb _____	THD-I: _____
Vca: _____	Ic: _____	Pc: _____	Fpc _____	
Observaciones: _____				

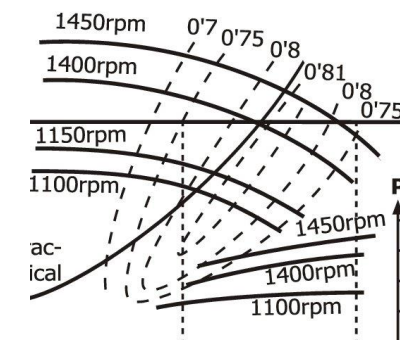
MEDICIONES HIDRÁULICAS *																
NIVELES:																
Nivel dinámico: _____ m	Separación del manómetro: _____ m															
Nivel estático: _____ m	Altura manómetro de descarga: _____ m															
Destino del agua: _____																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tubería</th> <th>Diámetro interno (m)</th> <th>Presión (kg/cm²)</th> <th>Q (l/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Succión</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Descarga</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Tubería	Diámetro interno (m)	Presión (kg/cm ²)	Q (l/s)	Succión				Descarga			
Tubería	Diámetro interno (m)	Presión (kg/cm ²)	Q (l/s)													
Succión																
Descarga																
Observaciones: _____																



Diagnóstico Energético (4/7)

Levantamiento de datos

- Datos de placa de motor
- Datos de placa de bomba
- Curvas de trabajo de cada uno de los elementos



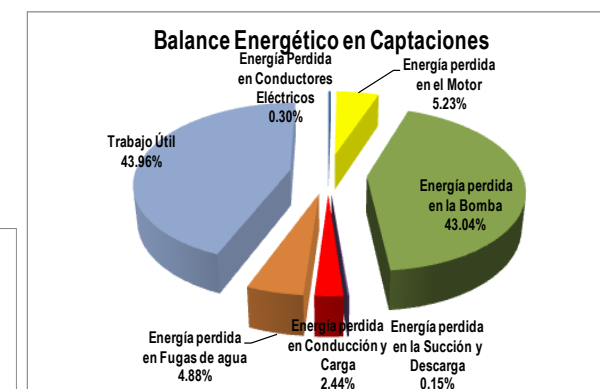
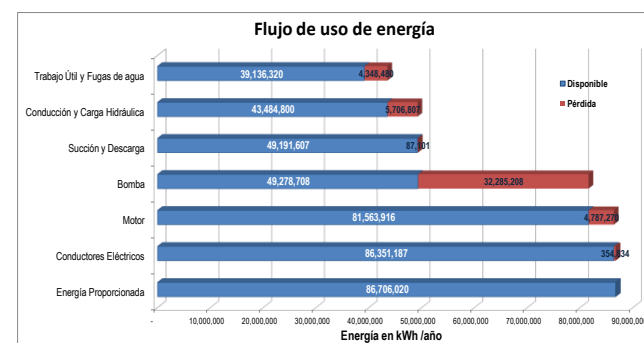
DATOS DE PLACA DEL MOTOR ELÉCTRICO *			
DATOS DE PLACA ó NOMINALES:			
Marca: _____	Tensión: _____ V	Tipo: _____	
Capacidad: _____ HP	Corriente: _____ A	# de rebb: _____	
Velocidad: _____ rpm	Eficiencia: _____ %	Hrs. de op. mes _____	
Observaciones: _____			

DATOS DE PLACA DE LA BOMBA *			
CUERPO:		IMPULSOR:	
Marca: _____	Tipo: _____	Diámetro: _____ pulg.	
Tipo: _____	Material: _____	Carga: _____ m.c.a.	
Modelo: _____	Diámetro: _____ m	Antigüedad: _____ años	
Antigüedad: _____ años			
Observaciones: _____			

Diagnóstico Energético (5/7)

Análisis de la información

- Cálculo de pérdidas eléctricas en conductores y transformadores
- Cálculo de pérdidas y eficiencia del motor
- Cálculo de pérdidas y eficiencia de la bomba
- Cálculo de indicadores energéticos
- Análisis estadístico de los indicadores
- Elaboración de balances de energía
- Análisis del mantenimiento



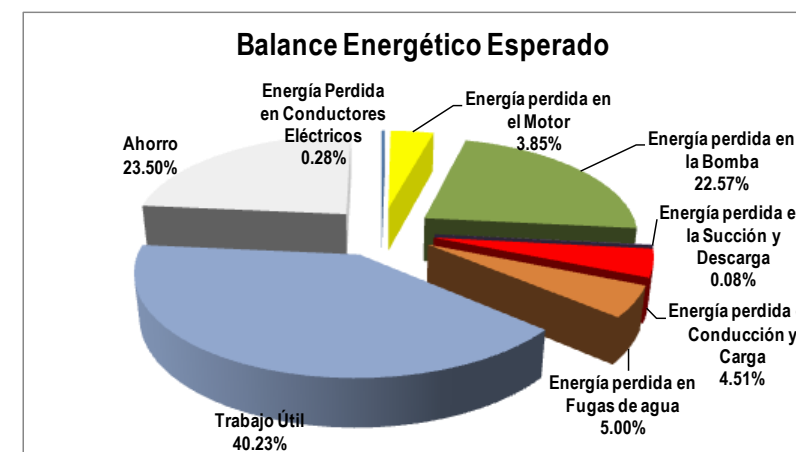
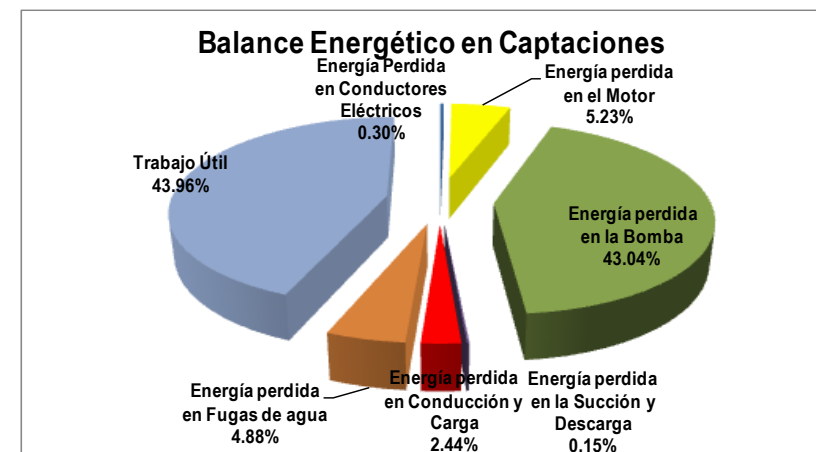
Establecer Línea Base

Diagnóstico Energético (6/7)

Identificar medidas de ahorro de la energía

- Tarifas de Suministro
- Mejorar la Operación
- Reducción de Pérdidas en las Instalaciones Eléctricas
- Mejorar la Eficiencia en Motores Eléctricos
- Mejorar la Eficiencia en Bombas
- Reducción de Pérdidas Mecánicas
- Reducción de Fugas y Pérdidas de Carga
- Mejorar el Mantenimiento
- Sustituir el Suministro de Energía

Fije sus Metas



Diagnóstico Energético (7/7)

Proyección de ahorros

- **Informe final**
 - Descripción de las áreas de oportunidad
 - Soporte técnico de todas las actividades a realizar
 - Proyección de inversiones y retornos
 - Tiempos de vida de los equipos vs mantenimientos
 - Mejoras de mantenimiento

Resumen ejecutivo

- Ahorros de energía y facturación anuales para cada medida de ahorro donde aplica cada medida.
- Porcentaje de ahorro por medida.
- Costo de inversión total para cada medida.
- Rentabilidad de las inversiones a realizar, al menos por el método de tiempo simple de retorno de la inversión.

Un enfoque sistémico ayuda a los diagnósticos energéticos

Debemos tomar en cuenta la gran diversidad de situaciones y variantes que comprenden a un Sistema Operador de Agua Potable (SOAP).

Utilizando un enfoque sistémico, es decir, considerándolos a cada uno, como un sistema o macro sistema insertado en su entorno y formando a su vez, por sistemas, componentes o subsistemas, sin tomar en cuenta en primera instancia, su estructura.

Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

CONUEE

COMISIÓN NACIONAL PARA EL
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA



NOM-ENER en el bombeo de agua

NOM-006-ENER-2015, Eficiencia energética electromecánica en equipos de bombeo para pozo profundo en operación.

NOM-010-ENER-2004, Eficiencia energética del conjunto motor bomba sumergible tipo pozo profundo.

NOM-001-ENER-2014, Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical.

NOM-004-ENER-2014, Eficiencia energética para el conjunto motor-bomba, para bombeo de agua limpia de uso doméstico, en potencias de 0,180 kW ($\frac{1}{4}$ HP) hasta 0,750 kW (1 HP).

NOM-016-ENER-2016, Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 kW a 373 kW. Límites.

<https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/normas-oficiales-mexicanas-en-eficiencia-energetica-vigentes>

NOM

Estudio Integral de Sistemas de Bombeo de Agua Potable Municipal (Áreas de oportunidad)

Medidas de baja y media inversión generan hasta un 24% de ahorro:

- Optimizar tarifas de suministro de energía
- Reducción de pérdidas en las instalaciones eléctricas
- Optimización del Factor de Potencia
- Mejora de la eficiencia en motores eléctricos y bombas
- Instalación de variadores de velocidad

Medidas de alta inversión incrementan un 11% de ahorro adicional:

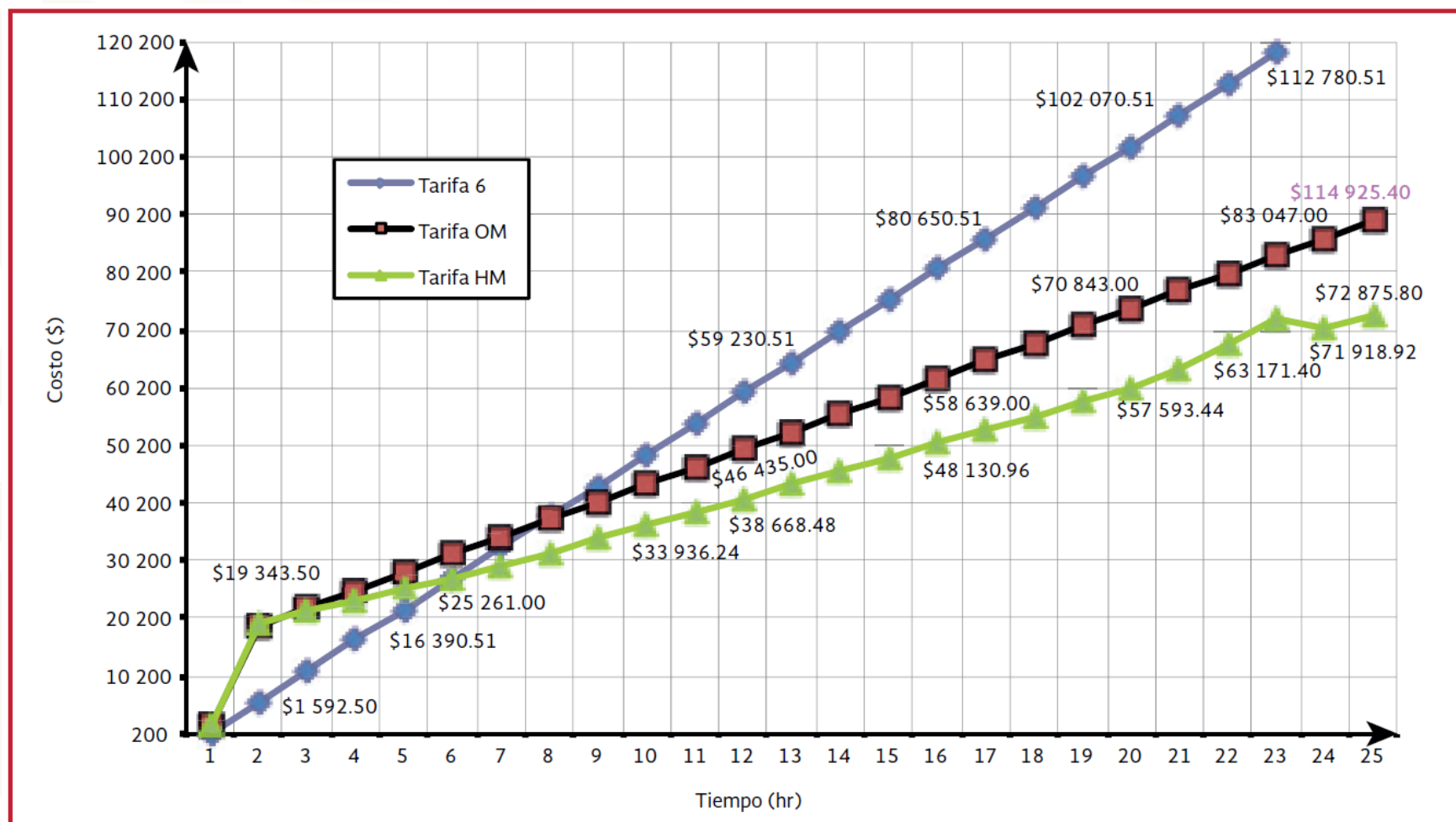
- Reducir pérdidas de conducción de agua al mínimo
- Reducir la carga de bombeo optimizando los esquemas de distribución.

Ahorro de energía
hasta de
35%



1. Optimizar tarifas de suministro de energía

Tarifas eléctricas (1/5)



Tarifas eléctricas (2/5)

Horarios de las tarifas al semana

Día	H. Base	H. Inter	H. Punta
L a V	6	16	2
Sábado	7	17	
Domingo	19	5	

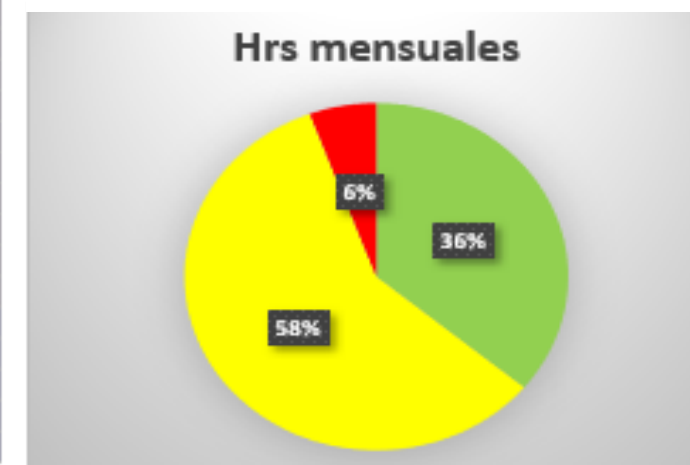
Porcentaje de horarios al mes

Horario	Porcentaje
H. Base	36%
H. Inter	54%
H. Punta	6%

Hrs	Lunes a Viernes	Sábado	Domingo
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			

Junio 2022 Calendarpedia Your source for calendars

Sem.	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
22	30	31	1	2	3	4	5
23	6	7	8	9	10	11	12
24	13	14	15	16	17	18	19
25	20	21	22	23	24	25	26
26	27	28	29	30	1	2	3



Tarifas eléctricas (3/5)



Comisión Reguladora de Energía
Unidad de Electricidad

IMPORTANTE:
ESTA INFORMACIÓN CONSTITUYE UN EJERCICIO DE ESTIMACIÓN Y REFERENCIA DE LA FACTURACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO PARA EL USUARIO FINAL DEL SUMINISTRO BÁSICO, POR LO QUE LA INFORMACIÓN OBTENIDA NO ES VINCULANTE, NI GENERA OBLIGACIÓN JURÍDICA ALGUNA PARA LA COMISIÓN REGULADORA DE ENERGÍA, NI PARA EL SUMINISTRADOR DE SERVICIOS BÁSICOS.

Entidad	Sinaloa
Municipio/Alcaldía	Culliacán
División Tarifaria ^{2'}	Noroeste
Manipular y llenar únicamente los cuadros en verde	

Categoría Tarifaria ^{1'}	Mes
GDMTO	mar-20

Periodo Inicio ^{3'}	Periodo Fin ^{3'}
01/03/2020	31/03/2020

Periodicidad ^{3'}

Concepto	Consumo/Demanda
Demanda Máxima (kW)	75
Demanda Base (kW)	
Demanda Intermedia (kW)	
Demanda Punta (kW)	
Demanda Semipunta (kW)	
Consumo No horarios (kWh)	54,421
Consumo Horarios (kWh)	
Energía Base (kWh)	
Energía Intermedia (kWh)	
Energía Punta (kWh)	
Energía Semipunta (kWh)	


Horario	Segmento	Unidad	Cargo Tarifario ^{4'}
NA	Suministro	\$/Cliente	621.91
E	Generación	\$/kWh	
I	Generación	\$/kWh	
P	Generación	\$/kWh	
SP	Generación	\$/kWh	
NA	Generación	\$/kWh	0.9748
NA	Transmisión	\$/kWh	0.1679
NA	CDNCE	\$/kWh	0.0000
NA	SCoMEM	\$/kWh	0.0051
NA	Distribución	\$/kWh	0.7700
NA	Capacidad	\$/kWh	249.6500

Facturación (\$) ^{5'}
\$ 621.91
\$ 53,016.94
\$ 9,137.29
\$ 304.76
\$ 6,420.07
\$ 39,908.91

Demanda Max Periodo ^{3'}	75
Demanda Punta ^{3'}	
Demanda Equivalente ^{3'}	138
Factor de Carga ^{4'}	0.55
Demanda a Facturar Distribución ^{3'}	75
Demanda a Facturar Capacidad ^{3'}	138

Facturación (\$) ^{6'}	\$ 109,409.86
Tarifa Media (\$/kWh) ^{7'}	\$ 2.01

Tarifas eléctricas (4/5)


Comisión Reguladora de Energía
Unidad de Electricidad

IMPORTANTE:
ESTA INFORMACIÓN CONSTITUYE UN EJERCICIO DE ESTIMACIÓN Y REFERENCIA DE LA FACTURACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO PARA EL USUARIO FINAL DEL SUMINISTRO BÁSICO, POR LO QUE LA INFORMACIÓN OBTENIDA NO ES VINCULANTE, NI GENERA OBLIGACIÓN JURÍDICA ALGUNA PARA LA COMISIÓN REGULADORA DE ENERGÍA, NI PARA EL SUMINISTRADOR DE SERVICIOS BÁSICOS.

Selecciona la entidad y municipio para identificar su División Tarifaria

Entidad	Sinaloa
Municipio/Alcaldía	Culiacán
División Tarifaria ²¹	Noroeste

Manipular y llenar únicamente los cuadros en verde

Categoría Tarifaria ¹¹	Mes
GDMTH	mar-20

Periodo Inicio ¹²	Periodo Fin ¹²
01/03/2020	31/03/2020

Periodicidad ¹³

Concepto	Consumo/Demanda
Demanda Máxima (kW)	75
Demanda Base (kW)	75
Demanda Intermedia (kW)	75
Demanda Punta (kW)	75
Demanda Semipunta (kW)	
Consumo No horarios (kWh)	54,421
Consumo Horarios (kWh)	54,421
Energía Base (kWh)	19,592
Energía Intermedia (kWh)	31,564
Energía Punta (kWh)	3,265
Energía Semipunta (kWh)	

Horario	Segmento	Unidad	Cargo Tarifario ¹⁴
NA	Suministro	\$/Cliente	630.20
E	Generación	\$/kWh	0.1422
I	Generación	\$/kWh	1.1966
P	Generación	\$/kWh	1.2450
SP	Generación	\$/kWh	
NA	Generación	\$/kWh	
NA	Transmisión	\$/kWh	0.1679
NA	DISTRIBUCIÓN	\$/kWh	0.0000
NA	SCoMEM	\$/kWh	0.0056
NA	Distribución	\$/kWh	0.7700
NA	Capacidad	\$/kWh	244.0200

Facturación (\$) ¹⁵
\$ 630.20
\$ 13,365.66
\$ 37,769.48
\$ 4,391.43
\$ 9,137.29
\$ 435.37
\$ 304.76
\$ 6,657.75
\$ 25,861.50

Demanda Max Periodo ¹⁷	75
Demanda Punta ¹⁷	75
Demanda Equivalente ¹⁷	129
Factor de Carga ¹⁸	0.57
Demanda a Facturar Distribución ¹⁹	75
Demanda a Facturar Capacidad ¹⁹	75

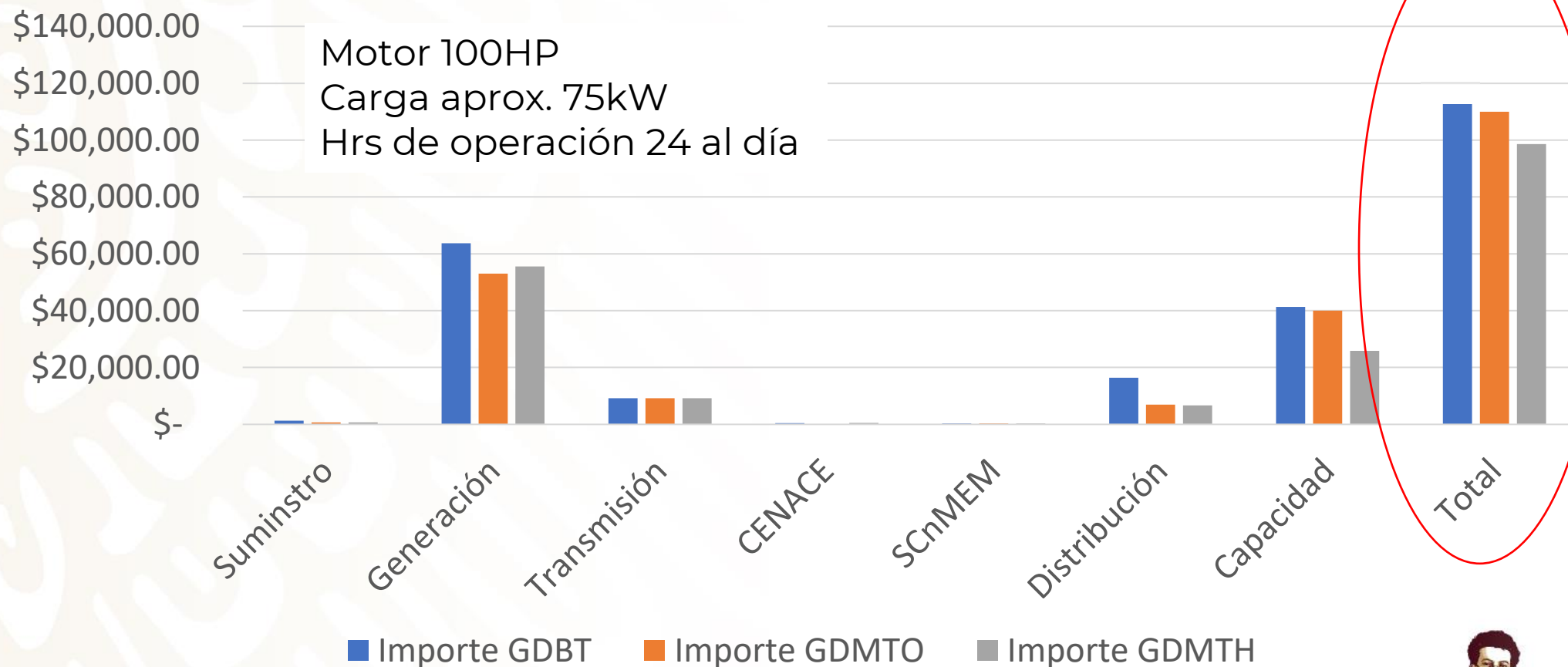
Facturación (\$) ¹⁵	\$ 98,553.43
Tarifa Media (\$/kWh) ²⁰	\$ 1.81

Notas:



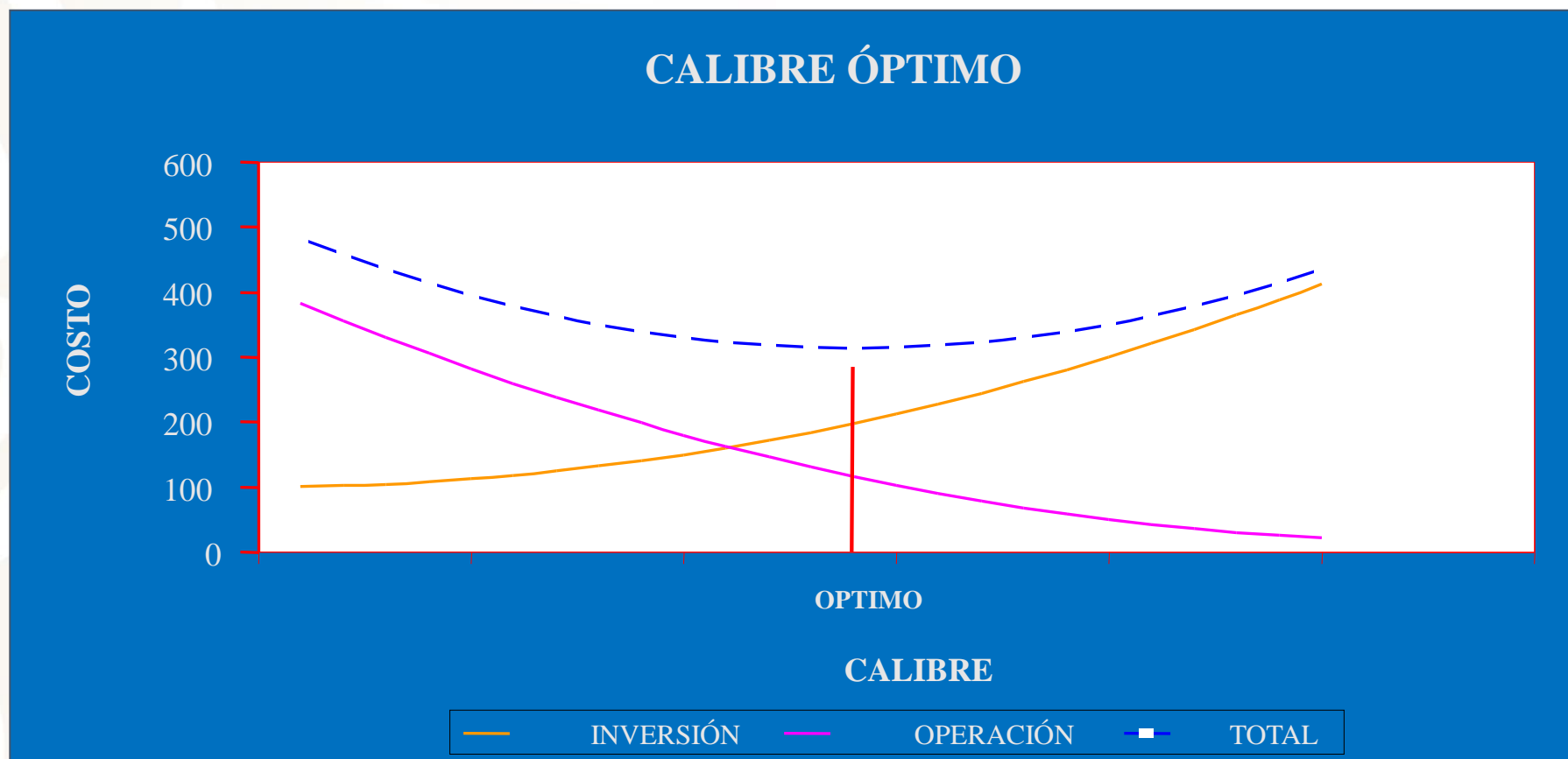
Tarifas eléctricas (5/5)

Comparativo de Tarifas Eléctricas



2. Reducción de pérdidas en las instalaciones eléctricas

Conductores eléctricos (1/2)



El calibre óptimo es aquel que minimiza el costo total (inversión + operación) del conductor a lo largo del ciclo de vida del mismo.

Conductores eléctricos (2/2)

CASO: Selección del calibre óptimo del conductor.

Se trata de seleccionar el calibre óptimo del conductor eléctrico, para alimentar a un equipo de bombeo que demanda 150 Amp a 440 V.

La distancia a cablear son 130m, con 4 hilos.

La Norma indica que se debe usar un conductor calibre mínimo de: 2/0.

Costos de Operación

Calibre	Resistencia (Ohms/km)	Longitud (km)	Resistencia Total (Ohms)	Pérdidas (W/fase)	Pérdidas totales		
					kW	kWh/año	Pesos/año
2/0	0.261	0.13	0.0339	763	2.29	20,060	30,091
3/0	0.207	0.13	0.0269	605	1.82	15,943	23,915
4/0	0.164	0.13	0.0213	480	1.44	12,614	18,922
250	0.139	0.13	0.0181	407	1.22	10,687	16,031
300	0.1157	0.13	0.015	338	1.02	8,935	13,403
350	0.0991	0.13	0.0129	290	0.87	7,621	11,432
500	0.0695	0.13	0.009	203	0.61	5,344	8,015
750	0.0463	0.13	0.006	135	0.41	3,592	5,387

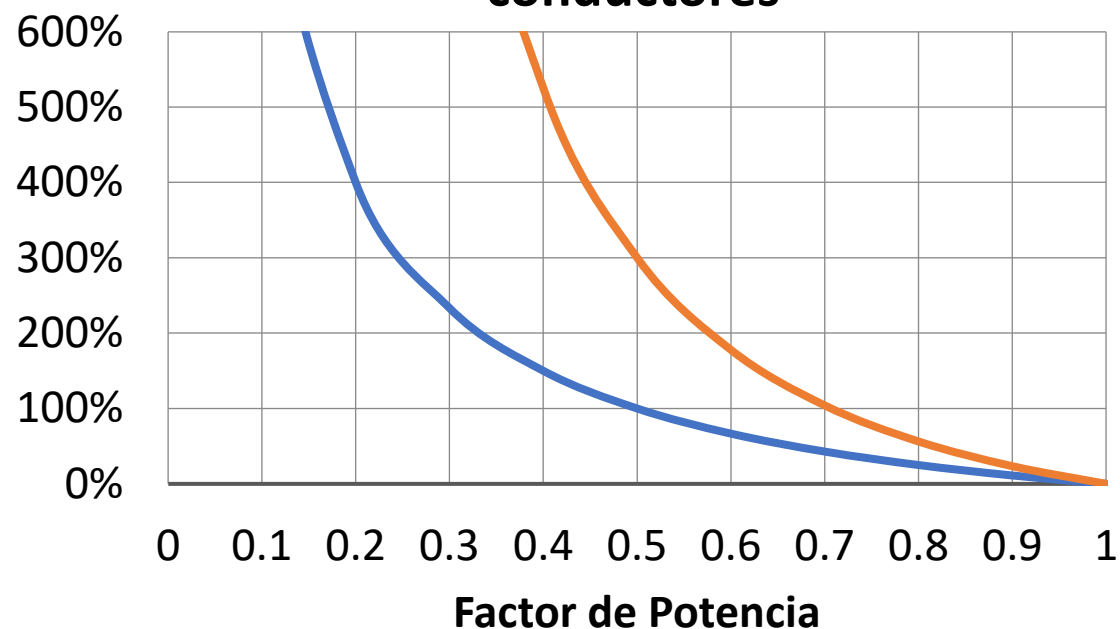
*Precio de kWh/mes de 1.5



3. Optimización del factor de potencia

Optimización del Factor de Potencia (1/3)

Efectos del factor de potencia en los conductores



— Incremento de la corriente — Incremento de las pérdidas

Problemas por bajo FP:

- a) Un aumento en la caída de voltaje.
- b) Incremento de la potencia aparente, con lo que se reduce la capacidad del transformador.
- c) Estas pérdidas afectan al productor y distribuidor de energía eléctrica.

Un FP = 0.8 produce:

Incremento en la corriente del 25%

Incremento en las pérdidas del 56%

Optimización del Factor de Potencia (2/3)

Ruta		Periodo			
71DK14B019010020		11 DIC 15 A 12 ENE 16			
Función	No. Medidor	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Totales
kWh	1L25F6	41393	16077	25316	25,316
kW	1L25F6	40	0	40	40
kVArh	1L25F6	11394	91512	19882	19,882
Mes	Días de mes	Consumo prom. diario	Energía kWh	Precios \$kWh	Importe \$
			25,316	1.8390	46,556.12
Mes	Factor de proporción	Demanda máxima kW	Precios \$kWh	Importe \$	Factor de potencia
	1.0000		335.06	335.06	78.65

Avisos Importantes

- Corte a partir de 29 ENE 16.
- Nos transformamos para servirte mejor.
- Servicio a Clientes Teléfono 071.



Datos Fiscales del Receptor

MJZ850101AQ9

Serie: KG Folio: 000007793904
 Folio Fiscal: E60F0D98-8836-49DB-AFBC-E90EEF7FB4BF
 N. Certificado del SAT: 00001000000300494998
 No. certificado del CSD: 00001000000300470059
 Fecha y Hora de certificación: 2016-01-14T16:25:32
 Unidad de medida: No Aplica
 Forma de pago: No Identificado

Tarifa

06

Carga conectada

kW

45

Demanda contratada

kW

45

Multiplicador

1

Datos Históricos

2

Mes	Demanda máxima kW	Consumo total kWh	F.P. %	F.C. %	Precio medio
ENE 15		27,908			1.8614
FEB 15		29,173			1.8766
MAR 15		27,042			1.8826
ABR 15		28,543			1.8797
MAY 15		28,261			1.8883
JUN 15		26,407			1.8933
JUL 15		26,940			1.9045
AGO 15		28,872			1.9133
SEP 15		26,725			1.9349
OCT 15		26,199			1.9542
NOV 15		27,721			1.9762
DIC 15		27,074			2.0069
ENE 16		25,316			2.0536

Estado de cuenta



Optimización del Factor de Potencia (3/3)

Datos de entrada

Propuesta

Resultados

Evaluación económica

PROYECTO PRUEBA - Pozo 3

CONUEE
COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Evaluador de medidas de ahorro de energía en sistemas de bombeo de agua potable

NOM-006-ENER

Sustitución Motor-Bomba | Sustitución de Motor | Sustitución de Bomba | **Compensación del F.P.** | Instalación de V.V.

Entradas

Descripción de la Situac. Actual Promedio Mensual

Factor Potencia : 78.65 % Energía Consumida : 25,316.00 kWh/mes

Imp. de Fact. Antes de IVA : 51,990.13 \$/mes

Operación del Equipo : 720.00 h/mes

Caract. del Capacitor a Evaluar

Capac. del Banco de Capacitores : 20.00 kVar

Costos del Banco a Evaluar : 30,000.00 \$

Resultados

Recomendación

Factor Potencia Recomendado : 98.0 %

Capac. Capacitor Recomendado : 20.47 kVar

Ahorro Esperado : 5,119.38 \$/mes

Evaluación Económica

Factor de Potenc. Esperado : 97.74 %

Ahorro : 5,090.16 \$/mes

PSRI : 05.89 Meses

Guardar cambios

4. Mejora de la eficiencia energética en el conjunto motor-bomba

Evaluación Electromecánica (1/7)

Muchas bombas se encuentran trabajando fuera de su zona óptima de diseño, lo que se traduce en bajas eficiencias de operación.

Un problema común es el sobredimensionamiento del equipo a la hora de hacer la especificación

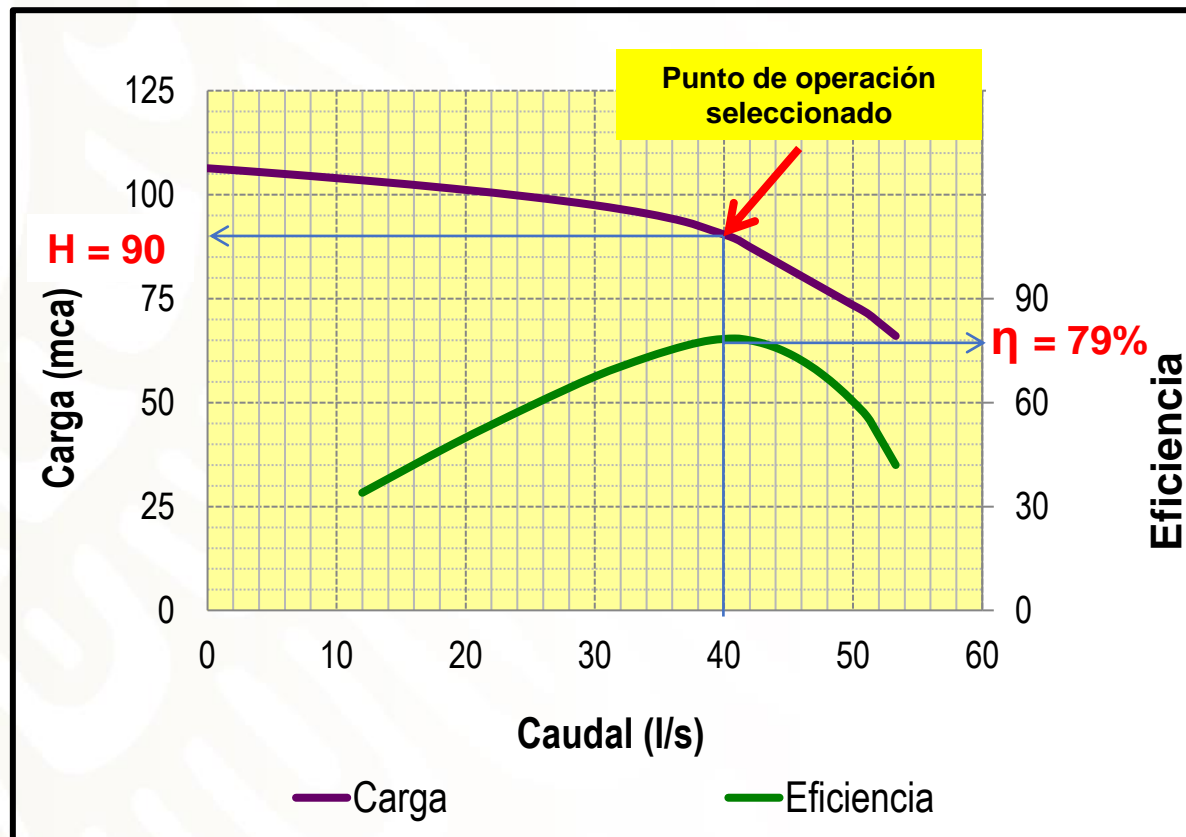
Ejemplo:

Para una aplicación específica se requieren 20 lps con una carga de 90 mca; pero el organismo ha solicitado una bomba para 40 lps.

Evaluación Electromecánica (2/7)

Ejemplo:

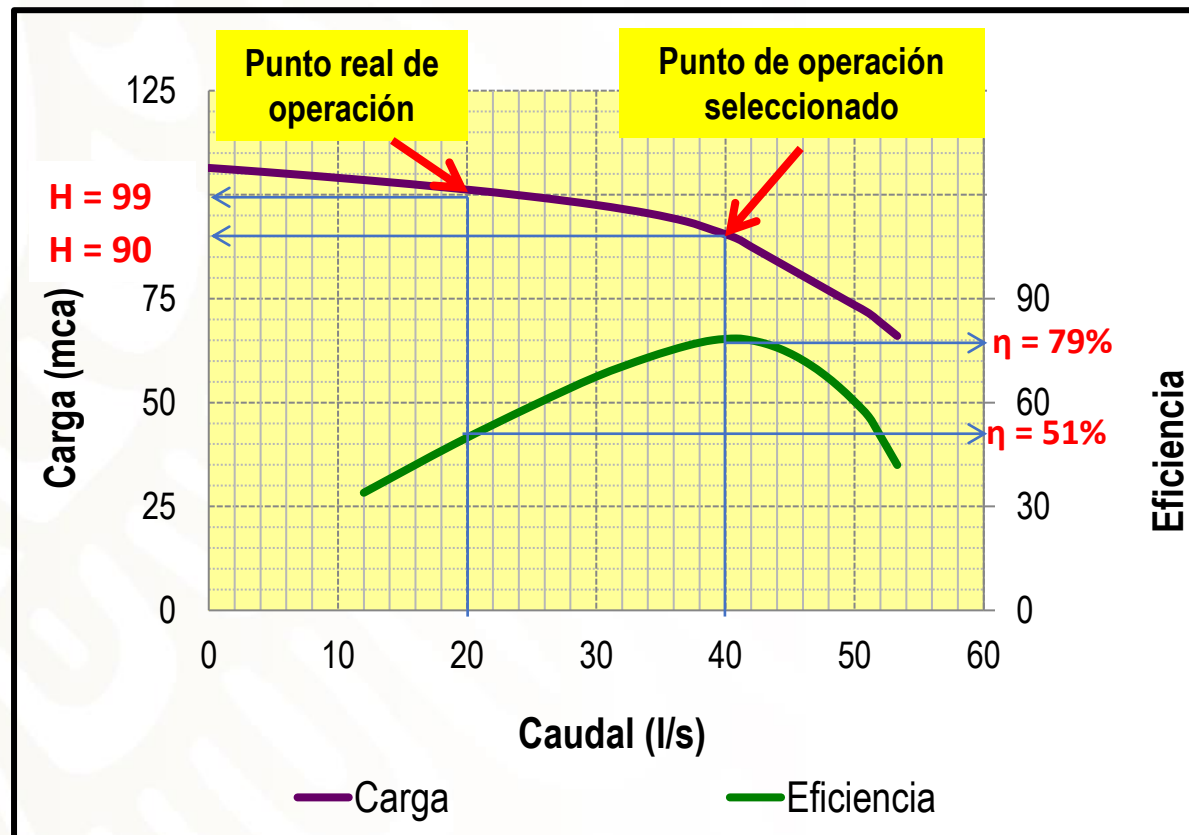
Para una aplicación específica se requieren 20 lps con una carga de 90 mca; pero el organismo ha solicitado una bomba para 40 lps.



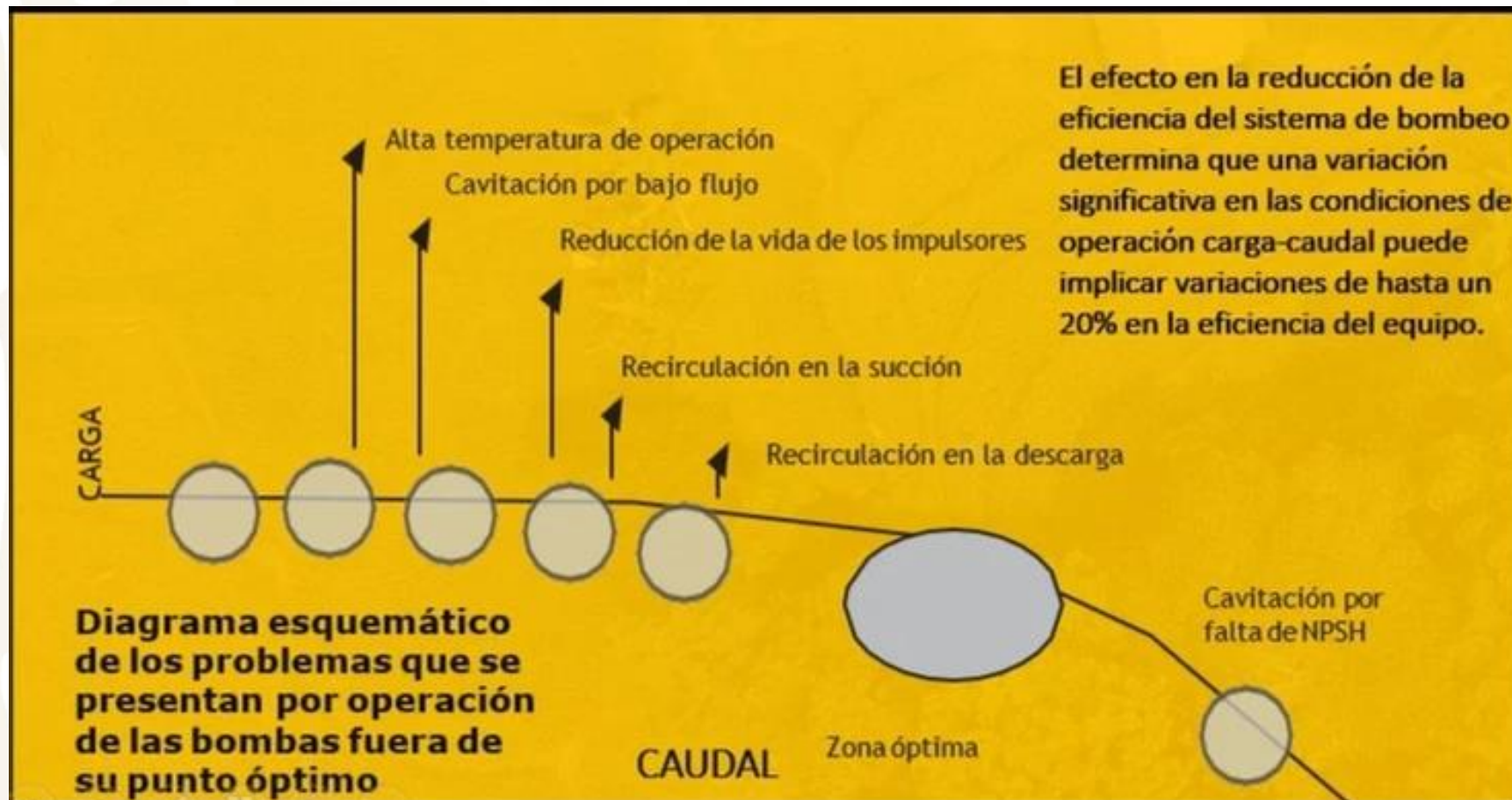
Evaluación Electromecánica (3/7)

Ejemplo:

Para una aplicación específica se requieren 20 lps con una carga de 90 mca; pero el organismo ha solicitado una bomba para 40 lps.



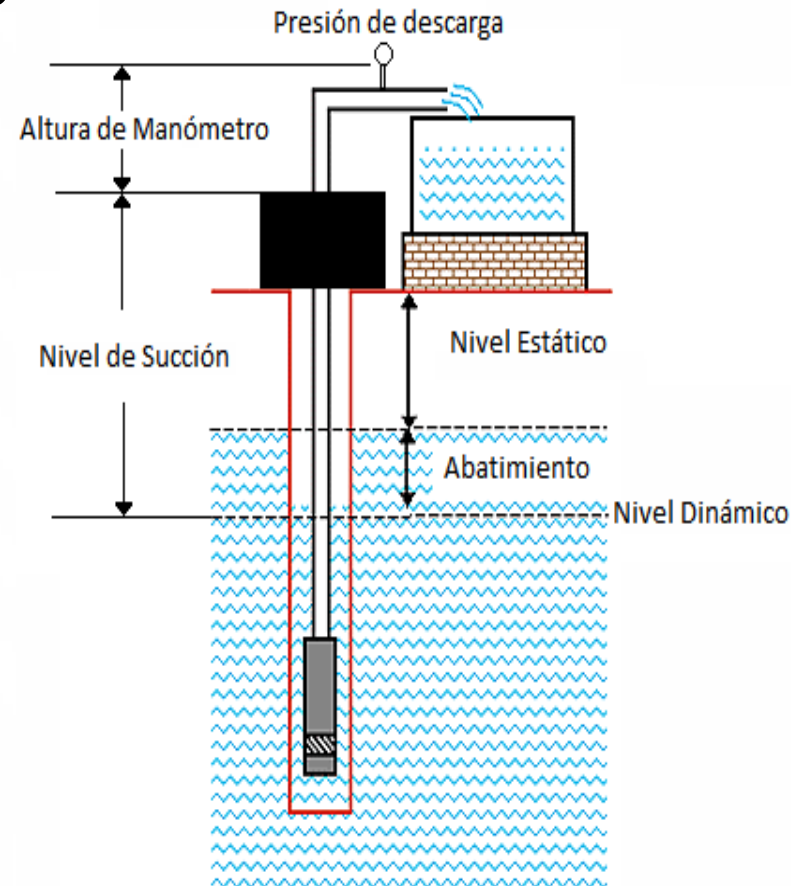
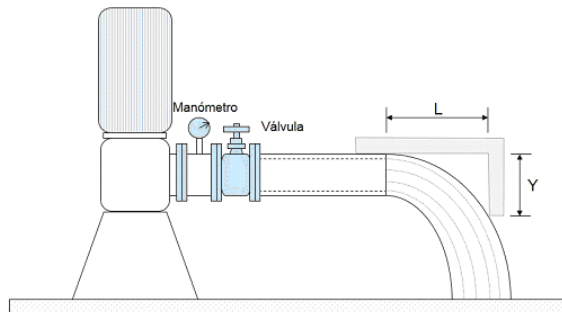
Evaluación Electromecánica (4/7)



Evaluación Electromecánica (5/7)

Dentro de los datos a recabar se encuentran:

- Gasto
- Nivel de succión
- Altura del manómetro
- Presión de descarga
- Costo de energía
- Eficiencia de motor
- Horas de operación
- Etc.



Evaluación Electromecánica (6/7)

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA ELECTROMECÁNICA						
No.	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio
1	DI	Diámetro interno de la tubería (m)	0.21092	0.21092	0.21092	0.21092
2	r.p.m.	Frecuencia de rotación				
3	ND	Nivel Dinámico (m)	67.52	67.79	68.07	67.79
4	he	Distancia desde el nivel de referencia a la línea centros del manómetro (m)	1.68	1.68	1.68	1.68
5	P1	Lectura del manómetro a la descarga (mca)	16.6	17	16.9	16.83
6	Pm	Presión a la descarga = (4) + (5) (m)	14.92	15.32	15.22	15.15
7	A	Área del tubo de descarga = $3.1416 \times (1)^2 / 4$ (m ²)	0.034940	0.034940	0.034940	0.034940
8	Q	Gasto (m ³ /s)	0.01718	0.01718	0.01718	0.01718
9	lv	Carga de velocidad = $((8)/(7))^2 / 19.6133$ (m)	0.012	0.012	0.012	0.012
10	H _{rot}	Pérdidas de fricción en la columna, tubería de descarga y accesorios (m)	1.36	1.36	1.36	1.36
11	hd	Carga a la descarga = (6) + (9) + (10) (m)	16.29	16.69	16.59	16.53
12	H	Carga total = (3) + (11) (m)	83.81	84.48	84.66	84.32
13	Ia	Corriente línea A	67	68	69	68.00
	Ib	Corriente línea B	71	71	71	71.00
	Ic	Corriente línea C	69	69	68	68.67
	I	Promedio = (Ia + Ib + Ic) / 3 (Amperes)	69	69.33	69.33	69.22
14	Vab	Tensión de fase AB	444	446	444	444.67
	Vac	Tensión de fase AC	444	445	443	444.00
	Vbc	Tensión de fase BC	447	448	445	446.67
	V	Promedio = (Vab + Vac + Vbc) / 3 (Volts)	445	446.33	444	445.11
15	fp a	Factor de potencia de línea A	88	88	88	88.00
	fp b	Factor de potencia de línea B	82	82	82	82.00
	fp c	Factor de potencia de línea C	80	80	80	80.00
	Fp	Promedio = (fp a + fp b + fp c) / 3 (%)	83.33	83.33	83.33	83.33
16	P _E	Potencia de entrada al motor = $1.732 \times (13) \times (15) \times 10^{-5}$ (KW)	45.37	45.73	45.49	45.53
17	P _S	Potencia de salida de la bomba = $9.81 \times (8) \times (12)$ (KW)	14.13	14.24	14.27	14.21
18	η _{EM}	Eficiencia electromecánica = (17) / (16) x 100 (%)	31.13	31.14	31.37	31.21

NOM-006-ENER-2015

Intervalos de Potencias		Eficiencia electromecánica (%) conjunto bomba motor	
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

Evaluación Electromecánica (7/7)

PROYECTO PRUEBA - Pozo 1

CONUEE
COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Evaluador de medidas de ahorro de energía en sistemas de bombeo de agua potable

NOM-006-ENER

Sustitución Motor-Bomba | Sustitución de Motor | Sustitución de Bomba | Compensación del F.P. | Instalación de V.V.

Entradas

Situación actual:

Gasto: 17.18 lps

Nivel de succión: 67.79 m

Altura Manómetro: 00.50 m

Presión de descarga: 01.64 kg/cm²

Potencia eléctrica: 47.90 kW

Horas de operación: 720.00 h/mes

Costo integrado de la ener.: 02.00 \$/kWh

Características del equipo propuesto:

Eficiencia del motor: 92.00 %

Eficiencia de la bomba: 80.00 %

Inversión: 150,000.00 \$

Resultados

Sistema Actual:

Eficiencia electromecánica: 30.10 %

Consumo de energía: 34,488.00 kWh/mes

Facturación eléctrica: 68,976.00 \$/mes

Especificación del equipo a proponer:

Gasto: 17.18 lps

Carga: 85.54 mca

Sistema Propuesto:

Eficiencia electromecánica: 66.98 %

Pot. eléc. demandada: 21.53 kW

Consumo de energía: 15,501.60 kWh/mes

Facturación eléctrica: 31,003.20 \$/mes

Evaluación económica:

Ahorros: 37,972.80 \$/mes

PSRI: 03.95 meses

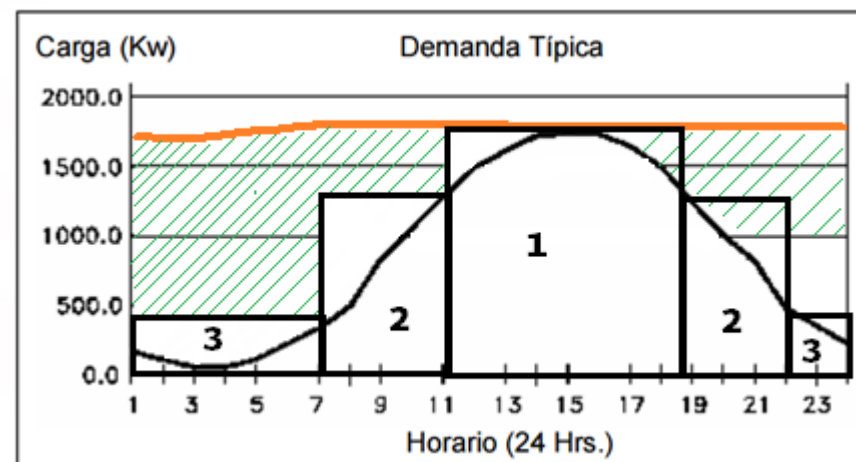
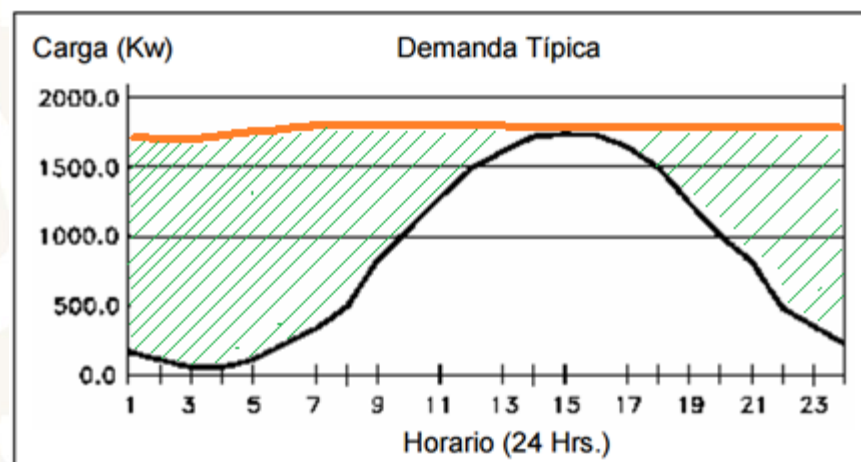
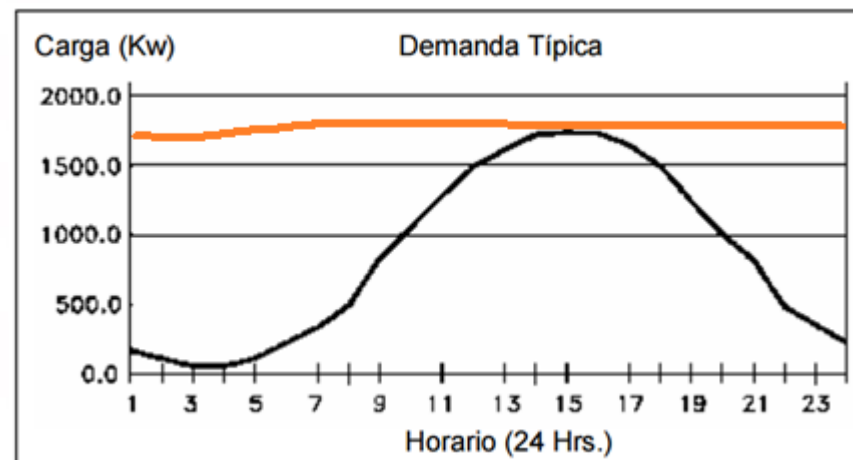
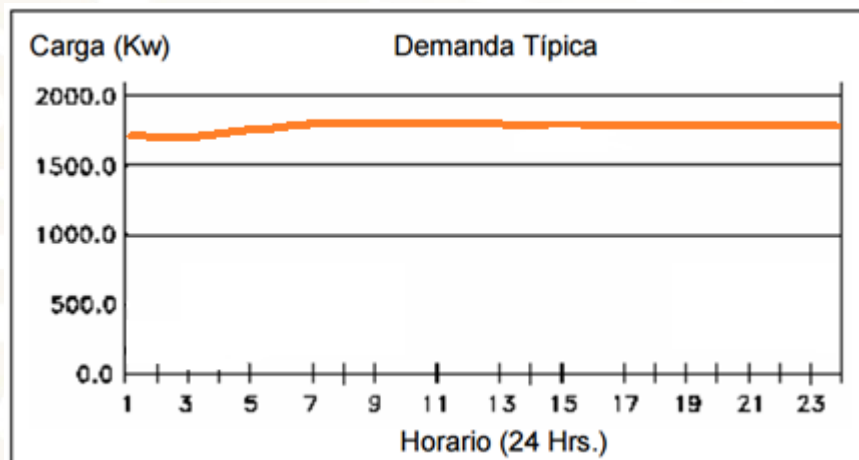
Guardar cambios

NOM-006-ENER-2015

Intervalos de Potencias		Eficiencia electromecánica (%) conjunto bomba motor	
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

5. Instalación de variadores de velocidad

Variador de velocidad (1/3)



Variador de velocidad (2/3)

Ejemplo:

La potencia demandada por un motor de 500HP (digamos 309.53kW) de una bomba de 60Hz, si se reduce la velocidad en un 7%, la potencia también se reducirá:

Utilizando leyes de afinidad:

Potencia-Velocidad

$$\frac{BHP_1}{BHP_2} = \left[\frac{N_1}{N_2} \right]^3$$

Donde:

$$N_1 = 3,570 \text{ RPM}$$

$$N_2 = 3,333 \text{ RPM}$$

$$P_1 = 309.53 \text{ kW}$$

$$P_2 = (N_2/N_1)^3 \times P_1 = (3,333 / 3,570)^3 \times 309.53$$

$$P_2 = 251.88 \text{ kW}$$

Ahorro estimado en **18%**

Variador de velocidad (3/3)

PROYECTO PRUEBA - Pozo 3

CONUEE
COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Evaluador de medidas de ahorro de energía en sistemas de bombeo de agua potable

NOM-006-ENER

Sustitución Motor-Bomba | Sustitución de Motor | Sustitución de Bomba | Compensación del F.P. | Instalación de V.V.

Entradas

Nivel de Succión: 60.50 m

Altura Manómetro: 00.75 m

Condición 1

Presión: 01.80 kg/cm²

Caudal: 35.00 lps

Duración promedio: 08.00 h/día

Condición 2

Presión: 01.59 kg/cm²

Caudal: 30.00 lps

Duración promedio: 08.00 h/día

Condición 3

Presión: 01.00 kg/cm²

Caudal: 20.00 lps

Duración promedio: 08.00 h/día

Días promedio oper: 25.00 días/mes

Consumo de energía: 25,318.00 kWh/mes

Costo unitario energía: 02.00 \$/kWh

Propuesta:

Presión a sostener por el VV: 01.00 kg/cm²

Capacidad del VV: 60.00 HP

Inversión: 90,000.00 \$

Resultados

Ahorro económico: 3,552.86 \$/mes

PSRI: 25.33 meses

Guardar cambios

Herramienta Pik-Já



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

CONUEE

COMISIÓN NACIONAL PARA EL
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA



Pik-Já

Es una herramienta sencilla para evaluar medidas de ahorro de energía en sistemas de bombeo de agua y fortalecer las competencias de la Conuee para ofrecer asistencia técnica a los Organismo Operadores de Agua Potable (OO).

La herramienta Pik-Já es de fácil aplicación y sirve para evaluar las medidas de ahorro de energía más comunes entre los OO. La herramienta cuenta con sus guías y manuales para facilitar su uso.



Liga de descarga: <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/herramientas-y-aplicaciones-conuee>
Video tutorial de Pik-Já <https://www.youtube.com/watch?v=o5BIFrEOgcE&t=21s>

Evaluación Sistema de Bombeo con la metodología de la NOM-006-ENER-2015 (4/5)

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA ELECTROMECÁNICA						
No.	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio
1	DI	Diámetro interno de la tubería (m)	0.21092	0.21092	0.21092	0.21092
2	r.p.m.	Frecuencia de rotación				
3	ND	Nivel Dinámico (m)	67.52	67.79	68.07	67.79
4	he	Distancia desde el nivel de referencia a la línea centros del manómetro (m)	1.68	1.68	1.68	1.68
5	P1	Lectura del manómetro a la descarga (mca)	16.6	17	16.9	16.83
6	Pm	Presión a la descarga = (4) + (5) (m)	14.92	15.32	15.22	15.15
7	A	Área del tubo de descarga = $3.1416 \times (1)^2 / 4$ (m ²)	0.034940	0.034940	0.034940	0.034940
8	Q	Gasto (m ³ /s)	0.01718	0.01718	0.01718	0.01718
9	lv	Carga de velocidad = $((8)/(7))^2 / 19.6133$ (m)	0.012	0.012	0.012	0.012
10	H _{rot}	Pérdidas de fricción en la columna, tubería de descarga y accesorios (m)	1.36	1.36	1.36	1.36
11	hd	Carga a la descarga = (6) + (9) + (10) (m)	16.29	16.69	16.59	16.53
12	H	Carga total = (3) + (11) (m)	83.81	84.48	84.66	84.32
13	Ia	Corriente línea A	67	68	69	68.00
	Ib	Corriente línea B	71	71	71	71.00
	Ic	Corriente línea C	69	69	68	68.67
	I	Promedio = (Ia + Ib + Ic) / 3 (Amperes)	69	69.33	69.33	69.22
14	Vab	Tensión de fase AB	444	446	444	444.67
	Vac	Tensión de fase AC	444	445	443	444.00
	Vbc	Tensión de fase BC	447	448	445	446.67
	V	Promedio = (Vab + Vac + Vbc) / 3 (Volts)	445	446.33	444	445.11
15	fp a	Factor de potencia de línea A	88	88	88	88.00
	fp b	Factor de potencia de línea B	82	82	82	82.00
	fp c	Factor de potencia de línea C	80	80	80	80.00
	Fp	Promedio = (fp a + fp b + fp c) / 3 (%)	83.33	83.33	83.33	83.33
16	P _E	Potencia de entrada al motor = $1.732 \times (13) \times (15) \times 10^{-5}$ (KW)	45.37	45.73	45.49	45.53
17	P _S	Potencia de salida de la bomba = $9.81 \times (8) \times (12)$ (KW)	14.13	14.24	14.27	14.21
18	η _{EM}	Eficiencia electromecánica = (17) / (16) x 100 (%)	31.13	31.14	31.37	31.21

NOM-006-ENER-2015

Intervalos de Potencias		Eficiencia electromecánica (%) conjunto bomba motor	
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

Evaluación Sistema de Bombeo con Pik-Já basado en la NOM-006-ENER-2015 (5/5)

PROYECTO PRUEBA - Pozo 1

CONUEE
COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Evaluador de medidas de ahorro de energía en sistemas de bombeo de agua potable

NOM-006-ENER

Sustitución Motor-Bomba | Sustitución de Motor | Sustitución de Bomba | Compensación del F.P. | Instalación de V.V.

Entradas

Situación actual:

Gasto: 17.18 lps

Nivel de succión: 67.79 m

Altura Manómetro: 00.50 m

Presión de descarga: 01.64 kg/cm²

Potencia eléctrica: 47.90 kW

Horas de operación: 720.00 h/mes

Costo integrado de la ener.: 02.00 \$/kWh

Características del equipo propuesto:

Eficiencia del motor: 92.00 %

Eficiencia de la bomba: 80.00 %

Inversión: 150,000.00 \$

Resultados

Sistema Actual:

Eficiencia electromecánica: 30.10 %

Consumo de energía: 34,488.00 kWh/mes

Facturación eléctrica: 68,976.00 \$/mes

Especificación del equipo a proponer:

Gasto: 17.18 lps

Carga: 85.54 mca

Sistema Propuesto:

Eficiencia electromecánica: 66.98 %

Pot. eléc. demandada: 21.53 kW

Consumo de energía: 15,501.60 kWh/mes

Facturación eléctrica: 31,003.20 \$/mes

Evaluación económica:

Ahorros: 37,972.80 \$/mes

PSRI: 03.95 meses

Guardar cambios

NOM-006-ENER-2015

Intervalos de Potencias		Eficiencia electromecánica (%) conjunto bomba motor	
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

Sistemas automatizados



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

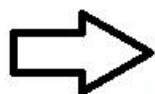
CONUEE

COMISIÓN NACIONAL PARA EL
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

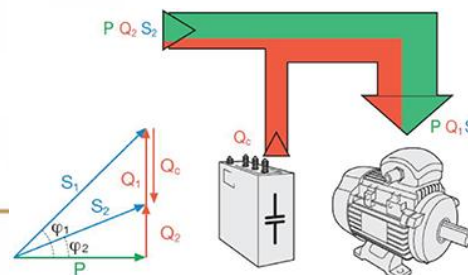
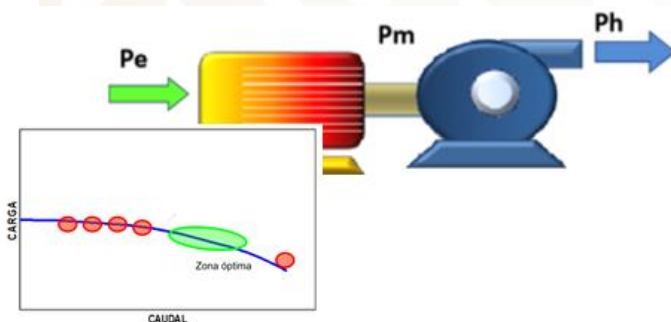
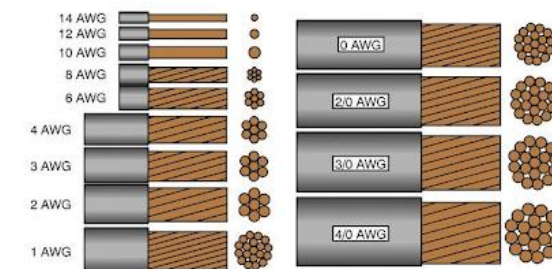


Sistemas automatizado

Variador de frecuencia trifásico



Bombas trifásicas de corriente alterna AC



Trabajos de gabinete

La Guía describe la metodología de evaluación:

En pérdidas en los conductores eléctricos, potencia eléctrica, pérdidas y la eficiencia de operación del motor, eficiencia de la bomba, etc.

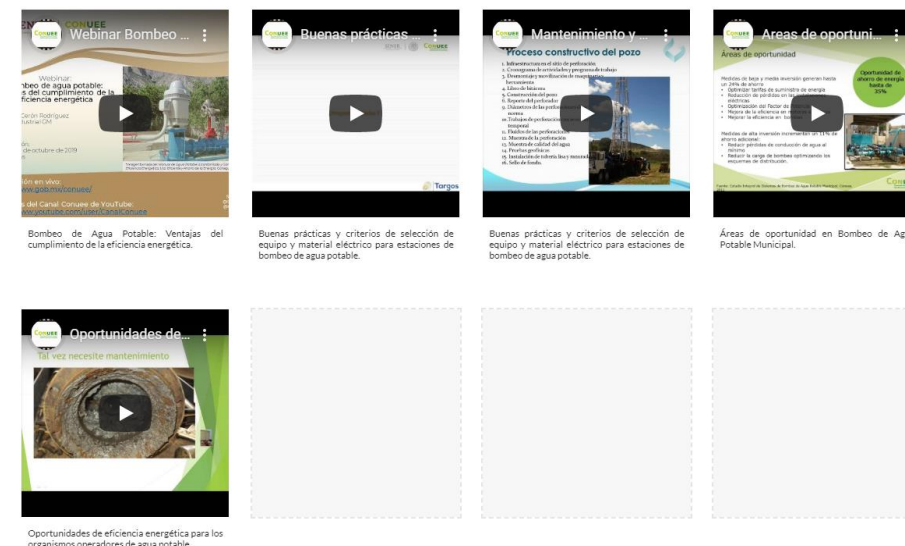
La herramienta Pik-Já evalúa 3 áreas de oportunidad de ahorro de energía en los pozos:

- Evaluación electromecánica (motor, bomba y el conjunto), factor de potencia y factibilidad en el uso de variadores de velocidad.



Materiales multimedia de Conuee

- Webinar en el canal de Youtube
 - Oportunidades de eficiencia energética para los organismos operadores de agua potable.
 - Áreas de oportunidad en el bombeo de agua potable.
 - Tutorial de la herramienta Pik-Já Evaluación de eficiencia energética en los sistemas de bombeo.
 - Buenas prácticas y criterios de selección de equipo y material eléctrico para estaciones de bombeo.



[Webinars](#)

Energías Renovables



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

CONUEE

COMISIÓN NACIONAL PARA EL
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA



2022 *Ricardo Flores*
Año de Magón
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

Consideraciones

- Tecnología
- Costos
- Capacidad de los equipos a energizar
- Puntos de interconexión
- Infraestructura disponible



Proyecto de eficiencia energética en alumbrado público y bombeo de agua potable en Juchitán de Zaragoza, Oaxaca



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

CONUEE
COMISIÓN NACIONAL PARA EL
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA



Lecciones aprendidas del Proyecto Juchitán de Zaragoza, Oaxaca

- Trabajar conjuntamente con universidades, colegios de ingenieros o proveedores para diagnósticos energéticos.
- Incluir en las bases de licitación a las Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética (NOM-ENER), certificados o por lo menos el informe de pruebas
- Asegurar que la instalación la realizará personal calificado o que al menos este certificado en los Estándares de Competencia de Eficiencia Energética.
- Supervisión a cargo de las Unidades de Inspección de Instalaciones Eléctricas (mientras no existan de la NOM-006-ENER)



¡Gracias!

Ing. Moisés Alejandro Pani Trujillo
Subdirector de Estados y Municipios
moises.pani@conuee.gob.mx



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

CONUEE
COMISIÓN NACIONAL PARA EL
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA



2022 *Ricardo Flores*
Año de Magón
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA