

**Asociación de Técnicos y Profesionistas
en Aplicación Energética, A.C.
Sección Veracruz**



SECCIÓN VERACRUZ

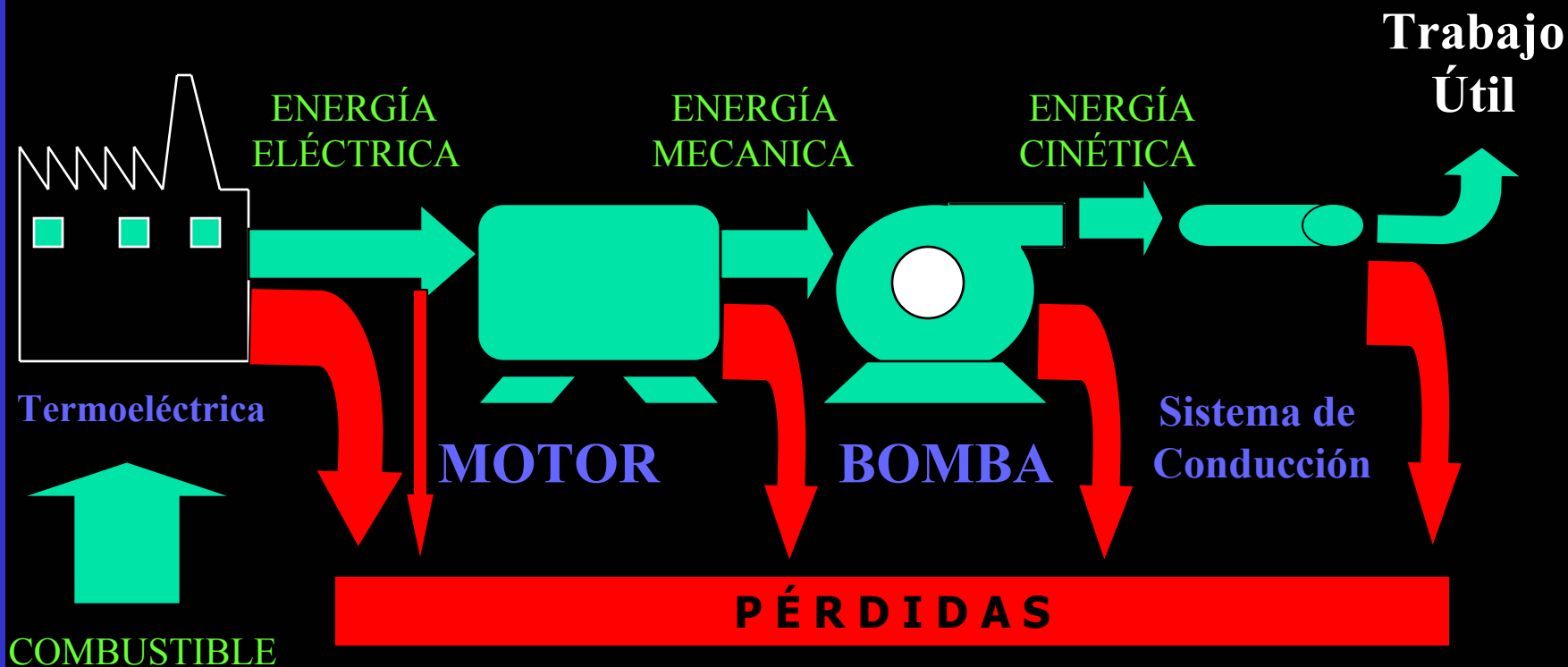
AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

" ING. RAMÓN ROSAS MOYA "

**Seminario de Ahorro de Energía y Agua
Veracruz, Veracruz; Diciembre 9 del 2003**

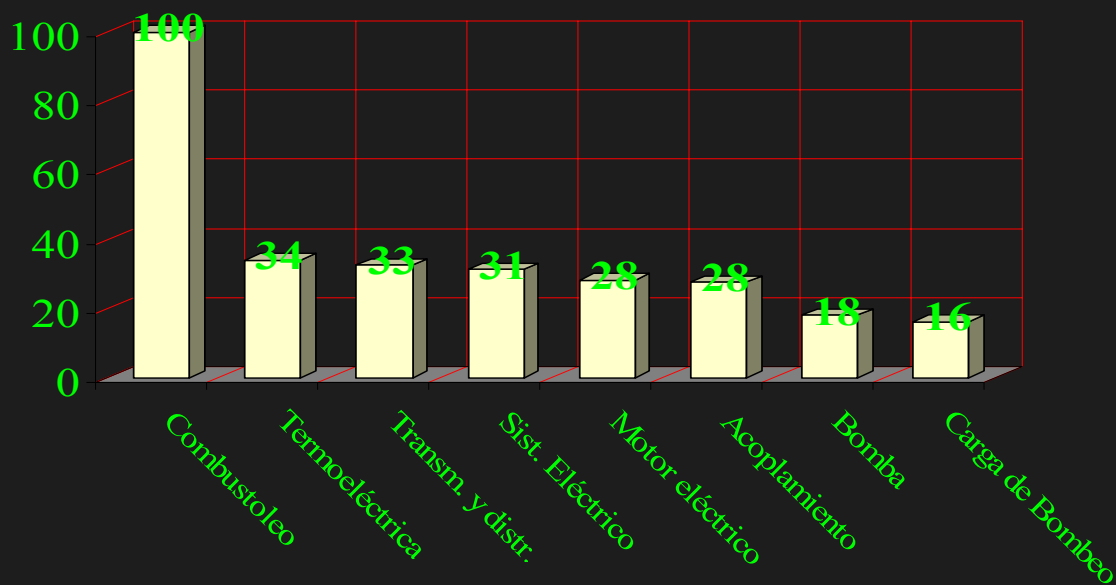
AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA PARA EL TRABAJO DE BOMBEO

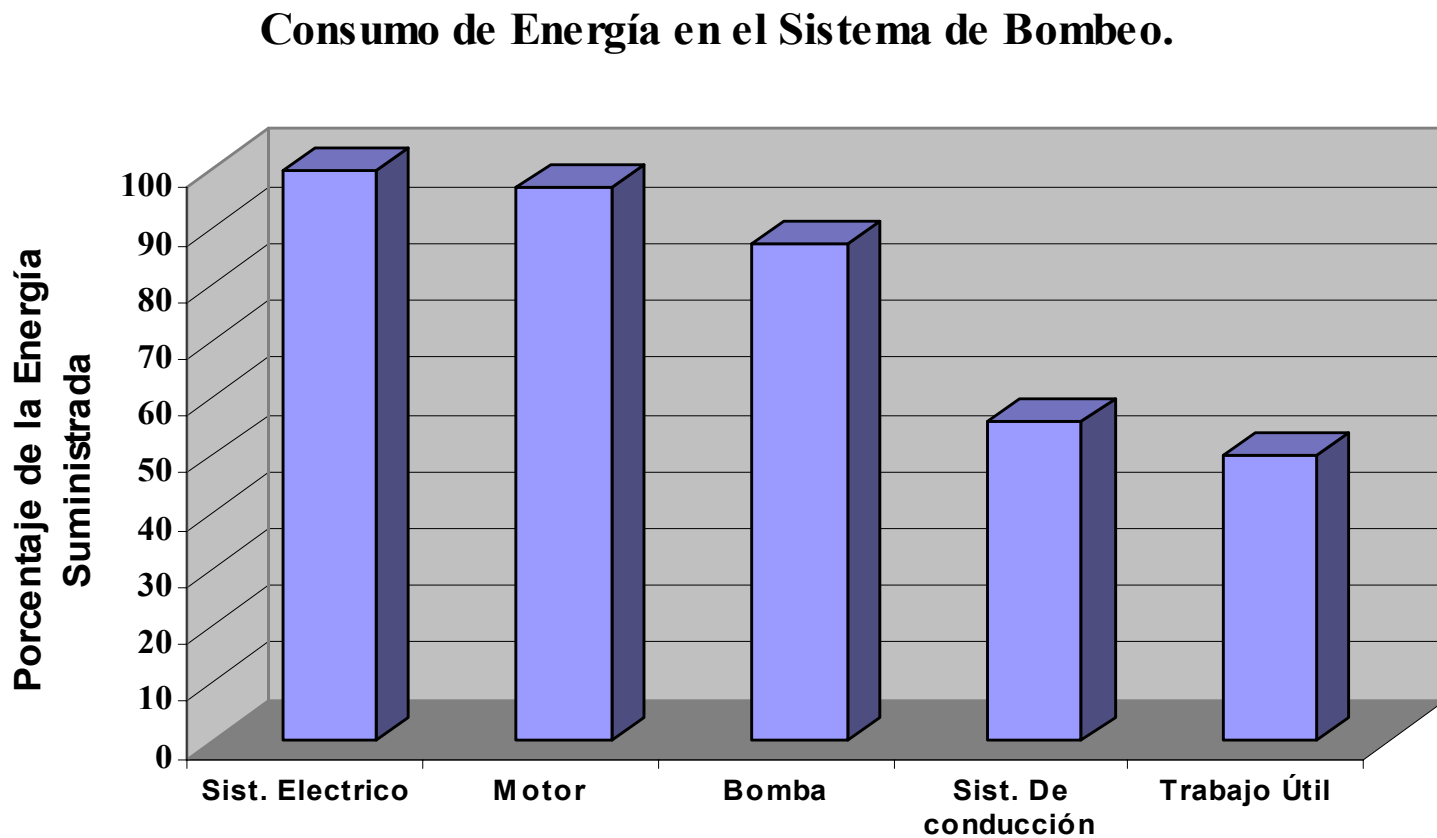


AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA PARA EL TRABAJO DE BOMBEO



AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO





AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

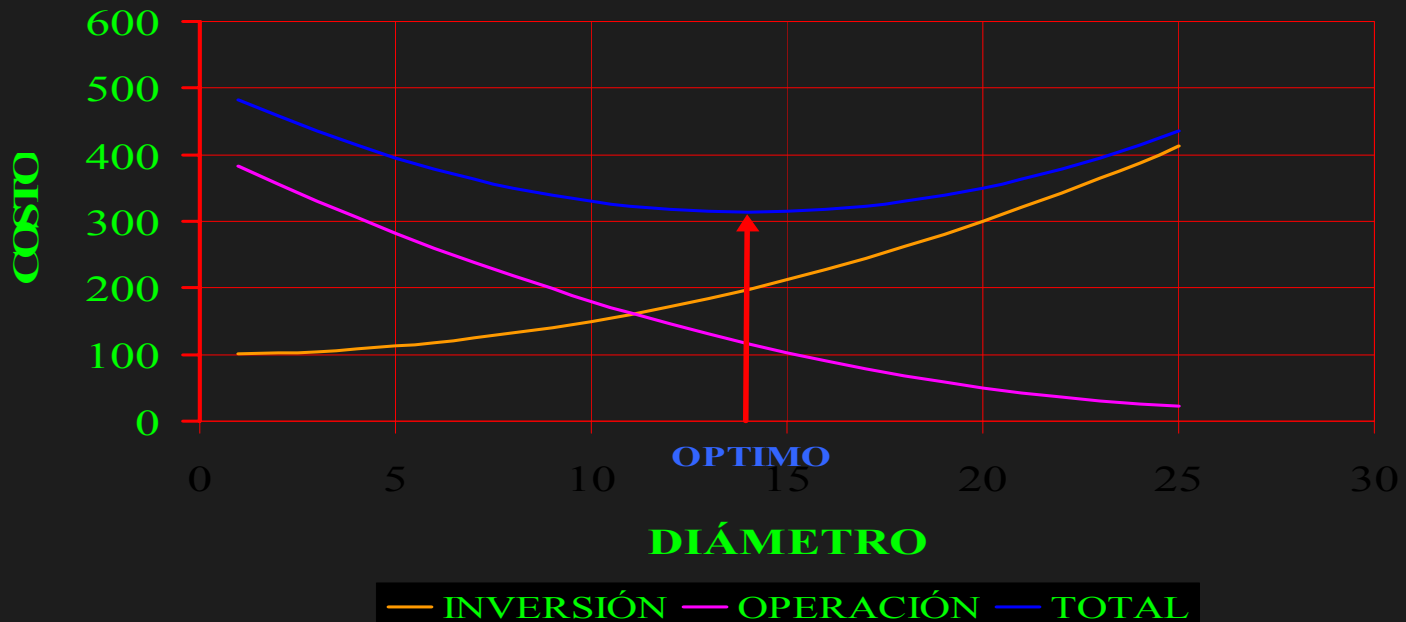
ASPECTOS A CONSIDERAR PARA EFICIENTAR EL USO DE LA ENERGÍA EN EL SISTEMA DE BOMBEO

- Diseño de la conducción
- Selección del equipo
- Operación y Control
- Mantenimiento

AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

DISEÑO DE LA CONDUCCIÓN

DIÁMETRO ÓPTIMO





AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

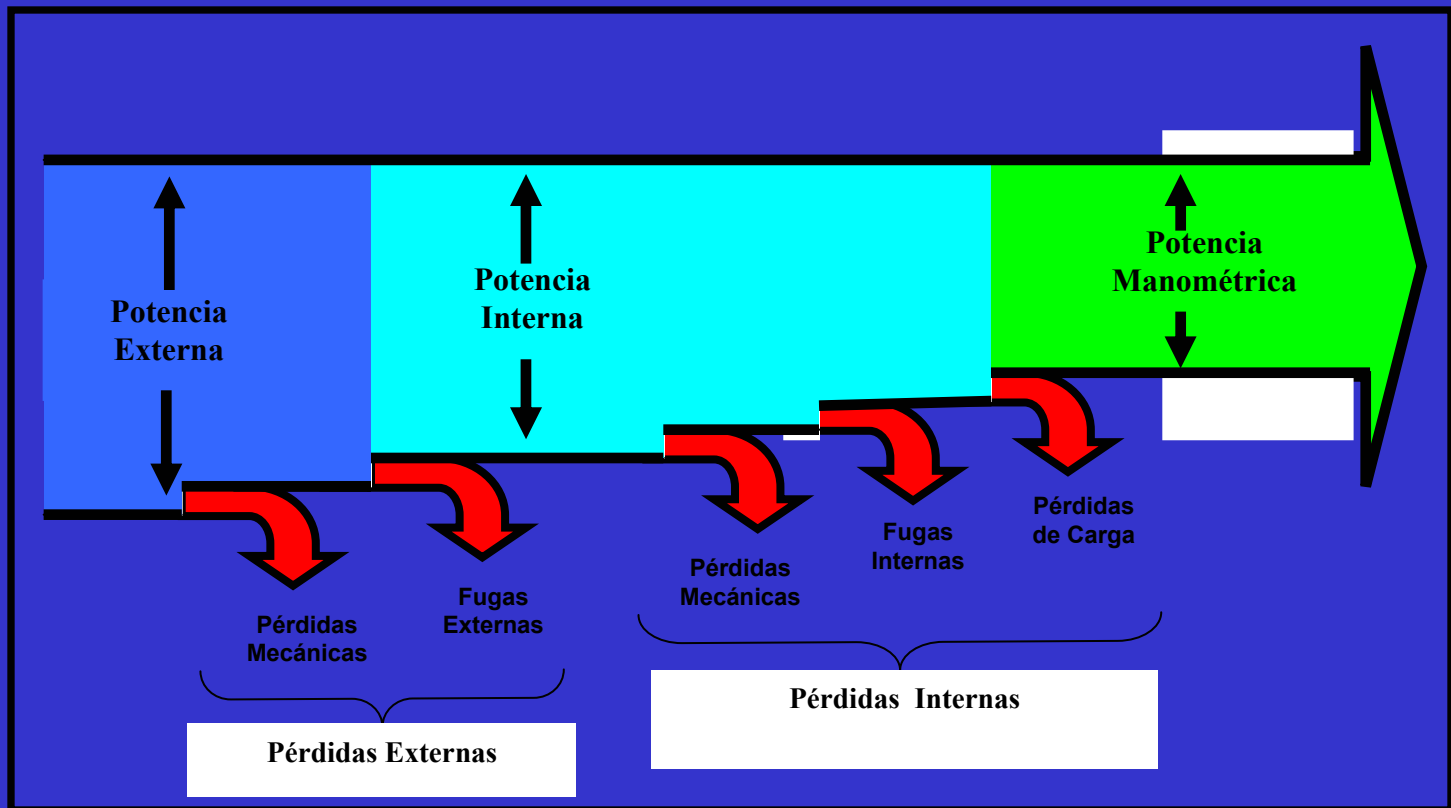
DISEÑO DE LA CONDUCCIÓN

Aplicación con Gasto de 7.57 m³/min, y Longitud de 3,000 metros

Diámetro (pulgadas)	Velocidad (m/s)	Pérdidas de Carga (m.c.a.)	Potencia Manométrica (HP)
12	1.75	24	37
10	2.48	57	89
8	3.90	178	281
6	6.77	722	1,136

AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

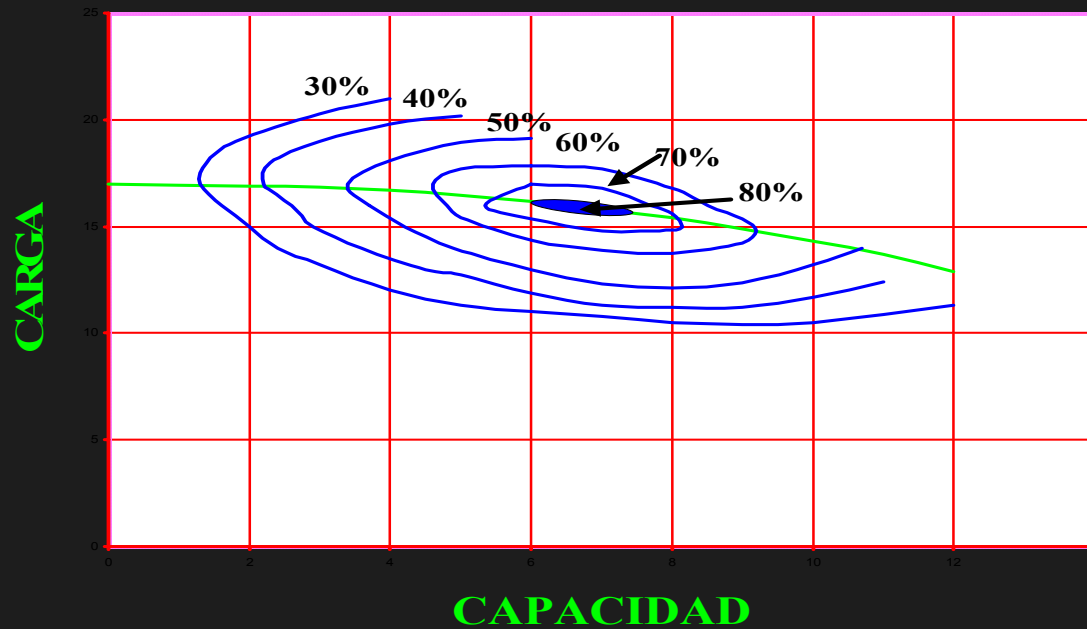
BALANCE DE ENERGÍA EN LA BOMBA



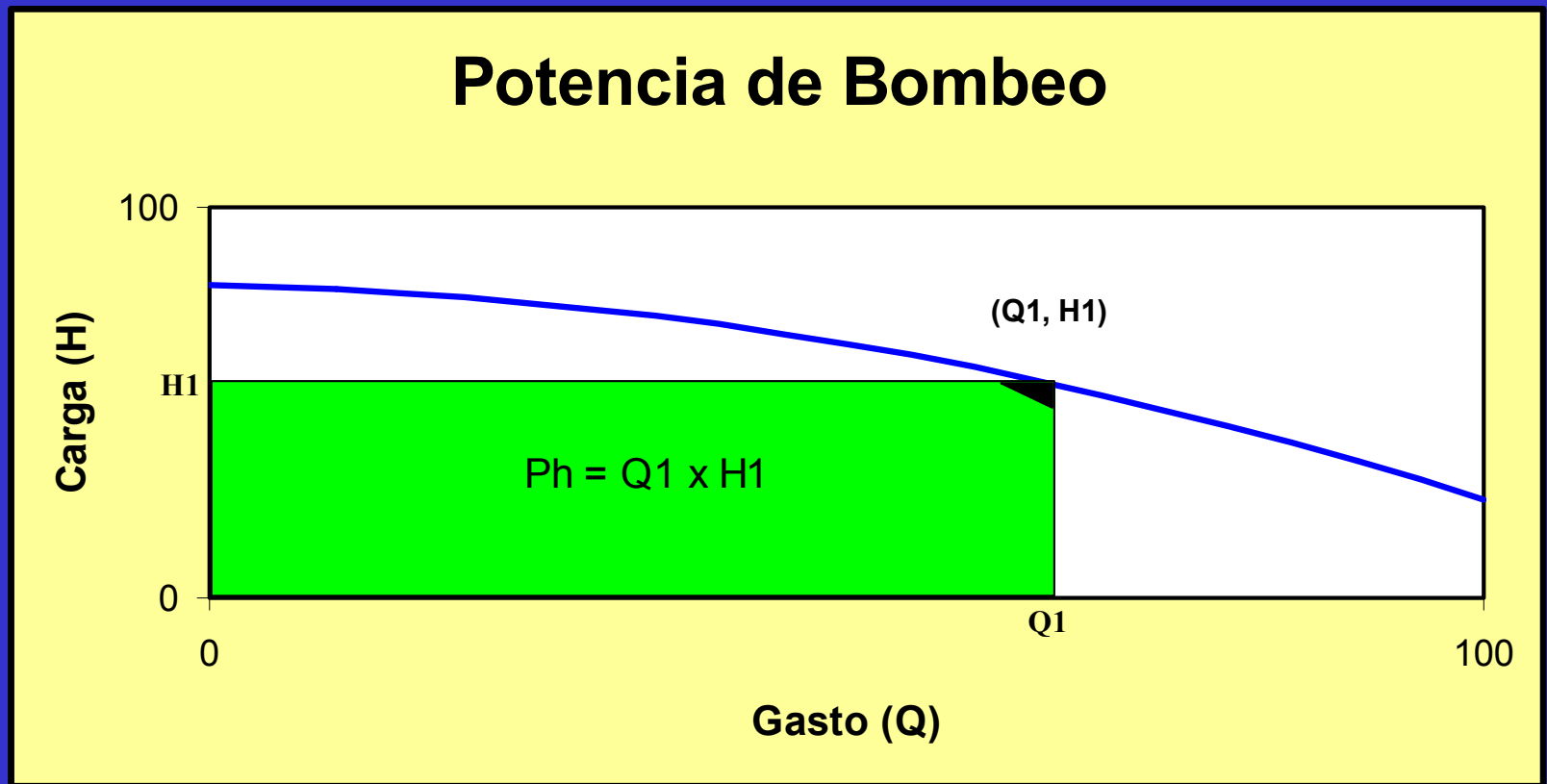
AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

EFICIENCIA DE LA BOMBA

CURVAS CARACTERÍSTICAS



AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO





AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

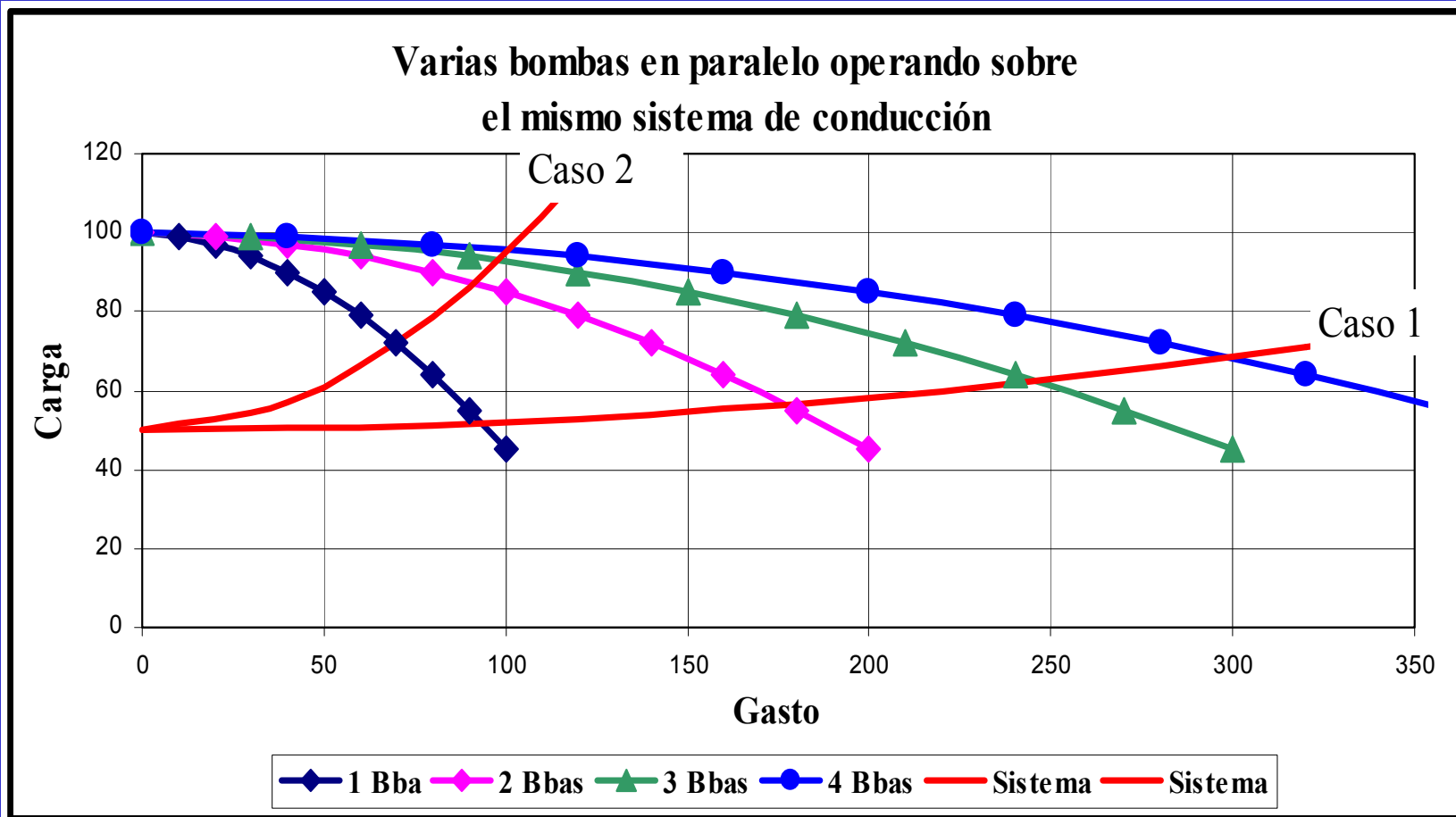
Potencia Mecánica

$$P_m = P_h / E_{f_b}$$

Potencia Eléctrica

$$\begin{aligned} P_e &= P_m / E_{f_e} \\ &= P_h / (E_{f_b} \times E_{f_e}) \end{aligned}$$

AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO



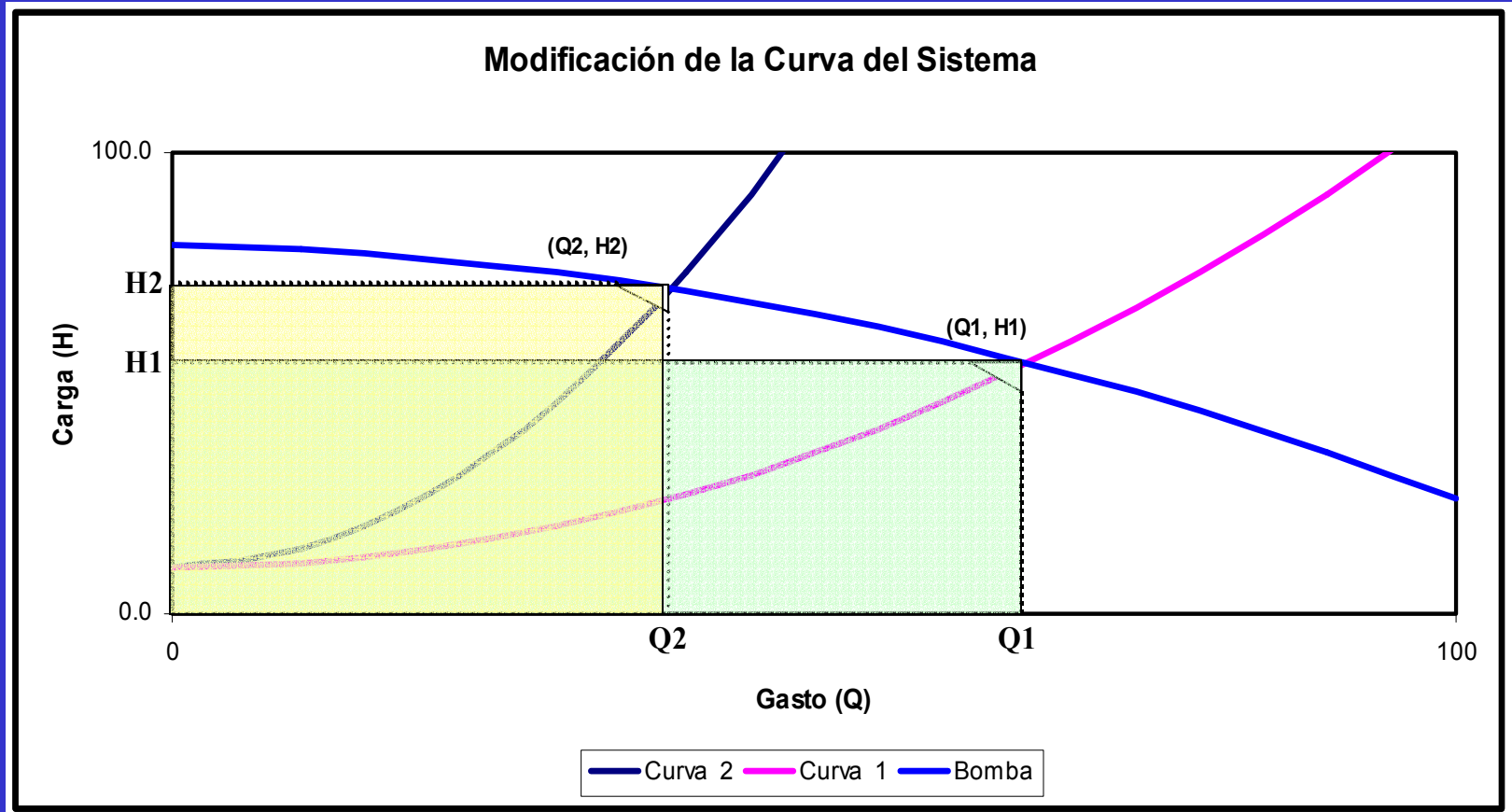


AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

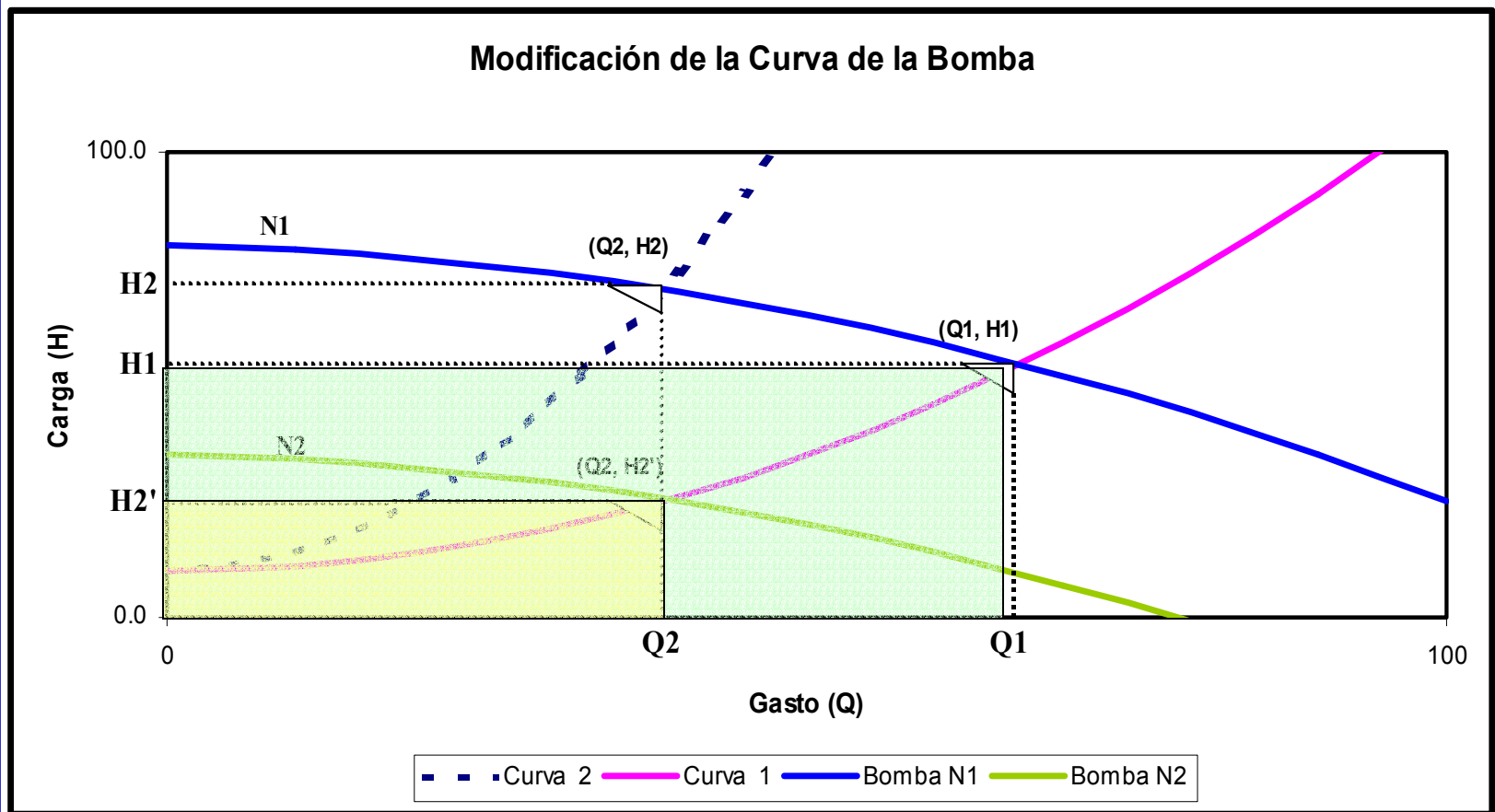
REGULACIÓN DEL CAUDAL

- **Modificación de la curva Carga-Capacidad del Sistema**
- **Modificación de la curva Carga-Capacidad de la Bomba**
- **Modificación simultánea de ambas características**
- **Arranque y paro de la bomba**

AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

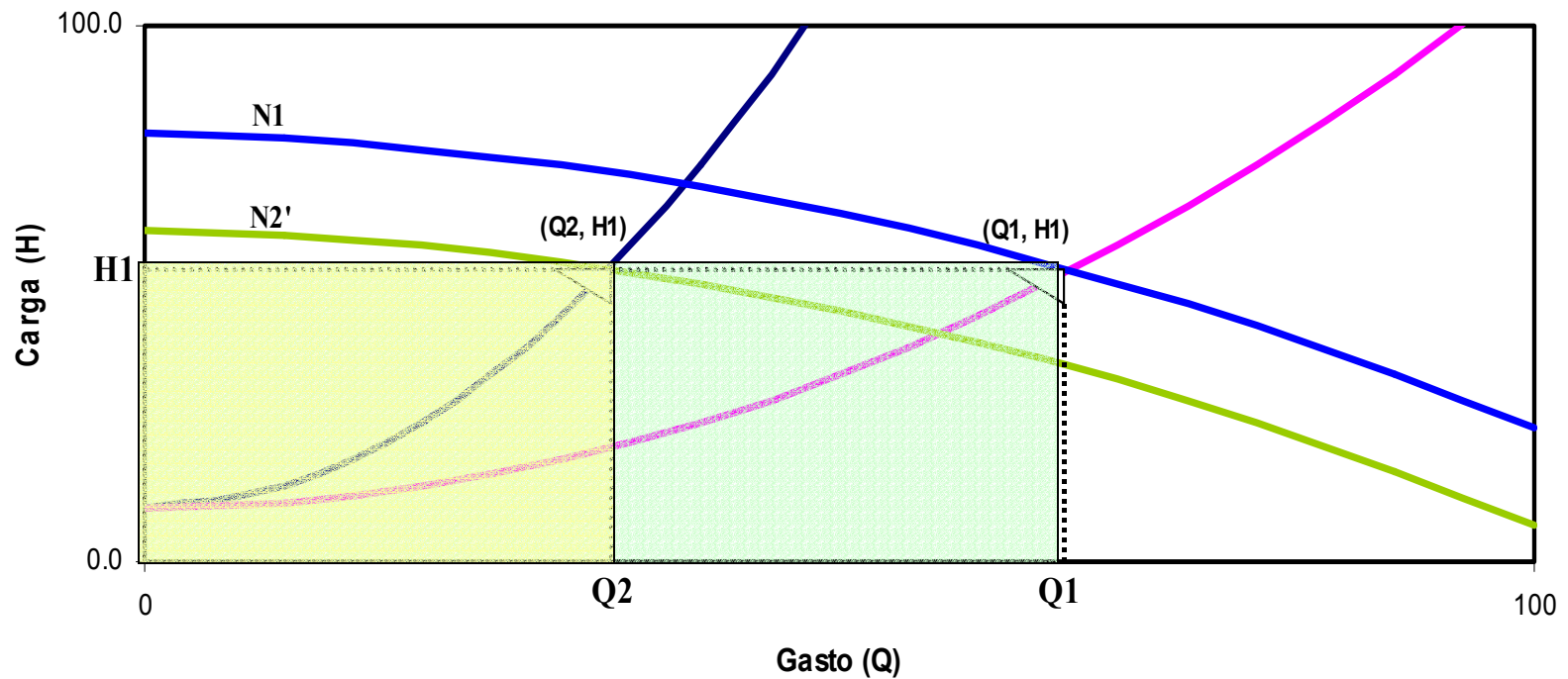


AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO



AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

Modificación Simultánea de las Curvas del Sistema y la Bomba

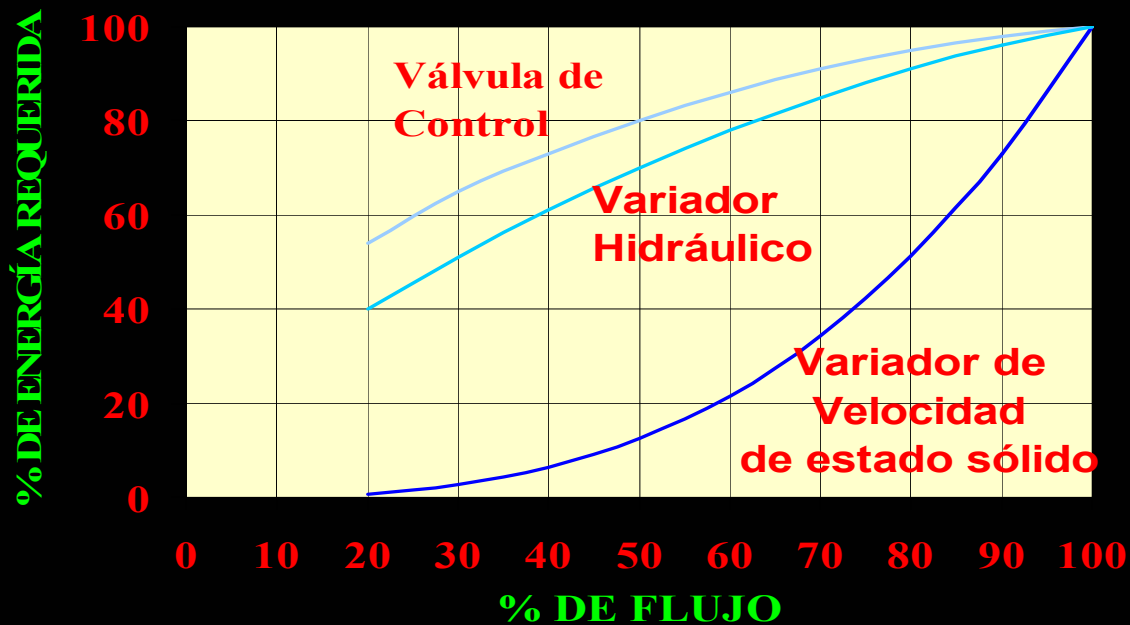


— Curva 2 — Curva 1 — Bomba N1 — Bomba N2

AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

TÉCNICAS DE REGULACIÓN

COMPARACIÓN ENERGÉTICA ENTRE TÉCNICAS DE REGULACIÓN DE CAUDAL

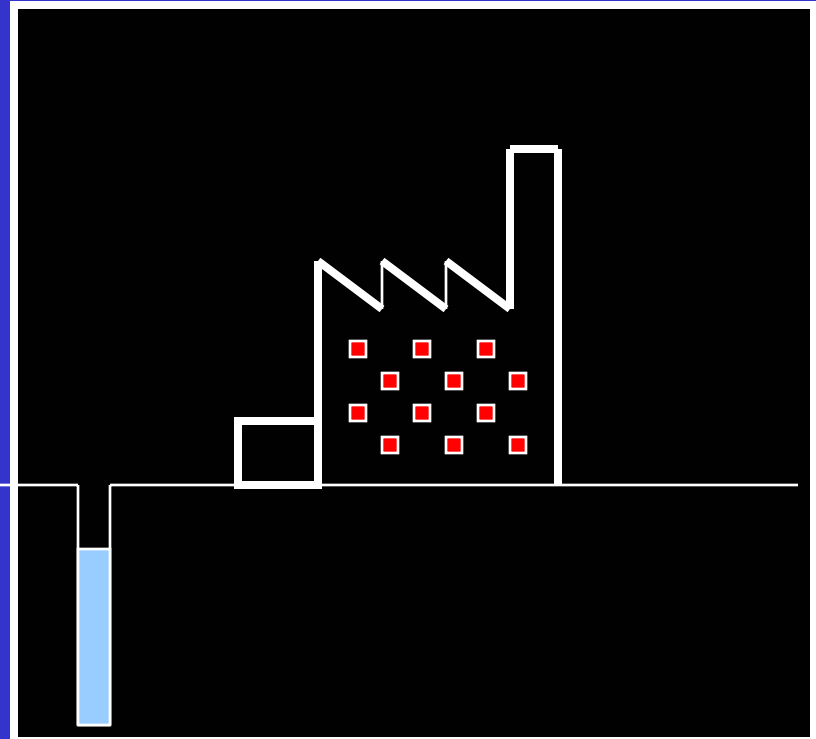


AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

CASO 1.- Diseño de conducción y selección de bomba

Para una nueva aplicación se requiere abastecer de agua a partir de un pozo existente. Se solicitó diseñar el sistema de conducción para llevar el líquido a un tanque de distribución para el proceso, y seleccionar la bomba para proporcionar un gasto de 162 m³/h.

Para la conducción entre el pozo y el tanque, se identificaron cuatro posibles rutas.





AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

CASO 1.- Diseño de conducción y selección de bomba

Características de las rutas identificadas

Alternativa	Altura Geométrica	Longitud de tubería	Diámetro de tubería	Número de codos de 90°	Número de codos de 45°
R_1	33.4 m	183 m	8"	24	6
R_2	32.8 m	201 m	8"	9	2
R_3	32.5 m	225 m	8"	6	
R_4	47.8 m	137 m	8"	3	



AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

CASO 1.- Diseño de conducción y selección de bomba

Costos de alternativas de conducción

Alternativa	Tramos de tubo	Coples	Costo de materiales	Costo de Instalación	Costo TOTAL
R_1	30	15	44,062.36	22,725.00	66,787.36
R_2	33	23	45,160.32	22,905.00	68,065.32
R_3	37	30	49,906.00	25,395.00	75,301.00
R_4	23	21	31,123.40	16,005.00	47,128.40



AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

CASO 1.- Diseño de conducción y selección de bomba

Carga dinámica por alternativa

Alternativa	Longitud equiv. (m)	Pérdidas (m.c.a.)	Carga Din. (m.c.a.)
R_1	324.60	3.76	37.16
R_2	253.35	2.94	35.74
R_3	255.90	2.97	35.47
R_4	152.45	1.77	49.57



AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

CASO 1.- Diseño de conducción y selección de bomba

Propuesta de Equipos

Alternativa	Bomba propuesta	Motor (HP)	Eficiencia (%)	Costo (\$)	Demanda (kW)	Consumo (kWh/mes)
R_1	600S300-2	30	71.0	51,000.00	23.12	16,637
R_2	600S300-2	30	71.0	51,000.00	22.22	15,998
R_3	600S300-2	30	71.0	51,000.00	22.05	15,877
R_4/A	600S400-3	40	71.0	61,500.00	30.82	22,190
R_4/B	1000S400-1	40	63.5	57,850.00	34.46	24,810



AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

CASO 1.- Diseño de conducción y selección de bomba

Evaluación Económica

Alternativa	Inversión Inicial (\$)	Costo de la energía (\$/mes)	Valor futuro 6° mes (\$) (i = 3%)	Valor futuro 12° mes (\$) (i = 3%)
R_1	117,787.36	13,487.16	198,710.32	279,633.28
R_2	119,065.32	12,892.72	196,421.64	273,777.96
R_3	126,301.00	12,756.00	202,837.00	279,277.00
R_4/A	108,628.40	17,882.36	215,922.56	323,216.72
R_4/B	104,978.40	19,944.40	224,644.80	344,311.20

AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

CASO 2.- Redimensionamiento de Instalación Existente

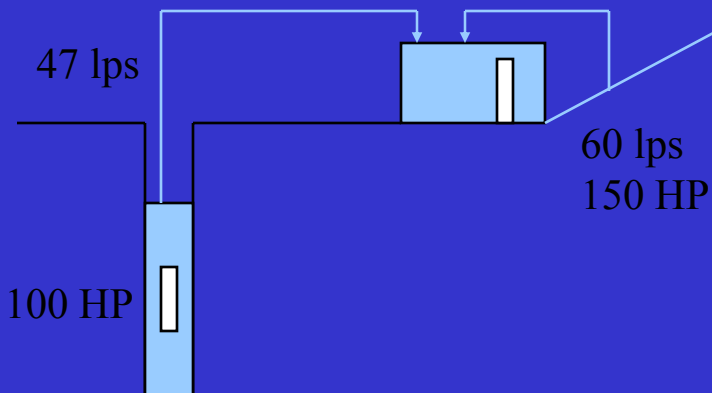
El importe de la facturación por el suministro de energía eléctrica, era de: \$135,980.30 mensuales por las dos bombas.

Red Municipal

San Miguel

Estación Benito Juárez

13 lps se recirculan



PROPUESTA DE AHORRO:
Eliminar la estación de rebompeo, e instalar una bomba en el pozo, con la capacidad de enviar los 47 lps directamente al tanque San Miguel.



AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

CASO 2.- Redimensionamiento de Instalación Existente

Paso 1.- Determinación de la carga dinámica total.

Diámetro de la tubería:	10"	Longitud equivalente:	2,264.8
Longitud de tubería:	1670 m	Altura geométrica:	163 m
Válvulas de cierre:	2 (long. equiv. 100 m c/u)	Velocidad del agua:	0.92756 m/s
Curvas de 90°	8 (long. equiv. 5.9 m c/u)	Pérdidas de carga:	9.46 m
Curvas de 45°	4 (long. equiv. 4.3 m c/u)	Carga dinámica:	172.46 mca



AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

CASO 2.- Redimensionamiento de Instalación Existente

Paso 2.- Selección del equipo de bombeo.

Equipo propuesto:	Sumergible tpo. RSTU de 175 HP
Eficiencia:	61.6 %
Costo:	97,845.00
Costo de instalación:	59,592.00



AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

CASO 2.- Redimensionamiento de Instalación Existente

Paso 3.- Determinación de los costos de la energía. (tarifa OM)

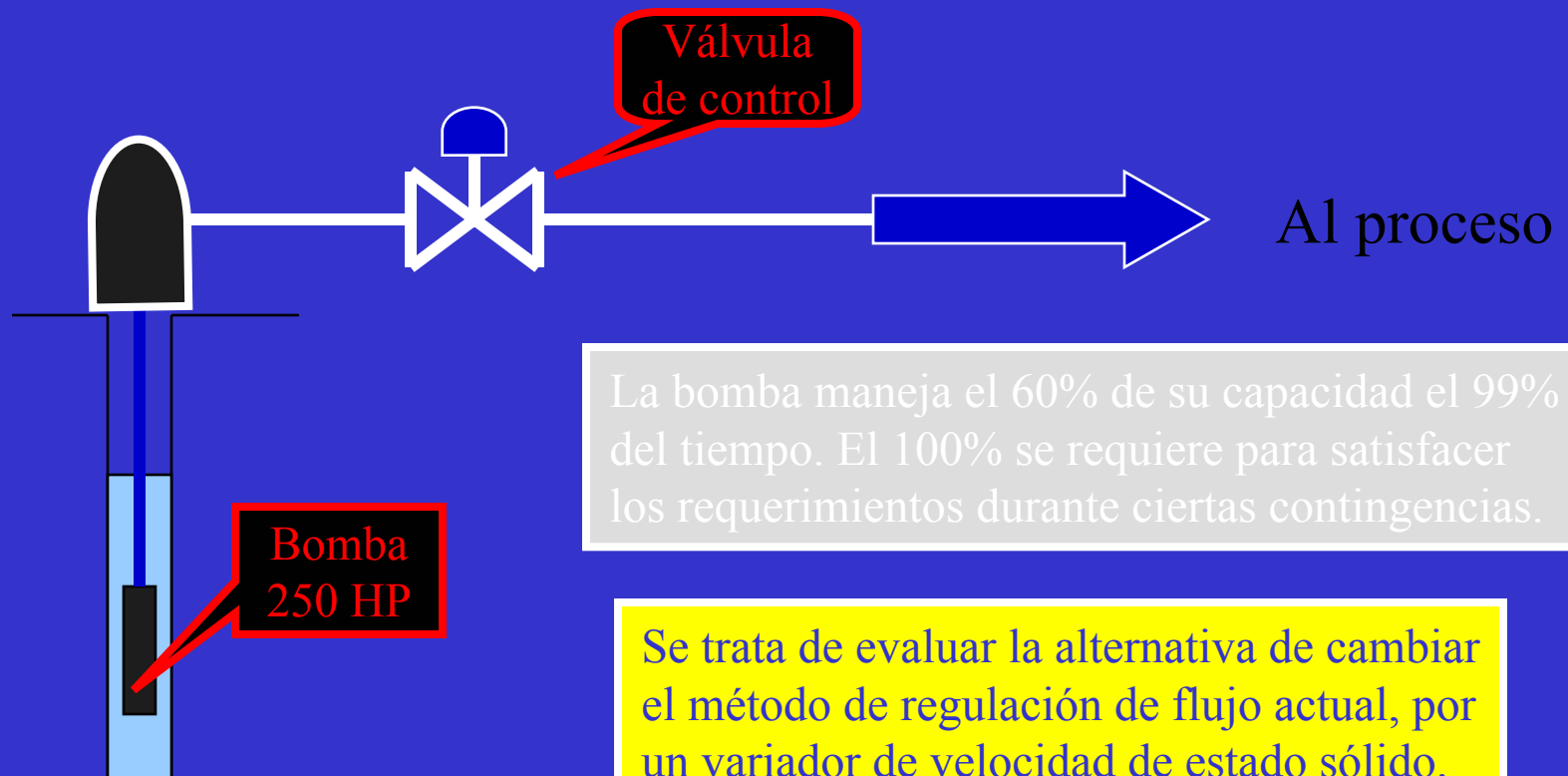
Potencia:	129 kW
Consumo mensual:	92,938 kWh
Importe Total:	\$ 69,703.50

Paso 4.- Evaluación Económica.

Costo del proyecto:	\$ 157,434.00
Ahorro de energía:	\$ 66,276.80 (48.74%)
Período simple de recuper.:	2.37 meses

AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

CASO 3.- Aplicación de Velocidad Variable

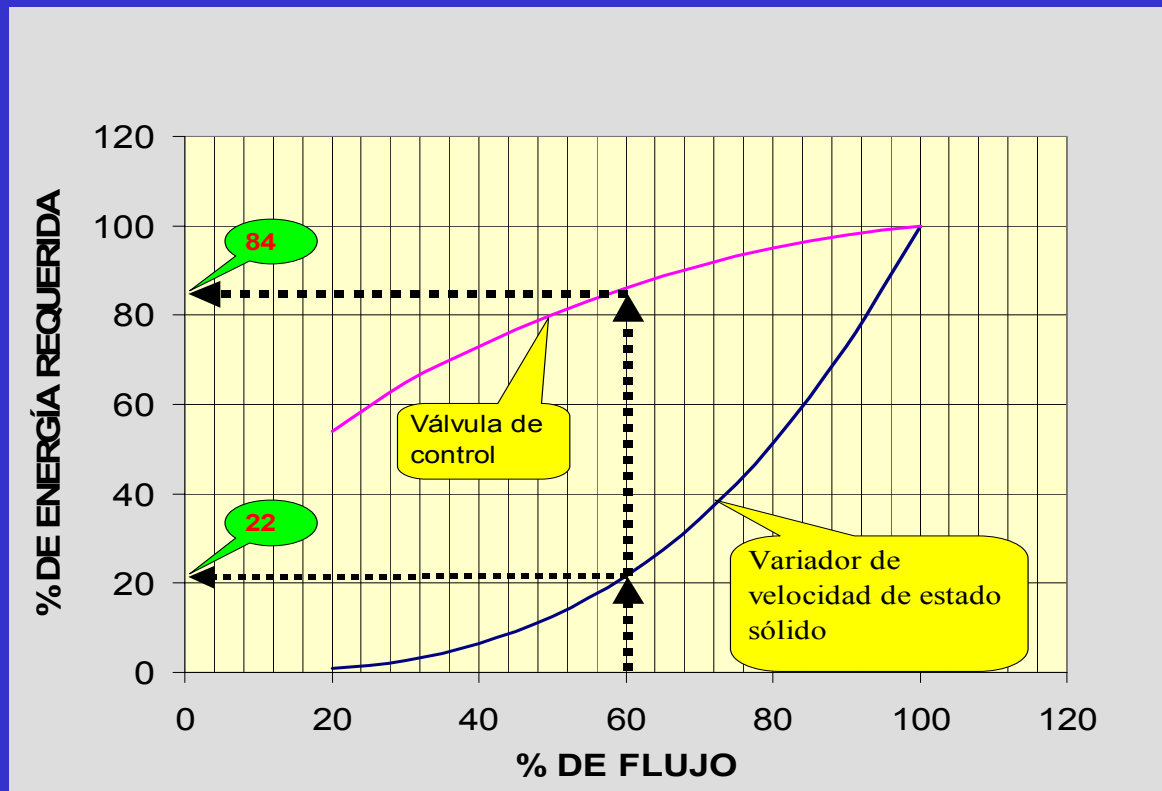


La bomba maneja el 60% de su capacidad el 99% del tiempo. El 100% se requiere para satisfacer los requerimientos durante ciertas contingencias.

Se trata de evaluar la alternativa de cambiar el método de regulación de flujo actual, por un variador de velocidad de estado sólido.

AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

CASO 3.- Aplicación de Velocidad Variable





AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE BOMBEO

CASO 3.- Aplicación de Velocidad Variable

	VALVULA DE CONTROL	VARIADOR DE VELOC.	AHORRO
Potencia (kW)	168	44	124
Energía (Kwh/año)	1'456,963	381,586	1'075,377
Importe (\$/año)	655,633.00	171,714.00	483,919.00

Inversión: \$ 325,000.00

Ahorro: \$ 483,919.00

Recuperación: 8 meses



ERGON PLUS INGENIERÍA, S.A. De C.V.
Proyectos, Equipos y Servicios para el Ahorro de Energía



ERGON

Plus

www.ergonplus.com

Tel. 01 (229) 9218173