

27-28/22
OCTUBRE

**Extracción de
agua subterránea:**

**Retos y soluciones
de los grupos
electrobomba**

**CALIFICACION ENERGÉTICA
DE LOS BOMBEO DE AGUA**

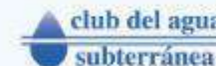


Enrique Cabrera

**Catedrático Emérito Mecánica de Fluidos
Universidad Politécnica de Valencia**



ATECARM
ASOCIACIÓN DE EMPRESAS DE TECNOLOGÍAS
DEL AGUA DE LA REGIÓN DE MURCIA



Federación Regional
de Empresarios del Agua
Murcia

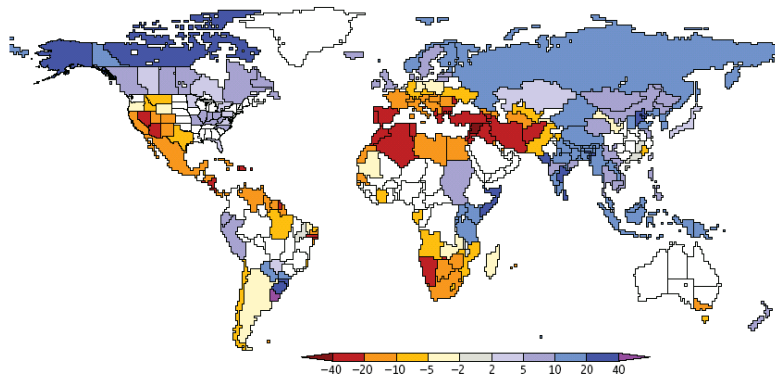
INDICE

1. INTRODUCCION: SOBRE LA NECESIDAD DE SER ENERGÉTICAMENTE MÁS EFICIENTES
2. LA CERTIFICACION ENERGÉTICA
3. PERDIDAS ENERGÉTICAS DE LOS BOMBEOS SIMPLES
4. CONCEPTO DE INTENSIDAD ENERGÉTICA IDEAL, REAL Y OBJETIVO
5. VALORES DE REFERENCIA MINIMOS DE LAS INEFICIENCIAS
6. CALIFICACION ENERGÉTICA DE LOS BOMBEOS SIMPLES
7. LA HERRAMIENTA ENERGOS
8. EJEMPLO REAL
9. PROPUESTA DE HOJA DE RUTA PARA IMPLANTAR LA CERTIFICACION
10. CONCLUSION

INTRODUCCION: SOBRE LA NECESIDAD DE SER ENERGÉTICAMENTE MÁS EFICIENTES

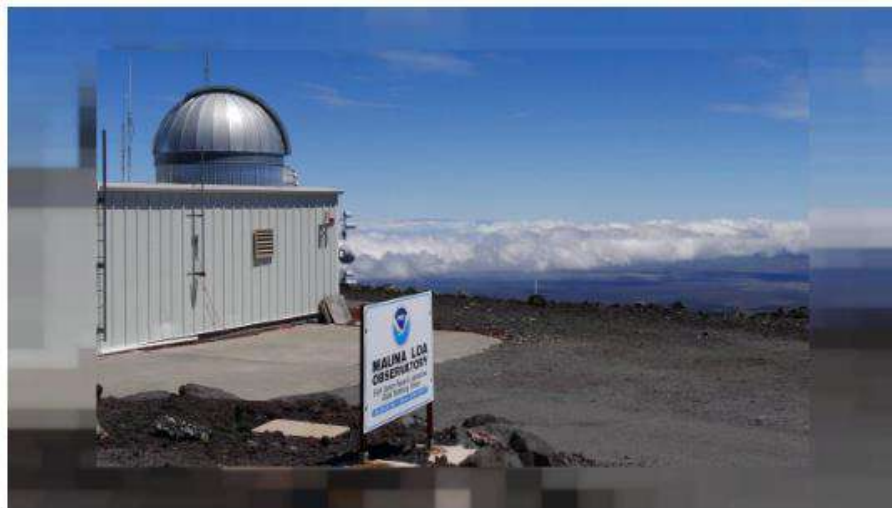
SOBRE LA NECESIDAD DE SER MÁS EFICIENTES

A los consabidos riesgos del cambio climático, que obliga a reducir emisiones



Human influences. Dramatic changes in runoff volume from ice-free land are projected in many parts of the world by the middle of the 21st century (relative to historical conditions from the 1900 to 1970 period). Color denotes percentage change (median value from 12 climate models). Where a country or smaller political unit is colored, 8 or more of 12 models agreed on the direction (increase versus decrease) of runoff change under the Intergovernmental Panel on Climate Change's "SRES A1B" emissions scenario.

El nivel de CO₂ alcanza máximos históricos según el Observatorio de Mauna Loa en Hawái



El Observatorio de Mauna Loa (Hawái) - Imagen cedida por: Science Photo Library



We forecast the annual average CO₂ concentration at Mauna Loa to be 2.14 ± 0.52 parts per million (ppm) higher in 2022 than in 2021. As a result, we forecast the 2022 annual average CO₂ concentration at Mauna Loa to be 418.3 ± 0.5 ppm (Figure 1).

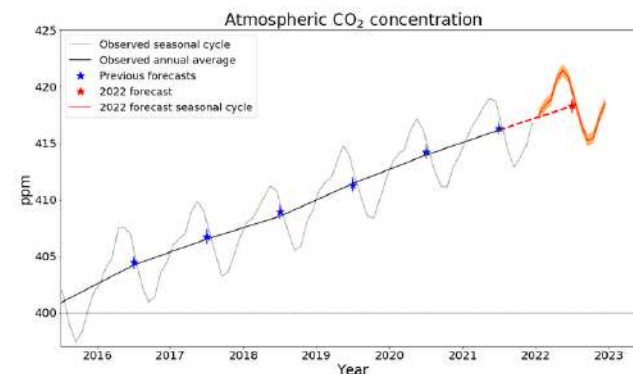


Figure 1. Forecast CO₂ concentrations at the Mauna Loa observatory, showing monthly (red curve) and annual (red star) values. The orange band and vertical red line shows the forecast uncertainty ranges. The thin and thick black curves show the observed monthly and annual average concentrations respectively. Blue stars

SOBRE LA NECESIDAD DE SER MÁS EFICIENTES

Hay que añadir el imparable crecimiento del precio de la energía:



Una primera reacción del Gobierno que, por la rapidez de los hechos, parece que quede lejos y es sólo del año pasado:

Ley 7/2021 de cambio climático y transición energética (BOE, 2021a) establece la necesidad de *“Mejorar, antes de 2030, la eficiencia energética, disminuyendo el consumo de energía primaria en, al menos, un 39,5%, con respecto a la línea de base conforme a normativa comunitaria”*

SOBRE LA NECESIDAD DE SER MÁS EFICIENTES

Pero la guerra de Ucrania ha acelerado todo el proceso de cambio

TRAS INSPECCIONAR LAS TUBERÍAS

Suecia halla pruebas de detonaciones en los gasoductos del Nord Stream y habla de sabotaje

"Podemos constatar que ha habido detonaciones en el Nord Stream 1 y 2 en la zona económica sueca que han provocado amplios daños en las tuberías", señala la Fiscalía sueca



Plataforma del Nord Stream. (EFE/EPA/Ole Berg-Rusten)

La Universidad Politécnica de Valencia "apaga" la calefacción y el aire acondicionado

La universidad implanta a partir del lunes medidas de ahorro energético ante el aumento de la factura de la luz



REPowerEU: Joint European action for more affordable, secure and sustainable energy



RePowerEU (CE, 2022). Su objetivo *“reducir rápidamente nuestra dependencia de los combustibles fósiles rusos acelerando la transición hacia una energía limpia y uniendo fuerzas para lograr un sistema energético más resiliente y una verdadera Unión de la Energía”*.

SOBRE LA NECESIDAD DE SER MÁS EFICIENTES

Hay que añadir el imparable crecimiento del precio de la energía:

Ley 7/2021 de cambio climático y transición energética (BOE, 2021a) establece la necesidad de *“Mejorar, antes de 2030, la eficiencia energética, disminuyendo el consumo de energía primaria en, al menos, un 39,5%, con respecto a la línea de base conforme a normativa comunitaria”*

Estamos haciendo todo lo posible?

RePowerEU (CE, 2022). Su objetivo lo expresa con claridad *“reducir rápidamente nuestra dependencia de los combustibles fósiles rusos acelerando la transición hacia una energía limpia y uniendo fuerzas para lograr un sistema energético más resiliente y una verdadera Unión de la Energía”*.

SOBRE LA NECESIDAD DE SER MÁS EFICIENTES

Como consecuencia este Foro debe preguntarse: ¿Estamos haciendo lo que debemos?

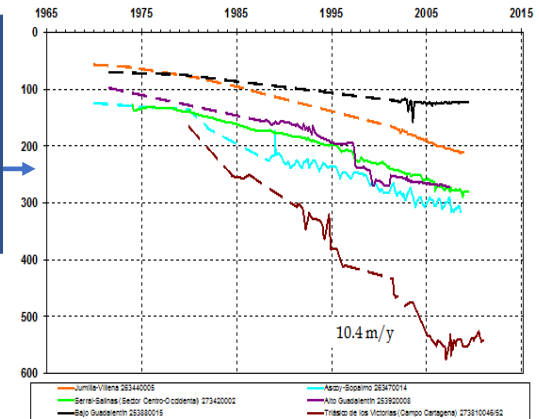
LA RESPUESTA CLARAMENTE ES **¡NO!**,..., porque **NO** hablamos del chocolate del loro



El bombeo de agua subterránea supera el 1% del consumo de energía total de España.

- Volumen anual elevado = 7 km^3 (Custodio, 2021)
- Altura de elevación media = ¿70 m? Cuenca del Segura (Custodio 2019)
- Rendimiento medio global del 50% (California, Perez Urrestarazu y Burt, 2012)

Gasto energético bombeo subterráneas $\approx 2700 \text{ GWh}$ (250,000 GWh/año, España)



Muy probablemente más. Porque con 1,000,000 pozos activos y 0,15 €/kWh, el gasto medio anual sería 405 €/año y pozo

Incluso con sólo 100,000 pozos activos, 4050 €/año, parece muy poco. Igual es del orden del 2%.

HAY, PUES, MUCHO EN JUEGO ➡ Y HAY QUE HACER ALGO

LA CERTIFICACION ENERGÉTICA

LA CERTIFICACION ENERGÉTICA

ESTRATEGIA DE EFICACIA MUY CONTRASTADA

REGLAMENTOS

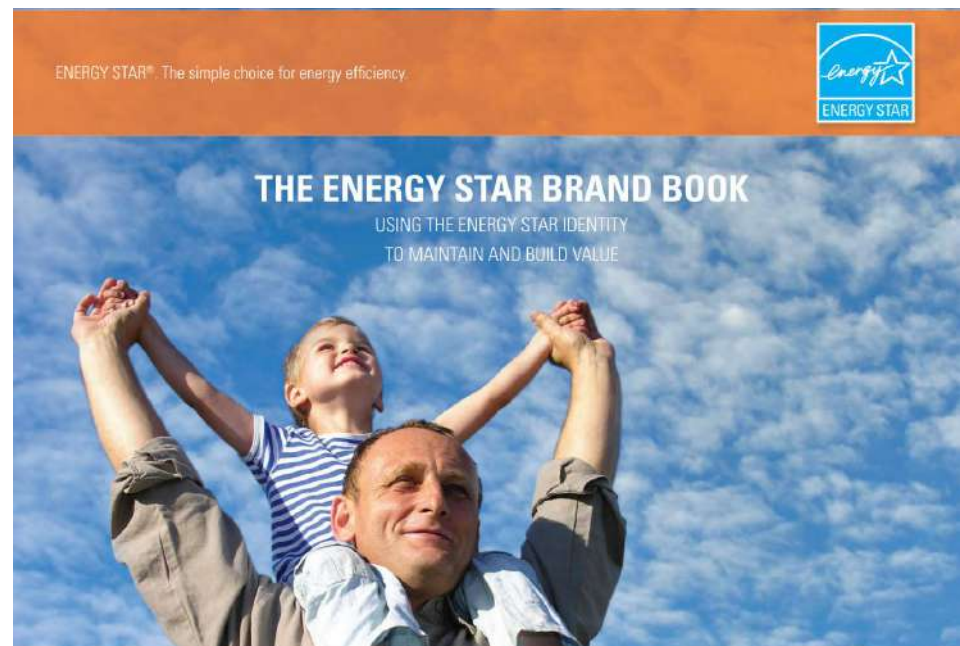
REGLAMENTO (UE) 2017/1369 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO

de 4 de julio de 2017

por el que se establece un marco para el etiquetado energético y se deroga la Directiva 2010/30/UE

(Texto pertinente a efectos del EEE)

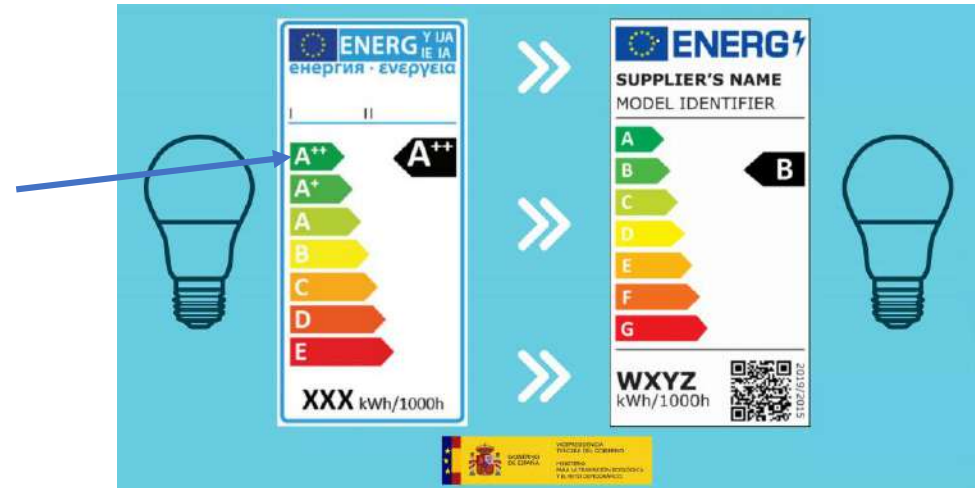
Tanto en Europa como en USA



LA CERTIFICACION ENERGÉTICA

ESTRATEGIA DE EFICACIA MUY CONTRASTADA

Y CADA VEZ MÁS EXIGENTE



LA CERTIFICACION ENERGÉTICA

ESTRATEGIA MUY CONTRASTADA

TAMBIÉN EN EL USO DEL AGUA,..., Y EN EL DISEÑO DE BOMBAS



L 165/28

EN

Official Journal of the European Union

26.6.2012

COMMISSION REGULATION (EU) No 547/2012 of 25 June 2012

implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for water pumps

Device		Europe <i>Voluntary</i>	Portugal <i>Voluntary</i>	Hong Kong <i>Voluntary</i>	Singapore <i>Mandatory</i>	Australia <i>Mandatory</i>
Toilets	(l/flush)	$3.5 \leq L < 6.0$	$4.0 \leq L \leq 9.0$		$3.5 \leq L < 4.5$	$2.5 > L < 5.5$
Showers	(l/min)	$6.0 \geq Q > 13.0$	$5.0 \geq Q > 30.0$	$9.0 \geq Q > 16.0$	$5.0 \geq Q < 9.0$	$4.5 < Q > 16.0$
Taps	(l/min)	$6.0 \geq Q > 13.0$	$2.0 \geq Q > 8.0^1$ $4.0 \geq Q > 10.0^2$	$2.0 \geq Q > 6.0^3$ $5.0 \geq Q > 9.0^4$	$2.0 \geq Q > 6.0^1$ $4.0 \geq Q > 8.0^2$	$4.5 > Q > 16.0$
Urinals	(l/flush)	$L = 1.5$		$1.5 \geq L > 4.5$	$0.5 \geq L < 1.5$	$7.0 > L > 2.5$
Baths	(l/bath)	$155 \geq L > 200$				
Washing Machine	(l/kg/cycle)			$9.0 \geq L > 13.0^5$ $16.0 \geq L > 22.0^6$	$9.0 \geq L < 15.0$	X
Dishwashers						X
Flow controllers		X				X
Greywater system		X				
Electric showers		X				



Notes: 1 Bathroom taps
2 Kitchen taps

3 Non-mixing taps
4 Mixing taps

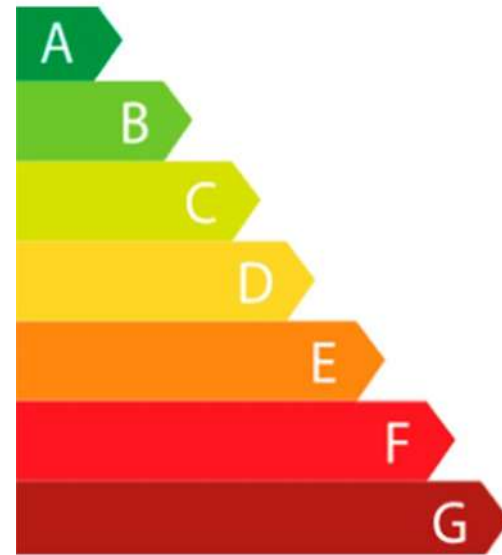
5 Horizontal drum washing machine
6 Impeller type washing machine

LA CERTIFICACION ENERGÉTICA

LOS FUNDAMENTOS

El diagnóstico y, en consecuencia, LA CERTIFICACION se basa en comparar el funcionamiento del sistema real I_{er} con el comportamiento ideal I_{ei} (sin ineficiencias) y el objetivo (con unas ineficiencias razonables) I_{eo} .

Comparando I_{er} con I_{eo} se determina el potencial ahorro del sistema. Cuestión diferente es lo que hay que hacer para mejorar el sistema.



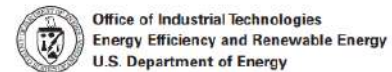
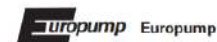
$(I_{er}/I_{eo}) \leq 1$
$1 < (I_{er}/I_{eo}) \leq 1.24$
$1.24 < (I_{er}/I_{eo}) \leq 1.56$
$1.56 < (I_{er}/I_{eo}) \leq 1.95$
$1.95 < (I_{er}/I_{eo}) \leq 2.44$
$2.44 < (I_{er}/I_{eo}) \leq 3.02$
$(I_{er}/I_{eo}) > 3.02$

El labelling (certificación) tiene también una componente socio - política: La ecodirectiva de bombas fija una eficiencia mínima, sin obligar a apostar de manera definitiva por la máxima

PUMP LIFE CYCLE COSTS:

A GUIDE TO
LCC ANALYSIS FOR PUMPING SYSTEMS

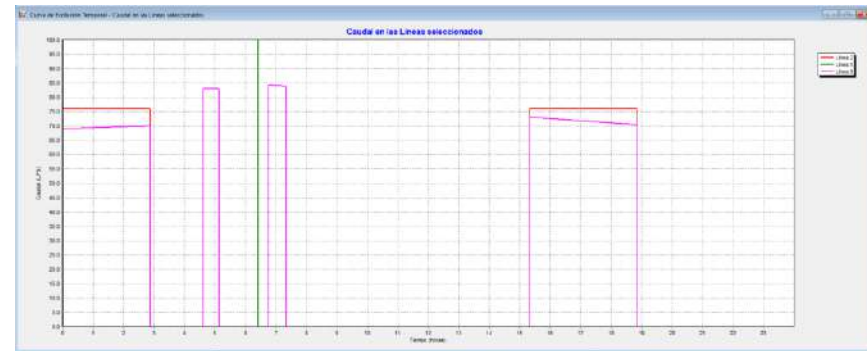
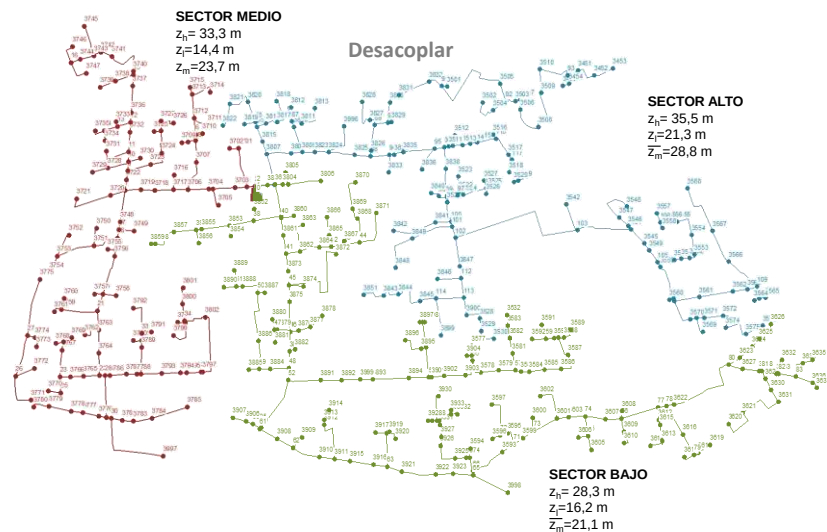
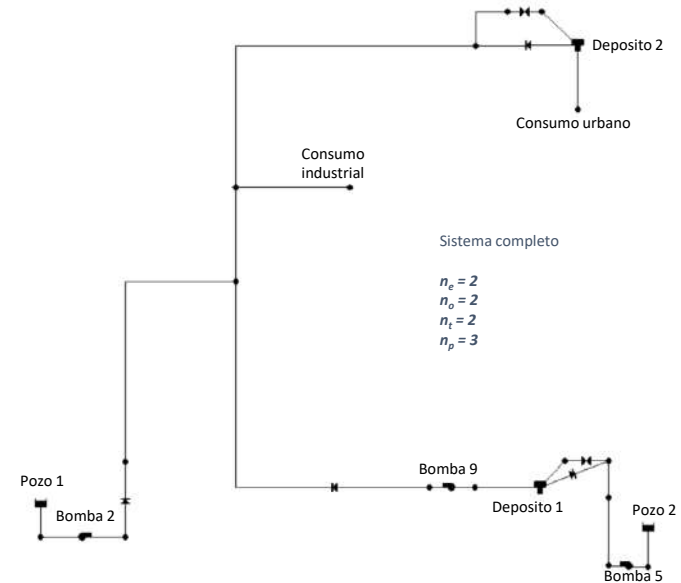
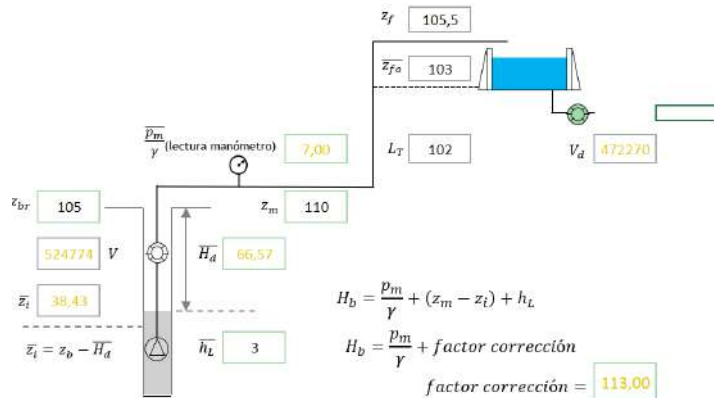
EXECUTIVE SUMMARY



PÉRDIDAS ENERGÉTICAS EN BOMBEO SIMPLES

PERDIDAS ENERGÉTICAS EN SISTEMAS SIMPLES

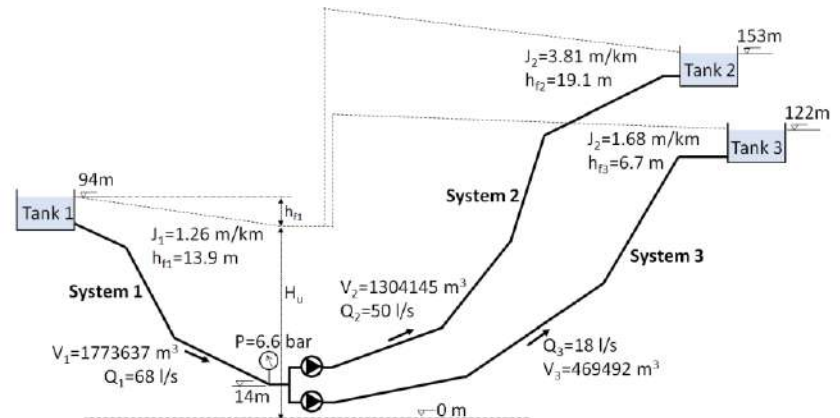
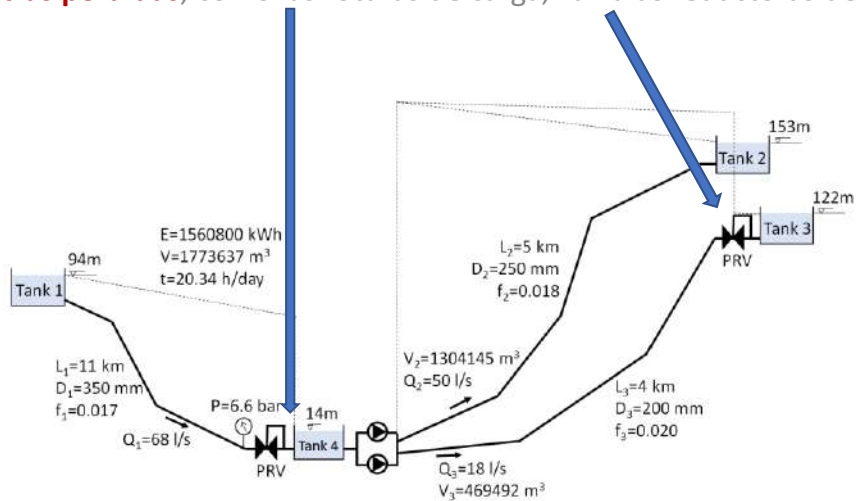
LOS DISTINTOS SISTEMAS HIDRÁULICOS (DESDE LA ÓPTICA ENERGÉTICA)



PERDIDAS ENERGÉTICAS EN SISTEMAS SIMPLES

PERDIDAS EN SISTEMAS SIMPLES

- **Operacionales** (bombeos, fricción en tuberías y fugas) son propias de la operación del sistema (de ahí su nombre) **(EN TODOS LOS SISTEMAS)**
Siempre **están** y siempre hay que **minimizarlas**.
- **Estructurales** (ligadas a sistemas con más de un punto de entrega -nodos de consumo- ubicados en cotas distintas) merecen poca atención y, de hecho, suelen pasar desapercibidas. Sin embargo, con frecuencia, importan más que las operacionales. Reducirlas **exige modificar el diseño** de la red. **(NO EN SISTEMAS SIMPLES)**
- **Otras pérdidas**, como las roturas de carga, válvulas reductoras de presión, etc. **DEBEN EVITARSE** **(EN TODOS LOS SISTEMAS)**

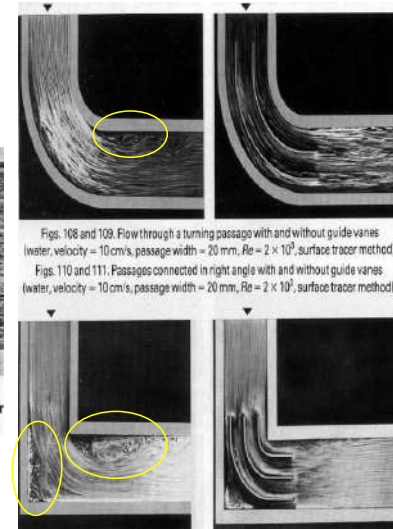
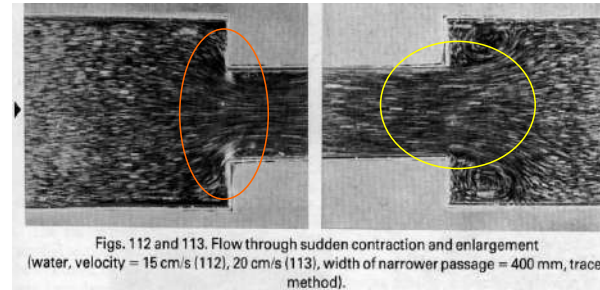
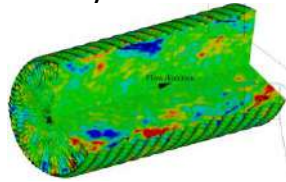


PERDIDAS ENERGÉTICAS EN SISTEMAS SIMPLES

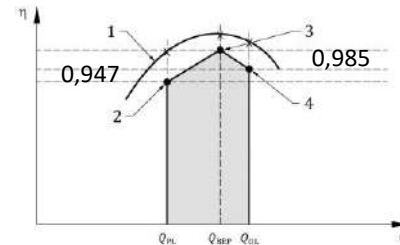
PERDIDAS EN SISTEMAS SIMPLES (sólo operacionales)

❑ Pérdidas por fricción

- Localizadas (que no menores)
- A lo largo de la tubería



❑ En la estación de bombeo (motor, variador y bomba)



Variador, IMPRESCINDIBLE, si las variaciones de nivel del acuífero nos saca de la casa de eficiencia (eco directiva)

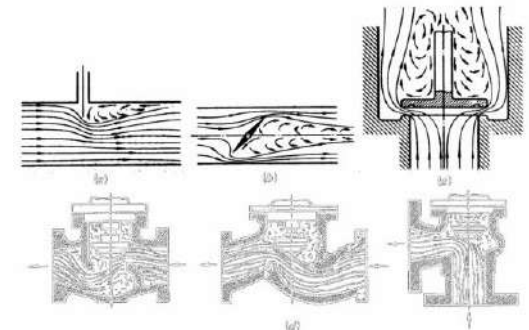
❑ Fugas = en TUBERÍAS simples y DEPÓSITOS

INACEPTABLES



❑ Otras pérdidas = SIEMPRE INACEPTABLES

Mientras sea posible, evitar la regulación con válvulas



CONCEPTO DE INTENSIDAD ENERGÉTICA IDEAL, REAL Y OBJETIVO

Intensidad energética ideal, real y objetivo

Las unidades de la presión (F/S) coinciden con las de la Intensidad energética (W/V = kWh/m³)

$$1 \text{ m. c. a. (con } \gamma = 9810 \frac{N}{m^3}) = 9810 \frac{N}{m^2} = 0.002725 \frac{kWh}{m^3}$$

Intensidad energética ideal = desnivel a vencer $I_{ei} = 9810 H_g \frac{N}{m^2} = 0.002725 H_g \frac{kWh}{m^3} = 0.002725 (z_f - z_i) \frac{kWh}{m^3}$

Intensidad energética real $I_{er} = \frac{E_{sr}}{V_d} = \frac{P_t}{Q_d} = \frac{1}{Q_p \eta_l} \frac{P_h}{\eta_e \eta_p} = \frac{1}{\eta_l \eta_e \eta_p} \frac{\gamma Q_p H_p}{Q_p} = \frac{1}{\eta_l \eta_e \eta_p} \gamma H_p \frac{N}{m^2} = \frac{1}{\eta_l \eta_e \eta_p} 0.002725 H_p \frac{kWh}{m^3}$

Relación de alturas (ineficiencias por fricción) $r_h = \frac{H_g}{H_p}$

Factor de ineficiencia GLOBAL $I_{er} = \frac{1}{\eta_l \eta_e \eta_p} \frac{1}{r_h} I_{ei} = F_{Gl} I_{ei}$

Intensidad energética ideal, real y objetivo

RESUMEN

- La Intensidad energética ideal se conoce = Desnivel geométrico a vencer
- La Intensidad energética real se conoce = Energía consumida (recibo) dividido por el volumen elevado (contador)
- El Factor de ineficiencia global es su cociente (I_{er}/I_{ei})
- Conviene determinar el margen de mejora existente

$$F_{Gl} = \frac{1}{\eta_e \eta_p \eta_l r_h} \longleftrightarrow F_{Gl,o} = \frac{1}{r_{ho}} \frac{1}{\eta_{lo} \eta_{eo} \eta_{po}}$$

MARGEN DE AHORRO EXISTENTE:



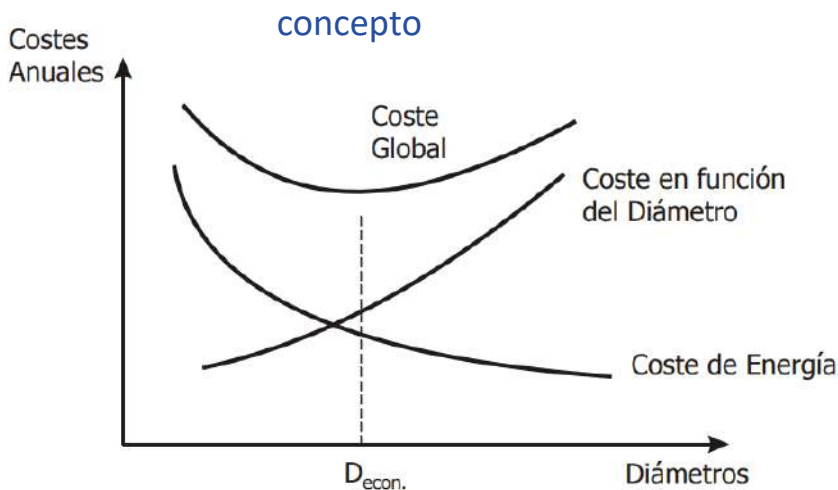
$$\Delta E = I_{er} - I_{eo} = I_{ei} (F_{Gl} - F_{Gl,o}) V \frac{kWh}{año}$$

VALORES DE REFERENCIA MINIMOS DE LAS INEFICIENCIAS

VALORES DE REFERENCIA DE LAS INEFICIENCIAS

FRICCION OPTIMA

Cálculo



$$J_o = (0.0826 \cdot f)^{\frac{c}{5+c}} Q^{\frac{2c-5}{5+c}} \left[\frac{0.2c \cdot F_i \cdot a_o(p) \cdot \eta_p}{\gamma \cdot n \cdot h \cdot \bar{p}_e} \right]^{\frac{5}{5+c}} \quad (7)$$

where f is the friction factor, c and $a_o(p)$ are adjustment factors for pipe cost and diameter variation (very specific to the material), Q is the pipe flow, F_i is the installation factor (it includes all additional costs apart from the cost of the pipe itself: transport, trench, labour, etc.), η_p is the efficiency of the pumping station, γ is the specific water/fluid weight, h is the annual operating hours, and $\bar{p}_e$ is the global average price of energy. Finally, it is important to underline that, because the constant 0.0826 has dimensions, Eq. (7) is not dimensionless

DETALLES DEL CÁLCULO

Research Paper

Quick energy assessment of irrigation water transport systems

Enrique Cabrera, Roberto del Teso, Elena Gómez, Elvira Estruch-Juan, Javier Soriano*



ASCE

Optimal Energy Gradient for Pumping Systems Supplying Variable Flow Demands

Jose G. Vasconcelos, M.ASCE¹; Enrique Cabrera, M.ASCE²; Elena Gómez³; and Roberto del Teso⁴

VALORES DE REFERENCIA DE LAS INEFICIENCIAS

ESTACION DE BOMBEO

La eco directiva de bombas

L 165/28

EN

Official Journal of the European Union

26.6.2012

COMMISSION REGULATION (EU) No 547/2012

of 25 June 2012

**implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to
ecodesign requirements for water pumps**

Article 1

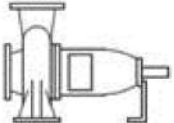
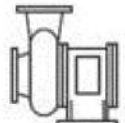
Subject matter and scope

1. This Regulation establishes ecodesign requirements for the placing on the market of rotodynamic water pumps for pumping clean water, including where integrated in other products.

VALORES DE REFERENCIA DE LAS INEFICIENCIAS

ESTACION DE BOMBEO

La eco directiva de bombas

ESOB Bomba de succión final con rodamientos integrados	
ESCC Bomba de succión final de acoplamiento compacto	
ESSCi Bomba de succión final en línea de acoplamiento compacto	
MS-V Bomba vertical multietapa	
MSS Bomba sumergible multietapa de agotamiento	

MINIMUM EFFICIENCY INDEX (MEI)

The MEI applies specifically to water pumps. It indicates the percentage of pumps that have efficiency inferior to the one being measured. For example, if a pump has an MEI of 0.4, that means 40 percent of the pumps available on the market are less efficient than that pump. Thus, the higher the MEI, the greater the pump's efficiency. Pumps are ranked by way of a mathematical calculation based on efficiencies at the Best Efficiency Point (BEP), 75 percent of the BEP (part load), and 110 percent of the BEP (overload).

Bombas de succión final (ESOB, ESCC y ESSCi).

VALORES DE REFERENCIA DE LAS INEFICIENCIAS

ESTACION DE BOMBEO

La eco directiva de bombas

La fórmula matemática que describe la relación $\eta_{\text{BEP}} = f(n_s, Q_{\text{BEP}})$ es:

$$\eta_{\text{BEP}} = -11,48(\ln(n_s))^2 - 0,85 \cdot (\ln(Q_{\text{BEP}}))^2 - 0,38 \cdot \ln(n_s) \cdot \ln(Q_{\text{BEP}}) + 88,59 \ln(n_s) + 13,46 \cdot \ln(Q_{\text{BEP}}) - C \quad (4)$$

por

η_{BEP} en [%];

n_s en [min^{-1}];

Q_{BEP} en [m^3/h]

C: constante en [%], dependiendo del índice de eficiencia máxima (MEI), véase el apartado 4.4.

El resultado calculado a partir de la fórmula (4) tiene que redondearse hasta la primera cifra decimal.

El rango matemático de validez de la fórmula es:

$$6 \text{ min}^{-1} \leq n_s \leq 120 \text{ min}^{-1}$$

$$2 \text{ m}^3/\text{h} \leq Q_{\text{BEP}} \leq 1\,000 \text{ m}^3/\text{h}$$

El rango físico de validez de la fórmula es:

$$\eta_{\text{BEP}} \leq 88\%$$

Son bombas
fabricadas
en serie

NOTA 1 La limitación del rango físico de validez hasta un valor máximo de η_{BEP} viene del hecho de que las pérdidas hidráulicas y mecánicas en las bombas rotodinámicas diseñadas y fabricadas industrialmente no pueden caer por debajo de un límite inferior.

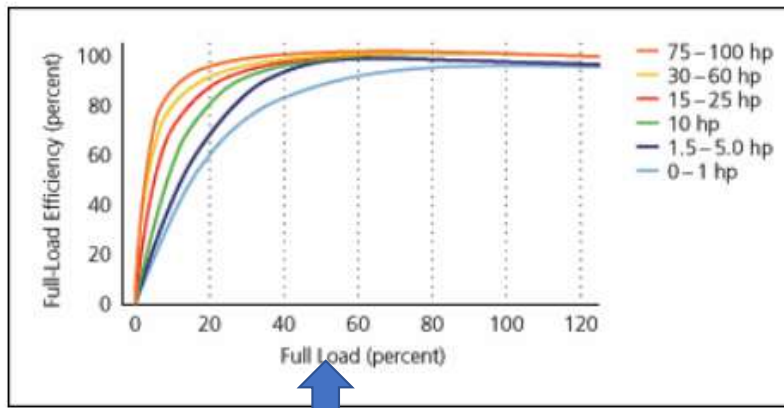
NOTA 2 Una reducción adicional de pérdidas necesitaría de medidas especiales en el diseño y fabricación que conducirían a esfuerzos y costes inaceptables y/o sería incompatible con otros requisitos de funcionamiento de bombas como por ejemplo, un buen rendimiento en materia de cavitación, bajos niveles de ruido y vibración.

VALORES DE REFERENCIA DE LAS INEFICIENCIAS

ESTACION DE BOMBEO

Motor eléctrico y variador

Motor asíncrono

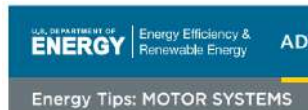
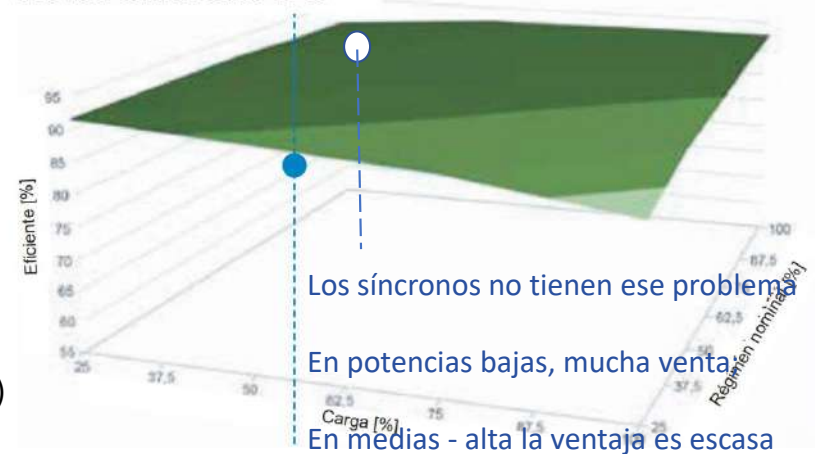


Ojo, no bajar del 50% de la carga (40 Hz)

Table 1. Adjustable Speed Drive Part-Load Efficiency*

Variable Drive hp Rating	Efficiency (%)						
	Load, Percent of Drive Rated Power Output						
	1.6	12.5	25	42	50	75	100
5	35	80	88	91	92	94	95
10	41	83	90	93	94	95	96
20	47	86	93	94	95	96	97
30	50	88	93	95	95	96	97
50	46	86	92	95	95	96	97
60	51	87	92	95	95	96	97
75	47	86	93	95	96	97	97
100	55	89	94	95	96	97	97
200	61	81	95	96	96	97	97

Motor síncrono IE5+



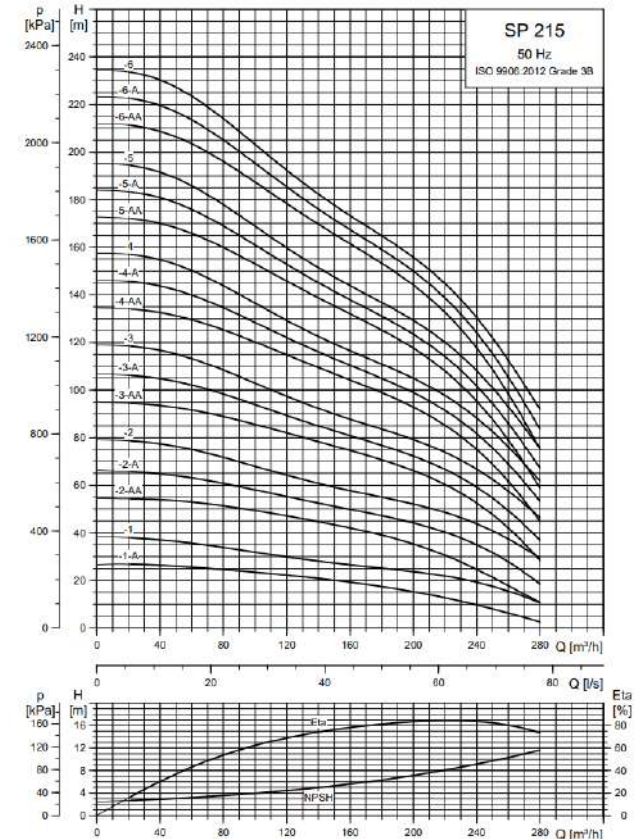
Adjustable Speed Drive
Part-Load Efficiency

Son eficientes, pero también pierden energía

VALORES DE REFERENCIA DE LAS INEFICIENCIAS

ALGUNAS REFLEXIONES FINALES

- Las eficiencias de todos los elementos son ya muy altas. Queda poco margen de mejora
- Lo razonable es fijar a las eficiencias unos valores mínimos, tal cual hace la eco directiva. Los valores máximos dependen del precio final del equipo (la eco directiva lo liga al parámetro MEI) y de su mayor o menor utilización.
- Maximizar la eficiencia sólo tiene sentido si los precios de la energía son muy altos y si la instalación se utiliza el número de horas.
- Para eso se pueden definir eficiencias A, A+ o A++
- El ajuste final tiene una fuerte componente ECONÓMICA.
- También pueden influir las políticas AMBIENTALES.



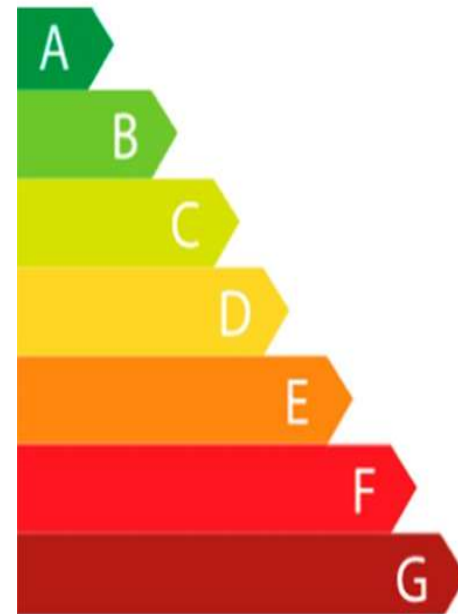
Rendimientos bombas sumergidas incluso superior al 80%

Las bombas (el flujo se frena) siempre son más ineficientes que las turbinas (el flujo se acelera)

CALIFICACION ENERGÉTICA DE LOS BOMBEOs SIMPLES

CALIFICACION ENERGÉTICA DE LOS BOMBEO SIMPLES

- Se calcula I_{er}
- Se calcula I_{eo}
- El valor de I_{ei} es intrascendente para certificar
- El cociente I_{er}/I_{eo} proporciona el diagnóstico
- La escala proporcionada se ha importado de la nueva calificación energética de los frigoríficos.
- En cualquier caso, parece una escala razonable. De hecho la calificación más baja exige triplicar el valor objetivo.



$(I_{er}/I_{eo}) \leq 1$
$1 < (I_{er}/I_{eo}) \leq 1.24$
$1.24 < (I_{er}/I_{eo}) \leq 1.56$
$1.56 < (I_{er}/I_{eo}) \leq 1.95$
$1.95 < (I_{er}/I_{eo}) \leq 2.44$
$2.44 < (I_{er}/I_{eo}) \leq 3.02$
$(I_{er}/I_{eo}) > 3.02$

LA HERRAMIENTA ENERGOS

LA HERRAMIENTA ENERGOS



ENERGOS SISTEMAS SIMPLES

GUÍA DE USO

Identificación del sistema:

NUEVO

ARCHIVO DE TOMA DE DATOS

1. Selección de la tipología

Periodo de análisis [días]

BOMBEO DIRECTO

BOMBEO A DEPÓSITO

DESDE POZO DIRECTO

DESDE POZO A DEPÓSITO

Cota inicial media [m]

Longitud total de la tubería [m]

Cota superior del depósito (llenado por la parte superior) [m]

Seleccionar llenado superior

Cota de solera del depósito [m]

Seleccionar llenado inferior

Volumen entregado útil [m³]

Volumen inyectado [m³]

Energía consumida EB [kWh]

Altura media bombeada [m]

Precio unitario de la energía [€/kWh]

Datos de la Estación de Bombeo

3. Diagnóstico del sistema

Intensidad energética ideal (I_{ei}) [kWh/m³]

Intensidad energética real (I_{er}) [kWh/m³]

Intensidad energética real norm. con H_g ($I_{er,ng}$) [Wh/m³·m]

Intensidad energética real norm. con H_m ($I_{er,mm}$) [Wh/m³·m]

Ineficiencias actuales de la instalación

Relación de alturas (r_h)

Rendimiento de la estación de bombeo (η)

Rendimiento hidráulico (η_h)

Factor global de pérdidas objetivo (F_{ola})

Intensidad energética objetivo (I_{eo})

Calificación energética del sistema

Potencial ahorro energético (ΔE) [kWh]

Potencial ahorro energético (ΔE) [€]

Ineficiencias objetivo de la instalación

Relación de alturas objetivo (r_{ho})

Rendimiento de la estación de bombeo objetivo (η_o)

Rendimiento hidráulico objetivo (η_{ho})

Análisis
Costo / Beneficio

Simplex

Redes

Sistemas Multi-Escenario

+

LA HERRAMIENTA ENERGOS



ENERGOS REDES

GUÍA DE USO



Identificación del sistema:



NUEVO

1. Selección de la tipología

POR GRAVEDAD

CON DEPÓSITO EN CABECERA

BOMBEO EN DIRECTO

OTRA TIPOLOGÍA

Periodo de análisis [días]

Cota de entrada [m]

Volumen inyectado V_i [m³]

Longitud de tubería hasta el punto más desfavorable de la red [m]

Presión de servicio $p_{a/f}$ [mca]

OPCIONES DE DATOS DE LA RED

Cotas y demandas

☐

Cotas de los nudos

☐

Sólo cotas extremas

☒

2. Síntesis de los datos básicos del sistema

Periodo de análisis (PA) [días]

0

Cota de entrada [m]

0

Cota del depósito [m]

-

Volumen inyectado (V_i) [m³]

0

Energía consumida EB [kWh]

-

Presión de servicio ($p_{a/f}$) [mca]

0

Volumen facturado (V_d) [m³]

0

Cota máxima (Z_h) [m]

0

Cota mínima (Z_l) [m]

0

Cota promedio (Z_m) [m]

0,00

3. Diagnóstico inicial del sistema

Energía mínima requerida por los usuarios (E_{uo}) [kWh]

0

Energía topográfica ideal (E_{ti}) [kWh]

0

Energía suministrada ideal (E_{si}) [kWh]

0

Rendimiento Global Ideal ($\eta_{GI}=E_{uo}/E_{si}$)

Rendimiento hidráulico deseado [%]

Rendimiento de la estación de bombeo deseado [%]

Pendiente hidráulica deseado [mca/km]

LA HERRAMIENTA ENERGOS

ENERGOS SISTEMAS MULTI-ESCENARIO

Identificación del sistema:



DATOS DEL SISTEMA

Periodo de análisis (PA)	días	
Número de entradas		
Número de salidas		
Número de estaciones de bombeo		
Número de depósitos intermedios		

BALANCE DE ENERGÍAS GLOBAL

BALANCE DE ENERGÍAS

Rendimiento global del sistema

Rendimiento global mínimo del sistema

Rendimiento global objetivo estimado del sistema

Potencial ahorro sistema actual

Potencial ahorro sistema mejorado

0.0001

0.0001

CONSULTAR /
MODIFICAR OBJETIVOS

ENTRADAS AL SISTEMA

Nombre identificativo de la entrada	
Volumen extraído en el periodo de análisis (V)	m ³
Cota de la entrada (Z)	m
Presión media (P)	bar

SALIDAS DEL SISTEMA

Nombre identificativo de la salida	
Volumen útil entregado en el periodo de análisis (Vu)	m ³
Cota media (Z)	m
Presión media entregada en la salida (pf)	bar
Presión de servicio en el punto final (pfo)	bar

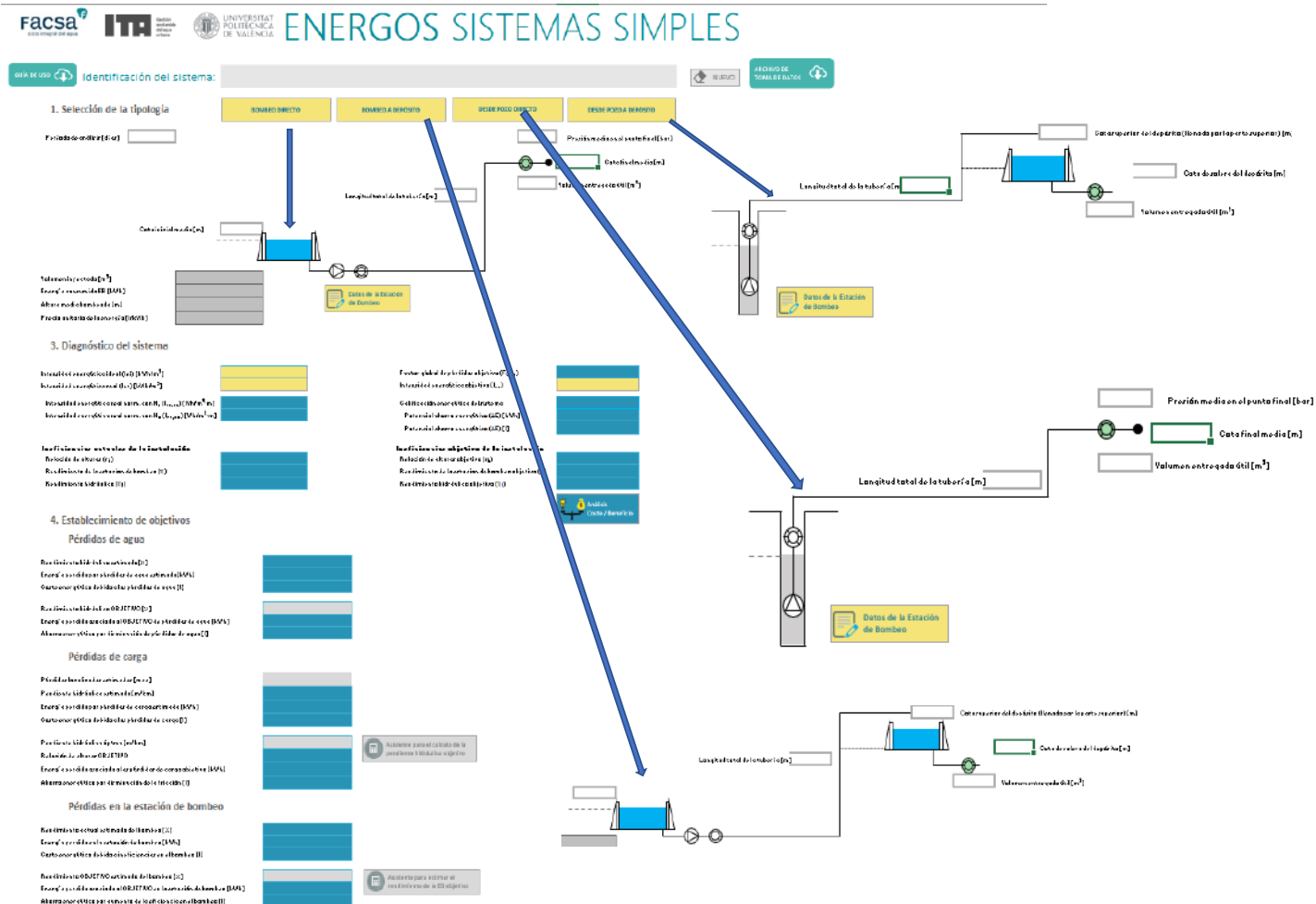
ESTACIONES DE BOMBEO

EDITOR DE CURVAS

Nombre identificativo de la estación de bombeo	
Volumen bombeado en el periodo de análisis (Vp)	m ³
Energía consumida en el periodo de análisis (Esr)	kWh
Cota (altura) media en la aspiración	m

LA HERRAMIENTA ENERGOS

TIPOS DE SISTEMAS SIMPLES CONTEMPLADOS POR ENERGOS



LA HERRAMIENTA ENERGOS

ETAPAS ENERGOS

3. Diagnóstico del sistema

Intensidad energética ideal (I_{ei}) [kWh/m ³]	0,286
Intensidad energética real (I_{er}) [kWh/m ³]	0,421
Intensidad energética real norm. con H_g ($I_{er,ng}$) [Wh/m ³ ·m]	4,01
Intensidad energética real norm. con H_m ($I_{er,nm}$) [Wh/m ³ ·m]	3,72
Ineficiencias actuales de la instalación	
Relación de alturas (r_n)	0,93
Rendimiento de la estación de bombeo (η)	73,20
Rendimiento hidráulico (η_h)	100,00

Calificación energética final y margen de ahorro

Factor global de pérdidas objetivo ($F_{0,0}$)	1,26
Intensidad energética objetivo (I_{eo})	0,360
Calificación energética del sistema	B
Potencial ahorro energético (ΔE) [kWh]	6483,50
Potencial ahorro energético (ΔE) [€]	1620,88
Ineficiencias objetivo de la instalación	
Relación de alturas objetivo (r_n)	0,98
Rendimiento de la estación de bombeo objetivo (η)	81,36
Rendimiento hidráulico objetivo (η_h)	100,00
 Análisis Coste / Beneficio	

4. Establecimiento de objetivos

Pérdidas de agua

Rendimiento hidráulico estimado[%]	100,00
Energía perdida por pérdidas de agua estimada[kWh]	0,0
Coste energético debido a las pérdidas de agua [€]	0,0
Rendimiento hidráulico OBJETIVO [%]	100,0
Energía perdida asociada al OBJETIVO de pérdidas de agua [kWh]	0,0
Ahorro energético por disminución de pérdidas de agua [€]	0,0

Pérdidas de carga

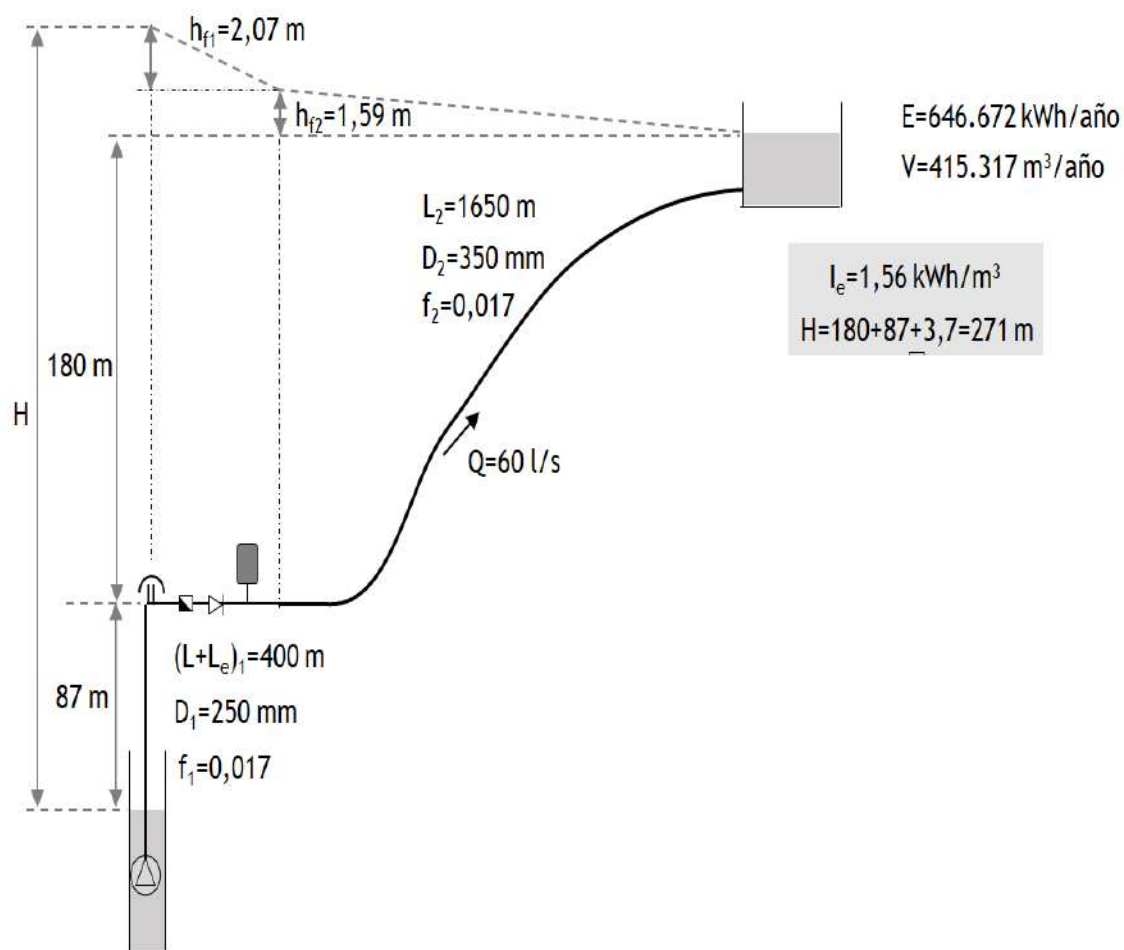
Pérdidas localizadas estimadas [mca]	1,20
Pendiente hidráulica estimada [m/km]	37,78
Energía perdida por pérdidas de carga estimada [kWh]	3162,62
Coste energético debido a las pérdidas de carga [€]	790,65
Pendiente hidráulica óptima [m/km]	7,60
Relación de alturas OBJETIVO	0,98
Energía perdida asociada a las pérdidas de carga objetivo [kWh]	936,93
Ahorro energético por disminución de la fricción [€]	556,42

Pérdidas en la estación de bombeo

Rendimiento actual estimado del bombeo [%]	73,20
Energía perdida en la estación de bombeo [kWh]	11972,2
Coste energético debido a ineficiencias en el bombeo [€]	2993,1
Rendimiento OBJETIVO estimado del bombeo [%]	81,36
Energía perdida asociada al OBJETIVO en la estación de bombeo [kWh]	27367,5
Ahorro energético por aumento de la eficiencia en el bombeo [€]	9834,9

EJEMPLO REAL

EJEMPLO REAL: BOMBEO EN CASTELLÓN



EJEMPLO REAL

ENERGOS SISTEMAS SIMPLES

GUÍA DE USO

Identificación del sistema:

Bombeo aguas subterráneas en Castellón

NUEVO

ARCHIVO DE TOMA DE DATOS

1. Selección de la tipología

Período de análisis [días] 365

BOMBEO DIRECTO

BOMBEO A DEPÓSITO

DESDE POZO DIRECTO

DESDE POZO A DEPÓSITO

Cota inicial media [m]

0

Volumen inyectado [m³]

415317

Energía consumida EB [kWh]

646672

Altura media bombeada [m]

271

Precio unitario de la energía [€/kWh]

25

3. Diagnóstico del sistema

Intensidad energética ideal (Iei) [kWh/m³]

0,728

Intensidad energética real (Ier) [kWh/m³]

1,557

Intensidad energética real norm. con H_g [Wh/m³·m]

5,83

Intensidad energética real norm. con H_m [Wh/m³·m]

5,75

Ineficiencias actuales de la instalación

Relación de alturas (r_h)

0,99

Rendimiento de la estación de bombeo (η)

47,43

Rendimiento hidráulico (η_h)

100,00

Longitud total de la tubería [m]

1650

Cota superior del depósito (llenado por la parte superior) [m]

☐ Seleccionar llenado superior

267 Cota de solera del depósito [m]

☒ Seleccionar llenado inferior

415317 Volumen entregado útil [m³]

Datos de la Estación de Bombeo

Datos de la Estación de Bombeo

DATOS ACTUALES DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

Datos de funcionamiento actual

Volumen bombeado en el período de análisis [m³]

415317

Energía consumida en el período de análisis [kWh]

646672

Caudal medio impulsado [m³/h]

216

Horas de funcionamiento para el caudal indicado

1922,76

Número de horas de funcionamiento en el período de análisis

1923

Caudal medio para las horas de funcionamiento indicadas

215,97

Altura media bombeada [m]

271

Datos generales del sistema

Precio unitario de la energía [€/kWh]

0.25

Aceptar

EJEMPLO REAL

ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS

4. Establecimiento de objetivos

Pérdidas de agua

Rendimiento hidráulico estimado[%]	100,00
Energía perdida por pérdidas de agua estimada[kWh]	0,0
Coste energético debido a las pérdidas de agua [€]	0,0

Rendimiento hidráulico OBJETIVO [%]	100,0
Energía perdida asociada al OBJETIVO de pérdidas de agua [kWh]	0,0
Ahorro energético por disminución de pérdidas de agua [€]	0,0

Pérdidas de carga

Pérdidas localizadas estimadas [mca]	1,20
Pendiente hidráulica estimada [m/km]	1,70
Energía perdida por pérdidas de carga estimada [kWh]	9544,97
Coste energético debido a las pérdidas de carga [€]	2386,24

Pendiente hidráulica óptima [m/km]	2,30
Relación de alturas OBJETIVO	0,98
Energía perdida asociada a las pérdidas de carga objetivo [kWh]	11453,97
Ahorro energético por disminución de la fricción [€]	Jo > J actual

Pérdidas en la estación de bombeo

Rendimiento actual estimado del bombeo [%]	47,43
Energía perdida en la estación de bombeo [kWh]	339970,8
Coste energético debido a ineficiencias en el bombeo [€]	84992,7

Rendimiento OBJETIVO estimado del bombeo [%]	82,28
Energía perdida asociada al OBJETIVO en la estación de bombeo [kWh]	33229,5
Ahorro energético por aumento de la eficiencia en el bombeo [€]	93300,1

Asistente para el cálculo de la pendiente óptima

VALORES PARA LA PENDIENTE HIDRÁULICA OBJETIVO

Datos de la tubería de impulsión

Caudal impulsado [m³/h]	216	216	215,97
Horas de funcionamiento en el periodo de análisis	1923	Caudal impulsado actual [m³/h]	Caudal impulsado objetivo [m³/h]
Rendimiento de la estación de bombeo [%]	70	47,43	82,28
		Rendimiento actual de la EB [%]	Rendimiento objetivo de la EB [%]

Para el cálculo de la pendiente hidráulica objetivo para la tubería de impulsión

Vida útil de las tuberías	50
Material de la tubería	Fundición Ductil (FD)
Pérdidas localizadas mínimas	1,2

Pérdidas localizadas mínimas propuestas

Pendiente hidráulica objetivo [mca/km] 2,3

Diámetro óptimo [DN] 300

Altura de la bomba óptima [m] 271,8

Coefficientes asociados al material

VALORES PROPUESTOS	DEFINIDOS POR EL USUARIO
Coefficiente del material (Ac)	330,26
Exponente del material (m)	1,163
Factor de instalación (Fi)	2,34
Exponente de instalación (n)	-0,43

Coste material de la tubería = $Ao \cdot D^m$
 Coste instalación de la tubería = $Fi \cdot D^n$
 Coste total de la tubería = $(Ao \cdot Fi) \cdot D^{m+n}$

Aceptar

Asistente para el cálculo de la pendiente hidráulica objetivo

Asistente para el cálculo del rendimiento mínimo en la Estación de Bombeo

Datos de funcionamiento

Caudal impulsado [m³/h]	216	215,97
Longitud de la tubería de impulsión [m]	1950	Caudal impulsado objetivo [m³/h]
Pendiente hidráulica objetivo [m/km]	2	2,3
Pérdidas localizadas objetivo [m]	1	1,2
Altura objetivo de la bomba [m]	271,3	Valores propuestos (calculados previamente)

Estación de bombeo

Número medio de bombas en paralelo	1
Velocidad de rotación nominal [rpm]	2900
Número de rodets en serie	10
Velocidad específica de rotación (6-cm-1200)	59,76

Rendimiento objetivo del GRUPO DE PRESIÓN [%] 82,28

Aceptar

Datos para el cálculo del rendimiento objetivo del MOTOR

IE International Efficiency	IE3, Premium efficiency
Número de polos	2 polos
Potencia estimada del motor [kW]	255,5
Potencia del motor (por bomba) [kW]	260
Rendimiento mínimo del motor [%]	95,8

Datos para el cálculo del rendimiento objetivo del VARIADOR

¿Este variador de frecuencia?	NO
Velocidad de giro relativa media [%]	1
Rendimiento mínimo del variador [%]	100

Datos para el cálculo del rendimiento objetivo de la BOMBA

Tipo de bomba	3 multietapa de acortamiento
Índice de eficiencia mínima	MEI 0,7
Rendimiento mínimo de la bomba [%]	91,49
Rendimiento catálogo de la bomba [%]	80

Asistente para estimar el rendimiento de la EB objetivo

EJEMPLO REAL

Evaluación de las potenciales mejoras

Factor global de pérdidas objetivo ($F_{gl,o}$)	1,24
Intensidad energética objetivo (I_{eo})	0,901
Calificación energética del sistema	D
Potencial ahorro energético (ΔE) [kWh]	272266,38
Potencial ahorro energético (ΔE) [€]	68066,60
Ineficiencias objetivo de la instalación	
Relación de alturas objetivo (r_h)	0,98
Rendimiento de la estación de bombeo objetivo (η)	82,16
Rendimiento hidráulico objetivo (η_h)	100,00
 Análisis Coste / Beneficio	

Calificación muy mejorable

Análisis Coste / Beneficio

Suma del potencial ahorro energético desagregado [€]

Sensibilidad al cambio

Margen de mejora $[(X_o-X)/X] \%$

Valor actual

Valor objetivo

Potencial ahorro [€]

Estimación del coste de la medida - base de datos- [€]

Estimación del coste de la medida - propia - [€]

Periodo de recuperación [años]

Pérdidas de agua	Fricción	Estación de bombeo
-1,549	-1,565	-3,267
0	-1,01	73,48
η_h 100	r_h 0,99	η_{ES} 47,43
η_{ho} 100	r_{ho} 0,98	η_{Eso} 82,28
0	0	93300
	527577	19206
		25000
-	-	0,27

Aceptar

En este ejemplo concreto, la única mejora que tiene sentido es cambiar la bomba. La eficiencia del bombeo global (47%) tiene mucho margen de mejora

PROPUESTA DE HOJA DE RUTA PARA IMPLANTAR LA CERTIFICACION

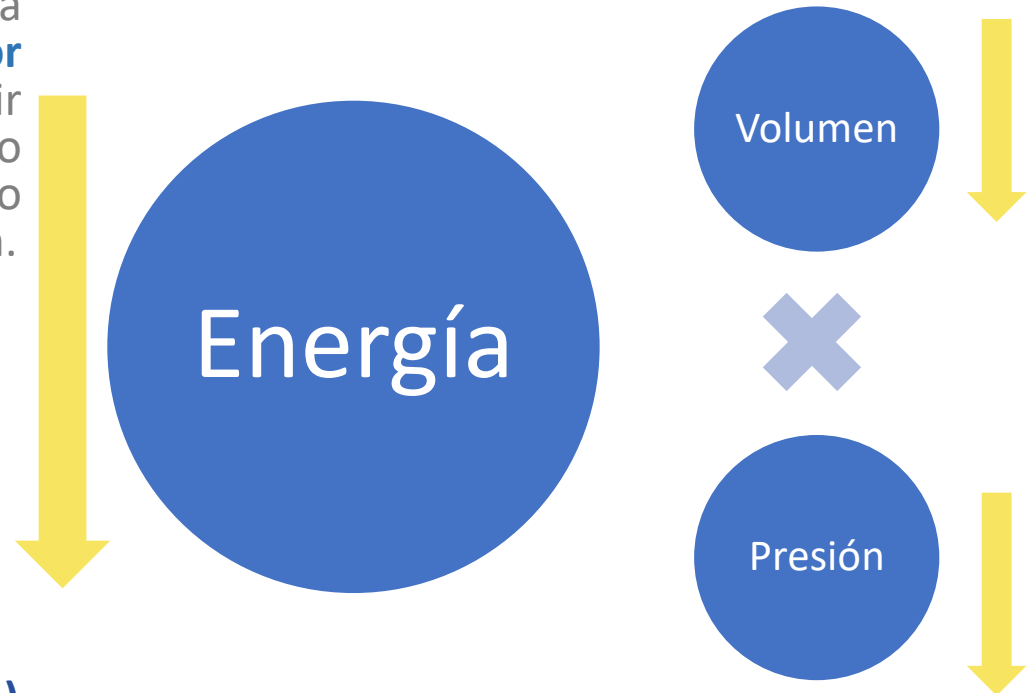
HOJA DE RUTA. CONSIDERACIONES PREVIAS

Variables necesarias para diagnosticar y certificar:

Conviene recordar que en hidráulica **energía** es el producto de la **presión por volumen**. Minimizarla exige reducir cualquiera de esos dos factores. En lo que sigue, el volumen útil requerido no se discute, pero las fugas sí lo aumentan.

La presión depende de los desniveles a vencer, de las necesidades en el punto de consumo (grifo de los ciudadanos o goteros) y de las pérdidas de carga, en las tuberías y en la estación de bombeo

Y, obviamente, el gasto energético (**kWh**) (facturación)



HOJA DE RUTA. CONSIDERACIONES PREVIAS

y asegurar la calidad de las aguas. A tal efecto, y a instancias del organismo de cuenca, los titulares de las concesiones administrativas de aguas y todos aquellos que por cualquier otro título tengan derecho a su uso privativo, estarán obligados a instalar y mantener los correspondientes sistemas de medición que garanticen información precisa sobre los caudales de agua en efecto utilizados y, en su caso, retornados.

Texto Refundido de la Ley de Aguas. TRLA, 2001. Artículo 55.4



FIGURA 4. CAPTACIÓN SUBTERRÁNEA EN LA QUE EL CONTADOR ESTÁ UBICADO JUSTO AGUAS ABAJO DEL CODO DE SALIDA.



FIGURA 12. EJEMPLO DE CAPTACIÓN EN LA QUE SE SUSTITUYE EL MEDIDOR POR UN CARRETE.



FIGURA 3. CONTADOR DE CHORRO ÚNICO OBSTRUÍDO POR LA ARENA.



FIGURA 4. CONTADOR SITUADO AGUAS ARRIBA DE UN FILTRO.

Medición de volúmenes en pozos de la CHJ en 2006

(algunos ejemplos)

Pero
¡¡Hay que medir bien!!

Hoy, todos pasan, echándose piedras sobre sus tejados

HOJA DE RUTA. CONSIDERACIONES PREVIAS

CON POCO ESFUERZO SE OBTIENE UNA INFORMACION MUY VALIOSA

Para certificar energéticamente un bombeo es necesario conocer:

- Volumen elevado (contador)
- Energía consumida (recibo)
- Profundidad del pozo (sensor)

(todas referidas al mismo periodo de tiempo)

Nº FACTURA	2.015,00-1,000001867-F-II
PERIODO FACTURADO	01/06/2015 a 30/06/2015
FECHA DE FACTURA	01/07/2015
FECHA DE VENCIMIENTO	08/07/2015
IMPORTE DE FACTURA	5.132,64 €
ENERGIA FACTURADA	53.362,00 kWh

El dato que importa



FACTURA DE ELECTRICIDAD

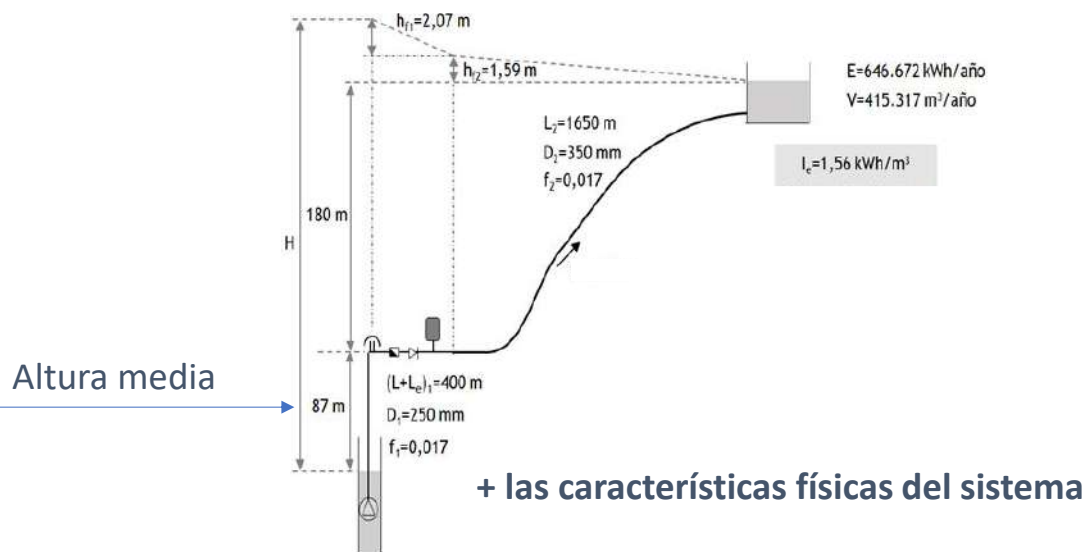
SINDICATO DE RIEGOS COAD. REGANTES VILLARREAL

CL C/ MESTRE GOTERRIS, 11, BAJO

12540 VILLARREAL - VILA REAL

(Castellón de la Plana)

Domicilio fiscal Pida EL PALMERAL, 3, Bajo
12539 - ALQUERIAS DEL NIÑO PERDIDO



PROPUESTA DE HOJA DE RUTA

PROPUESTA DE ETAPAS A RECORRER (HOJA DE RUTA)

1. Educar a quienes gestionan los pozos explicando que sólo conociendo estos datos básicos pueden calcular el margen de ahorro energético existente. Y que, en general, es mucho.
2. Para la inmensa mayoría de captaciones, especialmente las legales, la administración debe ser percibida más en su papel de apoyo al administrado que como un fiscalizador.
3. Para certificar energéticamente el comportamiento de un pozo sólo hace falta MEDIR y MEDIR BIEN volúmenes y niveles de agua en el pozo. Desde la óptica hidrogeológica, esta segunda variable es incluso más importante que el caudal elevado.
4. La administración debería ampliar la obligatoriedad de instrumentalizar los pozos a esta segunda variable. Y obligar a hacerle un seguimiento en el tiempo.
5. Con los requisitos previos satisfechos, el último paso sería implantar la obligatoriedad del certificado energético que debería repetirse con una determinada.
6. Y conceder prestamos para realizar las inversiones necesarias, a devolver después al compás del ahorro conseguido, **valorando la reducción habida en kWh (a partir de la I_{er}).**

CONCLUSION

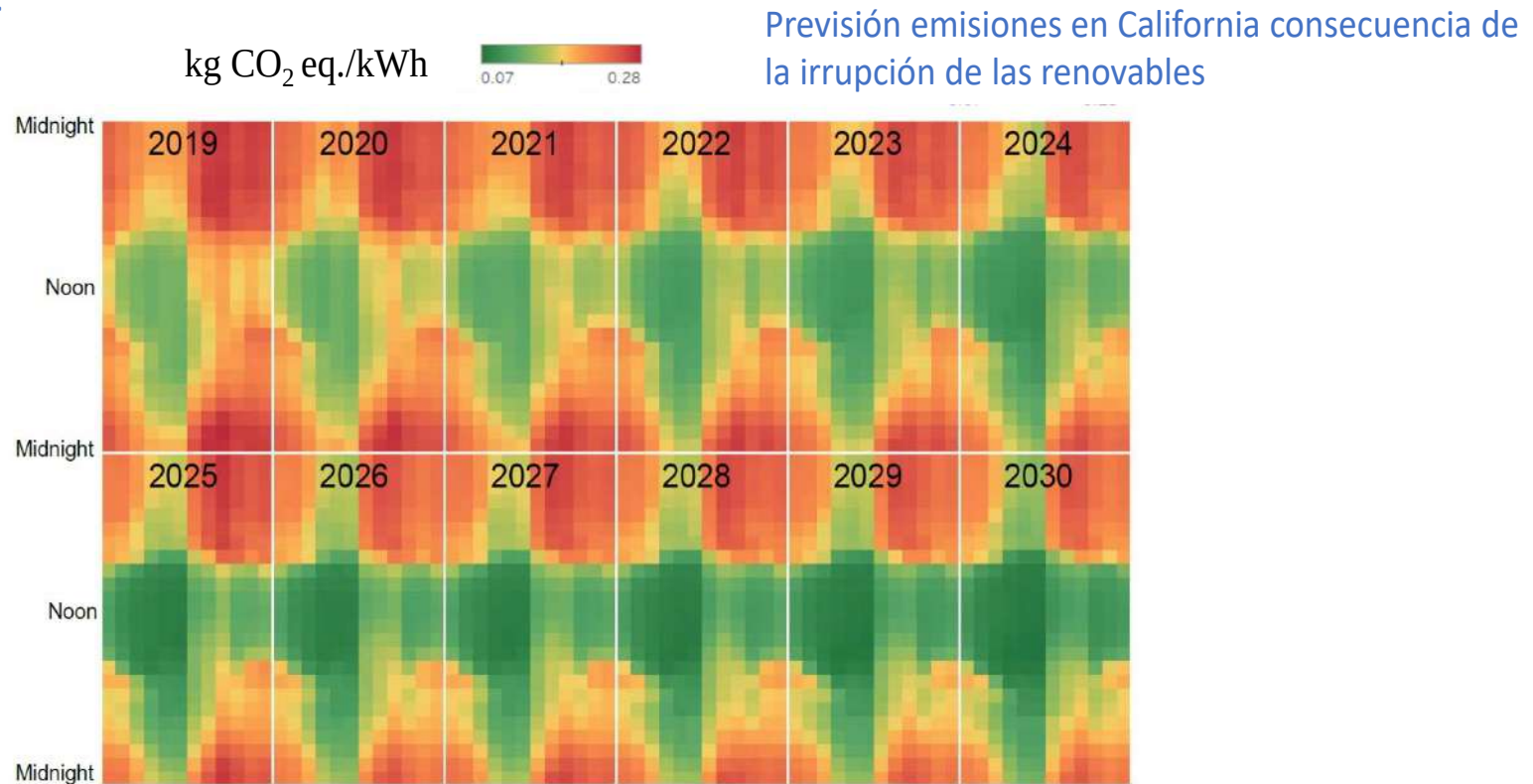
CONCLUSION

EL PAPEL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Lo importante es ahorrar energía y no tanto su programación en el tiempo, porque..

Las energías renovables, especialmente la solar, están modificando los precios horarios de la energía.

Ello cambiará modos de operar (por ejemplo los bombeos nocturnos), pero la eficiencia es ajena a todos estos cambios.

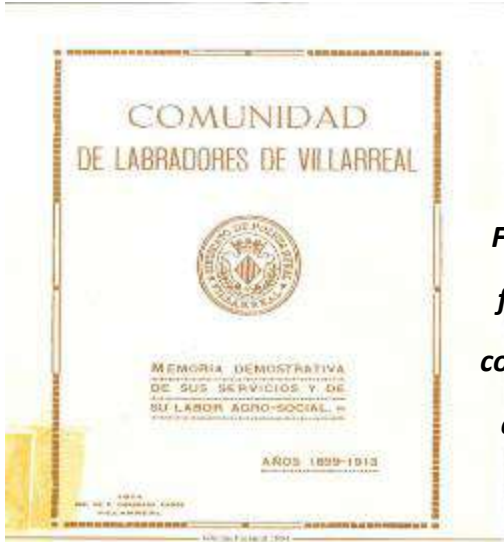


CONCLUSION

REFLEXIONES FINALES

- Lo que sobre **todo importa es rebajar la energía consumida**. Adecuar los bombeos a las horas más económicas siempre será conveniente, pero en el actual contexto energético habrá que estar permanentemente pendiente de los cambios horarios.
- En España el agua subterránea tiene una gran importancia. Y los costes de elevación son muy elevados. El ejemplo real expuesto es de un sistema importante y el rendimiento global es de un **47%** con un **periodo de recuperación** coste del cambio de bombas **inferior a un año** (en el caso analizado unos tres meses). Muy pocos gestores controlan los rendimientos y, muy probablemente, este puede ser un orden de magnitud representativo de la mayoría. Coincide con los valores registrados en California. Obviamente, las empresas de aguas, con técnicos más cualificados, controlan mejor esta situación.
- En consecuencia hay un margen de ahorro energético importante en la elevación de agua subterránea, en especial, la destinada al regadío. Para **evaluar las eficiencias es necesario poder medir** el volumen de agua elevado, la altura geométrica vencida y el gasto energético contraído. Ello hace que cobre un interés especial medir los volúmenes elevados y a ellos añadir la necesidad de conocer la evolución de los niveles de agua en los acuíferos.
- En **los sistemas simples**, salvo los diseños inconvenientes que incluyan roturas de carga, sólo hay pérdidas operacionales. Tienen un diagnóstico fácil y preciso y **su certificación energética** debiera ser de **obligado** cumplimiento, **como en las viviendas**, a partir de un consumo de energía anual determinado. Pongamos que unos 50000 kWh/año. Son consumos mucho más importantes que los de las viviendas, se diagnostican con mayor precisión y tienen una más fácil corrección. También debería implantarse su calificación energética.
- La herramienta **ENERGOS** permite sistematizar todos estos cálculos. Y si los datos son precisos, los resultados están garantizados.

iii UN HOMENAJE A MIS ANTEPASADOS DE VILLARREAL!!!



***Foradant les dures penyes,
fent eixir al sol les aigües,
convertim en horta hermosa
el secà dels nostres pares***

Datos estadísticos diversos, referentes a la transformación del cultivo en la zona de secano del término de Villarreal												
Partidos (donde correspon- da)	NOMBRES de las Sociedades o de los grupos de cultivo	Número de socios	Producción de los socios Pecas	Especies que se emplean	Coste de los materiales empleados Pecas	Almacén de colchinos de la maquinaria	Máquina de colchinos de la maquinaria	MATERIAS QUE SE USAN		Ma- quina de colchinos de la maquinaria	Coste de flete	NOTAS
								En toneladas	En toneladas			
	En explotación											
	D. Vicente Antonio Ripollés	72	25.000	Vapor	25.000	40	1.700	40	5.33	1944		
	D. Medagall	66	30.000	Gas petróleo	30.000	40	2.500	120	30.66	1944		
	La Esperanza	52	25.000	Vapor	25.000	30	1.500	220	20.83	1944		
	Benito Aspillós	61	24.140	—	24.140	30	1.200	280	22.81	1944		
	Agustina Moderna	31	15.000	Gas petróleo	15.000	40	1.400	40	24.00	1944		
Madrigal	D. Elío	69	26.000	Vapor	26.000	18	1.100	287	23.16	1944		
	Unión de P. Catalá y Torres	37	22.000	—	22.000	18	1.000	100	6.88	1944		
	La Concordia P. de Mera	28	22.000	—	22.000	30	1.800	215	17.77	1944		
	Virgen de Guadalupe	50	22.000	—	22.000	20	1.400	228	18.88	1944		
	San Roque	112	10.700	Electrico	10.700	25	1.200	205	17.96	1944		
	Unión Villarrealense	54	32.000	Vapor	32.000	25	1.200	285	21.60	1944		
	Caminos de la Carretera	48	25.000	—	25.000	30	2.500	300	25	1944		
	El Progreso	41	25.000	—	25.000	28	2.000	288	22.92	1944		
	Unión de la Agricultura	41	25.000	—	25.000	25	1.200	222	18.38	1944		
	Unión de la Agricultura	48	31.415	—	31.415	20	1.200	100	25	1944		
	La Purificación	70	26.000	Gas petróleo	26.000	20	1.700	215	21.16	1944		
	Pinto Ripollés	63	35.000	Vapor	35.000	30	2.500	415	30.31	1944		
Peñafiel	Unión Agrícola	144	28.000	—	28.000	35	2.000	380	28.88	1944		
	San Pedro	70	21.000	—	21.000	30	1.500	385	24.44	1944		
	Virgen del Carmen	70	21.000	—	21.000	25	1.500	272	22.86	1944		
	Caridad de Jesús	50	12.000	—	12.000	15	1.000	220	18.70	1944		
	Unión de la	69	30.000	Gas petróleo	30.000	25	1.700	200	24.76	1944		
	Unión de D. Vicente Ojeda	50	26.000	Vapor	26.000	25	1.100	244	22.66	1944		
	Unión de D. Eugenio A. P.	50	24.700	—	24.700	30	1.200	135	11.25	1944		
	Unión de D. Antonio M. C.	50	21.200	—	21.200	30	1.200	245	24.45	1944		
	D. José R. Latorre-Saiz	41	12.200	—	12.200	10	600	110	11.00	1944		
	San Antonio	44	18.000	Vapor	18.000	30	1.500	325	25.91	1944		
	San Antonio	54	25.400	—	25.400	30	1.500	300	24	1944		
	Benito Aguirre	26	15.000	—	15.000	20	1.100	257	25.50	1944		
	San Vicente del Colmenar	40	12.000	—	12.000	20	1.000	301	31	1944		
	D. Benito	54	25.000	Gas petróleo	25.000	30	1.000	228	18.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Gas petróleo	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		
	La Esperanza	41	24.800	Vapor	24.800	30	1.200	310	26.66	1944		

Después de la fecha de esta Nota 12 se han constituido las agrupaciones que se detallan en el siguiente cuadro:



..., y a Ramón Llamas



CALIFICACION ENERGÉTICA DE LOS BOMBEO DE AGUA



**Extracción de
agua subterránea:**

27-28/22
OCTUBRE

Retos y soluciones de los grupos electrobomba

**MUCHAS GRACIAS
POR SU ATENCIÓN**

Organizadores:



Patrocinadores:

JUANAZCUE

Indar

Olikitech

EMUSE Wilo
Odessa



Colaboradores:

