

27-28/22

OCTUBRE

**Extracción de  
agua subterránea:**

**Retos y soluciones  
de los grupos  
electrobomba**

**Buenas prácticas  
en la operación con  
grupos electrobomba**

Esther Sánchez Sánchez

*Coordinadora Explotación Aguas Subterráneas*

Canal de Isabel II, S.A.



ATECARM

ASOCIACIÓN DE EMPRESAS DE TECNOLOGÍA  
DEL AGUA DE LA REGIÓN DE MURCIA



club del agua  
subterránea



FREM

FORO REGIONAL  
DE EMPRESAS DEL AGUA  
DE MURCIA

# UNA ADECUADA OPERACIÓN....



EL SISTEMA EN EL  
QUE SE OPERA

DISEÑO

CONSTRUCCIÓN/INSTALACIÓN

CONDICIONANTES DE CONTEXTO



TAREAS OPERACIONALES

FALLOS/REPARACIONES

MANTENIMIENTO PROGRAMADO

ARRANQUES/PARADAS; EXPLOTACIÓN

MONITORIZACIÓN Y CONTROL

# UNA ADECUADA OPERACIÓN....



ASEGURAR EL CUMPLIMIENTO DEL  
DESEMPEÑO



**COSTE FALLOS**

COSTE INSPECCIONES/REVISIONES

**COSTE REPARACIONES**

**COSTE REPOSICIONES**

**COSTES AMBIENTALES**

**COSTES SOCIALES**

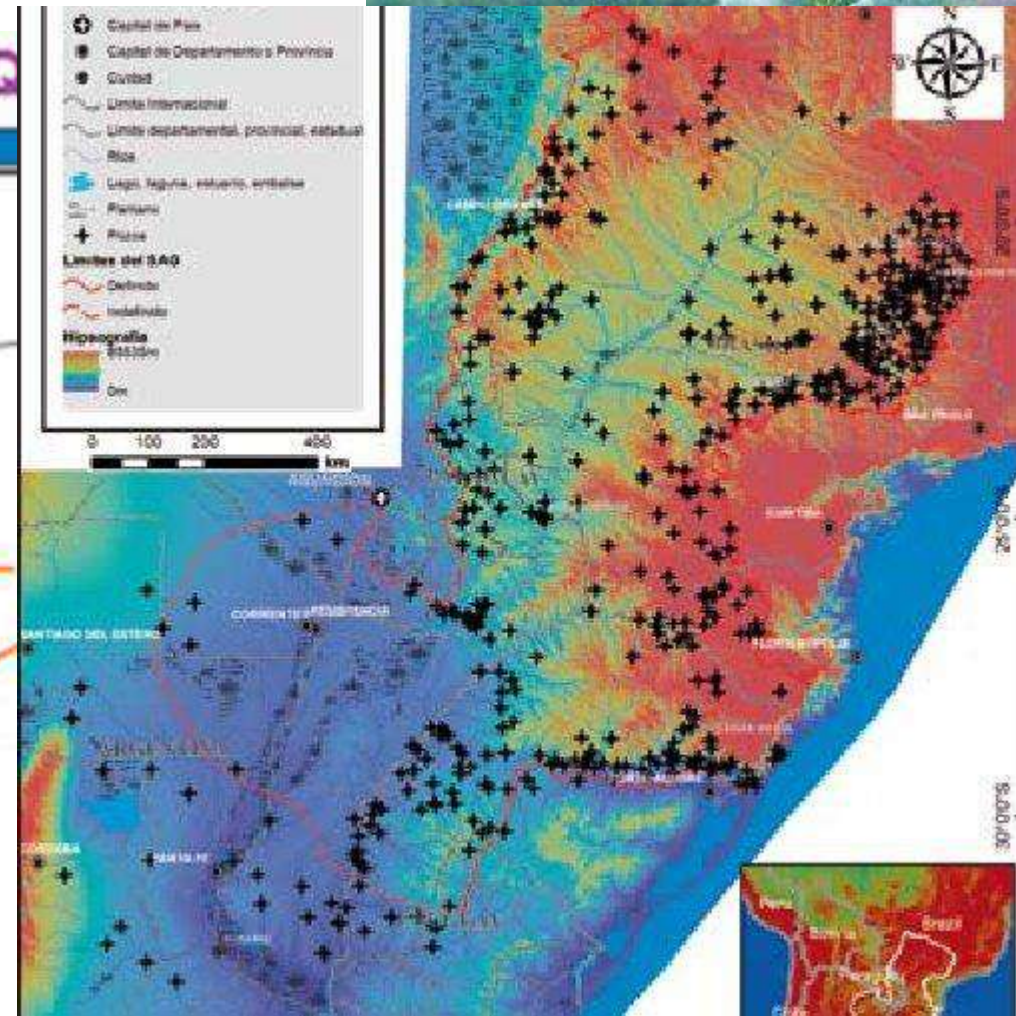
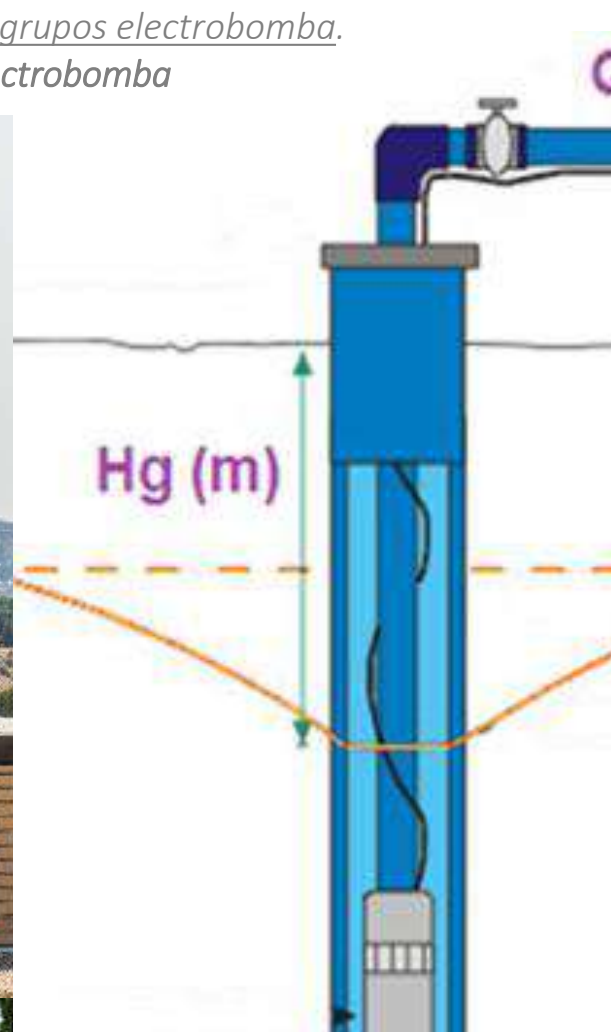


*Extracción de agua subterránea: Retos y soluciones de los grupos electrobomba.  
Buenas prácticas en la operación con grupos electrobomba*

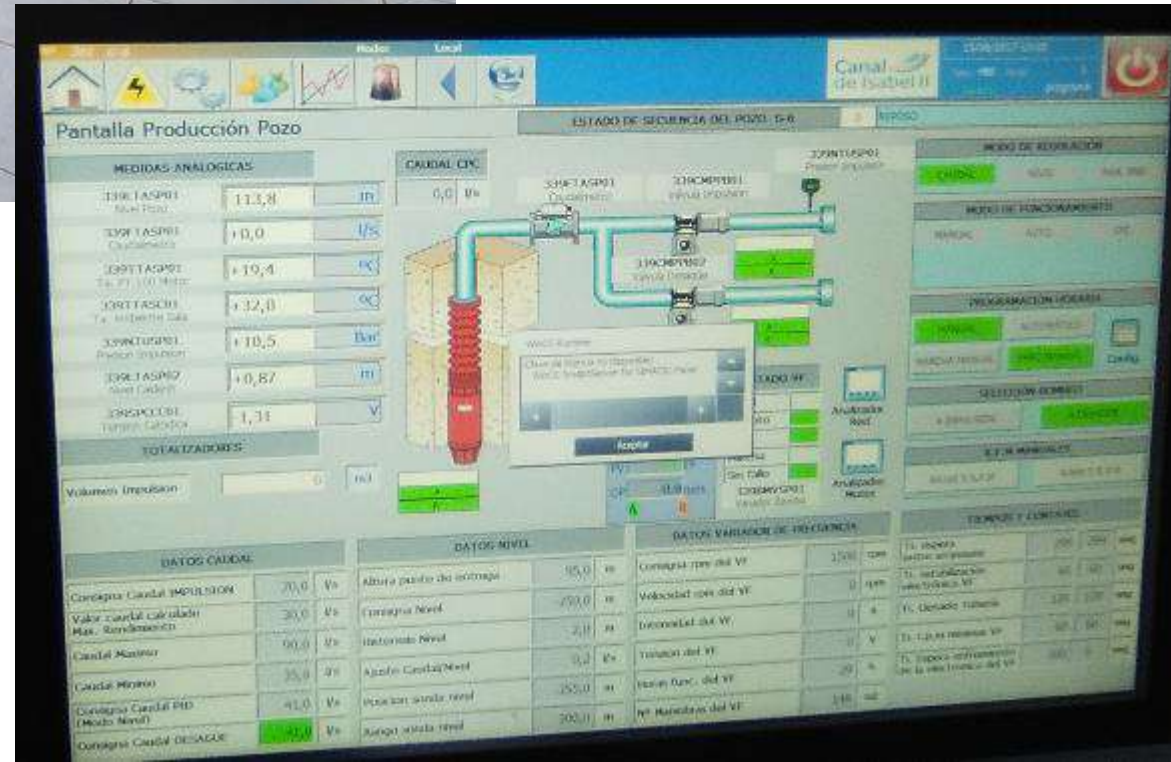




Extracción de agua subterránea: Retos y soluciones de los grupos electrobomba.  
Buenas prácticas en la operación con grupos electrobomba







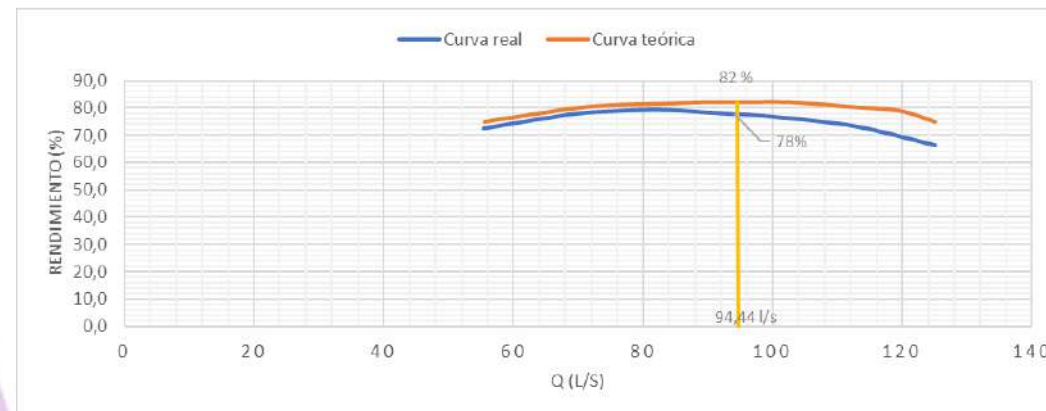


# EL SISTEMA DE OPERACIÓN:

- ¿QUÉ ES IMPORTANTE CONOCER DE LAS BOMBAS EXISTENTES PARA OPERAR ADECUADEMANTE?
- ¿QUÉ SE DEBE EXIGIR EN NUEVAS INSTALACIONES ?

# ALGUNOS ASPECTOS CLAVES EN EL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN DE GRUPOS ELECTROBOMBA

- ❖ CONDICIONES DE TRABAJO (T, pH,  $\mu\text{s/cm}$ , etc.; MATERIALES y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, BOBINADO, ACOPLAMIENTO BOMBA-MOTOR, DIMENSIONES DEL POZO, ..)
- ❖ ENSAYO DE BOMBEO + COLUMNA LITOLÓGICA / ENTUBACIÓN: PUNTO DE TRABAJO Y PROFUNDIDAD BOMBA
- ❖ REFRIGERACIÓN DEL MOTOR ( $V > 0,5 \text{ m/s}$ ) ➡ ¿PROCEDENCIA DEL AGUA EN EL POZO?
- ✓ CAMISAS DE REFRIGERACIÓN ✓ ¿MOTORES SOBREDIMENSIONADOS? \* ✓ OTROS
- ❖ LA IMPORTANCIA PRUEBAS PRESENCIALES Y ENSAYOS EN CARGA : CURVAS REALES CARACTERISTICAS Y VALORES DE LOS PARÁMETROS EN LOS PUNTOS DE TRABAJO (Q/H/kW/%/NPSH)





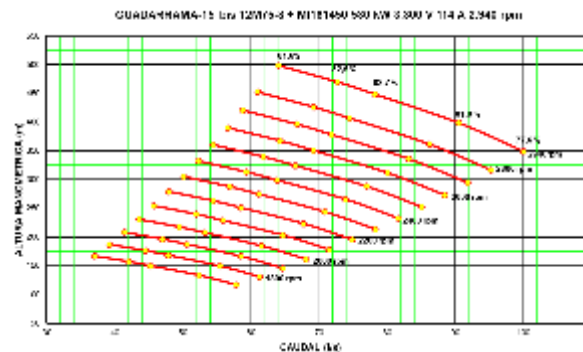
# EL EQUIPAMIENTO / CONDICIONANTES DE CONTEXTO

## CONDICIONANTES

- SONDEOS PROFUNDOS
  - Ø ENTUBACIÓN < 450-500mm
  - POTENCIAS > 300-400 kW
- IMPEDANCIAS ASIMÉTRICAS EN LAS FASES DE ALIMENTACIÓN
- DESEQUILIBRIOS EN LAS TENSIONES E INTENSIDADES ABSORVIDAS
- ¿VARIACIONES DEL ND?
  - ¿AFECCIONES DE OTROS POZOS?
  - ¿CAMBIOS EN EL PUNTO DE ENTREGA?
  - ¿INSTALACIONES ESTRATÉGICAS?

## SISTEMA ELÉCTRICO

- INSTALACIÓN SONDAS PT100 Y CABLES APANTALLADOS
- ALIMENTACIÓN AL MOTOR: USO DE CABLES TRIPOLARES
- ¿AUMENTO DE LA TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN A 3300 V?
- ¿REGULADOR DE VELOCIDAD? (CONVERTIDOR DE FRECUENCIA)



## ELEMENTOS HIDRÁULICOS Y DE CONTROL

- ¿VÁLVULAS REDUCTORAS/LIMITADORAS DE CAUDAL?
- ¿VALVULAS DE RETENCIÓN A LA SALIDA DE LA BOMBA?
- TUBERÍAS PIEZOMÉTRICAS



- ESTABLECIMIENTO DE CONSIGNAS
- AUTOMATISMOS
- PROGRAMACIONES COMPLEJAS



# **LAS TAREAS OPERACIONALES:**

**MANTENIMIENTO PROGRAMADO**

**FALLOS/REPARACIONES**

**ARRANQUES/PARADAS; EXPLOTACIÓN**

**MONITORIZACIÓN Y CONTROL**

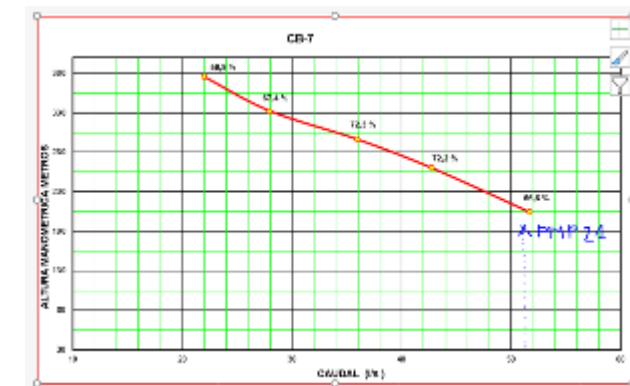
# LA IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PROGRAMADO

## PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO DE POZOS (PMP)

- ANUAL; 2/3 SEMANAS DE FUNCIONAMIENTO
- PRUEBAS EN ESCENARIOS REALES (Interrelación con el sistema de abastecimiento)
- CONTROL Y VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS HIDRAÚLICOS, ELÉCTRICOS Y ENERGÉTICOS
- OBJETIVOS: DETECCIÓN AVERÍAS Y FUNCIONAMIENTOS ANÓMALOS



| Planificación pruebas 2021                                                |  |                     |            |      |      |      |      |       |                                |               |                 |                    |      |          |                      |                 |          |             |              |      |          |                |       |                 |      |       |           |               |      |                     |                       |                         |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------|--|---------------------|------------|------|------|------|------|-------|--------------------------------|---------------|-----------------|--------------------|------|----------|----------------------|-----------------|----------|-------------|--------------|------|----------|----------------|-------|-----------------|------|-------|-----------|---------------|------|---------------------|-----------------------|-------------------------|--|--|--|--|--|--|
| CAMPO DE POZOS                                                            |  | Canal Bajo          |            |      |      |      |      |       | C. Alto - C. Santillana-Goloso |               | Fuencarral      |                    |      |          | Plantío Majada honda | Canal del Oeste |          | Torrelaguna |              |      |          |                |       |                 |      |       |           |               |      |                     |                       |                         |  |  |  |  |  |  |
| PUNTO DE ENTREGA                                                          |  | ETAP Bodonal        | Canal Bajo |      |      |      |      |       |                                | C. Santillana | C. Alto         | Depósito El Goloso |      |          |                      |                 |          |             | Dep. Plantío |      | C. Oeste | Dep. Retamares |       | ETAP El Bodonal |      |       |           |               |      |                     |                       |                         |  |  |  |  |  |  |
| Caudal medio (l/s)                                                        |  | 90                  | 45         | 52   | 50   | 28   | 50   | 70    | 45                             | 45            | 45              | 45                 | 20   | 100      | 80                   | 100             | 80       | 100         | 70           | 55   | 55       | 28             | 65    | 185             | 115  | 45    | 10        | 55            | 75   |                     |                       |                         |  |  |  |  |  |  |
| Caudal medio real (l/s)                                                   |  | 91                  | 42         | 49   | 48   | 27,7 | 52   | 71    | 50                             | 45            | 45              | 45                 | 25   | 107      | 79                   | 111             | 78       | 105         | 60           | 50   | 54       | 28             | 60    | 38              | 37,5 | 75,5  | 53,2      | 53,2          | 45   |                     |                       |                         |  |  |  |  |  |  |
| Tipo de contrato eléctrico                                                |  | ENERGIA INTERCAMBIO |            |      |      |      |      |       | 3.1A                           | 3.1A          | E. INTERCAM.    |                    |      | 8.1      |                      |                 |          |             |              |      | 8.1      |                | 3.1A  | E. INTERCAMBIO  |      |       |           |               |      |                     |                       |                         |  |  |  |  |  |  |
| Mes                                                                       |  | CB-5                | CB-6       | CB-7 | CB-8 | CB-9 | CB-4 | CB-11 | CB-14                          | CA-2 bis      | C. Valverde bis | G-1 bis            | CA-4 | FE-1 bis | FPD-1 bis            | FC-2 bis        | FB-2 bis | FA-3 bis    | FX-3 bis     | PM-2 | PM-4     | PM-3           | RET-2 | M-1             | M-2A | PT-1C | PT-1A bis | MONTERREY bis | V-3  | Nº pozos explotados | Volumen mensual (hm3) | Volumen acumulado (hm3) |  |  |  |  |  |  |
| Junio                                                                     |  |                     | 3          | 3    |      |      |      |       |                                |               |                 | 18                 | 18   |          |                      |                 |          |             |              |      |          |                |       |                 |      |       |           |               |      | 4                   | 0,1                   | 0,1                     |  |  |  |  |  |  |
| Julio                                                                     |  |                     | 15         | 15   |      |      |      |       |                                | 14            | 14              |                    |      |          |                      |                 |          |             |              |      |          |                | 14    |                 |      |       |           |               | 5    | 0,3                 | 0,4                   |                         |  |  |  |  |  |  |
| Agosto                                                                    |  |                     |            |      | 9    | 9    |      |       | 9                              |               |                 |                    |      |          |                      |                 |          |             |              | 18   | 18       | 18             |       |                 |      |       |           |               | 6    | 0,3                 | 0,7                   |                         |  |  |  |  |  |  |
| Septiembre                                                                |  | 18                  |            |      | 9    | 9    | 18   | 18    | 9                              |               |                 |                    |      |          |                      |                 |          |             |              |      |          |                |       |                 |      |       |           |               | 6    | 0,4                 | 1,2                   |                         |  |  |  |  |  |  |
| Octubre                                                                   |  |                     |            |      |      |      |      |       |                                |               |                 |                    |      | 21       | 21                   | 14              | 14       |             |              |      |          |                |       |                 |      |       |           |               | 4    | 0,5                 | 1,7                   |                         |  |  |  |  |  |  |
| Noviembre                                                                 |  |                     |            |      |      |      |      |       |                                |               |                 |                    |      |          | 7                    | 7               | 21       | 21          |              |      |          |                |       |                 |      |       |           |               | 8    | 0,5                 | 2,2                   |                         |  |  |  |  |  |  |
| Diciembre                                                                 |  |                     |            |      |      |      |      |       |                                |               |                 |                    |      |          |                      |                 |          |             |              |      |          |                | 7     | 7               | 9    | 9     | 9         | 9             | 6    | 0,3                 | 2,6                   |                         |  |  |  |  |  |  |
| Días explotación                                                          |  | 18                  | 18         | 18   | 18   | 18   | 18   | 18    | 18                             | 14            | 14              | 18                 | 18   | 21       | 21                   | 21              | 21       | 21          | 21           | 18   | 18       | 18             | 14    | 7               | 7    | 16    | 16        | 16            | 16   | 28                  |                       |                         |  |  |  |  |  |  |
| Volumen teórico total pozo (hm³)                                          |  | 0,14                | 0,07       | 0,08 | 0,08 | 0,04 | 0,08 | 0,11  | 0,07                           | 0,05          | 0,05            | 0,07               | 0,03 | 0,08     | 0,15                 | 0,08            | 0,15     | 0,08        | 0,13         | 0,09 | 0,09     | 0,04           | 0,08  | 0,11            | 0,07 | 0,06  | 0,01      | 0,08          | 0,10 |                     |                       |                         |  |  |  |  |  |  |
| Necesario pruebas por actuaciones en el pozo desde el último arranque     |  |                     |            |      |      |      |      |       |                                |               |                 |                    |      |          |                      |                 |          |             |              |      |          |                |       |                 |      |       |           |               |      |                     |                       |                         |  |  |  |  |  |  |
| Caudal ajustado al límite de la concesión mediante variador de frecuencia |  |                     |            |      |      |      |      |       |                                |               |                 |                    |      |          |                      |                 |          |             |              |      |          |                |       |                 |      |       |           |               |      |                     |                       |                         |  |  |  |  |  |  |
| Caudal ajustado al límite de la concesión mediante válvula de corte       |  |                     |            |      |      |      |      |       |                                |               |                 |                    |      |          |                      |                 |          |             |              |      |          |                |       |                 |      |       |           |               |      |                     |                       |                         |  |  |  |  |  |  |



ANALIZAR RESPUESTAS DE EQUIPOS

PLANIFICAR ACTUACIONES FUTURAS

(CÁLCULO DEL COSTE ENERGÉTICO resultante): ¡!

(Ej agosto)TE: de 4-5% a > 60%

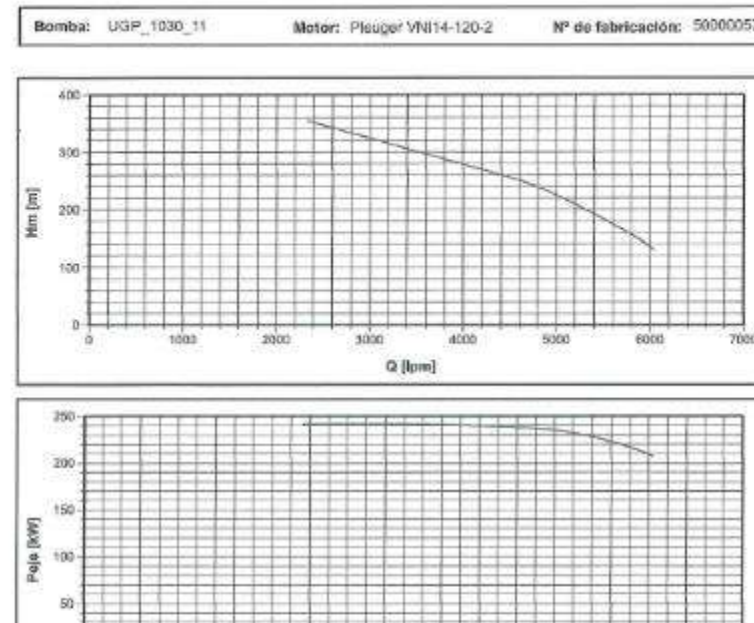


# BUENAS PRÁCTICAS FALLOS/REPARACIONES

TALLERES DE REPARACIÓN/  
DISPONIBILIDAD DE REPUESTOS  
/DOCUMENTACIÓN DE LAS ACTUACIONES  
Y CONSEJOS DE REPARACIÓN

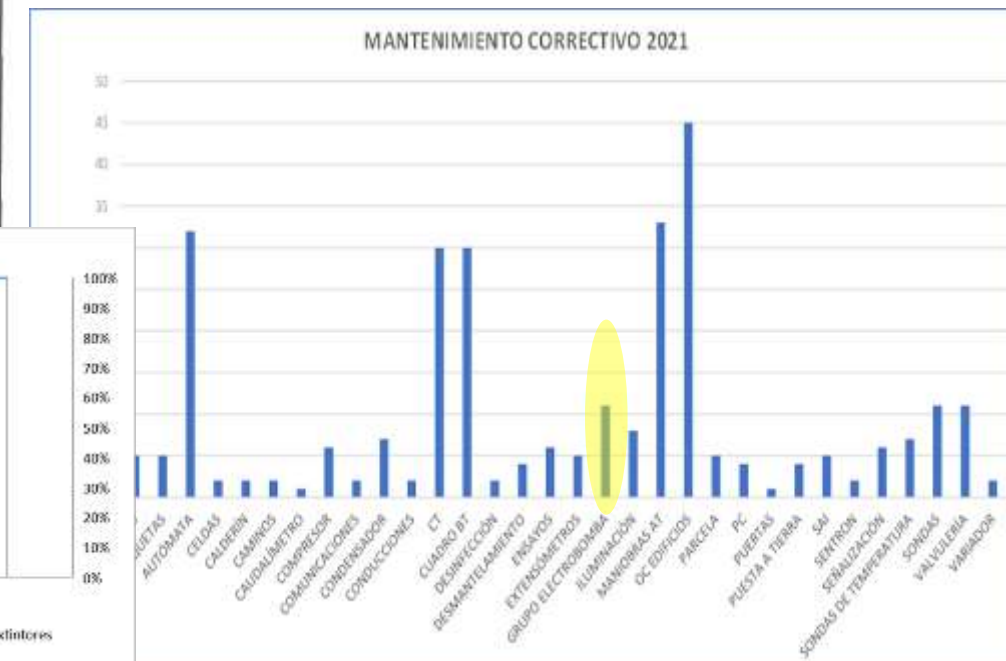


“OBLIGATORIEDAD” ENSAYOS EN CARGA Y  
PRESENCIALES (ON LINE) – BANCOS DE  
PRUEBAS

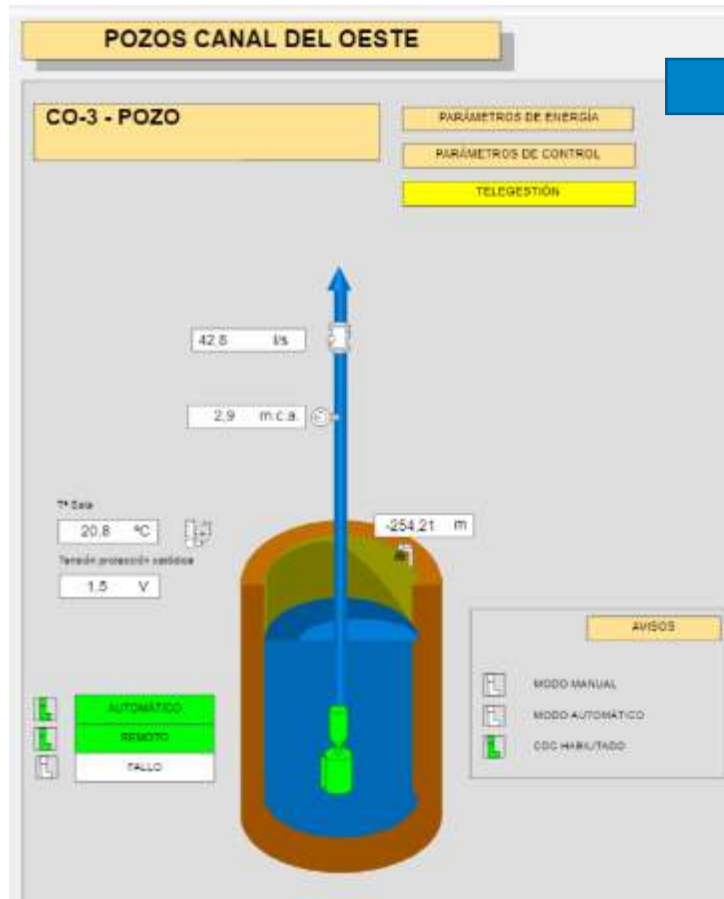


APLICACIONES DE MANTENIMIENTO PARA EL  
CONTROL DE LAS AVERÍAS Y  
DOCUMENTACIÓN RESULTANTE

- RELACIÓN DE AVERÍAS E INCIDENCIAS (UBICACIÓN, DESCRIPCIÓN DEL ACTIVO,...)
- TIPOLOGÍAS
- INDICADORES (Nº DE REPARACIONES, ETC)
- COSTES RESULTANTES

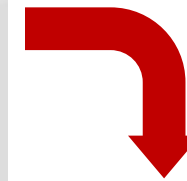


# MONITORIZACIÓN Y CONTROL DE LA EXPLOTACIÓN



| BOMBA             |         |
|-------------------|---------|
| TEMPERATURA BOMBA | 35,8 °C |
| HORAS             | 9237 h  |
| ARRANQUES         | 77      |

| ACOMETIDA                |              | BOMBA                    |               |
|--------------------------|--------------|--------------------------|---------------|
| TENSIÓN MEDIA            | 880.9 V      | TENSIÓN MEDIA            | 880.5 V       |
| TENSIÓN RS               | 885.8 V      | TENSIÓN RS               | 885.2 V       |
| TENSIÓN RT               | 880.7 V      | TENSIÓN RT               | 880.2 V       |
| TENSIÓN ST               | 880.2 V      | TENSIÓN ST               | 888.4 V       |
| INTENSIDAD MEDIA         | 193.0 A      | INTENSIDAD MEDIA         | 191.3 A       |
| INTENSIDAD R             | 195.5 A      | INTENSIDAD R             | 193.0 A       |
| INTENSIDAD S             | 189.5 A      | INTENSIDAD S             | 189.3 A       |
| INTENSIDAD T             | 194.0 A      | INTENSIDAD T             | 191.8 A       |
| POTENCIA ACTIVA          | 187.9 kW     | POTENCIA ACTIVA          | 188.0 kW      |
| POTENCIA REACTIVA        | 115.5 kvar   | POTENCIA REACTIVA        | 115.3 kvar    |
| FACTOR DE POTENCIA TOTAL | 0.85         | FACTOR DE POTENCIA TOTAL | 0.85          |
| ENERGÍA ACTIVA           | 2078939 kWh  | ENERGÍA ACTIVA           | 2078939 kWh   |
| ENERGÍA REACTIVA         | 110435 kvarh | ENERGÍA REACTIVA         | 1340122 kvarh |
| THD R EN TENSIÓN RS      | 0.0 %        | THD R EN TENSIÓN RS      | 1.8 %         |
| THD R EN TENSIÓN RT      | 1.7 %        | THD R EN TENSIÓN RT      | 0.0 %         |
| THD R EN TENSIÓN ST      | 2.6 %        | THD R EN TENSIÓN ST      | 0.0 %         |
| THD INTENSIDAD R         | 3.8 %        | THD INTENSIDAD R         | 4.3 %         |
| THD INTENSIDAD S         | 4.1 %        | THD INTENSIDAD S         | 4.3 %         |
| THD INTENSIDAD T         | 3.8 %        | THD INTENSIDAD T         | 4.2 %         |



**BOLETINES DE EXPLOTACIÓN**  
**BOLETINES DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS**  
**BOLETINES DE ALARMAS/LÍMITES**

| CANAL DEL OESTE |            |            |                    |                           |
|-----------------|------------|------------|--------------------|---------------------------|
| CO-3            | ACOMETIDA  | BOMBA      | RATIOS ENERGÉTICOS |                           |
|                 | P Activa   | 187.2 kW   | 188.3 kW           | C. específico 1.21 kWh/m³ |
|                 | P Reactiva | 115.5 kVar |                    | Q. específico 0.17 l/s.m  |
|                 | FDP        | 0.85       | 0.85               | Índice energ. 4.8 l/s.m   |
|                 | COS φ      | 0.85       |                    |                           |
|                 | η          |            | 0.67               |                           |



Consumo energético específico (kW/m³/h)  
Índice Energético (W/m³/h/mca):  
Caudal específico (l/s.m)  
Rendimiento del grupo electrobomba

**PANTALLAS DE EFICIENCIA**  
**ENERGÉTICA/LÍMITES/**





# PROTOCOLOS DE SEGURIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y EXTRACCIÓN DE GRUPOS ELECTROBOMBAS

RIESGOS: CAÍDAS, GOLPES, ATRAPAMIENTOS, CONTACTOS ELÉCTRICOS, TÉRMICOS.

MEDIDAS PREVENTIVAS: grúa > 60 T, protección huecos, presentación de bobinas de cable, empalmes de cables, acoplamiento bomba-tubería, instalación bomba y tubería en el interior de la captación, conexión de cables y maniobra, uso adecuado EPI's



¡Muchas gracias!

