ANEJO Nº 8

ESTACIÓN DE BOMBEO.

INTRODUCCIÓN

A continuación se adjunta la documentación aportada por el equipo de Tragsatec correspondiente al cálculo y dimensionamiento de la Estación de Bombeo en la orilla del río Guadalquivir.

Dicha documentación consta del documento anejo propiamente dicho y de un apéndice en el que se presentan los planos elaborados por Tragsatec.

ÍNDICE

1.- OBJETO DEL ANEJO 1

2.- CÁLCULO HIDRÁULICO 1

2.1.- CÁLCULO DE CAUDALES 1
2.2.- PÉRDIDAS DE CARGA 1
2.3.- COMPROBACIÓN DE LOS GRUPOS MOTOBOMBA 2
2.4.- CURVAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA 4
2.4.1.- Curvas de la bomba 4
2.4.2.- Curva resistente del sistema 7
2.4.3.- Curvas de funcionamiento del sistema 8

3.- CÁLCULO DE LOS COSTES ENERGÉTICOS ANUALES 10

4.- CÁLCULO DEL CANAL DE ASPIRACIÓN A LA CÁNTARA DE BOMBEO. 15

4.1. CÁLCULO HIDRÁULICO 15
4.2.- CÁLCULO MECÁNICO 16

APÉNDICE. CÁLCULOS ESTRUCTURALES DEL CANAL DE ASPIRACIÓN .. 18

1.- OBJETO DEL ANEJO

El objeto de este anejo es el cálculo de la estación de bombeo para elevar el agua a la balsa a partir de los datos y criterios de diseño facilitados por el promotor de la obra.

2.- CÁLCULO HIDRÁULICO

2.1.- CÁLCULO DE CAUDALES

Para el dimensionado de los equipos de bombeo se tomará el mes de máximas necesidades hídricas que es julio.

El volumen diario máximo de agua requerida es 25.463,87 m^3/día, lo que equivale a unas necesidades de 178.247,10 m^3/semana.

Se diseña la estación de bombeo de tal forma que será capaz de elevar el volumen máximo de la semana punta en 88 horas de trabajo que son las horas a la semana en Período Tarifario 6 (P6) que es el de menor coste (8 horas de luneas a viernes y 24 horas los fines de semana).

El caudal máximo a impulsar es:

$$Q_p = \frac{178.247,10}{88} \cdot \frac{1000}{3600} = 562,65 \approx 563 l/s$$

2.2.- PÉRDIDAS DE CARGA

La tubería seleccionada para la impulsión tiene las siguientes características:

- Material: Polietileno de Alta Densidad. (PEAD)
- Timbraje:
  - p.k. 0+000 – p.k. 0+280----------PN 10
  - P.k. 0+280 – p.k. 0+954----------PN 6
- Diámetro: 630 mm.
- Longitud: 954 m.

Las caracteristicas de la impulsión se recogen en la tabla siguiente:

PÉRDIDA DE CARGA	
Diametro (mm):	630
Caudal (l/s):	563
Viscosidad (m2/s):	1,24E-06
Longitud (m)	1020
Rugosidad (mm)	0,01
Sección (m2)PN 10:	**0,2421**
Velocidad (m/s)PN 10:	**2,33**
Nº de Reynolds PN 10:	**1 041 231,67**
Sección (m2)PN 6:	**0,2659**

Velocidad (m/s)PN 6:		**2,12**
Nº de Reynolds PN 6:		**993 626.38**
	f	**m.c.a./m.l.**
Colebrook-White PN 10:	0,01197	0,00624
Colebrook-White PN 6:	0,01203	0,00496
Necesidades diarias brutas max	m3/ dia	25.463,87
Horas trabajo semanales	h	88

ALTURA IMPULSIÓN		
Incremento cota (Δcota)	m	63,50
Profundidad de pozo-bombas (H_{pozo})	m	2,00
Pérdidas de carga EB	m	0,146
Pérdidas de carga long. Tubería (hf)	m	5,14
Pérdidas de carga singularidades (h_{sing})	m	0,257
Variación de Presión al variar diámetro	m	-0,0471
Altura de velocidad en origen	m	0,2756
Altura impulsión total (H_B)	m	**71,27**

Tomando la diferencia de cota más desfavorable de la impulsión y el nivel mínimo correspondiente al eje de las bombas, resulta una altura total de elevación:

$$H_B = h + h_{Ta} = 65,5+5,77 = 71,27 \approx 71,3 \text{ m.c.a.}$$

2.3.- COMPROBACIÓN DE LOS GRUPOS MOTOBOMBA

El caudal máximo a impulsar es el calculado en el apartado 2.1, es decir 563 l/s.

Por razones de espacio en la cántara de aspiración existente, solo se pueden albergar dos bombas. Por ello se diseña una estación de bombeo fraccionada en dos bombas principales. Así pues, se ha optado por dos (2) electrobombas de eje vertical. Cada una de las dos bombas principales será capaz de impulsar el 50% del caudal máximo a impulsar, a la altura manométrica de diseño.

Esto es:

$$Q = \frac{563}{2} = 281,5 \text{ l/s} = 1013,4 \frac{m^3}{h}$$

La potencia necesaria para cada bomba, considerando un rendimiento del 79 %, es:

$$N = \frac{1000 kg/m^3 \cdot 9,8 N/kg \cdot 0,2815 m^3/s \cdot 71,3 m}{0,79 \cdot 1000 w/kW} = 249 kW$$

Esta será la potencia máxima consumida en el punto de funcionamiento para cada una de las bombas. Cuando funcionen las dos bombas en el punto de funcionamiento la potencia consumida máxima será de N cons. max=249 x 2 = 498 kW

Para disponer suficiente reserva de potencia en el motor se implementarán motores comerciales de 315 kW (425 CV), lo que supone una reserva de potencia del 26,5 %. Es decir, la potencia de las dos bombas será de 630 kW. Si añadimos 10 kW más para los servicios auxiliares, tenemos que la Potencia máxima contratada será de 640 kW.

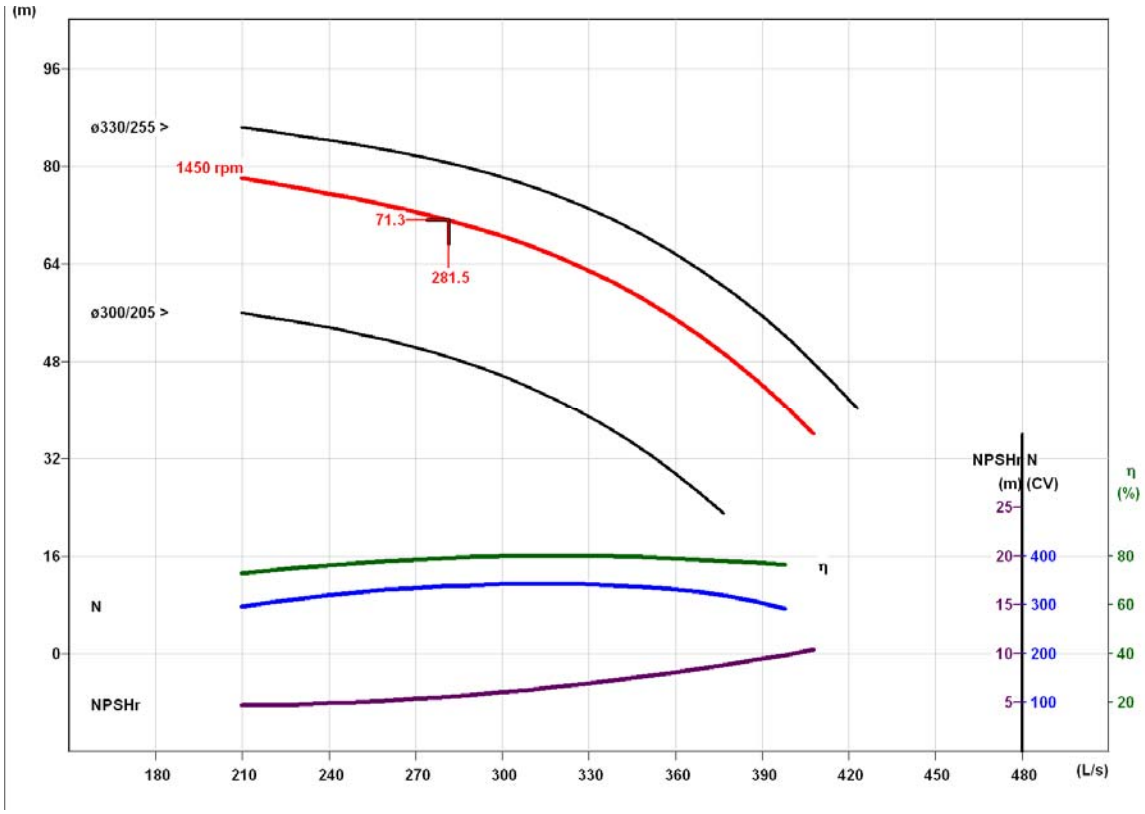
Los datos relativos al conjunto de la estación de bombeo serán:

- Nº de bombas principales: 2 ud
- Nº de bombas de reserva: 0 ud
- Potencia contratada: 640 kW
- Potencia consumida en el Pto de funcionamiento: 498 kW

En conclusión, cada bomba tiene las siguientes características:

- $Q_{UNITARIO}$ = 1.013,4 m^3/h = 281,5 l/s
- Altura manométrica: 71,3 m.c.a
- Potencia motor: 315 kW (425 CV)
- Velocidad motor: 1.450 r.p.m.

A continuación se acompaña un gráfico de la curva característica de caudal-altura de una bomba comercial señalando su punto de funcionamiento.



Q : 281.5 L/s H : 71.3 m η:79% N:338.56Cv (249.18Kw) NPSHr:5.59 m	Tipo de fluido: Agua P. Específico:1 PH:7-8

2.4.- CURVAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

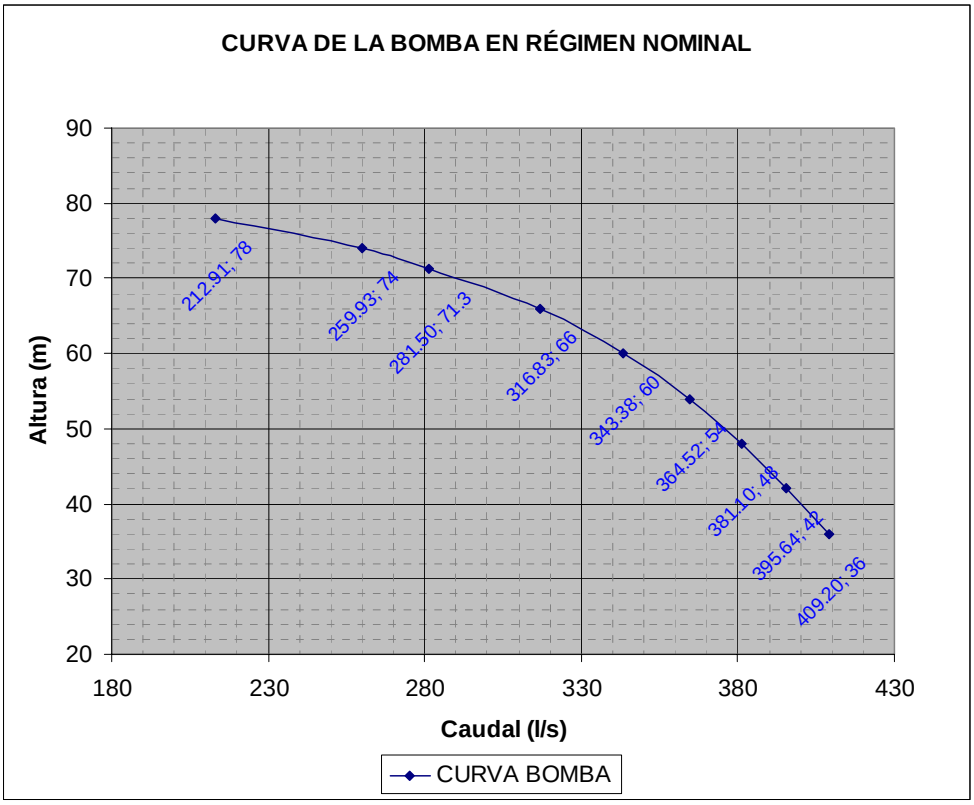
2.4.1.- Curvas de la bomba

A continuación se representan las curvas de funcionamiento de la bomba, considerando que al ser una impulsión a un depósito elevado y entrar el agua por coronación de la balsa, las bombas siempre trabajarán en el mismo punto en el régimen nominal, no necesitando variadores de velocidad para su funcionamiento.

Curva de 1 grupo

Caudal (m^3/h)	Altura de Impulsión (m)	Caudal (m^3/s)	Caudal (l/s)
766.48	78	0.21291	212.91
935.75	74	0.260	259.93
1 013.40	71.3	0.282	281.50
1 140.59	66	0.317	316.83
1 236.17	60	0.343	343.38
1 312.27	54	0.365	364.52
1 371.96	48	0.381	381.10
1 424.30	42	0.396	395.64
1 473.12	36	0.409	409.20

La curva de la bomba en régimen nominal para n=1.450 r.p.m. será:

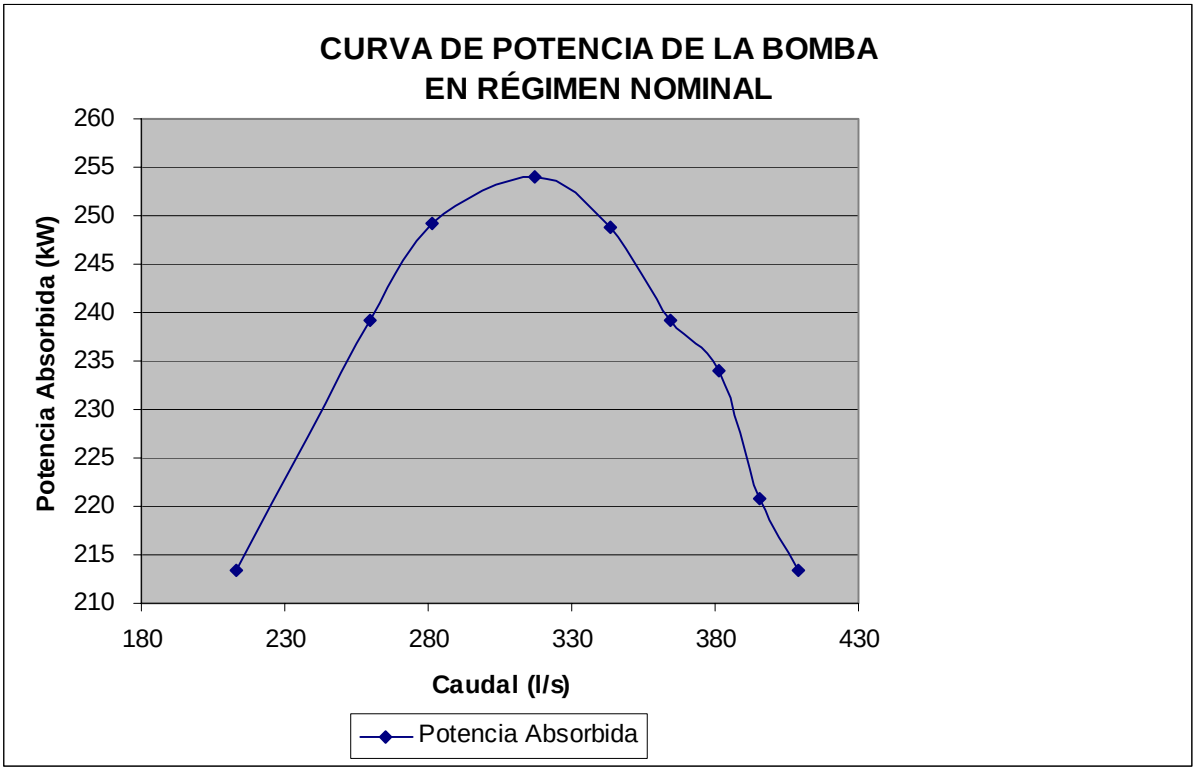


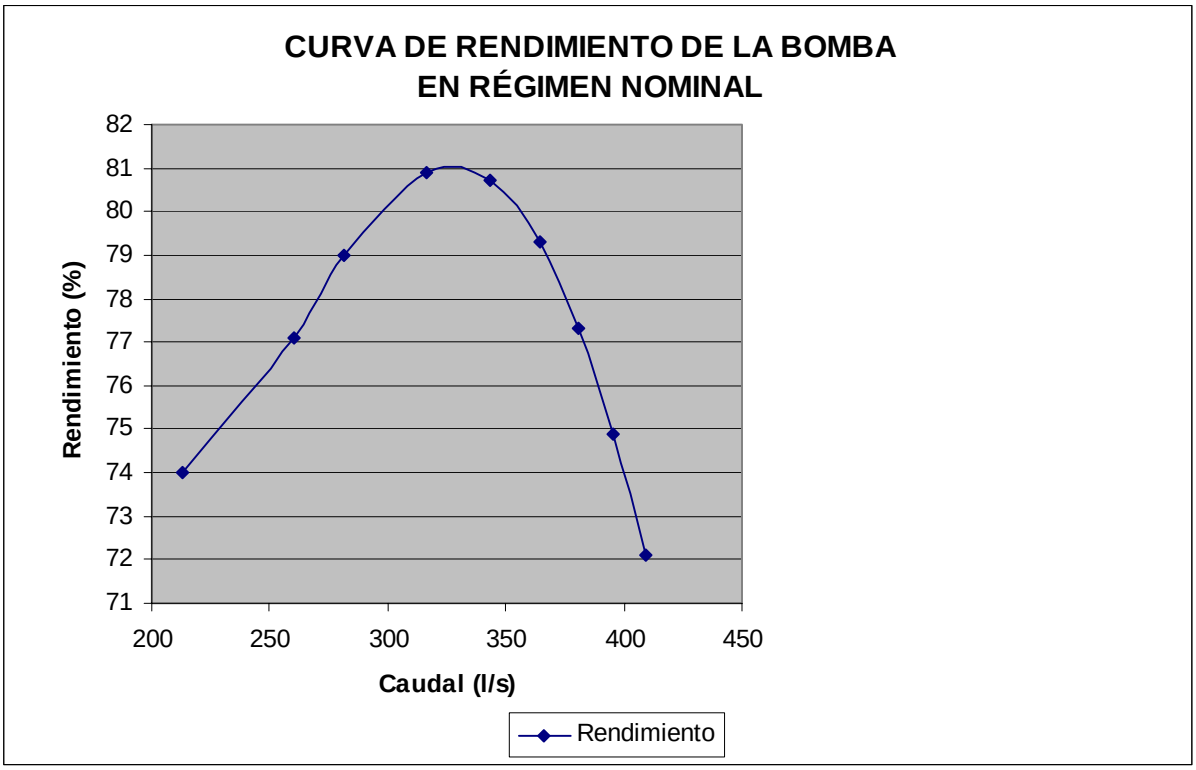
La ecuación de la curva de la bomba será de la forma: $H = a + b \cdot Q + c \cdot Q^2$

H_1 =	30.188126	+	0.443082	Q_1	+	-0.001043	Q^2_1

Las curvas de potencia absorbida y rendimiento serán:

Caudal (m^3/h)	Potencia Absorbida (kW)	Caudal (m^3/s)	Caudal (l/s)	Rendimiento(%)
766.48	213.44	0.21291	212.91	74
935.75	239.20	0.260	259.93	77.1
1 013.40	249.18	0.282	281.50	79
1 140.59	253.92	0.317	316.83	80.9
1 236.17	248.77	0.343	343.38	80.7
1 312.27	239.20	0.365	364.52	79.3
1371.96	234.05	0.381	381.10	77.3
1424.304	220.80	0.396	395.64	74.9
1473.12	213.44	0.409	409.20	72.1

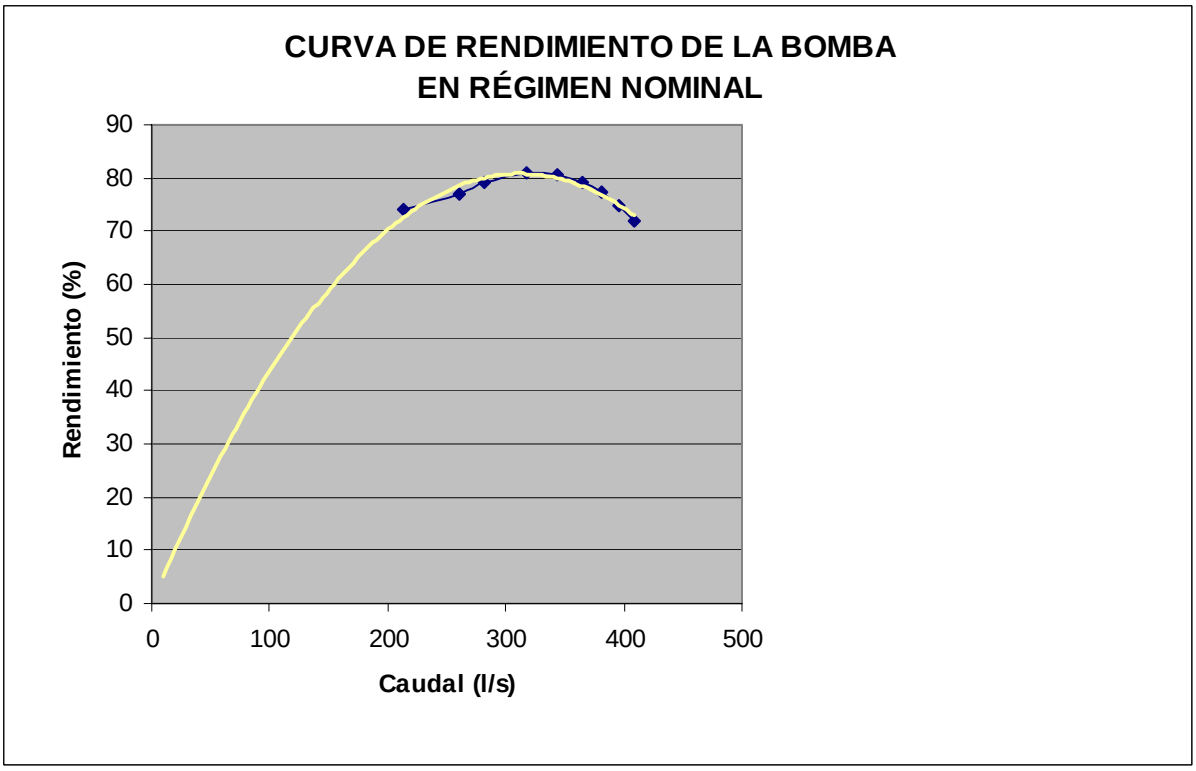




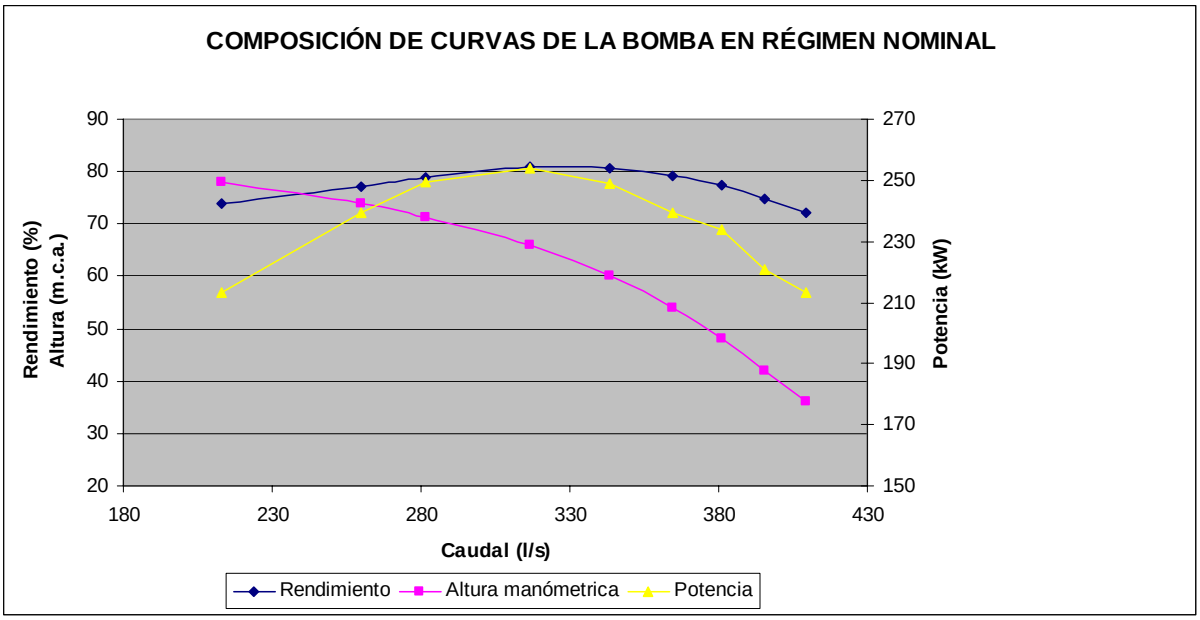
La curva de rendimiento seguirá una ecuación de la forma: $h = d \cdot Q + e \cdot Q^2$

h =	0.5181	**Q**	+	-0.0008	$\mathbf{Q^2}$

La curva total del rendimiento será:



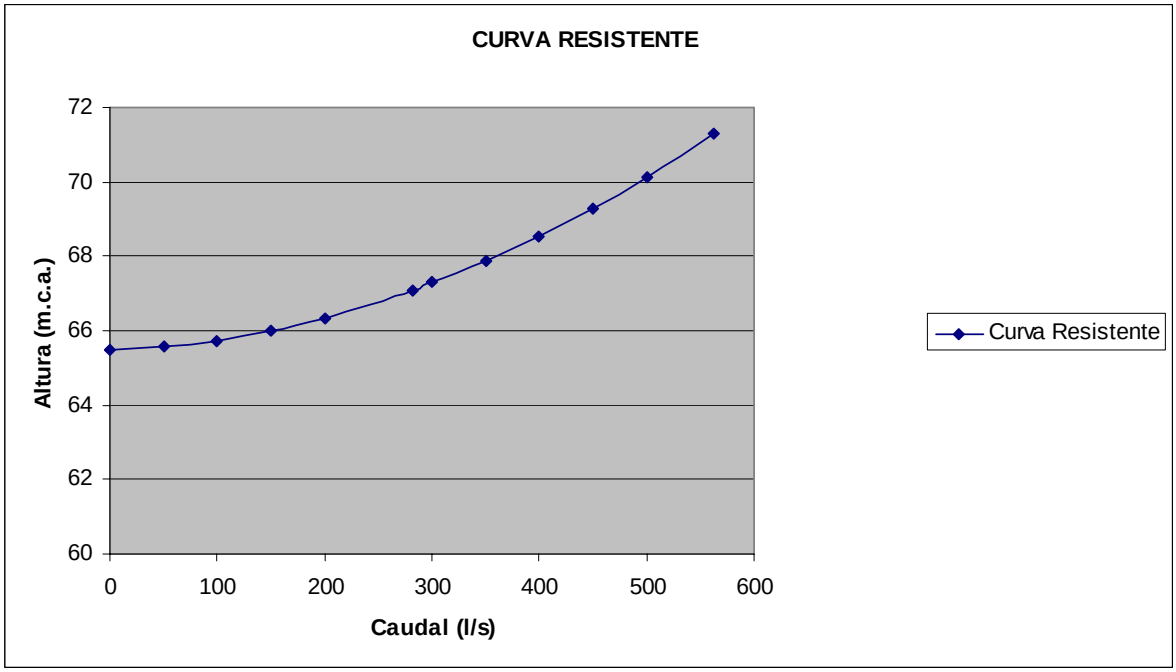
La composición de las curvas de la bomba en régimen nominal será:



2.4.2.- Curva resistente del sistema

A partir del cálculo de la tubería de impulsión podemos determinar la curva resistente del sistema:

Caudal (l/s)	Caudal (m^3/s)	Altura manométrica (m)
0	0	65.5
50	0.05	65.57
100	0.1	65.74
150	0.15	66
200	0.2	66.348
281.5	0.2815	67.091
300	0.300	67.291
350	0.35	67.881
400	0.4	68.551
450	0.45	69.3
500	0.5	70.125
563	0.563	71.3



La ecuación de la curva resistente será de la forma: $H = a + b \cdot Q + c \cdot Q^2$

H_3 =	65.48	+	0.001063	**Q_3**	+	0.000016	**Q_3^2**

2.4.3.- Curvas de funcionamiento del sistema

El punto de intersección de la curva resistente con la curva del bombeo funcionando las dos bombas será el punto de funcionamiento de la estación:

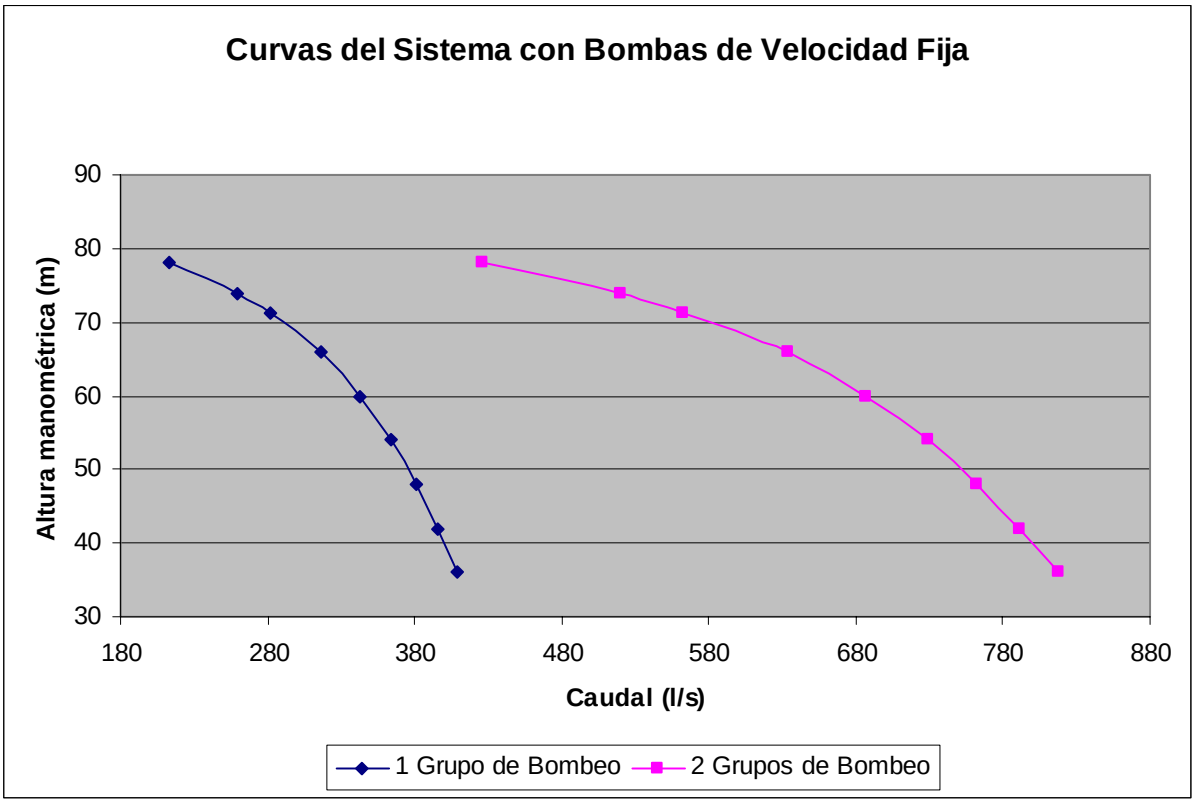
- Q_1= 563 l/s
- H_1 = 71,3 m.c.a.

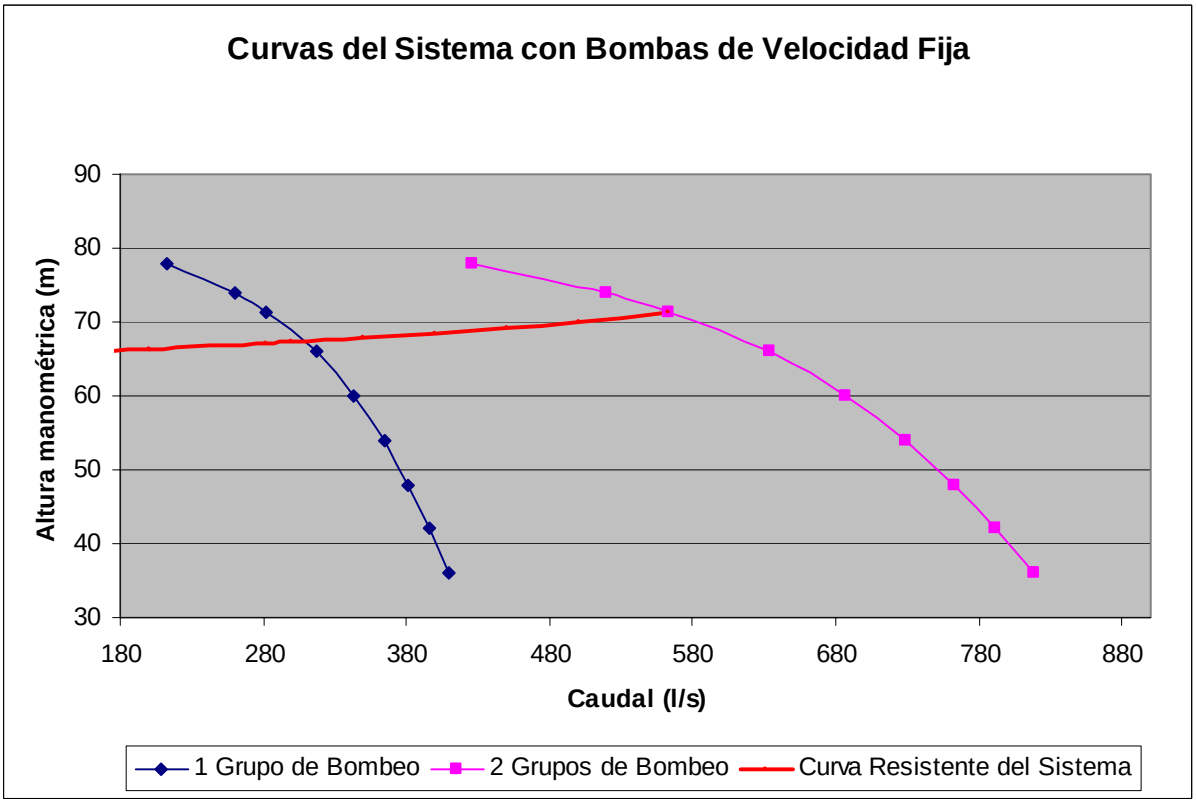
El punto de intersección de la curva resistente del sistema con la curva de un solo grupo de bombeo funcionando será:

- Q_2= 309,82 l/s
- H_2= 67,35 m.c.a.

A continuación se representan las curvas de funcionamiento del sistema:

Curva de	**2 grupos**		
Caudal (m^3/h)	Altura de Impulsión (m)	Caudal (m^3/s)	Caudal (l/s)
1 532.95	78	0.426	425.82
1 871.50	74	0.520	519.86
2 026.80	71.3	0.563	563.00
2 281.18	66	0.634	633.66
2 472.34	60	0.687	686.76
2 624.54	54	0.729	729.04
2 743.92	48	0.762	762.20
2 848.61	42	0.791	791.28
2 946.24	36	0.818	818.40


Curvas del Sistema con Bombas de Velocidad Fija
Altura manométrica (m)
90
80
70
60
50
40
30
180
280
380
480
580
680
780
880
Caudal (l/s)
1 Grupo de Bombeo
2 Grupos de Bombeo


Curvas del Sistema con Bombas de Velocidad Fija
Altura manométrica (m)
90
80
70
60
50
40
30
180
280
380
480
580
680
780
880
Caudal (l/s)
1 Grupo de Bombeo
2 Grupos de Bombeo
Curva Resistente del Sistema

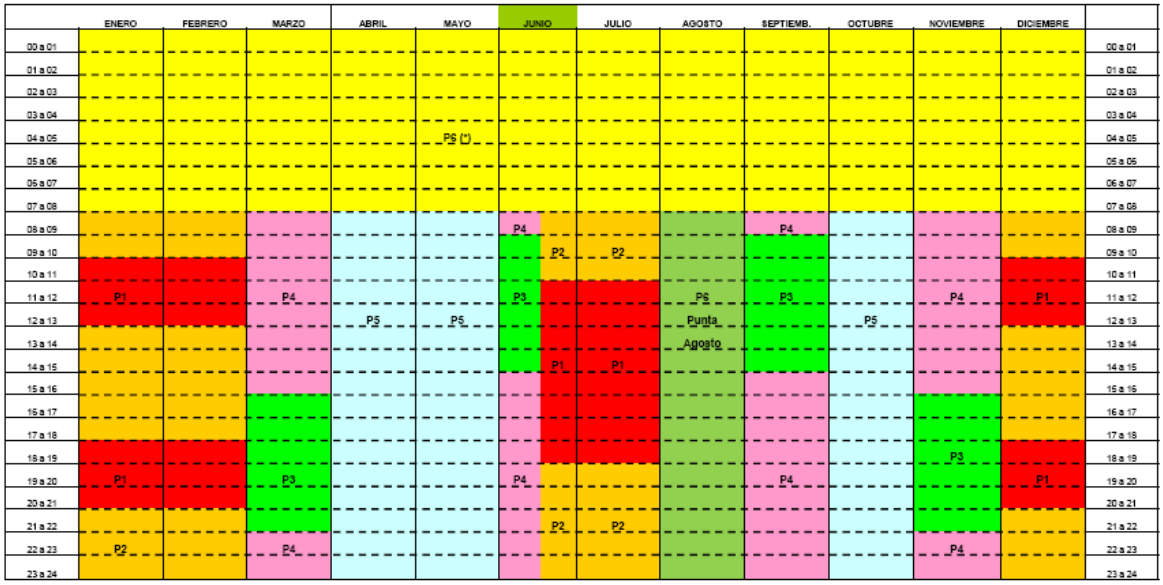
3.- CÁLCULO DE LOS COSTES ENERGÉTICOS ANUALES

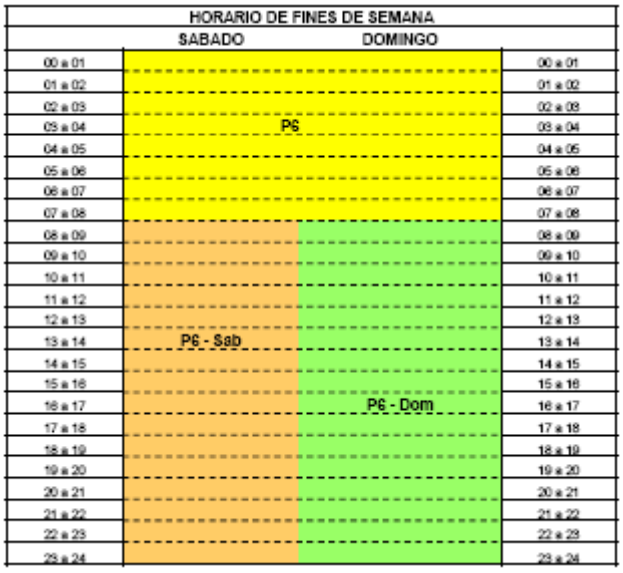
Se realiza en este apartado un estudio de los costes energéticos del bombeo tal y como se ha realizado para el cálculo de la tubería de impulsión en el anejo 7 pero esta vez considerando el IVA (21%) puesto que se pretende saber el coste total y no comperar con la ejecución material como en el apartado anterior.

Para el cálculo de las estimaciones económicas del estudio de alternativas, se han empleado los precios de la energía que aparecen en la “Propuesta de Iberdrola para Riegos”, incluida dentro de las “Ofertas de Iberdrola en el Mercado Libre”.

Dentro de estas ofertas ya se ha estudiado que para este bombeo a balsa es más económica la modalidad 4.

- Modalidad 4: Binómica de 9 precios para suministros con potencia superior a 450 kW





Caudal de bombeo : Q :	563.00	l/s	=	0.56	m^3/s
Dotación Bruta :	5 649	$\frac{m^3}{ha \cdot año}$			
Superficie :	454	ha			
Nº horas de bombeo anuales =	1 265.42	$\frac{h}{año}$			

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
NHbrutas (mm/día)	0	0	0.08	0.56	1.52	4.43	5.61	4.53	1.71	0	0	0	
NHbrutas (m^3/día)	0	0	360.90	2 558.6	6 898.8	20 131.6	25 463.9	20 548.6	7 753.8	0	0	0	
NHbrutas (m^3/mes)	0	0	11 188	76 758	213 862	603 948	789 380	637 006	232 613	0	0	0	2 564 755.00
NHbrutas (m^3/ha.mes)	0	0	24.64	169.07	471.06	1 330.28	1 738.72	1 403.10	512.36	0	0	0	
Q punta (m^3/s)	0	0	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0	0	0	
Tiempo (Horas/mes)	0	0	5.52	37.87	105.52	297.98	389.47	314.29	114.77	0	0	0	1 265.42

CÁLCULO DE LA FACTURACIÓN POR POTENCIA

Todos los valores sin Impuesto de la Electricidad

	Témino de Potencia						Total
Grupo Tarifario	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P6**	
6.1 (c€ / kW.año)	1 768.31	884.92	647.61	647.61	647.61	295.48	
6.1 (€ / kW.año)	17.68	8.85	6.48	6.48	6.48	2.95	
Contratación	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
Potencia contratada (kW)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	640.00	
Pminima a contratar (kW)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	640.00	
Pminima necesaria (kW)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	640.00	
Facturación de Potencia (€/año)	176.83	88.49	64.76	64.76	64.76	1 891.10	2 350.70

Facturación mensual :	195.89	€/mes

CÁLCULO DE LA FACTURACIÓN POR CONSUMO

Todos los valores sin Impuesto de la Electricidad

	Témino de Energía								
Grupo Tarifario	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P6-Valles**	**P6-Agos-P**	**P6-Sab-P**	**P6-Dom-P**
6.1 (c€ / Kw.h)	13.1781	11.3662	11.0304	9.9734	9.3271	6.5265	9.7966	8.2618	7.4071
6.1 (€ / Kw.h)	0.1318	0.1137	0.1103	0.0997	0.0933	0.0653	0.0980	0.0826	0.0741
P max consumida (kW)	10	10	10	10	10	498	498	498	498

	E	F	Marzo	Abril	Mayo	1ª Q. Junio	2ª Q. Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Nov	D	Total Anual	%
Ratio consumo (m^3/ha)	0.00	0.00	24.64	169.07	471.06	665.14	665.14	1 738.72	1 403.10	512.36	0.00	0.00	0.00	5 649.24	
Consumo total (m^3)	0.00	0.00	11 188.00	76 758.00	213 862.00	301 974.00	301 974.00	789 380.00	637 006.00	232 613.00	0.00	0.00	0.00	2 564 755.00	
Horas bombeo (h/mes)	0.00	0.00	5.52	37.87	105.52	148.99	148.99	389.47	314.29	114.77	0.00	0.00	0.00	1 265.42	
Nº máx de per. tarif.	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00		
P1 (h/mes)	0.00	0.00					0.00	0.00					0.00	0.00	0.00%
P2 (h/mes)	0.00	0.00					0.00	0.00					0.00	0.00	0.00%
P3 (h/mes)			0.00			0.00				0.00		0.00		0.00	0.00%
P4 (h/mes)			0.00			0.00				0.00		0.00		0.00	0.00%
P5 (h/mes)				0.00	0.00									0.00	0.00%
P6-Valles (h/mes)	0.00	0.00	5.52	37.87	105.52	120.00	120.00	248.00	248.00	114.77	0.00	0.00	0.00	999.68	79.00%
P6-Agos-P (h/mes)									0.00					0.00	0.00%
P6-Sab-P (h/mes)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.61	5.58%
P6-Dom-P (h/mes)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.99	28.99	70.86	66.29	0.00	0.00	0.00	0.00	195.13	15.42%

Facturación

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	1ª Q. Junio	2ª Q. Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Anual
Facturación P1 (€)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Facturación P2 (€)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Facturación P3 (€)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Facturación P4 (€)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Facturación P5 (€)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Facturación P6-Valles (€)	0.00	0.00	179.41	1 230.90	3 429.51	3 900.24	3 900.24	8 060.49	8 060.49	3 730.21	0.00	0.00	0.00	32 491.48
Facturación P6-Agos-P (€)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Facturación P6-Sab-P (€)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2 905.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2 905.32
Facturación P6-Dom-P (€)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1 069.38	1 069.38	2 613.73	2 445.32	0.00	0.00	0.00	0.00	7 197.82
Total	0.00	0.00	179.41	1 230.90	3 429.51	4 969.62	4 969.62	13 579.54	10 505.81	3 730.21	0.00	0.00	0.00	42 594.62

5.- CÁLCULO DE LA FACTURACIÓN TOTAL

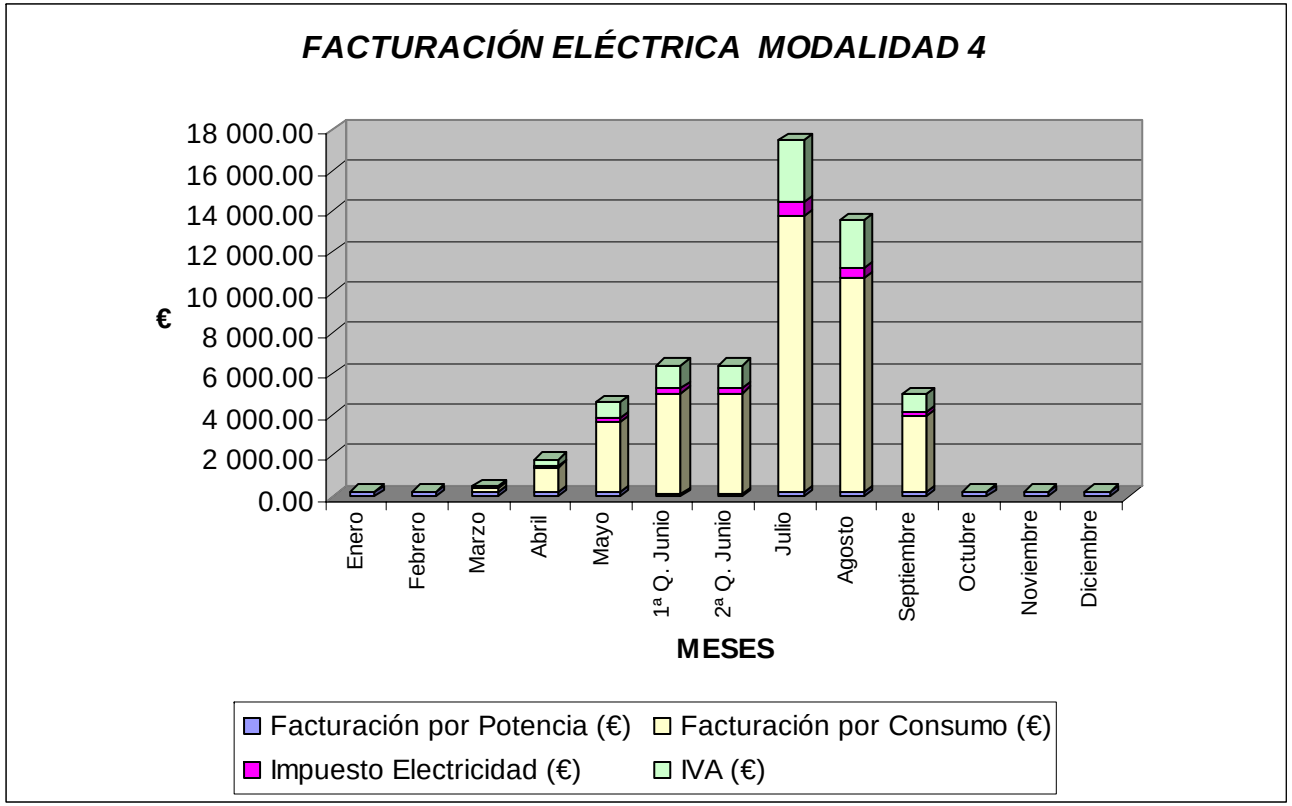
5.1.- Costes Totales

I.V.A.= 21%

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	1ª Q. Junio	2ª Q. Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Anual
Fact. por Potencia (€)	195.89	195.89	195.89	195.89	195.89	97.95	97.95	195.89	195.89	195.89	195.89	195.89	195.89	2 350.70
Fact. por Consumo (€)	0.00	0.00	179.41	1 230.90	3 429.51	4 969.62	4 969.62	13 579.54	10 505.81	3 730.21	0.00	0.00	0.00	42 594.62
Facturación Total (€)	195.89	195.89	375.30	1 426.79	3 625.40	5 067.57	5 067.57	13 775.44	10 701.70	3 926.10	195.89	195.89	195.89	44 945.32
Impuesto Electricidad (€)	10.02	10.02	19.19	72.95	185.36	259.09	259.09	704.30	547.15	200.73	10.02	10.02	10.02	2 297.92
IVA (€)	43.24	43.24	82.84	314.95	800.26	1 118.60	1 118.60	3 040.74	2 362.26	866.63	43.24	43.24	43.24	9 921.08
Total	249.15	249.15	477.34	1 814.68	4 611.02	6 445.25	6 445.25	17 520.48	13 611.10	4 993.46	249.15	249.15	249.15	57 164.32

5.2.- Ratios

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	1ª Q. Junio	2ª Q. Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Anual
Costes (€/ha)	0.55	0.55	1.05	4.00	10.16	14.20	14.20	38.59	29.98	11.00	0.55	0.55	0.55	125.91
Costes (€/m^3)	----	----	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	----	----	----	0.02


FACTURACIÓN ELÉCTRICA MODALIDAD 4
18 000.00
16 000.00
14 000.00
12 000.00
10 000.00
8 000.00
6 000.00
4 000.00
2 000.00
0.00
€
Enero
Febrero
Marzo
Abril
Mayo
1ª Q. Junio
2ª Q. Junio
Julio
Agosto
Septiembre
Octubre
Noviembre
Diciembre
MESES
Facturación por Potencia (€)
Facturación por Consumo (€)
Impuesto Electricidad (€)
IVA (€)

4.- CÁLCULO DEL CANAL DE ASPIRACIÓN A LA CÁNTARA DE BOMBEO

4.1. CÁLCULO HIDRÁULICO

Este cálculo tiene por objeto definir las dimensiones interiores del canal que transportará el agua desde la toma en el río hasta la cántara en la que estarán instaladas las bombas. Los datos de partida para el cálculo hidráulico son:

- Pendiente del canal: 0 por mil (para facilitar las labores de limpieza).
- Caudal: 563 l/s.

Se propone la construcción de un canal similar a la antigua galería que en su día fue sustituida por la actual tubería de aspiración. La galería tenía una anchura de dos metros. Considerando un nivel mínimo de agua en el río correspondiente a la coronación del azud de derivación, se tiene en la obra de toma una profundidad de agua de 1,37 m (ver croquis adjunto). Asignando al canal una cota de solera 37 cm por encima de la de la solera de la obra de captación, habría un calado en aquél de un metro.

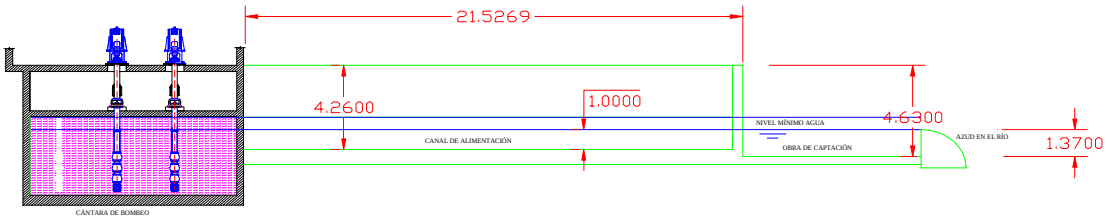
A dicho calado, con el caudal de diseño, le corresponde una velocidad media:

V_m = Q/S = 0,563/2 = 0,28 m/s.

Éste es un valor admisible para la velocidad de entrada a la cántara. Dada la escasa longitud del canal, 21,6 m, y el bajo valor de la velocidad media, se desprecia la pendiente de la lámina de agua hacia la cántara y por tanto la diferencia de cota entre la lámina en el río y la lámina en la cántara de bombeo.

La profundidad interior del canal será, según puede deducirse del croquis (proponiendo una elevación sobre la cota del terreno de 50 cm):

p = 4,26 + 0,50 = 4,73 m



4.2.- CÁLCULO MECÁNICO

El canal se construirá de hormigón armado. Se definen en este apartado los espesores y armaduras de los muros y solera del canal diseñado de acuerdo con la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

El cálculo se realiza mediante hoja Excel. En primer lugar se determinan las acciones sobre el muro derivadas de los empujes del terreno, y a continuación se comprueba que, con los espesores y armaduras elegidos, se cumplen los requerimientos de la Instrucción.

La solera se calcula para resistir los momentos transmitidos por los muros, de modo que sus dimensiones y armaduras cumplirán la doble función de resistir los esfuerzos y evitar el vuelco (obsérvese que en el cálculo se determina que la estructura es inestable frente al vuelco, pero ello es para unas condiciones teóricas en las que sólo hubiera un muro; el caso real consiste en dos muros enfrentados y unidos por una solera que absorberá los momentos de vuelco).

En las páginas siguientes, que constituyen el apéndice del presente anejo, se muestran los detalles del cálculo; con ello se completa la siguiente información:

Muros:

Hormigón HA-25/B/20/IIa

Espesor: 85 cm

Armaduras (B 500 S): ϕ16 cada 15 cm en vertical en cara exterior.

ϕ16 cada 50 cm en vertical en cara interior.

ϕ16 cada 12 cm en horizontal, cada cara.

Recubrimiento: 50 mm.

Solera:

Hormigón HA-25/B/20/IIa

Espesor: 60 cm

Armaduras (B 500 S): # 10 x 10 ϕ16 en cada cara.

Recubrimiento: 50 mm.

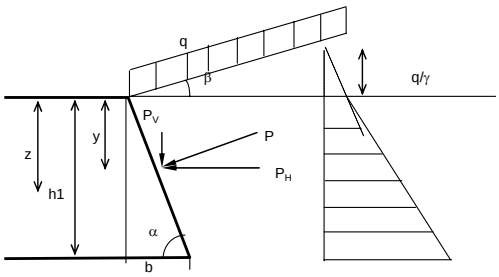
El Autor del Anejo, por TRAGSATEC

Fdo.: Diego Naranjo Hernández

Ingeniero Agrónomo

APÉNDICE. CÁLCULOS ESTRUCTURALES DEL CANAL DE ASPIRACIÓN

CÁLCULO DE MUROS DE HORMIGÓN ARMADO CON CIMENTACIÓN EN MASA (SEGÚN INSTRUCCIÓN EHE-08)



1º. DATOS DE PARTIDA

MURO CALCULADO: Muro canal aspiración estación de bombeo sector IV Vegas Altas Jaén.

GEOMETRÍA

h1 = h =	4,26	m
α (ver dimensionamiento) =	***90,0***	º
	1,57	rad
β =	25	º
	0,44	rad
Anchura de cálculo b =	1,00	m

MATERIALES

Hormigón:	HA	25	
f_{ck} =		***25***	N/mm^2
		255	kp/cm^2
γ_c =		1,5	
f_{cd} =		***170,1***	kp/cm^2
E_c =		***24.854,2***	N/mm^2
Acero:	B	500	S
f_{yk} (N/mm^2) =		***500***	N/mm^2
		5.102	kp/cm^2
γ_s =		1,15	
f_{yd} =		***4.437***	kp/cm^2

ACCIONES (sobre el trasdós)

q =	0	kp/m
γ =	2.000	kp/m^3
φ (roz. interno)=	25	º
	0,44	rad
δ (roz. muro-terr.)(0-2/3φ) =	8	º
	0,14	rad
Profundidad z =	4,26	m
$sen^2(\alpha+\varphi)$ =	***0,821***	
$sen^2\alpha$ =	***1,000***	
sen(φ+δ) =	***0,545***	
sen(φ−β) =	***0,000***	
sen(α−δ) =	***0,990***	
sen(α+β) =	***0,906***	
λ_H =	***0,821***	
λ_V =	***0,115***	

Presión horizontal sobre el muro: $p_{hz} = (\gamma z + q)\ \lambda_H$ = ***6.998*** kp/m^2 a profundidad ***4,26*** m

Presión vertical sobre el muro: $p_{vz} = (\gamma z + q)\ \lambda_V$ = ***984*** kp/m^2 a profundidad ***4,26*** m

Empuje total terreno sobre trasdós muro:

$P_H = (\gamma h^2/2 + qh)\ \lambda_H$ =	***14.906***	kp
$P_V = (\gamma h^2/2 + qh)\ \lambda_V$ =	***2.095***	kp
$y_t = (2\gamma h^2+3qh)/(3\gamma h+6q)$ =	***2,840***	m

Empuje terreno sobre trasdós muro+zapata:

P'_H =	***22.726***	kp
P'_V =	***3.194***	kp
y'_t =	***3,507***	m

¿Considerar empuje agua? (Sí: 1, No: 2) 2

Empuje agua:

E =	***0***	kp
y_{ag} =	***2,840***	m

Empuje agua muro+zapata:

E' =	***0***	kp
y'_{ag} =	***3,507***	m

Empuje total:

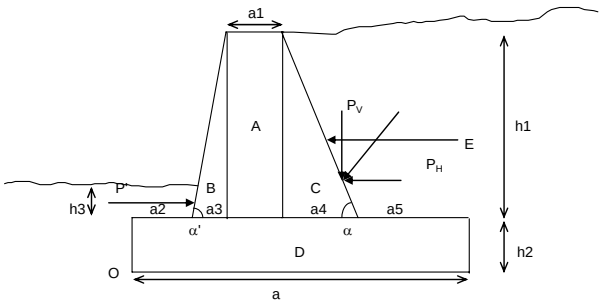
E_t horizontal=	***14.906***	kp
γ_f =	1,6	
E_{td} =	***23.850***	kp

Empuje total:

E_t horizontal=	***22.726***	kp
γ_f =	1,6	
E'_{td} =	***36.361***	kp

2º. ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

2,1, DIMENSIONAMIENTO DEL MURO Y DE LA CIMENTACIÓN



h1 =	***4,26***	m	α =	***1,57***	rad
h2 ≥ 1 m =	1,00	m		***90,0***	º
ht = h1 + h2 =	***5,26***	m	α' =	***1,57***	rad
a1 =	0,85	m		***90,0***	º
a2 =	1,00	m			
a3 =	0,00	m			
a4 =	0,00	m			
a5 =	0,50	m			
a =	***2,35***	m			
h3 ≥ 0,5 m =	0,00	m			

2,2, ESTADO LÍMITE DE EQUILIBRIO (Art. 41º EHE-08)

2,2,1, ESTABILIDAD AL VUELCO

2,2,1,1, Fuerzas y brazos estabilizantes con respecto al punto O

Nota: los esfuerzos horizontales directos del terreno sobre la zapata no se consideran ya que son iguales en alzado y trasdós y se anulan

Peso A =	***9.053***	kp		brazo A =	***1,43***	m
Peso B =	***0***	kp		brazo B =	***1,00***	m
Peso C =	***0***	kp		brazo C =	***1,85***	m
Peso D =	***5.405***	kp		brazo D =	***1,18***	m
Relleno delant. s/ puntera =	***0***	kp	→	brazo =	***0,50***	m
Relleno delant. s/ muro =	***0***	kp	→	brazo =	***1,00***	m
Relleno trasdós s/ talón =	***4.260***	kp	→	brazo =	***2,10***	m
Relleno trasdós s/ muro =	***0***	kp	→	brazo =	***1,85***	m

2,2,1,2, Fuerzas y brazos desestabilizantes

P' =	***0***	kp		brazo P' =	***0,33***	m
Roz. int. terreno delant. φ' =	90	º				
	1,57	rad				
Roz. terr.-muro delant. δ' =	8	º				
	0,14	rad				
Peso específico terr. alz. γ' =	2.500	kp/m^3				
λ'_H =	***0,000***					
P'_V =	***3.194***	kp		brazo P'_V =	***1,85***	m
P'_H =	***22.726***	kp		brazo P'_H =	***1,75***	m
E' =	***0***	kp		brazo E' =	***1,75***	m

2,2,1,3, Momentos estabilizantes

M_A =	***12.900***	kpm
M_B =	***0***	kpm
M_C =	***0***	kpm
M_D =	***6.351***	kpm
$M_{RELLENOS}$ =	***8.946***	kpm
M_{EST} =	***28.197***	kpm
γ_f favorable =	1,00	
$M_{EST,d}$ =	***28.197***	kpm

2,2,1,4, Momentos desestabilizantes

$M_{P'}$ =	***0***	kpm
$M_{P'V}$ =	***-5.909***	kpm
$M_{P'H}$ =	***39.846***	kpm
$M_{E'}$ =	***0***	kpm
M_{DES} =	***33.938***	kpm
γ_f desfavorable =	1,50	
$M_{DES,d}$ =	***50.906***	kpm

2,2,1,5, Condición de estabilidad

CONDICIÓN: $M_{EST,d} \geq M_{DES,d}$ ***¡NO CUMPLE!***

2,3, CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL MURO (EXCLUIDA CIMENTACIÓN)

2,3,1, MOMENTO FLECTOR MÁXIMO RESULTANTE

Producido por el terreno:	M_t =	***21.167***	kpm
Producido por el agua:	M_{ag} =	***0***	kpm
Momento total:	$M = M_k$ =	***21.167***	kpm
M_d =		***33.867***	kpm

2,3,2, CÁLCULO DE ARMADURAS PARA LA FLEXIÓN (Método simplificado; Anejo 7 EHE-08)

Las armaduras U_{s1} y U_{s2} tendrán el mismo diámetro y recubrimiento.

2,3,2,1, Determinación previa de variables

Recubrimiento de las armaduras:	0,050	m
d =	***0,792***	m
d' =	***0,058***	m
Canto total h = d + d' =	***0,850***	m
Condición: d'/d $\leq$ 0,20		***CUMPLE***
d/h $\leq$ 0,80		
$U_0 = f_{cd}$ b d =	***1.346.939***	kp
$U_v = 2\ U_0\ d'/d$ =	***197.279***	kp

2,3,2,2, Dimensionamiento

Condición impuesta: Md $\leq$ 0,375 U_0 d

0,375 U_0 d =	***400.041***	kpm	
Md =	***33.867***	kpm	***CUMPLE***
$U_{S1} = U_0\ (1 - (1 - (2Md/U_0d))^{1/2})$ =	***43.463***	kp	
	43,463	t	

Armadura matemáticamente necesaria:

Diámetro elegido (Φ) =	16	mm
Sección correspondiente a U_{s1} =	***9,80***	cm^2
Nº barras necesarias en la anchura b de cálculo =	***4,87***	barras
Separación máxima =	***20,5***	cm

Condiciones (art. 42.3 EHE-08):

s' $\leq$ 300 mm

s' $\leq$ 3h =	***2550***	mm

2,3,2,3, Comprobación

Caso estudiado: ***Us1<UV***

$U_{S1} < U_V$	→	$Mu = 0,24\ U_V\ d'\ (U_V-U_{S1})(1,5U_{S1})/(0,6U_V)^2 + U_{S1}\ (d-d')$ =	***33.867*** kpm	***CUMPLE***
$U_V \leq U_{S1} \leq 0,5U_0$	→	$Mu = U_{S1}\ (1 - U_{S1}/2U_0)d$ =	***33.867*** kpm	***CUMPLE***
$0,5\ U_0 < U_{S1}$	→	$Mu = 4dU_{S1}/3\ (((\alpha+1,2)/(\alpha+(\alpha^2+1,92U_{s1}/U_0)^{1/2}))-0,5)$ =	***176.718*** kpm	***CUMPLE***

$\alpha = U_{S1}/U_0$ =	***0,03227***	
$0,5\ U_0$ =	***673.469***	kp

2,3,2,4, Cumplimiento de la cuantía mínima exigida (Art. 42.3 EHE-08)

Armadura vertical en la cara de tracción

Condiciones impuestas:

s' $\leq$ 300 mm

s' $\leq$ 3h =	***255***	cm
As > 0,04 Ac (f_{cd}/f_{yd}) =	***13,0***	cm^2 en la cara de tracción
Ac =	***8.500***	cm^2
As > 0,0012 b h =	***10,2***	cm^2 en la cara de tracción
Cuantía mínima exigida:	***13,0***	cm^2
Nº mínimo de barras:	***6,5***	barras
Separación máxima s_{max} =	***15,4***	cm
Separación elegida:	***15,4***	cm

Recomendable en cara compresión 30% armadura tracción: ***51,4*** cm de separación (igual diámetro que para tracción)

Armadura horizontal

As > 0,004 Sa =	***144,8***	cm^2 repartidos en ambas caras al 50%
Sa = sección del alzado del muro =	***36.210***	cm^2
Nº mínimo de barras:	***36,0***	barras en cada cara
Separación máxima s_{max} =	***11,8***	cm

2,3,3, CÁLCULO A ESFUERZO CORTANTE (Art. 44º EHE-08)

2,3,3,1, Determinación del esfuerzo cortante

$V = P_H + E =$	***14.906***	kp
$Vd =$	***22.359***	kp

2,3,3,2, Comprobaciones

$V_d < V_{u1}$ ⟶ $V_{u1} = 0{,}3\ f_{cd}\ b\ d =$ ***404.082*** kp ***CUMPLE***

$V_d < V_{u2}$ ⟶ * Sin armadura de cortante:

$V_{u2} = ((0{,}18/\gamma_c)\xi(100\rho_1 f_{ck})^{1/3})bd =$	***23.337***	kp	***CUMPLE***
$\xi = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2{,}0 =$	***1,50***		***CUMPLE***
$\rho_1 = As / bd \leq 0{,}02 =$	***0,001646***		***CUMPLE***
$As =$	***13,0***	cm^2	
$As / bd =$	***0,001646***		

3º. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

3,1, CÁLCULO DE LA FISURACIÓN (Art. 49 EHE-08)

3,1,1, COMPROBACIÓN DE APARICIÓN DE FISURAS POR COMPRESIÓN

$\sigma_c < 0,6\ f_{ck}$	σ_c = M/W =	***17,58***	kp/cm^2	
	W = bh^2/6 =	***120.417***	cm^3	
	0,6 f_{ck} =	***153***	kp/cm^2	***CUMPLE***

3,1,2, COMPROBACIÓN DE LA FISURACIÓN POR TRACCIÓN

$w_k < w_{max}$ =	0,1	$w_k = 1,7\ s_m\ \varepsilon_{sm}$ =	***0,00049***	mm	***CUMPLE***
(tabla 5.1.1.2 EHE-08)		$s_m = 2c + 0,2s + 0,4k_1\Phi(A_{c,eficaz}/As)$	***101,0***	mm	
		c (recubrimiento) =	***50***	mm	
		s' = distancia real entre barras =	1	mm	
		s = distancia de cálculo entre barras $\leq$ 15 Φ =	***1***	mm	
		Φ =	***16***	mm	
		15 Φ =	***240***	mm	
		$A_{c,eficaz}$ =	***212.500***	mm^2	
		As =	***201.062***	mm^2	
		$A_{c,eficaz}$ / As =	***1,1***		
		$\varepsilon_{sm} = (\sigma_s/E_s)(1-0,5(\sigma_{sr}/\sigma_s)^2) \geq 0,4\ \sigma_s/E_s$	***0,00000285***		
		$\sigma_s/E_s(1-0,5(\sigma_{sr}/\sigma_s)^2)$ =	***0,00000***		
		$0,4\ \sigma_s/E_s$ =	***0,00000285***		
		E_s (Art. 38º EHE-08) =	***200.000***	N/mm^2	
			2.040.816	kp/cm^2	
		Obtención de los valores de σ_s y σ_{sr} según Anejo 8 EHE-08:			
	Profundidad relativa de la fibra neutra: X				
		$X = 2n\rho_1 d\ (-1+ (1+(2(1+d'/d)/4n\rho_1))^{1/2})$ =	***0,400***	m	
		$n = E_s/E_c$ =	***8,046946***		
		ρ_1 = As/bd =	***0,253867***		
	Tensión de compresión en la fibra más comprimida de hormigón:				
		$\sigma_c = M\ X / I_f$ =	***1,84***	kp/cm^2	
		I_f = n As (d-X)(d-X/3) + nAs(X-d')(X/3-d') =	***459.192.491.633***	mm^4	
	Tensión en las armaduras traccionadas con la sección fisurada:				
		$\sigma_s = n\ \sigma_c\ ((d-X)/X)$ =	***14,5***	kp/cm^2	
	Tensión en las armaduras traccionadas en el momento de producirse la fisuración:				
		$\sigma_{c,fis} = M_{fis}\ X / I_f$ =	***2,7***	kp/cm^2	
		$\sigma_{sr} = n\ \sigma_{c,fis}\ ((d-X)/X)$ =	***21,6***	kp/cm^2	
		$M_{fis} = W\ f_{ct,m,fi}$ =	***3.151.678***	kp cm	
		$f_{ct,m} = 0,3\ f_{ck}^{2/3}$ =	***2,56***	N/mm^2	
			26,17	kp/cm^2	
		$f_{ct,m,fi} = \max[(1,6-h/1000)f_{ct,m}\ ;\ f_{ct,m})]$ =	***2,56***	N/mm^2	
			26,17	kp/cm^2	

4º. ANCLAJES DE LAS ARMADURAS (ART. 69.5 EHE-08)

Posición de las armaduras (I o II):(*) I

(*) POSICIÓN I: adherencia buena; ángulo con la horizontal durante el hormigonado entre 45º y 90º o, en caso de ser menor de 45º, se sitúan en la mitad inferior de la sección o a una distancia igual o mayor a 30 cm de la cara superior de una capa de hormigonado.

POSICIÓN II: adherencia deficiente; durante el hormigonado no se encuentran en ninguna de las situaciones anteriores.

Valor del coeficiente m para la longitud básica de anclaje (lb): 1,5

HORMIGÓN HA	m	
	B 400 S	B 500 S
25	1,2	1,5
30	1,0	1,3
35	0,9	1,2
40	0,8	1,1
45	0,7	1,0
$\geq$50	0,7	1,0

Longitud básica de anclaje: ***40*** cm

Condiciones a cumplir para la longitud neta de anclaje:

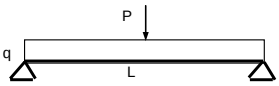
ln $\geq$ 10 ϕ	***16***	cm
ln $\geq$ 15 cm	***15***	cm
ln $\geq$ 1/3 lb	**13,3**	cm

Longitud neta de anclaje: ***16*** cm

CÁLCULO DE VIGAS SOMETIDAS A FLEXIÓN SIMPLE. EHE

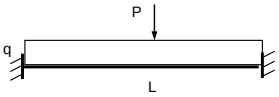
DESCRIPCIÓN: Proyecto de prueba
Proyecto de prueba

CASO 1



Carga q uniformemente repartida
Carga puntual P aplicada en el centro
Viga apoyada-apoyada

CASO 2



Carga q uniformemente repartida
Carga puntual P aplicada en el centro
Viga empotrada-empotrada

1º. DATOS DE PARTIDA

GEOMETRÍA

L =	2,00	m
b (ancho) =	1,00	m
h (canto total) =	0,60	m

CONDICIONES:

MATERIALES

Hormigón: HA	25		
f_{ck} =	***25***	N/mm^2	
	255,1	kp/cm^2	
γ_c =	1,5		
f_{cd} =	***170,1***	kp/cm^2	
Acero: B	500	S	
f_{yk} (N/mm^2) =	***500***	N/mm^2	
	5.102	kp/cm^2	
γ_s =	1,15		
f_{yd} =	***4.437***	kp/cm^2	

ACCIONES

Peso propio =	***1500***	kp/m
Sobrecarga =	1.200	kp/m
q =	***2.700***	kp/m
γ_f =	1,6	
q_d =	***4.320***	kp/m
P =		kp
P_d =	***0***	kp

2º. ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

2,1, MOMENTOS

2,1,1, MOMENTO FLECTOR MÁXIMO

Momentos flectores máximos en la viga:

CASO 1 (apoyada-apoyada)

Producido por q : $M_{maxq} = ql^2 / 8$ =	***1.350***	kpm
Producido por P: $M_{maxP} = PL / 4$ =	***0***	kpm
Total: M_{max1} =	***1.350***	kpm

CASO 2 (empotrada-empotrada)

Producido por q: $M_{maxq} = ql^2 / 12$ =	***900***	kpm
Producido por P: $M_{maxP} = PL / 8$ =	***0***	kpm
Total: M_{max2} =	***900***	kpm

CASO (1 o 2):	2	
$M = M_k$ =	***22.392***	kpm
M_d =	***35.827***	kpm

(momento transmitido por el muro más el producido por q)

2,1,2, CÁLCULO DE ARMADURAS (Método simplificado; Anejo 8 EHE)

2,1,2,1, DETERMINACIÓN PREVIA DE VARIABLES

Recubrimiento:	0,050	m	
d =	***0,542***	m	
d' =	***0,058***	m	
d' $\leq$ h/7 =	***0,09***	m	***CUMPLE***
$U_0 = 0,85\ f_{cd}\ b\ d$ =	***783.503***	kp	
$U_v = 2\ U_0\ d'/d$ =	***167.687***	kp	

2,1,2,2, DIMENSIONAMIENTO

Condición impuesta: $Md \leq 0,375\ U_0\ d$

$0,375\ U_0\ d$ =	***159.247***	kpm	
Md =	***35.827***	kpm	***CUMPLE***
$U_{S1} = U_0\ (1 - (1 - (2Md/U_0d))^{1/2})$ =	***69.154***	kp	
	69,154	t	

Armadura matemáticamente necesaria:

Diámetro (Φ) =	16	mm
Sección correspondiente =	***7,70***	cm^2
Nº barras necesarias en la sección =	***7,75***	barras
Separación máxima =	***13,3***	cm
Condiciones:		
s' $\leq$ 300 mm		
s' $\leq$ 3h =	***1800***	mm

2,1,2,3, COMPROBACIÓN

$U_{S1} < U_V$ ⟶	$Mu = 0,24\ U_V\ d'\ (U_V-U_{S1})(1,5U_{S1})/(0,6U_V)^2 + U_{S1}\ (d-d')$ =	***35.827***	kpm	***CUMPLE***
$U_V \leq U_{S1} \leq 0,5U_0$ ⟶	$Mu = U_{S1}\ (1 - U_{S1}/2U_0)d$ =	***35.827***	kpm	***CUMPLE***
	$0,5\ U_0$ = ***391.752*** kp			

2,1,2,4, CUMPLIMIENTO DE LA CUANTÍA MÍNIMA EXIGIDA (Art. 42.3 EHE)

Condiciones a cumplir por la armadura de tracción

As > 0,04 Ac (f_{cd}/f_{yd}) =	***9,2***	cm^2 en la dirección longitudinal
Ac =	***6000***	cm^2
As > 0,0033 b h =	***19,80***	cm^2 en la cara de tracción
Cuantía mínima exigida:	***19,80***	cm^2
Nº mínimo de barras:	***9,85***	barras
Separación máxima s_{max} =	***10,17***	cm

Cercos de atado (si no existe armadura de cortante)

Condiciones para la separación entre cercos:

$s_t \leq 15\ \phi$ =	***24,0***	cm
s_t < Dimensión menor viga =	***60,0***	cm
$s_t \leq 30$ cm	***30***	cm
Separación elegida: s_t =	***24,0***	cm

2,2, CÁLCULO A ESFUERZO CORTANTE (Art. 44º EHE)

2,2,1, DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE

V = P/2 + ql/2 =	***2.700***	kp
Vd =	***4.320***	kp

2,2,2, COMPROBACIONES

$V_d < V_{u1}$ →	$V_{u1} = 0,3\ f_{cd}\ b\ d$ =	***276.531***	kp	***CUMPLE***
$V_d < V_{u2}$ →	* Sin armadura de cortante:			
	$V_{u2} = (0,12\xi(100\rho_1 f_{ck})^{1/3})bd$ =	***20.577***	kp	***CUMPLE. No neces. arm. cortante***
	$\xi = 1+ (200/d)^{1/2}$ =	***1,61***		
	ρ_1 = As / bd $\leq$ 0,02 =	***0,002875874***		
	As =	***15,587***	cm^2	
	As / bd =	***0,0029***		

3º. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

3,1, CÁLCULO DE LA FISURACIÓN (Art. 49 EHE)

3,1,1, COMPROBACIÓN DE APARICIÓN DE FISURAS POR COMPRESIÓN

$\sigma_c < 0,6\ f_{ck}$	σ_c = M/W =	***37,3***	kp/cm^2	
	W = $bh^2/6$ =	***60.000***	cm^3	
	0,6 f_{ck} =	***153***	kp/cm^2	***CUMPLE***

3,1,2, COMPROBACIÓN DE LA FISURACIÓN POR TRACCIÓN

$w_k < w_{max}$ = 0,3 mm (amb. IIa-IIb)	$w_k = 1,7\ s_m\ \varepsilon_{sm}$ =	***0,290***	mm	***CUMPLE***
	$s_m = 2c + 0,2s + 0,4k_1\Phi(A_{c,eficaz}/Asr)$	***179,7***	mm	
	c (recubrimiento) =	***50***	mm	
	s' = distancia real entre barras =	***100***	mm	
	s = distancia de cálculo entre barras $\leq 15\ \Phi$ =	***100***	mm	
	Φ =	***16***	mm	
	15 Φ =	***240***	mm	
	$A_{c,eficaz}$ =	***150.000***	mm^2	
	Asr (área real) =	***2.011***	mm^2	
	$A_{c,eficaz}$ / As =	***74,6***		
	$\varepsilon_{sm} = (\sigma_s/E_s)(1-0,5(\sigma_{sr}/\sigma_s)^2) \geq 0,4\ \sigma_s/E_s$	***0,00095***		
	$\sigma_s/E_s(1-0,5(\sigma_{sr}/\sigma_s)^2)$ =	***0,00095***		
	0,4 σ_s/E_s =	***0,00050***		
	$\sigma_s = M_k$ / 0,8 d Asr	***2568***	kp/cm^2	
	E_s (Art. 38º EHE) =	***200.000***	N/mm^2	
		2.040.816	kp/cm^2	
	$\sigma_{sr} = M_{fis}$ / 0,8 d Asr =	***1801,3***	kp/cm^2	
	M_{fis} = W $f_{ct,m}$ =	***1.570.386***	kp cm	
	$f_{ct,m} = 0,3\ f_{ck}^{2/3}$ =	***2,56***	N/mm^2	
		26,17	kp/cm^2	

3,1,3, COMPROBACIÓN DE LA FISURACIÓN POR ESFUERZO CORTANTE

Para la separación entre estribos, han de cumplirse los requerimientos especificados en la siguiente tabla:

(V_{rd} - $3V_{cu}$)/A_{90}d (N/mm^2) = ***-678***

	(V_{rd} - $3V_{cu}$)/A_{90}d (N/mm^2)	Separación (mm)
1	< 50	300
2	75	200
3	100	150
4	150	100
5	200	50

Caso: 1 st máxima = 300

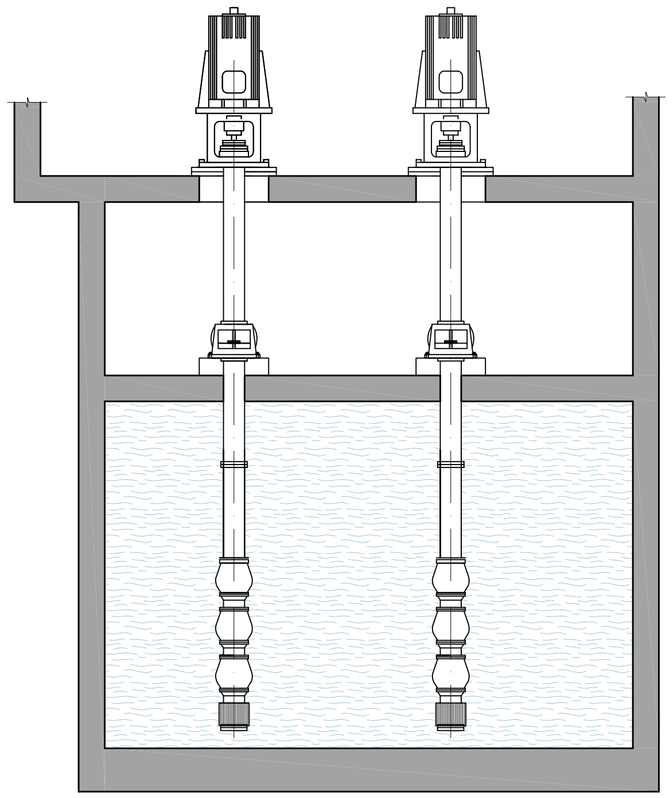
st = ***80*** mm ***CUMPLE***

3,2, ESTADO LÍMITE DE DEFORMACIÓN (Art. 50º EHE)

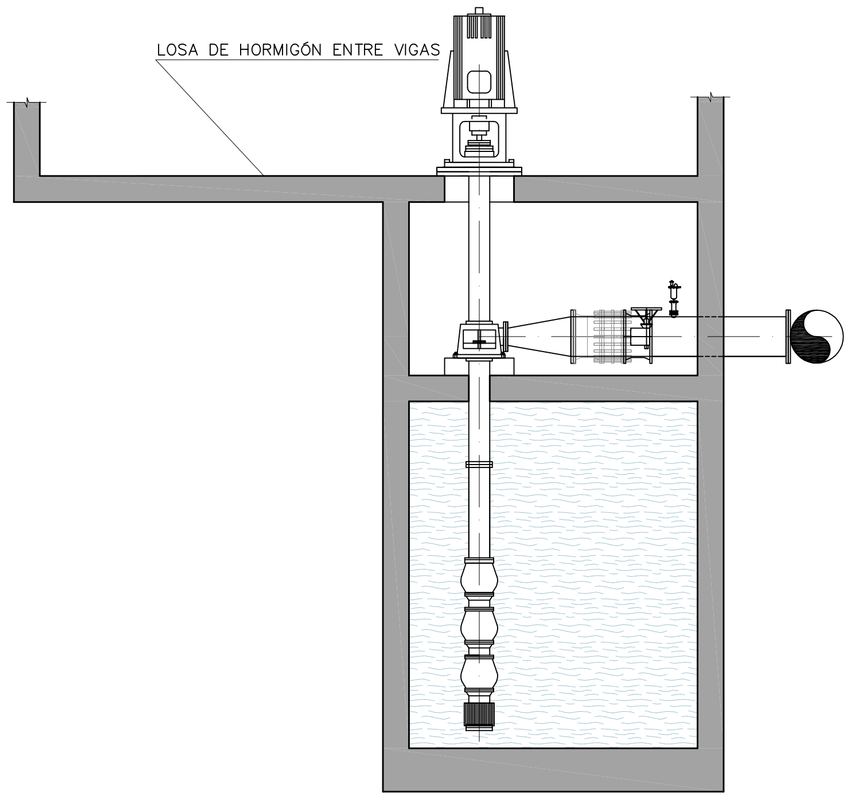
COMPROBACIÓN: L / d $\leq$ 14 L / d = ***3,7*** ***CUMPLE***

(comprobación válida sólo con acero B 500 S)

CÁNTARA BOMBAS
Escala 1/50

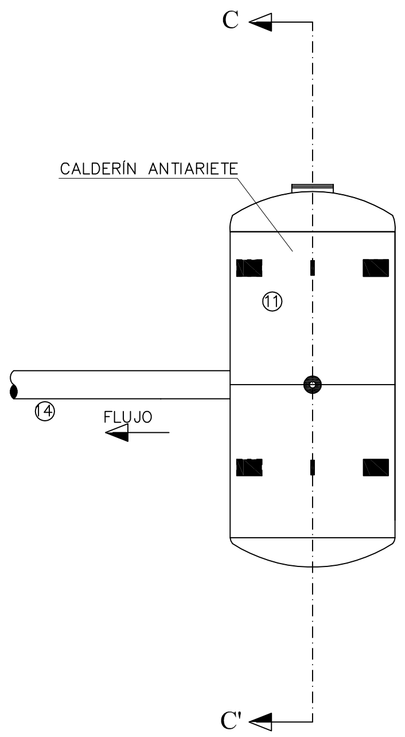


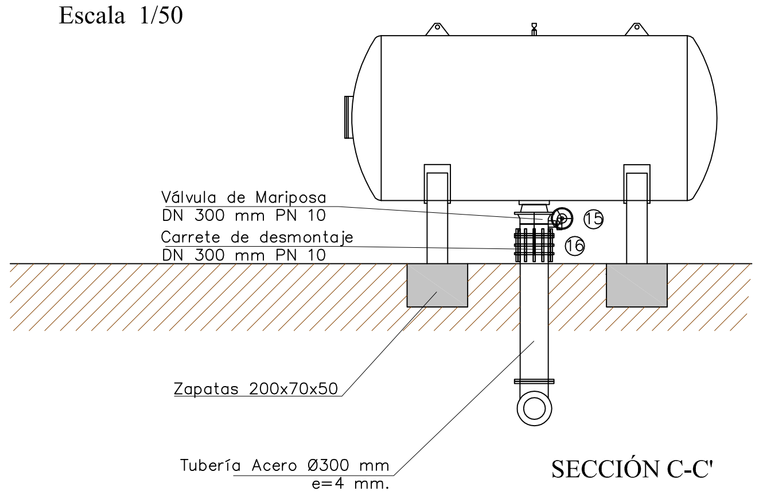
SECCIÓN A-A'



SECCIÓN B-B'

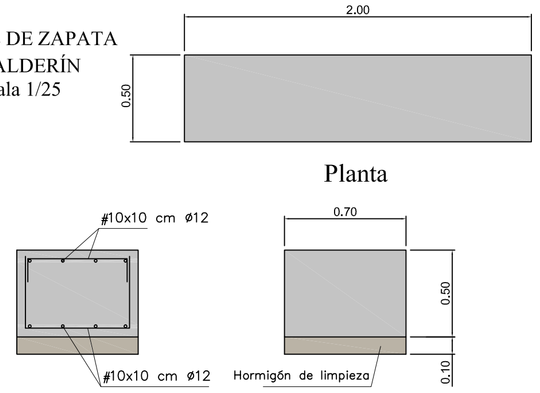
CALDERÍN ANTIARIETE 10 m³
Escala 1/50





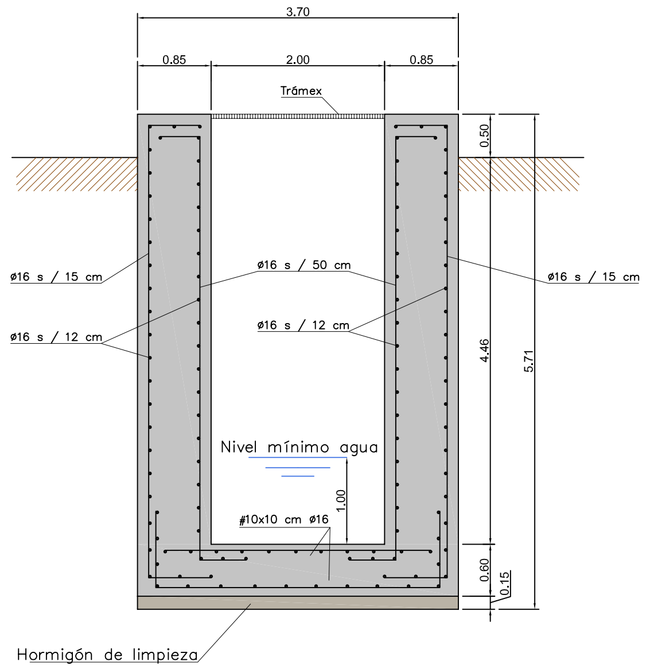
SECCIÓN C-C'

DETALLE DE ZAPATA
DE CALDERÍN
Escala 1/25



Sección tranversal

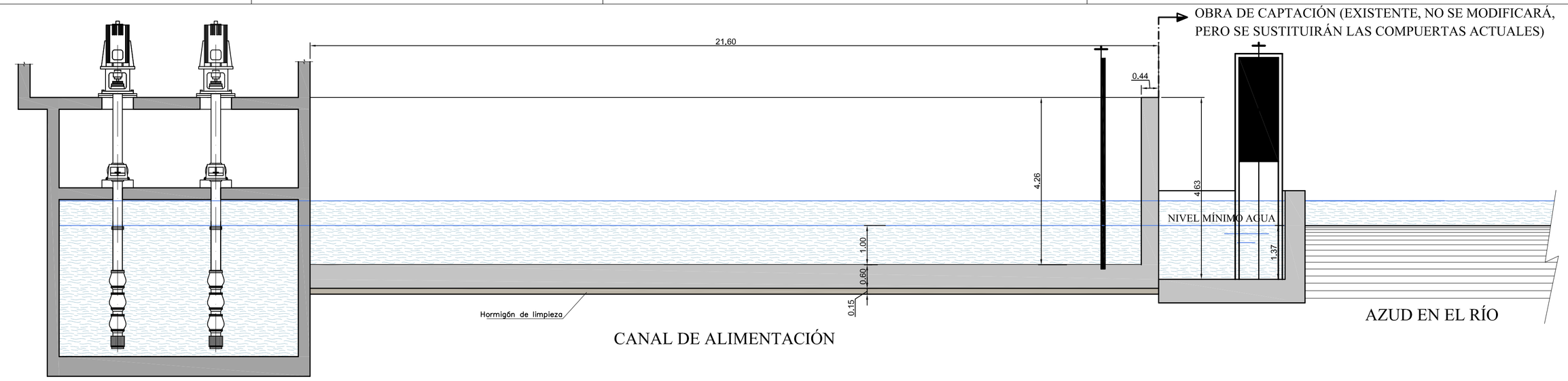
CANAL DE ALIMENTACIÓN
DETALLE CONSTRUCTIVO
Escala 1/50



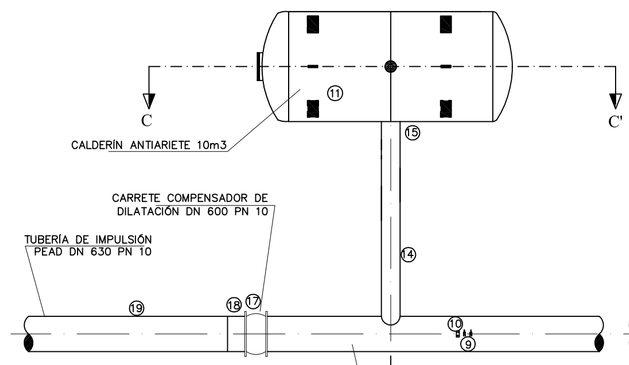
SECCIÓN D-D´

CUADRO DE MATERIALES
(Según Instrucción de Hormigón Estructural. EHE-08)

MATERIALES	LOCALIZACION	RESISTENCIA (N/mm2)	COEFICIENTE SEGURIDAD	CONTROL
HORMIGONES : HA-25 / B / 20 / IIa	- Muros, soleras y zapatas	f_{ck} = 25 N/mm2	1,50	NORMAL
ACEROS: B 500 S	- Aceros corrugados	f_{yk} = 500 N/mm2	1,15	NORMAL
Recubrimiento de las armaduras: 50 mm				

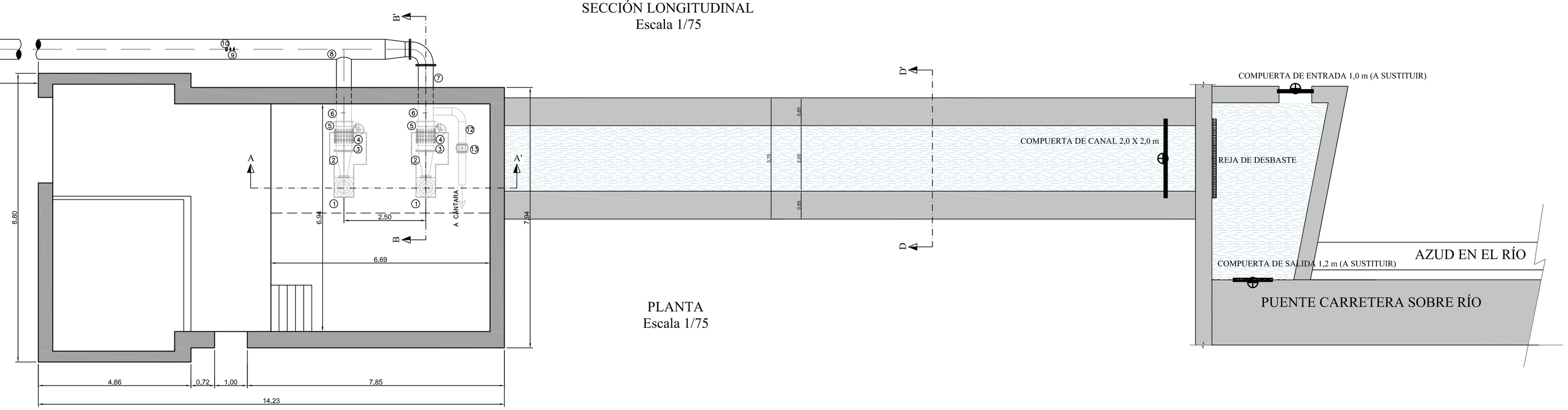


SECCIÓN LONGITUDINAL
Escala 1/75



LEYENDA

1. BOMBA DE EJE VERTICAL IMPULSIÓN A BALSA
2. CONO AMPLIACIÓN CHAPA 200/450 mm; e=4 mm
3. VÁLVULA DE RETENCIÓN DN 450 mm
4. CARRETE DE DESMONTAJE DN 450 mm PN 10
5. VÁLVULA DE MARIPOSA MOTORIZADA DN 450 mm PN 10
6. 7. COLECTOR IMPULSIÓN BOMBA ACERO DN 450 mm; e=4 mm
8. COLECTOR IMPULSIÓN ACERO DN 600 mm; e=5 mm
9. PRESOSTATO
10. TRANSDUCTOR DE PRESION
11. DEPÓSITO HIDRONEUMÁTICO DE PRESIÓN 10.000 l
12. DESAGÜE COLECTOR ACERO DN 200 mm; e= 4 mm
13. VÁLVULA DE COMPUERTA DN 200 mm PN 10
14. TUBERÍA CONEXIÓN CALDERÍN ACERO DN 300 mm; e=4 mm
15. VÁLVULA DE MARIPOSA DN 300 mm PN 10
16. CARRETE DE DESMONTAJE DN 300 mm PN 10
17. CARRETE COMPENSADOR DE DILATACIÓN DN 600 mm PN 10
18. BRIDA +PORTABRIDAS PEAD DN 630 mm PN 10
19. TUBERÍA DE IMPULSIÓN PEAD DN 630 mm PN 10



PLANTA
Escala 1/75

Tragsatec Grupo Tragsa	PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE REGADÍO DE LAS VEGAS DEL GUADALQUIVIR. VEGAS ALTAS. S-IV. (JAÉN)	Fecha: Septiembre 2012	Escala: INDICADAS FORMATO ORIGINAL DIN A-1	Ingeniero Autor del Anejo por TRAGSATEC: D. Diego Naranjo Hernández Ingeniero Agrónomo	Título del plano: ESTACIÓN DE BOMBEO Equipos de bombeo y obra civil.	Plano nº: 4 Hoja nº: 1 de 1