

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

PROYECTO FIN DE GRADO

Diseño de un sistema de impulsión de agua potable
a tres depósitos y elección del sistema de
protección frente a transitorios hidráulicos

AUTOR: Adrián Sánchez Prieto

TUTOR: Vicent B. Espert Alemany

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

Valencia, enero 2018

ÍNDICE

MEMORIA

1. OBJETO DEL PROYECTO	7
2. ESTUDIO DE NECESIDADES	8
3. NORMATIVA	10
4. SOLUCIONES ALTERNATIVAS	11
4.1 Solución adoptada	12
5. DISEÑO	13
5.1 Predimensionado	13
5.2 Dimensionado	20
5.2.1 Red de tuberías	20
5.2.2 Estación de bombeo	23
5.2.3 Depósitos	30
5.2.4 Modulación de consumos	34
6. CÁLCULO TRANSITORIOS HIDRÁULICOS	35
6.1 Modelado e inserción de parámetros	35
6.1.1 Tuberías	37
6.1.2 Leyes de consumo	38
6.2 Bombas funcionando simultáneamente	40
6.3 Presiones de tarado y regulación de válvulas	41
6.3.1 Válvulas de retención	41
6.3.2 Válvulas sostenedoras y reductoras	41
6.3.3 Válvulas de regulación	43
6.4 Cálculo régimen permanente	44
6.5 Cálculo régimen transitorio	46
6.6 Primeros resultados	46
6.6.1 Nivel de agua en los depósitos	46
6.6.2 Válvulas sostenedoras	48
6.6.3 Válvulas reductoras	49
6.6.4 Válvulas de retención	50
6.7 Corrección de parámetros y ajuste del sistema	51
6.7.1 Opciones de cálculo	51
6.7.2 Arranques y paradas de bombas	52
6.7.3 Válvulas sostenedoras y de llenado de depósitos	54
6.7.4 Válvulas de retención	55

6.7.5 Nivel de agua en los depósitos.....	55
6.8 Simulación 24 horas	55
6.8.1 Nivel de agua en los depósitos.....	56
6.8.2 Apertura válvulas llenado.....	58
6.9 Envoltentes de alturas piezométricas.....	59
6.10 Parada de bombas, presiones mínimas y máximas	62
6.11 Sistema de protección (Calderines)	65
7. SISTEMA DE IMPULSIÓN CON PROTECCIÓN (Caso final)	74
7.1 Opciones de cálculo	75
7.2 Presiones máximas y mínimas (Envoltentes).....	76
7.3 Presión en el colector de impulsión (N5)	78
7.4 Volumen de agua en el calderín.....	78
7.5 Presión en el interior del calderín	79
7.6 Apertura válvulas de llenado.....	80
7.7 Nivel de agua en los depósitos.....	81
7.8 Caudal elevado por la estación de bombeo	83
7.9 Válvulas de retención.....	86
8. CONCLUSIÓN	88
9. BIBLIOGRAFÍA	89

CÁLCULOS (Anejo1)

PLANOS (Anejo2)

PLIEGO DE CONDICIONES (Anejo 3)

PRESUPUESTO (Anejo 4)

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de la instalación con Allievi.	8
Figura 2. Ejemplo de ruta.	15
Figura 3. Ejemplo de perfil de elevación.	16
Figura 4. Interfaz software TCX Converter.	17
Figura 5. Tabla de ajuste de las cotas de los distintos tramos de tubería.	18
Figura 6. Gráfico del perfil de elevación de toda la instalación.	19
Figura 7. Tabla de dimensionado de diámetros.	23
Figura 8. Tabla de cálculo de pérdidas.	25
Figura 9. Tabla de dimensionado de bombas.	26
Figura 10. Altura de bomba seleccionada.	26
Figura 11. Gráfico Altura-Caudal de las bombas del catálogo.	27
Figura 12. Gráfico Altura-Caudal de la bomba seleccionada.	28
Figura 13. Rodete seleccionado para la bomba elegida.	29
Figura 14. Tabla de dimensionado de depósitos.	33
Figura 15. Gráfico de modulación de consumos.	34
Figura 16. Modelado de la instalación con Allievi.	36
Figura 17. Inserción de parámetros en tuberías con Allievi.	37
Figura 18. Asistente de cálculo de celeridades del programa.	38
Figura 19. Leyes de consumo 1 Y 3 suavizadas.	39
Figura 20. Ley de consumo 2 suavizada.	39
Figura 21. Tabla de franjas horarias de funcionamiento de bombas.	40
Figura 22. Parámetros de regulación de las válvulas de retención.	41
Figura 23. Parámetros iniciales de regulación de las válvulas sostenedoras y reductoras de presión.	42
Figura 24. Parámetros de regulación de las válvulas de regulación.	43
Figura 25. Maniobra de las válvulas de regulación.	43
Figura 26. Configuración del cálculo.	44
Figura 27. Ventana de resultados del régimen permanente.	45
Figura 28. Nivel de agua en los depósitos (primeros resultados).	47
Figura 29. Gráfico de apertura de las válvulas sostenedoras (primeros resultados).	48
Figura 30. Gráfico de apertura de las válvulas reductoras (primeros resultados).	49
Figura 31. Gráfico de apertura de las válvulas de retención (primeros resultados).	50
Figura 32. Opciones de cálculo (corrección de parámetros).	52
Figura 33. Maniobras de arranque y parada de bombas 1,2 y 3.	53
Figura 34. Maniobras de arranque y parada de bombas 4 y 5.	53
Figura 35. Presión de tarado de las válvulas sostenedoras (corrección de parámetros).	54
Figura 36. Válvula de llenado 1.	54
Figura 37. Válvulas de llenado 2 y 3.	55
Figura 38. Nivel de agua en el depósito 1 (simulación corregida 24 horas).	56
Figura 39. Nivel de agua en el depósito 2 (simulación corregida 24 horas).	57
Figura 40. Nivel de agua en el depósito 3 (simulación corregida 24 horas).	57
Figura 41. Apertura válvula llenado Rp4 (simulación corregida 24 horas).	58
Figura 42. Apertura válvula llenado Rp7 (simulación corregida 24 horas).	58
Figura 43. Apertura válvula llenado Rp9 (simulación corregida 24 horas).	59
Figura 44. Envolvente de alturas piezométricas desde el inicio de la instalación hasta el depósito 1.	60
Figura 45. Envolvente de alturas piezométricas desde el inicio de la instalación hasta el depósito 2.	61
Figura 46. Envolvente de alturas piezométricas desde el inicio de la instalación hasta el depósito 3.	61
Figura 47. Ventana de presiones máximas y mínimas alcanzadas.	62
Figura 48. Tubería donde se alcanzan la presión mínima en la parada de bombas.	63

<i>Figura 49. Presión del Nudo 31 (inicial de la tubería donde se alcanza la presión mínima)</i>	64
<i>Figura 50. Punto de inserción del calderín en la instalación</i>	65
<i>Figura 51. Dimensionado de los calderines</i>	66
<i>Figura 52. Configuración final de calderines</i>	67
<i>Figura 53. Tabla de evolución de la presión mínima dependiendo el número de calderines instalados</i> ...	68
<i>Figura 54. Presión máxima y mínima con protección</i>	68
<i>Figura 55. Volumen de agua en el interior de cada calderín</i>	69
<i>Figura 56. Nudo donde se ha obtenido la presión mínima con protección</i>	69
<i>Figura 57. Presión en el Nudo 31 con protección</i>	70
<i>Figura 58. Evolución de presiones en el interior de cada calderín</i>	71
<i>Figura 59. Evolución del caudal en la válvula de retención de la primera derivación</i>	71
<i>Figura 60. Evolución de la apertura de la válvula de retención de la primera derivación</i>	72
<i>Figura 61. Evolución del caudal en la válvula de retención de la segunda derivación</i>	72
<i>Figura 62. Evolución de la apertura de la válvula de retención de la segunda derivación</i>	73
<i>Figura 63. Evolución del caudal en la válvula de retención de la tercera derivación</i>	73
<i>Figura 64. Evolución de la apertura de la válvula de retención de la tercera derivación</i>	74
<i>Figura 65. Configuración de cálculo para el caso final</i>	75
<i>Figura 66. Presiones máxima y mínima del sistema con protección</i>	76
<i>Figura 67. Envolvente de alturas piezométricas desde el inicio de la instalación hasta el depósito 1 (con protección)</i>	76
<i>Figura 68. Envolvente de alturas piezométricas desde el inicio de la instalación hasta el depósito 2 (con protección)</i>	77
<i>Figura 69. Envolvente de alturas piezométricas desde el inicio de la instalación hasta el depósito 3 (con protección)</i>	77
<i>Figura 70. Presión en el colector de impulsión (caso final)</i>	78
<i>Figura 71. Volumen de agua en el interior de cada uno de los calderines instalados (caso final)</i>	79
<i>Figura 72. Evolución de la presión en el interior de cada calderín (caso final)</i>	79
<i>Figura 73. Válvula de llenado del depósito 1 (caso final)</i>	80
<i>Figura 74. Válvula de llenado del depósito 2 (caso final)</i>	80
<i>Figura 75. Válvula de llenado del depósito 3 (caso final)</i>	81
<i>Figura 76. Nivel del depósito 1 (caso final)</i>	81
<i>Figura 77. Nivel del depósito 2 (caso final)</i>	82
<i>Figura 78. Nivel del depósito 3 (caso final)</i>	82
<i>Figura 79. Caudal elevado por la bomba 1 (caso final)</i>	83
<i>Figura 80. Caudal elevado por la bomba 2 (caso final)</i>	84
<i>Figura 81. Caudal elevado por la bomba 3 (caso final)</i>	84
<i>Figura 82. Caudal elevado por la bomba 4 (caso final)</i>	85
<i>Figura 83. Caudal elevado por la bomba 5 (caso final)</i>	85
<i>Figura 84. Apertura válvula de retención Rt2 (caso final)</i>	86
<i>Figura 85. Apertura válvula de retención Rt3 (caso final)</i>	87
<i>Figura 86. Apertura válvula de retención Rt4 (caso final)</i>	87

MEMORIA

Diseño de un sistema de impulsión de agua potable a tres depósitos y elección del sistema de protección frente a transitorios hidráulicos

1. OBJETO DEL PROYECTO

Nuestro proyecto consiste en el diseño de una instalación “modelo” de impulsión de agua potable, la cual discurre entre una planta potabilizadora hasta el depósito o depósitos de suministro de la población en cada caso.

Con ello, se pretende mostrar el procedimiento a seguir en el diseño de este tipo de instalaciones y, además, dar a conocer el análisis de transitorios hidráulicos en este tipo de redes, muy importante de cara a la protección de la red, ya que mediante este análisis podremos conocer todos los parámetros importantes de nuestra instalación en momentos de actuación de sus elementos de regulación o en casos de fallos imprevistos, en los que se pueden ocasionar transitorios importantes respecto al régimen estacionario, pudiendo provocar daños irreversibles, ya no solo en nuestro sistema, también en la población.

Por tanto, nuestro principal objetivo será realizar un buen análisis de transitorios hidráulicos en nuestra red, partiendo de varias hipótesis de funcionamiento que simularán los casos reales de regulación y fallo del sistema, para garantizar el correcto funcionamiento y seguridad de la mismo.

Para realizar el cálculo y simulación de los transitorios hidráulicos, se hará uso del software profesional Allievi, desarrollado por el ITA (Instituto Tecnológico del Agua), el cual permite el cálculo tanto en sistemas en lámina libre como a presión, este último será nuestro caso.

2. ESTUDIO DE NECESIDADES

Partiendo de la idea de que se requiere abastecer de agua una ciudad tipo, consideraremos nuestra ciudad modelo de unos 438400 habitantes, por lo que deberemos satisfacer una demanda de agua de estas magnitudes.

En el recorrido de nuestra red tendremos 3 tramos diferenciados, desde la planta potabilizadora (a la salida de la cual se ubicarán los grupos de bombeo) hasta el primer depósito tendremos el primero, del cual habrá una derivación menor que suministrará agua al primer depósito. Siguiendo con la tubería principal habrá un segundo tramo hasta llegar cerca del segundo depósito, donde habrá otra derivación para suministrar agua al mismo. Finalmente, la tubería principal tendrá su último tramo para llegar directamente al tercer depósito. A continuación, se muestra un esquema de la instalación con Allievi (Figura 1) para esclarecer el trazado.

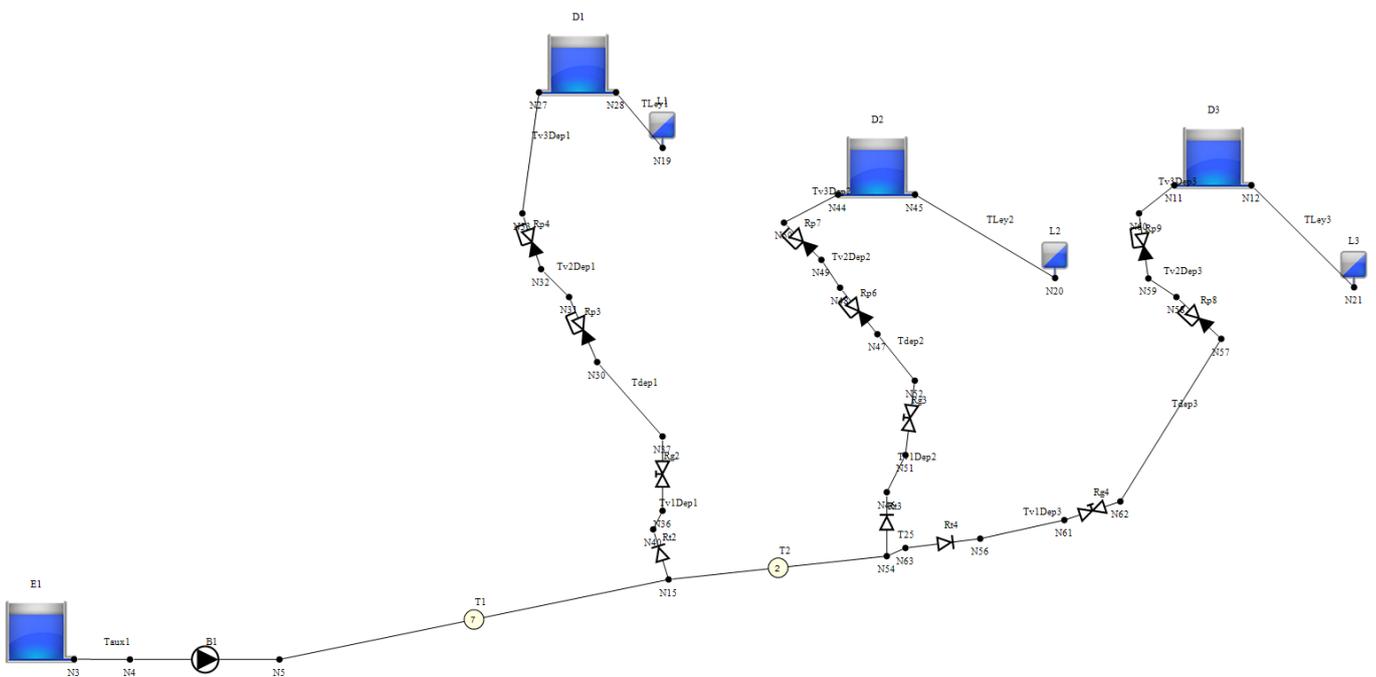


Figura 1. Esquema de la instalación con Allievi.

Una vez puestas en conocimiento las necesidades anteriores, se deberá realizar un diseño que garantice con total seguridad el suministro de agua para todos los habitantes de la ciudad las 24 horas del día y los 365 días del año.

En cuanto a la geografía del terreno, se deberá conocer perfectamente, para decidir por donde seguir el trazado de la red y, por tanto, a que altura se situará la tubería en cada punto, siendo este dato de crucial importancia para el cálculo. En nuestro caso, para realizar el ejemplo modelo, se tomarán estos datos mediante el software Google Earth, mediante el cual (y usando un conversor a hoja de cálculo) se pueden obtener los valores de cota y distancia en cada punto del trazado marcado sobre la superficie.

Para finalizar, se deberá tener muy en cuenta la normativa existente (se citará explícitamente en los siguientes apartados) en el lugar donde se vaya a realizar el proyecto. En nuestro caso elegiremos como ubicación España, ya que este trabajo pretende ser un ejemplo de diseño de red de abastecimiento de agua, pero sobretodo de análisis de transitorios hidráulicos. Es por eso que se pretende sea lo más esclarecedor y correcto posible a nivel nacional.

3. NORMATIVA

A continuación, se cita la normativa de obligatoriedad (Real Decreto) y la de recomendado cumplimiento (Normas UNE que no han sido aplicadas al territorio español mediante Real Decreto):

Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, desde la captación de la misma hasta el punto de consumo.

UNE-EN 545:2011, se establecen las normas en cuanto a tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.

UNE-EN 681-1: Juntas elastómeras. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones agua y en drenaje.

UNE EN 1092-2: Bridas y sus uniones. Parte 2: Bridas de Fundición.

UNE EN ISO 9001: Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos para el aseguramiento de la calidad en producción y comercialización.

UNE EN ISO 14001: Sistemas de Gestión Ambiental: Requisitos con orientación para su uso.

R.D.140/2003: Productos de construcción en contacto agua de consumo humano.

Además, deberemos asegurarnos de la posible existencia de normativa de carácter local o regional.

4. SOLUCIONES ALTERNATIVAS

A la hora de empezar con el diseño de nuestra instalación, se nos plantean varias posibilidades que tendremos que barajar para obtener la mejor solución. A continuación, se enumeran las más importantes:

- Tuberías: de hormigón armado o metálicas
- Red: enterrada o sobre la superficie del terreno
- Grupos de bombeo: tipo de bomba, número de grupos a instalar y ubicación en la red
- Depósitos: por debajo del nivel del suelo (tipo embalse), sobre la superficie del terreno, geometría y dimensiones
- Sistemas de protección, regulación y purgado: tipo calderines, tipo de válvulas en cada tramo de la instalación, ventosas...

La primera opción importante planteada en cuanto al trazado de la red, ha sido instalar una red de abastecimiento con una única tubería principal que suba hasta la cota de cada depósito donde habría un pequeño tramo de conexión hasta el mismo, siguiendo la tubería principal hasta la cota del depósito siguiente y de igual manera con el tercero. Esta opción ha sido desechada por las grandes depresiones que se pueden llegar a producir en algunos tramos de la red. Por tanto, adoptamos como solución, una red principal de la cual surge un tramo de menor diámetro (derivación) que llega hasta la cota del depósito, evitando así en gran medida las presiones negativas en la tubería principal y el posible colapso de la tubería. De igual manera se procederá con el segundo depósito, al cual llegará una derivación de la tubería principal. Y, por último, al tercer depósito llegará la tubería principal ya que es el final del recorrido de la red.

4.1 Solución adoptada

Teniendo en cuenta todo lo mencionado anteriormente, como solución general, vamos a optar por una red con la tubería principal enterrada a poca profundidad sobre el terreno para evitar el acceso a ella por civiles y minimizar el impacto visual y ambiental; las derivaciones a cada depósito se instalarán sobre la superficie del terreno debido a que de esta forma será más fácil la instalación de todos los componentes necesarios, regulación y conexión al depósito.

El material de las tuberías será fundición dúctil, debido a que pueden darse presiones elevadas en la red.

Se instalarán válvulas de seccionamiento en el inicio y final de cada tramo de tubería, además de válvulas de retención, sostenedoras y reductoras de presión para controlar el nivel de llenado de los depósitos.

Los grupos de bombeo se ubicarán en la salida de la planta potabilizadora para evitar presiones negativas y se dispondrá de tantos en paralelo como sean necesarios para suministrar el caudal demandado por la población.

Los depósitos se construirán sobre la superficie y serán de geometría cilíndrica y de hormigón armado para garantizar su resistencia y durabilidad a largo plazo, además, tendrán un rebosadero para evitar llenados en exceso.

Se instalarán ventosas en los picos más elevados que formen dos tramos de tubería con distinta dirección, ya que estas son zonas donde se acumula el aire, para poder extraerlo con facilidad.

Para finalizar, se deberá garantizar la protección de la red mediante la instalación de calderines con vejiga contruidos en acero galvanizado (para evitar la corrosión excesiva) ya que estos

son menos invasivos con la calidad del agua potable ya que el agua no se mezcla con ningún tipo de gas.

5. DISEÑO

En este apartado se expondrán los procedimientos y cálculos seguidos para realizar el dimensionado de nuestra red. Partiendo de un predimensionado inicial que se detallará a continuación.

5.1 Predimensionado

En el momento de comenzar con el predimensionado uno de los datos más importantes es el trazado de la red. En nuestro caso hemos usado los datos de predimensionado de un proyecto del departamento, que no llegó a realizarse, válidos para dar sentido a este proyecto ilustrativo, *nótese por ello que las poblaciones que aparecerán en las capturas no son de España.*

En primer lugar, partimos de la idea de una población de 438400 habitantes, cuya planta potabilizadora de suministro se encuentra a unos 40 Km de distancia de la población.

A partir de esta idea, separamos la tubería principal en 3 tramos (se cuenta cada tramo como el recorrido de tubería principal hasta el punto donde la tubería se divide en el tramo siguiente de principal y la derivación hasta el depósito correspondiente):

- Primer tramo: 31 Km aprox.
- Segundo tramo: 3 Km aprox.
- Tercer tramo: 6 Km aprox.
- Primera derivación: 7 Km aprox.
- Segunda derivación: 5 Km aprox.

En cuanto a los diámetros (interiores):

- Primer tramo: 1200 mm aprox.
- Segundo tramo: 1000 mm aprox.
- Tercer tramo: 1000 mm aprox.

Los diámetros de las derivaciones serán calculados en el dimensionado de la instalación a partir de los caudales que trasieguen.

El caudal inicial que deberán impulsar las bombas se fija inicialmente en 1600 l/s, de los cuales 500 l/s irán dirigidos al primer depósito, 600 l/s al segundo y 500 l/s al tercero.

El nivel de agua en los depósitos se fijará en 5 metros y sus diámetros serán calculados posteriormente, atribuyendo a cada uno un determinado número de población a cubrir y un determinado margen de seguridad para que siga el abastecimiento en caso de que se interrumpa el bombeo.

De igual manera, el sistema de protección y regulación se calculará posteriormente a los primeros cálculos de dimensionado.

Como ya se mencionó, vamos a usar Google Earth para intentar obtener los perfiles de altitud.

Una vez situados en la zona geográfica elegida, marcaremos con la herramienta “ruta” las líneas por donde queremos que discurra nuestra instalación (Figura 2).

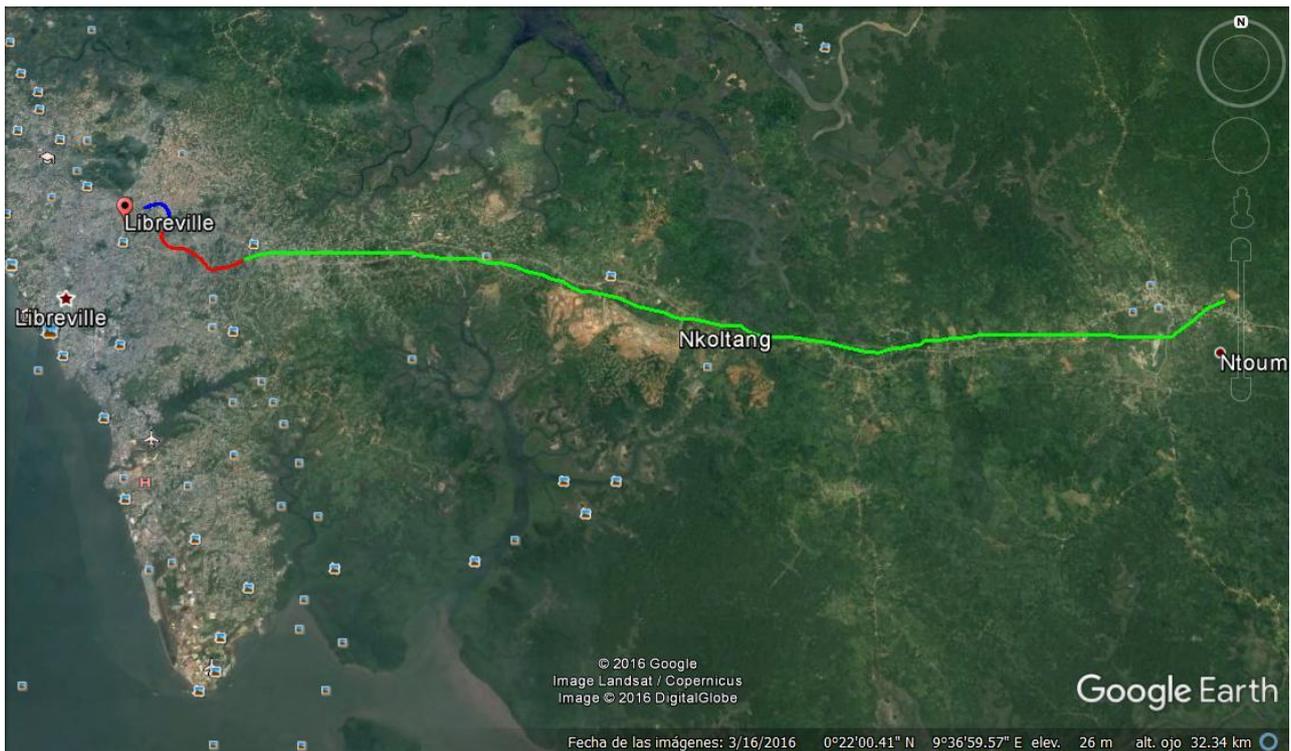


Figura 2. Ejemplo de ruta.

Con clic derecho de ratón podremos marcar “ver perfil de elevación”. Se nos mostrará una ventana en la parte inferior con el perfil de elevación de la ruta (Figura 3).

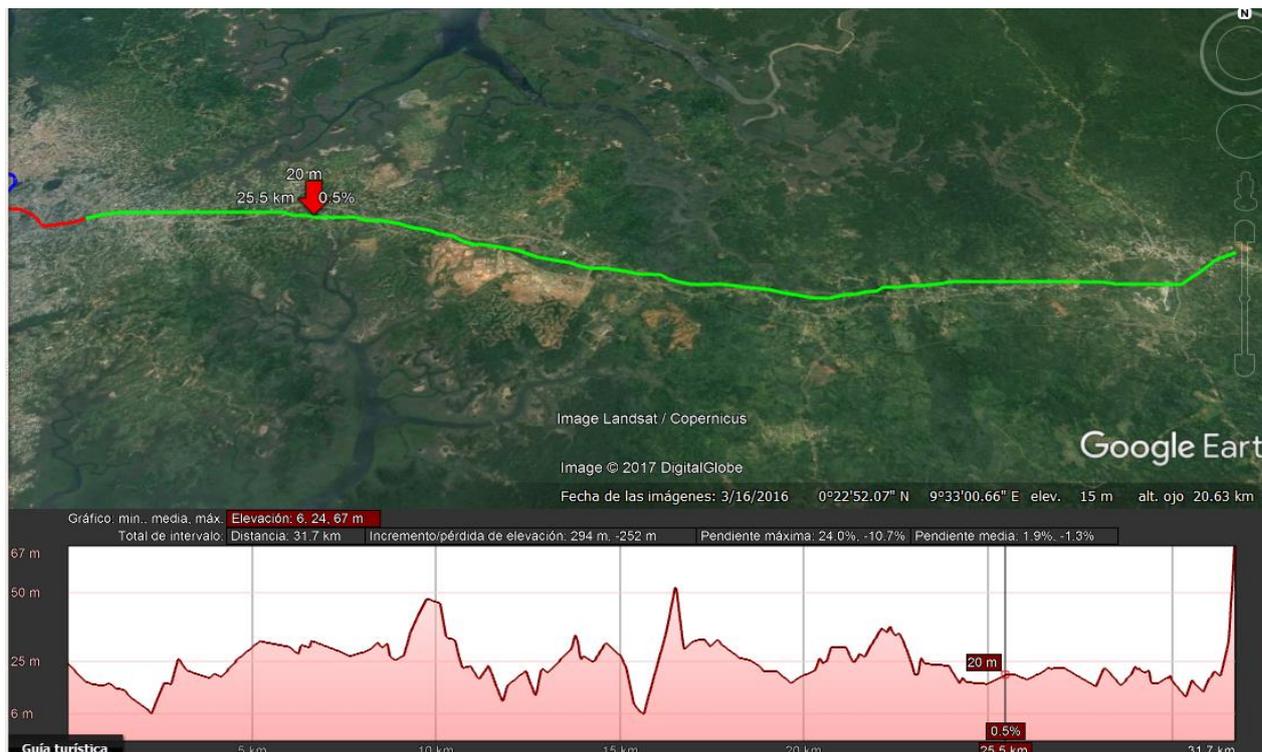


Figura 3. Ejemplo de perfil de elevación.

En la imagen anterior se aprecia el perfil de elevación del primer tramo de tubería principal.

Una vez guardado el trazado, se procede a la conversión de archivo con el software TCX Converter (Figura 4), el cual nos permite obtener un archivo “.csv” que podremos transformar en columnas en una hoja de cálculo, obteniendo así la altitud del trazado, que era exactamente lo que buscábamos.

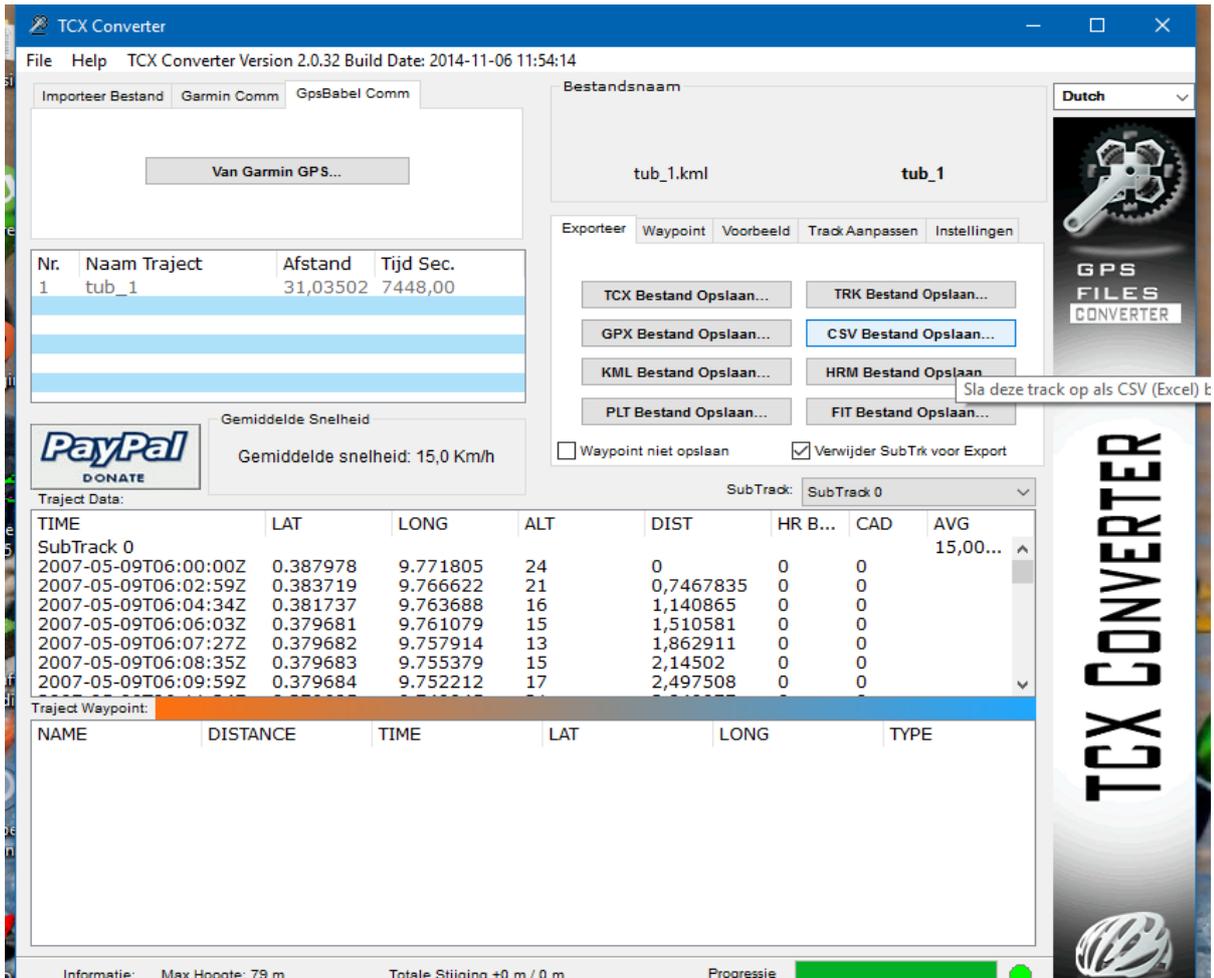


Figura 4. Interfaz software TCX Converter.

La imagen superior muestra la interfaz del programa TCX Converter y el proceso de obtención de la tubería 1.

Una vez obtenidos el perfil de la red, ja podemos representarla.

Hay que comentar, que, debido a la dificultad de conseguir los datos exactos mediante este método, se han modificado a mano para ajustar mejor la instalación (Figuras 5 y 6).

TUB. PRINCIPAL	
ALT	DIST
24	0
16	1
21	2
23	3
39	4
39	5
32	6
30	7
43	8
47	9
20	10
17	11
27	12
26	13
47	14
55	15
35	16
27	17
18	18
19	19
31	20
41	21
28	22
17	23
28	24
34	25
24	26
17	27
23	28
21	29
18	30
22	31
22	32
24	33
27	34
30	35
33	36
40	37
47	38
59	39
73	40

DERIVACIÓN DEP. 1	
ALT	DIST
22	31
24	32
27	33
41	34
52	35
63	36
70	37
79	38

DERIVACIÓN DEP. 2	
ALT	DIST
27	34
32	35
35	36
45	37
57	38
64	39

Figura 5. Tabla de ajuste de las cotas de los distintos tramos de tubería.

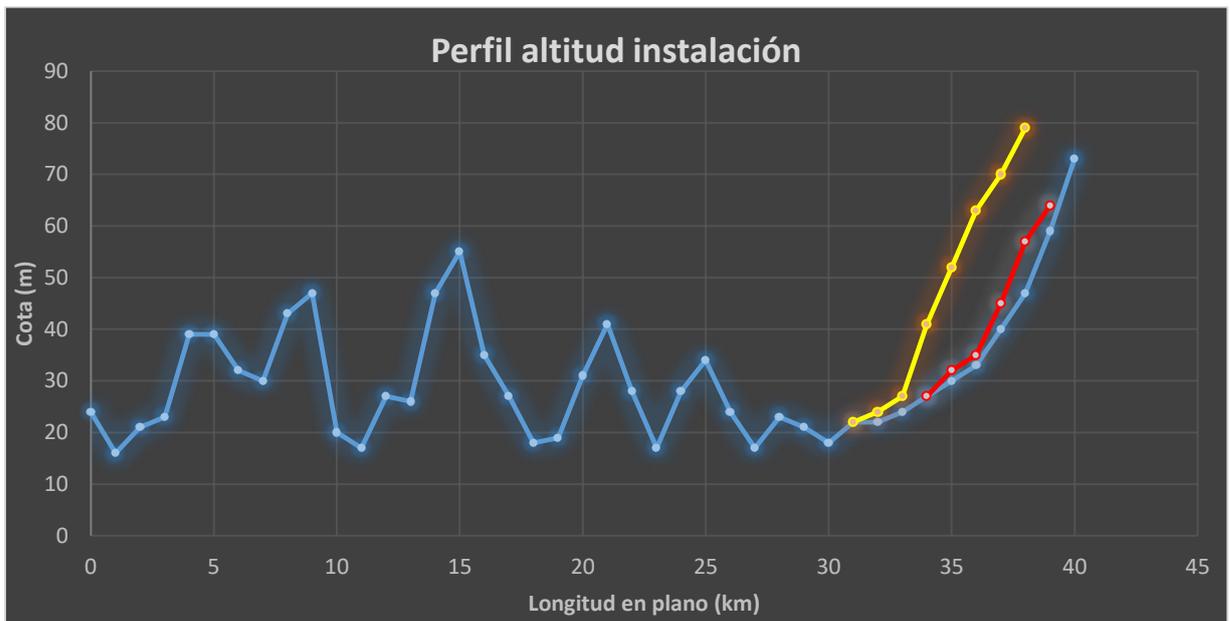


Figura 6. Gráfico del perfil de elevación de toda la instalación.

En azul se representa la tubería principal y el tramo final que llega al depósito 3. En amarillo, la primera derivación hacia el depósito 1 y en rojo la derivación hacia el depósito 2.

5.2 Dimensionado

En este apartado, dividiremos el dimensionado de la instalación en 3 subapartados: dimensionado de la red de tuberías, dimensionado de los depósitos y, por último, diseño del sistema de protección (apartado en el cual nos apoyaremos en el software Allievi).

5.2.1 Red de tuberías

Para el dimensionado de las tuberías, vamos a usar a 3 ecuaciones fundamentales de la mecánica de fluidos.

- Caudal volumétrico.

$$Q = v \cdot A \quad (\text{ec.1})$$

Se expresa como el producto de la velocidad del fluido por el área de la sección que atraviesa.

$$Q = v \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (\text{ec.2})$$

Al ser las tuberías de sección circular, puede expresarse el área de la manera mostrada en la ecuación 2.

- Ecuación de conservación de la masa o ecuación de continuidad.

$$\sum Q_{ent} = \sum Q_{sal} \quad (\text{ec.3})$$

Expresa que la suma de caudales a la entrada y en la salida de un sistema debe ser la misma, considerando que no se produce materia dentro del sistema.

- Ecuación de conservación de la energía o ecuación de Bernoulli.

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_{12} \quad (\text{ec.4})$$

Se expresa la conservación de energía entre dos puntos cualquiera del sistema, considerando las pérdidas por fricción. En nuestro caso usaremos la siguiente, ya que contiene el término de energía suministrada por la bomba:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + H_b = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_{12} \quad (\text{ec.5})$$

Los términos de la ecuación vienen expresados en metros de columna de agua.

Debemos remarcar, que el término de pérdidas h_{12} está compuesto por dos términos, el término de pérdidas por fricción y el término de pérdidas locales, que se producen en válvulas, codos y demás elementos de conexión y regulación.

$$h_{12} = h_{fricción} + h_{locales} \quad (\text{ec.6})$$

Para simplificar el cálculo, en vez de calcular todas las pérdidas locales por separado, lo que haremos será mayorar la longitud del tramo de tubería en un 20%, resultando así las

pérdidas totales como las pérdidas de fricción calculadas para una tubería un 20% más larga, hipótesis totalmente válida ya que las pérdidas por fricción suelen ser mayores a las locales, dotando así además de mayor seguridad a nuestra instalación.

Con estos términos, ya podemos empezar a dimensionar las tuberías, fijando la velocidad del fluido y puesto que hemos supuesto los caudales en cada tramo, podemos despejar el diámetro de la ecuación 2.

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{v\pi}} \quad (\text{ec.7})$$

En nuestro caso, empezamos fijando la velocidad en 1 m/s y vamos aumentándola en función de los diámetros que vamos obteniendo, hasta un valor razonable. Una vez obtenido el diámetro interior de la tubería, se procede a seleccionar un diámetro comercial inmediatamente superior al obtenido. En nuestro caso hemos elegido un diámetro del catálogo de PAM Saint-Gobain, cuyos diámetros interiores oscilan entre los 700 y 2000 mm.

Una vez obtenidos los diámetros comerciales, se recalcula la velocidad real, comprobando que no pase de los 1,75 m/s (valor fijado en nuestro caso dado las grandes dimensiones de la instalación), despejando nuevamente la ecuación 2.

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad (\text{ec.8})$$

Para no repetir los cálculos, hacemos uso de una hoja de cálculo que simplificará en gran medida nuestra tarea (Figura 7).

v=	1,75 m/s
----	----------

	Qdis (l/s)	Dteórico (mm)	DN(mm)	Dint(mm)	Vreal(m/s)	CUMPLEN
tub1	1600	1078,937	1100,000	1155,000	1,527	SI
tub_dep1	500	603,144	700,000	741,000	1,159	SI
tub2	1100	894,607	900,000	948,000	1,558	SI
tub_dep2	600	660,711	700,000	741,000	1,391	SI
tub3	500	603,144	700,000	741,000	1,159	SI

Figura 7. Tabla de dimensionado de diámetros.

5.2.2 Estación de bombeo

Continuando con el dimensionado, nos centraremos ahora en la estación de bombeo. Necesitamos conocer además de las cotas, las pérdidas de carga que se producen en cada tramo de tubería y la presión que necesitamos garantizar a la entrada de cada depósito (en nuestro caso 5 mca).

Para realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo, usaremos la expresión de Darcy-Weisbach, que se cita a continuación.

$$h_f = \frac{8fLQ^2}{\pi^2 g D^5} \quad (\text{ec.9})$$

De la expresión anterior, conocemos todos los datos menos el factor de fricción “f”, el cual depende del número de Reynolds “Re” y de la rugosidad relativa “ ϵ_r ”.

Se calcula el número de Reynolds de la manera siguiente:

$$Re = \frac{vD}{\nu} = \frac{4Q}{\pi D\nu} \quad (\text{ec.10})$$

Se calcula la rugosidad relativa de la manera siguiente:

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D} \quad (\text{ec.11})$$

Tomaremos para el valor de “ ε ” 0.1 mm (mínimo recomendado), aunque este valor sea para hormigón armado, ya que es muy superior al de fundición y así dotamos de mayor seguridad la instalación.

Una vez conocidas las expresiones anteriores, solo nos queda sustituir valores en la ecuación de Swamee y Jain (ec.12), que nos permite calcular el factor de fricción sin necesidad de realizar iteraciones.

$$f = \frac{0,25}{\left[\log_{10} \left(\frac{\varepsilon_r}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2} \quad (\text{ec.12})$$

Como en el caso anterior, los cálculos han sido realizados en una hoja de cálculo para simplificar el proceso (Figura 8).

	Qdis (l/s)	Vreal(m/S)	Dint(mm)	ξ (mm)	ξ_r	Re	L(m)	Lmayorada(m)	f	h_fricción (mca)
tub1	1600,0	1,527	1155,00	0,10	0,00009	1355722,552	31001,691	37202,029	0,01297	49,672
tub_dep1	500,0	1,159	741,00	0,10	0,00013	660365,869	7000,290	8400,349	0,01447	11,237
tub2	1100,0	1,558	948,00	0,10	0,00011	1135578,522	3000,006	3600,008	0,01345	6,324
tub_dep2	600,0	1,391	741,00	0,10	0,00013	792439,042	5000,163	6000,196	0,01424	11,380
tub3	500,0	1,159	741,00	0,10	0,00013	660365,869	6000,228	7200,274	0,01447	9,632

Figura 8. Tabla de cálculo de pérdidas.

Una vez obtenidas las pérdidas por fricción, en cada tubería, ya podemos calcular la altura que debe elevar nuestra estación de bombeo. Vamos a tomar como hipótesis, que calculando la altura de bombeo para elevar el agua hasta el primer depósito llegando a este con una presión de 5 mca, es suficiente también para que llegue el agua a los 2 depósitos restantes a presión de 5 mca como mínimo.

Para el cálculo usaremos la ecuación de Bernoulli (ec.5), donde despreciaremos los términos de velocidad por ser despreciables respecto a los otros términos. Usaremos nuevamente la hoja de cálculo (Figura 9).

	Z1 +	P1/γ +	Hbomba	=	Z2 +	P2/γ +	h_pérdidas(mca)
Hasta dep.1	24	2	118,909	=	79	5,000	60,909
Hasta dep.2	27	73,237	0,000	=	64	18,534	17,704
Hasta dep.3	27	66,9131	0,000	=	73	11,281	9,632

Figura 9. Tabla de dimensionado de bombas.

Como se observa, forzamos a que la presión en el primer depósito sea 5 mca y obtenemos una altura de bomba necesaria (Figura 10) de 118,909 mca. Calculando las presiones, a la llegada de los depósitos restantes, observamos también que las presiones son mayores a 5 mca por lo que nuestra hipótesis es válida.

Alt.total bomba =	118,9090	mca
-------------------	----------	-----

Figura 10. Altura de bomba seleccionada.

Debemos instalar pues una estación de bombeo capaz de elevar como mínimo 118,91 mca, con tantas bombas en paralelo como sean necesarias para suministrar los 1600 l/s que requiere la instalación.

Vamos a elegir las bombas del catálogo de Bombas Ideal. Elegiremos bombas de 50 Hz, por ser la frecuencia de red europea.

A continuación, se muestra el gráfico altura-caudal que muestra que zona cubre cada tipo de bomba (Figura 11).

50Hz

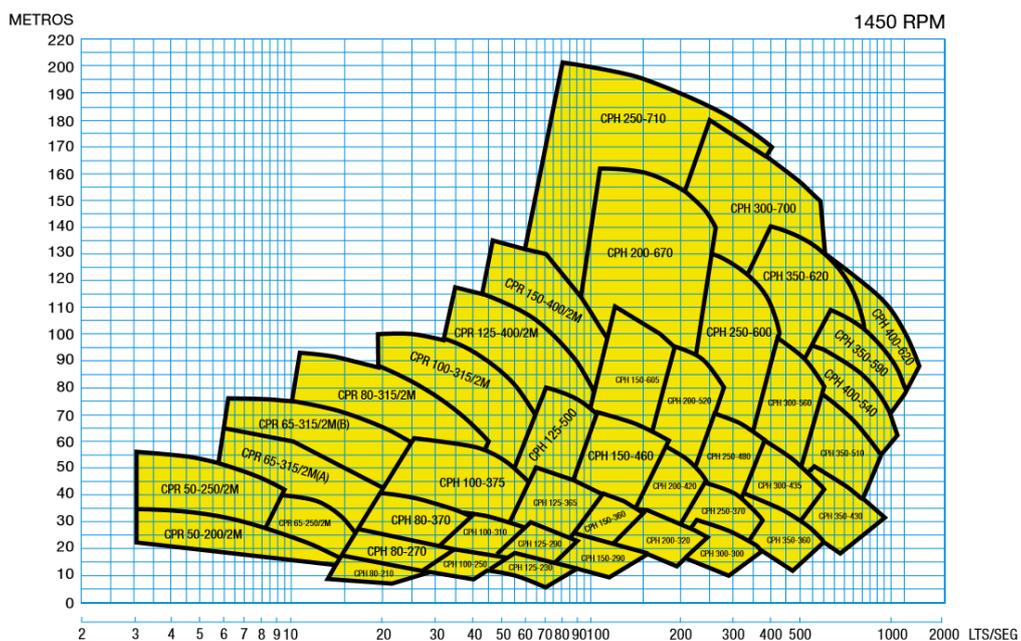


Figura 11. Gráfico Altura-Caudal de las bombas del catálogo.

En nuestro caso, seleccionamos el grupo CPH 250-600 (Figura 12), el cual presenta el gráfico siguiente:

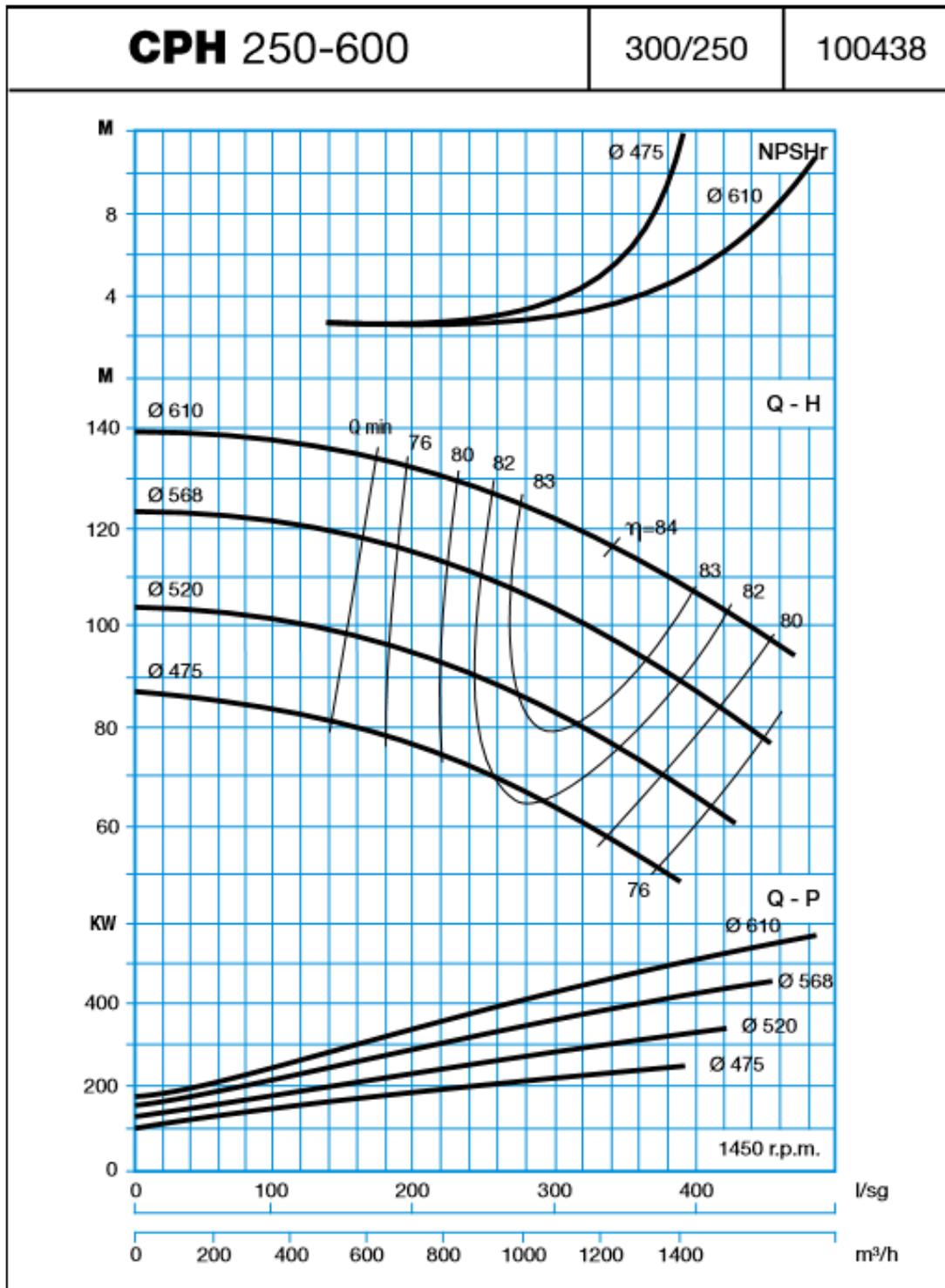


Figura 12. Gráfico Altura-Caudal de la bomba seleccionada.

Seleccionaremos el rodete de ϕ 610, el cual entrando en el gráfico con unos 119 mca nos resulta un caudal aproximado de 340 l/s (Figura 13).

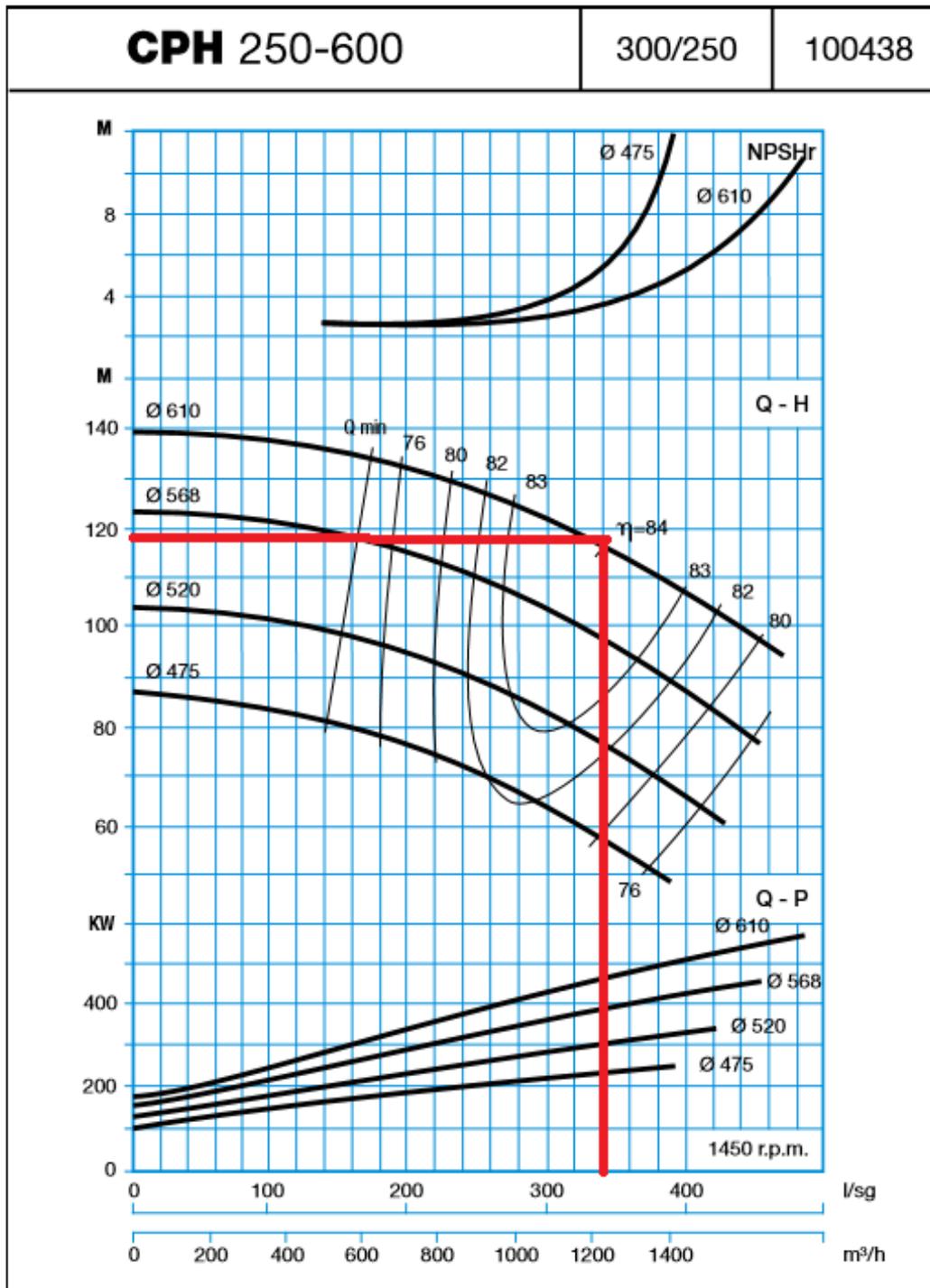


Figura 13. Rodete seleccionado para la bomba elegida.

Por tanto, instalaremos 5 de estas bombas en paralelo, cuya suma total de caudales ascenderá a 1700 l/s. Además, para garantizar la seguridad de la estación, instalaremos 2 bombas más en paralelo, que se mantendrán a la espera apagadas por si se produce alguna

rotura en alguna de las otras 5 bombas, con lo cual instalaremos 7 bombas en paralelo, 5 en funcionamiento y 2 de reserva.

5.2.3 Depósitos

A la hora de dimensionar los depósitos, el parámetro más importante a tener en cuenta, es el consumo por habitante y día de la población que se quiere abastecer. En nuestro caso, en España, la media de consumos en ciudad se sitúa alrededor de los 137 litros por habitante y día, pero en este valor no están contados los posibles volúmenes perdidos por fugas, consumos extraordinarios, industrias.... Por tanto, tomaremos como consumo medio por habitante y día unos 250 litros, para tener un abastecimiento asegurado bajo cualquier situación.

En primer lugar, sabiendo que nuestra población es de cerca de 438400 habitantes, calcularemos el volumen diario que necesitamos abastecer.

En segundo lugar, haremos un reparto de los volúmenes a abastecer entre los diferentes depósitos. En nuestro caso, elegimos que el primer depósito y el tercero se encarguen de abastecer el mismo volumen, mientras que el segundo se encargará de un volumen algo superior.

Una vez realizado el reparto de volúmenes a abastecer, podemos calcular el caudal medio de salida (de abastecimiento) de cada depósito, realizando una simple conversión de unidades para obtener el caudal en l/s.

Llegados a este punto, ya podemos calcular las dimensiones de los depósitos. Se calcularán las dimensiones para la hipótesis de que

haya una parada fortuita de bombeo durante 6 horas, con los depósitos totalmente llenos inicialmente. Por lo que multiplicamos el caudal medio de abastecimiento de cada uno por 6 horas, obteniendo así el volumen que debe tener cada depósito.

Lo único que nos queda por hacer, es calcular el diámetro de cada uno, fijando el nivel de llenado en 5 metros y despejando el diámetro de la expresión del volumen para un cuerpo cilíndrico.

Finalmente, redondeamos el diámetro obtenido y recalculamos el volumen real de cada depósito.

A continuación, se expone la hoja de cálculo usada para el dimensionado de los depósitos (Figura 14).

CONSUMOS

Habitantes =	438400
Consumo med. Persona(l) =	250

Vol. Diario=	109600	(m ³)
--------------	--------	-------------------

Haremos un reparto del volumen entre los 3 puntos de consumo

Dep1=	34800	(m ³)
Dep2=	40000	(m ³)
Dep3=	34800	(m ³)

DEPÓSITO 1 y 3

Cálculo caudal medio

Qmed=	402,777778	l/s
-------	------------	-----

Para 6 horas de abastecimiento sin bombeo

Volumen=	8700	(m ³)
----------	------	-------------------

Si fijamos la altura del deposito

z=	5	(m)
----	---	-----

Calculamos diámetro necesario del depósito

D=	47,068	(m)
----	--------	-----

Tomaremos un diámetro de 50 metros

D=	50	(m)
----	----	-----

V=	9817,47704	(m ³)
----	------------	-------------------

, quedando un volumen de depósito

DEPÓSITO 2

Cálculo caudal medio

Qmed= 462,962963 l/s

Para 6 horas de abastecimiento sin bombeo

Volumen= 10000 (m³)

Si fijamos la altura del deposito

z= 5 (m)

Calculamos diámetro necesario del depósito

D= 50,46 (m)

Tomaremos un diámetro de 55 metros
, quedando un volumen de depósito

D= 55 (m)

V= 11879,1472 (m³)

Figura 14. Tabla de dimensionado de depósitos.

5.2.4 Modulación de consumos

Conociendo los caudales medios que debe suministrar cada depósito, vamos ahora a modular los consumos diarios respecto al tiempo (Figura 15). Para ello, nos hemos basado en las curvas de modulación de la fuente [\[1\]](#).

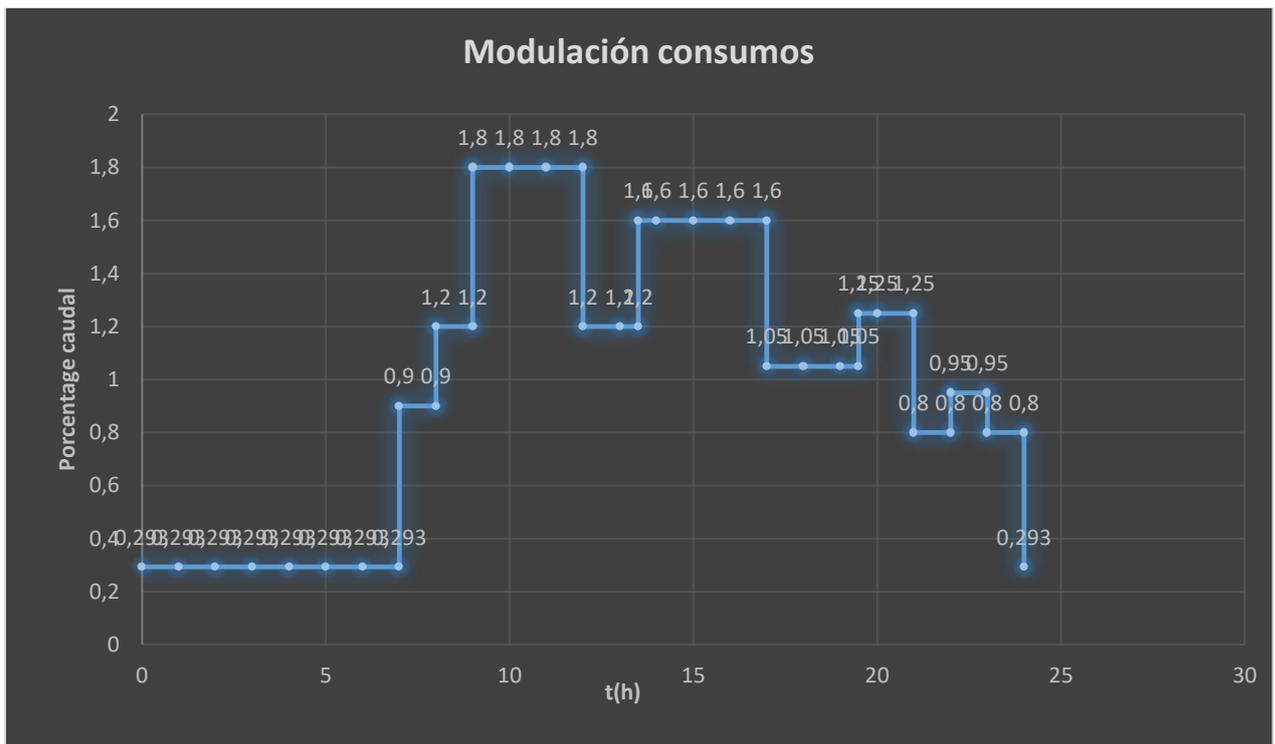


Figura 15. Gráfico de modulación de consumos.

Para calcular la curva de modulación de cada depósito, multiplicamos el porcentaje de caudal en cada caso por el caudal medio de cada depósito, y mantenemos el signo positivo, ya que para el cálculo con Allievi al introducir consumos ya se valoran como caudales de salida.

6. CÁLCULO TRANSITORIOS HIDRÁULICOS

Como ya se ha mencionado anteriormente, para este apartado vamos a hacer uso del software Allievi.

En primer lugar, debemos introducir todos los elementos de nuestra instalación y a continuación insertar los valores de todos los parámetros característicos que requiere el software para poder realizar el cálculo correctamente.

Una vez realizado lo anterior, nos dispondremos a realizar el cálculo en régimen permanente para obtener los resultados y comprobar que todo funciona según lo previsto. Posteriormente, pasaremos a realizar el cálculo en régimen transitorio, realizando tantas simulaciones como sean necesarias para experimentar todas las hipótesis que queramos comprobar.

Finalmente introduciremos los calderines que creamos oportunos y comprobaremos el correcto funcionamiento de la instalación.

6.1 Modelado e inserción de parámetros

En nuestro caso, el modelado de la instalación resulta el de la Figura 16.

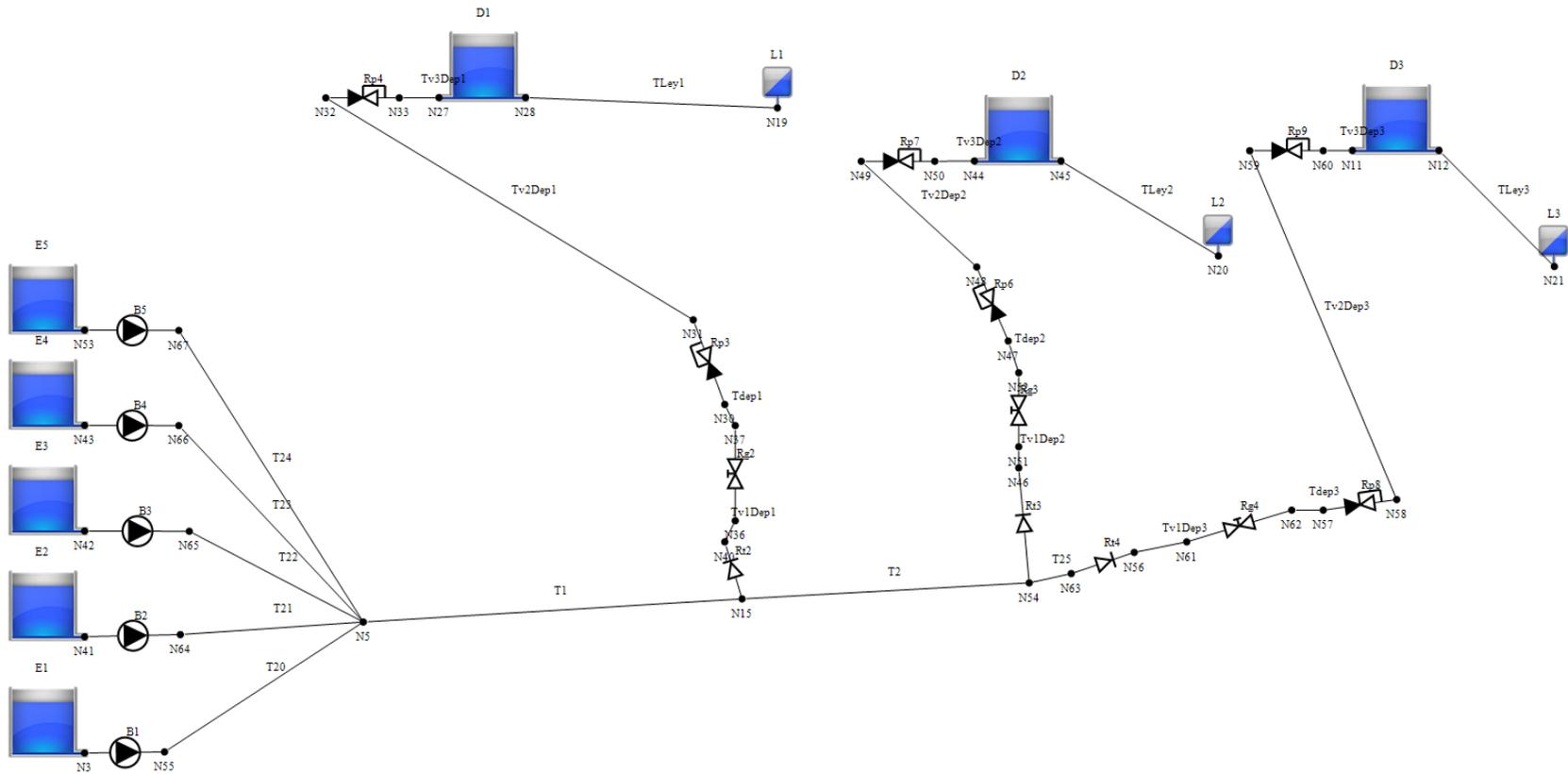


Figura 16. Modelado de la instalación con Allievi.

Se muestran las tuberías (principales, derivaciones y tramos de conexión), depósitos (embalse en el caso de la estación de bombeo), leyes de consumo de cada depósito y válvulas de regulación (de corte, reductoras y sostenedoras de presión) y retención en cada ramal.

Se han dibujado las bombas por separado debido a que de este modo podemos actuar de manera independiente sobre cada una de ellas.

6.1.1 Tuberías

A continuación, se han ido introduciendo todos los parámetros característicos de cada elemento, mediante los cuadros de parámetros de Allievi (Figura 17).

	Tuberías - Datos básicos										Pérdidas		Caudal nulo		
	Nombre	Ni	Zi (m)	Nf	Zf (m)	Dint (mm)	L (m)	e (mm)	a (m/s)	Perfil	Rug (mm)	k	Qin=0	H Imp	
	T2	N15	22	N54	27	948	3000,006	12,3	1021,9559	Calc.	-^Λ-/-	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	TLey1	N28	79	N19	79	741	51,5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	TLey2	N45	64	N20	64	741	51,5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	TLey3	N12	73	N21	73	741	51,5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	Tdep1	N30	22	N37	22	741	5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	Tv2Dep1	N31	22	N32	79	741	7000,29	9,9	1029,3024	Calc.	-^Λ-/-	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	Tv3Dep1	N33	79	N27	79	741	5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	Tv1Dep1	N40	22	N36	22	741	5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	Tdep2	N47	27	N52	27	741	5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	Tv2Dep2	N48	27	N49	64	741	5000,163	9,9	1029,3024	Calc.	-^Λ-/-	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	Tv1Dep2	N46	27	N51	27	741	5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	Tv3Dep2	N50	64	N44	64	741	5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	Tdep3	N57	27	N62	27	741	5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	Tv2Dep3	N58	27	N59	73	741	6000,228	9,9	1029,3024	Calc.	-^Λ-/-	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	Tv1Dep3	N56	27	N61	27	741	5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	Tv3Dep3	N60	73	N11	73	741	5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	T25	N54	27	N63	27	741	5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	T20	N55	24	N5	24	741	5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	T21	N64	24	N5	24	741	5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	T22	N65	24	N5	24	741	5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	T23	N66	24	N5	24	741	5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	T24	N67	24	N5	24	741	5	9,9	0	Calc.	----	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼
	T1	N5	24	N15	22	1155	31001,69	12,6	912,9175	Calc.	-^Λ-/-	0,1	0,1	<input type="checkbox"/>	▼

Figura 17. Inserción de parámetros en tuberías con Allievi.

Como se aprecia en la imagen superior, se han ido introduciendo todos los parámetros de acuerdo a las características de cada elemento.

Nótese, que las celeridades cuyos valores son 0 corresponden a los tramos de conexión entre elementos. Para el cálculo de las restantes se ha usado el asistente del programa (Figura 18).

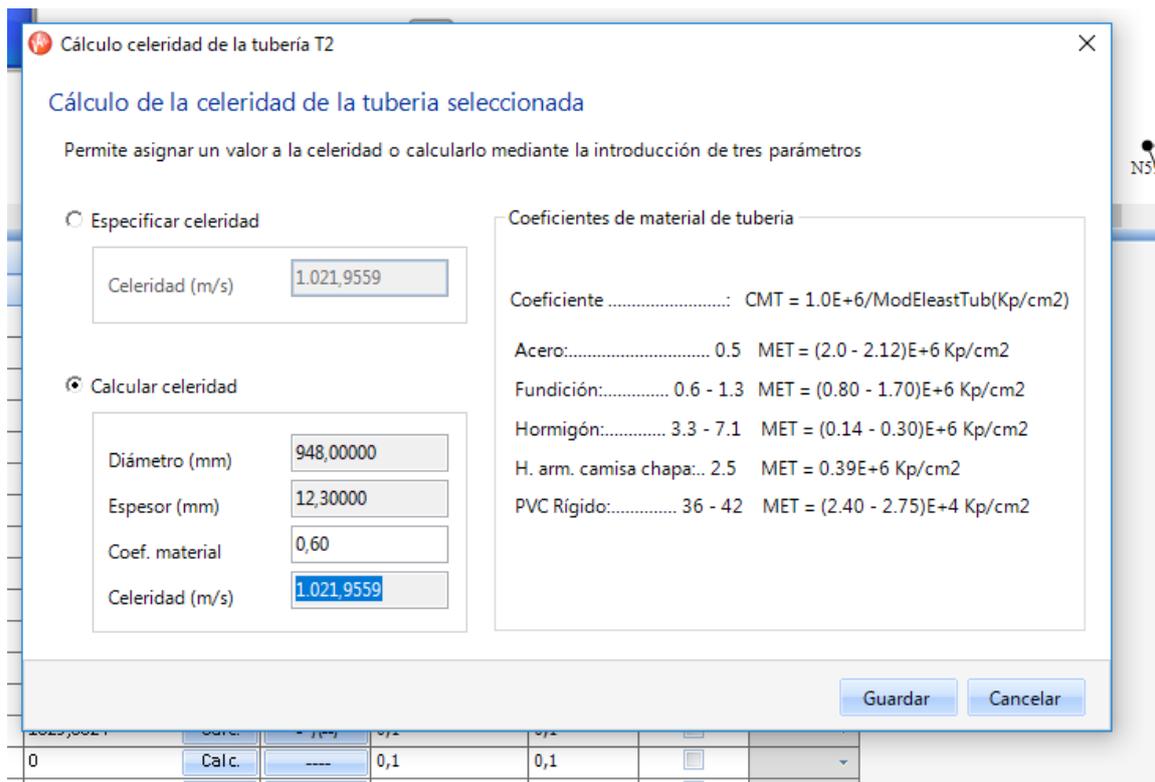


Figura 18. Asistente de cálculo de celeridades del programa.

6.1.2 Leyes de consumo

En cuanto a las leyes de consumos, han sido suavizadas para asemejarse más a la realidad y obtener un mejor cálculo (Figuras 19 y 20).

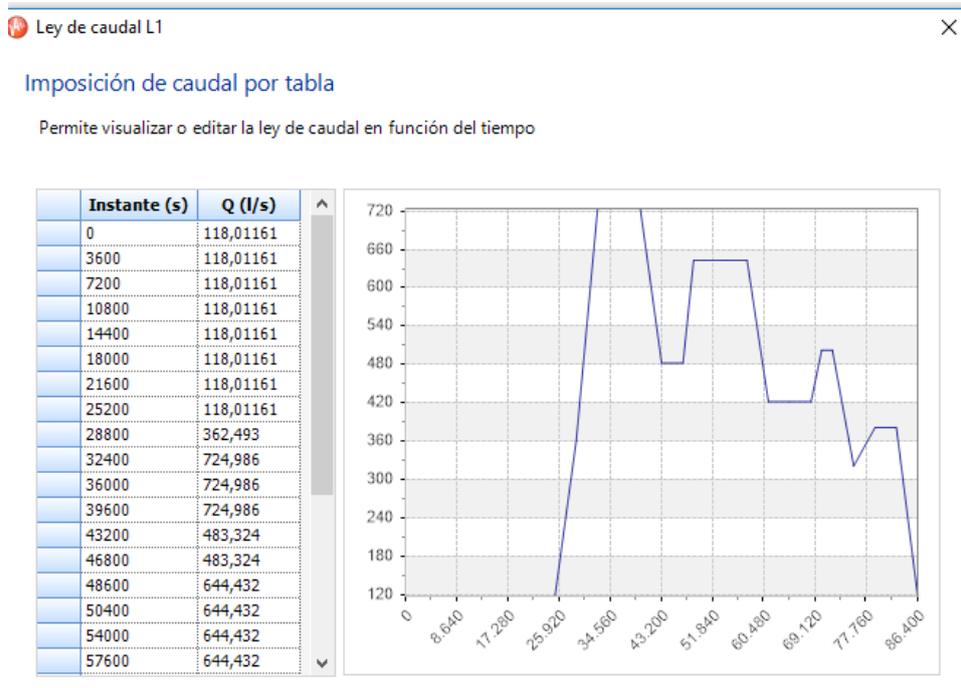


Figura 19. Leyes de consumo 1 Y 3 suavizadas.

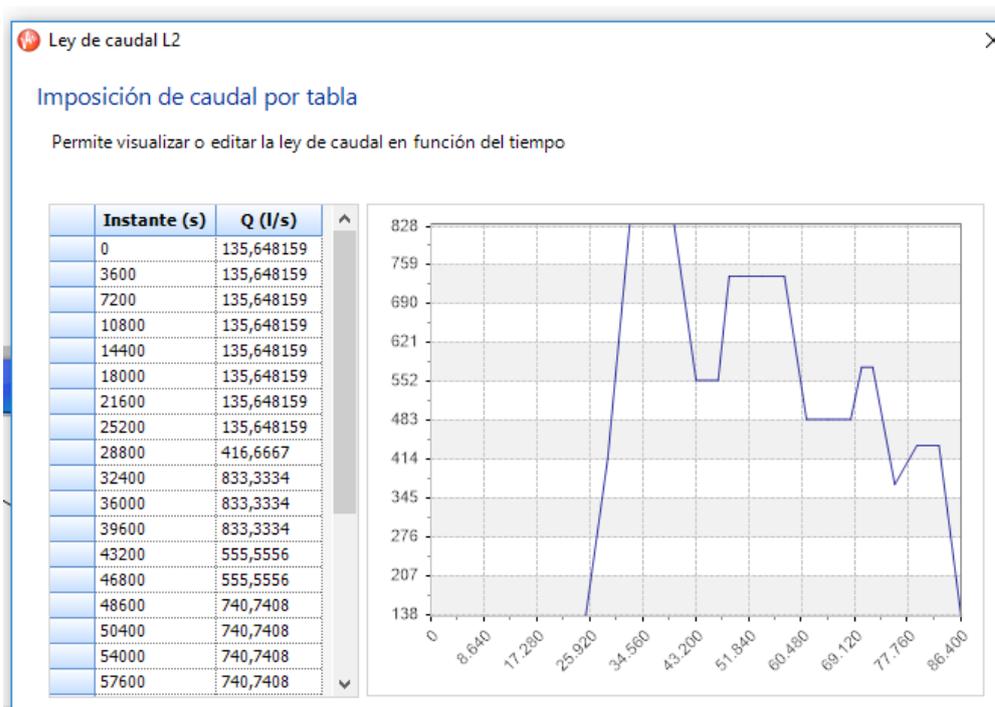


Figura 20. Ley de consumo 2 suavizada.

6.2 Bombas funcionando simultáneamente

Una vez introducidos todos los parámetros de la instalación, nos queda por determinar en qué franja horaria estará en marcha cada bomba. Para ello nos hemos ayudado de la siguiente hoja de cálculo (Figura 21).

Franja horaria(h)	coeficiente	Caudal a elevar (l/s)	Nº teórico Bombas	Nº Bombas	t(s)
de 0-7	0,293	371,676	1,093	1	de 0 a 25200
de 7-9	1,200	1522,222	4,477	5	de 25200 a 32400
de 9-12	1,800	2283,333	6,716	5	de 32400 a 43200
de 12-13,5	1,200	1522,222	4,477	5	de 43200 a 48600
de 13,5-17	1,600	2029,630	5,969	5	de 48600 a 61200
de 17-19,5	1,050	1331,944	3,917	5	de 61200 a 70200
de 19,5-21	1,250	1585,648	4,664	5	de 70200 a 75600
de 21-22	0,800	1014,815	2,985	3	de 75600 a 79200
de 22-23	0,950	1205,093	3,544	3	de 79200 a 82800
de 23-24	0,800	1014,815	2,985	3	de 82800 a 86400

caudal=	1268,518 19
---------	----------------

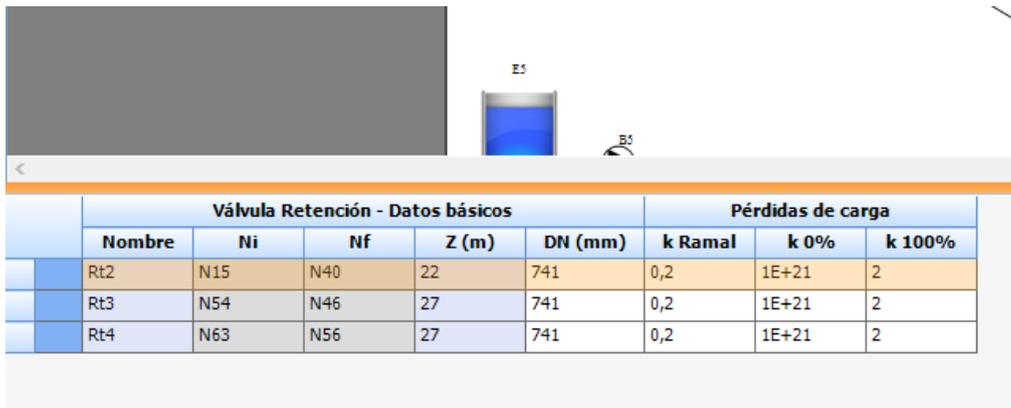
Figura 21. Tabla de franjas horarias de funcionamiento de bombas.

Por tanto, en un primer momento, ponemos en marcha una sola bomba de 0 a 7 horas, de 7 hasta las 21 horas estarán en marcha las 5 bombas y de 21 a 24 horas tendremos 3 bombas en marcha.

6.3 Presiones de tarado y regulación de válvulas

6.3.1 Válvulas de retención

A continuación, se muestran los parámetros de regulación de las diferentes válvulas. Comenzaremos por los parámetros de las válvulas de retención (Figura 22), las cuales nos servirán para evitar el vaciado de unos depósitos sobre otros cuando se paren las bombas y para evitar retornos de agua en general.



Válvula Retención - Datos básicos						Pérdidas de carga		
Nombre	Ni	Nf	Z (m)	DN (mm)	k Ramal	k 0%	k 100%	
Rt2	N15	N40	22	741	0,2	1E+21	2	
Rt3	N54	N46	27	741	0,2	1E+21	2	
Rt4	N63	N56	27	741	0,2	1E+21	2	

Figura 22. Parámetros de regulación de las válvulas de retención.

6.3.2 Válvulas sostenedoras y reductoras

En este apartado, vamos a centrarnos en las válvulas sostenedoras y reductoras de presión. La misión de este tipo de válvulas, es mantener el nivel de agua en los depósitos entre dos valores fijados.

En el caso de las sostenedoras de presión, cerrarán cuando la presión aguas arriba de su ubicación iguale o sea inferior a la presión de tarado de la mismas, manteniendo así la presión necesaria para que se asegure el nivel mínimo en los depósitos. Por el contrario, las válvulas reductoras de presión, cerrarán cuando la presión aguas arriba de su ubicación sea igual o superior a la presión de tarado de las mismas, asegurando de esta manera que no se sobrepase el nivel máximo fijado en los depósitos.

Para continuar con los parámetros de las válvulas, en la imagen inferior (Figura 23) se muestran los parámetros de regulación para las válvulas sostenedoras y reductoras de presión.

Válvula Automática - Datos básicos									Datos de Regulación		
Nombre	Ni	Nf	Zs (m)	DN (mm)	k Ramal	Clase	Tipo	Modelo	Ptar (m)	Qtar (l/s)	Kp
Rp3	N30	N31	22	741	0,2	Sostenedora presión	De diafragma		71,237		3
Rp4	N32	N33	79	741	0,2	Reductora presión	De diafragma		5		3
Rp6	N47	N48	27	741	0,2	Sostenedora presión	De diafragma		51,38		3
Rp7	N49	N50	64	741	0,2	Reductora presión	De diafragma		5		3
Rp8	N57	N58	27	741	0,2	Sostenedora presión	De diafragma		58,632		3
Rp9	N59	N60	73	741	0,2	Reductora presión	De diafragma		5		3

Figura 23. Parámetros iniciales de regulación de las válvulas sostenedoras y reductoras de presión.

Como se observa en la Figura 23, las válvulas Rp3, Rp6 y Rp8 corresponden a las válvulas sostenedoras de presión, cuya presión de tarado se ha calculado aplicando Bernoulli entre la posición donde va ubicada y el nivel en el depósito que se pretende que sea el mínimo (para un primer cálculo optamos por un nivel de 3 metros).

Las válvulas Rp4, Rp7 y Rp9 corresponden a las reductoras de presión, las cuales se taran inicialmente a 5 mca, ya que están situadas al pie del depósito y es este el nivel máximo que se quiere alcanzar.

6.3.3 Válvulas de regulación

Estas válvulas (Figura 24) las hemos ubicado al principio de cada derivación por si en algún momento se produjera un problema y fuera necesario aislar ese tramo de instalación.

Válvula Regulación - Datos básicos									Maniobra	Tablad
Nombre	Ni	Nf	Z (m)	DN (mm)	k Ramal	Tipo	Modelo	Tipo	Tabla	
Rg2	N36	N37	22	741	0,2	Esférica		Tabulada		
Rg3	N51	N52	27	741	0,2	Esférica		Tabulada		
Rg4	N61	N62	27	741	0,2	Esférica		Tabulada		

Figura 24. Parámetros de regulación de las válvulas de regulación.

Por lo mencionado anteriormente, estas válvulas deberán permanecer abiertas en toda la simulación. Su regulación se muestra en la Figura 25.

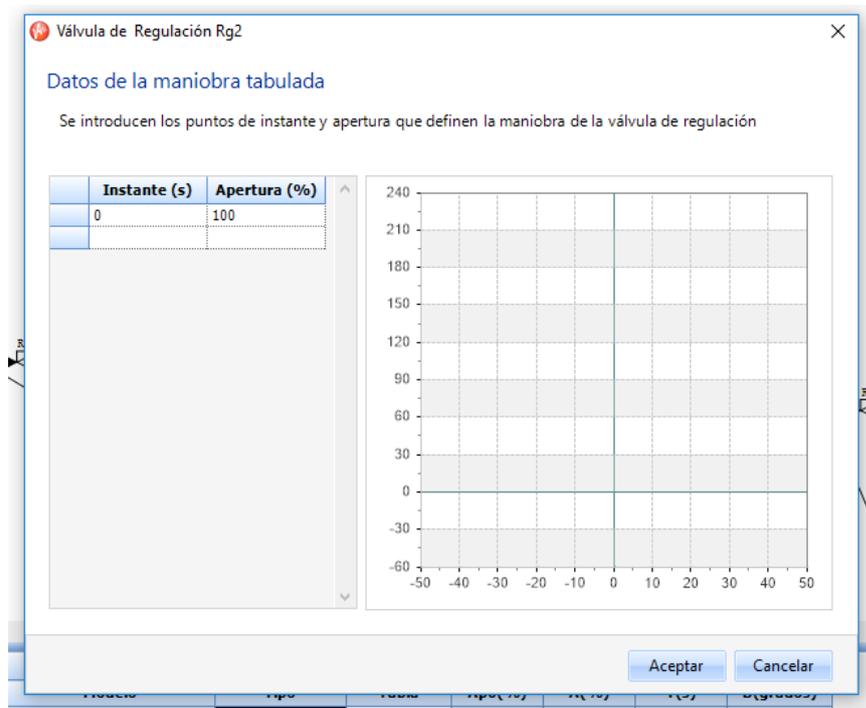


Figura 25. Maniobra de las válvulas de regulación.

6.4 Cálculo régimen permanente

Una vez introducidos todos los parámetros necesarios, ya estamos en situación de calcular el régimen permanente de la instalación.

Para ello vamos a tomar un incremento de tiempo para el cálculo de 0.5 segundos y el intervalo de cálculo va a ser de 24 horas (86400 segundos) para de esta forma poder apreciar cómo se comporta la instalación en el transcurso de un día normal. Todo ello se puede modificar en la pestaña de opciones de proyecto y seguidamente entrando en el apartado de cálculo (Figura 26).

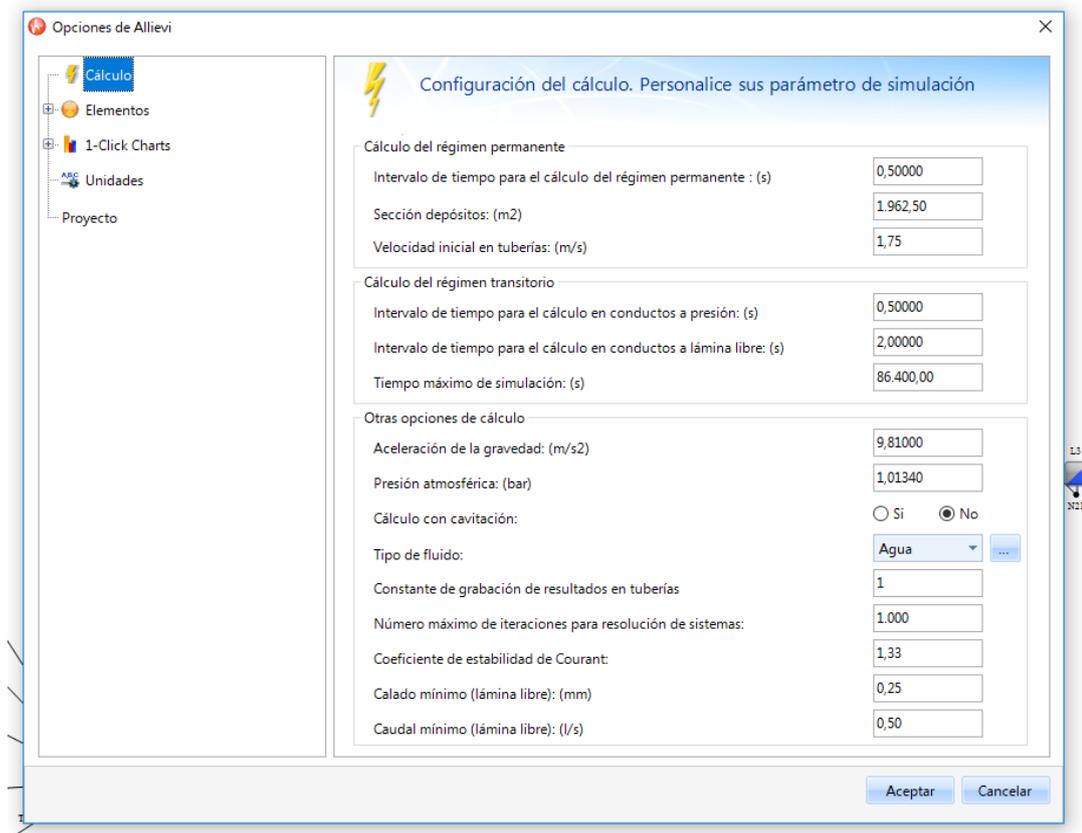


Figura 26. Configuración del cálculo.

Después de fijar los valores anteriores, comenzamos con el cálculo. Una vez finalizado el cálculo del permanente, podemos observar los resultados en la ventana “Mostrar resultados” (Figura 27).

> Iniciando cálculo del régimen permanente
 > Versión módulo cálculo: 10.7.2
 > Directorio: D:\5 bombas_all_results\scene1\scene1
 > Hora Inicio: 17/10/2017 12:17:01
 > Simulación finalizada
 > Hora fin: 17/10/2017 12:17:28

 > Simulación finalizada con EXITO

 > Resumen de incidencias:
 > Finalizado el cálculo del régimen permanente en 146774 iteraciones

Resultados del régimen permanente
 Resultados del régimen permanente. Escenario
 Permite visualizar los resultados del cálculo para el régimen elemento

	Nombre	H(m)	Pr(m)
1	N2_fin	26.00	2.00
2	N3	26.00	2.00
3	N5	140.04	116.04
4	N11	78.00	5.00
5	N12	78.00	5.00
6	N15	137.48	115.48
7	N19	83.99	4.99
8	N19_fin	79.00	0.00
9	N20	68.99	4.99
10	N20_fin	64.00	0.00
11	N21	77.99	4.99
12	N21_fin	73.00	0.00
13	N27	84.00	5.00
14	N28	84.00	5.00
15	N30	137.47	115.47
16	N31	137.46	115.46
17	N32	136.86	57.86
18	N33	84.00	5.00
19	N36	137.47	115.47
20	N37	137.47	115.47
21	N40	137.47	115.47
22	N44	69.00	5.00
23	N45	69.00	5.00
24	N46	137.15	110.15
25	N47	137.14	110.14

Figura 27. Ventana de resultados del régimen permanente.

Se pueden observar, resultados en tuberías, nudos, bombas y válvulas.

6.5 Cálculo régimen transitorio

De igual modo que para el permanente se fijan los intervalos de cálculo y se procede al mismo.

En esta ocasión se nos muestra un asistente de resultados en el que podemos seleccionar de que elemento o elementos de la instalación queremos conocer los resultados y que parámetros del mismo deseamos conocer.

6.6 Primeros resultados

Para analizar el funcionamiento de la instalación, vamos a centrarnos en los resultados de los niveles de agua en los depósitos y el grado de apertura de las válvulas, tanto reductoras y sostenedoras como de retención.

6.6.1 Nivel de agua en los depósitos

El asistente de resultados genera el gráfico de la Figura 28.

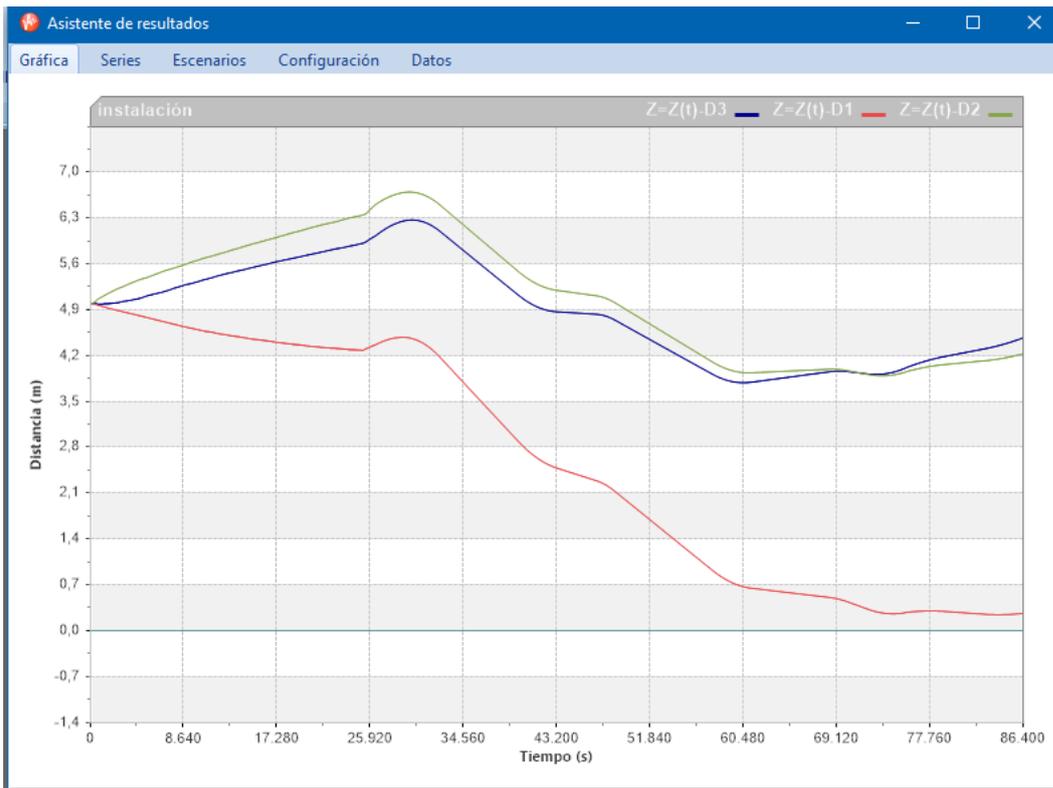


Figura 28. Nivel de agua en los depósitos (primeros resultados).

Como se aprecia en la imagen superior, 2 de los 3 depósitos superan el nivel máximo de 5 metros, por lo que deberemos reducir la presión de tarado en las dos válvulas reductoras correspondientes, para que empiecen a cerrar antes y así se evite que el nivel sobrepase los 5 metros.

De igual forma, uno de los depósitos llega prácticamente a vaciarse, lo que nos lleva a pensar que las válvulas sostenedoras no están logrando su cometido. Por tanto, iremos reduciendo la presión de tarado en las mismas para lograr que no cierren cuando no sea estrictamente necesario, para evitar el vaciado excesivo de los depósitos.

6.6.2 Válvulas sostenedoras

El asistente de resultados genera el gráfico de la Figura 29.

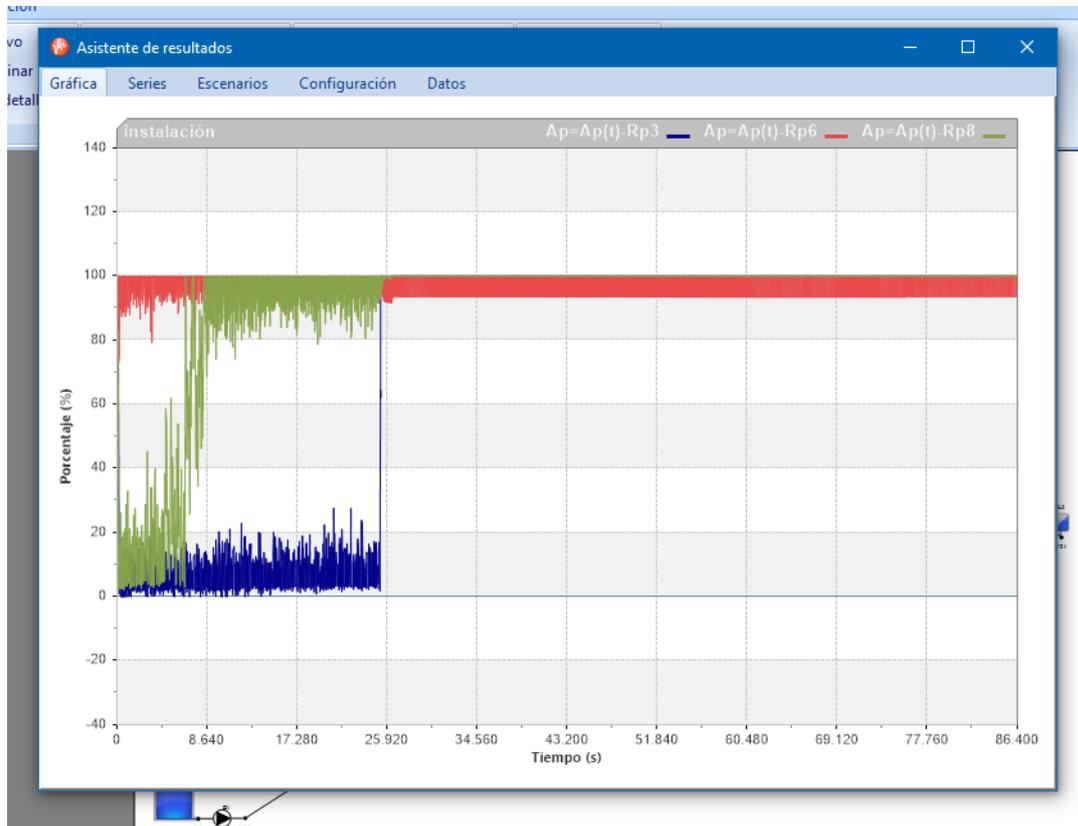


Figura 29. Gráfico de apertura de las válvulas sostenedoras (primeros resultados).

Se aprecia como la apertura de las válvulas oscila en gran medida, debido a las presiones de tarado mencionadas anteriormente y a que el coeficiente de proporcionalidad "Kp" puede no ser el adecuado para generar la respuesta en el sistema. En el caso de la correspondiente a la derivación del depósito 1, permanece prácticamente cerrada durante 7 horas, lo que puede generar problemas de vaciado. En los próximos cálculos se variará Kp y se reducirán las presiones de tarado para mejorar la respuesta del sistema.

6.6.3 Válvulas reductoras

El asistente de resultados genera el gráfico de la Figura 30.



Figura 30. Gráfico de apertura de las válvulas reductoras (primeros resultados).

Se aprecia como en este caso, las oscilaciones en la apertura son aún mucho más pronunciadas, debido a que las válvulas reductoras están constantemente intentando ajustar el nivel, pero dependiendo de las oscilaciones de las sostenedoras, por lo que al depender de las anteriores el descontrol aún es mayor.

La solución adoptada será la misma que en el caso anterior.

6.6.4 Válvulas de retención

El asistente de resultados genera el gráfico de la Figura 31.

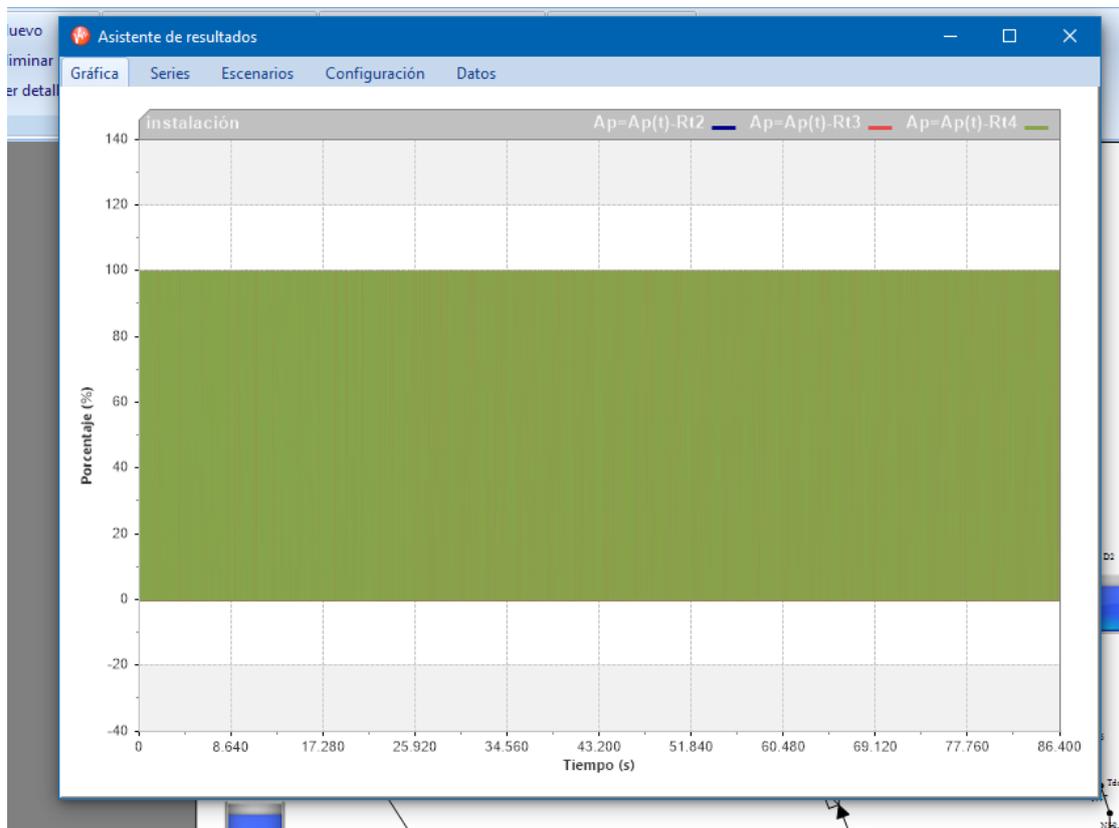


Figura 31. Gráfico de apertura de las válvulas de retención (primeros resultados).

Se aprecia como vuelven a aparecer oscilaciones de gran magnitud en la apertura, debido al motivo de las oscilaciones de las válvulas sostenedoras, por lo que, al ajustar los nuevos valores de las presiones de tarado, estas oscilaciones en las válvulas de retención deberían revertirse.

6.7 Corrección de parámetros y ajuste del sistema

En este apartado, evaluaremos los cambios realizados en los parámetros de control de válvulas y demás, para conseguir un buen funcionamiento de la instalación.

Hay que remarcar, que, para la corrección del sistema, se ha usado una versión de Allievi, la cual permite el control de más parámetros y contiene elementos adicionales.

Se ha optado por sustituir las válvulas reductoras de presión por válvulas de llenado de depósitos en ambos sentidos, ya que las reductoras tienen un cierre demasiado lento y no consiguen ajustar el sistema, produciendo además grandes oscilaciones.

Finalmente, se han tarado las válvulas sostenedoras para que no cierren durante el funcionamiento normal, ya que influyen en el caudal de entrada al depósito y por la gran magnitud de los consumos diarios no podemos permitirnos reducirlo.

6.7.1 Opciones de cálculo

Se ha usado un tiempo de cálculo para el régimen transitorio de 0.25 segundos y se ha realizado una simulación de un día completo (86400 s). En la Figura 32 se muestran estos parámetros.

PROGRAMA ALLIEVI.

Denominación caso de cálculo:

DATOS DEL FLUIDO

Fluido:

Densidad (Kg/m3):

Viscosidad cinemática (m2/s):

Tensión de vapor (bar):

Módulo elastic volum (Kp/cm2):

DATOS GEOGRÁFICOS

Acelerac. de la gravedad (m/s2):

Presión atmosférica (bar):

TIEMPOS DE SIMULACIÓN

Tiempo máximo simulación (s):

INTERVALO TIEMPO DE CÁLCULO

En conductos a presión (s):

PÉRD. CARGA

Fórmula a utilizar:

Darcy

Manning

ESCALA TIEMPOS

DATOS DE NUDOS

Número de nudos:

Nudo	Denominación	Cota
1	N2_fin	24
2	N3	24
3	N5	24
4	N11	73
5	N12	73
6	N15	22
7	N19	79
8	N19_fin	79
9	N20	64
10	N20_fin	64
11	N21	73
12	N21_fin	73
13	N27	79
14	N28	79
15	N30	22
16	N31	22
17	N32	79

CÁLCULO CON CAVITACIÓN

Si No

CÁLC. CON ALTURA CINÉTICA

Si No

Figura 32. Opciones de cálculo (corrección de parámetros).

6.7.2 Arranques y paradas de bombas

Para evitar, sobrepresiones excesivas en el momento de maniobra de las bombas, se han programado los arranques para que la maniobra transcurra durante 30 segundos y en el caso de las paradas hemos optado por 45 segundos de maniobra (Figuras 33 y 34).

PROGRAMA ALLIEVI. Datos de las Estaciones de Bombeo (2/2)

Denominación del cas

EB INICIALMENTE EN MARCHA, Y QUE SE PARAN EN UN DETERM. INSTANTE

Núm. EB inicialmente en marcha Actualizar

EB	Denominación	Instante de parada (s)	¿Se vuelve a arrancar?	Instante de arranque (s)	Tiempo de arranque (s)
1	B1	1E+10	No		
3	B3	1E+10	No		

EB CON IMPOSICIÓN DE VELOCIDAD DE ROTACIÓN

Núm EB con imposición de N Actualizar

EB para impositic N Núm puntos

Punto	Instante (s)	Rotación (% Nrég)
1	25200	0
2	25215	100
3	75600	100
4	75630	0

EB INICIALMENTE PARADAS, Y QUE ARRANCAN EN UN DETERMINADO INSTANTE

Núm. EB inicialmente paradas Actualizar

EB	Denominación	Instante de arranque (s)	Tiempo de arranque (s)	¿Se vuelve a parar?	Instante de parada (s)
----	--------------	--------------------------	------------------------	---------------------	------------------------

VOLVER
VOLVER A DATOS DE ESTAC. BOMB.
GRABAR DATOS DEL PROGRAMA

Figura 33. Maniobras de arranque y parada de bombas 1,2 y 3.

EB CON IMPOSICIÓN DE VELOCIDAD DE ROTACIÓN

Núm EB con imposición de N Actualizar

EB para impositic N Núm puntos

Punto	Instante (s)	Rotación (% Nrég)
1	25320	0
2	25335	100
3	82800	100
4	82830	0

Núm EB con imposición de N Actualizar

EB para impositic N Núm puntos

Punto	Instante (s)	Rotación (% Nrég)
1	25380	0
2	25395	100
3	84600	100
4	84630	0

Figura 34. Maniobras de arranque y parada de bombas 4 y 5.

6.7.3 Válvulas sostenedoras y de llenado de depósitos

En el caso de las sostenedoras, se han tarado para que no cierren en toda la simulación, como se muestra en la Figura 35.

VÁLVULAS SOSTENEDORAS DE PRESIÓN

Cont

ECQ	Denominación	Ramal	Presión tarado (m)	Coefficiente prop. K_p (1/s)
1	Rp3	1	50	0.05
5	Rp6	1	37	0.05
9	Rp8	1	40	0.05

Figura 35. Presión de tarado de las válvulas sostenedoras (corrección de parámetros).

Una vez sustituidas las válvulas reductoras por las de llenado, se ha procedido a la configuración de las mismas para que los niveles de agua en los depósitos se mantengan entre los 3 y 4.8 metros (Figuras 36 y 37).

VÁLVULAS DE LLENADO DE DEPÓSITOS

Cont

ECQ	Denominación	Ramal	Depósito a llenar	Zona a llenar	Sentido de funcionamiento	Tiempo (s) maniobra
2	Rp4	1	D1		Dos sentidos	
6	Rp7	1	D2		Dos sentidos	
10	Rp9	1	D3		Dos sentidos	

LEY DE LLENADO

Estructura Rp4 Cont

Ramal 1 Núm puntos 2

Punto	Cota (m)	Apertura (%)
2	83.8	0
1	83.6	100

GRABAR DATOS DEL PROGRAMA

VOLVER A DATOS ECQ

VOLVER

Figura 36. Válvula de llenado 1.

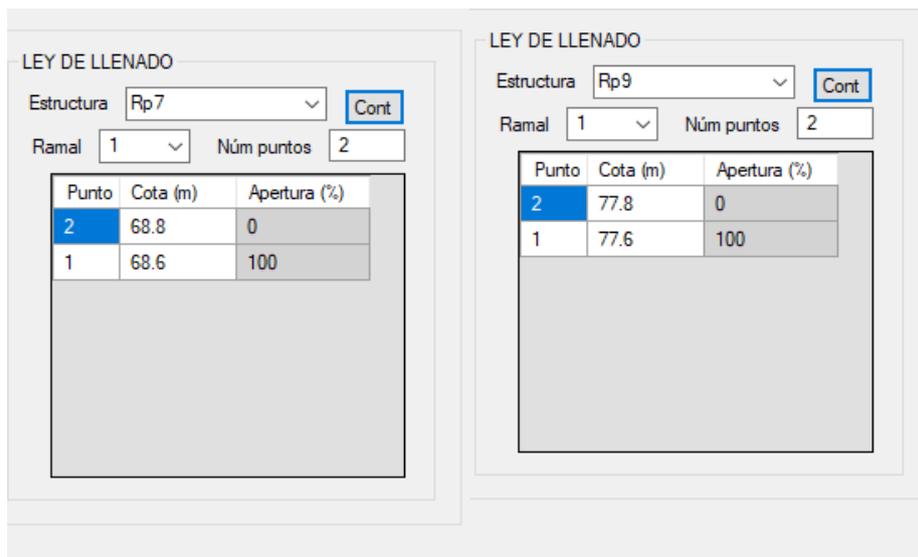


Figura 37. Válvulas de llenado 2 y 3.

6.7.4 Válvulas de retención

Las válvulas de retención se han mantenido como en el caso anterior y se ha ajustado la simulación para que el tiempo de cierre y apertura dure 1 segundo, para evitar sobrepresiones.

6.7.5 Nivel de agua en los depósitos

Los niveles iniciales de agua en los depósitos se han fijado en 4 metros, para intentar aumentarlos al máximo durante la simulación por si se producen paradas de bombas y hay que suministrar durante unos minutos sin bombeo.

6.8 Simulación 24 horas

Se ha realizado la simulación diaria de la instalación con todos los parámetros corregidos, obteniendo una buena respuesta de todos los elementos, a continuación, se muestran las imágenes de los resultados por apartados por apartados.

6.8.1 Nivel de agua en los depósitos

Nótese, que los niveles se mantienen entre los 3 y 4.8 metros, además manteniéndose el nivel por arriba de los 4 metros al final del día (Figuras 38, 39 y 40).

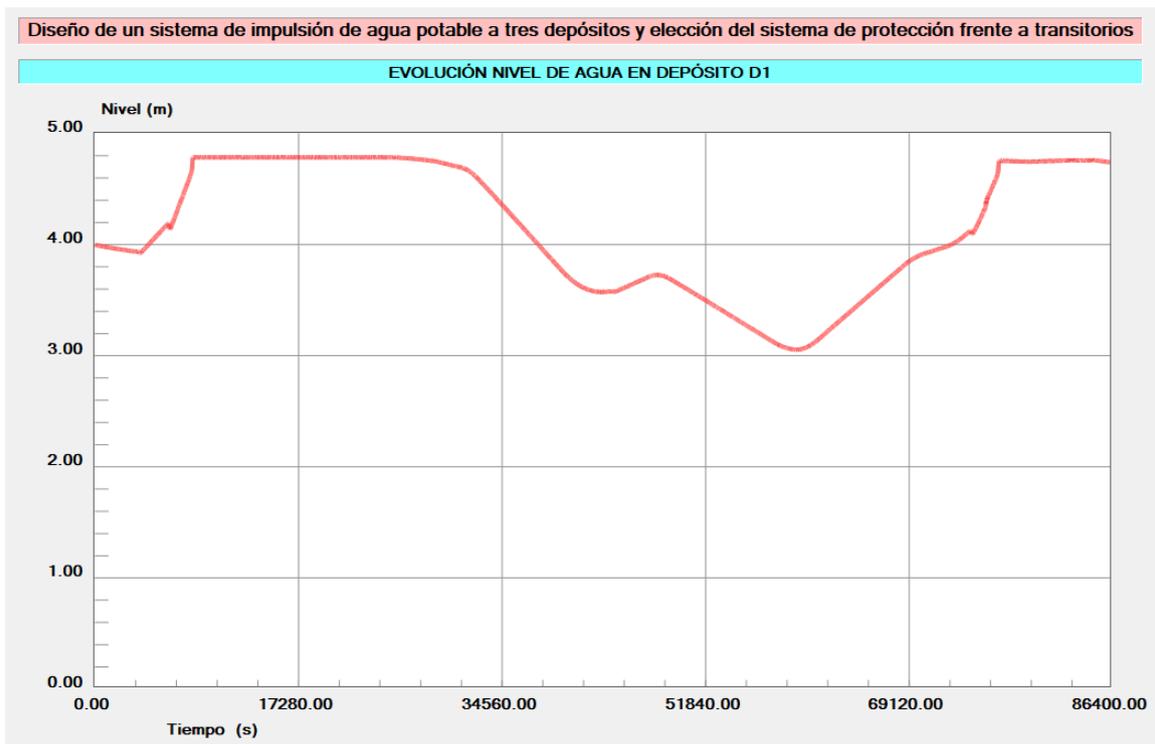


Figura 38. Nivel de agua en el depósito 1 (simulación corregida 24 horas).

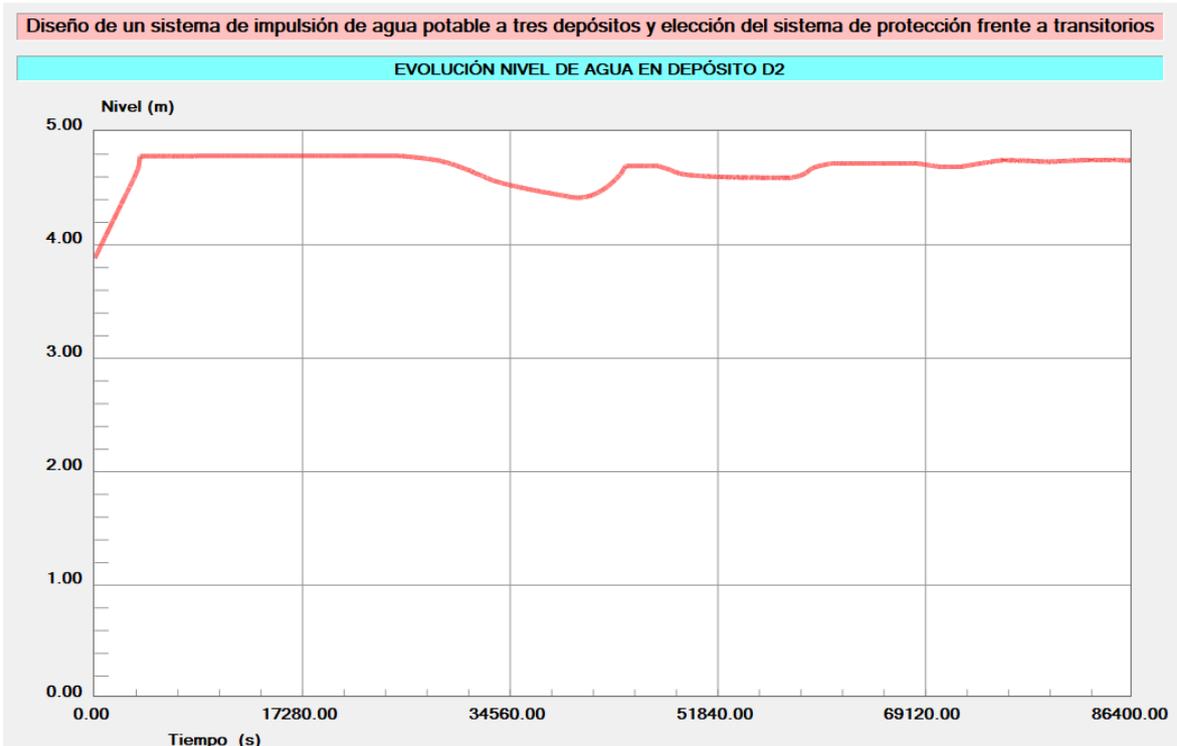


Figura 39. Nivel de agua en el depósito 2 (simulación corregida 24 horas).

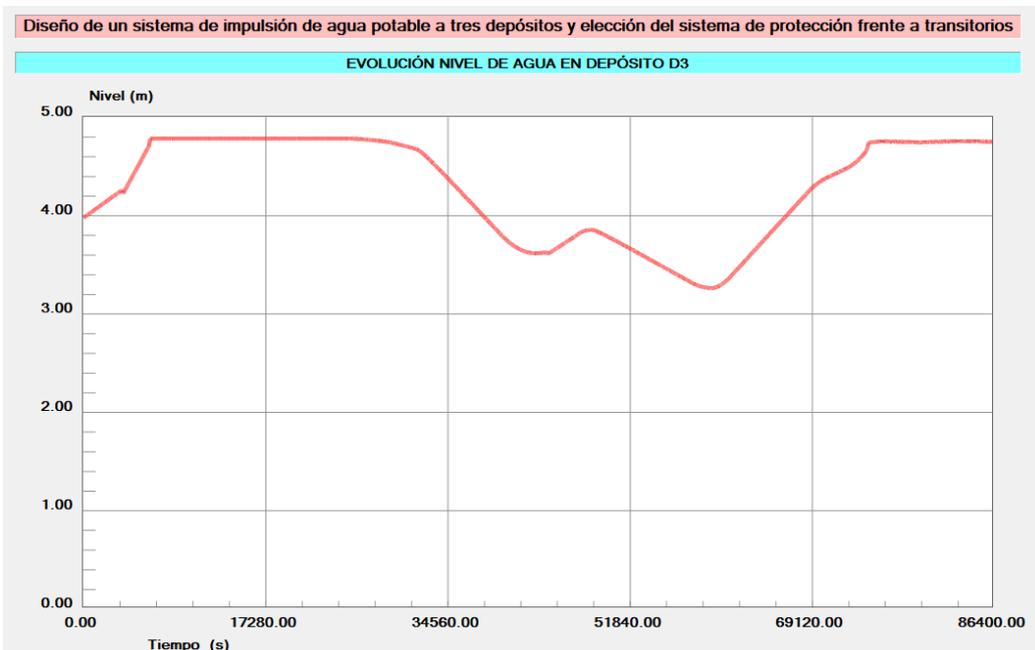


Figura 40. Nivel de agua en el depósito 3 (simulación corregida 24 horas).

6.8.2 Apertura válvulas llenado

Como se puede observar en las imágenes superiores, las válvulas tienen un comportamiento lineal como era de esperar (Figuras 41, 42 y 43).



Figura 41. Apertura válvula llenado Rp4 (simulación corregida 24 horas).

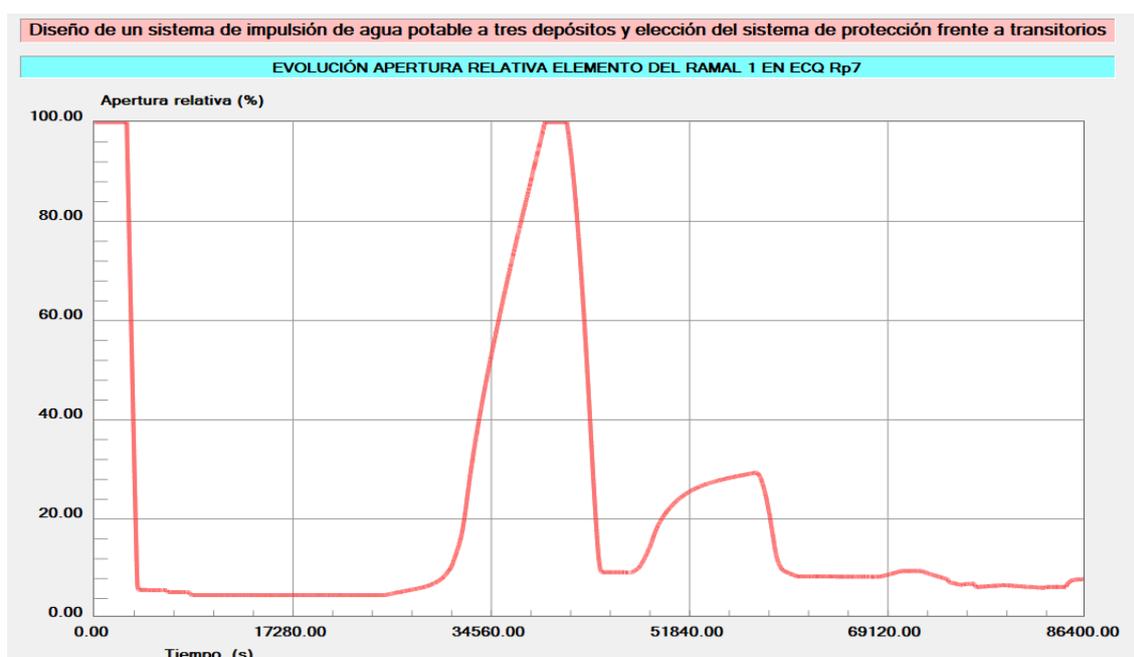


Figura 42. Apertura válvula llenado Rp7 (simulación corregida 24 horas).

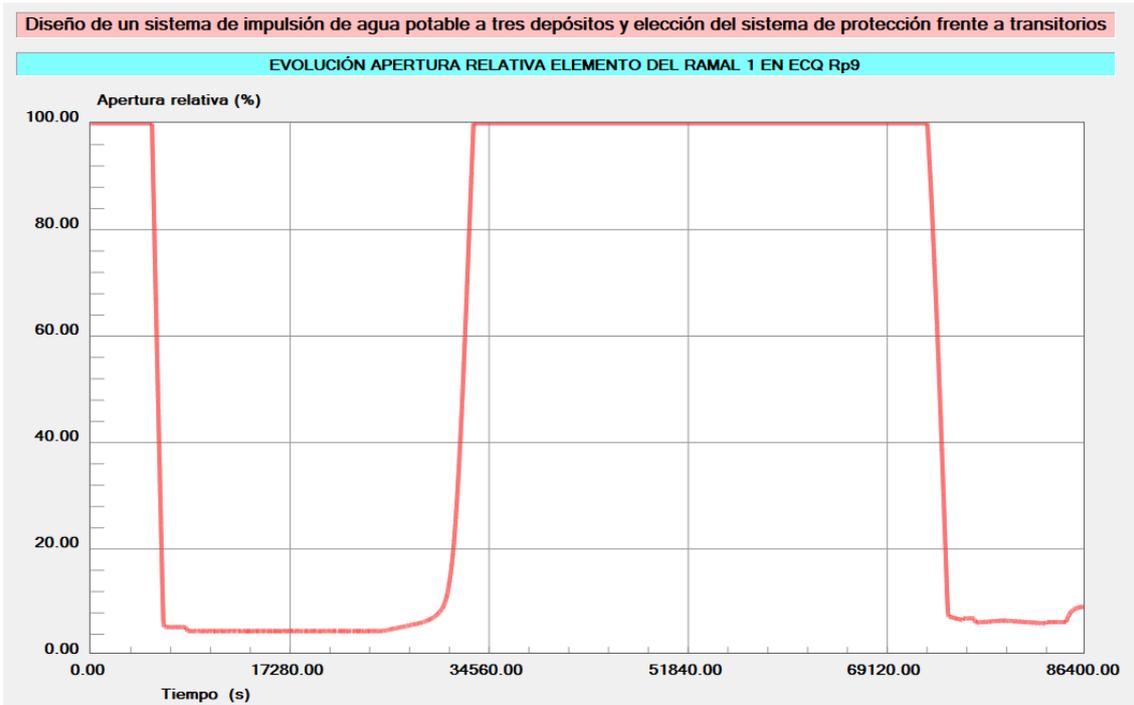


Figura 43. Apertura válvula llenado Rp9 (simulación corregida 24 horas).

6.9 Envoltentes de alturas piezométricas

En este apartado se van a representar las envoltentes de presiones para justificar las presiones máximas y mínimas que se dan en la instalación (Figuras 44,45 y 46). Se representan los tramos de tubería desde el inicio de la instalación hasta cada depósito en concreto, obteniendo de este modo el comportamiento, en cuanto a presión se refiere, de los distintos tramos de la instalación y comprobando las presiones máximas y mínimas.

Las líneas verdes verticales representan el final de una tubería, las de color verde oscuro el perfil geométrico de las mismas y las azules donde se encuentra la presión de cavitación. Finalmente, en violeta y rojo (se solapa con la línea de régimen permanente), se representan las envoltentes de presiones (alturas

piezométricas en este caso) máximas y mínimas en los tramos indicados, donde ya podemos apreciar que no se dan presiones negativas (pues las líneas de envolventes son siempre superiores a las del perfil de la tubería), siendo esto señal de que vamos por buen camino.

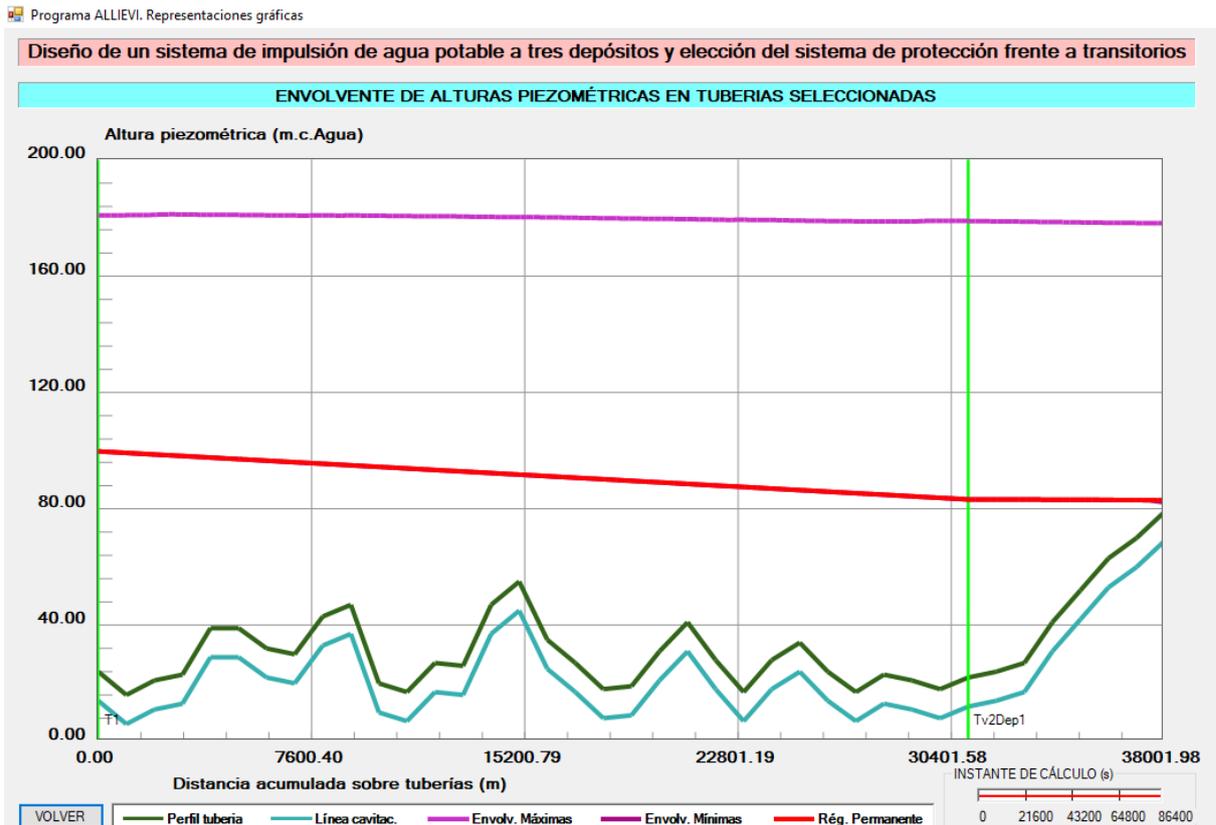


Figura 44. Envolvente de alturas piezométricas desde el inicio de la instalación hasta el depósito 1.

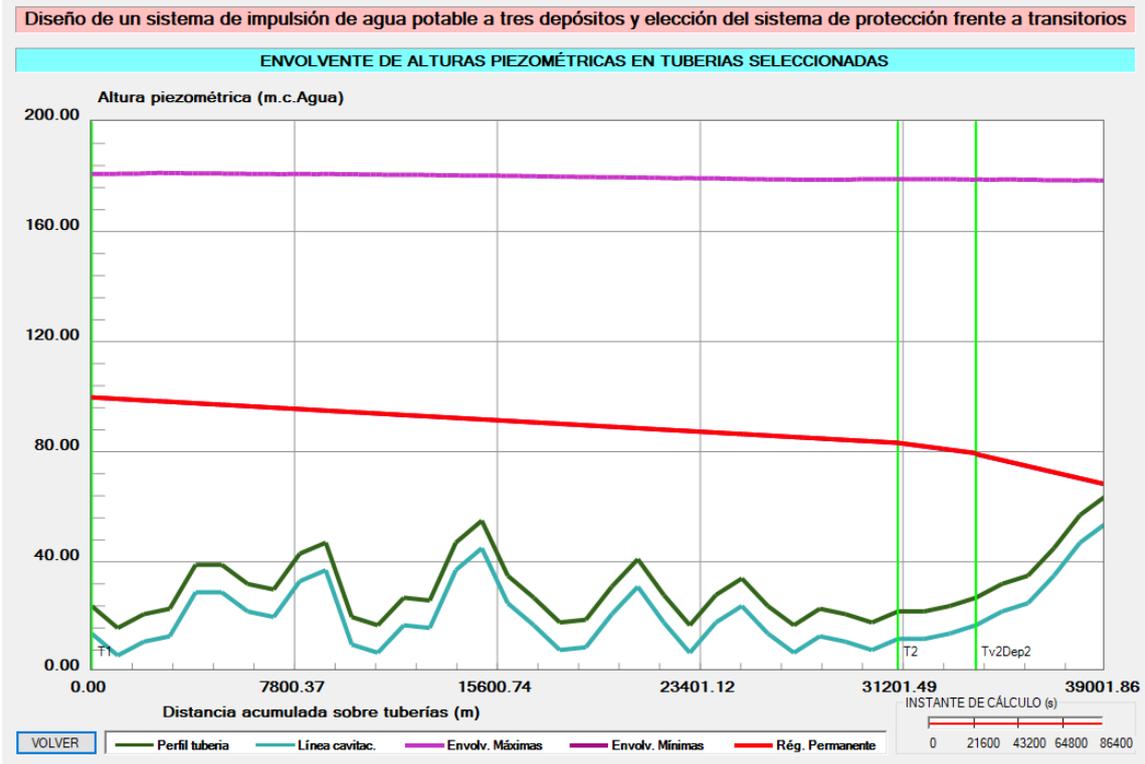


Figura 45. Envoltente de alturas piezométricas desde el inicio de la instalación hasta el depósito 2.

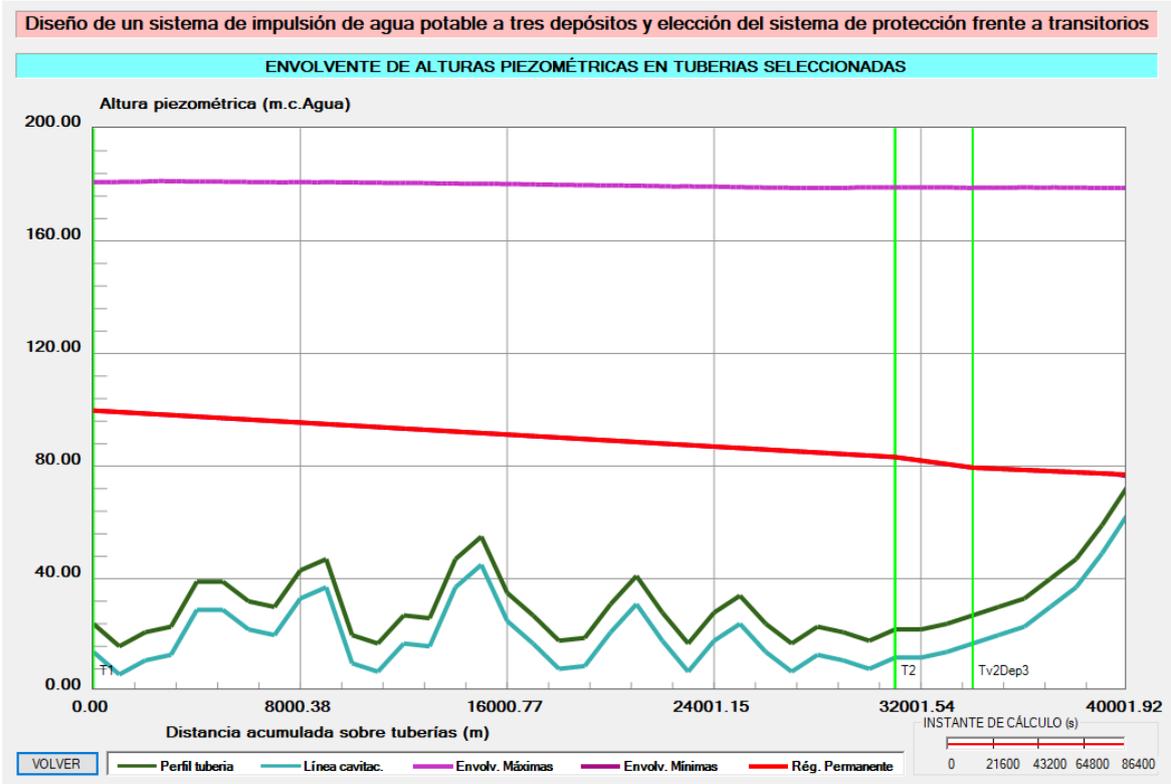


Figura 46. Envoltente de alturas piezométricas desde el inicio de la instalación hasta el depósito 3.

6.10 Parada de bombas, presiones mínimas y máximas

Una vez realizada la simulación diaria con éxito, vamos a proceder a realizar una parada instantánea de bombas (de todas al mismo tiempo), situándonos unos instantes después del arranque de todas las bombas, cuando se están dando los mayores consumos (por ser estas las condiciones más desfavorables).

Para esta simulación, se va a tomar un intervalo de cálculo de 0.025 segundos y un tiempo de 500 segundos después de las condiciones mencionadas en el párrafo anterior, realizándose la parada en el inicio de la misma.

Los niveles de los depósitos se fijan de acuerdo al instante mencionado anteriormente, exactamente, son de 4, 4.4 y 4 metros respectivamente (D1, D2, D3).

Una vez realizada esta simulación, Allievi nos indica en la pantalla principal las presiones mínimas y máximas obtenidas y el tramo de tubería en el que se alcanzan (Figura 47).

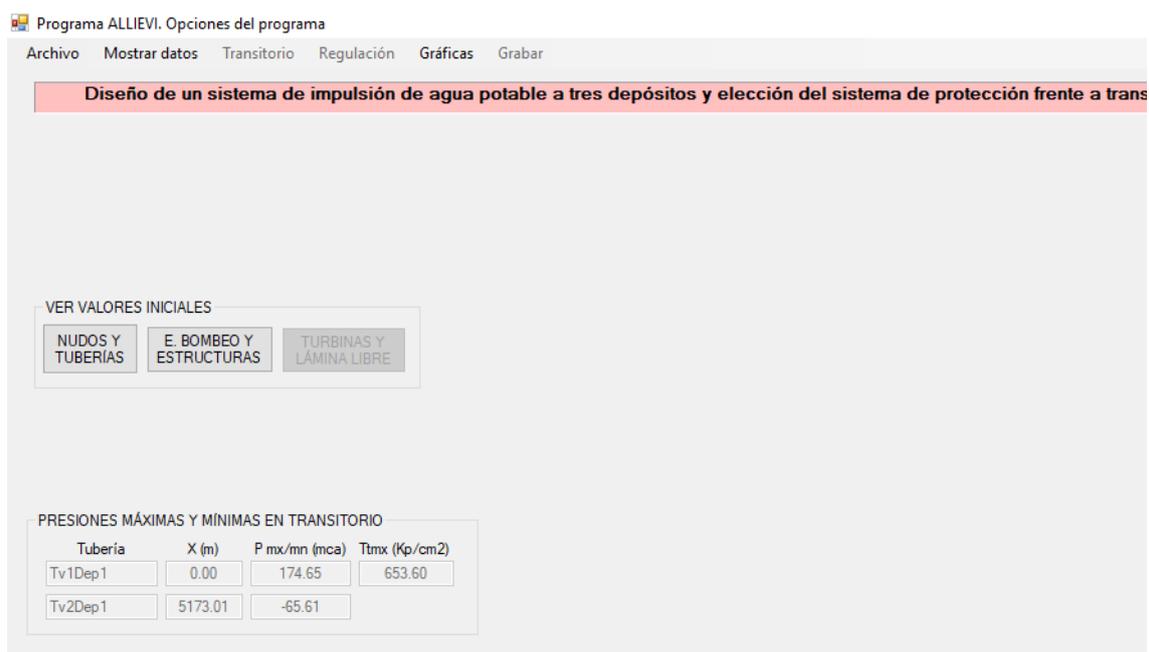


Figura 47. Ventana de presiones máximas y mínimas alcanzadas.

instalación, aunque las de mayor magnitud se dan en las zonas más cercanas al tramo de impulsión), lo cual produce grandes variaciones de presión que son muy perjudiciales.

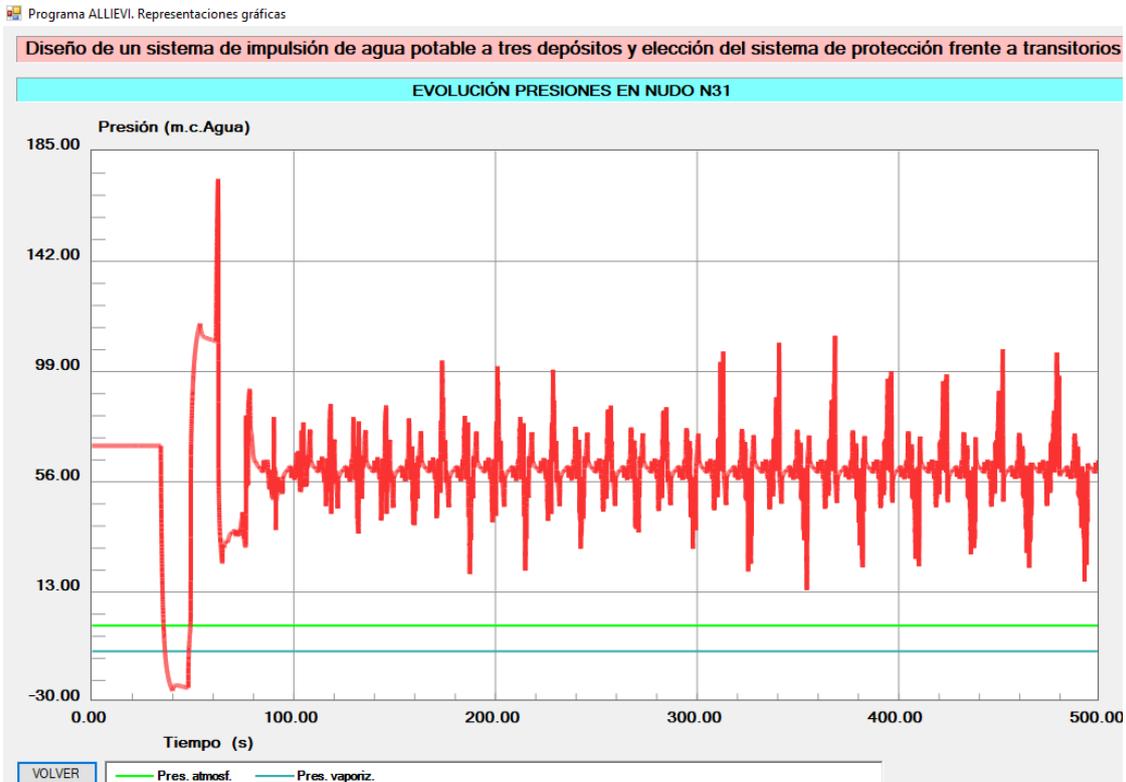


Figura 49. Presión del Nudo 31 (inicial de la tubería donde se alcanza la presión mínima).

Para resolver lo comentado anteriormente, deberemos instalar un sistema de protección para garantizar la total seguridad y correcto funcionamiento de nuestra instalación.

6.11 Sistema de protección (Calderines)

Para la protección de la instalación, hemos optado por realizarla con calderines, ya que no dependen de la geometría del terreno como las chimeneas (debido a que “sustituyen” la altura de la chimenea por aire a presión). El tipo de calderín será el de vejiga, para evitar los problemas de disolución del gas en el agua.

El calderín (en realidad varios), será insertado sobre el colector de impulsión (Figura 50), ya que es aquí donde se suelen dar la máxima variación de presión en paro repentino de bombas y cese de la impulsión.

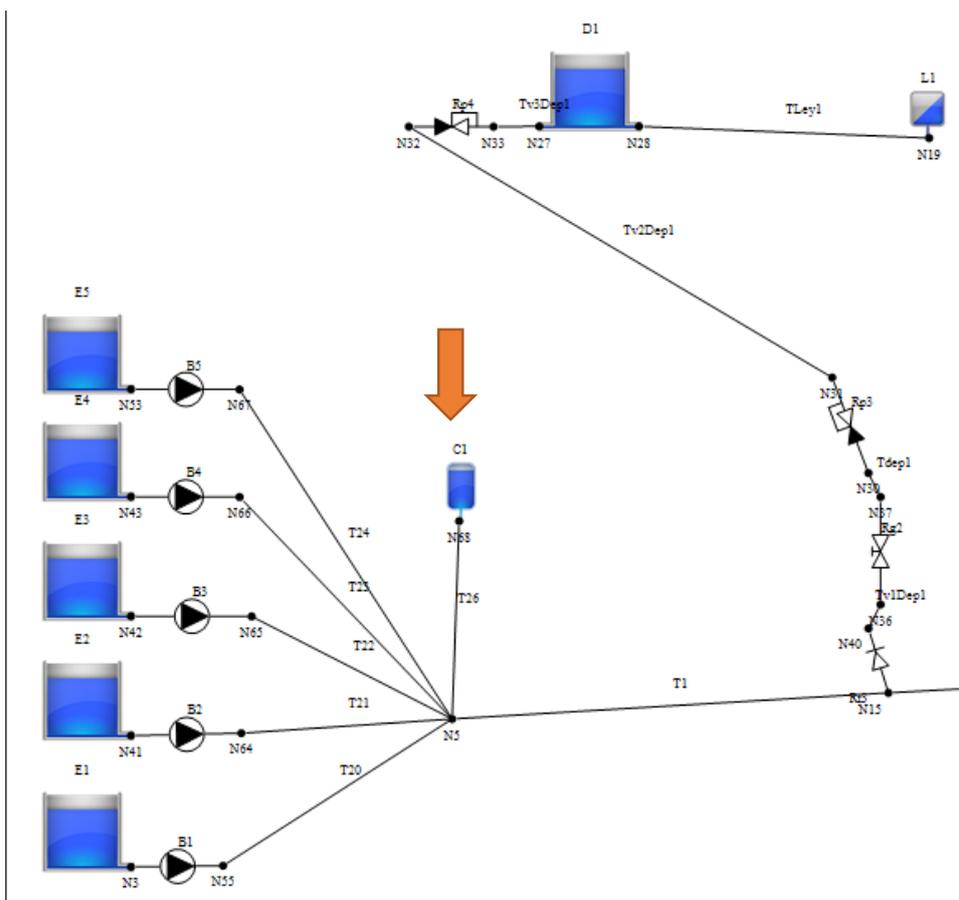


Figura 50. Punto de inserción del calderín en la instalación.

Una vez se ha insertado el calderín, se han dimensionado con el asistente de Allievi. Al ser la instalación de gran envergadura nos decantamos desde un principio por el de 50 m³ (10 calderines de este tipo), por tanto, tomaremos los valores de las tablas que se nos indican para ese tipo en concreto y rellenaremos las celdas para que el programa nos calcule los valores por defecto y los coeficientes de pérdidas (Figura 51). Con estos datos de partida, empezaremos a simular hasta obtener una configuración con el número oportuno de calderines que nos asegure la protección de la instalación.

PROGRAMA ALLIEVI. Datos de Calderines Comerciales

DIMENSIONES DE CALDERINES

Vol (m3)	Diám (m)	Long (m)	D conex (mm)	Posic
0.75	0.85	1.32	150	V
1.00	0.85	1.76	150	V
1.50	1.00	1.91	150	V
2.00	1.00	2.55	150	V
2.00	1.00	2.55	150	H
3.00	1.20	2.65	200	H
4.00	1.20	3.54	200	H
5.00	1.50	2.83	250	H
6.00	1.50	3.40	250	H
7.00	1.50	3.96	250	H
8.00	1.50	4.53	250	H
9.00	1.50	5.09	250	H
10.00	1.90	3.53	250	H
12.00	1.90	4.23	250	H
15.00	1.90	5.29	250	H
18.00	1.90	6.35	250	H
20.00	1.90	7.05	250	H
25.00	2.50	5.09	400	H
27.00	2.50	5.50	400	H
30.00	2.50	6.11	400	H
35.00	2.50	7.13	400	H
50.00	3.00	7.07	600	H

VOLVER

CÁLCULO VOLUMEN CALDERIN (Pamakian)

COEF PÉRDIDAS CONEXIÓN CALDERIN

D conex (mm)	K salida cald (m/(m3/s)2)	K entrada cald (m/(m3/s)2)
100	6014.271	7064.220
150	509.684	713.558
200	104.995	168.196
250	43.119	69.011
300	20.795	33.231
400	6.626	10.499
450	4.077	6.524
500	2.650	4.281
600	1.325	2.039
700	0.702	1.123
800	0.411	0.658

DIÁMETROS

Número de calderines a instalar:

Diámetro tubería impulsión (mm):

Diámetro tubería de entronque (mm):

Diámetro conexión del calderín (mm):

Entronque: Con by pass Sin by pass

Diámetro del by-pass (mm):

CÁLCULAR COEFICIENTES DE PÉRDIDAS

Coef. pérd. salida cald (m/(m3/s)2):

Coef. pérd. entrada cald (m/(m3/s)2):

COEFICIENTES DE PÉRDIDAS

COEFICIENTES DE PÉRDIDAS SALIDA DE CALDERIN

Conexión salida de calderin: Sin dimens. m/(m3/s)2

Cono ampliación - reducción en entronque:

Te entronque - by pass (Q deriv = 0):

Válvula de retención abierta:

Disipador de energía en entronque:

Te entronque a tubería impulsión:

COEFICIENTES DE PÉRDIDAS ENTRADA A CALDERIN

Te tubería impulsión a entronque: Sin dimens. m/(m3/s)2

Te entronque a by pass:

Disipador de energía en entronque:

Te by pass a entronque:

Cono ampliación - reducción en entronque:

Conexión entrada a calderin:

OTROS COEFICIENTES DE PÉRDIDAS

Válvula de corte en entronque: Sin dimens. m/(m3/s)2

Codo 90º en entronque:

Carrete de desmontaje en entronque:

Manguito antivibratorio en entronque:

Figura 51. Dimensionado de los calderines.

Con los 10 calderines instalados inicialmente, hemos simulado obteniendo como resultado una presión negativa de unos -10 mca, y un volumen de agua dentro del calderín que estaba alrededor del 10 % del volumen total (valor límite mínimo de agua para evitar el vaciado), por tanto, hemos ido incrementando el número de calderines hasta eliminar las presiones negativas y garantizar un buen nivel de agua en el interior del mismo.

Finalmente, tras varias simulaciones (y aumentando progresivamente el número de calderines) se han conseguido estas condiciones con 14 de estos calderines (Figura 52).

PROGRAMA ALLIEVI. Datos de las Estructuras de Protección (1/2)

Diseño de un sistema de impulsión de agua potable a tres depósitos y elección del sistema de protección frente a transitorios

DATOS DE LAS ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN

Número de estructuras de protección: Datos del ramal de unión del sistema a la estructura de protección:

EProt	Denominación	Tipo estruct. de prot.	Long (m)	Diám (mm)	Rug abs (mm)	Salida de EP	Entrada a EP	EProt activa
1	C1	Calderín	5	600	0.1000	2.5870	3.8060	<input checked="" type="checkbox"/>

Coef. pérdidas sing. (m/(m³/s)²)

PREDIMENSIONADO DE CALDERINES

ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN EXCEPTO CHIMENEA DE SECCIÓN VARIABLE

Número de casos:

EProt	Denominación	Diám (m)	Z base (m)	Rug abs (mm)	Altura máxima agua TU (m)	Longitud DHN (m)	Volumen DHN (m ³)	P hinch (bar)	Núm DHNs	Exp poltr	Posic DHN	Es calderín con vejiga?
1	C1	3.00	26	0.1000		7.07	49.97	2.50	14	1.2	H	<input checked="" type="checkbox"/>

Cálculo presión hinchad...

PRESIÓN DE HINCHADO DE CALDERIN

Estructura:

Volumen calderín (m³):

Volumen inicial gas (m³):

Presión inicial gas (m):

Presión de hinchado (bar):

Figura 52. Configuración final de calderines.

Nótese como en la figura anterior se muestra también la presión de hinchado seleccionada, tomando como volumen inicial de gas 14 metros cúbicos y presión 117.5 mca, presión necesaria para que se consiga elevar agua hacia los depósitos, con todo lo anterior, el asistente nos calcula una presión de hinchado de 2.5 bar.

En la tabla que se muestra a continuación (Figura 53), se observa la evolución de la presión mínima conforme se ha ido aumentando el número de calderines, hasta llegar a la configuración con 14 mencionada anteriormente.

Tabla de presiones mínimas con diferente N° de calderines	
N° Calderines	Presión mínima (mca)
10	-3,58
11	-2,19
12	-0,8
13	0,7
14	2,38

Figura 53. Tabla de evolución de la presión mínima dependiendo el número de calderines instalados.

En las siguientes figuras se muestra que se cumple lo comentado anteriormente (Figura 54 y 55).

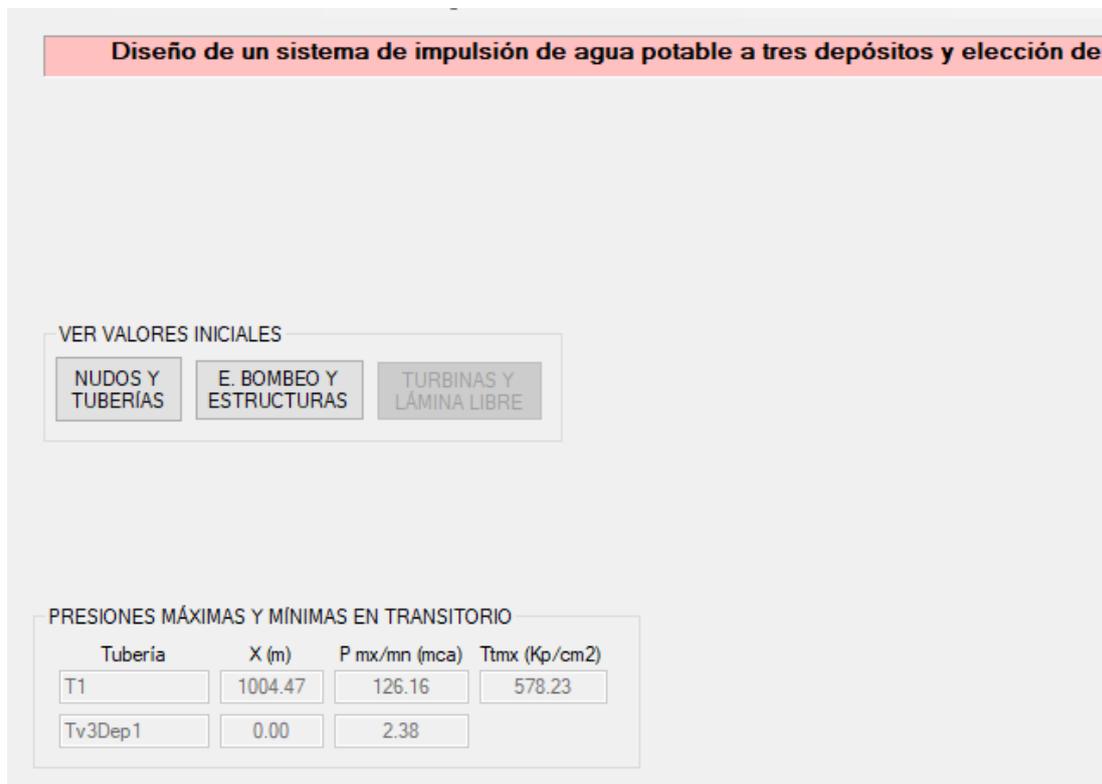


Figura 54. Presión máxima y mínima con protección.

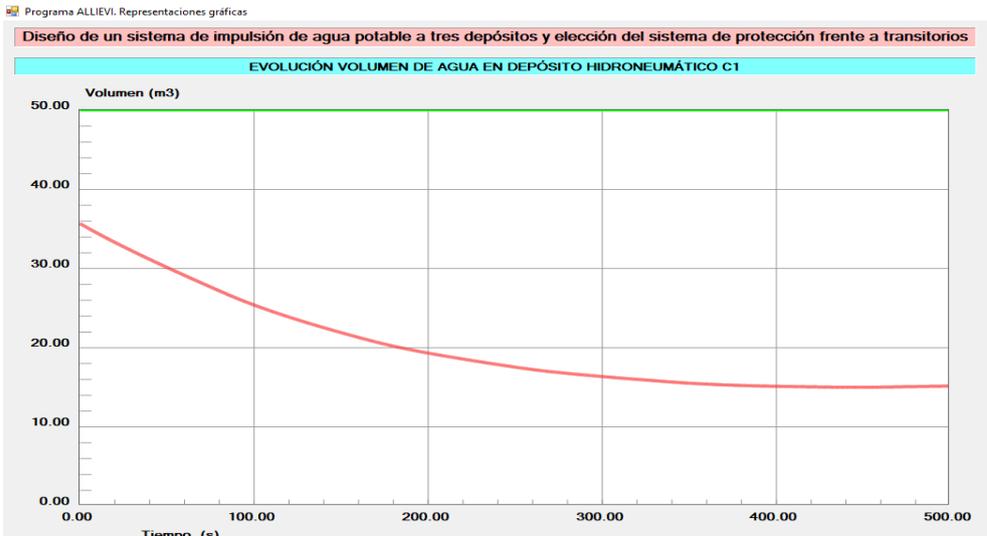


Figura 55. Volumen de agua en el interior de cada calderín.

Nótese como no se producen oscilaciones en el interior del calderín. Tras la parada de las bombas, los calderines aún mandan agua a los depósitos debido a la presión en su interior y las válvulas de retención de las tuberías que suben a los depósitos se van cerrando conforme la presión del calderín va siendo incapaz de mandar agua a cada depósito. Por ello el volumen de agua en los calderines se estabiliza cuando se llega a cerrar la válvula de retención del depósito de menor cota.

En este caso, la presión mínima (2.38 mca), se ha conseguido en el nudo N33 (Figura 56).

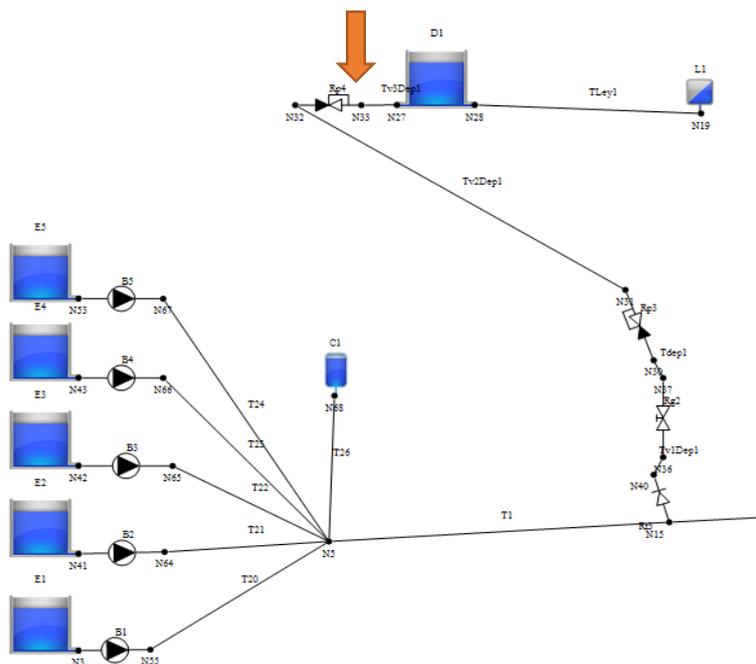


Figura 56. Nudo donde se ha obtenido la presión mínima con protección.

Veamos ahora, la presión en el nudo 31(visto anteriormente en el caso de parada sin protección), para apreciar el efecto de la protección (Figura 57).

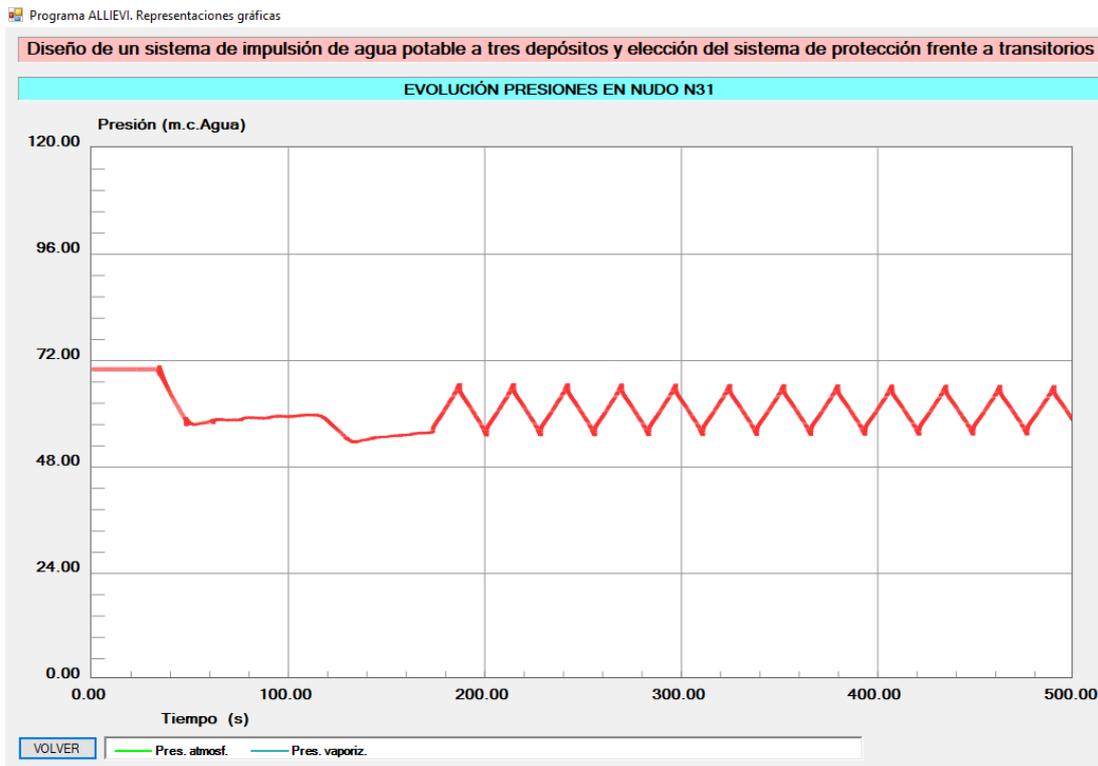


Figura 57. Presión en el Nudo 31 con protección.

Como se observa, las oscilaciones se han reducido mucho en comparación con el caso sin calderín, produciéndose solo variaciones de presión de unos 20 mca, mucho más discretas y totalmente aceptables.

A continuación, se muestran las gráficas de evolución de presiones en calderines (Figura 58) tras la parada de bombas en el transitorio, también la evolución de caudales (Figuras 59,61 y 63) y grados de apertura de las válvulas de retención (Figuras 60,62 y 64), para que quede reflejado como el cierre de la última válvula de retención coincide con el instante en que se estabiliza el volumen de agua en los mismos (las líneas verdes horizontales representan el 0 en el eje y).

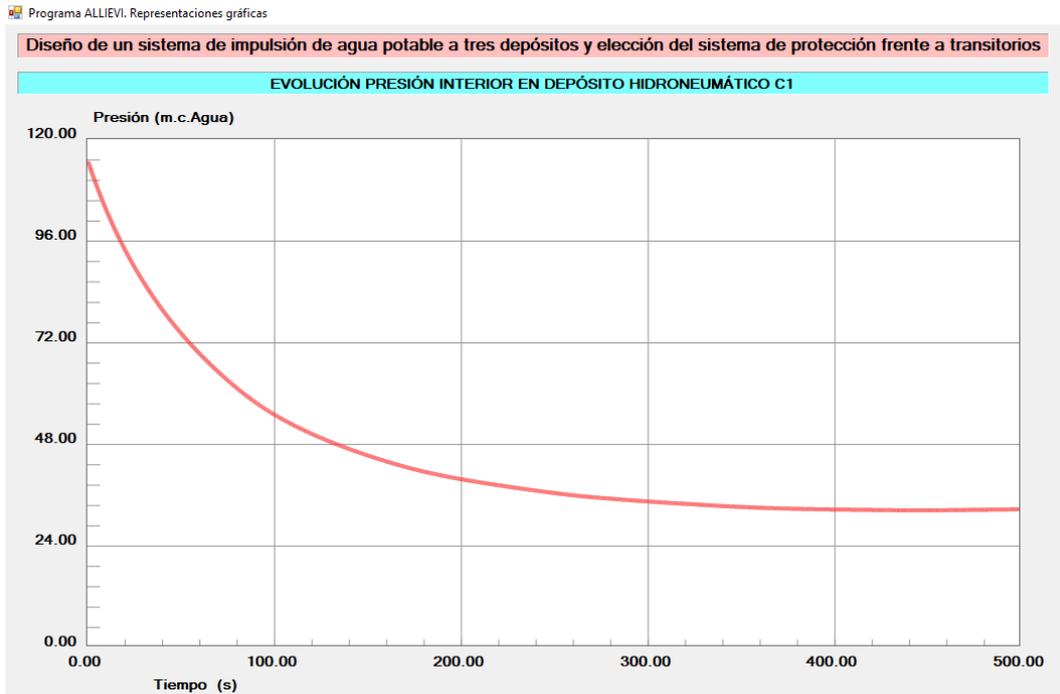


Figura 58. Evolución de presiones en el interior de cada calderín.

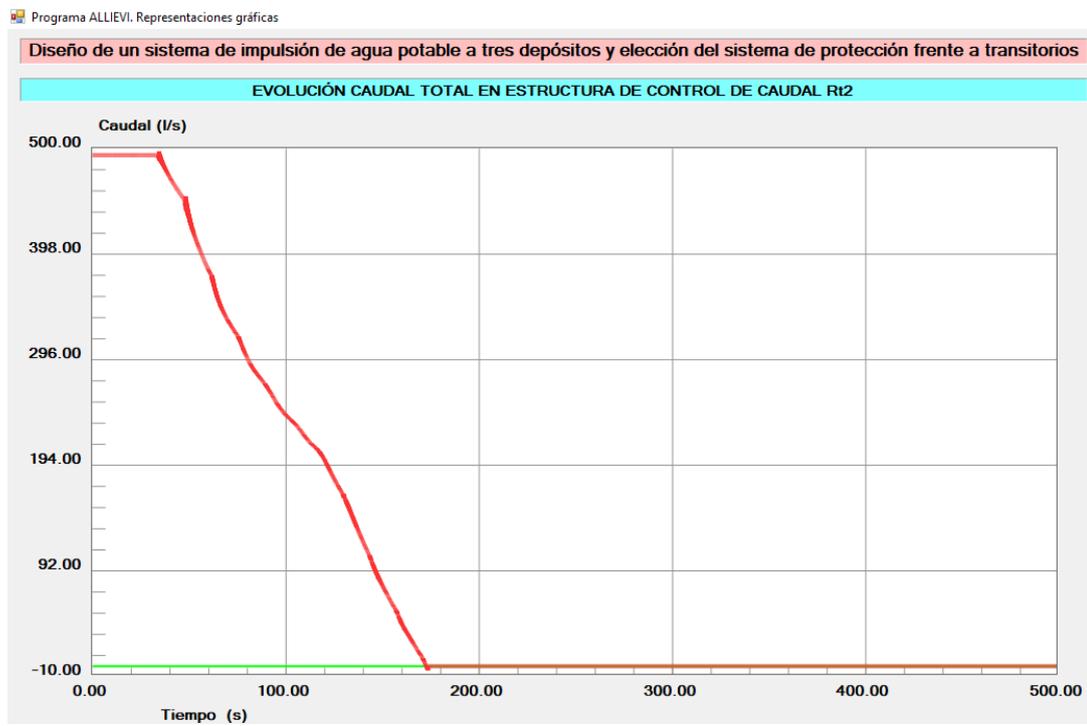


Figura 59. Evolución del caudal en la válvula de retención de la primera derivación.

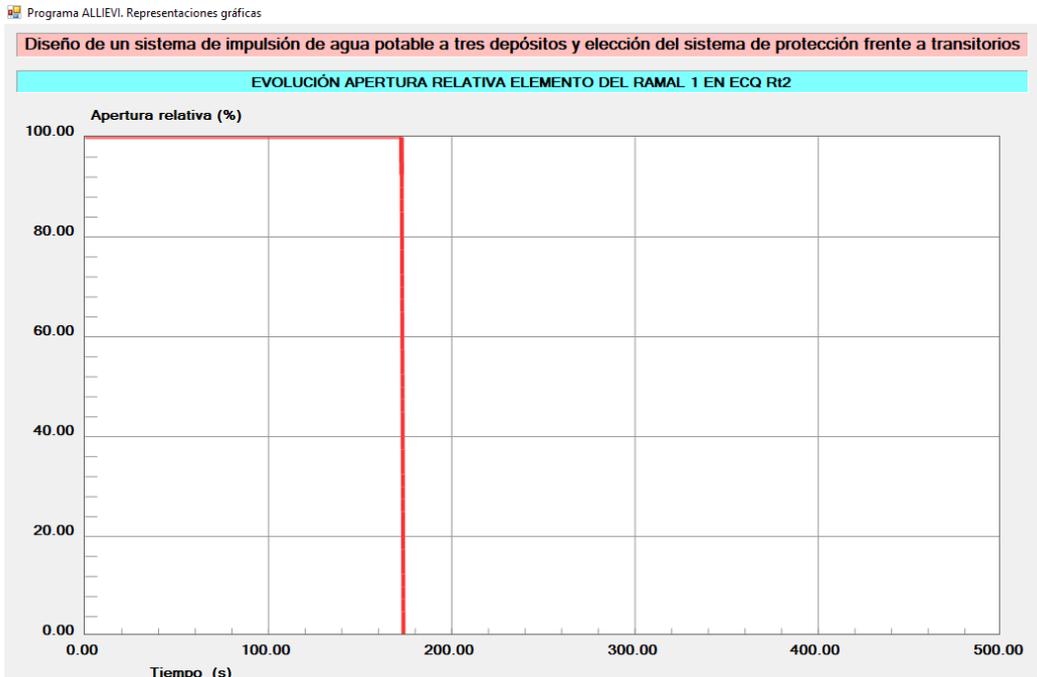


Figura 60. Evolución de la apertura de la válvula de retención de la primera derivación.

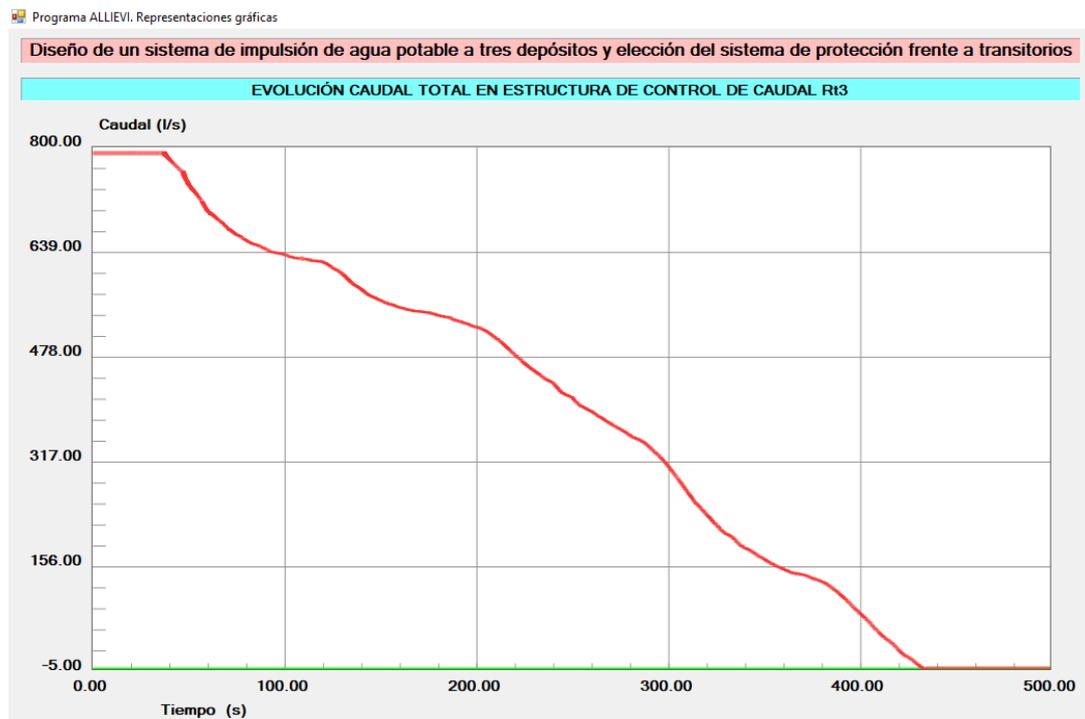


Figura 61. Evolución del caudal en la válvula de retención de la segunda derivación.

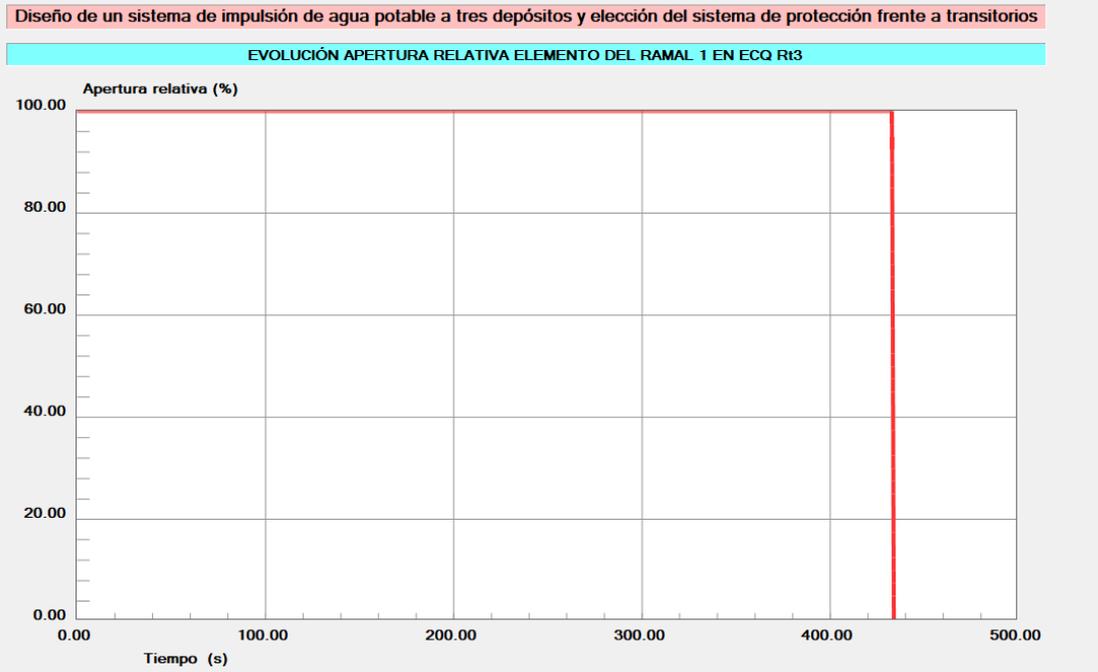


Figura 62. Evolución de la apertura de la válvula de retención de la segunda derivación.

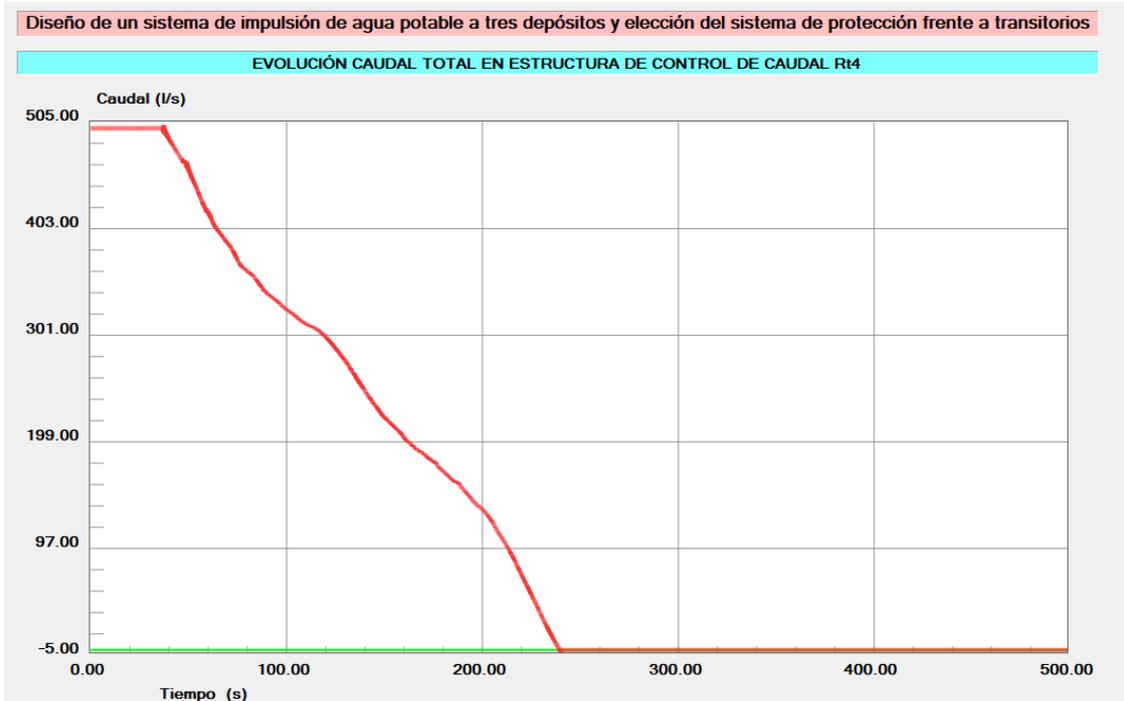


Figura 63. Evolución del caudal en la válvula de retención de la tercera derivación.

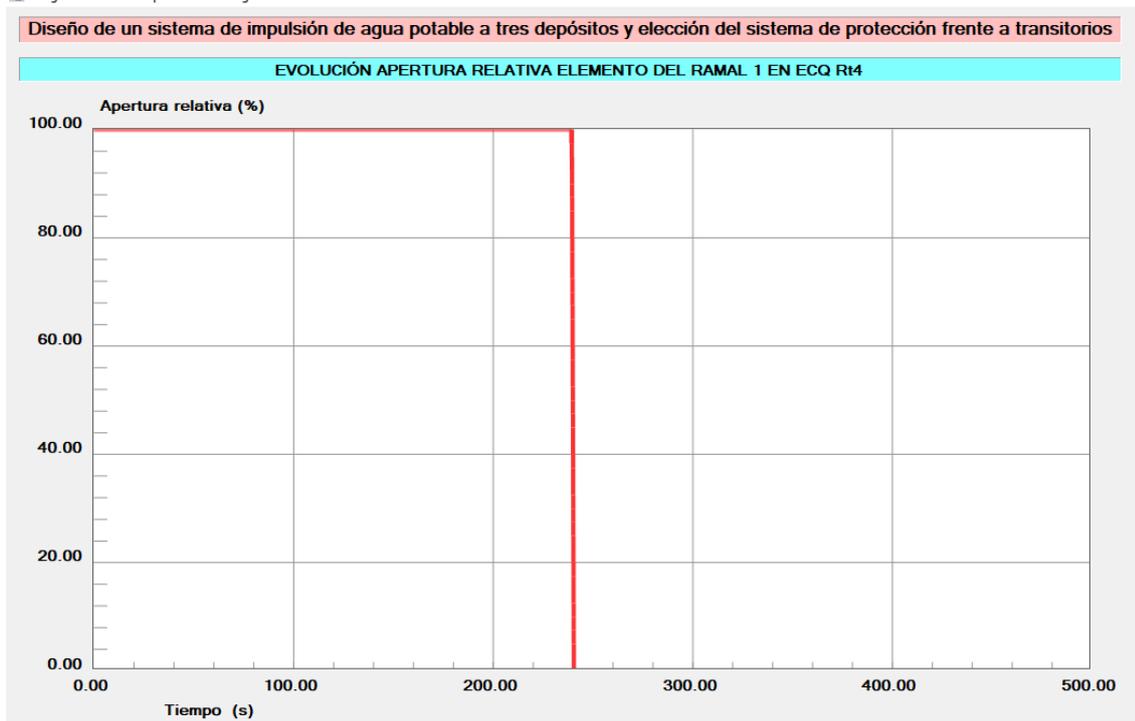


Figura 64. Evolución de la apertura de la válvula de retención de la tercera derivación.

7. SISTEMA DE IMPULSIÓN CON PROTECCIÓN (Caso final)

Con todo lo anterior, solo nos queda insertar los calderines calculados en el caso de parada de bombas con protección, para confirmar que todo está correcto y observar el funcionamiento final del sistema, asegurándonos bien de cada parámetro, ya que este será el funcionamiento del día a día de la instalación.

7.1 Opciones de cálculo

Programa ALLIEVI. Datos Generales

PROGRAMA ALLIEVI

Denominación caso de cálculo:

DATOS DEL FLUIDO

Fluido:

Densidad (Kg/m3):

Viscosidad cinemática (m2/s):

Tensión de vapor (bar):

Módulo elastic volum (Kp/cm2):

DATOS GEOGRÁFICOS

Acelerac. de la gravedad (m/s2):

Presión atmosférica (bar):

TIEMPOS DE SIMULACIÓN

Tiempo máximo simulación (h):

INTERVALO TIEMPO DE CÁLCULO

En conductos a presión (s):

PÉRD. CARGA

Fórmula a utilizar:

Darcy

Manning

ESCALA TIEMPOS

DATOS DE NUDOS

Número de nudos:

Nudo	Denominación	Cota
1	N2_fin	24
2	N3	24
3	N5	24
4	N11	73
5	N12	73
6	N15	22
7	N19	79
8	N19_fin	79
9	N20	64
10	N20_fin	64
11	N21	73
12	N21_fin	73
13	N27	79
14	N28	79
15	N30	22
16	N31	22
17	N32	79

CÁLCULO CON CAVITACIÓN

Si No

CÁLC. CON ALTURA CINÉTICA

Si No

IR A DATOS

Figura 65. Configuración de cálculo para el caso final.

7.2 Presiones máximas y mínimas (Envolventes)

Como se observa, no se obtienen presiones negativas (Figura 66).



Figura 66. Presiones máxima y mínima del sistema con protección.

Como se observa en el gráfico de las envolventes de alturas piezométricas, en todas las tuberías (Figura 67,68 y 69), no se dan presiones negativas y las máximas rondan los 180 mca, como era de esperar.

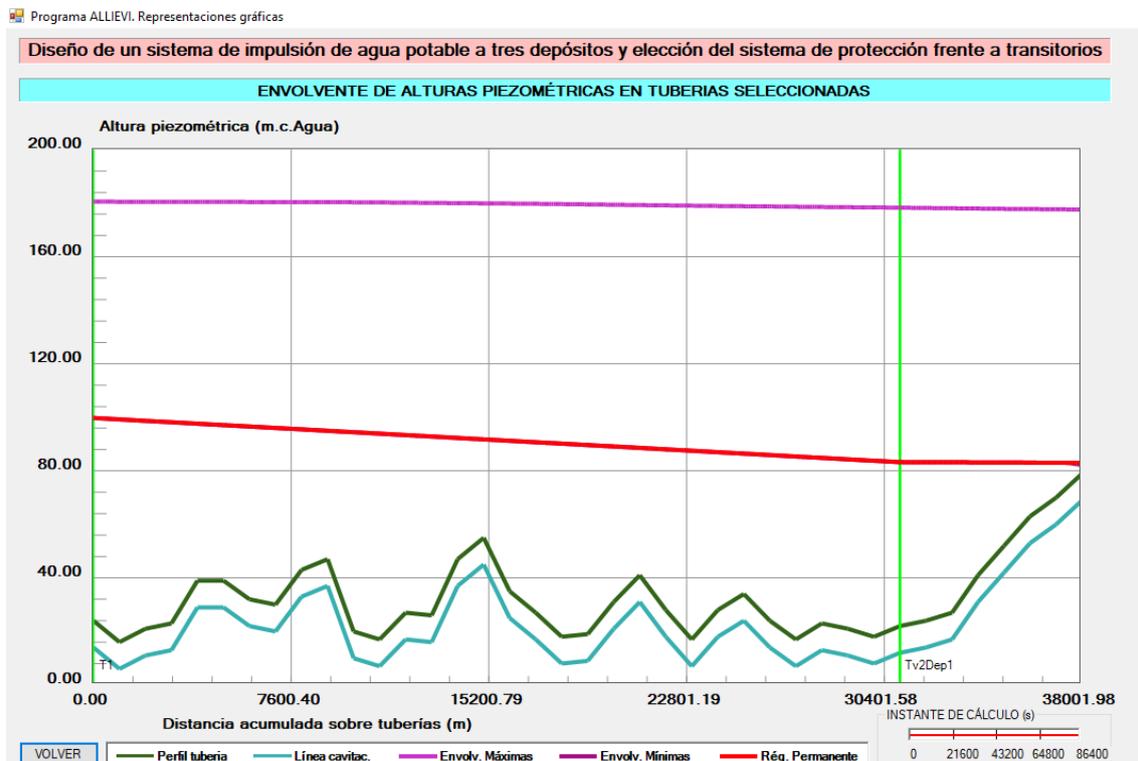


Figura 67. Envolverte de alturas piezométricas desde el inicio de la instalación hasta el depósito 1 (con protección).

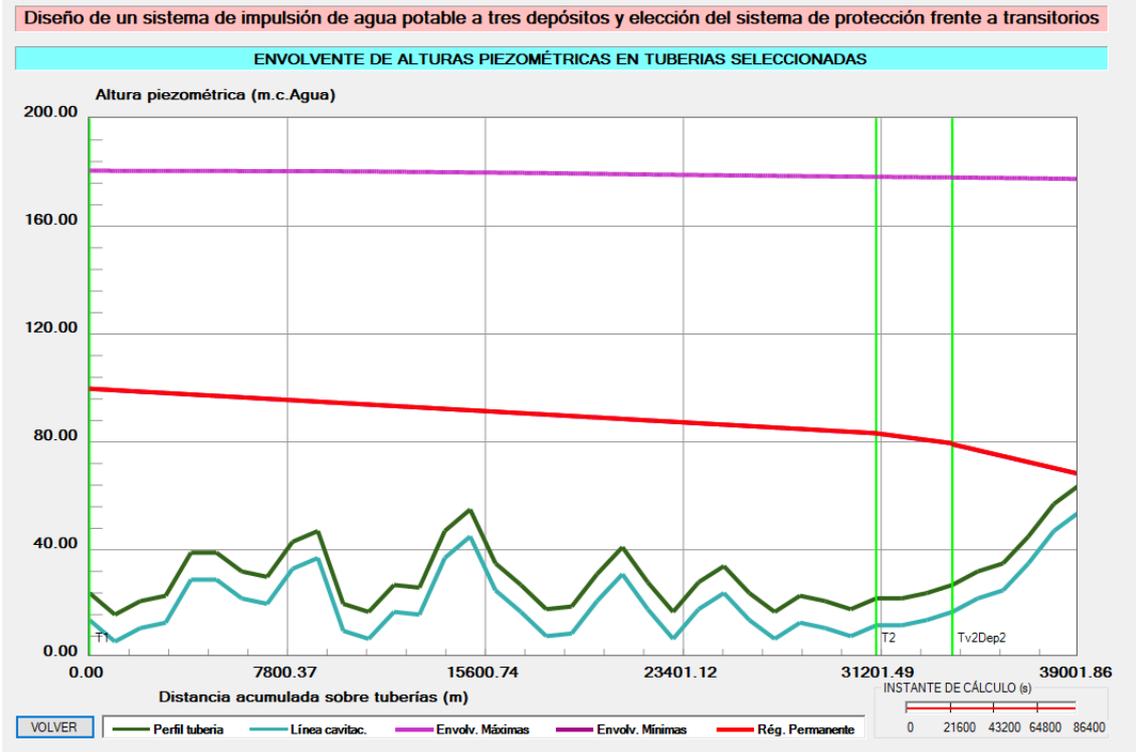


Figura 68. Envoltura de alturas piezométricas desde el inicio de la instalación hasta el depósito 2 (con protección).

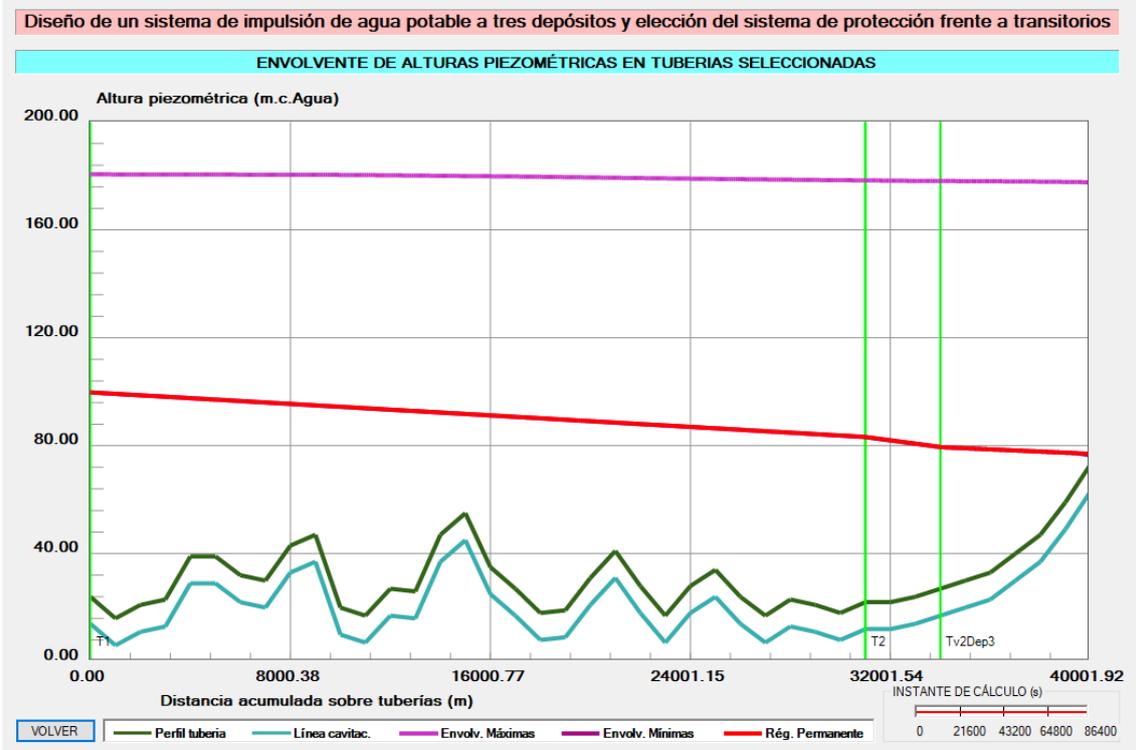


Figura 69. Envoltura de alturas piezométricas desde el inicio de la instalación hasta el depósito 3 (con protección).

7.3 Presión en el colector de impulsión (N5)

Se observa como no se producen oscilaciones (Figura 70).

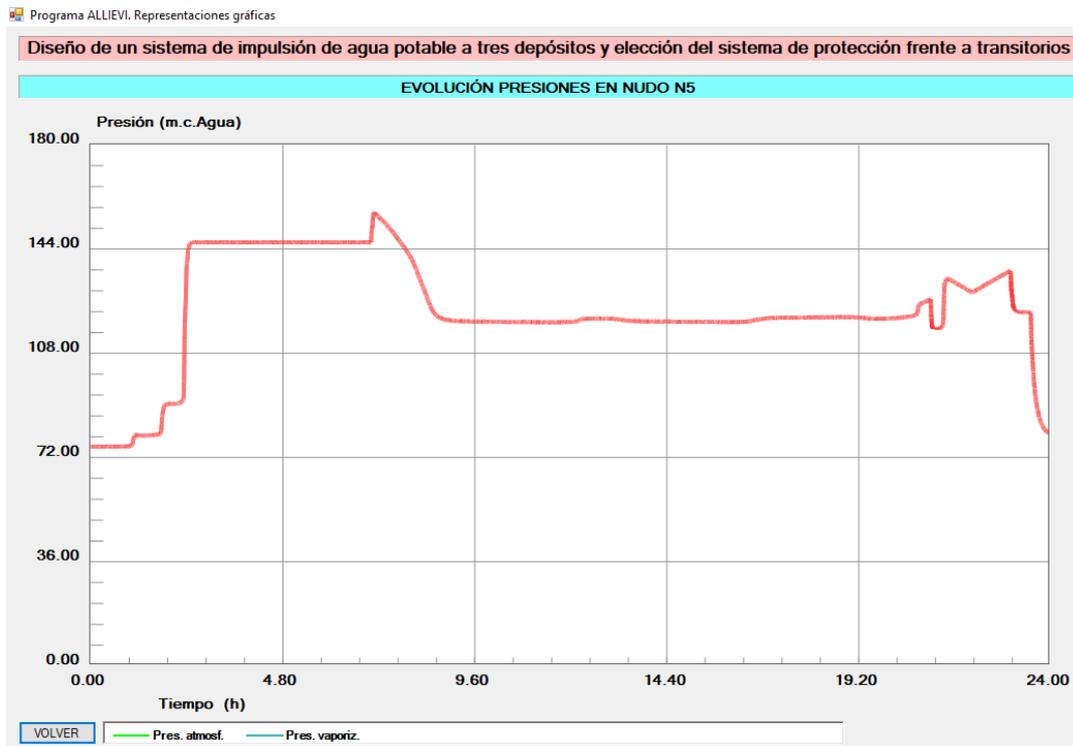


Figura 70. Presión en el colector de impulsión (caso final).

7.4 Volumen de agua en el calderín

El volumen de agua en cada uno de los calderines instalados está por encima del 10 % del volumen total (Figura 71).

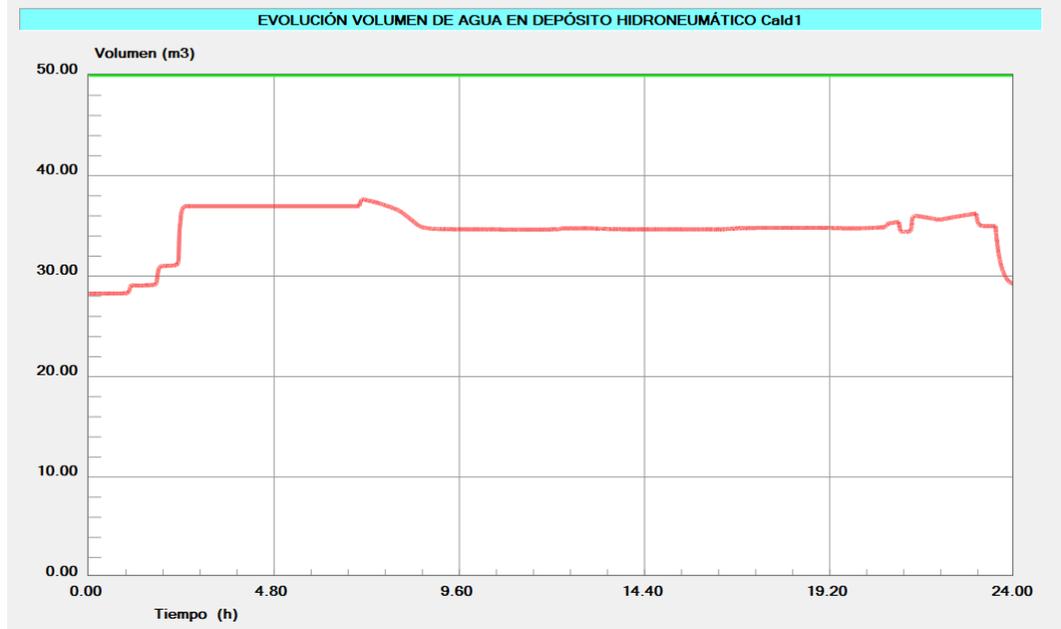


Figura 71. Volumen de agua en el interior de cada uno de los calderines instalados (caso final).

7.5 Presión en el interior del calderín

Evolución de la presión en el interior del calderín (Figura 72).

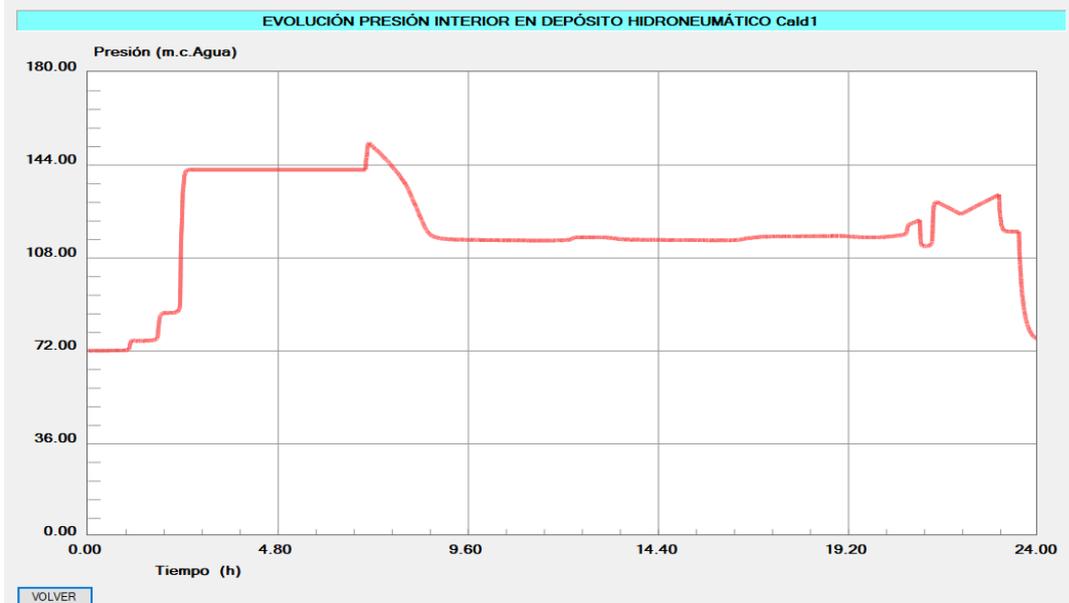


Figura 72. Evolución de la presión en el interior de cada calderín (caso final).

7.6 Apertura válvulas de llenado

Se observa como nuevamente se comportan de manera lineal (Figuras 73, 74 y 75).

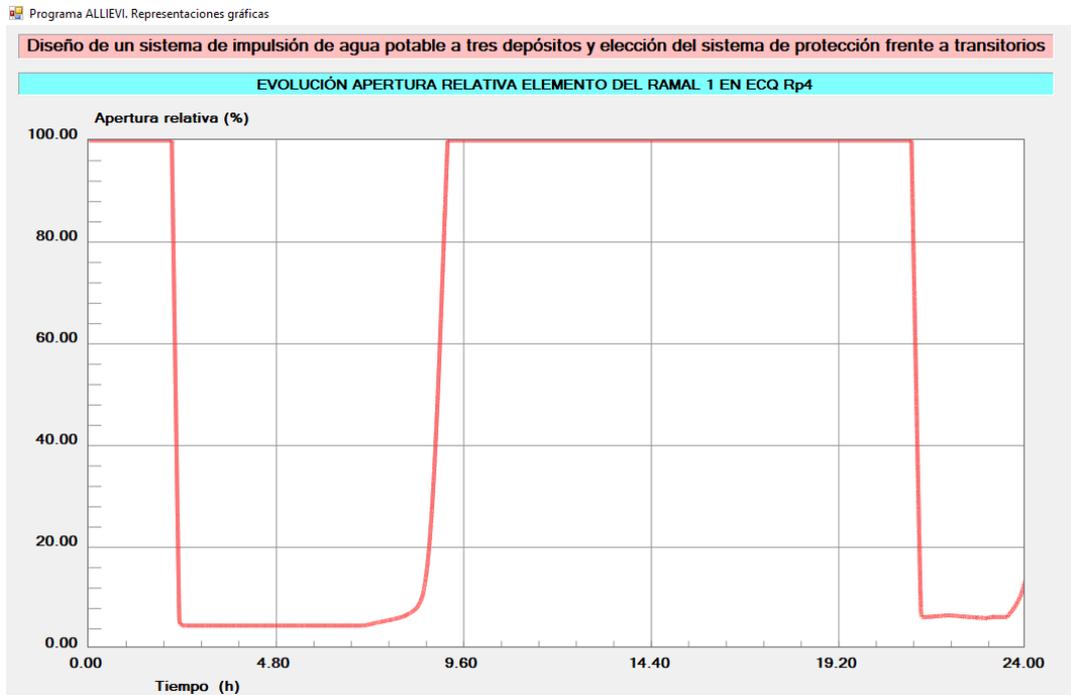


Figura 73. Válvula de llenado del depósito 1 (caso final).

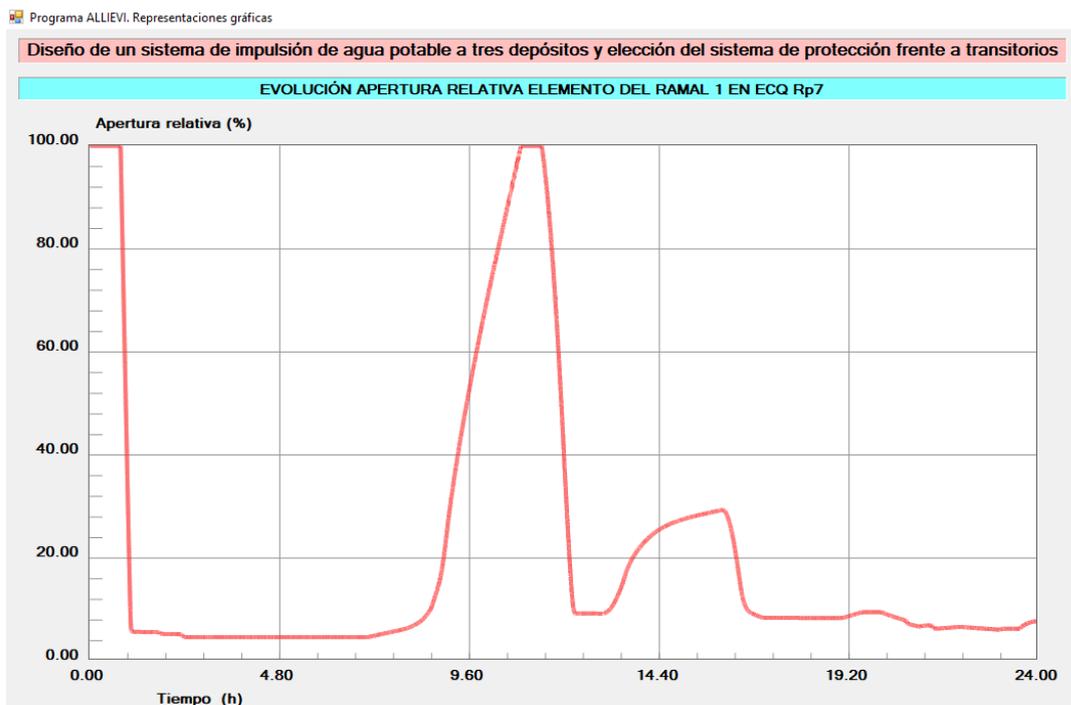


Figura 74. Válvula de llenado del depósito 2 (caso final).

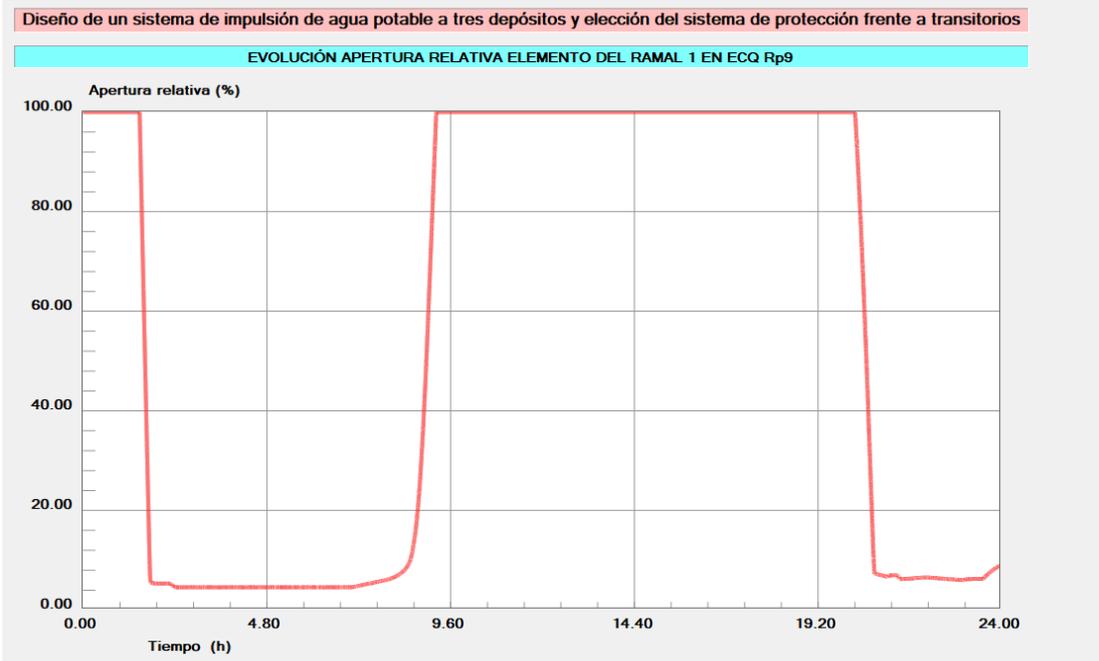


Figura 75. Válvula de llenado del depósito 3 (caso final).

7.7 Nivel de agua en los depósitos.

Los niveles se mantienen en el rango esperado, entre los 3 y 4.8 metros (Figuras 76, 77 y 78).

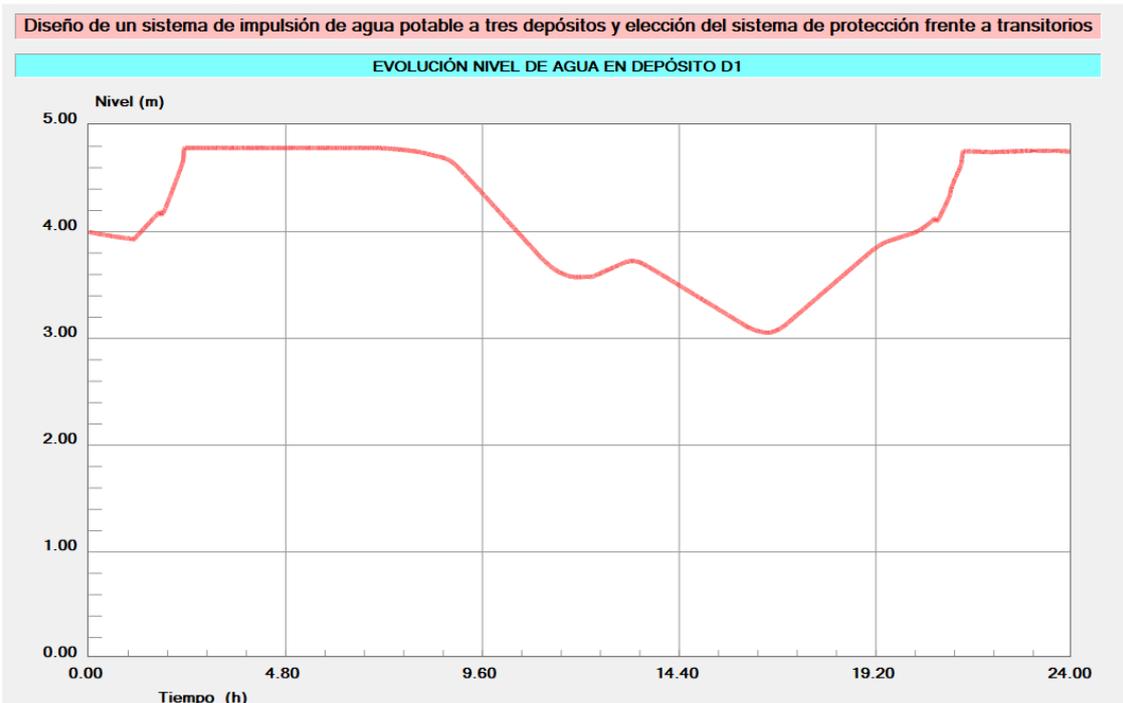


Figura 76. Nivel del depósito 1 (caso final).

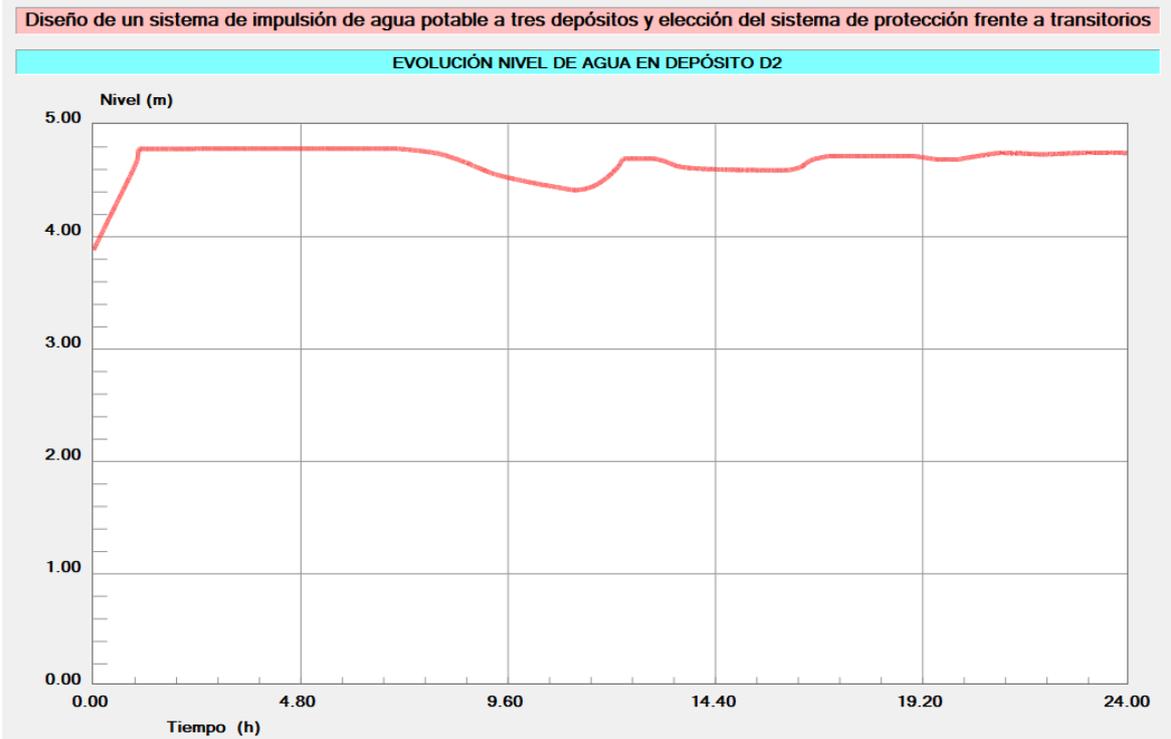


Figura 77. Nivel del depósito 2 (caso final).

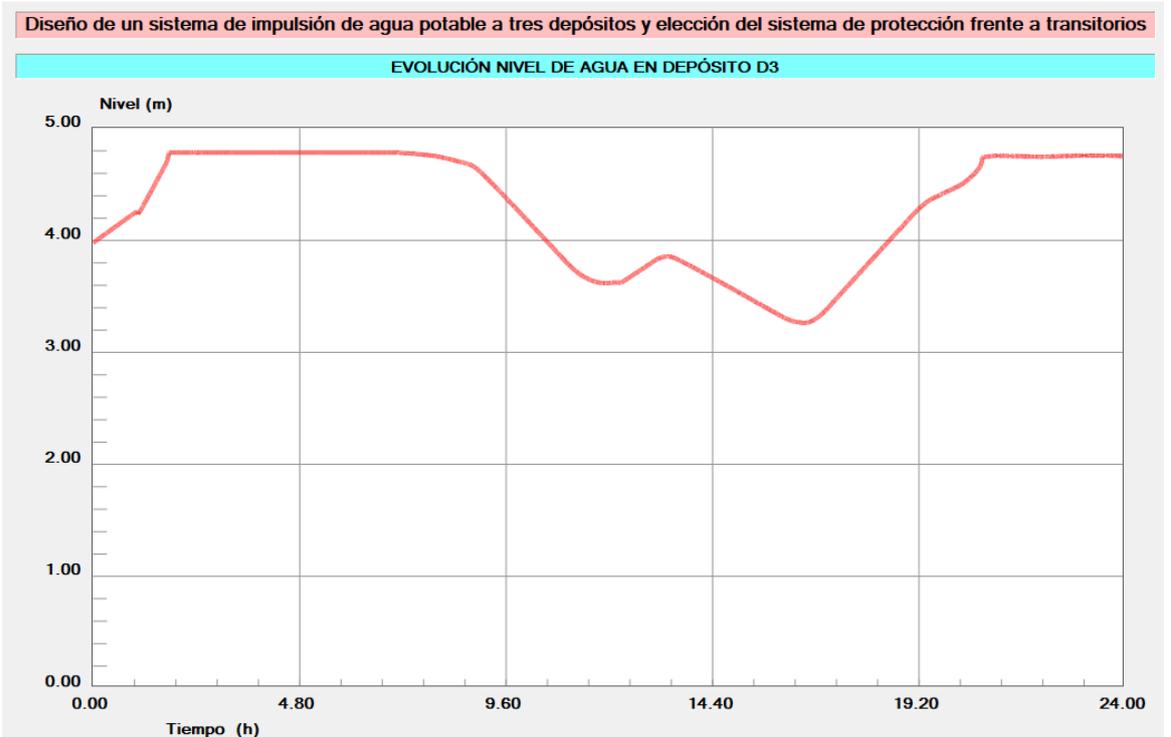


Figura 78. Nivel del depósito 3 (caso final).

7.8 Caudal elevado por la estación de bombeo

Las bombas siguen los comportamientos representados por las Figuras 79, 80, 81, 82 y 83.

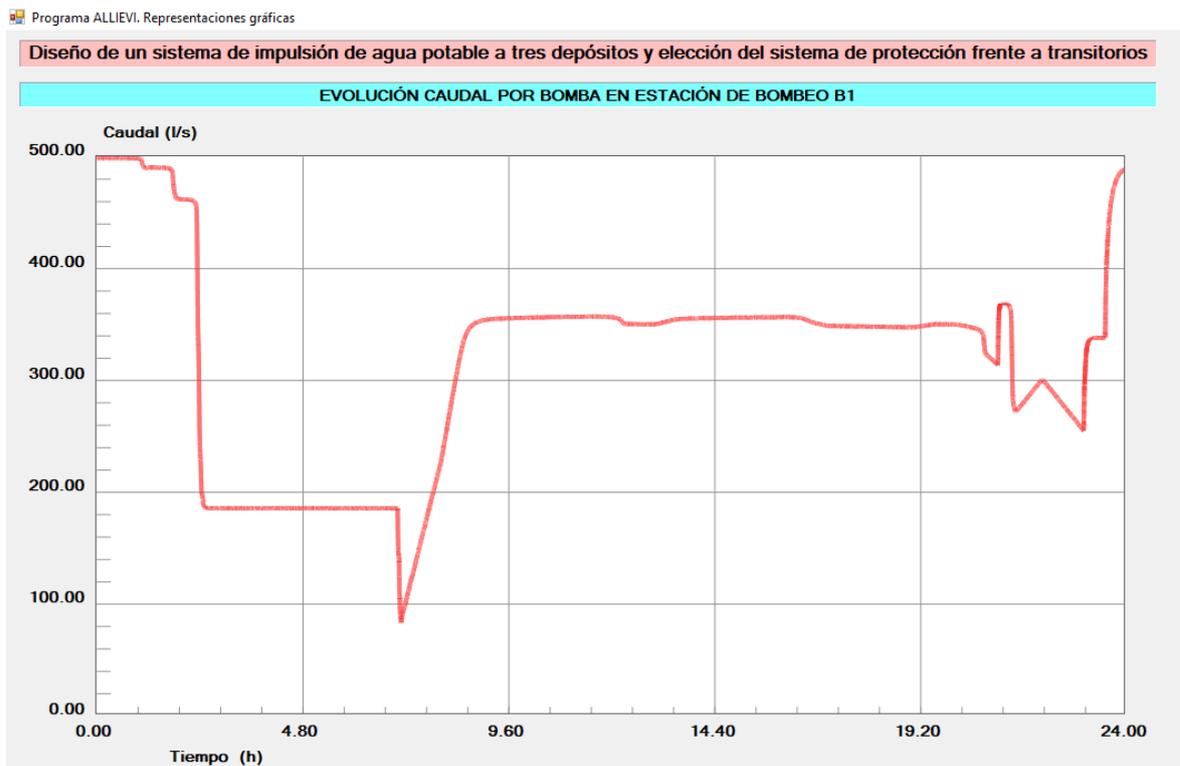


Figura 79. Caudal elevado por la bomba 1 (caso final).

Diseño de un sistema de impulsión de agua potable a tres depósitos y elección del sistema de protección frente a transitorios

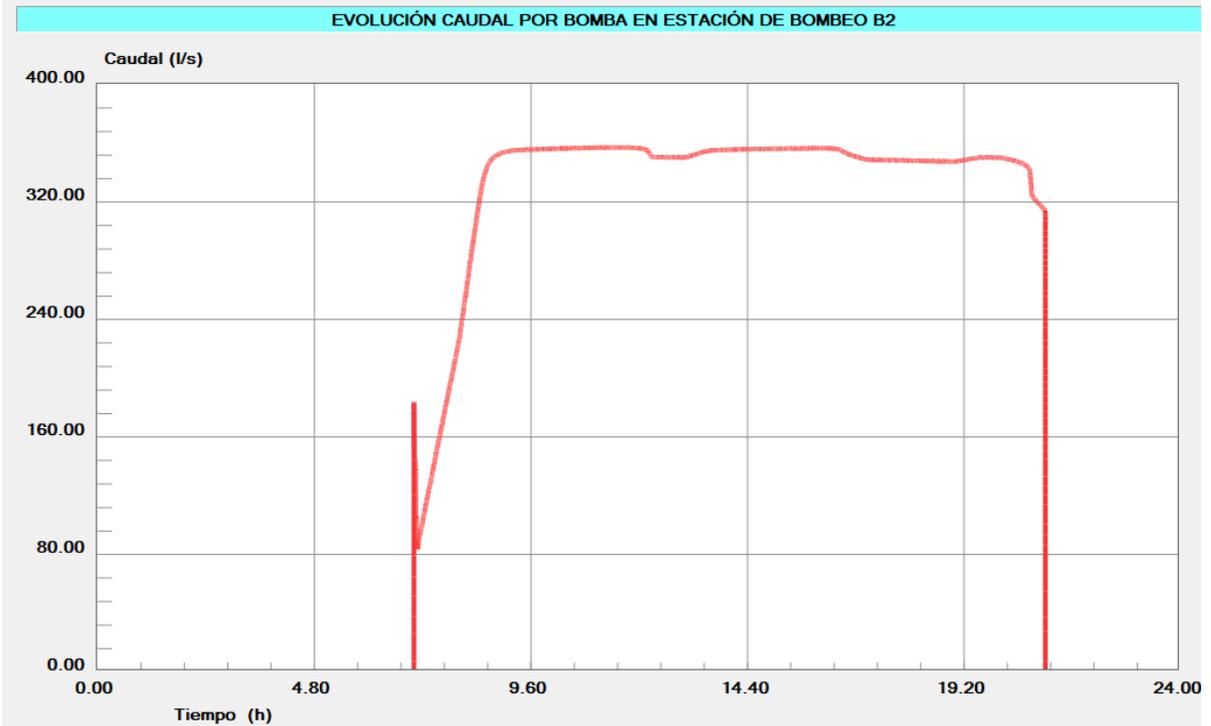


Figura 80. Caudal elevado por la bomba 2 (caso final).

Diseño de un sistema de impulsión de agua potable a tres depósitos y elección del sistema de protección frente a transitorios

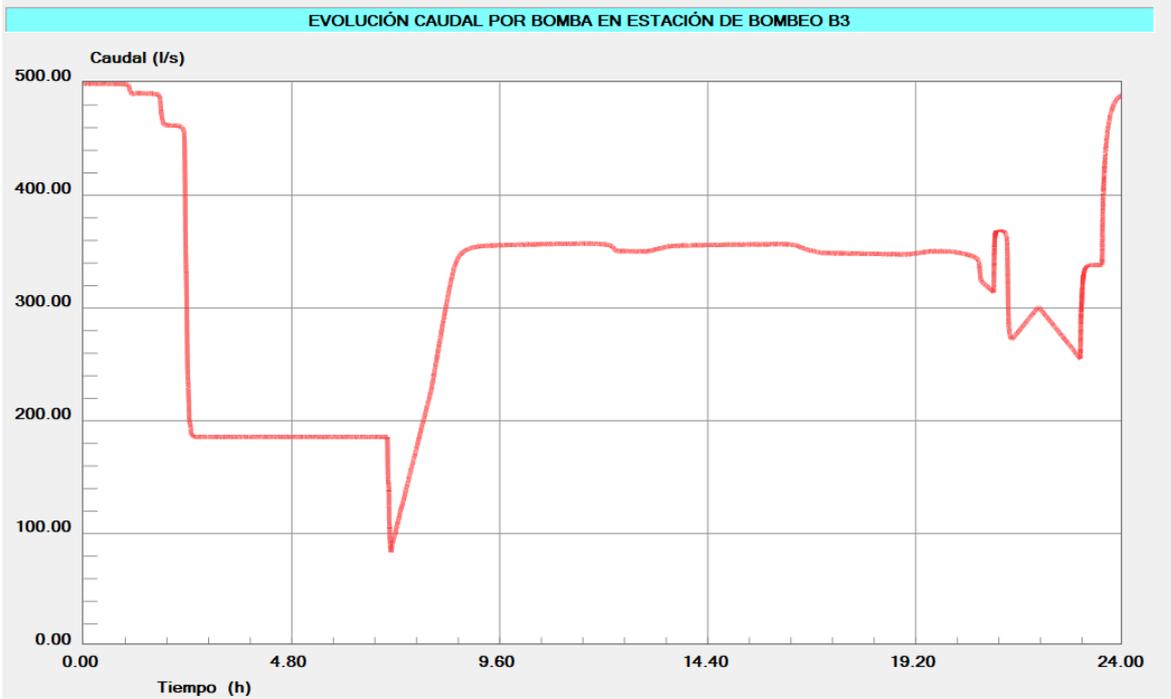


Figura 81. Caudal elevado por la bomba 3 (caso final).

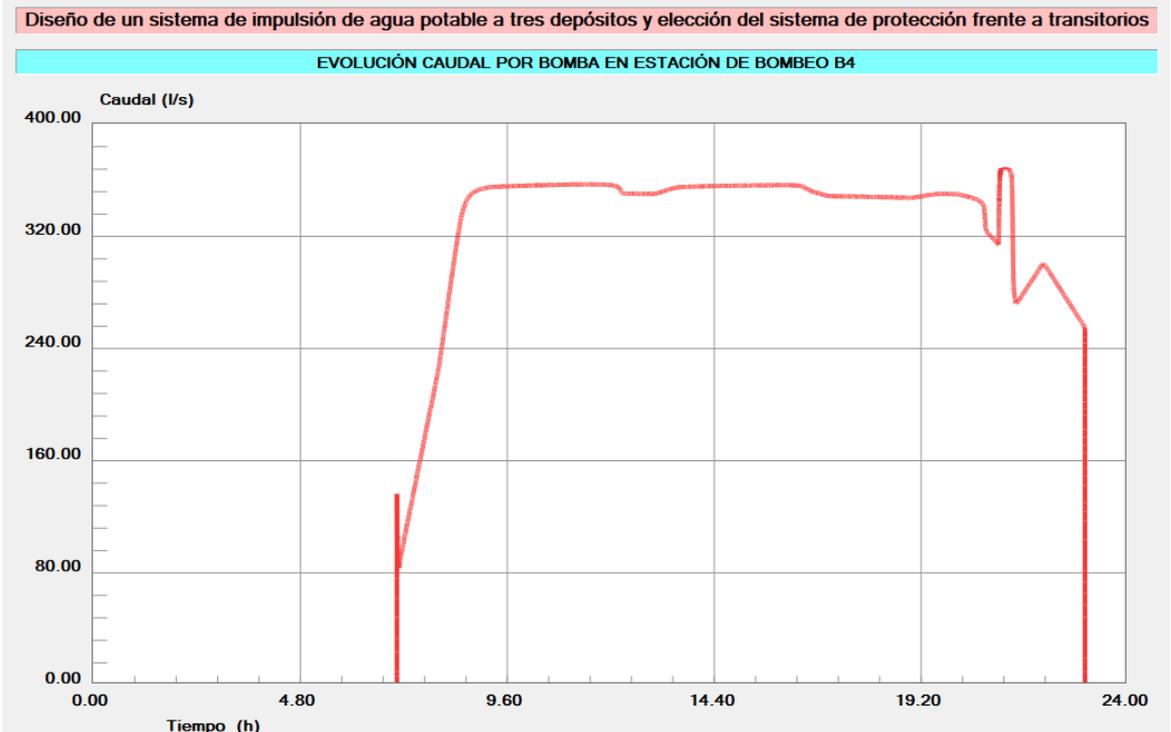


Figura 82. Caudal elevado por la bomba 4 (caso final).

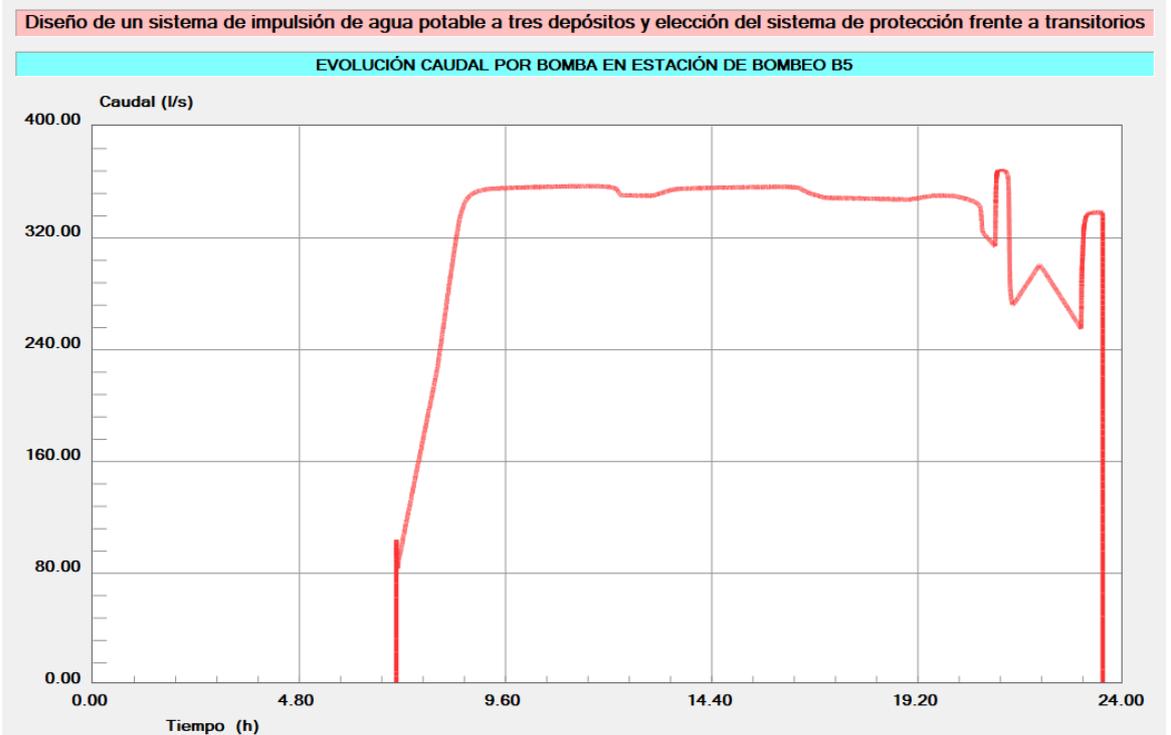


Figura 83. Caudal elevado por la bomba 5 (caso final).

7.9 Válvulas de retención

Como se observa (Figuras 84, 85 y 86), las válvulas de retención permanecen abiertas las 24, lo cual indica que no hay retroceso de aguas y la instalación está funcionando tal y como esperábamos.

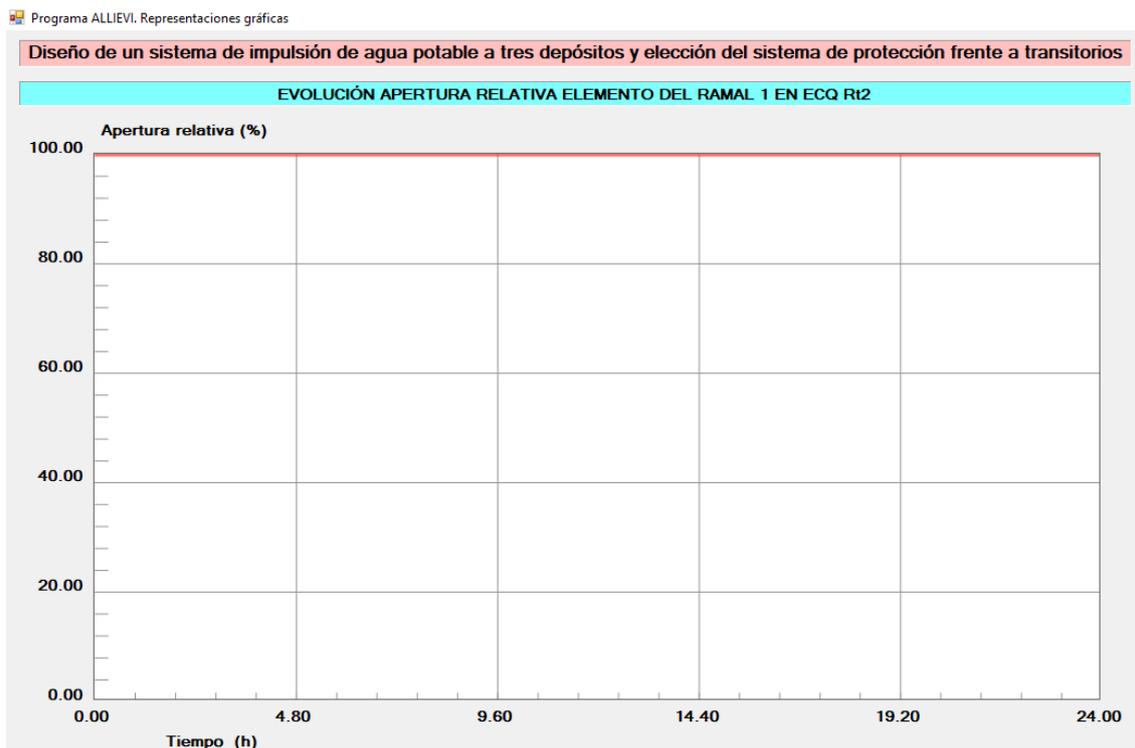


Figura 84. Apertura válvula de retención Rt2 (caso final).

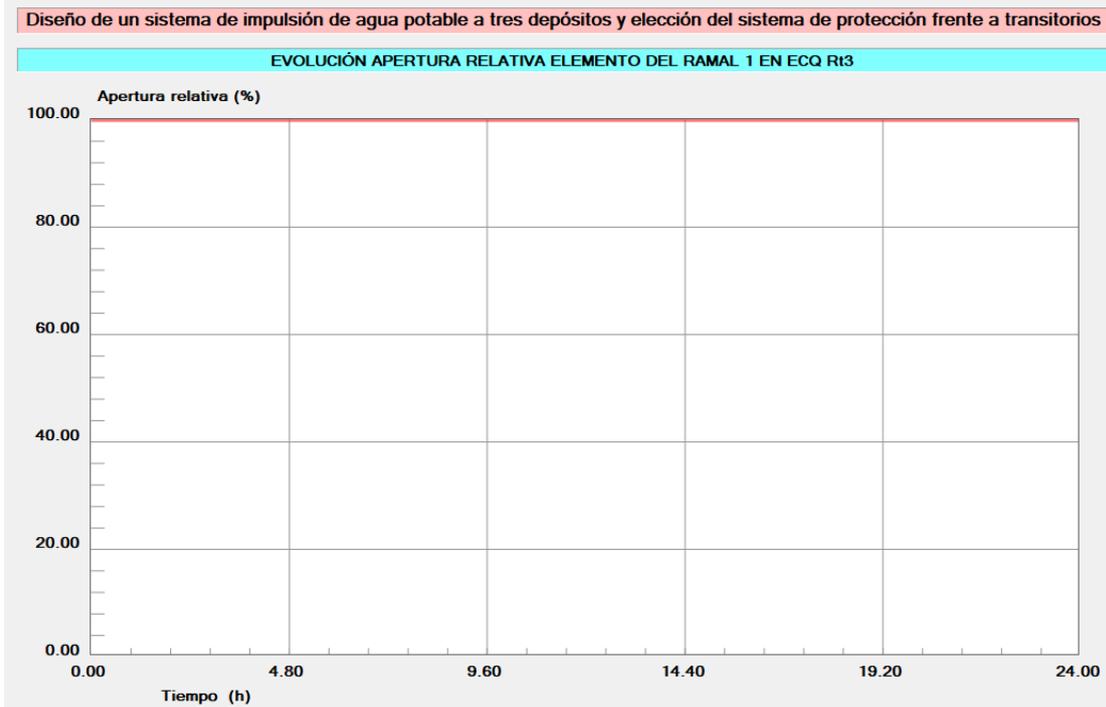


Figura 85. Apertura válvula de retención Rt3 (caso final).

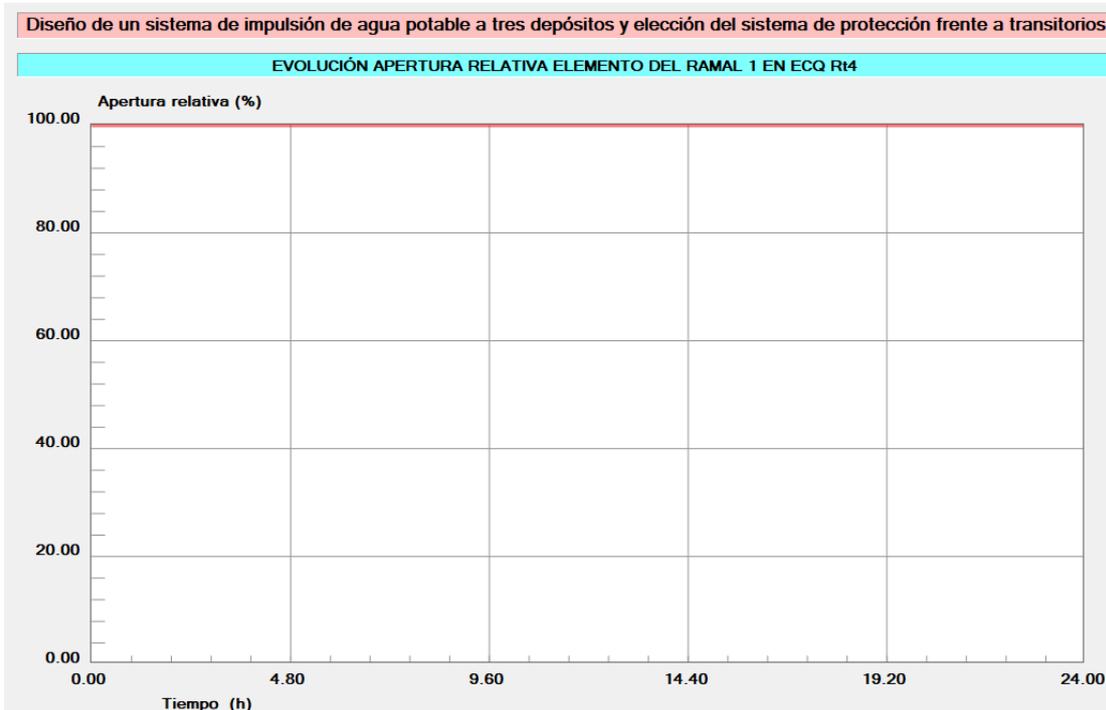


Figura 86. Apertura válvula de retención Rt4 (caso final).

8. CONCLUSIÓN

Con todo el trabajo realizado en este documento, podemos decir que se ha diseñado el sistema estudiado, para satisfacer la demanda de caudal de la población, garantizando el buen funcionamiento del mismo, protegiéndolo contra cortes en el suministro eléctrico y sobrepresiones derivadas de la misma impulsión, asegurando el abastecimiento de agua potable a la población con un alto nivel de calidad y confianza.

9. BIBLIOGRAFÍA

[1] Ingeniería Hidráulica aplicada a los sistemas de distribución de agua Volumen II.

Autores: Enrique Cabrera Marcet, Vicent Espert, Jorge García-Serra, Martínez, F., Andrés, M., García, M.

Editorial: U.D. Mecánica de Fluidos, Universidad Politécnica de Valencia y Aguas de Valencia, S.A.

Apuntes de la asignatura “Instalaciones de Fluidos en edificación”, profesor Vicente Samuel Fuertes Miquel.

Manual de usuario del programa para cálculo de transitorios hidráulicos “Allievi”.

ANEJO 1

Cálculos

Diseño de un sistema de impulsión de agua potable a tres depósitos y elección del sistema de protección frente a transitorios hidráulicos

ÍNDICE

OBJETIVO	3
1. Fundamentos de cálculo de ALLIEVI.....	4
1.1 Conductos a presión.....	4
1.2 Conductos en lámina libre.....	6

OBJETIVO

En este apartado, vamos a hablar de los fundamentos de cálculo que se han seguido para la realización del proyecto.

Como en el caso del dimensionado del sistema los cálculos han sido reflejados en la memoria para justificar los pasos seguidos y las elecciones realizadas, solo se van a reflejar en este documento los fundamentos de cálculo referidos al cálculo de los transitorios hidráulicos, los cuales son la base del funcionamiento y del algoritmo de cálculo del programa Allievi usado para la realización del trabajo.

1. Fundamentos de cálculo de ALLIEVI

1.1 Conductos a presión

En un conducto a presión, el transitorio hidráulico se modela aplicando las ecuaciones de conservación de masa y de cantidad de movimiento a un volumen de control que incluye la onda de presión que se mueve a lo largo de la conducción. De aquí se obtiene un sistema de dos ecuaciones diferenciales no lineales con dos incógnitas, siendo éstas la altura piezométrica $H = H(x, t)$ y la velocidad $V = V(x, t)$. La forma de este sistema de ecuaciones es la siguiente:

$$\begin{aligned} \frac{\partial H}{\partial t} + V \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{a^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} &= 0 \\ \frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} + g \frac{\partial H}{\partial x} + f \frac{V|V|}{2D} &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

Como este sistema no tiene solución analítica, para su integración el procedimiento habitual es admitir que la solución se obtendrá en instantes de tiempo determinados (separados entre sí un Δt) y en puntos concretos sobre la conducción (separados entre sí un Δx), cumpliéndose la condición

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = a \quad (2)$$

siendo “a” la celeridad de la onda de presión en la tubería. Esta celeridad, para el caso del agua, se calcula por medio de la expresión

$$a = \frac{9.900}{\sqrt{47'6 + C \frac{D}{e}}} \quad (3)$$

en la que el coeficiente C depende del material de la tubería.

Con esta hipótesis, las ecuaciones diferenciales anteriores se transforman en un sistema de dos ecuaciones algebraicas, lineales, con dos incógnitas, de

$$H_i^{n+1} - H_{i-1}^n + \frac{a}{g}(V_i^{n+1} - V_{i-1}^n) + \frac{f_{i-1}^n \Delta x}{D} V_{i-1}^n |V_{i-1}^n| = 0$$

(4)

$$H_i^{n+1} - H_{i+1}^n - \frac{a}{g}(V_i^{n+1} - V_{i+1}^n) - \frac{f_{i+1}^n \Delta x}{D} V_{i+1}^n |V_{i+1}^n| = 0$$

con las que se puede calcular la altura piezométrica H y la velocidad V en el punto i de la tubería y en el instante de cálculo n+1, a partir de los valores de H y V de los puntos i-1 e i+1 en el instante n. La aplicación de las expresiones (4) es lo que se llama “MÉTODO DE LAS CARACTERÍSTICAS”, y es el fundamento de cálculo del programa ALLIEVI.

El sistema (4) se puede resolver para todos los puntos de cálculo de cualquier conducto excepto en sus extremos, donde falta una de las dos ecuaciones. En dichos extremos, donde se supone que la tubería se conecta con algún elemento del sistema, la ecuación que falta se sustituye por la ecuación, o conjunto de ecuaciones, que representan el comportamiento de dicho elemento, y que se denominan “condiciones de contorno”.

1.2 Conductos en lámina libre

Por otra parte el transitorio en un conducto en lámina libre se puede producir, entre otros, por el accionamiento de compuertas, por cambios de nivel del agua en los depósitos conectados al conducto, o por las variaciones del caudal de aporte o detracción por diversas causas. El régimen transitorio en estos conductos se rige por las ecuaciones de Saint-Venant, que se derivan de la aplicación de las ecuaciones de conservación de masa y de cantidad de movimiento a un volumen de control que incluye el cambio en las condiciones del flujo en el conducto. La forma que tienen estas ecuaciones es la siguiente:

$$\begin{aligned} \frac{\partial y}{\partial t} + V \frac{\partial y}{\partial x} + \frac{A}{T} \frac{\partial V}{\partial x} &= 0 \\ \frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} + g \frac{\partial y}{\partial x} - g(s_0 - s_f) &= 0 \end{aligned} \tag{5}$$

donde las incógnitas son el calado $y = y(x, t)$ y la velocidad $V = V(x, t)$, ambas en función de la posición a lo largo del conducto y del tiempo. En la expresión (5), A es la sección ocupada por el flujo, T el ancho de la superficie libre definido por la sección A , S_0 la pendiente de solera del canal y S_f la pendiente hidráulica definida por la expresión

$$s_f = \frac{n^2 V^2}{R_h^{4/3}} \quad (6)$$

con n el coeficiente de Manning y R_h el radio hidráulico de la sección ocupada por el fluido. Aceptando determinadas simplificaciones, el sistema (5) se puede resolver de forma semejante al (1) por el método de las características, y con una formulación paralela a la (4). En este caso la expresión (2) se sustituye por

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = V \pm c \quad (7)$$

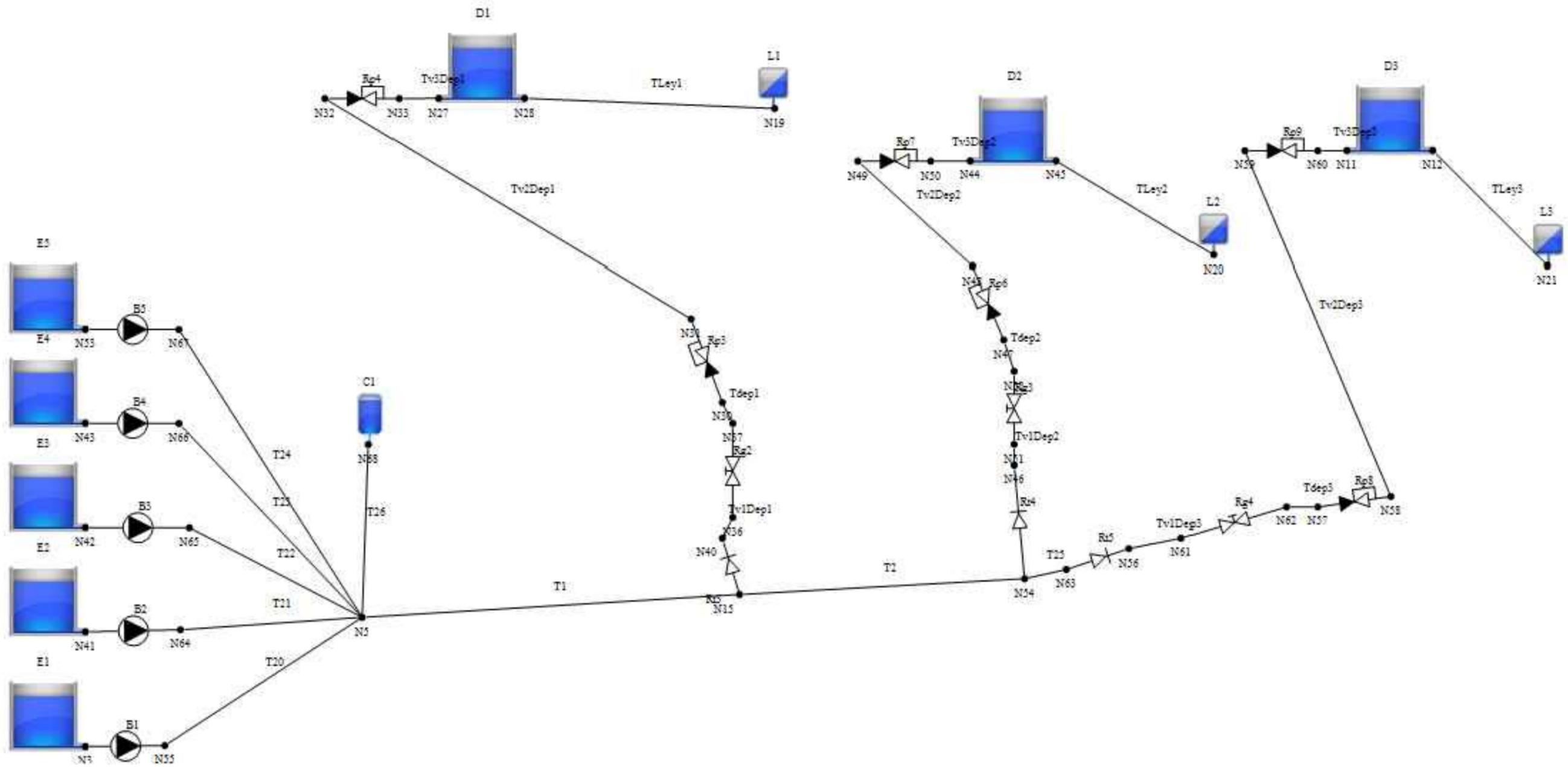
donde c es la celeridad de la onda de gravedad en el conducto, de valor

$$c = \sqrt{g \frac{A}{T}} \quad (8)$$

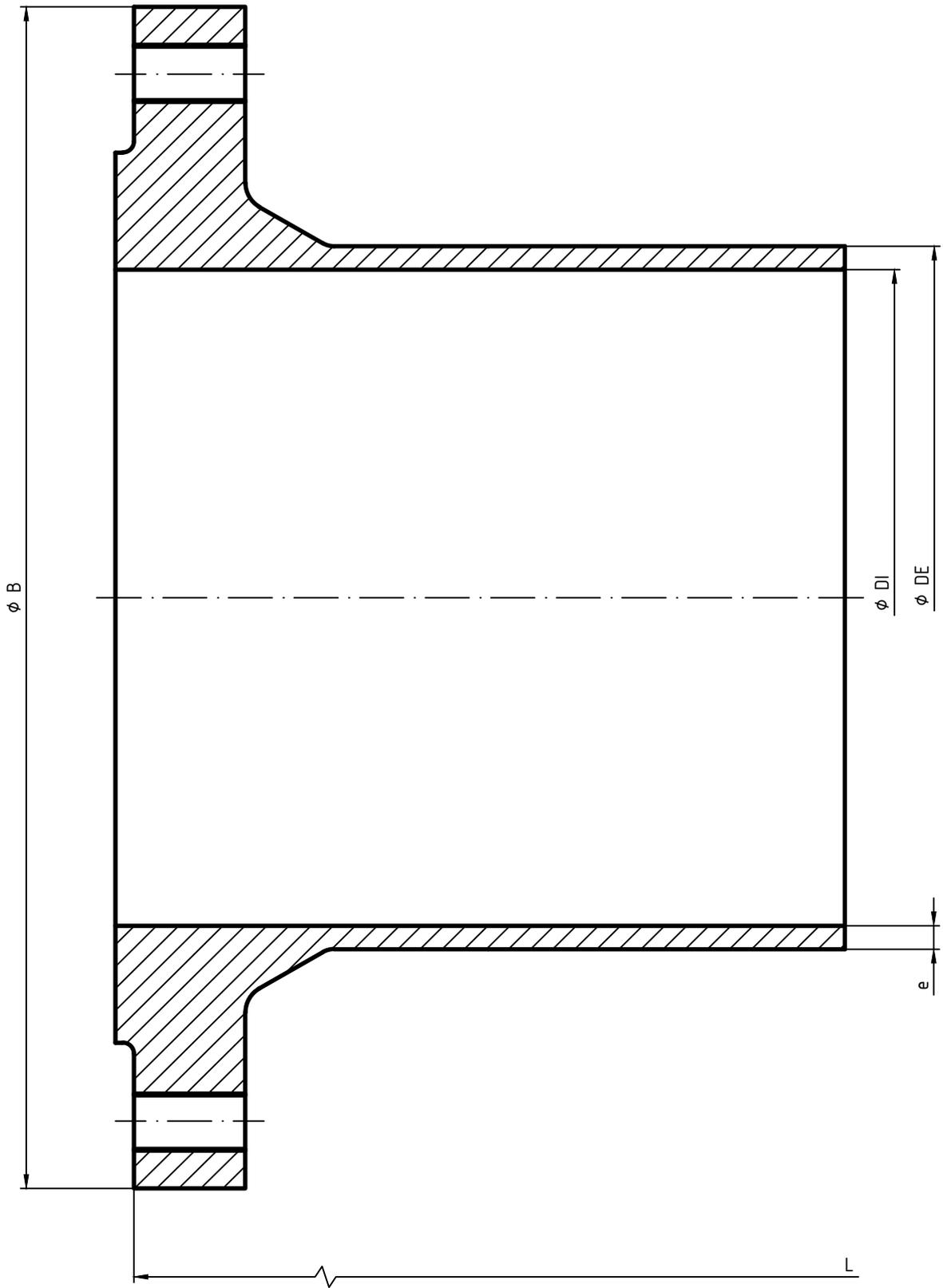
ALLIEVI permite simular el transitorio en sistemas donde existan conductos a presión y en lámina libre, aplicando el método de las características al conjunto de ambos tipos de conductos cada uno de ellos con su propia formulación. Como el tiempo característico para la resolución de los transitorios a presión es de décimas o centésimas de segundo y para los de lámina libre de segundos, el incremento de tiempo para la resolución del transitorio en lámina libre deberá ser múltiplo del incremento de tiempo para la resolución del transitorio a presión.

En este programa cada conducto en lámina libre solamente puede estar conectado por sus extremos a un depósito o a un nudo en el que confluyen otros conductos en lámina libre. En estos conductos solamente se admite flujo subcrítico (o crítico en el extremo final de un conducto con caída libre), pudiendo ser estos conductos de sección rectangular, trapecial, circular o cualquiera.

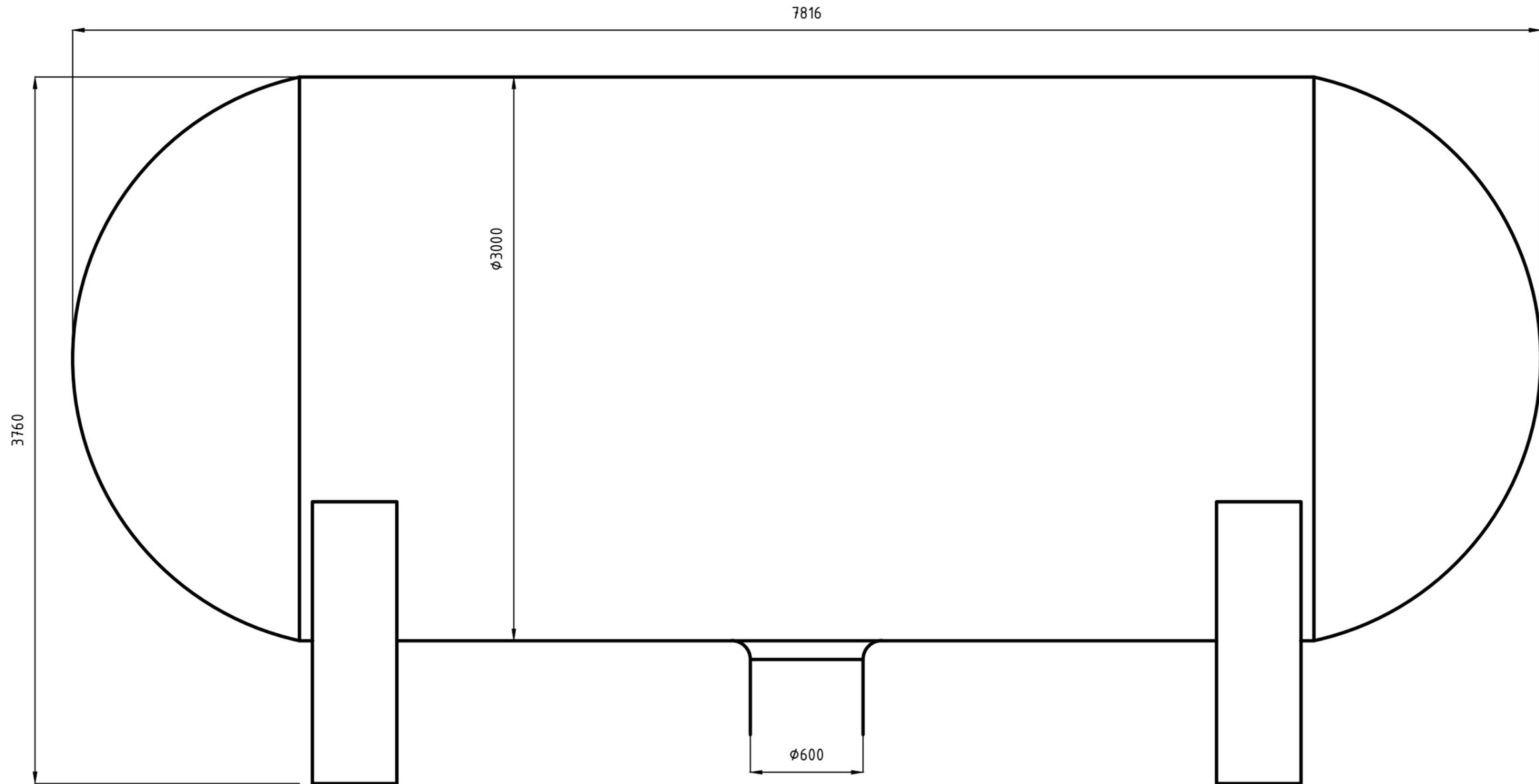
ANEJO 2



	Fecha	Nombre	Firmado: Adrián Sánchez	Observaciones: esquema hidráulico de elementos de la instalación
Dibujado	12-11-17	Adrián Sánchez		
Comprobado	12-11-17	Adrián Sánchez		
Proyecto: Diseño de red de abastecimiento de agua potable y análisis de transitorios hidráulicos			Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Escala: S/E	Esquema hidráulico instalación		Nº de Plano: 1	



	Fecha	Nombre	Firmado:	Observaciones: cotas numéricas de cada diámetro en el catálogo
Dibujado	7-11-17	Adrián Sánchez	Adrián Sánchez	
Comprobado	7-11-17	Adrián Sánchez		
Proyecto: Diseño de red de abastecimiento de agua potable y análisis de transitorios hidráulicos			Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Escala: S/E	Brida de conexión y diámetros			Nº de Plano: 2



	Fecha	Nombre	Firmado: Adrián Sánchez	Observaciones: Medidas expresadas en milímetros. Solo dimensiones principales, para más detalles constructivos ver plano del catálogo
Dibujado	16-11-17	Adrián Sánchez		
Comprobado	16-11-17	Adrián Sánchez		
Proyecto: Diseño de red de abastecimiento de agua potable y análisis de transitorios hidráulicos			Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Escala: 1/25		Calderín		Nº de Plano: 3

ANEJO 3

Pliego de condiciones

Diseño de un sistema de impulsión de agua potable a tres depósitos y elección del sistema de protección frente a transitorios hidráulicos

Según figura en el Código Técnico de la Edificación (CTE, el cual interviene en este proyecto para la realización de las estructuras donde se alojarán los sistemas con estaciones de bombeo, instalación de depósitos..), aprobado mediante Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, el proyecto definirá las obras proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas del CTE y demás normativa aplicable. Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información contenida en el Pliego de Condiciones:

- Las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente al edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, del presente Pliego de Condiciones.
- Las características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento del edificio, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra, del presente Pliego de Condiciones.
- Las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado, del presente Pliego de Condiciones.

Además, han de figurar en el presente documento, todas las demás normas (como locales, UNE aprobadas mediante Real Decreto y demás) que rigen los procesos (hidráulica, calidad de aguas...) que en este proyecto se mencionan.

ÍNDICE

1.- PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS.....	7
1.1.- Disposiciones Generales.....	7
1.1.1.- Disposiciones de carácter general.....	7
1.1.1.1.- Objeto del Pliego de Condiciones.....	7
1.1.1.2.- Contrato de obra.....	7
1.1.1.3.- Documentación del contrato de obra.....	7
1.1.1.4.- Proyecto Arquitectónico.....	7
1.1.1.5.- Reglamentación urbanística.....	7
1.1.1.6.- Formalización del Contrato de Obra.....	7
1.1.1.7.- Jurisdicción competente.....	8
1.1.1.8.- Responsabilidad del Contratista.....	8
1.1.1.9.- Accidentes de trabajo.....	8
1.1.1.10.- Daños y perjuicios a terceros.....	8
1.1.1.11.- Anuncios y carteles.....	8
1.1.1.12.- Copia de documentos.....	8
1.1.1.13.- Suministro de materiales.....	8
1.1.1.14.- Hallazgos.....	8
1.1.1.15.- Causas de rescisión del contrato de obra.....	9
1.1.1.16.- Omisiones: Buena fe.....	9
1.1.2.- Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares.....	9
1.1.2.1.- Accesos y vallados.....	9
1.1.2.2.- Replanteo.....	9
1.1.2.3.- Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos.....	9
1.1.2.4.- Orden de los trabajos.....	10
1.1.2.5.- Facilidades para otros contratistas.....	10
1.1.2.6.- Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.....	10
1.1.2.7.- Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto.....	10
1.1.2.8.- Prórroga por causa de fuerza mayor.....	10
1.1.2.9.- Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.....	10
1.1.2.10.- Trabajos defectuosos.....	10
1.1.2.11.- Vicios ocultos.....	11
1.1.2.12.- Procedencia de materiales, aparatos y equipos.....	11
1.1.2.13.- Presentación de muestras.....	11
1.1.2.14.- Materiales, aparatos y equipos defectuosos.....	11
1.1.2.15.- Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	11
1.1.2.16.- Limpieza de las obras.....	12
1.1.2.17.- Obras sin prescripciones explícitas.....	12
1.1.3.- Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas.....	12
1.1.3.1.- Consideraciones de carácter general.....	12
1.1.3.2.- Recepción provisional.....	12
1.1.3.3.- Documentación final de la obra.....	13
1.1.3.4.- Medición definitiva y liquidación provisional de la obra.....	13
1.1.3.5.- Plazo de garantía.....	13

ÍNDICE

1.1.3.6.- Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	13
1.1.3.7.- Recepción definitiva.....	13
1.1.3.8.- Prórroga del plazo de garantía.....	13
1.1.3.9.- Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.....	13
1.2.- Disposiciones Facultativas.....	13
1.2.1.- Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación.....	13
1.2.1.1.- El Promotor.....	14
1.2.1.2.- El Proyectista.....	14
1.2.1.3.- El Constructor o Contratista.....	14
1.2.1.4.- El Director de Obra.....	14
1.2.1.5.- El Director de la Ejecución de la Obra.....	14
1.2.1.6.- Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación.....	14
1.2.1.7.- Los suministradores de productos.....	14
1.2.2.- Agentes que intervienen en la obra según Ley 38/1999 (L.O.E.).....	15
1.2.3.- Agentes en materia de seguridad y salud según R.D. 1627/1997.....	15
1.2.4.- Agentes en materia de gestión de residuos según R.D. 105/2008.....	15
1.2.5.- La Dirección Facultativa.....	15
1.2.6.- Visitas facultativas.....	15
1.2.7.- Obligaciones de los agentes intervinientes.....	15
1.2.7.1.- El Promotor.....	15
1.2.7.2.- El Proyectista.....	16
1.2.7.3.- El Constructor o Contratista.....	16
1.2.7.4.- El Director de Obra.....	17
1.2.7.5.- El Director de la Ejecución de la Obra.....	18
1.2.7.6.- Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación.....	19
1.2.7.7.- Los suministradores de productos.....	19
1.2.7.8.- Los propietarios y los usuarios.....	19
1.2.8.- Documentación final de obra: Libro del Edificio.....	19
1.2.8.1.- Los propietarios y los usuarios.....	20
1.3.- Disposiciones Económicas.....	20
1.3.1.- Definición.....	20
1.3.2.- Contrato de obra.....	20
1.3.3.- Criterio General.....	20
1.3.4.- Fianzas.....	20
1.3.4.1.- Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.....	20
1.3.4.2.- Devolución de las fianzas.....	21
1.3.4.3.- Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.....	21
1.3.5.- De los precios.....	21
1.3.5.1.- Precio básico.....	21
1.3.5.2.- Precio unitario.....	21
1.3.5.3.- Presupuesto de Ejecución Material (PEM).....	22
1.3.5.4.- Precios contradictorios.....	22
1.3.5.5.- Reclamación de aumento de precios.....	22
1.3.5.6.- Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.....	22
1.3.5.7.- De la revisión de los precios contratados.....	22

ÍNDICE

1.3.5.8.- Acopio de materiales.....	22
1.3.6.- Obras por administración.....	22
1.3.7.- Valoración y abono de los trabajos.....	23
1.3.7.1.- Forma y plazos de abono de las obras.....	23
1.3.7.2.- Relaciones valoradas y certificaciones.....	23
1.3.7.3.- Mejora de obras libremente ejecutadas.....	23
1.3.7.4.- Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.....	23
1.3.7.5.- Abono de trabajos especiales no contratados.....	23
1.3.7.6.- Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.....	24
1.3.8.- Indemnizaciones Mutuas.....	24
1.3.8.1.- Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras.....	24
1.3.8.2.- Demora de los pagos por parte del Promotor.....	24
1.3.9.- Varios	24
1.3.9.1.- Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra.....	24
1.3.9.2.- Unidades de obra defectuosas.....	24
1.3.9.3.- Seguro de las obras.....	24
1.3.9.4.- Conservación de la obra.....	24
1.3.9.5.- Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor.....	24
1.3.9.6.- Pago de arbitrios.....	24
1.3.10.- Retenciones en concepto de garantía.....	25
1.3.11.- Plazos de ejecución: Planning de obra.....	25
1.3.12.- Liquidación económica de las obras.....	25
1.3.13.- Liquidación final de la obra.....	25
2.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	26
2.1.- Prescripciones sobre los materiales.....	26
2.1.1.- Garantías de calidad (Marcado CE).....	26
2.1.2.- Hormigones.....	27
2.1.2.1.- Hormigón estructural.....	27
2.1.3.- Aceros para hormigón armado.....	29
2.1.3.1.- Aceros corrugados.....	29
2.1.4.- Materiales cerámicos.....	30
2.1.4.1.- Ladrillos cerámicos para revestir.....	30
2.1.4.2.- Baldosas cerámicas.....	31
2.1.4.3.- Adhesivos para baldosas cerámicas.....	32
2.1.4.4.- Material de rejuntado para baldosas cerámicas.....	32
2.1.5.- Aislantes e impermeabilizantes.....	33
2.1.5.1.- Aislantes conformados en planchas rígidas.....	33
2.1.5.2.- Láminas bituminosas.....	33
2.1.6.- Tuberías.....	33
2.1.7.- Electrobombas hidráulicas.....	34
2.1.8.- Grupos electrógenos.....	34
2.1.9.- Estructuras de protección.....	34
2.2.- Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.....	35
2.2.1.- Acondicionamiento del terreno.....	38
2.2.2.- Cimentaciones.....	40
2.2.3.- Fachadas y particiones.....	43
2.2.4.- Cubiertas.....	43
2.3.- Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.....	45

ÍNDICE

2.4.- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición.....45

1.- PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS

1.1.- Disposiciones Generales

1.1.1.- Disposiciones de carácter general

1.1.1.1.- Objeto del Pliego de Condiciones

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

1.1.1.2.- Contrato de obra

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el Director de Obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

1.1.1.3.- Documentación del contrato de obra

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

- Las condiciones fijadas en el contrato de obra.
- El presente Pliego de Condiciones.
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos.

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

1.1.1.4.- Proyecto Arquitectónico

El Proyecto Arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en el artículo 2 de la Ley de Ordenación de la Edificación. En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al Proyecto serán:

- Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.
- El Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras.
- El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada Contratista.
- Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

1.1.1.5.- Reglamentación urbanística

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

1.1.1.6.- Formalización del Contrato de Obra

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).

- La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el Contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

El Contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el Contratista.

1.1.1.7.- Jurisdicción competente

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

1.1.1.8.- Responsabilidad del Contratista

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

1.1.1.9.- Accidentes de trabajo

Es de obligado cumplimiento el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud, en virtud del Real Decreto 1627/97, el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.

1.1.1.10.- Daños y perjuicios a terceros

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el Promotor o Propiedad, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

1.1.1.11.- Anuncios y carteles

Sin previa autorización del Promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

1.1.1.12.- Copia de documentos

El Contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

1.1.1.13.- Suministro de materiales

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caer al Contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

1.1.1.14.- Hallazgos

El Promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El Contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por parte del Director de Obra.

El Promotor abonará al Contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la Dirección Facultativa.

1.1.1.15.- Causas de rescisión del contrato de obra

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- a) La muerte o incapacidad del Contratista.
- b) La quiebra del Contratista.
- c) Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
 - a. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.
 - b. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.
- d) La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- e) Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- f) El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- g) El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- h) El abandono de la obra sin causas justificadas.
- i) La mala fe en la ejecución de la obra.

1.1.1.16.- Omisiones: Buena fe

Las relaciones entre el Promotor y el Contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al Promotor por parte del Contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

1.1.2.- Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

1.1.2.1.- Accesos y vallados

El Contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el Director de Ejecución de la Obra su modificación o mejora.

1.1.2.2.- Replanteo

El Contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el Director de Obra. Será responsabilidad del Contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

1.1.2.3.- Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los periodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del Contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

El Director de Obra redactará el acta de comienzo de la obra y la suscribirán en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el Director de la Ejecución de la Obra, el Promotor y el Contratista.

Para la formalización del acta de comienzo de la obra, el Director de la Obra comprobará que en la obra existe copia de los siguientes documentos:

- Proyecto de Ejecución, Anejos y modificaciones.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de los trabajos.
- Licencia de Obra otorgada por el Ayuntamiento.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el Contratista.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.
- Libro de Órdenes y Asistencias.
- Libro de Incidencias.

La fecha del acta de comienzo de la obra marca el inicio de los plazos parciales y total de la ejecución de la obra.

1.1.2.4.- Orden de los trabajos

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

1.1.2.5.- Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

1.1.2.6.- Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la Dirección de Ejecución de la Obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

1.1.2.7.- Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto

El Contratista podrá requerir del Director de Obra o del Director de Ejecución de la Obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al Contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del Director de Ejecución de la Obra, como del Director de Obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

1.1.2.8.- Prórroga por causa de fuerza mayor

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

1.1.2.9.- Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

1.1.2.10.- Trabajos defectuosos

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el Contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Ejecución de la Obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del Contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Director de Obra, quien mediará para resolverla.

1.1.2.11.- Vicios ocultos

El Contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente L.O.E., aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si el Director de Ejecución de la Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra.

El Contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el Director de Obra y/o el Director del Ejecución de Obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

1.1.2.12.- Procedencia de materiales, aparatos y equipos

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el Contratista deberá presentar al Director de Ejecución de la Obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.1.2.13.- Presentación de muestras

A petición del Director de Obra, el Contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

1.1.2.14.- Materiales, aparatos y equipos defectuosos

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el Director de Obra, a instancias del Director de Ejecución de la Obra, dará el orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor o Propiedad a cuenta de Contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

1.1.2.15.- Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del Contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del Contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el Director de Obra considere necesarios.

1.1.2.16.- Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

1.1.2.17.- Obras sin prescripciones explícitas

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

1.1.3.- Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas

1.1.3.1.- Consideraciones de carácter general

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al Promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el Promotor y el Contratista, haciendo constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Director de Obra y el Director de la Ejecución de la Obra.

El Promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecido en la L.O.E., y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

1.1.3.2.- Recepción provisional

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el Director de Ejecución de la Obra al Promotor o Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Contratista, del Director de Obra y del Director de Ejecución de la Obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al Contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

1.1.3.3.- Documentación final de la obra

El Director de Ejecución de la Obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al Promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente, en el caso de viviendas, con lo que se establece en los párrafos 2, 3, 4 y 5, del apartado 2 del artículo 4º del Real Decreto 515/1989, de 21 de Abril. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

1.1.3.4.- Medición definitiva y liquidación provisional de la obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Director de Ejecución de la Obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del Contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Director de Obra con su firma, servirá para el abono por el Promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

1.1.3.5.- Plazo de garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses

1.1.3.6.- Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo de la Propiedad y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del Contratista.

1.1.3.7.- Recepción definitiva

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

1.1.3.8.- Prórroga del plazo de garantía

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director de Obra indicará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

1.1.3.9.- Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

1.2.- Disposiciones Facultativas

1.2.1.- Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.).

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la L.O.E. y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

1.2.1.1.- El Promotor

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la legislación de contratos de las Administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la L.O.E.

1.2.1.2.- El Projectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en el apartado 2 del artículo 4 de la L.O.E., cada projectista asumirá la titularidad de su proyecto.

1.2.1.3.- El Constructor o Contratista

Es el agente que asume, contractualmente ante el Promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

CABE EFECTUAR ESPECIAL MENCIÓN DE QUE LA LEY SEÑALA COMO RESPONSABLE EXPLÍCITO DE LOS VICIOS O DEFECTOS CONSTRUCTIVOS AL CONTRATISTA GENERAL DE LA OBRA, SIN PERJUICIO DEL DERECHO DE REPETICIÓN DE ÉSTE HACIA LOS SUBCONTRATISTAS.

1.2.1.4.- El Director de Obra

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del Director de Obra.

1.2.1.5.- El Director de la Ejecución de la Obra

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el Arquitecto, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

1.2.1.6.- Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

1.2.1.7.- Los suministradores de productos

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

1.2.2.- Agentes que intervienen en la obra según Ley 38/1999 (L.O.E.)

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

1.2.3.- Agentes en materia de seguridad y salud según R.D. 1627/1997

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

1.2.4.- Agentes en materia de gestión de residuos según R.D. 105/2008

La relación de agentes intervinientes en materia de gestión de residuos, se encuentra en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

1.2.5.- La Dirección Facultativa

En correspondencia con la L.O.E., la Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

1.2.6.- Visitas facultativas

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

1.2.7.- Obligaciones de los agentes intervinientes

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en los artículos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, del capítulo III de la L.O.E. y demás legislación aplicable.

1.2.7.1.- El Promotor

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al Director de Obra, al Director de la Ejecución de la Obra y al Contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se registrarán por lo especialmente legislado al efecto.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

1.2.7.2.- El Proyectista

Redactar el proyecto por encargo del Promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al Promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al Arquitecto antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

Acordar con el Promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del Arquitecto y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del Arquitecto y previo acuerdo con el Promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

1.2.7.3.- El Constructor o Contratista

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Elaborar, y exigir de cada subcontratista, un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dichos planes se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención propuestas, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del RD 1627/97 de 24 de octubre.

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del Arquitecto Director de Obra y del Director de la Ejecución Material de la Obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de

conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aún cuando éstos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el Arquitecto Técnico o Aparejador, Director de Ejecución Material de la Obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del Director de la Ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del Arquitecto Técnico o Aparejador los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa.

Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los Arquitectos Directores de Obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en el Artículo 19 de la Ley de Ordenación de la Edificación y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

1.2.7.4.- El Director de Obra

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al Promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al Director de la Ejecución de la Obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del Promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al Promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conllevan una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el Promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al Arquitecto Director de Obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los Arquitectos Directores de Obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al Contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

1.2.7.5.- El Director de la Ejecución de la Obra

Corresponde al Arquitecto Técnico o Aparejador, según se establece en el Artículo 13 de la LOE y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

La Dirección inmediata de la Obra.

Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del Director de Obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al Arquitecto o Arquitectos Directores de Obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el Contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.

Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (lex artis) y a las normativas de aplicación.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al Contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo

realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los Arquitectos Directores de Obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al Promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el Contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los Arquitectos Directores de Obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el Contratista, los Subcontratistas y el personal de la obra.

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el Arquitecto Técnico, Director de la Ejecución de las Obras, se considerara como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

1.2.7.6.- Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

1.2.7.7.- Los suministradores de productos

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

1.2.7.8.- Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuenta.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

1.2.8.- Documentación final de obra: Libro del Edificio

De acuerdo al Artículo 7 de la Ley de Ordenación de la Edificación, una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el Director de Obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el Libro del Edificio, será entregada a los usuarios finales del edificio.

1.2.8.1.- Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuenta.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

1.3.- Disposiciones Económicas

1.3.1.- Definición

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, Promotor y Contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

1.3.2.- Contrato de obra

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el Promotor y el Contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (Director de Obra y Director de Ejecución de la Obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el Contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del Contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del Promotor.
- Presupuesto del Contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

1.3.3.- Criterio General

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

1.3.4.- Fianzas

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

1.3.4.1.- Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

1.3.4.2.- Devolución de las fianzas

La fianza recibida será devuelta al Contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

1.3.4.3.- Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el Promotor, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

1.3.5.- De los precios

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

1.3.5.1.- Precio básico

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

1.3.5.2.- Precio unitario

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
- Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, el vigente Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre) establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.

- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

1.3.5.3.- Presupuesto de Ejecución Material (PEM)

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

1.3.5.4.- Precios contradictorios

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el Promotor, por medio del Director de Obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al Director de Obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

1.3.5.5.- Reclamación de aumento de precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

1.3.5.6.- Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

1.3.5.7.- De la revisión de los precios contratados

El presupuesto presentado por el Contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

1.3.5.8.- Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el Contratista responsable de su guarda y conservación.

1.3.6.- Obras por administración

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el Promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un Contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.

- El abono al Contratista de las cuentas de administración delegada.
- Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del Contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

1.3.7.- Valoración y abono de los trabajos

1.3.7.1.- Forma y plazos de abono de las obras

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (Promotor y Contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por la propiedad en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el Director de Ejecución de la Obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El Director de Ejecución de la Obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el periodo de tiempo anterior, pudiendo el Contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al Director de Ejecución de la Obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del Promotor sobre el particular.

1.3.7.2.- Relaciones valoradas y certificaciones

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al Contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

1.3.7.3.- Mejora de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con la autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

1.3.7.4.- Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará previa justificación por parte del Contratista. Para ello, el Director de Obra indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

1.3.7.5.- Abono de trabajos especiales no contratados

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por la Propiedad por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

1.3.7.6.- Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

1.3.8.- Indemnizaciones Mutuas

1.3.8.1.- Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

1.3.8.2.- Demora de los pagos por parte del Promotor

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

1.3.9.- Varios

1.3.9.1.- Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Director de Obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

1.3.9.2.- Unidades de obra defectuosas

Las obras defectuosas no se valorarán.

1.3.9.3.- Seguro de las obras

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

1.3.9.4.- Conservación de la obra

El Contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

1.3.9.5.- Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor

No podrá el Contratista hacer uso de edificio o bienes del Promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

1.3.9.6.- Pago de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

1.3.10.- Retenciones en concepto de garantía

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al Promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del Promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al Contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

1.3.11.- Plazos de ejecución: Planning de obra

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

1.3.12.- Liquidación económica de las obras

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el Promotor y el Contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el Promotor, el Contratista, el Director de Obra y el Director de Ejecución de la Obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del Promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

1.3.13.- Liquidación final de la obra

Entre el Promotor y Contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

2.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

2.1.- Prescripciones sobre los materiales

Para facilitar la labor a realizar, por parte del Director de la Ejecución de la Obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el artículo 7.2. del CTE, en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá según el artículo 7.2. del CTE:

- El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2.
- El control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

Por parte del Constructor o Contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El Contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El Contratista notificará al Director de Ejecución de la Obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el Director de Ejecución de la Obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el Director de Ejecución de la Obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del Contratista.

El hecho de que el Contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del Contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

2.1.1.- Garantías de calidad (Marcado CE)

El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de edificación e ingeniería civil que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.
- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

El marcado CE de un producto de construcción indica:

- Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).
- Que se ha cumplido el sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones indicado en los mandatos relativos a las normas armonizadas y en las especificaciones técnicas armonizadas.

Siendo el fabricante el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del marcado CE.

Es obligación del Director de la Ejecución de la Obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE y, en caso de ser así, si se cumplen las condiciones establecidas en el Real Decreto 1630/1992 por el que se transpone a nuestro ordenamiento legal la Directiva de Productos de Construcción 89/106/CEE.

El marcado CE se materializa mediante el símbolo "CE" acompañado de una información complementaria.

El fabricante debe cuidar de que el marcado CE figure, por orden de preferencia:

- En el producto propiamente dicho.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En su envase o embalaje.
- En la documentación comercial que le acompaña.

Las letras del símbolo CE deben tener una dimensión vertical no inferior a 5 mm.

Además del símbolo CE deben estar situadas en una de las cuatro posibles localizaciones una serie de inscripciones complementarias, cuyo contenido específico se determina en las normas armonizadas y Guías DITE para cada familia de productos, entre las que se incluyen:

- el número de identificación del organismo notificado (cuando proceda)
- el nombre comercial o la marca distintiva del fabricante
- la dirección del fabricante
- el nombre comercial o la marca distintiva de la fábrica
- las dos últimas cifras del año en el que se ha estampado el marcado en el producto
- el número del certificado CE de conformidad (cuando proceda)
- el número de la norma armonizada y en caso de verse afectada por varias los números de todas ellas
- la designación del producto, su uso previsto y su designación normalizada
- información adicional que permita identificar las características del producto atendiendo a sus especificaciones técnicas

Las inscripciones complementarias del marcado CE no tienen por qué tener un formato, tipo de letra, color o composición especial, debiendo cumplir únicamente las características reseñadas anteriormente para el símbolo.

Dentro de las características del producto podemos encontrar que alguna de ellas presente la mención "Prestación no determinada" (PND).

La opción PND es una clase que puede ser considerada si al menos un estado miembro no tiene requisitos legales para una determinada característica y el fabricante no desea facilitar el valor de esa característica.

2.1.2.- Hormigones

2.1.2.1.- Hormigón estructural

2.1.2.1.1.- Condiciones de suministro

- El hormigón se debe transportar utilizando procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.
- Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.
- Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón.
- El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

2.1.2.1.2.- Recepción y control

- Documentación de los suministros:
 - Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Se facilitarán los siguientes documentos:
 - Antes del suministro:
 - Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.
 - Se entregarán los certificados de ensayo que garanticen el cumplimiento de lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

- Durante el suministro:
 - Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:
 - Nombre de la central de fabricación de hormigón.
 - Número de serie de la hoja de suministro.
 - Fecha de entrega.
 - Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.
 - Especificación del hormigón.
 - En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:
 - Designación.
 - Contenido de cemento en kilos por metro cúbico (kg/m^3) de hormigón, con una tolerancia de ± 15 kg.
 - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$.
 - En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:
 - Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.
 - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$.
 - Tipo de ambiente.
 - Tipo, clase y marca del cemento.
 - Consistencia.
 - Tamaño máximo del árido.
 - Tipo de aditivo, si lo hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene.
 - Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice) si la hubiere y, en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
 - Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
 - Cantidad de hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
 - Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga.
 - Hora límite de uso para el hormigón.
 - Después del suministro:
 - El certificado de garantía del producto suministrado, firmado por persona física con poder de representación suficiente.
- Ensayos:
 - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

2.1.2.1.3.- Conservación, almacenamiento y manipulación

- En el vertido y colocación de las masas, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

2.1.2.1.4.- Recomendaciones para su uso en obra

- El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.
- Hormigonado en tiempo frío:
 - La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C .
 - Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.
 - En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de cero grados centígrados.
 - En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.
- Hormigonado en tiempo caluroso:
 - Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

2.1.3.- Aceros para hormigón armado

2.1.3.1.- Aceros corrugados

2.1.3.1.1.- Condiciones de suministro

- Los aceros se deben transportar protegidos adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

2.1.3.1.2.- Recepción y control

- Documentación de los suministros:
 - Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Se facilitarán los siguientes documentos:
 - Antes del suministro:
 - Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.
 - Hasta la entrada en vigor del marcado CE, se adjuntarán los certificados de ensayo que garanticen el cumplimiento de las siguientes características:
 - Características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante.
 - Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado.
 - Aptitud al doblado simple.
 - Los aceros soldables con características especiales de ductilidad deberán cumplir los requisitos de los ensayos de fatiga y deformación alternativa.
 - Características de adherencia. Cuando el fabricante garantice las características de adherencia mediante el ensayo de la viga, presentará un certificado de homologación de adherencia, en el que constará, al menos:
 - Marca comercial del acero.
 - Forma de suministro: barra o rollo.
 - Límites admisibles de variación de las características geométricas de los resaltos.
 - Composición química.
 - En la documentación, además, constará:
 - El nombre del laboratorio. En el caso de que no se trate de un laboratorio público, declaración de estar acreditado para el ensayo referido.
 - Fecha de emisión del certificado.
 - Durante el suministro:
 - Las hojas de suministro de cada partida o remesa.
 - Hasta la entrada en vigor del marcado CE, se adjuntará una declaración del sistema de identificación del acero que haya empleado el fabricante.
 - La clase técnica se especificará mediante un código de identificación del tipo de acero mediante engrosamientos u omisiones de corrugas o grafilas. Además, las barras corrugadas deberán llevar grabadas las marcas de identificación que incluyen información sobre el país de origen y el fabricante.
 - En el caso de que el producto de acero corrugado sea suministrado en rollo o proceda de operaciones de enderezado previas a su suministro, deberá indicarse explícitamente en la correspondiente hoja de suministro.
 - En el caso de barras corrugadas en las que, dadas las características del acero, se precise de procedimientos especiales para el proceso de soldadura, el fabricante deberá indicarlos.
 - Después del suministro:
 - El certificado de garantía del producto suministrado, firmado por persona física con poder de representación suficiente.
- Distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:
 - En su caso, los suministradores entregarán al Constructor, quién la facilitará a la Dirección Facultativa, una copia compulsada por persona física de los certificados que avalen que los productos que se suministrarán están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, donde al menos constará la siguiente información:
 - Identificación de la entidad certificadora.
 - Logotipo del distintivo de calidad.
 - Identificación del fabricante.
 - Alcance del certificado.
 - Garantía que queda cubierta por el distintivo (nivel de certificación).
 - Número de certificado.
 - Fecha de expedición del certificado.

- Antes del inicio del suministro, la Dirección Facultativa valorará, en función del nivel de garantía del distintivo y de acuerdo con lo indicado en el proyecto y lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), si la documentación aportada es suficiente para la aceptación del producto suministrado o, en su caso, qué comprobaciones deben efectuarse.
- Ensayos:
 - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
 - En el caso de efectuarse ensayos, los laboratorios de control facilitarán sus resultados acompañados de la incertidumbre de medida para un determinado nivel de confianza, así como la información relativa a las fechas, tanto de la entrada de la muestra en el laboratorio como de la realización de los ensayos.
 - Las entidades y los laboratorios de control de calidad entregarán los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, a la Dirección Facultativa.

2.1.3.1.3.- Conservación, almacenamiento y manipulación

- Durante el almacenamiento las armaduras se protegerán adecuadamente contra la lluvia y de la agresividad de la atmósfera ambiental. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias, para garantizar la necesaria trazabilidad.
- Antes de su utilización y especialmente después de un largo periodo de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1% respecto al peso inicial de la muestra.
- En el momento de su utilización, las armaduras pasivas deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.
- La elaboración de armaduras mediante procesos de ferralla requiere disponer de unas instalaciones que permitan desarrollar, al menos, las siguientes actividades:
 - Almacenamiento de los productos de acero empleados.
 - Proceso de enderezado, en el caso de emplearse acero corrugado suministrado en rollo.
 - Procesos de corte, doblado, soldadura y armado, según el caso.

2.1.3.1.4.- Recomendaciones para su uso en obra

- Para prevenir la corrosión, se deberá tener en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento.
- Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.
- Se prohíbe emplear materiales componentes (agua, áridos, aditivos y/o adiciones) que contengan iones despasivantes, como cloruros, sulfuros y sulfatos, en proporciones superiores a las establecidas.

2.1.4.- Materiales cerámicos

2.1.4.1.- Ladrillos cerámicos para revestir

2.1.4.1.1.- Condiciones de suministro

- Los ladrillos se deben suministrar empaquetados y sobre palets.
- Los paquetes no deben ser totalmente herméticos, para permitir la absorción de la humedad ambiente.
- La descarga se debe realizar directamente en las plantas del edificio, situando los palets cerca de los pilares de la estructura.

2.1.4.1.2.- Recepción y control

- Documentación de los suministros:
 - Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

- Ensayos:
 - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

2.1.4.1.3.- Conservación, almacenamiento y manipulación

- Se deben apilar sobre superficies limpias, planas, horizontales y donde no se produzcan aportes de agua, ni se recepcionen otros materiales o se realicen otros trabajos de la obra que los puedan manchar o deteriorar.
- Los ladrillos no deben estar en contacto con el terreno, ya que pueden absorber humedad, sales solubles, etc., provocando en la posterior puesta en obra la aparición de manchas y eflorescencias.
- Los ladrillos se deben conservar empaquetados hasta el momento de su uso, preservándolos de acciones externas que alteren su aspecto.
- Se agruparán por partidas, teniendo en cuenta el tipo y la clase.
- El traslado se debe realizar, siempre que se pueda, con medios mecánicos y su manipulación debe ser cuidadosa, evitando roces entre las piezas.
- Los ladrillos se deben cortar sobre la mesa de corte, que estará limpia en todo momento y dispondrá de chorro de agua sobre el disco.
- Una vez cortada correctamente la pieza, se debe limpiar la superficie vista, dejando secar el ladrillo antes de su puesta en obra.
- Para evitar que se ensucien los ladrillos, se debe limpiar la máquina, especialmente cada vez que se cambie de color de ladrillo.

2.1.4.1.4.- Recomendaciones para su uso en obra

- Los ladrillos se deben humedecer antes de su puesta en obra.

2.1.4.2.- Baldosas cerámicas

2.1.4.2.1.- Condiciones de suministro

- Las baldosas se deben suministrar empaquetadas en cajas, de manera que no se alteren sus características.

2.1.4.2.2.- Recepción y control

- Documentación de los suministros:
 - Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.
- Ensayos:
 - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

2.1.4.2.3.- Conservación, almacenamiento y manipulación

- El almacenamiento se realizará en su embalaje, en lugares protegidos de impactos y de la intemperie.

2.1.4.2.4.- Recomendaciones para su uso en obra

- Colocación en capa gruesa: Es el sistema tradicional, por el que se coloca la cerámica directamente sobre el soporte. No se recomienda la colocación de baldosas cerámicas de formato superior a 35x35 cm, o superficie equivalente, mediante este sistema.
- Colocación en capa fina: Es un sistema más reciente que la capa gruesa, por el que se coloca la cerámica sobre una capa previa de regularización del soporte, ya sean enfoscados en las paredes o bases de mortero en los suelos.

2.1.4.3.- Adhesivos para baldosas cerámicas

2.1.4.3.1.- Condiciones de suministro

- Los adhesivos se deben suministrar en sacos de papel paletizados.

2.1.4.3.2.- Recepción y control

- Documentación de los suministros:
 - Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.
- Ensayos:
 - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

2.1.4.3.3.- Conservación, almacenamiento y manipulación

- El tiempo de conservación es de 12 meses a partir de la fecha de fabricación.
- El almacenamiento se realizará en lugar fresco y en su envase original cerrado.

2.1.4.3.4.- Recomendaciones para su uso en obra

- Los distintos tipos de adhesivos tienen características en función de las propiedades de aplicación (condiciones climatológicas, condiciones de fraguado, etc.) y de las prestaciones finales; el fabricante es responsable de informar sobre las condiciones y el uso adecuado y el prescriptor debe evaluar las condiciones y estado del lugar de trabajo y seleccionar el adhesivo adecuado considerando los posibles riesgos.
- Colocar siempre las baldosas sobre el adhesivo todavía fresco, antes de que forme una película superficial antiadherente.
- Los adhesivos deben aplicarse con espesor de capa uniforme con la ayuda de llanas dentadas.

2.1.4.4.- Material de rejuntado para baldosas cerámicas

2.1.4.4.1.- Condiciones de suministro

- El material de rejuntado se debe suministrar en sacos de papel paletizados.

2.1.4.4.2.- Recepción y control

- Documentación de los suministros:
 - Este material debe estar marcado claramente en los embalajes y/o en la documentación técnica del producto, como mínimo con la siguiente información:
 - Nombre del producto.
 - Marca del fabricante y lugar de origen.
 - Fecha y código de producción, caducidad y condiciones de almacenaje.
 - Número de la norma y fecha de publicación.
 - Identificación normalizada del producto.
 - Instrucciones de uso (proporciones de mezcla, tiempo de maduración, vida útil, modo de aplicación, tiempo hasta la limpieza, tiempo hasta permitir su uso, ámbito de aplicación, etc.).
- Ensayos:
 - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

2.1.4.4.3.- Conservación, almacenamiento y manipulación

- El tiempo de conservación es de 12 meses a partir de la fecha de fabricación.
- El almacenamiento se realizará en lugar fresco y en su envase original cerrado.

2.1.4.4.4.- Recomendaciones para su uso en obra

- Los distintos tipos de materiales para rejuntado tienen características en función de las propiedades de aplicación (condiciones climatológicas, condiciones de fraguado, etc.) y de las prestaciones finales; el fabricante es responsable de informar sobre las condiciones y el uso adecuado y el prescriptor debe evaluar las condiciones y estado del lugar de trabajo y seleccionar el material de rejuntado adecuado considerando los posibles riesgos.
- En colocación en exteriores se debe proteger de la lluvia y de las heladas durante las primeras 24 horas.

2.1.5.- Aislantes e impermeabilizantes

2.1.5.1.- Aislantes conformados en planchas rígidas

2.1.5.1.1.- Condiciones de suministro

- Los aislantes se deben suministrar en forma de paneles, envueltos en films plásticos.
- Los paneles se agruparán formando palets para su mejor almacenamiento y transporte.
- En caso de desmontar los palets, los paquetes resultantes deben transportarse de forma que no se desplacen por la caja del transporte.

2.1.5.1.2.- Recepción y control

- Documentación de los suministros:
 - Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.
 - Si el material ha de ser componente de la parte ciega del cerramiento exterior de un espacio habitable, el fabricante declarará el valor del factor de resistencia a la difusión del agua.
- Ensayos:
 - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

2.1.5.1.3.- Conservación, almacenamiento y manipulación

- Los palets completos pueden almacenarse a la intemperie por un periodo limitado de tiempo.
- Se apilarán horizontalmente sobre superficies planas y limpias.
- Se protegerán de la insolación directa y de la acción del viento.

2.1.5.1.4.- Recomendaciones para su uso en obra

- Se seguirán las recomendaciones de aplicación y de uso proporcionadas por el fabricante en su documentación técnica.

2.1.5.2.- Láminas bituminosas

2.1.5.2.1.- Condiciones de suministro

- Las láminas se deben transportar preferentemente en palets retractilados y, en caso de pequeños acopios, en rollos sueltos.
- Cada rollo contendrá una sola pieza o como máximo dos. Sólo se aceptarán dos piezas en el 3% de los rollos de cada partida y no se aceptará ninguno que contenga más de dos piezas. Los rollos irán protegidos. Se procurará no aplicar pesos elevados sobre los mismos para evitar su deterioro.

2.1.5.2.2.- Recepción y control

- Documentación de los suministros:
 - Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

- Cada rollo tendrá una etiqueta en la que constará:
 - Nombre y dirección del fabricante, marca comercial o suministrador.
 - Designación del producto según normativa.
 - Nombre comercial de la lámina.
 - Longitud y anchura nominal de la lámina en m.
 - Número y tipo de armaduras, en su caso.
 - Fecha de fabricación.
 - Condiciones de almacenamiento.
 - En láminas LBA, LBM, LBME, LO y LOM: Masa nominal de la lámina por 10 m².
 - En láminas LAM: Masa media de la lámina por 10 m².
 - En láminas bituminosas armadas: Masa nominal de la lámina por 10 m².
 - En láminas LBME: Espesor nominal de la lámina en mm.
- Ensayos:
 - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

2.1.5.2.3.- Conservación, almacenamiento y manipulación

- Conservar y almacenar preferentemente en el palet original, apilados en posición horizontal con un máximo de cuatro hiladas puestas en el mismo sentido, a temperatura baja y uniforme, protegidos del sol, la lluvia y la humedad en lugares cubiertos y ventilados, salvo cuando esté prevista su aplicación.

2.1.5.2.4.- Recomendaciones para su uso en obra

- Se recomienda evitar su aplicación cuando el clima sea lluvioso o la temperatura inferior a 5°C, o cuando así se prevea.
- La fuerza del viento debe ser considerada en cualquier caso.

2.1.6.- Tuberías

Se instalarán tubos de fundición dúctil colados por centrifugación en molde metálico provistos de una campana en cuyo interior se alojará un anillo de caucho, asegurando una estanquidad perfecta en la unión entre tubos. Además, deben garantizarse una serie de características funcionales como desviaciones angulares, aislamiento eléctrico entre tubos, buen comportamiento ante la inestabilidad del terreno, etc.

▪ CARÁCTERÍSTICA MECÁNICAS MÍNIMAS

Estas características serán comprobadas sistemáticamente durante el proceso de fabricación, según las especificaciones de la norma UNE-EN 545.

El alargamiento a rotura deberá ser como mínimo del 5%, mientras que en el ensayo de dureza Brinell(HB) no se deberán superar valores de 250 MPa.

PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD

Todos los tubos se someterán en fábrica y antes de aplicar el revestimiento interno, a una prueba hidráulica realizada en la misma línea de fabricación. La duración total del ciclo de presión no será inferior a 15 seg., de los cuales 10 seg. serán a la presión de ensayo.

Dicha prueba consistirá en mantener agua en el interior del tubo a la presión de 30 bar, sin que llegue a producirse ningún tipo de fuga.

▪ REVESTIMIENTOS

Todos los tubos serán revestidos internamente con una capa de mortero de cemento de horno alto, aplicada por centrifugación del tubo, en conformidad con la norma UNE- EN 545. Los espesores serán de 6 mm para DN de 700-1000 mm y de 9 mm para DN de 1000-2000 mm.

Los tubos se revestirán externamente con dos capas:

A) Una primera con cinc metálico: metalización por arco eléctrico de hilo de cinc de 99.99 % de pureza, depositándose como mínimo 200 gr./m².

B) Una segunda de pintura bituminosa negra: pulverización de una capa de espesor medio no inferior a 70 µm.

Antes de la aplicación del cinc, la superficie de los tubos estará seca y exenta de partículas no adherentes como aceite, grasas, etc. La instalación de recubrimiento exterior, será tal que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección (por ejemplo un secado en estufa).

La capa de acabado recubrirá uniformemente la totalidad de la capa de zinc y estará exenta de defectos tales como carencias o desprendimientos.

▪ CONTACTO CON AGUA POTABLE

Todos los revestimientos internos y externos, así como las juntas, y resto de componentes de la canalización no tendrán ningún efecto sobre las cualidades alimenticias del agua transportada, cumpliendo con la normativa en vigor en esta materia (Directiva 98/83/CE).

▪ PROCESO DE CALIDAD

El proceso de producción será sometido a un sistema de aseguramiento de calidad, conforme a la norma UNE EN ISO 9001:2008 y estará certificado por un organismo exterior.

2.1.7.- Electrobombas hidráulicas

▪ CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO

Deben ser, bombas centrífugas de cámara partida de una y dos etapas con las bridas de aspiración e impulsión fundidas en su cuerpo inferior para permitir un fácil acceso y desmontaje de las partes móviles evitando la desconexión de las tuberías.

Los impulsores han de ser diseñados con la más alta tecnología para garantizar el mejor rendimiento dentro del campo útil de trabajo de cada bomba.

La estanqueidad hidráulica en el eje se conseguirá mediante empaquetadura con casquillo protector del eje u opcionalmente mediante cierre mecánico normalizado.

Fabricación estandar en construcción horizontal.

▪ APLICACIONES

Debera ser capaz de suministrar caudales hasta 400 l/s y alturas hasta 140 mca ideales para abastecimientos de agua potable.

Además, deberán ser adecuadas para manejar líquidos limpios y con temperaturas hasta 50 °C.

2.1.8.- Grupos electrógenos

Grupo electrógeno de 800 kW con insonorización, motor Cummins y alternador Stamford. Con potencia en standby de 800 kW-1000 kVA con bajas emisiones de ruido. Trabajando a 1.500 revoluciones por minuto y una frecuencia de 50Hz con factor potencia de 0.8.

2.1.9.- Estructuras de protección

▪ TIPOLOGÍA

Deben ser calderines con vejiga de volumen 50 metros cúbico, dispuesto de forma horizontal, con diámetro de entroke de 600 mm. Además, deberán ser calderines con PN160 como mínimo.

▪ DISPOSICIÓN

En concreto, se dispondrán 14 de estos de forma que las conexiones de todos ellos se conecten mediante el ramal de conexión con la tubería principal, formando así un volumen total igual a la suma de los 14 calderines.

▪ PRESIÓN DE HINCHADO

La presión de hinchado de los mismos será de 3.5 bar y nunca superior a la misma.

▪ CALIDAD

Deberán cumplir todas las normas citadas anteriormente de acuerdo con el agua potable para consumo humano.

2.2.- Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el Director de la Ejecución de la Obra habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto. Será preceptiva la aceptación previa por parte del Director de la Ejecución de la Obra de todos los materiales que constituyen la unidad de obra.

Así mismo, se realizarán una serie de comprobaciones previas sobre las condiciones del soporte, las condiciones ambientales del entorno, y la cualificación de la mano de obra, en su caso.

DEL SOPORTE

Se establecen una serie de requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra realizadas previamente, que pueden servir de soporte a la nueva unidad de obra.

AMBIENTALES

En determinadas condiciones climáticas (viento, lluvia, humedad, etc.) no podrán iniciarse los trabajos de ejecución de la unidad de obra, deberán interrumpirse o será necesario adoptar una serie de medidas protectoras.

DEL CONTRATISTA

En algunos casos, será necesaria la presentación al Director de la Ejecución de la Obra de una serie de documentos por parte del Contratista, que acrediten su cualificación, o la de la empresa por él subcontratada, para realizar cierto tipo de trabajos. Por ejemplo la puesta en obra de sistemas constructivos en posesión de un Documento de Idoneidad Técnica (DIT), deberán ser realizados por la propia empresa propietaria del DIT, o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por ésta y bajo su control técnico.

PROCESO DE EJECUCIÓN

En este apartado se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.

FASES DE EJECUCIÓN

Se enumeran, por orden de ejecución, las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

En algunas unidades de obra se hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse una determinada unidad de obra, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades.

Una vez terminados los trabajos correspondientes a la ejecución de cada unidad de obra, el Contratista retirará los medios auxiliares y procederá a la limpieza del elemento realizado y de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y demás residuos originados por las operaciones realizadas para ejecutar la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia.

PRUEBAS DE SERVICIO

En aquellas unidades de obra que sea necesario, se indican las pruebas de servicio a realizar por el propio Contratista o empresa instaladora, cuyo coste se encuentra incluido en el propio precio de la unidad de obra.

Aquellas otras pruebas de servicio o ensayos que no están incluidos en el precio de la unidad de obra, y que es obligatoria su realización por medio de laboratorios acreditados se encuentran detalladas y presupuestadas, en el correspondiente capítulo X de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución Material (PEM).

Por ejemplo, esto es lo que ocurre en la unidad de obra ADP010, donde se indica que no está incluido en el precio de la unidad de obra el coste del ensayo de densidad y humedad "in situ".

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

En algunas unidades de obra se establecen las condiciones en que deben protegerse para la correcta conservación y mantenimiento en obra, hasta su recepción final.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Indica cómo se comprobarán en obra las mediciones de Proyecto, una vez superados todos los controles de calidad y obtenida la aceptación final por parte del Director de Ejecución de la Obra.

La medición del número de unidades de obra que ha de abonarse se realizará, en su caso, de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del Contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciere a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que el Director de Ejecución de la Obra consigne.

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el Presupuesto. Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.

Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la ejecución de la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como de las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados afectados tanto por el proceso de ejecución de las obras como por las instalaciones auxiliares.

Igualmente, aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, las operaciones descritas en el proceso de ejecución, los ensayos y pruebas de servicio y puesta en funcionamiento, inspecciones, permisos, boletines, licencias, tasas o similares.

No será de abono al Contratista mayor volumen de cualquier tipo de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

TERMINOLOGÍA APLICADA EN EL CRITERIO DE MEDICIÓN.

A continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Volumen de tierras en perfil esponjado. La medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. Para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar, será la que resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno.

Volumen de relleno en perfil compactado. La medición se referirá al estado del relleno una vez finalizado el proceso de compactación.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones excavadas hubieran quedado con mayores dimensiones.

CIMENTACIONES

Superficie teórica ejecutada. Será la superficie que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que la superficie ocupada por el hormigón hubiera quedado con mayores dimensiones.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de hormigón hubieran quedado con mayores dimensiones.

ESTRUCTURAS

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de los elementos estructurales hubieran quedado con mayores dimensiones.

ESTRUCTURAS METÁLICAS

Peso nominal medido. Serán los kg que resulten de aplicar a los elementos estructurales metálicos los pesos nominales que, según dimensiones y tipo de acero, figuren en tablas.

ESTRUCTURAS (FORJADOS)

Deduciendo los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$. Se medirá la superficie de los forjados de cara exterior a cara exterior de los zunchos que delimitan el perímetro de su superficie, descontando únicamente los huecos o pasos de forjados que tengan una superficie mayor de $X \text{ m}^2$.

En los casos de dos paños formados por forjados diferentes, objeto de precios unitarios distintos, que apoyen o empotren en una jácena o muro de carga común a ambos paños, cada una de las unidades de obra de forjado se medirá desde fuera a cara exterior de los elementos delimitadores al eje de la jácena o muro de carga común.

En los casos de forjados inclinados se tomará en verdadera magnitud la superficie de la cara inferior del forjado, con el mismo criterio anteriormente señalado para la deducción de huecos.

ESTRUCTURAS (MUROS)

Deduciendo los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$. Se aplicará el mismo criterio que para fachadas y particiones.

FACHADAS Y PARTICIONES

Deduciendo los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando únicamente aquellos huecos cuya superficie sea mayor de $X \text{ m}^2$, lo que significa que:

Cuando los huecos sean menores de $X \text{ m}^2$ se medirán a cinta corrida como si no hubiera huecos. Al no deducir ningún hueco, en compensación de medir hueco por macizo, no se medirán los trabajos de formación de mochetas en jambas y dinteles.

Cuando los huecos sean mayores de $X \text{ m}^2$, se deducirá la superficie de estos huecos, pero se sumará a la medición la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de las mochetas.

Deduciendo todos los huecos. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando la superficie de todos los huecos, pero se incluye la ejecución de todos los trabajos precisos para la resolución del hueco, así como los materiales que forman dinteles, jambas y vierteaguas.

A los efectos anteriores, se entenderá como hueco, cualquier abertura que tenga mochetas y dintel para puerta o ventana. En caso de tratarse de un vacío en la fábrica sin dintel, antepecho ni carpintería, se deducirá siempre el mismo al medir la fábrica, sea cual fuere su superficie.

En el supuesto de cerramientos de fachada donde las hojas, en lugar de apoyar directamente en el forjado, apoyen en una o dos hiladas de regularización que abarquen todo el espesor del cerramiento, al efectuar la medición de las unidades de obra se medirá su altura desde el forjado y, en compensación, no se medirán las hiladas de regularización.

INSTALACIONES

Longitud realmente ejecutada. Medición según desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales.

REVESTIMIENTOS (YESOS Y ENFOSCADOS DE CEMENTO)

Deduciendo, en los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$, el exceso sobre los $X \text{ m}^2$. Los paramentos verticales y horizontales se medirán a cinta corrida, sin descontar huecos de superficie menor a $X \text{ m}^2$. Para huecos de mayor superficie, se descontará únicamente el exceso sobre esta superficie. En ambos casos se considerará incluida la ejecución de mochetas, fondos de dinteles y aristados. Los paramentos que tengan armarios empotrados no serán objeto de descuento, sea cual fuere su dimensión.

2.2.1.- Acondicionamiento del terreno

Unidad de obra ADL010: Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: NTE-ADE. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE

Inspección ocular del terreno.

Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

DEL CONTRATISTA

Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo en el terreno. Corte de arbustos. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga mecánica a camión.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La superficie del terreno quedará limpia y en condiciones adecuadas para poder realizar el replanteo definitivo de la obra.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Unidad de obra ADG003: Excavación de zanjas para instalaciones de geotermia, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Excavación de tierras a cielo abierto para formación de zanjas para instalaciones de geotermia, hasta una profundidad de 1,25 m, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión o contenedor.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: NTE-ADZ. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE

SOPORTE

Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

Se dispondrá de la información topográfica y geotécnica necesaria, recogida en el correspondiente estudio geotécnico del terreno realizado por un laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, y que incluirá, entre otros datos: tipo, humedad y compacidad o consistencia del terreno.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que puedan verse afectados por la excavación, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno.

Se comprobará el estado de conservación de los edificios medianeros y de las construcciones próximas que

puedan verse afectadas por las excavaciones.

DEL CONTRATISTA

Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Notificará al Director de Ejecución de la obra, con la antelación suficiente, el comienzo de las excavaciones.

En caso de realizarse cualquier tipo de entibación del terreno, presentará al Director de Ejecución de la obra, para su aprobación, los cálculos justificativos de la solución a adoptar.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos con extracción de las tierras. Carga de las tierras excavadas.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El fondo de la excavación quedará nivelado, limpio y ligeramente apisonado.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Las excavaciones quedarán protegidas frente a filtraciones y acciones de erosión o desmoronamiento por parte de las aguas de escorrentía. Se tomarán las medidas oportunas para asegurar que sus características geométricas permanecen inamovibles. Mientras se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo de las excavaciones se conservarán las entibaciones realizadas, que sólo podrán quitarse, total o parcialmente, previa comprobación del Director de Ejecución de la obra, y en la forma y plazos que éste dictamine. Se tomarán las medidas necesarias para impedir la degradación del fondo de la excavación frente a la acción de las lluvias u otros agentes meteorológicos, en el intervalo de tiempo que medie entre la excavación y la finalización de los trabajos de colocación de instalaciones y posterior relleno de las zanjas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el Director de Ejecución de la obra.

Unidad de obra AMC010: Relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza, y compactación al 95% del Proctor Modificado con compactador tándem autopropulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Ejecución de los trabajos necesarios para obtener la mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación superficial proyectada, mediante el relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza, y compactación al 95% del Proctor Modificado con compactador tándem autopropulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501 (ensayo no incluido en este precio). Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen medido sobre los planos de perfiles transversales del Proyecto, que definen el movimiento de tierras a realizar en obra.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL

SOPORTE

Antes de decidir o implementar cualquier tipo de mejora o refuerzo del terreno deben establecerse las condiciones iniciales del terreno mediante el oportuno estudio geotécnico.

AMBIENTALES

Se comprobará que la temperatura ambiente no sea inferior a 2°C a la sombra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Transporte y descarga del material de relleno a pie de tajo. Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las tierras o áridos de relleno habrán alcanzado el grado de compactación adecuado.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Las tierras o áridos utilizados como material de relleno quedarán protegidos de la posible contaminación por materiales extraños o por agua de lluvia, así como del paso de vehículos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

2.2.2.- Cimentaciones

Unidad de obra CRL010: Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución:

- CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.
- CTE. DB-HS Salubridad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE

Se comprobará, visualmente o mediante las pruebas que se juzguen oportunas, que el terreno de apoyo de aquella se corresponde con las previsiones del Proyecto.

El resultado de tal inspección, definiendo la profundidad de la cimentación de cada uno de los apoyos de la obra, su forma y dimensiones, y el tipo y consistencia del terreno, se incorporará a la documentación final de obra.

En particular, se debe comprobar que el nivel de apoyo de la cimentación se ajusta al previsto y, apreciablemente, la estratigrafía coincide con la estimada en el estudio geotécnico, que el nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas, que el terreno presenta, apreciablemente, una resistencia y una humedad similares a la supuesta en el estudio geotécnico, que no se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc, y, por último, que no se detectan corrientes subterráneas que puedan producir socavación o arrastres.

Una vez realizadas estas comprobaciones, se confirmará la existencia de los elementos enterrados de la instalación de puesta a tierra, y que el plano de apoyo del terreno es horizontal y presenta una superficie limpia.

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La superficie quedará horizontal y plana.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Unidad de obra CHH020: Hormigón HM-20/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, para formación de cimentación y anclajes.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro de hormigón HM-20/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, para formación de zapata. Incluso p/p de compactación y curado del hormigón.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución:

- CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.
- NTE-CSZ. Cimentaciones superficiales: Zapatas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Unidad de obra CHH030: Hormigón HA- 25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, para formación de muro de contención 3<H<6 m.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro de hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote a través de tubo Tremie, para formación de muro de contención 3<H<6 m. Incluso p/p de compactación y curado del hormigón.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerán y señalizarán las armaduras de espera.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Unidad de obra CHH030b: Hormigón HA-30/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba, para formación de losa de cimentación.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro de hormigón HA-30/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba para formación de losa de cimentación.

Incluso p/p de compactación y curado del hormigón.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución:

- CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.
- NTE-CSL. Cimentaciones superficiales: Losas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerán y señalizarán las armaduras de espera.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Unidad de obra CHA010: Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración y montaje de la ferralla en muro de contención 3<H<6 m.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación de acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración y montaje de la ferralla en muro de contención 3<H<6 m. Incluso p/p de alambre de atar, cortes y doblados.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Montaje: Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Peso teórico calculado según documentación gráfica de Proyecto.

FASES DE EJECUCIÓN

Corte y doblado de la armadura. Montaje y colocación de la armadura. Sujeción de la armadura.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se calculará el peso teórico de la armadura ejecutada según especificaciones de Proyecto.

2.2.3.- Fachadas y particiones

Unidad de obra FPP020: Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 12 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color a una cara, montaje horizontal.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje horizontal de cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 12 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color a una cara, con inclusión o delimitación de huecos. Incluso p/p de piezas especiales y elementos metálicos para conexión entre paneles y entre paneles y elementos estructurales, sellado de juntas con silicona neutra sobre cordón de caucho adhesivo y retacado con mortero sin retracción en las horizontales, colocación en obra de los paneles con ayuda de grúa autopropulsada y apuntalamientos. Totalmente montados.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-HE Ahorro de energía.
- NTE-FPP. Fachadas prefabricadas: Paneles.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE

Se comprobará que la superficie de apoyo de las placas está correctamente nivelada con la cimentación.

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo de paneles. Colocación del cordón de caucho adhesivo. Posicionado del panel en su lugar de colocación. Aplomo y apuntalamiento del panel. Soldadura de los elementos metálicos de conexión. Sellado de juntas y retacado final con mortero de retracción.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El conjunto quedará aplomado, bien anclado a la estructura soporte y será estanco.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá durante las operaciones que pudieran ocasionarle manchas o daños mecánicos. Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².

2.2.4.- Cubiertas

Unidad de obra QAB010: Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo convencional, pendiente del 1% al 5%, para tráfico peatonal privado, compuesta de: formación de pendientes: hormigón ligero de resistencia a compresión 2,5 MPa, confeccionado en obra con arcilla expandida, y cemento Portland con caliza, con espesor medio de 10 cm; aislamiento térmico: panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, de 50 mm de espesor; impermeabilización monocapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40 -FP, totalmente adherida con soplete; capa separadora bajo protección: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, (200 g/m²); capa de protección: baldosas de gres rústico 4/3/-E, 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1 gris, sobre capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5, rejuntadas con mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta abierta (entre 3 y 15 mm), con la misma tonalidad de las piezas.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Impermeabilización asfáltica: se evitará su contacto con aceites, grasas, petróleos y disolventes.

Capa separadora: se utilizarán productos no permeables a la lechada de morteros y hormigones.

Se prestará especial atención a las incompatibilidades de uso que se especifican en las fichas técnicas de los diferentes elementos que pudieran componer la cubierta (soporte resistente, formación de pendientes, barrera de vapor, aislamiento térmico, impermeabilización y capas separadoras).

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Formación de cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo convencional, pendiente del 1% al 5%, para tráfico peatonal privado, compuesta de los siguientes elementos: **FORMACIÓN DE PENDIENTES:** mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo cerámico hueco doble y capa de 10 cm de espesor medio a base de hormigón ligero de resistencia a compresión 2,5 MPa, de densidad 500 kg/m³, confeccionado en obra con 1.100 litros de arcilla expandida, de granulometría entre 10 y 20 mm, densidad 275 kg/m³ y 150 kg de cemento Portland con caliza; acabado con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5 de 2 cm de espesor, fratasada y limpia; **AISLAMIENTO TÉRMICO:** panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, según UNE-EN 13162, revestido con betún asfáltico y film de polipropileno termofusible, de 50 mm de espesor, resistencia térmica $\geq 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$, conductividad térmica 0,038 W/(mK); **IMPERMEABILIZACIÓN:** tipo monocapa, adherida, formada por una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP, con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 160 g/m², de superficie no protegida, totalmente adherida con soplete; **CAPA SEPARADORA BAJO PROTECCIÓN:** geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una resistencia a la tracción longitudinal de 1,63 kN/m, una resistencia a la tracción transversal de 2,08 kN/m, una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 27 mm, resistencia CBR a punzonamiento 0,4 kN y una masa superficial de 200 g/m²; **CAPA DE PROTECCIÓN:** Pavimento de baldosas de gres rústico 4/0/-E (pavimentos para tránsito peatonal medio, tipo 4; pavimentos exteriores y pavimentos con requisitos específicos, tipo 3; exterior, tipo -/E), 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1 sin ninguna característica adicional, color gris, sobre una capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5, de 4 cm de espesor, rejuntadas con mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta abierta (entre 3 y 15 mm), con la misma tonalidad de las piezas. Incluso p/p de crucetas de PVC, fajeado de juntas y puntos singulares, formación y sellado de juntas de pavimento y perimetrales, y limpieza final.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-HS Salubridad.
- CTE. DB-SI Seguridad en caso de incendio.
- NTE-QAT. Cubiertas: Azoteas transitables.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL

SOPORTE

Se comprobará que la superficie de la base resistente es uniforme y plana, está limpia y carece de restos de obra.

Se comprobará que los paramentos verticales de casetones, petos perimetrales y otros elementos constructivos se encuentran terminados.

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h, debiendo aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo de los puntos singulares. Replanteo de las pendientes y trazado de limatesas, limahoyas y juntas. Formación de pendientes mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo. Relleno de juntas con poliestireno expandido. Vertido y regleado del hormigón ligero hasta alcanzar el nivel de coronación de las maestras. Vertido, extendido y regleado del mortero de regularización. Revisión de la superficie base en la que se realiza la fijación del aislamiento de acuerdo con las exigencias de la técnica a emplear. Corte, ajuste y colocación del aislamiento. Limpieza y preparación de la superficie en la que ha de aplicarse la impermeabilización. Colocación de la impermeabilización. Colocación de la capa separadora bajo protección. Vertido, extendido y regleado del material de agarre o nivelación. Replanteo de las juntas del pavimento. Replanteo del pavimento y fajeado de juntas y puntos singulares. Colocación de las baldosas con junta abierta. Sellado de juntas de pavimento y perimetrales. Rejuntado del pavimento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Serán básicas las condiciones de estanqueidad y libre dilatación.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá la cubierta de cualquier acción mecánica no prevista en el cálculo, hasta que se proceda a la ejecución de su capa de protección, no recibiendo ningún elemento que pueda perforar la impermeabilización.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.

2.3.- Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

De acuerdo con el artículo 7.4 del CTE, en la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el presente pliego, por parte del constructor, y a su cargo, independientemente de las ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable, que serán realizadas por laboratorio acreditado y cuyo coste se especifica detalladamente en el capítulo de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución material (PEM) del proyecto.

C CIMENTACIONES

Según el CTE DB SE C, en su apartado 4.6.5, antes de la puesta en servicio del edificio se debe comprobar que:

- La cimentación se comporta en la forma prevista en el proyecto.
- No se aprecia que se estén superando las cargas admisibles.
- Los asientos se ajustan a lo previsto, si, en casos especiales, así lo exige el proyecto o el Director de Obra.
- No se han plantado árboles cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación, o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto, sobre todo en terrenos expansivos.

Así mismo, es recomendable controlar los movimientos del terreno para cualquier tipo de construcción, por parte de la empresa constructora, y obligatorio en el caso de edificios del tipo C-3 (construcciones entre 11 y 20 plantas) y C-4 (conjuntos monumentales o singulares y edificios de más de 20 plantas), mediante el establecimiento por parte de una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, de un sistema de nivelación para controlar el asiento en las zonas más características de la obra, en las siguientes condiciones:

- El punto de referencia debe estar protegido de cualquier eventual perturbación, de forma que pueda considerarse como inmóvil durante todo el periodo de observación.
- El número de pilares a nivelar no será inferior al 10% del total de la edificación. En el caso de que la superestructura se apoye sobre muros, se preverá un punto de observación cada 20 m de longitud, como mínimo. En cualquier caso, el número mínimo de referencias de nivelación será de 4. La precisión de la nivelación será de 0,1 mm.
- La cadencia de lecturas será la adecuada para advertir cualquier anomalía en el comportamiento de la cimentación. Es recomendable efectuarlas al completarse el 50% de la estructura, al final de la misma, y al terminar la tabiquería de cada dos plantas.
- El resultado final de las observaciones se incorporará a la documentación de la obra.

F FACHADAS Y PARTICIONES

Prueba de escorrentía para comprobar la estanqueidad al agua de una zona de fachada mediante simulación de lluvia sobre la superficie de prueba, en el paño más desfavorable.

Prueba de escorrentía, por parte del constructor, y a su cargo, para comprobar la estanqueidad al agua de puertas y ventanas de la carpintería exterior de los huecos de fachada, en al menos un hueco cada 50 m² de fachada y no menos de uno por fachada, incluyendo los lucernarios de cubierta, si los hubiere.

QA PLANAS

Prueba de estanqueidad, por parte del constructor, y a su cargo, de cubierta plana: Se taponarán todos los desagües y se llenará la cubierta de agua hasta la altura de 2 cm en todos los puntos. Se mantendrá el agua durante 24 horas. Se comprobará la aparición de humedades y la permanencia del agua en alguna zona. Esta prueba se debe realizar en dos fases: la primera tras la colocación del impermeabilizante y la segunda una vez terminada y rematada la cubierta.

2.4.- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición

El correspondiente Estudio de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, contendrá las siguientes prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de la obra:

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

ANEJO 4

PRESUPUESTO

Diseño de un sistema de impulsión de agua potable
a tres depósitos y elección del sistema de
protección frente a transitorios hidráulicos

- Cuadro mano de obra.....	1
- Cuadro de materiales.....	2
- Cuadro de maquinaria.....	4
- Mediciones.....	5
- Precios descompuestos.....	12
- Presupuestos parciales.....	20
- Presupuesto ejecución material.....	27
- Resumen (PEC).....	28

Cuadro de mano de obra

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad (Horas)	Total (Euros)
1	2 Obreros especializados en la instalación y montaje de tuberías de grandes dimensiones.	30,400	15.628,714 h	475.112,91
2	Oficial 1ª construcción.	17,240	65,800 h	1.134,39
3	Oficial 1ª soldador.	17,240	84,800 h	1.461,95
4	Oficial 1ª aplicador de láminas impermeabilizantes.	17,240	25,400 h	437,90
5	Oficial 1ª ferrallista.	18,100	35.278,712 h	638.544,69
6	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	18,100	1.760,043 h	31.856,78
7	Oficial 1ª montador de paneles prefabricados de hormigón.	17,820	53,520 h	953,73
8	Oficial 1ª montador de aislamientos.	17,820	10,600 h	188,89
9	Ayudante soldador.	16,130	42,400 h	683,91
10	Ayudante aplicador de láminas impermeabilizantes.	16,130	25,400 h	409,70
11	Ayudante ferrallista.	16,940	42.838,435 h	725.683,09
12	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	16,940	7.681,761 h	130.129,03
13	Ayudante montador de paneles prefabricados de hormigón.	16,130	53,520 h	863,28
14	Ayudante montador de aislamientos.	16,130	10,600 h	170,98
15	Peón ordinario construcción.	15,920	92.750,432 h	1.476.586,88
			Importe total:	3.484.218,11

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
1	Tubería fundición dúctil DN 1100 mm.	512,146	31.001,690 m	15.877.391,53
2	Elementos de unión, de control y de regulación, como son, juntas elásticas, válvulas de control y regulación, ventosas y arquetas de registro.	90,560	312.014,280 u	28.256.013,20
3	Tubería fundición dúctil DN 700 mm.	328,570	18.000,680 m	5.914.483,43
4	Tubería fundición dúctil DN 900 mm.	420,360	3.000,010 m	1.261.084,20
5	Calderín horizontal de 50 metros cúbicos. Con vejiga y PN160.	56.535,000	14,000 U	791.490,00
6	Zahorra natural caliza.	8,660	68.643,139 t	594.449,58
7	Ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x9 cm, según UNE-EN 771-1.	0,130	800,000 Ud	104,00
8	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, suministrado en obra en barras sin elaborar, diámetros varios.	0,620	2.570.306,124 kg	1.593.589,80
9	Agua.	1,500	4,200 m³	6,30
10	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,100	32.758,804 kg	36.034,68
11	Adhesivo cementoso normal, C1 según UNE-EN 12004, color gris.	0,350	800,000 kg	280,00
12	Mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta abierta entre 3 y 15 mm, según UNE-EN 13888.	0,990	60,000 kg	59,40
13	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, categoría M-5 (resistencia a compresión 5 N/mm²), suministrado en sacos, según UNE-EN 998-2.	32,250	22,600 t	728,85
14	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	76,880	3.911,066 m³	300.682,75
15	Hormigón HA-30/B/20/IIa, fabricado en central.	82,650	84,000 m³	6.942,60
16	Hormigón ligero de resistencia a compresión 2,5 MPa, de densidad 500 kg/m³, confeccionado en obra con 1.100 litros de arcilla expandida, de granulometría entre 10 y 20 mm, densidad 275 kg/m³ y 150 kg de cemento Portland con caliza.	106,220	20,000 m³	2.124,40
17	Hormigón HM-20/B/20/I, fabricado en central.	73,130	17.160,124 m³	1.254.919,87
18	Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.	66,000	1.260,030 m³	83.161,98
19	Panel prefabricado, liso, de hormigón armado de 12 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color a una cara, para formación de cerramiento.	52,230	240,000 m²	12.535,20
20	Masilla caucho-asfáltica para sellado en frío de juntas de paneles prefabricados de hormigón.	1,960	240,000 kg	470,40
21	Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una resistencia a la tracción longitudinal de 1,63 kN/m, una resistencia a la tracción transversal de 2,08 kN/m, una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 27 mm, resistencia CBR a punzonamiento 0,4 kN y una masa superficial de 200 g/m², según UNE-EN 13252.	0,690	210,000 m²	144,90
22	Lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP, de 3,5 mm de espesor, masa nominal 4 kg/m², con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 160 g/m², de superficie no protegida. Según UNE-EN 13707.	6,040	220,000 m²	1.328,80

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
23	Panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, según UNE-EN 13162, revestido con betún asfáltico y film de polipropileno termofusible, de 50 mm de espesor, resistencia térmica $\geq 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$, conductividad térmica $0,038 \text{ W/(mK)}$.	13,830	210,000 m ²	2.904,30
24	Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, mecanizado lateral recto, de 20 mm de espesor, resistencia térmica $0,55 \text{ m}^2\text{K/W}$, conductividad térmica $0,036 \text{ W/(mK)}$, para junta de dilatación.	1,340	2,000 m ²	2,68
25	Baldosa cerámica de gres rústico 4/3/-/E, 20x20 cm, 8,00€/m ² , según UNE-EN 14411.	8,000	210,000 m ²	1.680,00
26	Rodapié cerámico de gres rústico, 7 cm, 3,00€/m.	3,000	80,000 m	240,00
27	Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.	9,220	4,800 m	44,26
28	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.	13,370	3,120 Ud	41,71
			Importe total:	55.992.938,82

Cuadro de maquinaria

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad	Total (Euros)
1	Grúa autopropulsada, para la instalación de cada tramo de tubería.	49,800	1.588,071 h	79.085,94
2	Excavadora para realizar el cubrimiento i allanamiento del terreno sobre la tubería.	47,250	17.160,785 h	810.847,09
3	Miniretroexcavadora sobre neumáticos, de 37,5 kW.	45,700	72.884,467 h	3.330.820,14
4	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m³.	40,230	10.132,179 h	407.617,56
5	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	40,080	312,014 h	12.505,52
6	Compactador tándem autopropulsado, de 63 kW, de 9,65 t, anchura de trabajo 168 cm.	41,000	3.244,948 h	133.042,87
7	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	9,270	3.244,948 h	30.080,67
8	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón. Incluso p/p de desplazamiento.	170,000	3,440 h	584,80
9	Hormigonera.	1,680	12,200 h	20,50
10	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	67,000	36,480 h	2.444,16
11	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW de potencia.	3,000	12.665,223 h	37.995,67
			Importe total:	4.845.044,92

Presupuesto parcial n° 1 ACTUACIONES PREVIAS

N°	Ud	Descripción					Medición	
1.1	M²	Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Recorrido de la tubería. Desbroce y limpieza de 6 metros a cada lado del eje longitudinal de la tubería (12 metros en total).	1	52.002,378	12,000		624.028,536	
		Desbroce y limpieza lugar de ubicación de los depósitos, aumentando el diametro en 10 metros para mejorar el acceso. (Dep 1 y 3) $[2*(3.14*(60^2))/4]$	1				5.652,000	
		Desbroce y limpieza lugar de ubicación de los depósitos, aumentando el diametro en 10 metros para mejorar el acceso. (Dep 2) $[(3.14*(65^2))/4]$	1				3.316,625	
		Desbroce y limpieza de la ubicación donde estará instalada la estación de bombeo (dando 2 metros de margen por cada lado).	1	22,000	12,000		264,000	
							<u>633.261,161</u>	<u>633.261,161</u>
							Total m²:	633.261,161

Presupuesto parcial nº 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Nº	Ud	Descripción					Medición	
2.1	M³	Excavación de zanjas para instalaciones de geotermia, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Excavación de la zanja donde irá ubicada la tubería, con una profundidad de 2 metros y 2 metros de ancho.	1	52.002,378	2,000	2,000	208.009,512	
		Excavación (0.5 metros de profundidad) para realizar el hormigonado de la base de los depositos (Dep 1 y 3). [[3.14*(50^2)/4]*2*0.5]	1				1.962,500	
		Excavación (0.5 metros de profundidad) para realizar el hormigonado de la base de los depositos (Dep 2). [[3.14*(55^2)/4]*0.5]	1				1.187,313	
		Excavación (0.5 metros de profundidad) para realizar el hormigonado de la base de la estacion de bombeo.	1	20,000	10,000	0,500	100,000	
							<u>211.259,325</u>	<u>211.259,325</u>
							Total m³:	211.259,325
2.2	M³	Relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza, y compactación al 95% del Proctor Modificado con compactador tándem autopropulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Relleno del lecho de la zanja para tuberías, de 30 cm de espesor.	1	52.002,378	2,000	0,300	31.201,427	
							<u>31.201,427</u>	<u>31.201,427</u>
							Total m³:	31.201,427

Presupuesto parcial n° 3 CIMENTACIÓN Y ANCLAJES

N°	Ud	Descripción						Medición
3.1	M²	Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Capa de 10 cm de hormigón de limpieza para uniformizar base zanja tuberías.	1	52.002,378	2,000	0,100	10.400,476	
		Capa de 10 cm de hormigón de limpieza para uniformizar base depositos (Dep 1 y 3). [[3.14*(50^2)/4]*2*0.1]					8,000	392,500
		Capa de 10 cm de hormigón de limpieza para uniformizar base depositos (Dep 2). [[3.14*(55^2)/4]*0.5]						1.187,313
		Capa de 10 cm de hormigón de limpieza para uniformizar base de la estación de bombeo.	1	20,000	10,000	0,100	20,000	
							<u>12.000,289</u>	<u>12.000,289</u>
							Total m²:	12.000,289
3.2	M³	Hormigón HM-20/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, para formación de cimentación y anclajes.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Cimentación y anclajes de tuberías. Cimentación de capa de 10 cm de espesor. Se supondrá un espesor uniforme de 15 cm para incluir el volumen consumido por anclajes	1	52.000,378	2,000	0,150	15.600,113	
							<u>15.600,113</u>	<u>15.600,113</u>
							Total m³:	15.600,113

Presupuesto parcial nº 4 TUBERÍAS

Nº	Ud	Descripción	Medición					
4.1	M	Instalación de tubería de fundición dúctil de DN 1100 mm con todos sus elementos de fijación y unión. Con instalación mediante medios mecánicos y manuales.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tuberías de fundición dúctil de DN 1100 mm.	1	31.001,690			31.001,690	
							<u>31.001,690</u>	<u>31.001,690</u>
							Total m:	31.001,690
4.2	M	Instalación de tuberías de DN 700 mm con todos sus elementos de unión y fijación. Instalación con medios mecánicos o manuales.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tuberías de fundición dúctil de DN 700 mm.	1	18.000,680			18.000,680	
							<u>18.000,680</u>	<u>18.000,680</u>
							Total m:	18.000,680
4.3	M	Instalación de tuberías de DN 900 mm con todos sus elementos de unión y fijación. Instalación con medios mecánicos y manuales.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tuberías de fundición dúctil de DN 900 mm.	1	3.000,010			3.000,010	
							<u>3.000,010</u>	<u>3.000,010</u>
							Total m:	3.000,010

Presupuesto parcial n° 5 DEPÓSITOS

N°	Ud	Descripción					Medición	
5.1	M³	Hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, para formación de muro de contención 3<H<6 m.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Hormigón para estructura de depósito, para espesor de pared 0.5m y espesor de base 0.4m (Dep 1 y 3). [[((3.14*((50^2)-(49^2))/4)*5*2)+((3.14*(50^2)/4)*0.4*2)]]					2.347,150	
		Hormigón para estructura de depósito, para espesor de pared 0.5m y espesor de base 0.4m (Dep 2). [[((3.14*((55^2)-(54^2))/4)*5)+((3.14*(55^2)/4)*0.4)]]					1.377,675	
							<u>3.724,825</u>	<u>3.724,825</u>
							Total m³:	3.724,825
5.2	Kg	Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración y montaje de la ferralla en muro de contención 3<H<6 m.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Acero para armaduras en depósitos considerando barras de diámetro 32 mm (Dep 1 y 3).	1.600	157,800	6,310		1.593.148,...	
		Acero para armaduras en depósitos considerando barras de diámetro 32 mm (Dep 2).	850	172,790	6,310		926.759,165	
							<u>2.519.907,...</u>	<u>2.519.907,...</u>
							Total kg:	2.519.907,...

Presupuesto parcial n° 6 ESTACIÓN DE BOMBEO

N°	Ud	Descripción					Medición	
6.1	M³	Hormigón HA-30/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba, para formación de losa de cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Cimentación base estación de bombeo, de 0.4 m.	1	20,000	10,000	0,400	80,000	
							80,000	80,000
							Total m³:	80,000
6.2	M²	Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 12 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color a una cara, montaje horizontal.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Cerramientos prefabricados para estación de bombeo de 12 cm de espesor. [(20*4*2)+(10*4*2)]	1				240,000	
							240,000	240,000
							Total m²:	240,000
6.3	M²	Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo convencional, pendiente del 1% al 5%, para tráfico peatonal privado, compuesta de: formación de pendientes: hormigón ligero de resistencia a compresión 2,5 MPa, confeccionado en obra con arcilla expandida, y cemento Portland con caliza, con espesor medio de 10 cm; aislamiento térmico: panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, de 50 mm de espesor; impermeabilización monocapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP, totalmente adherida con soplete; capa separadora bajo protección: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, (200 g/m²); capa de protección: baldosas de gres rústico 4/3/-E, 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1 gris, sobre capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5, rejuntadas con mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta abierta (entre 3 y 15 mm), con la misma tonalidad de las piezas.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Cubierta transitable no ventilada de hormigón ligero.	1	20,000	10,000		200,000	
							200,000	200,000
							Total m²:	200,000
6.4	U	Electrobombas hidráulicas de 50 Hz, capaces de elevar como mínimo 120 metros columna de agua i con capacidad para impulsar (como mínimo) 300 l/s cada una. Con velocidad de rotación nominal de 1450 rpm.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Electrobombas hidráulicas capaces de elevar 340 l/s a una altura de 120 mca cuyo punto de funcionamiento con estos parámetros este aproximadamente sobre el 80%.	7				7,000	
							7,000	7,000
							Total u:	7,000
6.5	U	Grupo electrógeno con potencia máxima de 800 KW a 50 Hz.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Grupo electrogeno capaz de suministrar 800 Kw.	7				7,000	
							7,000	7,000
							Total u:	7,000

Presupuesto parcial nº 7 CALDERINES

Nº	Ud	Descripción						Medición
7.1	U	Calderines de 50 metros cúbicos. Provistos de vejiga, con PN160 y de tipo horizontal.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Calderín horizontal de 50 metros cúbicos.	14				14,000	
							<u>14,000</u>	<u>14,000</u>
							Total u:	14,000

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1 ACTUACIONES PREVIAS				
1.1	ADL010	m ²	Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.	
	mq09sie010	0,020 h	Motosierra a gasolina, de 50 cm de esp...	3,000
	mq01pan010a	0,016 h	Pala cargadora sobre neumáticos de 12...	40,230
	mo113	0,063 h	Peón ordinario construcción.	15,920
	%	25,000 %	Medios auxiliares	1,700
		3,000 %	Costes indirectos	2,130
Precio total por m²				2,19

Son dos Euros con diecinueve céntimos

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2 MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2.1	ADG003	m ³	Excavación de zanjas para instalaciones de geotermia, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	
	mq01exn010i	0,345 h	Miniretroexcavadora sobre neumáticos, ...	45,700
	mo113	0,245 h	Peón ordinario construcción.	15,920
	%	25,000 %	Medios auxiliares	19,670
		3,000 %	Costes indirectos	24,590
Precio total por m³				25,33
Son veinticinco Euros con treinta y tres céntimos				
2.2	AMC010	m ³	Relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza, y compactación al 95% del Proctor Modificado con compactador tándem autopropulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación.	
	mt01zah010a	2,200 t	Zahorra natural caliza.	8,660
	mq04dua020b	0,104 h	Dumper de descarga frontal de 2 t de c...	9,270
	mq02rot030b	0,104 h	Compactador tándem autopropulsado, ...	41,000
	mq02cia020j	0,010 h	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.	40,080
	mo113	0,031 h	Peón ordinario construcción.	15,920
	%	25,000 %	Medios auxiliares	25,160
		3,000 %	Costes indirectos	31,450
Precio total por m³				32,39
Son treinta y dos Euros con treinta y nueve céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3 CIMENTACIÓN Y ANCLAJES				
3.1	CRL010	m ²	Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.	
	mt10hmf011fb	0,105 m ³	Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabr...	66,000
	mo045	0,006 h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de p...	18,100
	mo092	0,006 h	Ayudante estructurista, en trabajos de p...	16,940
	%	15,000 %	Medios auxiliares	7,140
		3,000 %	Costes indirectos	8,210
			Precio total por m²	8,46
Son ocho Euros con cuarenta y seis céntimos				
3.2	CHH020	m ³	Hormigón HM-20/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, para formación de cimentación y anclajes.	
	mt10hmf010...	1,100 m ³	Hormigón HM-20/B/20/I, fabricado en c...	73,130
	mo045	0,053 h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de p...	18,100
	mo092	0,267 h	Ayudante estructurista, en trabajos de p...	16,940
	%	15,000 %	Medios auxiliares	85,920
		3,000 %	Costes indirectos	98,810
			Precio total por m³	101,77
Son ciento un Euros con setenta y siete céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
4 TUBERÍAS				
4.1	410	m	Instalación de tubería de fundición dúctil de DN 1100 mm con todos sus elementos de fijación y unión. Con instalación mediante medios mecánicos y manuales.	
	411	1,000 m	Tubería fundición dúctil DN 1100 mm.	512,146
	412	0,300 h	2 Obreros especializados.	30,400
	413	6,000 u	Elementos de unión y de control.	90,560
	414	0,030 h	Grúa autopropulsada.	49,800
	415	0,330 h	Excavadora.	47,250
		3,000 %	Costes indirectos	1.081,710
Precio total por m				1.114,16
Son mil ciento catorce Euros con dieciseis céntimos				
4.2	420	m	Instalación de tuberías de DN 700 mm con todos sus elementos de unión y fijación. Instalación con medios mecánicos o manuales.	
	421	1,000 m	Tubería fundición dúctil DN 700 mm.	328,570
	412	0,300 h	2 Obreros especializados.	30,400
	413	6,000 u	Elementos de unión y de control.	90,560
	414	0,030 h	Grúa autopropulsada.	49,800
	415	0,330 h	Excavadora.	47,250
		3,000 %	Costes indirectos	898,130
Precio total por m				925,07
Son novecientos veinticinco Euros con siete céntimos				
4.3	430	m	Instalación de tuberías de DN 900 mm con todos sus elementos de unión y fijación. Instalación con medios mecánicos y manuales.	
	431	1,000 m	Tubería fundición dúctil DN 900 mm.	420,360
	412	0,300 h	2 Obreros especializados.	30,400
	413	6,000 u	Elementos de unión y de control.	90,560
	414	0,030 h	Grúa autopropulsada.	49,800
	415	0,330 h	Excavadora.	47,250
		3,000 %	Costes indirectos	989,920
Precio total por m				1.019,62
Son mil diecinueve Euros con sesenta y dos céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
5 DEPÓSITOS				
5.1	CHH030	m ³	Hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, para formación de muro de contención 3<H<6 m.	
	mt10haf010...	1,050 m ³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en ...	76,880
	mo045	0,231 h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de p...	18,100
	mo092	0,922 h	Ayudante estructurista, en trabajos de p...	16,940
	%	5,000 %	Medios auxiliares	100,520
		3,000 %	Costes indirectos	105,550
			Precio total por m³	108,72
			Son ciento ocho Euros con setenta y dos céntimos	
5.2	CHA010	kg	Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración y montaje de la ferralla en muro de contención 3<H<6 m.	
	mt07aco010g	1,020 kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 1...	0,620
	mt08var050	0,013 kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 ...	1,100
	mo043	0,014 h	Oficial 1ª ferrallista.	18,100
	mo090	0,017 h	Ayudante ferrallista.	16,940
	%	5,000 %	Medios auxiliares	1,180
		3,000 %	Costes indirectos	1,240
			Precio total por kg	1,28
			Son un Euro con veintiocho céntimos	

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
6 ESTACIÓN DE BOMBEO				
6.1	CHH030b	m ³	Hormigón HA-30/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba, para formación de losa de cimentación.	
	mt10haf010...	1,050 m ³	Hormigón HA-30/B/20/IIa, fabricado en ...	82,650
	mq06bhe010	0,043 h	Camión bomba estacionado en obra, pa...	170,000
	mo045	0,010 h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de p...	18,100
	mo092	0,128 h	Ayudante estructurista, en trabajos de p...	16,940
	%	5,000 %	Medios auxiliares	96,440
		3,000 %	Costes indirectos	101,260
Precio total por m³				104,30
Son ciento cuatro Euros con treinta céntimos				
6.2	FPP020	m ²	Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 12 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color a una cara, montaje horizontal.	
	mt12pph010ab	1,000 m ²	Panel prefabricado, liso, de hormigón ar...	52,230
	mt12pph011	1,000 kg	Masilla caucho-asfáltica para sellado en...	1,960
	mt50spa052b	0,020 m	Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.	9,220
	mt50spa081a	0,013 Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 ...	13,370
	mq07gte010c	0,152 h	Grúa autopropulsada de brazo telescópi...	67,000
	mo050	0,223 h	Oficial 1ª montador de paneles prefabric...	17,820
	mo097	0,223 h	Ayudante montador de paneles prefabri...	16,130
	%	5,000 %	Medios auxiliares	72,290
		3,000 %	Costes indirectos	75,900
Precio total por m²				78,18
Son setenta y ocho Euros con dieciocho céntimos				
6.3	QAB010	m ²	Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo convencional, pendiente del 1% al 5%, para tráfico peatonal privado, compuesta de: formación de pendientes: hormigón ligero de resistencia a compresión 2,5 MPa, confeccionado en obra con arcilla expandida, y cemento Portland con caliza, con espesor medio de 10 cm; aislamiento térmico: panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, de 50 mm de espesor; impermeabilización monocapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP, totalmente adherida con soplete; capa separadora bajo protección: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, (200 g/m²); capa de protección: baldosas de gres rústico 4/3/-E, 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1 gris, sobre capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5, rejuntadas con mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta abierta (entre 3 y 15 mm), con la misma tonalidad de las piezas.	
	mt04lvc010c	4,000 Ud	Ladrillo cerámico hueco doble, para rev...	0,130
	mt10hlw010a	0,100 m ³	Hormigón ligero de resistencia a compr...	106,220
	mt16pea020b	0,010 m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, ...	1,340
	mt08aaa010a	0,007 m ³	Agua.	1,500
	mt09mif010ca	0,038 t	Mortero industrial para albañilería, de c...	32,250
	mt16lrc010ed	1,050 m ²	Panel rígido de lana mineral soldable, hi...	13,830
	mt14lba010g	1,100 m ²	Lámina de betún modificado con elastó...	6,040
	mt14gsa020ce	1,050 m ²	Geotextil no tejido compuesto por fibras...	0,690
	mt08aaa010a	0,014 m ³	Agua.	1,500
	mt09mif010ca	0,075 t	Mortero industrial para albañilería, de c...	32,250
	mt09mcr021g	4,000 kg	Adhesivo cementoso normal, C1 según ...	0,350
	mt18bcr010...	1,050 m ²	Baldosa cerámica de gres rústico 4/3/-...	8,000
	mt18rcr010a...	0,400 m	Rodapié cerámico de gres rústico, 7 cm...	3,000
	mt09mcr070a	0,300 kg	Mortero de juntas cementoso con resist...	0,990
	mq06hor010	0,061 h	Hormigonera.	1,680
	mo020	0,329 h	Oficial 1ª construcción.	17,240
	mo113	0,646 h	Peón ordinario construcción.	15,920
	mo029	0,127 h	Oficial 1ª aplicador de láminas imperme...	17,240
	mo067	0,127 h	Ayudante aplicador de láminas imperm...	16,130
	mo054	0,053 h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	17,820
	mo101	0,053 h	Ayudante montador de aislamientos.	16,130
	mo023	0,424 h	Oficial 1ª solador.	17,240
	mo061	0,212 h	Ayudante solador.	16,130

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
		%	2,000 % Medios auxiliares	80,820 1,62
			3,000 % Costes indirectos	82,440 2,47
			Precio total por m²	84,91
			Son ochenta y cuatro Euros con noventa y un céntimos	
6.4	610	u	Electrobombas hidráulicas de 50 Hz, capaces de elevar como mínimo 120 metros columna de agua i con capacidad para impulsar (como mínimo) 300 l/s cada una. Con velocidad de rotación nominal de 1450 rpm.	
			Sin descomposición	7.620,806
		3,000 %	Costes indirectos	7.620,806 228,62
			Precio total redondeado por u	7.849,43
			Son siete mil ochocientos cuarenta y nueve Euros con cuarenta y tres céntimos	
6.5	620	u	Grupo electrógeno con potencia máxima de 800 KW a 50 Hz.	
			Sin descomposición	113.295,913
		3,000 %	Costes indirectos	113.295,913 3.398,88
			Precio total redondeado por u	116.694,79
			Son ciento dieciseis mil seiscientos noventa y cuatro Euros con setenta y nueve céntimos	

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
7 CALDERINES				
7.1	710	u	Calderines de 50 metros cúbicos. Provistos de vejiga, con PN160 y de tipo horizontal.	
	414	2,000 h	Grúa autopropulsada.	49,800
	412	2,000 h	2 Obreros especializados.	30,400
	711	1,000 U	Calderín horizontal de 50 metros cúbicos.	56.535,000
		3,000 %	Costes indirectos	56.695,400
Precio total redondeado por u				58.396,26
Son cincuenta y ocho mil trescientos noventa y seis Euros con veintiseis céntimos				

Presupuesto parcial nº 1 ACTUACIONES PREVIAS

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
1.1	M²	Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Recorrido de la tubería. Desbroce y limpieza de 6 metros a cada lado del eje longitudinal de la tubería (12 metros en total).	1	52.002,378	12,000		624.028,536	
		Desbroce y limpieza lugar de ubicación de los depósitos, aumentando el diametro en 10 metros para mejorar el acceso. (Dep 1 y 3) [2*(3.14*(60^2))/4]	1				5.652,000	
		Desbroce y limpieza lugar de ubicación de los depósitos, aumentando el diametro en 10 metros para mejorar el acceso. (Dep 2) [(3.14*(65^2))/4]	1				3.316,625	
		Desbroce y limpieza de la ubicación donde estará instalada la estación de bombeo (dando 2 metros de margen por cada lado).	1	22,000	12,000		264,000	
							633.261,161	633.261,161
		Total m²:					2,19	1.386.841,94
		Total presupuesto parcial nº 1 ACTUACIONES PREVIAS :						1.386.841,94

Presupuesto parcial nº 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
2.1	M³	Excavación de zanjas para instalaciones de geotermia, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Excavación de la zanja donde irá ubicada la tubería, con una profundidad de 2 metros y 2 metros de ancho.	1	52.002,378	2,000	2,000	208.009,512	
		Excavación (0.5 metros de profundidad) para realizar el hormigonado de la base de los depositos (Dep 1 y 3). [(3.14*(50^2)/4)*2*0.5]	1				1.962,500	
		Excavación (0.5 metros de profundidad) para realizar el hormigonado de la base de los depositos (Dep 2). [(3.14*(55^2)/4)*0.5]	1				1.187,313	
		Excavación (0.5 metros de profundidad) para realizar el hormigonado de la base de la estacion de bombeo.	1	20,000	10,000	0,500	100,000	
							211.259,325	211.259,325
		Total m³					25,33	5.351.198,70
2.2	M³	Relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza, y compactación al 95% del Proctor Modificado con compactador tandem autopulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Relleno del lecho de la zanja para tuberías, de 30 cm de espesor.	1	52.002,378	2,000	0,300	31.201,427	
							31.201,427	31.201,427
		Total m³					32,39	1.010.614,22
Total presupuesto parcial nº 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS :							6.361.812,92	

Presupuesto parcial nº 3 CIMENTACIÓN Y ANCLAJES

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
3.1	M²	Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Capa de 10 cm de hormigón de limpieza para uniformizar base zanja tuberías.	1	52.002,378	2,000	0,100	10.400,476	
		Capa de 10 cm de hormigón de limpieza para uniformizar base depositos (Dep 1 y 3). [(3.14*(50^2)/4)*2*0.1]				8,000	392,500	
		Capa de 10 cm de hormigón de limpieza para uniformizar base depositos (Dep 2). [(3.14*(55^2)/4)*0.5]					1.187,313	
		Capa de 10 cm de hormigón de limpieza para uniformizar base de la estación de bombeo.	1	20,000	10,000	0,100	20,000	
							12.000,289	12.000,289
		Total m²:				12.000,289	8,46	101.522,44
3.2	M³	Hormigón HM-20/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, para formación de cimentación y anclajes.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Cimentación y anclajes de tuberías. Cimentación de capa de 10 cm de espesor. Se supondrá un espesor uniforme de 15 cm para incluir el volumen consumido por anclajes	1	52.000,378	2,000	0,150	15.600,113	
							15.600,113	15.600,113
		Total m³:				15.600,113	101,77	1.587.623,50
Total presupuesto parcial nº 3 CIMENTACIÓN Y ANCLAJES :							1.689.145,94	

Presupuesto parcial nº 4 TUBERÍAS

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
4.1	M	Instalación de tubería de fundición dúctil de DN 1100 mm con todos sus elementos de fijación y unión. Con instalación mediante medios mecánicos y manuales.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tuberías de fundición dúctil de DN 1100 mm.	1	31.001,690			31.001,690	
							31.001,690	31.001,690
		Total m			31.001,690		1.114,16	34.540.842,93
4.2	M	Instalación de tuberías de DN 700 mm con todos sus elementos de unión y fijación. Instalación con medios mecánicos o manuales.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tuberías de fundición dúctil de DN 700 mm.	1	18.000,680			18.000,680	
							18.000,680	18.000,680
		Total m			18.000,680		925,07	16.651.889,05
4.3	M	Instalación de tuberías de DN 900 mm con todos sus elementos de unión y fijación. Instalación con medios mecánicos y manuales.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tuberías de fundición dúctil de DN 900 mm.	1	3.000,010			3.000,010	
							3.000,010	3.000,010
		Total m			3.000,010		1.019,62	3.058.870,20
		Total presupuesto parcial nº 4 TUBERÍAS :						54.251.602,18

Presupuesto parcial nº 5 DEPÓSITOS

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
5.1	M³	Hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, para formación de muro de contención 3<H<6 m.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Hormigón para estructura de depósito, para espesor de pared 0.5m y espesor de base 0.4m (Dep 1 y 3). [[((3.14*((50^2)-(49^2))/4)*5^2)+((3.14*(50^2)/4)*0.4*2)]					2.347,150	
		Hormigón para estructura de depósito, para espesor de pared 0.5m y espesor de base 0.4m (Dep 2). [[((3.14*((55^2)-(54^2))/4)*5)+((3.14*(55^2)/4)*0.4)]					1.377,675	
							3.724,825	3.724,825
		Total m³:					3.724,825	108,72
								404.962,97
5.2	Kg	Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración y montaje de la ferralla en muro de contención 3<H<6 m.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Acero para armaduras en depósitos considerando barras de diámetro 32 mm (Dep 1 y 3).	1.600	157,800	6,310		1.593.148,...	
		Acero para armaduras en depósitos considerando barras de diámetro 32 mm (Dep 2).	850	172,790	6,310		926.759,165	
							2.519.907,...	2.519.907,...
		Total kg:					2.519.907,965	1,28
								3.225.482,20
		Total presupuesto parcial nº 5 DEPÓSITOS :						3.630.445,17

Presupuesto parcial n° 6 ESTACIÓN DE BOMBEO

N°	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe		
6.1	M³	Hormigón HA-30/B/20/Ila fabricado en central, y vertido con bomba, para formación de losa de cimentación.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Cimentación base estación de bombeo, de 0.4 m.	1	20,000	10,000	0,400	80,000		
							80,000	80,000	
		Total m³					80,000	104,30	8.344,00
6.2	M²	Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 12 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color a una cara, montaje horizontal.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Cerramientos prefabricados para estación de bombeo de 12 cm de espesor. [(20*4*2)+(10*4*2)]	1				240,000		
							240,000	240,000	
		Total m²					240,000	78,18	18.763,20
6.3	M²	Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo convencional, pendiente del 1% al 5%, para tráfico peatonal privado, compuesta de: formación de pendientes: hormigón ligero de resistencia a compresión 2,5 MPa, confeccionado en obra con arcilla expandida, y cemento Portland con caliza, con espesor medio de 10 cm; aislamiento térmico: panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, de 50 mm de espesor; impermeabilización monocapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP, totalmente adherida con soplete; capa separadora bajo protección: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, (200 g/m²); capa de protección: baldosas de gres rústico 4/3/-E, 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1 gris, sobre capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5, rejuntadas con mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta abierta (entre 3 y 15 mm), con la misma tonalidad de las piezas.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Cubierta transitable no ventilada de hormigón ligero.	1	20,000	10,000		200,000		
							200,000	200,000	
		Total m²					200,000	84,91	16.982,00
6.4	U	Electrobombas hidráulicas de 50 Hz, capaces de elevar como mínimo 120 metros columna de agua i con capacidad para impulsar (como mínimo) 300 l/s cada una. Con velocidad de rotación nominal de 1450 rpm.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Electrobombas hidráulicas capaces de elevar 340 l/s a una altura de 120 mca cuyo punto de funcionamiento con estos parámetros este aproximadamente sobre el 80%.	7				7,000		
							7,000	7,000	
		Total u					7,000	7.849,43	54.946,01
6.5	U	Grupo electrógeno con potencia máxima de 800 KW a 50 Hz.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		Grupo electrogeno capaz de suministrar 800 Kw.	7				7,000		
							7,000	7,000	
		Total u					7,000	116.694,79	816.863,53
Total presupuesto parcial n° 6 ESTACIÓN DE BOMBEO :								915.898,74	

Presupuesto parcial n° 7 CALDERINES

N°	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
7.1	U	Calderines de 50 metros cúbicos. Provisos de vejiga, con PN160 y de tipo horizontal.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Calderín horizontal de 50 metros cúbicos.	14				14,000	
							14,000	14,000
							14,000	58.396,26
								817.547,64
								817.547,64

Presupuesto de ejecución material

1 ACTUACIONES PREVIAS	1.386.841,94
2 MOVIMIENTO DE TIERRAS	6.361.812,92
3 CIMENTACIÓN Y ANCLAJES	1.689.145,94
4 TUBERÍAS	54.251.602,18
5 DEPÓSITOS	3.630.445,17
6 ESTACIÓN DE BOMBEO	915.898,74
7 CALDERINES	817.547,64
Total	69.053.294,53

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de **SESENTA Y NUEVE MILLONES CINCUENTA Y TRES MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS.**

Proyecto: Diseño de un sistema de impulsión de agua potable a tres depósitos y elección del sistema de protección frente a transi...

Capítulo	Importe
Capítulo 1 ACTUACIONES PREVIAS	1.386.841,94
Capítulo 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS	6.361.812,92
Capítulo 3 CIMENTACIÓN Y ANCLAJES	1.689.145,94
Capítulo 4 TUBERÍAS	54.251.602,18
Capítulo 5 DEPÓSITOS	3.630.445,17
Capítulo 6 ESTACIÓN DE BOMBEO	915.898,74
Capítulo 7 CALDERINES	817.547,64
Presupuesto de ejecución material	69.053.294,53
13% de gastos generales	8.976.928,29
6% de beneficio industrial	4.143.197,67
Suma	82.173.420,49
21% IVA	17.256.418,30
Presupuesto de ejecución por contrata	99.429.838,79

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de NOVENTA Y NUEVE MILLONES CUATROCIENTOS VEINTINUEVE MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.