ANEJO Nº11:
CÁLCULO DE LA RED DE RIEGO

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO Y RED DE RIEGO DE LOS REGADÍOS TRADICIONALES DE MONTAÑA DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE BARRADO (CÁCERES).

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

Índice

1. Introducción 4
2. Esquema general de la red de riego 7
3. Determinación del caudal por hidrante 11
   3.1. Red Balsa Existente 12
   3.2. Red Balsa 1 13
   3.3. Red Balsa3 14
4. Cálculos hidráulicos de la red de riego 16
   4.1. Parámetros de partida 16
   4.2. Parámetros hidráulicos 16
   4.3. Metodología de Cálculo de la Red 17
   4.4. Determinación de los diámetros de la red de riego 18
      4.4.1. Red de Riego 18
      4.4.2. Red terciaria 23
   4.5. Calculo de Movimientos de Tierra de la Excavación de Zanjas 24
   4.6. Hidrantes 25
5. Calculo de Ventosas de la Red 27
   5.1. Localización y ubicación de las ventosas 27
   5.2. Instalación 28
   5.3. Mantenimiento 30
6. Válvulas 31
   6.1. Válvulas de corte 31
   6.2. Válvulas antirretorno 31
   6.3. Válvulas reductoras de presión 31

1. Introducción

En este Anejo, una vez determinados los parámetros agronómicos previos y las parcelas objeto de regadío, se efectúa el cálculo de los caudales de diseño de las redes de riego que tendrán como punto de suministro las correspondientes obras de regulación proyectadas. Es importante reseñar, que parte de la red de riego es existente y fue realizada mediante SEIASA.

Se ha adoptado como sistema de distribución el tipo de riego por turnos., este tipo de riego permite asegurar el riego de todas las parcelas ya que la creación de turnos, se ajustan los caudales transportados a los caudales de diseño de la red. De este modo se garantiza que en todos los puntos durante el riego existe presión suficiente.

Para conseguir los objetivos propuestos se realizarán en dos fases, la primera consiste en la creación del modelo hidráulico en Epanet y el segundo, el agrupamiento de hidrantes y la sectorización de estos

En la primera el programa realiza simulaciones dinámicas sobre un periodo extendido de tiempo del comportamiento hidráulico de una red de tuberías, obteniéndose valor de presión en los nudos, así como la velocidad y pérdida de carga unitaria en las conducciones

Una vez realizado el modelo hidráulico en Epanet, se procederá a la introducción de los diámetros interiores de las tuberías y la rugosidad de las mismas, con esto se realiza la simulación del modelo hidráulico en Epanet. Para su análisis se estudian los valores de las presiones en los nudos, y si estos son correctos, los valores de velocidad en las tuberías.

En la segunda fase seria agrupar las tomas de parcelas en hidrantes y estos a su vez en sectores de riego. Con esta estrategia se consigue reducir el caudal que circula por las conducciones asegurando el correcto funcionamiento de la red.

El primer paso es agrupar las tomas de parcelas en hidrantes según los siguientes criterios:

- Número máximo de parcelas por hidrantes 14

- Número mínimo de parcelas por hidrantes 6 si bien se dejarían disponibilidad para posibles nuevas tomas
- Distancia máxima desde la toma de parcela al hidrante 100 m con el fin de evitar pérdidas de carga excesivas que provoque que en la salida de la toma de parcelas no lleguemos a la presión requerida.
- Que cada hidrante tenga en lo posible una homogeneidad en la demanda base, esto evita que ciertas conducciones tengan velocidades muy elevadas que lleven a perdidas unitarias excesivas.

Una vez realizado el modelo hidráulico en Epanet, se introducen los datos correspondientes a nudos y tuberías, en los primeros se distingues dos tipos de nudos, nudos de conexión de tuberías a los cuales solo se introducen datos de cotas y nudos correspondientes a los hidrantes que se introducen datos de cotas y demanda base. En el caso de las Cotas de los hidrantes no será necesario corregirla pues se ha diseñado la instalación para que la cota de los hidrantes sea superior a la mayor cota de la parcela a la que dará servicio.

A continuación, se sectorizará los hidrantes, el número de sectores dependerá del coeficiente de simultaneidad de Clement de la primera tubería. El coeficiente de Clement indica el porcentaje de caudal total que circula por una tubería con cierta probabilidad, por lo que para evitar presiones negativas y el mal funcionamiento de la red se deben de sectorizar lo menos posible que haga que el porcentaje de caudal circulante sea menor que este coeficiente.

Para simular los turnos de riego mediante Epanet se emplean los denominados patrones de demanda, se crearán tantos patrones de demanda como sectores de riego ya que estos representan los turnos de riego.

Una vez creado los patrones de demanda se sectorizan los hidrantes multiusuarios de una manera secuencial. Este modo de sectorizar garantiza un equilibrio de demanda en los ramales y permite que los diámetros de los mismos sean menores, ya que el caudal que circula por un ramal será menor. Para que el modelo sea válido debe cumplirse los requisitos de presión mínima que garantice el suministro de caudal a los nudos, si la red no

cumple con los valores mínimos de presión es necesario modificar los sectores a los que pertenece cada hidrante.

Tomando como referencia el objetivo final que se pretende conseguir, cada hidrante se compondrá de los siguientes elementos:

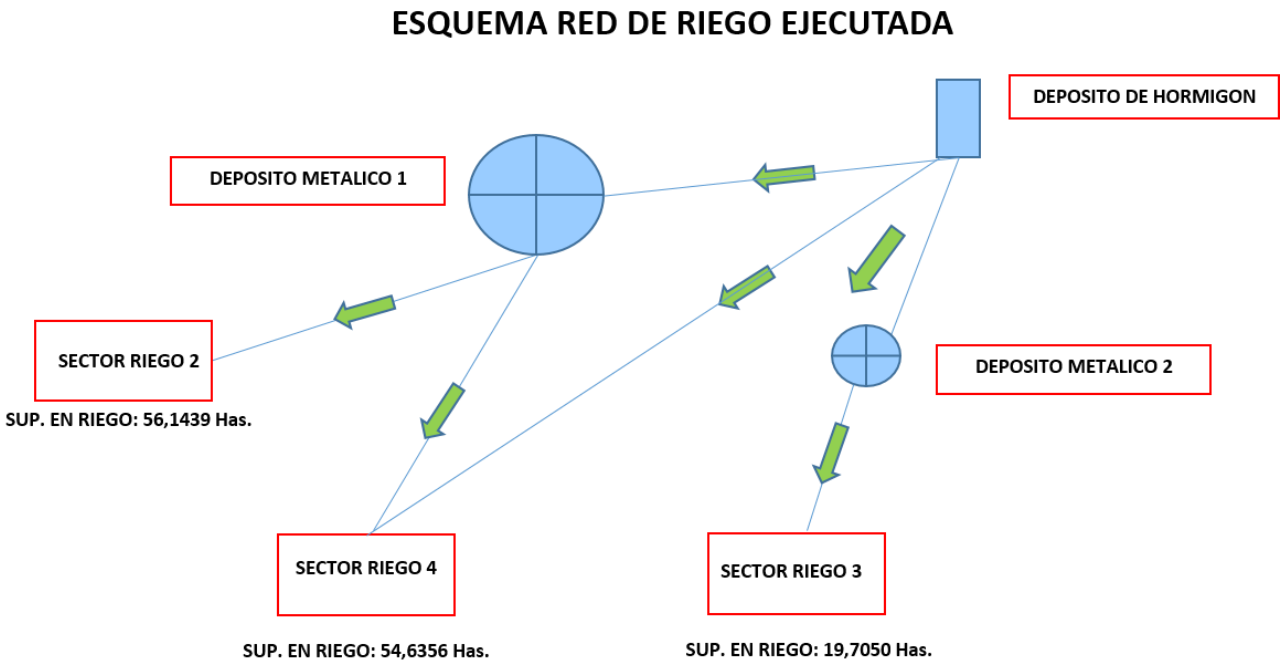
- Válvula de corte de esfera.
- Válvula hidráulica dotada de solenoide y programador para hidrantes.
- Ventosa trifuncional
- Colector de entrada
- Válvula de esfera para cada toma.
- Contador para cada hidrante, con emisor de pulsos para la automatización de lectura.

Todos estos elementos irán en armario prefabricado de hormigón de las características especificada en planos, con candado y solo accesibles al personal responsable del mantenimiento de la red de riego.

Por último, reseñar que la red de riego discurre en su totalidad por gravedad gracias a la orografía del terreno, no siendo necesario ningún equipo de bombeo.

2. Esquema general de la red de riego

Distinguiremos entre dos sistemas de riego, el ejecutado y el riego por ejecutar. Dentro del primero existen tres redes de riego independientes (S2, S3 y S4), que parten de las distintas infraestructuras de almacenamiento que se abastecen de los distintos cauces. Siendo el esquema general de la red de riego existente, el siguiente:

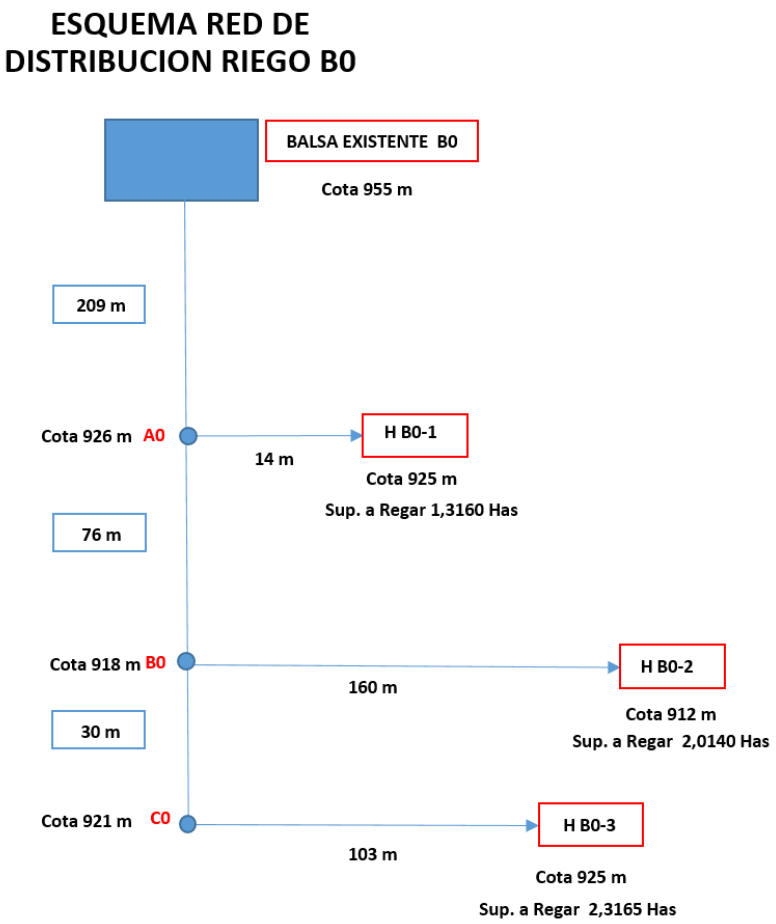


Esquema 1: Red de Riego Ejecutada

El riego a ejecutar se realizará desde tres ramales independiente y abastecidos por distintas infraestructuras de almacenamiento:

- **Ramal HB0,** se abastece de la Balsa existente tendrá una longitud lineal de 415 m, y dispondrá de tres hidrantes que regara una superficie total de 5,6466 ha, es el ramal más corto y abastecerá las parcelas de las cotas más altas.

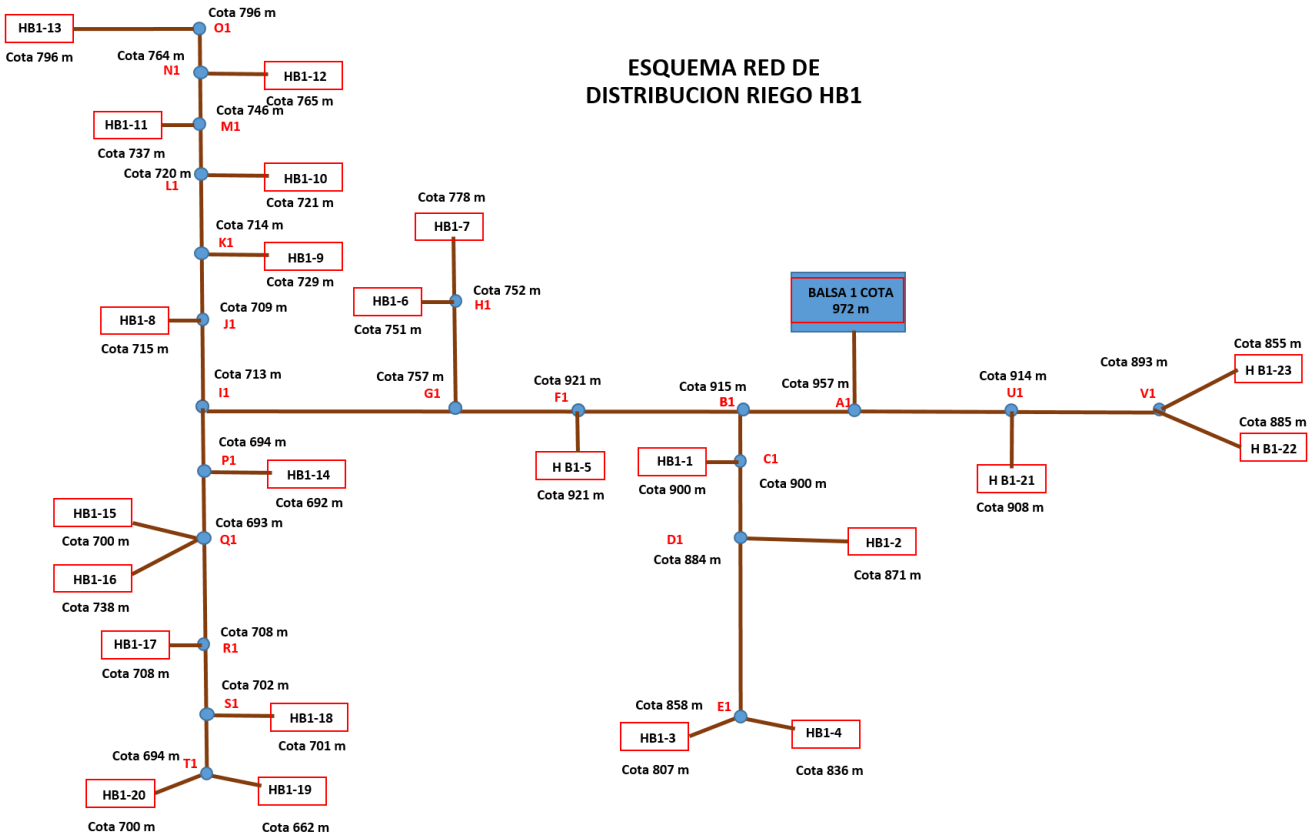
Siendo el esquema general de la red de riego HB0, el siguiente:



Esquema 2: Red de Riego HB0 a Ejecutar

- **<u>Ramal HB1</u>**, se abastece de la Balsa 1 a ejecutar tendrá una longitud lineal el tramo mayor de unos 3.2 km, y dispondrá, la totalidad de la red de 23 hidrantes que regara una superficie total de 47,3342 ha, es el ramal con más cambio de rasante por lo que en algunos puntos que se especifica más adelante habrá que colocar Válvulas Reductoras de Presión.

Siendo el esquema unifilar general de la red de riego HB1, el siguiente:

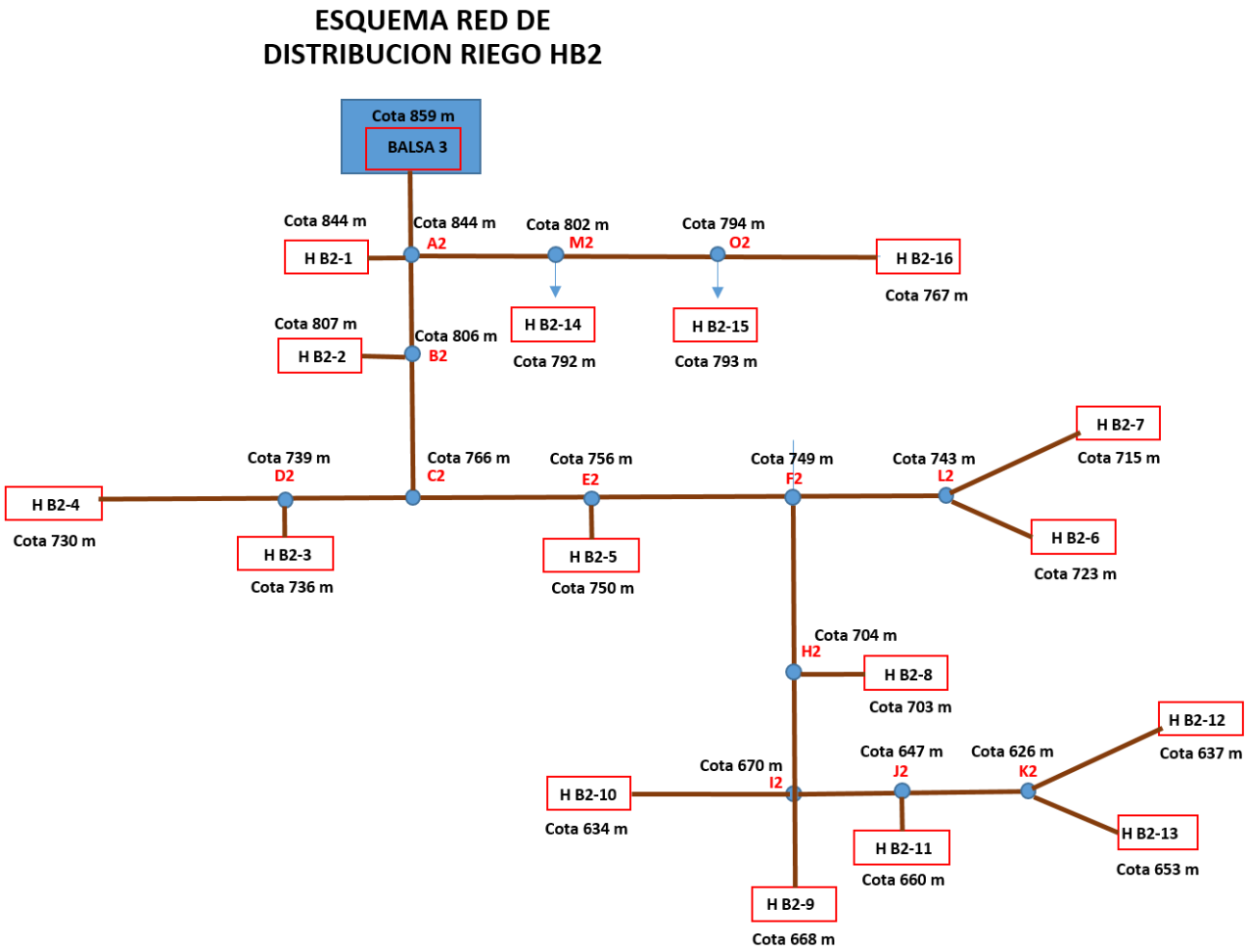


Esquema 3: Red de Riego HB1 a Ejecutar

El tramo de mayor longitud y con mayores cambios de rasante es desde el ramal A-C-D-E-F-HB1_10

- **<u>Ramal HB2</u>**, se abastece de la Balsa 3 a ejecutar el tramo de mayor longitud es el A-B-C-HB9, tendrá una longitud lineal de 302 m, y dispondrá de 16 hidrantes que regara una superficie total de 34,1689 ha, es el ramal con más cambio de rasante por lo que en algunos puntos que se especifica más adelante habrá que colocar VRP

Siendo el esquema general de la red de riego HB2, el siguiente:



Esquema 4: Red de Riego HB2 a Ejecutar

3. Determinación del caudal por hidrante

Con motivo de realizar un uso más adecuado de las infraestructuras proyectadas, y debido al gran número de parcelas de riego, se ha procedido a realizar una agrupación para colocar un único hidrante multiusuario para el riego de distintas parcelas, de manera que el número de hidrantes se reduce, optimizando las obras.

A continuación, se expone un resumen de los caudales de diseño por cada uno de los hidrantes y redes, partiendo de un caudal de diseño calculado en el anejo número 2. De cada hidrante, se ha determinado el mes más desfavorable teniendo en cuenta el caudal a aportar, siendo este Julio.

Para poder suministrar distintos volúmenes diarios de agua desde la balsa a la red de riego, se modificará el tiempo de riego en función de la demanda. Para ello, se usará la herramienta REDAREX Plus del Servicio de Regadíos de la Junta de Extremadura. REDAREX Plus es una plataforma web que integra nuevos servicios de agrometeorología, (consultas de datos diarios, semihorarios, horas frío, integral térmica, episodios meteorológicos, estadísticas y predicción) y contiene una potente aplicación de programación de riegos modelizada a la carta que permite obtener el tiempo de riego diario en parcela en función del tipo de cultivo y su desarrollo, tipo de suelo y sistema de riego.

3.1. Red Balsa Existente

HIDRANTE	SUPERF. RIEGO (ha)	NN (m³/mes)												DOTACION (m³/año)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
HB0-1	1,3160	0,00	0,00	0,00	0,00	41,76	216,39	285,15	241,25	26,62	0,00	0,00	0,00	**811,17**
HB0-2	2,0140	0,00	0,00	0,00	0,00	63,90	331,16	436,39	369,21	40,74	0,00	0,00	0,00	**1.241,41**
HB0-3	2,3166	0,00	0,00	0,00	0,00	73,51	380,92	501,96	424,68	46,86	0,00	0,00	0,00	**1.427,93**
TOTAL ……	**5,6466**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**179,17**	**928,47**	**1.223,51**	**1.035,13**	**114,23**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**3.480,51**

Tabla 1: Necesidades netas mensuales por hidrante de la Red de la Balsa Existente

3.2. Red Balsa 1

HIDRANTE	SUPERF. RIEGO (ha)	NN (m³/mes)												DOTACION (m³/año)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
HB1-1	2,0880	0,00	0,00	0,00	0,00	66,25	343,33	452,42	382,77	42,24	0,00	0,00	0,00	**1.287,01**
HB1-2	2,4013	0,00	0,00	0,00	0,00	76,19	394,84	520,31	440,20	48,58	0,00	0,00	0,00	**1.480,13**
HB1-3	2,1001	0,00	0,00	0,00	0,00	66,64	345,32	455,05	384,99	42,49	0,00	0,00	0,00	**1.294,49**
HB1-4	1,9241	0,00	0,00	0,00	0,00	61,05	316,39	416,92	352,73	38,93	0,00	0,00	0,00	**1.186,02**
HB1-5	1,4924	0,00	0,00	0,00	0,00	47,35	245,39	323,37	273,58	30,19	0,00	0,00	0,00	**919,89**
HB1-6	0,7940	0,00	0,00	0,00	0,00	25,19	130,56	172,05	25,19	16,06	0,00	0,00	0,00	**369,05**
HB1-7	1,8354	0,00	0,00	0,00	0,00	58,24	301,80	397,70	58,24	37,13	0,00	0,00	0,00	**853,11**
HB1-8	2,2325	0,00	0,00	0,00	0,00	70,84	367,09	483,73	70,84	45,16	0,00	0,00	0,00	**1.037,66**
HB1-9	3,4378	0,00	0,00	0,00	0,00	109,08	565,29	744,91	109,08	69,55	0,00	0,00	0,00	**1.597,91**
HB1-10	3,7827	0,00	0,00	0,00	0,00	120,02	621,99	819,63	120,02	76,52	0,00	0,00	0,00	**1.758,20**
HB1-11	3,3385	0,00	0,00	0,00	0,00	105,93	548,94	723,38	105,93	67,54	0,00	0,00	0,00	**1.551,72**
HB1-12	2,5214	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00	414,59	546,33	80,00	51,01	0,00	0,00	0,00	**1.171,93**
HB1-13	2,0220	0,00	0,00	0,00	0,00	64,16	332,48	438,14	64,16	40,91	0,00	0,00	0,00	**939,85**
HB1-14	0,7518	0,00	0,00	0,00	0,00	23,86	123,62	162,91	23,86	15,21	0,00	0,00	0,00	**349,45**
HB1-15	1,7643	0,00	0,00	0,00	0,00	55,98	290,10	382,28	55,98	35,69	0,00	0,00	0,00	**820,03**
HB1-16	2,2107	0,00	0,00	0,00	0,00	70,14	363,50	479,00	70,14	44,72	0,00	0,00	0,00	**1.027,51**
HB1-17	2,1410	0,00	0,00	0,00	0,00	67,93	352,05	463,91	67,93	43,31	0,00	0,00	0,00	**995,14**
HB1-18	1,6324	0,00	0,00	0,00	0,00	51,80	268,41	353,70	51,80	33,02	0,00	0,00	0,00	**758,73**
HB1-19	1,8950	0,00	0,00	0,00	0,00	60,13	311,59	410,60	60,13	38,34	0,00	0,00	0,00	**880,78**
HB1-20	1,8621	0,00	0,00	0,00	0,00	59,09	306,19	403,49	59,09	37,67	0,00	0,00	0,00	**865,52**
HB1-21	3,4834	0,00	0,00	0,00	0,00	110,53	572,78	754,79	110,53	70,47	0,00	0,00	0,00	**1.619,10**
HB1-22	0,9879	0,00	0,00	0,00	0,00	31,35	162,45	214,07	31,35	19,99	0,00	0,00	0,00	**459,19**

HIDRANTE	SUPERF. RIEGO (ha)	NN (m³/mes)												DOTACION (m³/año)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
HB1-23	0,6354	0,00	0,00	0,00	0,00	20,16	104,48	137,68	20,16	12,85	0,00	0,00	0,00	**295,33**
TOTAL	**47,33**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**1.501,92**	**7.783,17**	**10.256,39**	**3.018,71**	**957,57**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**23.517,76**

Tabla 2: Necesidades netas por hidrante de la Red de la Balsa 1

3.3. Red Balsa3

HIDRANTE	SUPERF. RIEGO (ha)	NN (m³/mes)												DOTACION (m³/año)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
HB1-1	3,0421	0,00	0,00	0,00	0,00	96,53	500,21	659,16	557,68	61,54	0,00	0,00	0,00	**1.875,12**
HB1-2	2,3577	0,00	0,00	0,00	0,00	74,81	387,67	510,86	432,21	47,70	0,00	0,00	0,00	**1.453,24**
HB1-3	0,9770	0,00	0,00	0,00	0,00	31,00	160,66	211,71	179,11	19,77	0,00	0,00	0,00	**602,24**
HB1-4	2,8637	0,00	0,00	0,00	0,00	90,86	470,88	620,50	524,97	57,93	0,00	0,00	0,00	**1.765,15**
HB1-5	0,8200	0,00	0,00	0,00	0,00	26,02	134,83	177,68	150,32	16,59	0,00	0,00	0,00	**505,44**
HB1-6	1,9992	0,00	0,00	0,00	0,00	63,44	328,73	433,19	63,44	40,44	0,00	0,00	0,00	**929,24**
HB1-7	2,8151	0,00	0,00	0,00	0,00	89,32	462,89	609,98	89,32	56,95	0,00	0,00	0,00	**1.308,48**
HB1-8	1,8395	0,00	0,00	0,00	0,00	58,37	302,47	398,59	58,37	37,21	0,00	0,00	0,00	**855,01**
HB1-9	1,5511	0,00	0,00	0,00	0,00	49,22	255,05	336,09	49,22	31,38	0,00	0,00	0,00	**720,95**
HB1-10	3,2720	0,00	0,00	0,00	0,00	103,82	538,02	708,99	103,82	66,19	0,00	0,00	0,00	**1.520,85**
HB1-11	3,2035	0,00	0,00	0,00	0,00	101,65	526,75	694,13	101,65	64,81	0,00	0,00	0,00	**1.488,97**
HB1-12	1,7270	0,00	0,00	0,00	0,00	54,80	283,98	374,21	54,80	34,94	0,00	0,00	0,00	**802,72**
HB1-13	1,7575	0,00	0,00	0,00	0,00	55,77	288,99	380,82	55,77	35,56	0,00	0,00	0,00	**816,91**
HB1-14	1,9886	0,00	0,00	0,00	0,00	63,10	326,98	430,88	63,10	40,23	0,00	0,00	0,00	**924,29**
HB1-15	2,4370	0,00	0,00	0,00	0,00	77,33	400,72	528,05	77,33	49,30	0,00	0,00	0,00	**1.132,72**

HIDRANTE	SUPERF. RIEGO (ha)	NN (m³/mes)												DOTACION (m³/año)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
HB1-16	1,5179	0,00	0,00	0,00	0,00	48,16	249,58	328,89	48,16	30,71	0,00	0,00	0,00	**705,50**
TOTAL	**34,17**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**1.084,18**	**5.618,41**	**7.403,75**	**2.609,25**	**691,24**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**17.406,84**

Tabla 3: Necesidades netas por hidrante de la Red del deposito3

4. Cálculos hidráulicos de la red de riego

A continuación, se justifica el dimensionado de la red de distribución, que suministra agua desde la balsa hasta los hidrantes multiusuarios proyectados.

Partiendo de los caudales calculados anteriormente y considerando las presiones necesarias para el funcionamiento de los sistemas de riego a emplear, se está en disposición de abordar el dimensionado de las redes de distribución. El dimensionado de las mismas se efectuará siguiendo criterios de optimización técnico-económicos.

4.1. Parámetros de partida

Tras el estudio de alternativas posibles para los caudales demandados en toda la red, y consiguientemente para los caudales que circularán por cada uno de los tramos de la red, así como la experiencia en otras comunidades de regantes del Valle del Jerte se adopta, como material de tuberías de PEAD para todos los diámetros, y dentro de estos habrá dos tipos de timbrajes de PN10 y PN16, en algunos tramos aunque hubiese sido suficiente con PN 10 se ha optado por PN16 porque son tramos de corta longitud e intentar unificar en la medida de lo posible las tuberías , teniendo en cuenta el factor económico.

4.2. Parámetros hidráulicos

Se adoptan a su vez para el dimensionado de la red los siguientes valores:

- Diámetro interior tuberías PE100

DN (mm)	40	63	75	90	110	125	140	160	200	250	315
Dint. PN10	35,2	55,4	66	79,2	96,8	110,2	123,4	141	176,2	201,6	312,8
Dint. PN16	32,6	51,4	61,4	7,6	90	102,2	114,6	130,8	163,6		

- Coeficiente mayorante para las pérdidas de carga localizadas: 1,1.
- Temperatura del agua para el cálculo: 20 ºC.
- Velocidad máxima de circulación del agua en el interior de la conducción: 2,5 m/s.

- Velocidad mínima de circulación del agua en el interior de la tubería: 0,25 m/s.
- Presión mínima de trabajo de los materiales empleados: 10 Kg/cm2 (1 MPa).
- Presión mínima en Hidrantes 25 m.c.a.

4.3. Metodología de Cálculo de la Red

Los calculados de las redes de riego se han realizado mediante el software EPANET.

El primer paso consiste en la creación del modelo hidráulico en Epanet para poder realizar simulaciones dinámicas con él. El programa realiza simulaciones dinámicas sobre un periodo extendido de tiempo del comportamiento hidráulico de una red de tuberías. Con él será posible obtener el valor de la presión en los nudos, así como de la velocidad y pérdida unitaria en las conducciones. Una vez se obtiene el modelo hidráulico en el programa, se procede al traspaso de datos de la red. En Tuberías se introducen los diámetros de las mismas, longitud de los tramos, la rugosidad de las conducciones, y los Coeficientes de pérdidas por accesorios que se estimaran en un 10%. en los Nudos se introducen cotas y demanda base de los mismos. Con todo ello es posible realizar la simulación del modelo hidráulico en el programa. Para su análisis se estudian los valores de presiones en los nodos, y si esto son correctos, los valores de velocidad de las tuberías.

Una vez se han analizado los problemas de la red original, se procede a trabajar sobre ella. El objetivo consiste en agrupar las tomas de parcelas en hidrantes multiusuario y a su vez estos en sectores. Con ello se consigue reducir el caudal que trasiega por las conducciones asegurando el funcionamiento correcto de la red. El primer paso es agrupar las tomas de parcela en puntos concentradores según unos criterios establecidos. Estos criterios son:

- 14 tomas máxima por Hidrante.
- En los hidrantes prevalecerá las mayores concentraciones parcelarias.
- Se procurará que las superficies a regar por cada hidrante sean similares.
- Se procurará que la distancia máxima desde el hidrante a la parcela más lejana que abastece no sea superior a 100 m para evitar perdida de carga excesivas.

- El método matemático para el cálculo de las pérdidas hidráulicas empleado en Epanet es el de Darcy-Weisbach por lo que se adopta para las tuberías una rugosidad de cálculo para PEAD: 0,0015 mm.

4.4. Determinación de los diámetros de la red de riego

4.4.1. Red de Riego

A continuación, se adjunta una tabla con los diámetros calculados de cada red y tramo:

RED HB0-BALSA EXISTENTE

TRAMO	HIDRANTE	COTA INICIAL (m)	COTA FINAL (m)	LONGITUD (m)	PN	DN	Q (l/s)	V (m/s)	Perdida Unit. (m/Km)	Pres. Nudo (mca)	COTA PIEZOM
B. EXIST.-A0		950,57	926,15	209,72	10	140	4,38	0,28	0,67	24,28	950,43
A0-HB0-1	HB0-1	926,15	925,08	13,99	10	63	1,02	0,33	2,67	25,31	950,39
A0-B0		926,15	918,52	72,59	10	125	3,36	0,27	0,76	31,86	950,38
B0_HB0-2	HB0_2	918,52	911,70	160,31	10	63	1,56	0,50	4,82	37,90	949,60
B0-C0		918,52	920,62	30,29	10	75	1,80	0,41	2,95	29,67	950,29
C0_HB0-3	HB0-3	920,62	934,00	103	10	75	1,80	0,41	2,73	16,00	950,00

Tabla 4: Resultado Calculo Epanet de la red HB0

En el Hidrante HB0-3 la presión de servicio es inferior a los 25 m estipulados en las condiciones, en nuestro caso no es de mayor importancia porque el hidrante está en cota superior a cualquiera de las parcelas que afecta, y con esta presión tendría para la presión de los goteros que es de 10 mca.

Se adjunta grafico de red HB0 de cálculos en Epanet

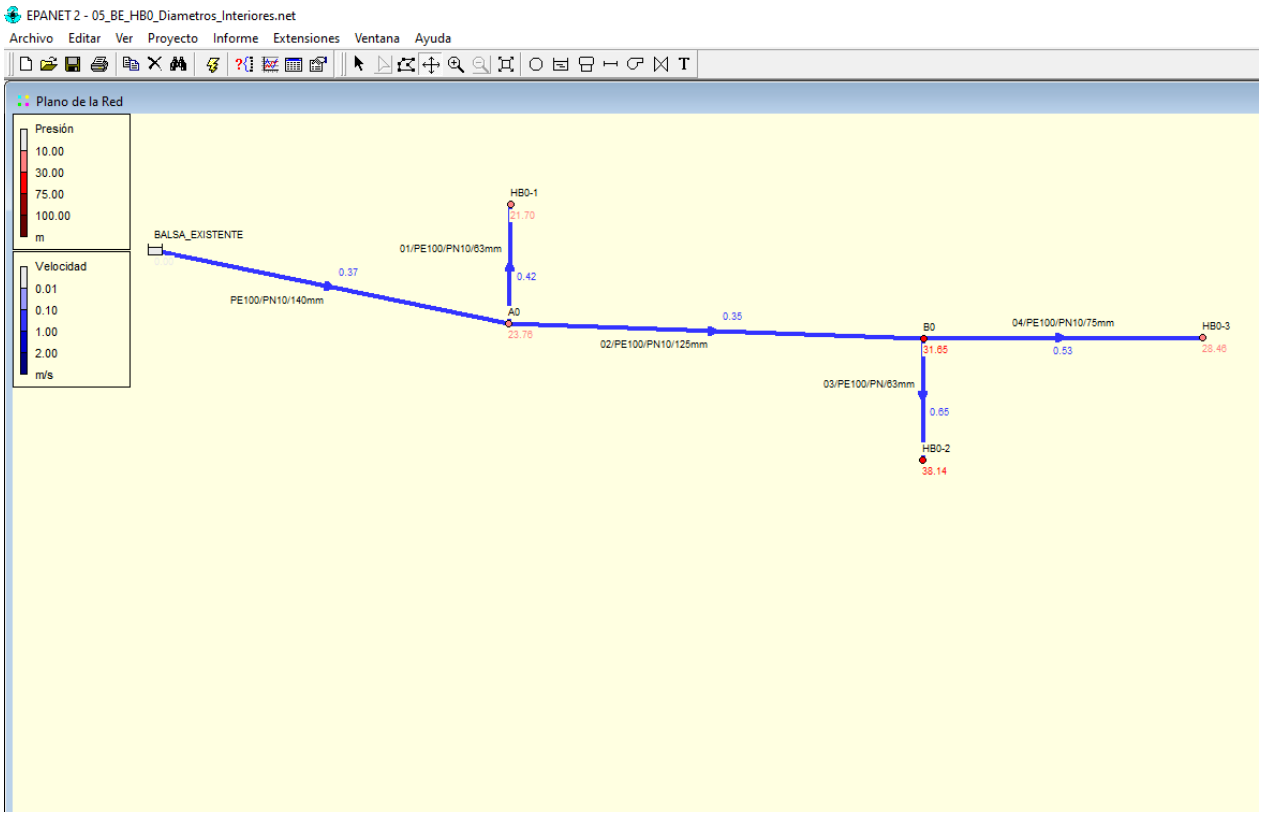


Ilustración 1: Calculo Epanet HB0

RED HB1-BALSA 1

TRAMO	HIDRANTE	COTA INICIAL (m)	COTA FINAL (m)	LONGITUD (m)	PN	DN	Q (l/s)	V (m/s)	P. Estatica (mca)	Perdida Unit.(m/Km)	Pres. Nudo (mca)	Cota piezometrica (m)
BALSA1-A1		972,00	957,00	200,00	10	315	36,59	0,48	15,00	0,68	15,10	972,10
A1-B1		957,00	915,00	970,00	10	250	32,63	1,02	42,00	4,17	55,70	970,70
B1-C1		915,00	900,00	120,00	10	110	6,47	0,88	15,00	7,95	66,89	966,89
C1-HB1-1	HB1-1	900,00	900,00	1,00	10	40	1,62	1,66	0,00	137,29	63,63	963,63
C1-D1		900,00	884,00	75,00	10	110	4,85	0,66	16,00	4,86	82,90	966,90
D1-HB1-2	HB1-2	884,00	870,00	184,00	10	40	1,86	1,91	14,00	105,76	76,87	946,87
D1-E1		884,00	858,00	200,00	16	110	2,99	0,47	26,00	2,77	108,05	966,05
E1-HB1-3	HB1-3	858,00	867,00	79,00	10	40	1,49	1,79	-9,00	104,06	90,92	957,92
E1-HB1-4	HB1-4	858,00	836,00	105,00	16	40	1,49	1,79	22,00	103,50	119,37	955,37
B1-F1		915,00	921,00	100,00	10	200	26,16	1,07	-6,00	5,92	46,66	967,66
F1-HB1-5	HB1-5	921,00	921,00	1,00	10	40	1,16	1,19	0,00	124,20	90,92	1011,92
F1-G1		921,00	757,00	510,00	16	200	25,00	1,19	164,00	7,10	60,00	817,00
G1-H1		757,00	752,00	200,00	10	90	2,04	0,41	5,00	2,59	64,48	816,48
H1-HB1-6	HB1-6	752,00	752,00	1,00	10	40	0,62	0,63	0,00	37,13	65,44	817,44
H1-HB1-7	HB1-7	752,00	778,00	245,59	10	40	1,47	1,46	-26,00	65,25	22,36	800,36
G1-I1		758,00	714,00	865,00	16	200	22,96	1,09	44,00	6,03	98,78	812,78
I1-J1		714,00	709,00	140,00	16	200	13,45	0,64	5,00	2,44	102,44	811,44
J1-HB1-8	HB1-8	709,00	715,00	13,54	10	40	1,73	1,78	-6,00	104,53	94,98	809,98
J1-K1		709,00	714,00	270,00	16	200	11,72	0,56	-5,00	1,84	96,94	810,94
K1-HB1-9	HB1-9	714,00	729,00	113,00	10	40	2,67	3,20	-15,00	293,59	48,77	777,77
K1-L1		714,00	720,00	175,00	16	200	9,05	0,46	-6,00	1,69	64,56	784,56
L1-HB1-10	HB1-10	720,00	720,00	1,00	16	40	2,93	2,93	0,00	746,45	89,11	809,11
L1-M1		720,00	746,00	175,00	16	160	6,12	0,46	-26,00	1,69	64,56	810,56
M1-HB1-11	HB1-11	746,00	737,00	106,00	10	40	2,59	2,66	9,00	192,89	53,11	790,11
M1-N1		746,00	764,00	107,00	10	110	3,53	0,48	-18,00	2,69	46,27	810,27
N1-HB1-12	HB1-12	764,00	765,00	1,00	10	40	1,96	2,01	-1,00	340,89	44,93	809,93
N1-O1		764,00	796,00	200,00	10	75	1,57	0,46	-32,00	3,88	13,50	809,50
O1-HB1-13	HB1-13	796,00	796,00	59,00	10	75	1,57	0,46	0,00	4,02	13,20	809,20
I1-P1		714,00	694,00	180,00	10	110	9,51	1,29	20,00	15,67	114,96	808,96
P1-HB1-14	HB1-14	694,00	693,00	1,00	16	40	0,58	0,60	1,00	33,49	116,93	809,93
P1-Q1		694,00	693,00	105,00	16	110	8,93	1,40	1,00	20,24	113,84	806,84
Q1-HB1-15	HB1-15	693,00	700,00	100,00	16	40	1,37	1,64	-7,00	88,71	97,97	797,97
Q1-HB1-16	HB1-16	693,00	739,00	170,00	10	40	1,71	2,05	-46,00	131,81	46,43	785,43
Q1-R1		693,00	708,00	263,00	16	110	5,84	0,92	-15,00	9,14	96,43	804,43
R1-HB1-17	HB1-17	708,00	708,00	1,00	16	40	1,66	1,99	0,00	345,06	96,09	804,09
R1-S1		708,00	702,00	345,00	16	90	4,18	0,98	6,00	13,08	97,92	799,92
S1-HB1-18	HB1-18	702,00	702,00	1,00	16	40	1,27	1,52	0,00	205,09	98,71	800,71
S1-T1		702,00	694,00	203,00	10	40	2,92	2,32	8,00	127,88	79,96	773,96
T1-HB1-19	HB1-19	694,00	662,00	91,00	16	40	1,47	1,48	32,00	67,83	67,79	729,79
T1-HB1-20	HB1-20	694,00	700,00	91,14	10	40	1,45	1,15	-6,00	36,86	81,15	781,15
A1-U1		957,00	914,00	860,00	10	110	3,96	0,54	43,00	3,18	55,56	969,56
U1-HB1-21	HB1-21	914,00	903,00	105,00	16	40	2,70	2,72	11,00	197,25	40,85	943,85
U1-V1		914,00	892,00	290,00	10	90	1,26	0,26	22,00	1,10	76,24	968,24
V1-HB1-22	HB1-22	892,00	886,00	174,00	10	40	0,77	0,77	6,00	20,69	80,64	966,64
V1-HB1-23	HB1-23	892,00	823,00	280,00	16	40	0,49	0,59	69,00	14,42	110,20	933,20

Tabla 5: Resultado Calculo Epanet de la red HB1

En el Hidrante HB1-13 la presión de servicio es inferior a los 25 m estipulados en las condiciones, en nuestro caso no es de mayor importancia porque el hidrante está en cota superior a cualquiera de las parcelas que afecta, y con esta presión tendría para la presión de los goteros que es de 10 mca.

En el tramo G1-H1 se ha colocado una válvula Reductora de presión, para una presión nominal máxima de entrada de 16 Bar y un rango de presión de salida entre 2 Bar y 8 Bar.

Para darle homogeneidad a la red a fin de facilitar la instalación se ha optado por instalar tuberías con un diámetro mínimo de 40 mm, por lo que los tramos donde en calculo resulta tuberías de 32 mm se ha elegido el de diámetro superior, 40 mm.

A continuación, se adjunta grafico de red HB1 de cálculos en Epanet

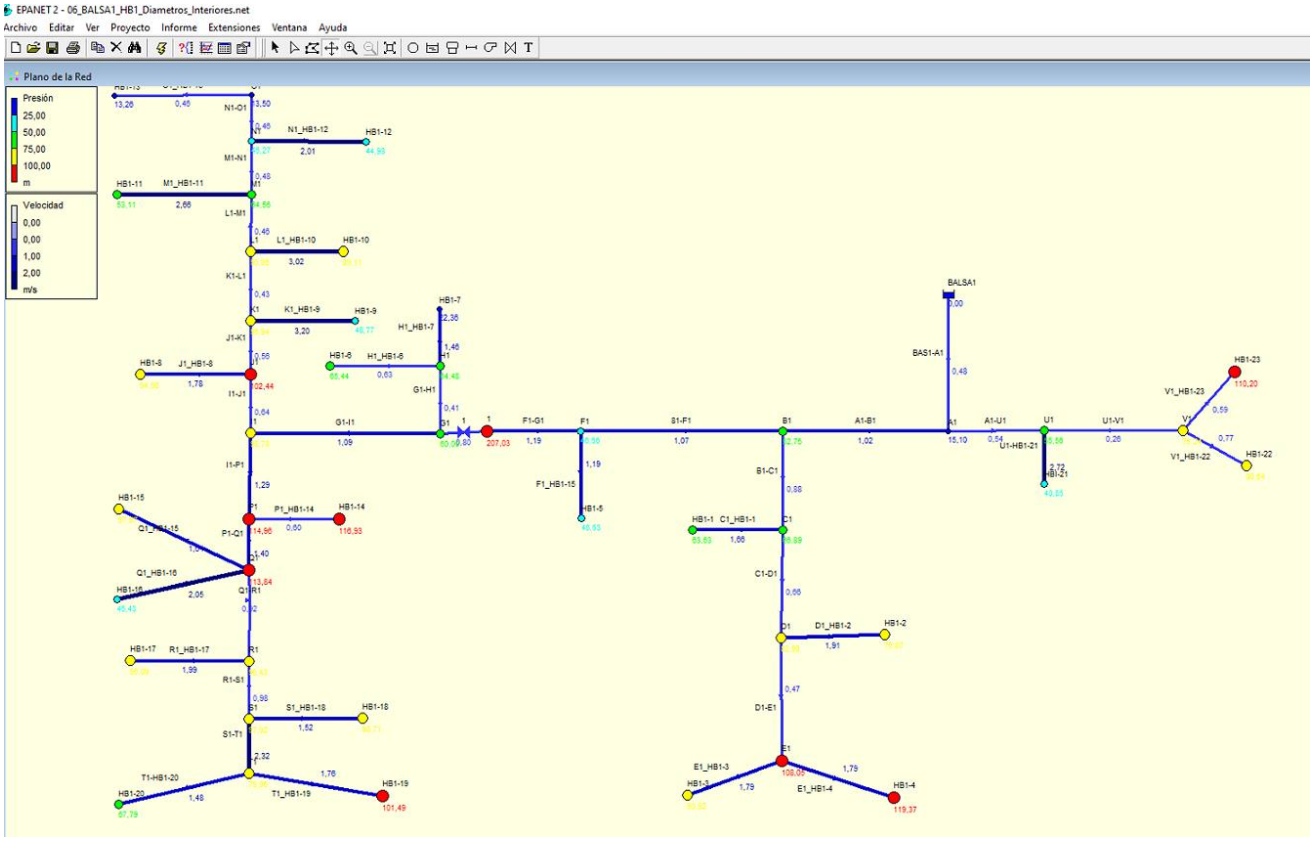


Ilustración 2: Calculo Epanet H1

RED HB2-BALSA 3

TRAMO	HIDRANTE	COTA INICIAL (m)	COTA FINAL (m)	LONGITUD (m)	PN	DN	Q (l/s)	V (m/s)	P. Estatica (mca)	Perdida Unit.(m/Km)	Pres. Nudo (mca)	Cota piezometrica (m)
BALSA1-A2		859,00	844,00	130,00	10	315	26,52	0,35	15,00	0,34	14,96	858,96
A2-HB2-1	HB2-1	844,00	844,00	13,00	10	63	2,36	0,98	0,00	22,31	14,67	858,67
A2-B2		844,00	806,00	310,00	10	200	19,54	0,80	38,00	3,23	51,95	857,95
B2-HB2-2	HB2-2	806,00	806,00	5,00	10	63	1,83	0,76	0,00	18,02	50,86	856,86
B2-C2		806,00	755,00	650,00	16	200	17,71	0,84	51,00	3,79	89,49	844,49
C2-D2		766,00	739,00	220,00	16	110	2,98	0,40	27,00	1,95	116,06	855,06
D2-HB2-3	HB2-3	739,00	739,00	4,00	16	40	0,76	0,78	0,00	29,69	118,94	857,94
D2-HB2-4	HB2-4	739,00	730,00	427,00	16	75	2,22	**0,65**	9,00	7,12	122,02	852,02
C2-E2		766,00	756,00	210,00	10	140	14,73	1,23	10,00	10,78	97,33	853,33
E2-HB2-5	HB2-5	756,00	750,00	40,00	16	40	0,64	0,65	6,00	16,16	102,58	852,58
E2-F2		756,00	749,00	290,00	16	140	14,10	1,37	7,00	14,04	30,00	779,00
F2-G2		749,00	727,00	170,00	10	140	10,36	0,87	22,00	5,75	51,02	778,02
G2-H2		727,00	704,00	240,00	10	140	10,36	0,87	23,00	5,68	72,66	776,66
H2-HB2-8	HB2-8	704,00	704,00	3,00	10	40	1,43	1,47	0,00	105,17	73,34	777,34
H2-I2		704,00	670,00	430,00	16	110	8,93	1,21	34,00	13,73	40,00	710,00
I2-HB2-10	HB2-10	670,00	635,00	432,00	10	75	2,54	0,74	35,00	9,02	72,10	707,10
I2-HB2-9	HB2-9	670,00	669,00	20,20	10	40	1,20	1,24	1,00	52,34	40,95	709,95
I2-J2		670,00	647,00	140,00	10	90	5,19	1,05	23,00	13,83	61,06	708,06
J2-HB2-11	HB2-11	647,00	661,00	148,00	10	63	2,49	1,03	-14,00	20,32	45,06	706,06
J2-K2		647,00	626,00	670,00	10	90	2,70	0,55	21,00	4,23	80,50	706,50
K2-HB2-12	HB2-12	626,00	637,00	235,19	10	63	1,34	0,56	-11,00	6,73	67,92	704,92
K2-HB2-13	HB2-13	626,00	654,00	444,07	10	63	1,36	0,57	-28,00	6,91	50,42	704,42
F2-L2		749,00	743,00	170,00	10	110	3,74	0,51	6,00	2,93	30,50	773,50
L2-HB2-6	HB2-6	743,00	723,00	141,00	10	75	1,55	0,45	20,00	3,82	54,96	777,96
L2-HB2-7	HB2-7	743,00	715,00	525,00	10	75	2,19	0,64	28,00	6,90	59,88	774,88
A2-M2		844,00	803,00	463,00	10	110	4,61	0,63	41,00	4,19	55,01	858,01
M2-HB2-14	HB2-14	803,00	792,00	28,00	10	40	1,54	1,85	11,00	107,96	61,99	853,99
M2-O2		803,00	793,00	650,00	10	110	3,07	0,42	10,00	2,03	61,70	854,70
O2-HB2-15	HB2-15	794,00	793,00	5,00	10	40	1,89	2,27	1,00	155,38	61,92	854,92
O2-HB2-16	HB2-16	794,00	767,00	570,00	16	75	1,18	0,40	27,00	3,27	86,84	853,84

Tabla 96: Resultado Calculo Epanet de la red HB2

En el tramo E2-F2 y H2-I2 se han colocado una válvula Reductora de presión de 3 y 4 Bar de presión de salida.

Hay que hacer constar que para darle homogeneidad a la red a fin de facilitar la instalación se ha optado por instalar tuberías con un diámetro mínimo de 40 mm, por lo que los tramos donde en calculo resulta tuberías de 32 mm se ha elegido el de diámetro superior, 40 mm.

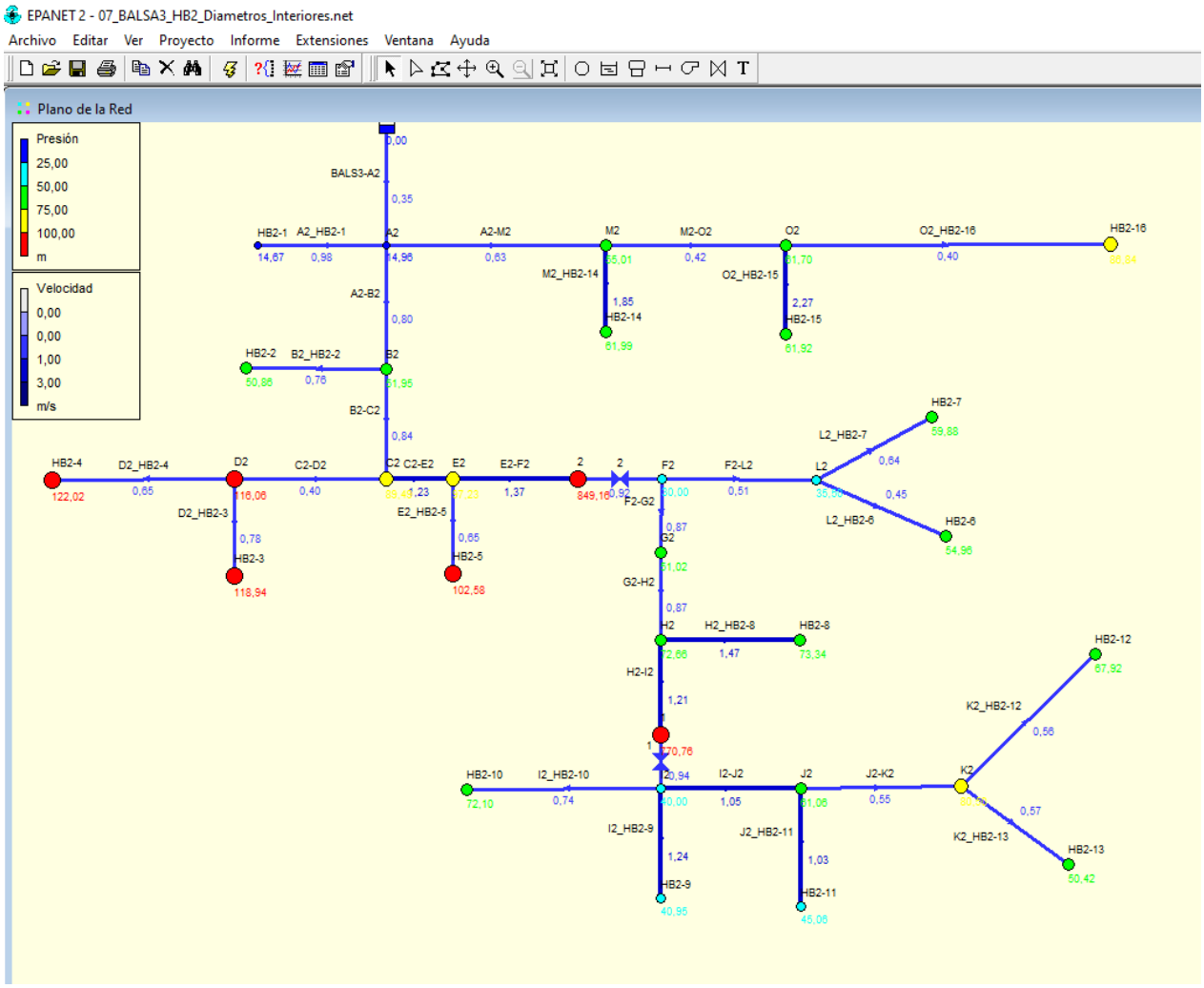


Ilustración 3: Calculo Epanet HB2

4.4.2. Red terciaria

La red de riego en parcela (red terciaria) será competencia de cada propietario de la finca. La competencia de la red de la Comunidad de Regantes finalizará con la instalación de los hidrantes multiusuarios. Por lo que cada propietario deberá hacerse cargo de la red terciaria tanto técnica como económicamente, aunque deberán cumplir con las especificaciones marcadas por la comunidad de regantes.

Además, hay que reseñar, que todos los propietarios de las parcelas que forman parte de la Comunidad de regantes de Barrado tienen la obligación de permitir el paso por su parcela de las tuberías de riego de otros regantes.

4.5. Calculo de Movimientos de Tierra de la Excavación de Zanjas

Al tratarse de regadío de montaña, **la red irá en zanja con una profundidad de 60 cm en toda su traza**, es decir, la tubería no tendrá una pendiente constante y estipulada de antemano, sino que irá paralela al terreno y a 60 centímetros de profundidad, tal y como se puede ver en los perfiles longitudinales en planos. El ancho de la zanja será de 40 cm para diámetros nominales comprendidos entre 110 y 250 y de 25 cm para los comprendidos entre 32 y 90.

Diámetros y longitudes de tuberías.

	PN 10				PN 16			
DN	HB0	HB1	HB2	TOTALES	HB0	HB1	HB2	TOTALES
32	0,00	444,12	457,07	901,19	0,00	800,93	738,96	1.539,89
40	0,00	790,39	1.274,33	2.064,72	0,00	425,52	940,05	1.365,57
63	174,30	595,45	815,55	1.585,30	0,00	1.214,91	280,71	1.495,62
75	133,29	259,78	1.069,94	1.463,01	0,00	1.332,82	0,00	1.332,82
110	0,00	287,43	0,00	287,43	0,00	169,27	433,01	602,28
125	72,59	0,00	0,00	72,59	0,00	0,00	0,00	0,00
140	209,72	0,00	0,00	209,72	0,00	0,00	1.181,57	1.181,57
160	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.068,76	0,00	2.068,76
200	0,00	91,11	201,00	292,11	0,00	2.227,93	766,05	2.993,98
250	0,00	776,10	0,00	776,10	0,00	0,00	0,00	0,00
315	0,00	100,42	13,00	113,42	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 7: Longitudes de tubería según diámetro de la Red

El tramo de salida de Balsas de 315 será el de la toma de fondo y se encuentra justificado en el Anejo nº6 Balsa de regulación.

De modo que el movimiento de tierras para diámetro de tubería es:

DN	LONGITUD (m)	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO (m)	MOV. TIERRA (m^3)
32	2.441,08	0,6	0,25	366,162
40	3.430,29	0,6	0,25	514,5435
63	3.080,92	0,6	0,25	462,138
75	2.795,83	0,6	0,25	419,3745
110	889,71	0,6	0,4	213,5304

DN	LONGITUD (m)	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO (m)	MOV. TIERRA (m^3)
125	72,59	0,6	0,4	17,4216
140	1.391,29	0,6	0,4	333,9096
160	2.068,76	0,6	0,4	496,5024
200	3.286,09	0,6	0,4	788,6616
250	776,10	0,6	0,4	186,264

Tabla 8: Movimientos de tierra de la red

4.6. Hidrantes

Los hidrantes serán multiusuarios con un máximo de 14 tomas, y según la norma UNE-EN 14267, son del tipo 4, es decir su función será de corte, medición, regulador de presión y limitador de caudal. Δh = 11 mca

Los hidrantes con su correspondiente valvulería se ubicarán en una caseta prefabricada de hormigón de dimensión 200cmx100cmx194cm tipo.

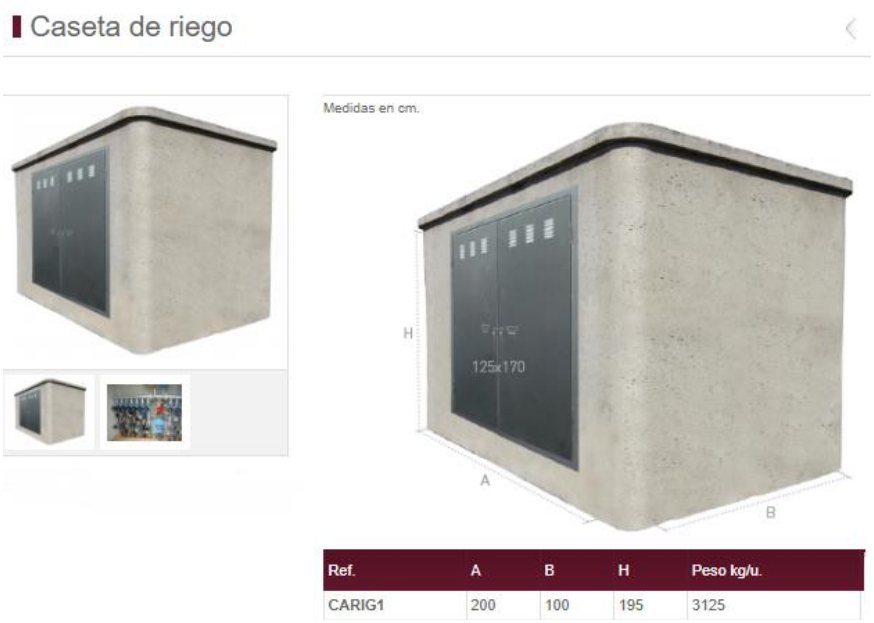
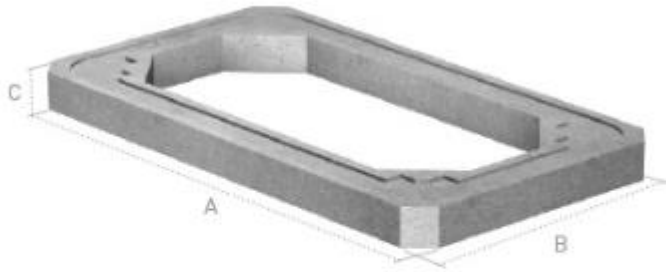


Ilustración 4 : Caseta para Hidrantes

La mencionada caseta descansara sobre una base de hormigón armado de dimensiones y características especificada en la siguiente ilustración.

Medidas en cm.



Ref.	Caseta	A	B	C	Peso kg/u.
BASEZACARIG1	G1	230	130	16	1075

Ilustración 5 : Base caseta hidrante

5. Calculo de Ventosas de la Red

La singularidad de la red de riego proyectada reside en la ubicación de las ventosas, estando estas en los tramos iniciales de una red de funcionamiento por gravedad alimentadas por una balsa condicionando su funcionamiento y a lo largo de la instalación según el perfil por donde discurre la red.

Las especificaciones y cálculos de las ventosas son idénticas alas expuesta en el Anejo 7 Red de llenado, se emplearán ventosas de 50 mm., y se especifica en planos con coordenadas y cotas

5.1. Localización y ubicación de las ventosas

La localización de las ventosas se realiza en función del perfil longitudinal que representa el trazado de la red, en el cual se definen los puntos altos y bajos de la conducción. La red se plantea con una excavación constante de 60 centímetros en toda su traza. De modo que la pendiente será igual que el perfil del terreno.

La ubicación de las ventosas en las proximidades de la balsa hace que los purgadores no sean funcionales al no alcanzar la velocidad sónica del aire por lo tanto en esta fase las ventosas se comportarán únicamente como bifuncionales.

La ubicación de las ventosas no sólo se reduce a los puntos altos del trazado de la red, sino que también se estudia la necesidad de colocarlas en otros puntos del sistema de conducciones, siguiendo los siguientes criterios:

- Cuando el perfil de la conducción no presenta puntos altos y bajos bien definidos o se tienen tramos inclinados u horizontales rectilíneos y largos, deberán colocarse ventosas distribuidas a distancias más o menos regulares, tomando como referencia una distancia entre ellas de 500 a 1.000 m.
- En los puntos en los que se produzcan cambios bruscos de pendiente de la tubería (incrementos de la pendiente en tramos descendentes, decrementos de la

pendiente en tramos ascendentes), no sólo respecto a la horizontal sino también respecto al gradiente hidráulico de la instalación, así como también en aquellos puntos donde la tubería se eleve por encima de la superficie del terreno o para sortear un accidente geográfico.

- Al inicio de los ramales que se inician con pendiente descendiente y tengan una longitud considerable.
- Al final de los ramales que terminan con pendiente ascendente y tengan una longitud considerable.
- En la ubicación de válvulas de seccionamiento: aguas abajo en los descensos y aguas arriba en los ascensos.
- En los puntos en los que cambie el diámetro de la tubería o se produzcan estrechamientos bruscos de sección.
- Aguas abajo de las válvulas reductoras de presión.
- A la salida de la balsa si la conducción es descendente y a la entrada si es ascendente.

En resumen, se instalarán ventosas en todos aquellos puntos de la instalación que sean susceptibles de almacenar aire. evitando problemas de funcionamiento de la red y posibles roturas de las tuberías, se especifica en planos de la instalación de cada red, HBO, HB1 y HB2

5.2. Instalación

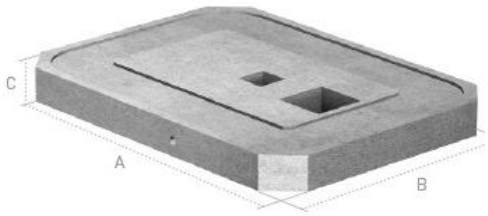
Las ventosas deben instalarse en lugares de fácil acceso que permitan su inspección y mantenimiento de forma sencilla. Para la correcta instalación de las ventosas se colocará una válvula de seccionamiento (de mariposa o compuerta) aguas arriba de esta y de diámetro nominal igual al de la ventosa. Esto permite realizar labores de mantenimiento o revisión con la instalación en servicio o permitir el seccionamiento de la ventosa en caso de que se produjera una avería con la consiguiente fuga de agua.

Lógicamente, las ventosas deben situarse siempre en posición vertical y en la parte superior de la tubería. Cuando la localización de la ventosa está próxima a un hidrante se instalarán

ambos elementos conjuntamente, instalándose directamente en el tramo vertical recto con objeto de permitir una correcta salida del aire.

Las ventosas se alojarán en arquetas prefabricadas de hormigón, siempre que sea posible, o fabricadas *in situ*, según el caso, convenientemente ventiladas evitando así problemas de contrapresiones, es decir, depresiones o sobrepresiones cuando se encuentre admitiendo o expulsando aire. Las características y medidas de las arquetas que alojaran las ventosas se detalla en las siguientes ilustraciones

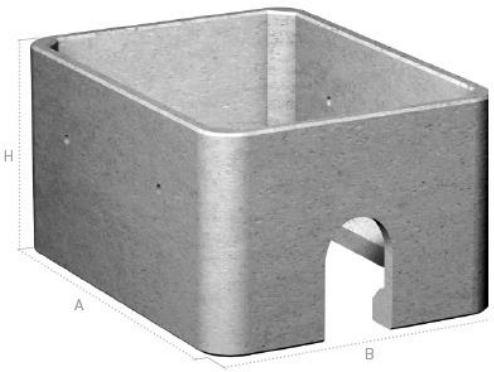
Medidas en cm.



Ref.	Base arqueta	A	B	C	Peso kg/u.
BASEAARH1	ARH1	130	130	16	570

Ilustración 6: Base de apoyo Arquetas Ventosas

Medidas en cm.



Ref.	A	B	H	Peso kg
ARH1	100	100	100	1042

Ilustración 7: Arquetas Ventosas

En relación con la conexión de la ventosa con la conducción donde se inserta, la ventosa deberá conectarse en este caso con tan bajas presiones, directamente sobre la tubería a través de una derivación en "T" del mismo diámetro que la tubería principal y con una pieza de reducción que terminará con un diámetro de brida igual a ésta.

5.3. Mantenimiento

Puesto que las ventosas se consideran como equipo de funcionamiento automático, requieren un mantenimiento e inspección periódica.

Dicho mantenimiento consiste en:

- Limpieza de las partes internas
- comprobación del correcto estado del flotador y de las juntas de cierre
- Comprobación del estado de los orificios de entrada y salida
- Verificación de que los orificios no se encuentran obstruidos

La falta o ausencia total de mantenimiento puede originar problemas tales como la rigidez de las partes móviles o la adherencia del flotador en posición de cierre de la ventosa. Esto puede originar que la ventosa no abra tras un largo periodo de tiempo en el que haya permanecido cerrada o que, durante el proceso de llenado, la ventosa no cierre en el momento adecuado originando una importante salida de agua a través de esta.

6. Válvulas

6.1. Válvulas de corte

Las válvulas de corte se instalarán el inicio de cada toma del cauce, a la entrada y salida de las balsas, en los hidrantes y en arquetas intermedias de la red para seccionarla y en caso de rotura de un tramo no cerrar la red general.

6.2. Válvulas antirretorno

En aquellos tramos de la instalación donde existan fuertes pendientes ascendentes se instalarán válvulas anti retorno para evitar daños en la red. Se especifica en planos.

6.3. Válvulas reductoras de presión

Se prevé la instalación de tres válvulas reductora de presión. Una en la red HB1, se especifica en plano y calculadas en el programa Epanet, y dos en la red HB2, para un rango de presiones de trabajo a la salida entre 2 y 8 Bar y una presión máxima de entrada de 16 Bar. debido a las pendientes descendentes tan fuertes en algunos tramos de la red.