Tragsatec
GrupoTragsa

ANEJO Nº10:
CÁLCULO DE LA RED DE LLENADO

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

JUNTA DE EXTREMADURA

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

AENOR ER Empresa Registrada UNE-EN ISO 9001 ER-0885/1998 002/00
AENOR Gestión Ambiental UNE-EN ISO 14001 GA-2003/0120 002/00
IQNet CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

Índice

1. Red de llenado a infraestructuras de regulación 3
   1.1. Red de llenado 1 4
   1.2. Red de llenado 2 6
   1.3. Red de Llenado 3 7
   1.4. Red de Llenado 4 8
2. Obras de Captación 11
3. Calculo de Ventosas de la Red 14
   3.1. Clasificación de las válvulas de aireación o ventosas 15
   3.2. Localización y ubicación de las ventosas 16
   3.3. Dimensionamiento ventosas de gran orificio. 17
   3.4. Resumen 20
   3.5. Instalación 20
   3.6. Mantenimiento 21

1. Red de llenado a infraestructuras de regulación

Las infraestructuras de regulación a llenar por cauces, son la balsa existente, la balsa de nueva construcción 1 y la balsa de nueva construcción 3, el resto de depósitos existentes como el DH, DM1 y DM2 no entran en el estudio puesto que ya están en funcionamiento.

La red de llenado de nueva ejecución serán 4:

- Red de llenado 1, comienza en la Toma 5 y abastece la Balsa 1.
- Red de llenado 2, es la red de llenado que abastece la Balsa 3 desde la Balsa 1, atendiendo al déficit de almacenamiento para la red de riego.
- Red de llenado 3, es la red que parte de la Balsa 1que complementa en la época de riego las demandas de la zona modernizada desde la Balsa Existente que posteriormente distribuye al depósito de hormigón.
- Red de llenado 4. comienza en la Toma 8 y abastece la Balsa 3.

El llenado de las infraestructuras de regulación está organizado de la siguiente forma.

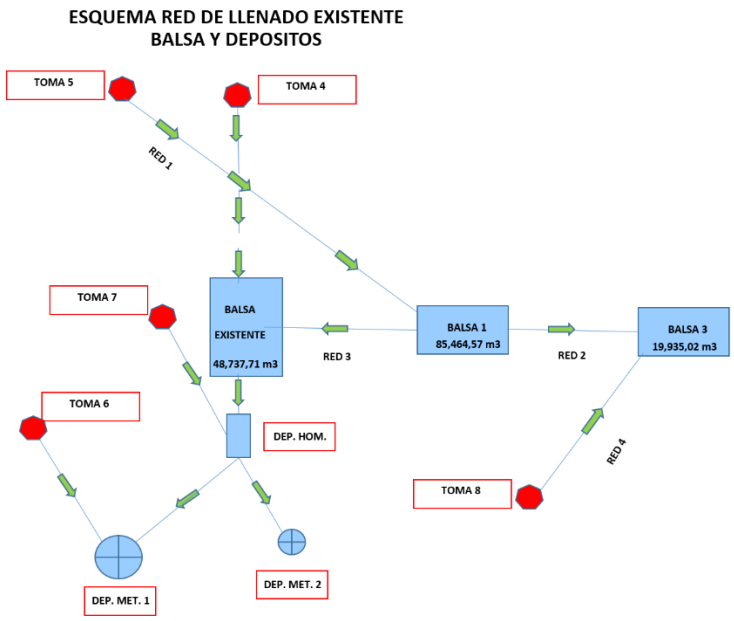


Figura 1: Esquema general de la red de llenado

Atendiendo al esquema de distribución desde las tomas, y la infraestructura de almacenamiento se identifican el volumen máximo mensual a derivar y con ello los caudales para el llenado:

TOMA	Cauce	Infraestructura de Llenado	Volumen máximo anual (m3)	Volumen Máximo Mensual (m3)	Caudal (l/s)
Nº 5	Arroyo Innominado	Balsa1	104.343,92	12.000	4,49
Nº 8	Arroyo de Las Cañas	Balsa 3	26.947,24	8.000	2,98

Tabla 1: Volumen acumulado desde las captaciones

1.1. Red de llenado 1

Se proyecta el tramo de tubería de Llenado para abastecer de agua a la Balsa 1 con un caudal máximo en el mes de máxima precipitación, noviembre de 4,49 l/s. Para el cálculo de la red se ha empleado el programa de cálculo Epanet con las siguientes condiciones:

- Diámetros interiores de las tuberías:

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		

- Presión mínima de trabajo de los materiales empleados: 10 Kg/cm2 (1,0 MPa).
- Rugosidad de cálculo para PEAD: 0,0015 mm. D-W
- 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.

El resultado de presiones y velocidad se expone en la siguiente figura:

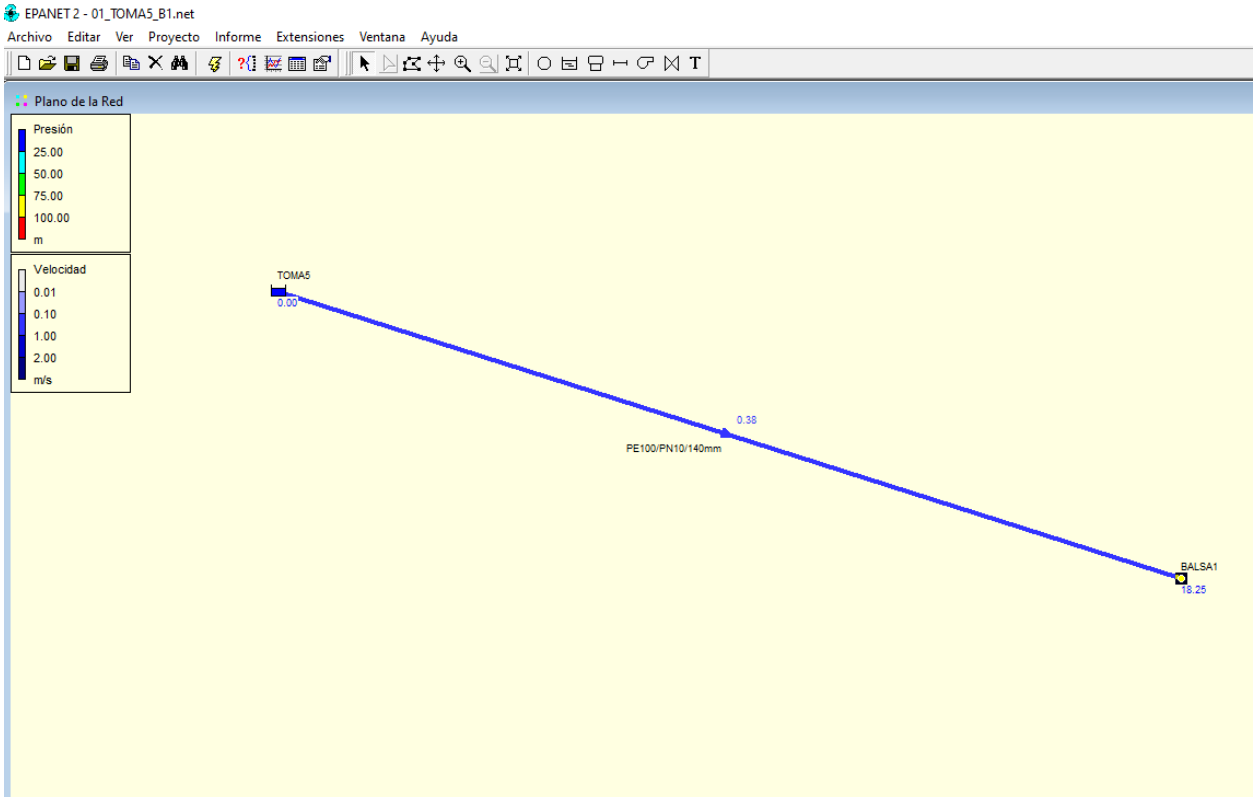


Figura 2: Resultado red 1 por Epanet

Aplicando la ecuación de Darcy-Weisbach y calculando en Epanet:

TRAMO	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)	Longitud (m)	PN	DN	Q (l/s)	V (m/s)	Pres. Est. (mca)	Perdida Unit. (m/Km)	Perdida de carga en el tramo (m)	Pres. Nudo (mca)	Cota Piezometrica (m)
	998,00	978,00	1408,00	10	140	4,49	0,38	20,00	1,24	1,74	18,25	996,25

Tabla 1: Tabla Resultados Epanet Red 1

	TRAMO	LONGITUD	COTA INICIAL	COTA FINAL	P. EST. (mca)	PN	Q (l/S)	DN	Dint (mm)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA
RED 1	T1	2554,96	949	875,50	73,50	16	4,970	110	90	0,78	893,76

En función a lo anterior, se proyecta para la Red de llenado 1 un tramo de tubería PE100 Ø 140 mm PN10 de 1408 metros de longitud y una velocidad en torno a 0,38 m/s.

1.2. Red de llenado 2

La balsa 3 no tiene capacidad de regulación para toda la superficie de riego asignada; se abastecerá por dos medios: la principal es la toma 8 que funcionará durante los meses de invierno que se permite captar agua de los arroyos (red de llenado 4), y además, en los meses de agosto y septiembre se abastecerá de la Balsa1. Esta última es la red de llenado 2 que parte de la Balsa 1 y finaliza en una arqueta de conexión (AC) con la red de llenado 4, siendo el último tramo común a ambas redes hasta llegar a la Balsa 3. El caudal a transportar son 2,98 l/s. Para el cálculo de la red se ha empleado el programa de cálculo Epanet, con las mismas condiciones expuestas en el apartado anterior.

El resultado de presiones y velocidad se expone en la siguiente figura:

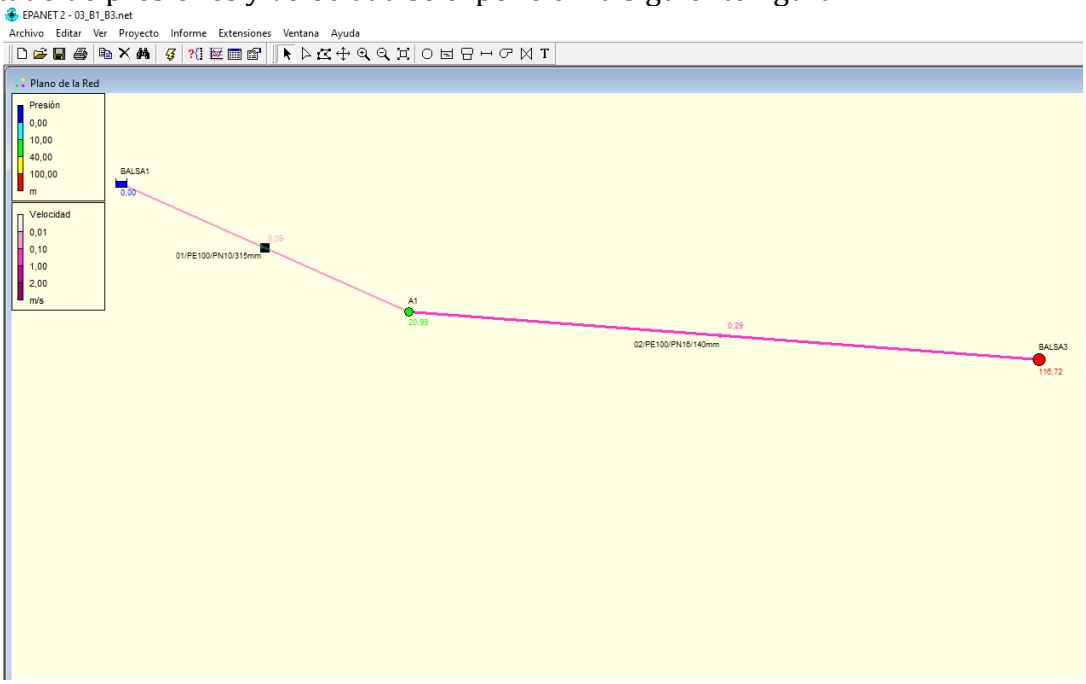


Figura 3: Resultado red 2 por Epanet

Aplicando la ecuación de Darcy-Weisbach y calculando en Epanet:

TRAMO	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)	Longitud (m)	PN	DN	Q (l/s)	V (m/s)	Pres. Est. (mca)	Perdida Unit. (m/Km)	Perdida de carga en el tramo (m)	Pres. Nudo (mca)	Cota Piezometrica (m)
	968,00	957,00	151,00	10	315	2,98	0,20	11,00	0,09	0,01	10,99	967,99
	957,00	887,00	1257,00	16	140	2,98	0,31	7,00	0,29	0,42	80,58	967,58

Tabla 2: Resultados Epanet Red 2

En función a lo anterior, se proyecta un tramo de tubería de PE100 Ø 140mm PN10 de 1.257 metros de longitud hasta la arqueta de conexión (AC) próxima a la balsa 3. Se ha simulado en Epanet un primer tramo de tubería PE100 Ø 315 PN10 de 151 metros de longitud de la balsa 1 hasta la arqueta de derivación A1, que está presupuestado con la red de riego.

1.3. Red de Llenado 3

La red de llenado 3 abastecerá la balsa existente desde la balsa 1, la tubería de llenado tendrá una longitud de unos 395 m, y la diferencia de cotas entre ambas balsas es de unos 18 m. el caudal de demanda en el mes de máxima necesidad será de 2.98 l/s,

La balsa Existente abastecerá la red HB0 y también los depósitos de regulación DH, DM1, DM2, siendo la balsa que mayor volumen de agua requiere.

El resultado de presiones y velocidad se expone en la siguiente figura:

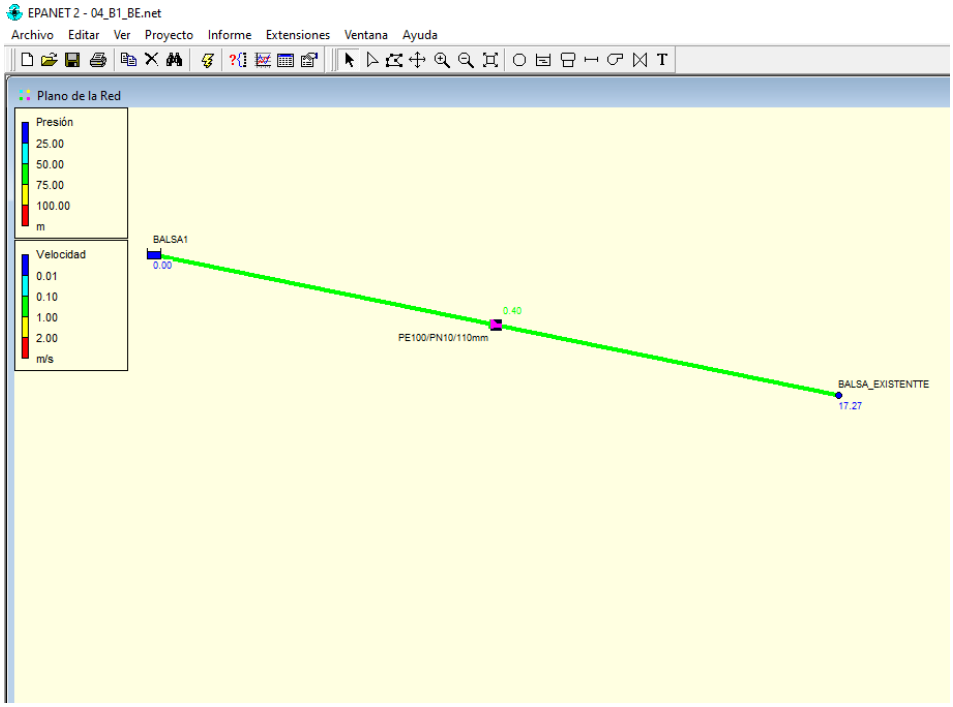


Figura 4: Resultado Red 3 por Epanet

Aplicando la ecuación de Darcy-Weisbach y calculando en Epanet:

TRAMO	Cota·Inicial (m)	Cota·Final (m)	Longitud·(m)	PN	DN	Q·(l/s)	V·(m/s)	Pres.·Est. (mca)	Perdida·Unit. (m/Km)	Perdida·de carga·en·el tramo·(m)	Pres.·Nudo (mca)	Cota Piezometrica (m)
	968,00	950,00	395,00	10	110	2,98	0,34	18,00	1,91	0,73	17,27	967,27

Tabla 3: Resultados Epanet Red 3

En función a lo anterior, se proyecta para la Red de llenado 3 una tubería en PE100 Ø 110 mm. PN-10 atm., y una longitud total de unos 395 m y una velocidad de 0,34 m/s.

1.4. Red de Llenado 4

La red de llenado 4 abastece la balsa 3 desde la Toma 8 ubicada en el Arroyo los Caños, la tubería de llenado tendrá una longitud de unos 1.145 m, y la diferencia de cotas entre esta y la balsa 3 es de unos 22 m. el caudal de demanda en el mes de máxima necesidad será de 2.98 l/s,

para el cálculo de la red se ha empleado el programa de cálculo Epanet, con las mismas condiciones expuesta en el apartado anterior.

El resultado de presiones y velocidad se expone en la siguiente figura:

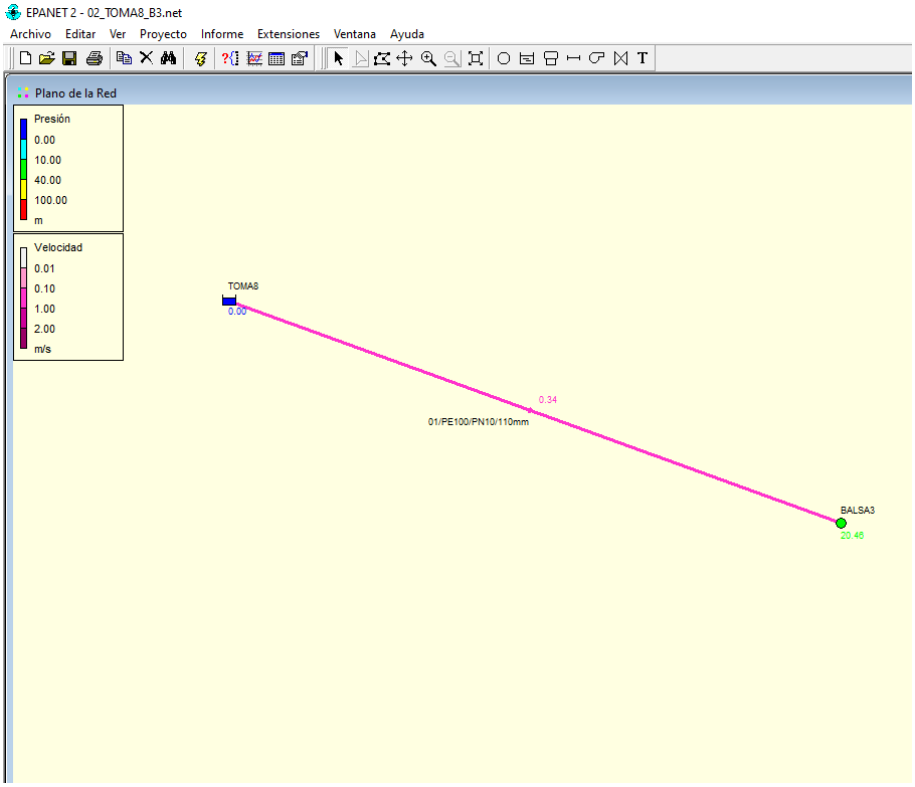


Figura 5: Resultado Red 4 por Epanet

Aplicando la ecuación de Darcy-Weisbach y calculando en Epanet:

TRAMO	Cota·Inicial (m)	Cota·Final (m)	Longitud·(m)	PN	DN	Q·(l/s)	V·(m/s)	Pres.·Est. (mca)	Perdida·Unit. (m/Km)	Perdida·de carga·en·el tramo·(m)	Pres.·Nudo (mca)	Cota Piezometrica (m)
	882,00	875,00	900,00	10	110	2,98	0,34	7,00	1,39	1,25	5,75	880,75
	875,00	860,00	245,00	16	140	2,98	0,31	22,00	0,29	0,07	20,68	880,68

Tabla 4: Resultados Epanet Red 4

En función a lo anterior, se proyecta para la Red de llenado 4 un primer tramo de tubería en PEAD Ø 110 mm PN-10 atm, y una longitud total de unos 900 m y una velocidad de 0,34 m/s, y un segundo tramo de tubería en PEAD Ø 140 mm PN-10 atm, y una longitud total de unos 245

m y una velocidad de 0,31 m/s. El diámetro de este segundo tramo viene condicionado por ser un tramo común con la red de llenado 2.

2. Obras de Captación

Se proyecta la construcción de cinco tomas por gravedad, de las cuales la Toma 4, Toma 6 y Toma 7 ya existen si bien hay que acondicionarlas, mientras que la Toma 5 y Toma 8 son de nueva ejecución.

TOMAS	COODENADAS	COTA (m)	CAUCE
TOMA 4	X:256188 / Y:4441210	970	Arroyo Los Caños
TOMA 5	X:256337 / Y:4441706	998	Innominado
TOMA 6	X:253956 / Y:4441134	656	Arroyo Los Caños
TOMA 7	X:254505 / Y:4440918	772	Garganta del Obispo
TOMA 8	X:255116 / Y:4440848	882	Arroyo Los Caños

Tabla 12: Ubicación de las tomas de captación

Las obras de captación se harán dentro del cauce estacional del río, aguas abajo y a una profundidad determinada adaptándose siempre al terreno natural, de tal manera que podamos asegurar el llenado de la balsa sin influir en el caudal de estiaje.

Se proyecta la captación en los correspondientes márgenes del cauce, ejecutada en hormigón armado, consistente en una arqueta a la que entrará el agua y desde la cual partirá la tubería de llenado de la balsa. El agua se conducirá a la arqueta mediante un pequeño canal que recogerá directamente parte del agua del cauce, cuando el calado en éste se encuentre por encima de la cota de solera de dicho canal. Concretamente, se pretende asegurar que esta cota esté 20 cm por debajo del calado mínimo estimado para la época de los meses húmedos, aquellos en los que se permitirá la captación.

No se ejecutará ninguna barrera que eleve o retenga el agua en el cauce.

La estructura en hormigón tendrá unas dimensiones exteriores en planta de 1,60 m de longitud (perpendicular al cauce) por 0,95 m de anchura (paralela al cauce). Un canal de longitud 0,90 m (longitud que habrá que ajustar a la forma concreta del cauce en el punto exacto de la obra) llevará el agua a la arqueta de carga de la tubería a la balsa. Dicha arqueta tendrá unas dimensiones interiores en planta de 0,75 x 0,40 metros, y una altura que se estima inicialmente

en torno a 0,60 metros, aunque ésta también deberá ajustarse una vez definidas con precisión las características del cauce.

Tanto la solera del canal y de la arqueta como los muros, contarán con un espesor de 0,10 m, y se armarán con ME 15 x 15 ϕ10.

Finalmente, para adaptar el área circundante a la obra y proteger la superficie del cauce y del terreno, se colocará una capa de protección mediante piedras colocadas sobre una lámina de geotextil.

Las obras de captación se harán dentro del cauce estacional del río, aguas abajo y a una profundidad determinada adaptándose siempre al terreno natural, de tal manera que podamos asegurar el llenado de la balsa sin influir en el caudal de estiaje. Esta se comunicará con una arqueta equipada con una válvula de corte y un contador volumétrico, desde aquí a un pozo o fosa de decantación que evitará la obstrucción de la valvulería y de la red de llenado por elementos no deseados y desde esta a la arqueta de valvulería restante, el esquema de las arquetas se detalla a continuación.



La arqueta de Toma como la de valvulería serán de hormigón prefabricado sin fondo, la primera será de 1,00 m x 1.00 m x 1.00 m con tapa registrable y la de valvulería de 1,50 m x 1.00 m x 1.00 m con tapa registrable, el pozo o fosa decantación se ejecutará en obra de fábrica de bloques de hormigón de 20 cmx 20 cm x 30 cm.



Ilustración 2: Arqueta prefabricada de Hormigón

Arqueta de Toma de captación

DISPOSITIVO	FUNCIÓN	CANTIDAD
Sistema de medición de caudal	Mide el gasto volumétrico a efectos de la control de la concesión	1 Ud.
Válvula de corte	Corte de suministro en caso de rotura de la conducción	1 Ud.

Arqueta de Valvulería de captación

DISPOSITIVO	FUNCIÓN	CANTIDAD
Ventosa	Purga, admisión y expulsión de aire	1 Ud.
Válvula de corte	Corte de suministro en caso de rotura de la conducción	1 Ud.
Traductor de Presión	Lectura de presión	1 Ud.

3. Calculo de Ventosas de la Red

La red de llenado proyectada reside en la ubicación de las ventosas. En todas las conducciones de agua existe siempre aire en mayor o menor proporción, siendo su procedencia muy diversa:

- El que llena totalmente su interior cuando van a ponerse en servicio por primera vez o han sido vaciadas por cualquier causa.
- El que normalmente lleva la propia agua emulsionado
- El que siempre se encuentra disuelto en el agua, siendo mayor su cantidad cuanto mayor es la presión, desprendiéndose por tanto al disminuir esta.
- El que queda aprisionado en los intersticios de las juntas o se introduce a través de ellas o de las ventosas instaladas al producirse algún vacío en el interior de los conductos.

Este aire es el origen de múltiples problemas:

- Generación de pérdidas de carga adicionales (reducción de sección útil, incremento de la velocidad).
- Transitorios para su gran capacidad de almacenar energía (sobrepresiones puntuales).
- Vibraciones, corrosión, desgaste de partes móviles, errores de medida, menor rendimiento en bombas…

Por otro lado, la introducción de aire en el sistema es necesaria para evitar depresiones en transitorios que contribuyan al colapso de las conducciones. Por ello, es importante contar con un determinado número de ventosas del tipo o tipos que se requieran para evitar las fatales consecuencias que podrían ocasionar a las instalaciones, tanto el vacío como la cavitación.

3.1. Clasificación de las válvulas de aireación o ventosas

Los tipos de ventosas a instalar en los tramos de conducciones y elementos que integran la red de riego o la impulsión vendrán según la función básica que realiza.

Al inicio de la red de llenado, con válvulas de tipo Bifuncionales sería suficiente puesto que no es necesario el purgador, estas ventosas tienen gran orificio de doble propósito, doble efecto, bifuncional o de baja presión.

Se utilizan fundamentalmente en los procesos de ventilación del sistema durante el llenado y el vaciado de las conducciones. Estas funciones de admisión y expulsión se realizan cuando no existe presión dentro de la tubería.

Debe remarcarse que la designación de ventosas de alta y baja presión se refiere únicamente a su presión de servicio y no a la presión nominal.

En el resto de la red se ha optado por ventosas trifuncionales combinan en un solo cuerpo o en dos cuerpos separados, las funciones de las ventosas de efecto automático y las de efecto cinético, actuando en tres momentos diferentes durante el funcionamiento de la instalación:

1. Evacuando el aire de las tuberías en el momento de llenado
2. Purgando pequeñas cantidades de aire cuando la red está presurizada
3. Permitiendo la entrada de aire en el momento de la descarga

Con el fin de controlar los tres procesos mencionados, se eligen las ventosas trifuncionales como aquellas para ser instaladas en la red de tuberías a fin de controlar los procesos de entrada y salida del aire, así como la purga del sistema.

3.2. 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.

3.3. Dimensionamiento ventosas de gran orificio.

El correcto dimensionado de las ventosas debe realizarse de acuerdo con las prestaciones para las que se haya seleccionado el elemento. En este sentido, el dimensionado es completamente diferente si lo solicitado es para los procesos de llenado o vaciado de las tuberías.

En cualquier caso, dicho dimensionado depende de criterios técnicos determinados en proyecto atendiendo al diámetro del orificio de salida del aire, dato a determinar para asegurar un adecuado flujo de aire. Asimismo, estos criterios tienen en cuenta otros parámetros básicos para el correcto dimensionado de la válvula como: el máximo caudal de aire que será necesario evacuar o admitir, la presión diferencial a través del orificio o las características del material de la tubería.

En movimiento permanente, a una ventosa se le deben exigir una serie de características que garanticen el normal funcionamiento de la instalación:

- Gran capacidad de expulsión de aire durante el llenado de la conducción.
- Gran capacidad de admisión de aire durante el vaciado o drenaje de esta o ante una rotura de la conducción.
- Capacidad discreta de eliminación del aire acumulado bajo presión en los puntos altos.

Durante un transitorio hidráulico, a las ventosas se les debe exigir las siguientes prestaciones:

- Gran capacidad de admisión de aire para evitar la generación de presiones negativas en puntos críticos.

Capacidad discreta de eliminación de aire, para evitar que las posibles bolsas de aire creadas generen picos de presión muy elevados.

Para el dimensionamiento de las ventosas se ha empleado una hoja de cálculo teniendo en cuenta los caudales de llenado y los de vaciado de aire de la red, se adjunta en la siguiente figura la metodología empleada

ADMISION Y EXPULSION DURANTE EL LLENADO Y VACIADO DE LA CONDUCCION

LLENADO
TUBERIAS

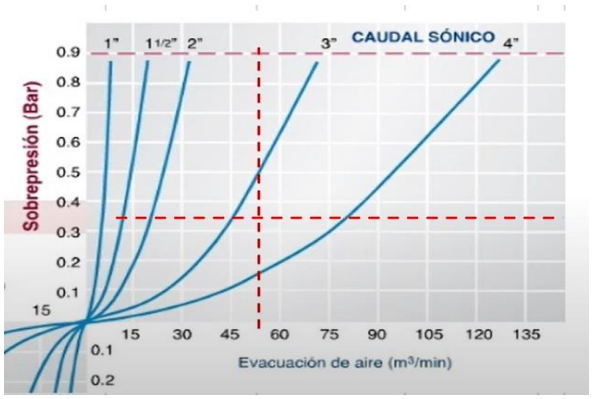
Para el dimensionamiento de las ventosas se utilizarán los diagramas suministrados por el fabricante, entrando en el caudal de llenado(Qa) y la presión diferencial de diseño (▲P). Se toma como ▲P de 3a3,5 mca para que se produzca el cierre de la válvula.

La Presión diferencial de diseño es la presión a la que el orificio queda obturado por el flotador produciéndose el cierre dinámico de la ventosa para evitar la salida de agua una vez expulsado el aire. Es un dato suministrado por el fabricante

$$Qa = \frac{\Delta H . g . s}{a}$$

Qa: Caudal de llenado de la conducción, igual al caudal de salida del aire (m3/s)
▲H: Máxima presión positiva permitida (mca), suele tomarse un 0,75 PN o PN
g: aceleración de la gravedad 9,81m/s2
s: Sección de la tubería
a: Celeridad de onda m/s

TRAMO	PUNTO	Qa (m3/seg)	Qa (m3min)
T5-A	A1	0,04	2,4
A-BALS.1	A2	0,04	2,4



Se elige una válvula de 1" la próxima comercial 32 mm

VACIADO
TUBERIA

Para el dimensionado se utilizan las curvas suministradas por el fabricante para la admisión de aire por la ventosa, Se tomará generalmente una presión de diseño de 3 a 3,5 mca. Cuando se abre la válvula de drenaje, la tubería se vacía por gravedad. El caudal máximo de drenaje por gravedad se calcula mediante la siguiente formula:

$$Qv = 1.2916x10^{-5}.C.J^{0.54}.D^{2.63}$$

Donde
:

Qv: Caudal debido a la gravedad (m3/h)

J: Pendiente de la tubería (m)
D: Diámetro interior de la tubería (mm)
C: Coeficiente de perdida de carga de (Hazen-Williams)

TRAMO	PUNTO	PK Inicial (m)	PK Final (m)	Cota PK Inicial (m)	Cota PK Final (m)	Pendiente Tramo Q	Q v (m3/h)	Qevacuar (m3/h)	Qevacuar (m3min)
T5-A	A1	0,00	661,00	998,00	940,00	-0,087746	#¡NUM!	#¡NUM!	**#¡NUM!**
A-BALS.1	A2	661,00	1300,00	810,00	979	0,2644757	416,51	138,84	**2,31**

Se elige una válvula de 1" la próxima comercial 32 mm o de 50 mm

3.4. Resumen

Como resumen se expone la metodología llevada a cabo en los apartados anteriores:

- Se ha determinado el diámetro de las ventosas a instalar para expulsar el aire durante la fase de llenado de la conducción.
- Se ha determinado el diámetro de la ventosa para la fase de vaciado controlado de la conducción mediante los correspondientes desagües, para un caudal de vaciado estimando una velocidad de vaciado máxima de 0,40 m/s y una depresión en el interior soportada por la tubería de -3,50 m.c.a.
- Se ha determinado el tamaño de la ventosa en caso de vaciado como consecuencia de una rotura franca y una depresión de -3,50 m.c.a. en el interior de la tubería.

Una vez calculados los caudales de vaciado y de llenado de las conducciones el DN de la ventosa en cada caso realizando la elección en base a la situación más desfavorable,

3.5. 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 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.

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.

3.6. 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