Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

COMUNIDAD DE REGANTES DE ALHAMA DE MURCIA

ANEJO Nº 10

OBRA DE TOMA.

Índice:

1. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y EXCAVACIÓN 3

2. CONSTRUCCIÓN. 4

3. TUBERÍA DE HORMIGÓN ARMADO DN 1500 mm FUNCIÓN CAMISA 5

4. CONDUCCIONES POR EL INTERIOR DEL TUBO CAMISA. 6

5. ANCLAJE CODO VERTICAL. 6

6. CÁLCULOS HIDRAULICOS TUBERÍA. 9

61. CÁLCULO DEL CAUDAL TEÓRICO HASTA LA ARQUETA-CASETA. 9

1. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y EXCAVACIÓN

El presente documento tiene por objeto, evaluar la construcción y cálculos de la toma de salida proyectada en el embalse.

El movimiento de tierras en este apartado de excavar en una primera fase la zona de la toma, se realizará conformando una sección trapezoidal en desmonte dejando taludes y bermas de resguardos escalonados, hasta la cota 222 msnm., consiguiéndose una calle final de 12 metros de ancho en su base, donde continua la excavación con retro-excavadora, según se vaya profundizando hasta alcanzar la cota 219 msnm, 3 metros de profundidad para adecuar la solera de 2 metros como mínimo (Fig nº 1), para lo cual se habrá dejado previamente uno de los laterales para acopiar lo excavado con retro, dejando el ancho suficiente para transitar por la margen libre del material excavado, acopios alejado del corte las extracciones de tierras para evitar deslizamientos y derrumbes sobre la zanja, dejando la otra parte de laterales de la zanja para el tránsito de camiones, grúa, hormigonera (cuidados con las vibraciones del camión y su efecto en la excavación), camión de tubería y disposiciones de trabajo de la grúa, según progresión de la obra

A continuación se relaciona la tabla de perfiles del desmonte y excavación del cálculo del movimiento de tierras y excavación.

P.K.	Volumen (m3)	Vol. Acumul. (m3)	P.K.	Volumen (m3)	Vol. Acumul. (m3)	P.K.	Volumen (m3)	Vol. Acumul. (m3)	P.K.	Volumen (m3)	Vol. Acumul. (m3)	P.K.	Volumen (m3)	Vol. Acumul. (m3)
0+000.000	0.00	0.00	0+022.000	11.92	187.44	0+044.000	22.09	559.93	0+066.000	35.30	1192.84	0+088.000	7.77	1670.42
0+001.000	5.36	5.36	0+023.000	12.32	199.76	0+045.000	22.64	582.57	0+067.000	35.76	1228.59	0+089.000	7.66	1678.08
0+002.000	5.60	10.96	0+024.000	12.72	212.48	0+046.000	23.19	605.76	0+068.000	36.19	1264.79	0+090.000	7.55	1685.64
0+003.000	5.87	16.83	0+025.000	13.14	225.62	0+047.000	23.74	629.50	0+069.000	36.63	1301.41	0+091.000	7.45	1693.08
0+004.000	6.18	23.01	0+026.000	13.54	239.16	0+048.000	24.29	653.80	0+070.000	37.06	1338.48	0+092.000	7.34	1700.42
0+005.000	6.53	29.54	0+027.000	13.95	253.11	0+049.000	24.85	678.64	0+071.000	37.14	1375.62	0+093.000	7.23	1707.66
0+006.000	6.85	36.39	0+028.000	14.38	267.49	0+050.000	25.40	704.05	0+072.000	35.55	1411.17	0+094.000	7.13	1714.78
0+007.000	7.15	43.54	0+029.000	14.81	282.30	0+051.000	25.96	730.01	0+073.000	32.59	1443.76	0+095.000	7.02	1721.80
0+008.000	7.44	50.98	0+030.000	15.25	297.55	0+052.000	26.53	756.54	0+074.000	29.65	1473.42	0+096.000	6.91	1728.71
0+009.000	7.74	58.72	0+031.000	15.68	313.23	0+053.000	27.10	783.64	0+075.000	26.88	1500.29	0+097.000	6.81	1735.53
0+010.000	8.04	66.76	0+032.000	16.12	329.35	0+054.000	27.69	811.33	0+076.000	24.23	1524.53	0+098.000	6.72	1742.25
0+011.000	8.34	75.10	0+033.000	16.56	345.92	0+055.000	28.28	839.60	0+077.000	21.70	1546.23	0+099.000	6.64	1748.88
0+012.000	8.64	83.74	0+034.000	17.01	362.93	0+056.000	28.88	868.49	0+078.000	19.30	1565.53	0+100.000	6.56	1755.44
0+013.000	8.94	92.68	0+035.000	17.46	380.38	0+057.000	29.51	897.99	0+079.000	17.01	1582.54	0+101.000	6.47	1761.91
0+014.000	9.24	101.92	0+036.000	17.91	398.29	0+058.000	30.14	928.13	0+080.000	14.85	1597.39	0+102.000	6.36	1768.27
0+015.000	9.55	111.47	0+037.000	18.38	416.67	0+059.000	30.79	958.92	0+081.000	12.82	1610.21	0+103.000	6.26	1774.53
0+016.000	9.86	121.33	0+038.000	18.87	435.54	0+060.000	31.45	990.37	0+082.000	10.95	1621.16	0+104.000	6.16	1780.69
0+017.000	10.17	131.50	0+039.000	19.38	454.92	0+061.000	32.12	1022.49	0+083.000	9.25	1630.40	0+105.000	6.06	1786.75
0+018.000	10.49	141.99	0+040.000	19.91	474.83	0+062.000	32.78	1055.27	0+084.000	8.30	1638.70	0+106.000	5.98	1792.73
0+019.000	10.83	152.82	0+041.000	20.46	495.29	0+063.000	33.44	1088.70	0+085.000	8.09	1646.79	0+106.202	1.20	1793.93
0+020.000	11.16	163.98	0+042.000	21.00	516.29	0+064.000	34.10	1122.80	0+086.000	7.98	1654.78			
0+021.000	11.53	175.51	0+043.000	21.55	537.84	0+065.000	34.74	1157.54	0+087.000	7.88	1662.65			

Tabla nº 1.

2. CONSTRUCCIÓN.

El diseño de la toma de entrada y salida del embalse se corresponde con una excavación en zanja conforme la figura nº 1.

La solera se corresponde con 2 m de ancho con las formas geométricas como la mostrada a continuación, con bermas intermedias cada 1,5 m de profundidad y 0,5 m de ancho en plataforma.

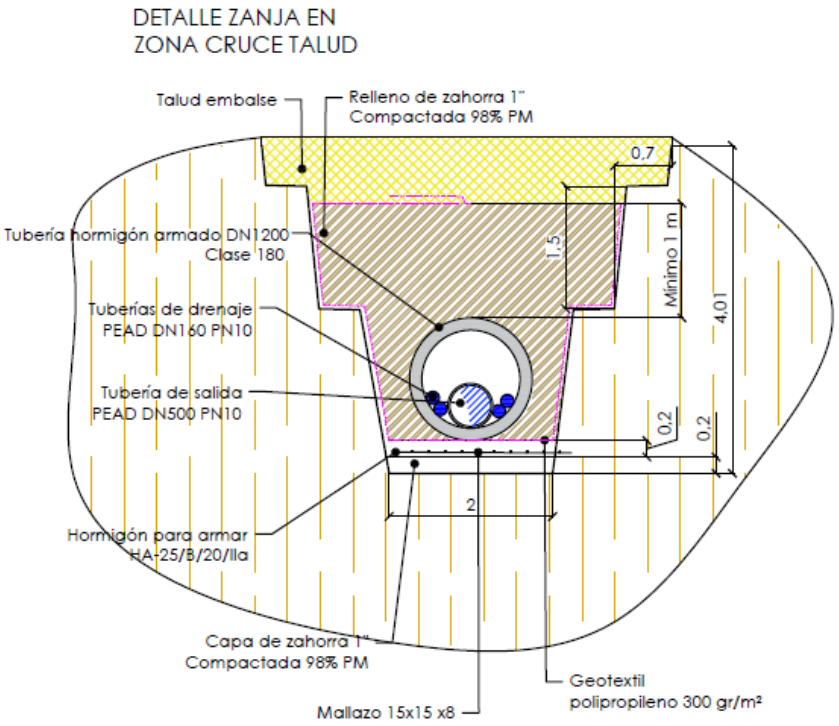


Fig nº 1. Sección de zanja y detalles constructivos.

La solera se construye con una capa de base nivelada con pendiente 1 % y compactada al 98 % de PM depositando y encima de esta, una capa de hormigón no estructural HNE-15/spb/20 de 10 cms de espesor, un mallazo de 15 x 15 x 8 mm y 20 cms de canto de HA-25/spb/20/I-IIa organizando una capa de geotextil para envolver el caño de hormigón armado de DN de 1,2 m interior clase 180 y proceder al relleno de zahorra por encima del tubo al menos de 0,5 m, cubriendo con la manta de geotextil el conjunto que reviste la geometría de la figura nº 1, geotextil de Polipropileno no tejido de 200 g/m^2, donde se rellena la zanja posteriormente con material clasificado excavado y compactada al 98 % PM, tapada con sucesivas capas de material clasificado hasta completar 1 metro de altura por encima del tubo.

En la figura nº 2 extraída de las diapositivas de Seiasa de Miguel Majuelos, se relaciona el interés de este trabajo.



Fig nº 2. Colocación de geotextil esperando el relleno de zahorra.

3. TUBERÍA DE HORMIGÓN ARMADO DN 1200 mm FUNCIÓN CAMISA

Se añaden los cálculos del software desarrollado por Asociación Tubería de Hormigón Armado (ATHA) cuyos resultados siguientes dan como resultados las características de tubería de hormigón armado DN 1200 mm y Clase 180.

SEGÚN UNE EN 1916

	CLASE 60	CLASE 90	CLASE 135	CLASE 180
Ff	40	60	90	120
Fn	60	90	135	180

SEGÚN ASTM C76 M

	CLASE I	CLASE II	CLASE III	CLASE IV	CLASE V
Ff	40	50	65	100	140
Fn	60	75	100	150	175

Tuberías armadas por compresión radial
TUBO TEC

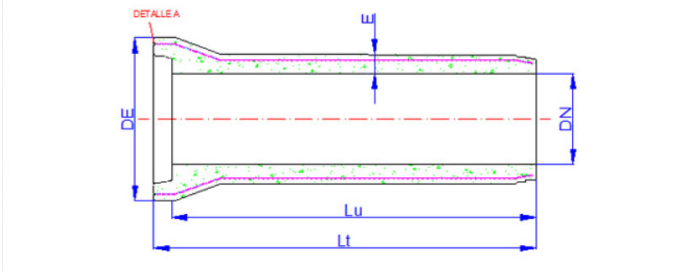


Fig. nº 3. Ficha técnica.

4. CONDUCCIONES POR EL INTERIOR DEL TUBO CAMISA.

En el interior de la tubería con función de camisa del epígrafe 3, se introduce la tubería de PE-100 DN 500 con extremos unidos por el extremo del embalse a un codo metálico para unir el bulbo de la rejilla de la toma y por el otro extremo, unirse al colector en forma de “pantalón” en la arqueta de control, por donde se conduce el agua para el llenado o vaciado del embalse.

Así mismo, se organizan por el interior de la tubería con función de “camisa”, las 4 tuberías de PE-100 DN 160 mm con función de colector de los drenes, según se observa en la figura nº 1

5. ANCLAJE CODO VERTICAL.

El empuje por efecto de la presión hidráulica es el correspondiente a la altura máxima de calado de 14,50 metros, realizando en el codo un acompañamiento de hormigón que contrarreste el empuje y asegure la inmovilidad del mismo.

Para el dimensionamiento del macizo del anclaje del codo vertical sencillo diseñado, con pendientes descendentes, se utiliza el cálculo recomendado por los servicios del Canal de Isabel II.

El macizo de anclaje será de hormigón armado y deberá disponerse de tal forma que la unión de la tubería de PE-100 quede al descubierto.

El empuje debido a la presión hidráulica interior producido en los cambios de dirección en la tubería viene dado por la expresión:

$$E_b = 2 \cdot P \cdot A \cdot sen(\theta/_2)10^{-3}$$

E_b: empuje en la tubería, en kN

P: presión interior en la tubería, en N/mm^2

A: área interior de la tubería, en mm^2

θ: ángulo interior entre las alineaciones de la tubería

Además de la presión anterior, se produce otro empuje debido al agua en movimiento, si bien no suele considerarse en el cálculo ya que es mucho menor.

Para resistir el empuje Eb (kN) se dispone un macizo de anclaje de hormigón, de dimensiones de manera que su peso iguale al empuje máximo a resistir.

Para la presión interior de la tubería se tomará el valor de MDP Presión máxima de diseño, en nuestro caso, no supera 2 MPa la conducción de conexión organizada con tubería de DN 800 mm.

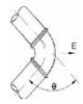
Componente	Empuje de la tubería
Codos 	$E_b = 2 \cdot P\left(\frac{\pi \cdot \emptyset^2}{4}\right) sen\left(\frac{\theta}{2}\right) \cdot 10^{-3}$ P: Presión interior de la tubería, en N/mm² Ø: diámetro interior de la tubería, en mm θ: ángulo de desviación, en grados
Derivaciones 	$E_b = P\left(\frac{\pi \cdot \emptyset d^2}{4}\right) \cdot 10^{-3}$ P: Presión interior de la tubería, en N/mm² Ød: diámetro de la derivación, en mm

Tabla nº 2. Extraído del Canal de Isabel II.

Para las necesidades de la instalación, con presiones máximas de 1,6 atmósferas en DN 500 mm de 1,6 bares, con esfuerzos esperados en toneladas:

Tubería	Codo	E (t*f*)
DN 500 mm	90	8,04

Tabla nº 3.

Las características del suelo, conforme el estudio geotécnico realizado y la experiencia previa en la instalación existente, son:

TIPO DE SUELO	γ (t/m³)	Φ (grados)	C (t/m²)	C (kg/cm²)
Arena compacta	1,90	35	20	2

Tabla nº 4.

El área (A) de los macizos de anclajes en contacto con el lateral de la zanja es igual a:

A = E / C

Tubería	Codo	E (t*f*)	C	A
DN 500 mm	90	8,04	20	0,402

Tabla nº 5

El anclaje deberá dimensionarse de forma que cumpla con la siguiente expresión:

V * 2,3 * tg φ + C * A > 1,1 * E

Siendo C la capacidad portante del terreno, V el volumen de hormigón necesario.

Tubería	Codo	Volumen
DN 500 mm	90	0,75

Tabla nº 6.

El diseño del macizo de hormigón armado del codo metálico de acero galvanizado DN 500 mm de 90º se proyecta con un volumen de 14,58 m^3, cantidad de hormigón que supera ampliamente las necesidades de los esfuerzos y que se considera conveniente también para fijar las repercusiones de los esfuerzos termoplástico que ejerce la tubería de PE-100 y el diseño de la base para el dren que rodea la toma.

El macizo de hormigón quedaría conformando la protección del codo, según la siguiente figura nº 4, extraída de la "Guía del Proyecto, Construcción, Explotación, Mantenimientos, Vigilancia y Planes de Emergencias de balsas" editado por la C. Valenciana, así como de las recomendaciones del CEDEX.

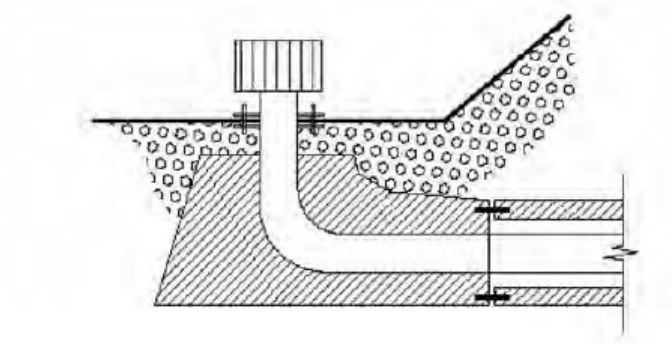


Fig nº 4. Criterio de guía para proyecto balsas de la C. Valenciana.

El macizo del anclaje se proyecta además armado con mallazo en su base y en laterales, cuya armadura supone el incremento de 15 kg/m^3 en oposición del empuje del peso del agua en succiones y abducciones de movimientos, por lo que el codo estaría sobre-dimensionado.

A continuación en la figura nº 5, se dan los detalles del mismo.

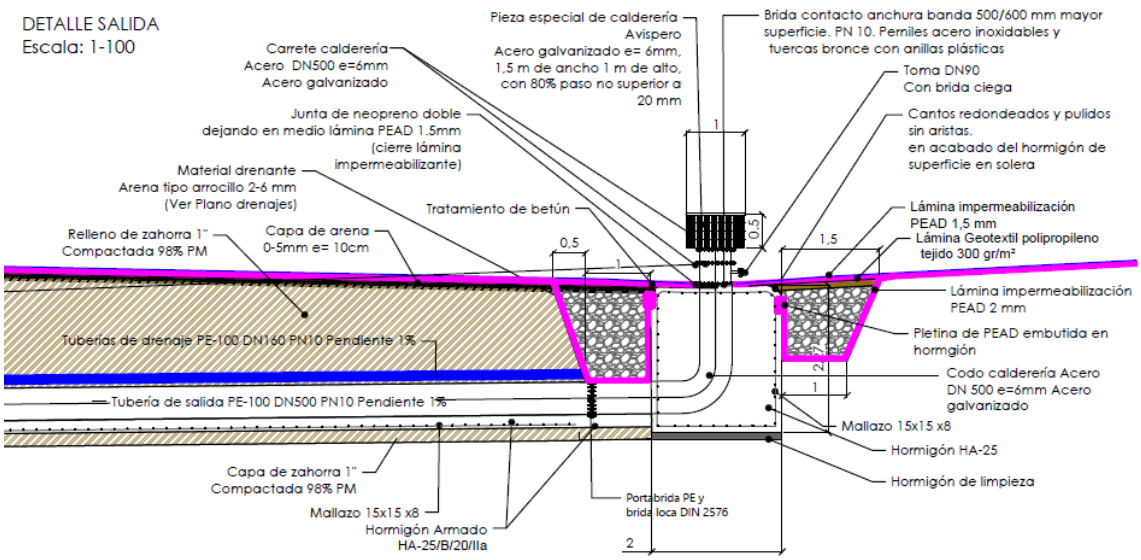


Fig nº 5. Codo de salida.

(Detalle extraído del Plano)

La terminación del hormigón coincidente con la solera del embalse, tendrán biselados los lados del dado, evitando aristas.

6. CÁLCULOS HIDRAULICOS TUBERÍA.

Para determinar el caudal máximo de salida previsto en la tubería de fondo de PE-100 DN 500 mm, con previsiones de mayores necesidades en el futuro, se evalúa en primer lugar el cálculo de entrega en el colector de salida, según el tramo de tubería que atraviesa el talud.

Posteriormente, para determinar los caudales de entrega de servicio y desagüe de fondo, se calcularan en sus correspondientes anejos, donde se tendrán en cuenta las pérdidas de carga producidas en los diferentes tramos de tuberías correspondientes, de forma tal que con las diferencias de cota entre los extremos del mismo tramo de tubería, obtengamos el caudal, velocidad y presión del punto de entrega final de las tuberías proyectadas.

6.1. CÁLCULO DEL CAUDAL TEÓRICO HASTA LA ARQUETA-CASETA.

El caudal de salida en la boca de tubería se puede considerar como el gasto a través de un orificio de un depósito (sin tener en cuenta la tubería):

$$Q = S * (2*g*h)^{1/2}$$

Siendo:

Q = Caudal en m^3/s.

S = Sección en m^2

g = aceleración de la gravedad = 9,8 m/s^2

h = Altura de agua en m

C = Coeficiente de gasto = 0,62

Hipótesis de cálculo: Se considerará como altura de agua h, la correspondiente a la altura media de capacidad de los embalses, es decir: 14,50 m a la boca de salida y 2,80 m desnivel hasta la caseta de control, en total 17,30 m.

En la salida, tendremos, que para una tubería de PE-100 DN de 500 mm de diámetro:

- Diámetro nominal = 500 mm .

$S = 3,14 * r^2 = 3,14 * (0,441 / 2)^2$; $S = 0,15\ m^2$

El caudal de salida será:

$$Q = S * C * (2gh)^{1/2}$$

$$Q = 0,15 * 0,62 * (2 * 9,8 * 17,30)^{1/2}$$

$$Q = 1,73\ m^3 / s$$

La entrega en el colector de DN 800 mm se delimita con la sección de salida de DN 300 mm de válvula de control de velocidad en la entrega y el caudal de servicio considerado de 200 l/s y la salida del caudal desagüe en caso de emergencia.