



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE  
TRANSPORTE II

***ALCANTARILLAS – PERFIL DE DESAGÜE  
GUIA PARA RESOLUCIÓN PRÁCTICA***

Ing. Sabina Fanelli

***AÑO 2020***

Este material se complementa con la guía con audio (TII-guia-ALCANTARILLAS-2020.pptx) y el apunte del tema (07-DESAGUES-DRENAJES-ALCANTARILLAS.pdf)

## 1. INTRODUCCIÓN

Un perfil de desagüe es la sección transversal del camino en correspondencia con la ubicación de una alcantarilla transversal. Por lo tanto, vamos a tener los diferentes elementos de la sección transversal ya aprendidos, en alineamiento recto o curva según corresponda, y tendremos que agregar la alcantarilla según el Plano Tipo (PT) y con sus particularidades.

Podemos seguir estos pasos:

- Trazamos el terreno natural (TN).
- Ubicar la cota de rasante (CR) y trazar el coronamiento completo.
- 2. Definir la pendiente del talud
- 3. Adoptar la pendiente del conducto (i)
- 4. Ubicar el conducto
- 5. Analizar la particularidad de cada PT que define, según la terminación en muro o no, diferentes requisitos que permiten definir la finalización del talud.
- 6. Trazar el muro o terminación

Con todos estos pasos se podrán definir todos los elementos del perfil de desagüe, luego se medirán o calcularán diferentes elementos, según el caso.

En esta guía se mencionan, a modo de ejemplo, algunos PT entre los más utilizados por la cátedra, aclarando que existen otros.

## 2. PENDIENTE DEL TALUD

Por tratarse de un perfil de desagüe se adoptará el talud que indique el PT. Se desconoce la extensión del talud, en los pasos siguientes se definirá su finalización (Figura 1).

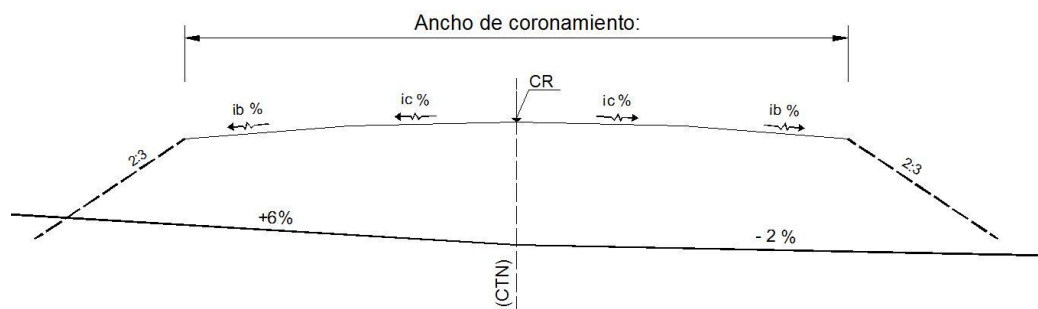


Figura 1

Independientemente de la existencia de la alcantarilla, se considera como altura del talud a la diferencia de cota entre el borde de coronamiento y la cota de la cuneta o zanja de desagüe.

## 3. PENDIENTE DEL CONDUCTO

Cada alcantarilla acepta un rango de pendientes de trabajo, es decir, una pendiente mínima y una pendiente máxima.

Analizando la forma del TN y considerando las pendientes límites, definir la pendiente del conducto (i), que será única en todo el perfil, de modo que se adapte de la mejor manera al TN.

En la mayoría de los casos el TN presentará más de una pendiente. En esos casos considerar:

- que no se requiera rellenos para fundar la alcantarilla (Figura 2 izquierda).
- es deseable que la salida de la alcantarilla no quede enterrada (Figura 2 derecha).

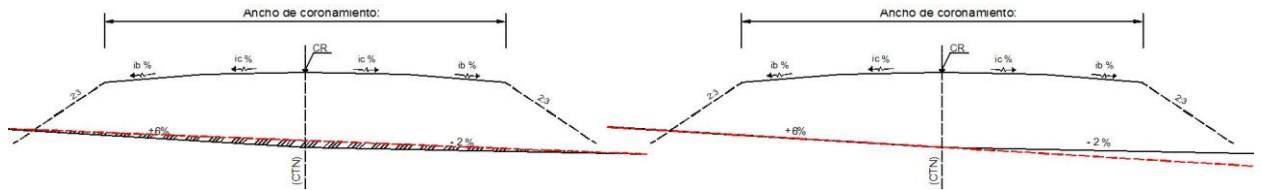


Figura 2

#### 4. UBICACIÓN DEL CONDUCTO

Se deberá analizar cada PT.

COTA DE DESAGÜE (CD) (Figura 3):

- PT H-10236 es posible apoyar el caño directamente sobre el TN, salvo que se indique claramente que se trata de un terreno no apto, inestable, etc.
- PT O-41211 y PT H-2993, se sugiere adoptar como cota de desagüe (CD) a la cota del TN. Es decir, en estos PT una porción del conducto queda por debajo del TN.

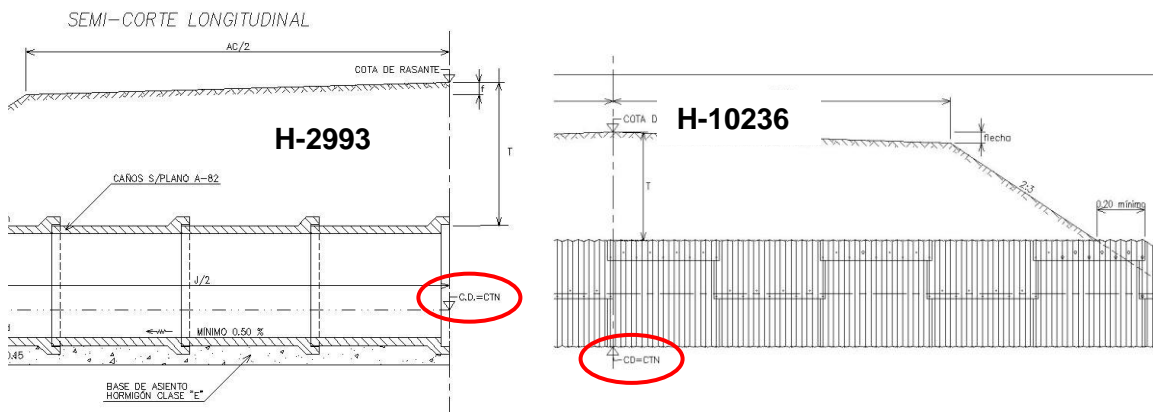


Figura 3

Con la pendiente  $i$  y la CD, es posible dibujar el conducto considerando sus dimensiones. Al igual que con el talud, se desconoce la longitud del conducto.

#### 5. Analizar la particularidad de cada PT que define, según la terminación en muro o no, diferentes requisitos que permiten definir la finalización del talud.

Ejemplo PT O-41211:

Con la CD (=CTN) notar que la platea de hormigón se realiza 0,10 m por debajo de la CD pero la dimensión H del conducto se mide desde la CD.

Trazado la dimensión H, paralela a la pendiente  $i$ , obtenemos la línea de trazos roja (Figura 4).

Según el PT, trazamos una línea paralela a 0,40 m (azul en Figura 4):

- A partir de la intercepción de esta línea con el talud, definimos la finalización del mismo (punto verde Figura 4)

- Podremos empezar a definir los elementos del muro, por ende, la finalización del conducto.

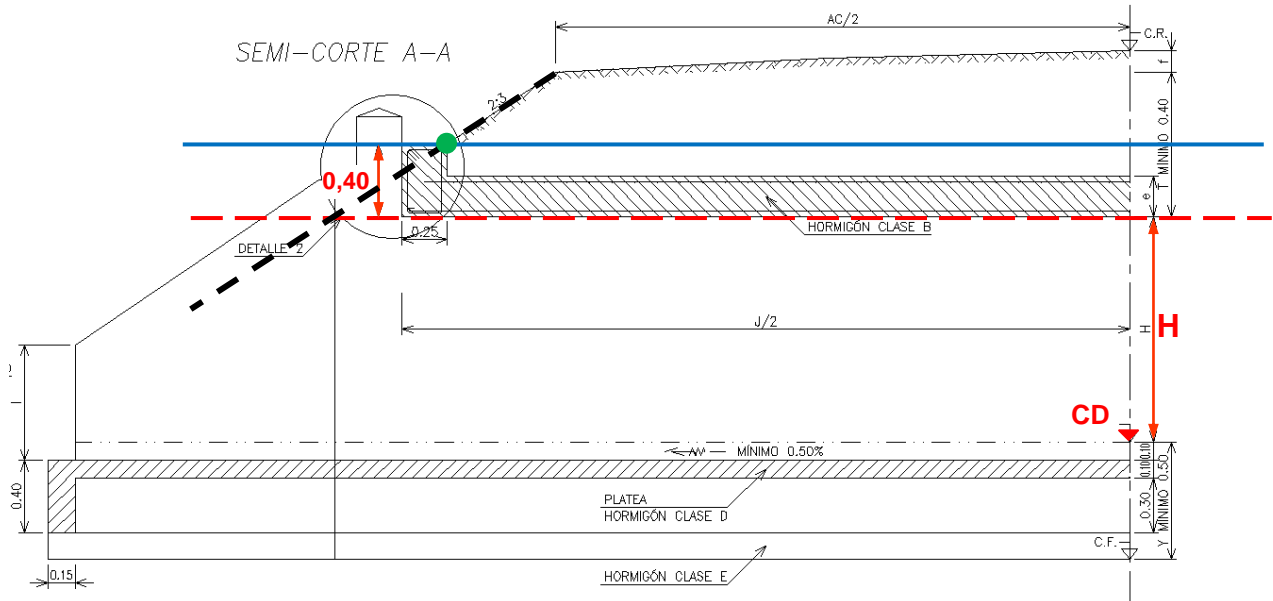


Figura 4

Notar que:

- el espesor de losa e (Cuadro 2 del PT) depende de la luz L y de la magnitud de la carga, pudiendo ser Tipo A, B o C. Se adoptará Tipo C salvo que se indique lo contrario
- la tapada incluye el espesor de losa e

### 6. Trazar el muro o terminación

PT O-41211: con las diferentes vistas, detalles y cuadros presentes en este plano PT se tienen todas las dimensiones que configuran los muros de cabecera.

PT H-10236: este PT presenta 3 posibilidades (Figura 5):

- Extremos biselados
- Extremos rectos sin cabecera
- Extremos rectos con cabecera

En ambos extremos del conducto se adoptará la misma opción.

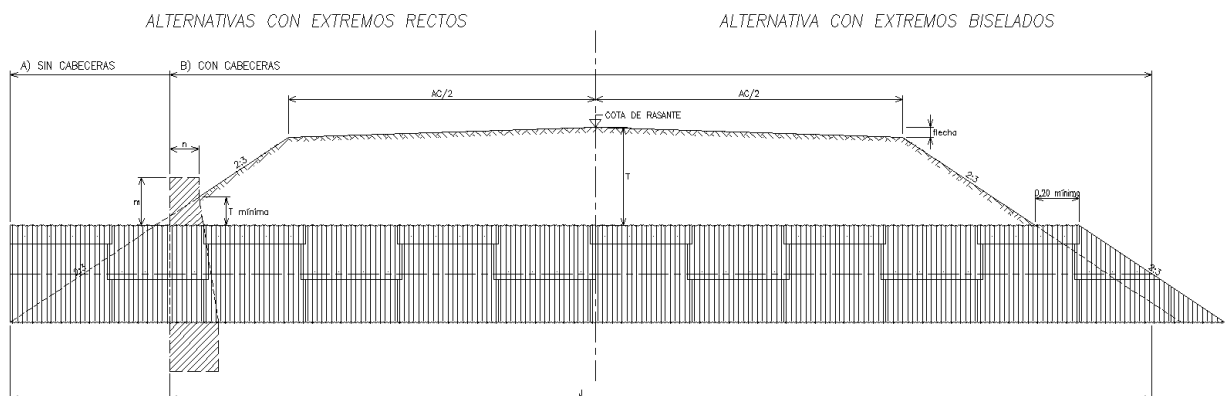


Figura 5

### 7. Características y verificaciones

Además de las características ya mencionadas (i, CD, etc.) se deberán definir otros parámetros o características del conducto:

**Cota de fundación CF:** Salvo que se indique lo contrario, se considerará que se trata de terreno apto. En ese caso:

- PT H-2993 y A-82:  $CF=CD - 3/10 (D+2e)$
- PT H-10236:  $CF=CD$
- PT O-41211:  $CF=CD-0.50m$

**Longitud del conducto J:** lo mediremos en verdadera magnitud, es decir, con la pendiente del conducto y como lo indique el PT respectivo.

En el perfil de desagüe se acotará el valor real medido y se indicará como  $J_{medido} = \dots m$ .

Con este dato y el PT se definirá el  $J_{proyecto}$  considerando el módulo del conducto.

Ejemplos:

<b>H-10236</b>		<b>H-2993 – A-82</b>																							
IMPORTANTE LA LONGITUD DE LAS ESTRUCTURAS SE CALCULARÁN TENIENDO EN CUENTA LOS SIGUIENTES MÓDULOS PARA CADA UNA:		ONDULACIÓN 68x13 mm: 0.875 m ONDULACIÓN 100x20 mm: 1.000 m ONDULACIÓN 152x50 mm: 0.610 m		DIÁMETRO D (m)		ESPESES PARED e (m)		LARGO ÚTIL L (m)		ARMADURAS LONG.      ESPIRALES				PESO TOTAL ARMAD. (kg)		DIMENSIONES A (m)    B (m)    c (m)    f (m)									
DATOS A FIJAR EN EL PROYECTO ALCANTARILLA ①; ②; ③; L= ④m ; H= ... m ; Y= ... m ; J= ⑤m ① INDICAR "A", "B" O "C" ② INDICAR CON O SIN PLATEA ③ OBLICUIDAD $\alpha_i$ o $\alpha_d$ ④ EJEMPLOS: 0.80, 2 x 1.50 ⑤ REDONDEAR A MÚLTIPLO DE 0.20 m		O-41211		$\phi$ (mm)		$\phi$ (mm)		P (m)		DIAM. EXTER.		A (m)		B (m)		c (m)		f (m)							
		0.40		0.040		1.00		7x8		6		0.10		0.452		7.580		0.570		0.490		0.045		0.080	
		0.50		0.045		1.00		8x8		6		0.10		0.557		8.590		0.690		0.600		0.050		0.080	
		0.60		0.050		1.00		9x8		8		0.11		0.668		14.820		0.810		0.710		0.055		0.085	
		0.80		0.060		1.00		12x8		10		0.11		0.875		27.763		1.055		0.935		0.068		0.100	
		1.00		0.075		1.00		14x8		12		0.11		1.092		46.722		1.320		1.170		0.080		0.115	

**Verificar tapadas:** se deben **calcular** las tapadas a lo largo del coronamiento en todos los puntos singulares que se presenten. Si es una sección en tramo recto será suficiente calcular 3 tapadas (en el eje y en cada extremo del coronamiento), si es una sección en curva se calcularan los 3 anteriores y puntos adicionales según la configuración del coronamiento y el conducto de la alcantarilla.

Con todos los cálculos realizados deberán compararse los valores obtenidos con la tapada mínima y máxima del PT e indicar si se verifican.

Nota: En PT 2993 no considerar los encastres de los caños de hormigón para el cálculo de tapadas ni para el dibujo.

**Ondulación y espesor:** estas características son propias del PT H-10236.

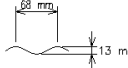
Notar que este plano tiene 3 tablas y un mismo diámetro se encuentra en más de 1 de ellas. Para adoptar ondulación y espesor se debe adoptar la menor de izquierda a derecha salvo que no se verifiquen las tapadas.

Ejemplo para  $\phi=1,50 m$ . Este diámetro se encuentra en las 3 tablas:

- 1- Optaremos por la ondulación 68 x 13 mm y el espesor e= 1,60 mm → No dispone  $T_{m\acute{a}x}$
- 2- Optaremos por la ondulación 68 x 13 mm y el espesor e= 2,00 mm → No dispone  $T_{m\acute{a}x}$
- 3- Optaremos por la ondulación 68 x 13 mm y el espesor e= 2,50 mm →  $T_{m\acute{a}x}= 9,90 m$   
Si esta tapada es suficiente para las tapadas existentes en el perfil de desagüe, adoptaremos esta ondulación y tapada, sino:
- 4- Optaremos por la ondulación 68 x 13 mm y el espesor e= 3,20 m →  $T_{m\acute{a}x}= 21,90 m$   
Si esta tapada es suficiente para las tapadas existentes en el perfil de desagüe, adoptaremos esta ondulación y tapada, sino:
- 5- Optaremos por la ondulación 100 x 20 mm y su variedad de espesores. Si ninguno fuera suficiente

6- Optaremos por la ondulación 152 x 50 mm y su variedad de espesores.

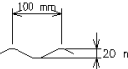
**68 x 13 mm**



ESTRUCTURA DE ONDULACIÓN 68x13 mm

DIÁMETRO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	PESO (kg/m)				TAPADA MÁXIMA (m)			
		ESPESOR (mm)				ESPESOR (mm)			
		1,60	2,00	2,50	3,20	1,60	2,00	2,50	3,20
0.60	0.28	33	41	50	63	19.3	24.9	24.9	54.9
0.70	0.38	38	47	58	73	16.5	21.3	21.3	47.1
0.80	0.50	42	53	65	82	14.5	18.6	18.6	41.2
0.90	0.64	47	59	73	92	12.9	16.6	16.6	36.6
1.00	0.79	52	65	80	101	11.6	14.9	14.9	32.9
1.10	0.95	56	70	88	110	10.5	13.5	13.5	29.9
1.20	1.13	61	76	95	120	9.6	12.4	12.4	27.4
1.30	1.33	68	82	103	129	8.9	11.4	11.4	25.3
1.40	1.54	76	91	110	139	8.3	10.6	10.6	23.5
1.50	1.77	85	100	120	150	7.8	9.9	9.9	21.9
1.60	2.01	95	112	135	170	7.3	9.3	9.3	20.6
1.70	2.27	105	125	155	190	6.9	8.7	8.7	19.3
1.80	2.54	115	139	175	210	6.5	8.3	8.3	18.3

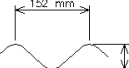
**ONDULACION 100 x 20 mm**



ESTRUCTURA DE ONDULACIÓN 100x20 mm

DIÁMETRO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	PESO (kg/m)				TAPADA MÁXIMA (m)			
		ESPESOR (mm)				ESPESOR (mm)			
		1,60	2,00	2,50	3,20	1,60	2,00	2,50	3,20
0.60	0.28	34	41	50	63	24.5	31.6	40.9	54.9
0.70	0.38	39	47	57	73	21.0	27.1	35.1	47.1
0.80	0.50	44	54	67	84	18.4	23.7	30.7	41.2
0.90	0.64	49	60	75	92	16.3	21.0	27.3	36.6
1.00	0.79	52	66	82	102	14.7	18.9	24.5	32.9
1.10	0.95	56	72	90	112	13.4	17.2	22.3	29.9
1.20	1.13	61	79	98	122	12.2	15.8	20.4	27.4
1.30	1.33	66	85	107	133	11.3	14.6	18.9	25.3
1.40	1.54	71	92	115	143	10.5	13.5	17.5	23.5
1.50	1.77	76	98	123	153	9.8	12.6	16.3	21.9
1.60	2.01	81	105	131	163	9.2	11.8	15.3	20.6
1.70	2.27	87	114	142	177	8.6	11.1	14.4	19.4
1.80	2.54	92	120	150	187	8.1	10.5	13.6	18.3
1.90	2.84	98	126	158	196	7.7	9.9	12.9	17.3
2.00	3.14	105	132	165	206	7.3	9.4	12.2	16.4
2.10	3.46	112	138	173	215	6.9	9.0	11.7	15.7
2.20	3.80	119	145	181	225	6.6	8.6	11.1	14.9
2.30	4.15	126	151	188	235	6.3	8.2	10.8	14.3
2.40	4.52	133	158	196	244	6.0	7.9	10.2	13.7
2.50	4.82	140	165	206	258	5.8	7.6	9.8	13.1
2.60	5.23	147	172	215	272	5.6	7.3	9.4	12.6
2.70	5.72	155	180	225	287	5.4	7.0	9.0	12.2
2.80	6.16	162	188	235	306	5.2	6.8	8.7	11.7
2.90	6.61	170	197	245	327	5.0	6.6	8.4	11.3
3.00	7.07	178	206	255	348	4.8	6.4	8.1	10.9

**152 x 50 mm**



ESTRUCTURA DE ONDULACIÓN 152x50 mm

DIÁMETRO (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	PESO (kg/m)								TAPADA MÁXIMA (m)							
		ESPESOR (mm)								ESPESOR (mm)							
		1,60	2,00	2,50	3,20	4,00	5,00	6,35	8,00	1,60	2,00	2,50	3,20	4,00	5,00	6,35	8,00
1.50	1.62	147	188	271	355	390	25.7	34.6	56.6	75.8	82.9	10.0	13.0	16.0	20.0	25.0	31.0
1.75	2.69	179	229	328	431	472	22.1	29.6	48.5	64.9	71.0	9.0	11.5	14.5	18.5	23.5	29.5
2.00	3.08	191	245	353	463	508	19.3	25.9	42.4	56.8	62.2	8.0	10.0	12.5	16.0	20.0	25.0
2.25	4.11	223	286	410	538	590	17.1	23.0	37.7	50.5	55.2	7.0	8.5	10.5	13.5	17.0	21.5
2.50	5.27	249	319	459	602	661	15.4	20.7	33.9	45.4	49.7	6.0	7.5	9.5	12.0	15.0	19.0
2.75	5.91	268	343	492	646	708	14.0	18.8	30.8	41.3	45.2	5.0	6.5	8.5	10.5	13.0	16.5
3.00	7.29	294	376	541	710	779	12.9	17.3	28.3	37.9	41.4	4.0	5.5	7.5	9.5	11.5	14.5
3.25	8.04	307	393	565	742	814	11.9	15.9	26.1	34.9	38.2	3.0	4.5	6.5	8.5	10.5	13.5
3.50	9.66	338	433	623	818	897	11.0	14.8	24.2	32.4	35.5	2.0	3.5	5.5	7.5	9.5	12.0
3.75	11.43	370	474	680	893	979	10.3	13.8	22.6	30.3	33.1	1.0	2.5	4.5	6.5	8.5	11.0
4.00	12.36	383	490	705	925	1015	9.6	12.9	21.2	28.4	31.1	0.0	1.5	3.5	5.5	7.5	10.0
4.25	14.31	408	524	753	989	1085	9.1	12.2	19.9	26.7	29.2	0.0	1.0	3.0	5.0	7.0	9.5
4.50	16.44	441	564	811	1065	1168	8.6	11.5	18.8	25.2	27.6	0.0	0.5	2.5	4.5	6.5	9.0
4.75	17.55	454	581	835	1097	1203	8.1	10.9	17.8	23.9	26.1	0.0	0.0	2.0	4.0	6.0	8.5
5.00	19.88	481	621	893	1172	1286	7.7	10.3	16.9	22.7	24.8	0.0	0.0	1.5	3.5	5.5	8.0
5.25	21.10	498	638	917	1204	1321	7.3	9.8	16.1	21.6	23.6	0.0	0.0	1.0	3.0	5.0	7.5
5.50	23.67	521	668	975	1278	1404	7.0	9.4	15.4	20.6	22.6	0.0	0.0	0.5	2.5	4.5	7.0
5.75	26.36	541	705	1035	1344	1474	6.7	9.0	14.7	19.7	21.6	0.0	0.0	0.0	2.0	4.0	6.5
6.00	27.77	551	716	1056	1387	1522	6.5	8.7	14.1	18.9	20.7	0.0	0.0	0.0	1.5	3.5	6.0
6.25	30.70	561	731	1108	1452	1592	6.3	8.4	13.5	18.2	19.9	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	5.5
6.50	33.69	571	748	1163	1527	1675	6.1	8.1	13.0	17.5	19.1	0.0	0.0	0.0	0.5	2.5	5.0

**8. Otros**

Para realizar el dibujo del perfil de desagüe utilizamos ESCALA 1:100.

Todas las medidas en metros con precisión al centímetro, por lo cual en todas las medidas deberá indicarse 2 decimales.

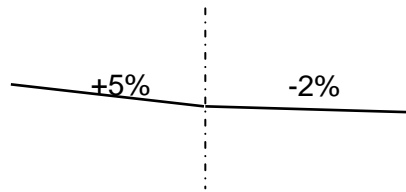
Todos los cálculos realizados deben quedar indicados en el ejercicio o Trabajo Práctico.

**9. EJEMPLO**

**ENUNCIADO**

En un tramo de carretera Categoría II y Topografía en llanura, se diseñó una curva horizontal de  $R_c = 1000,00$  m. Sabiendo que:

- Calzada de concreto asfáltico  $i_c = 2\%$
- Banquina de cesped  $i_b = 8\%$
- Curva gira a la derecha
- CR = 822,50
- CTN = 820,00



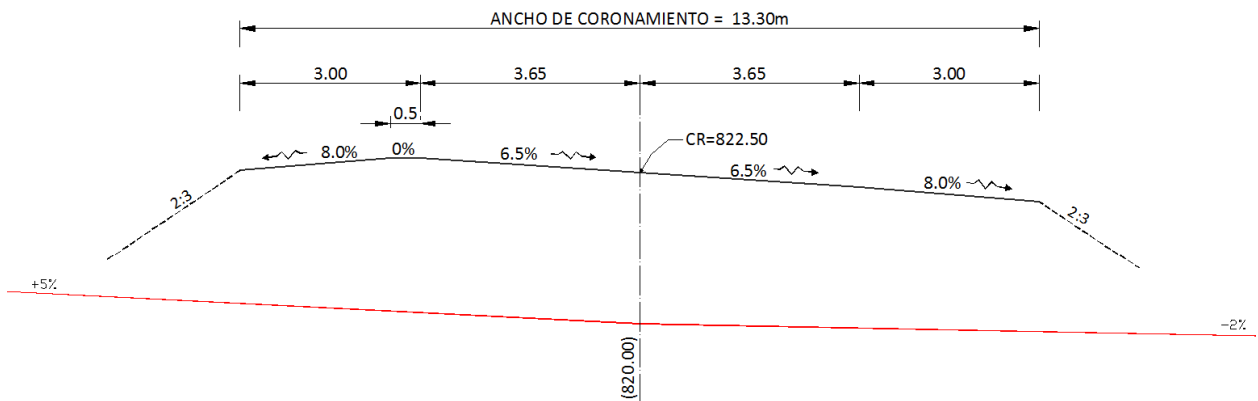
- a) Dibujar el perfil de desagüe en el punto CC de la curva utilizando Plano Tipo O-41211  
 $H = 1,00$  m     $L = 1,00$  m
- b) Indicar:  $i$  [%], CD, CF,  $J_{medido}$ ,  $J_{proyecto}$  [m].
- c) Calcular y verificar tapadas.

**RESOLUCIÓN**

Categoría II Llanura	}	$VD = 120$ km/h $p_{max} = 8\%$ $a_c = 7,30$ m $a_b = 3,00$ m
-------------------------	---	--

$R_c = 1000,00$  m  $\rightarrow$   $p = 6.5\%$     (Tabla 10)  
 $s = 0$  m (Tabla 14)

✓ Características del coronamiento y del TN



$$fc_{izquierda} = 3.65 \times 0,065 - (3,00 - 0,50) \times 0,08 = 0,04m$$

$$fc_{derecha} = 3.65 \times 0,065 + 3,00 \times 0,08 = 0,48m$$

✓ Pendiente del conducto

Se adopta  $i = 2\%$  (Si se adoptara  $i = 5\%$  la salida del conducto quedaría enterrada)

✓ Cota de desagüe CD

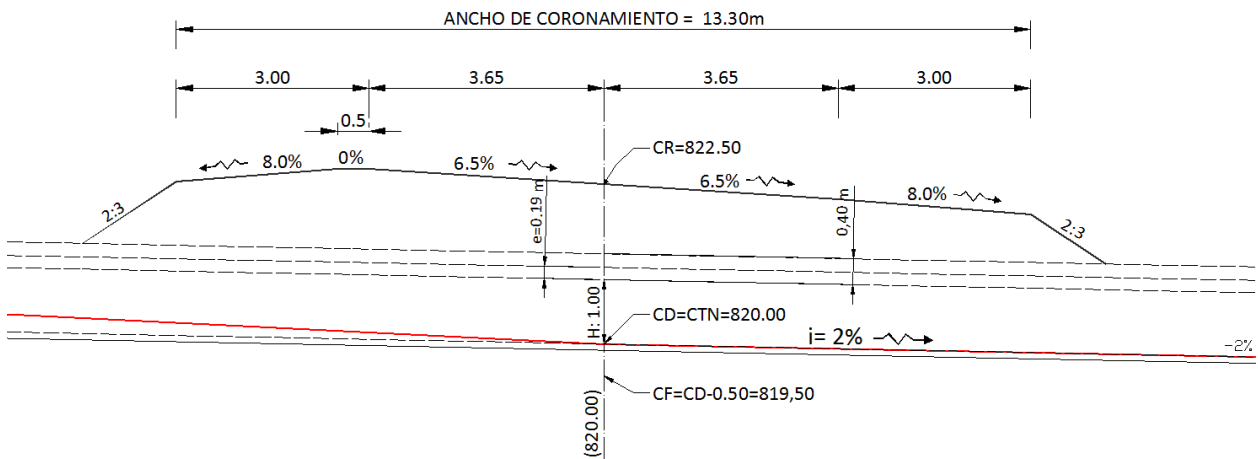
Para este PT se adopta  $CD = CTN = 820,00$  m

Se considera terreno apto ya que no se indica lo contrario  $\rightarrow CF = CD - 0,50 = 819,50$

✓ Espesor de losa

Cuadro 2, Tipo C,  $L = 1,00$  m (dato)  $\rightarrow e = 0,19$  m

Trazando la paralela a  $0,40$  m se define la finalización de los taludes y, desde ese mismo punto, se puede comenzar a dibujar los muros de cabecera



✓ Configurar muros de cabecera según los cortes, cuadros y detalles disponibles en PT

✓ Evaluar J

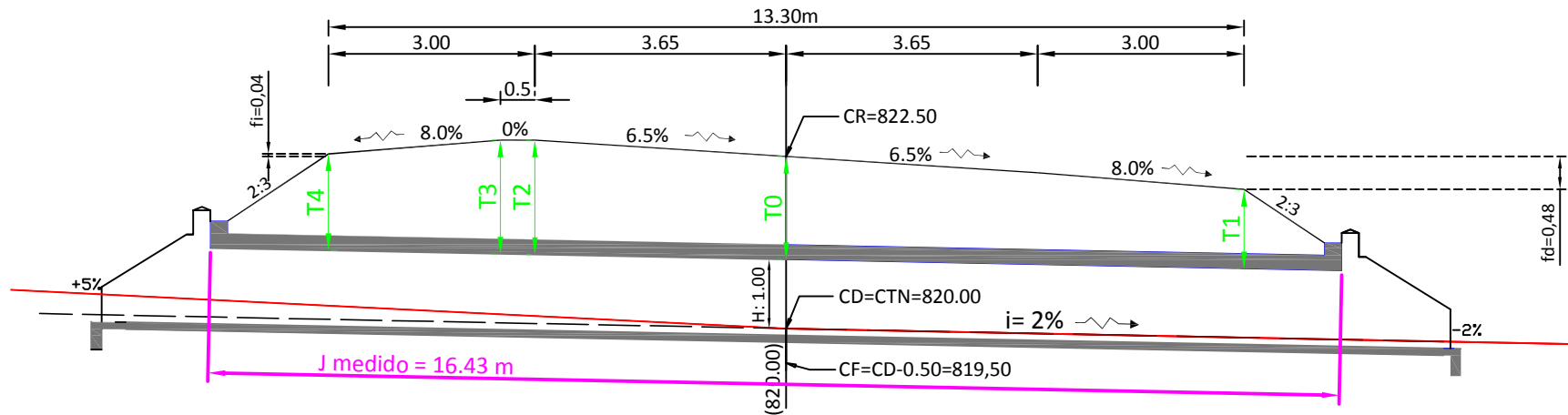
Medir J según lo indica el PT, en este caso  $J_{medido} = 16,43$  m

Este PT indica que se debe redondear J a múltiplo de  $0,20$  m  $\rightarrow J_{proyecto} = 16,60$  m

✓ Verificar la altura desde borde de coronamiento a la platea ( $h_1, h_2$ ) para corroborar la necesidad o no de baranda de defensa

✓ Definir lugares donde verificar tapadas y calcularlas





$i = 2\%$   
 $CD = 820.00$   
 $CF = 819.50$   
 $J_{medido} = 16.43 \text{ m}$   
 $J_{proyecto} = 16.60 \text{ m}$

$T_{min} = 0.40 \text{ m}$   
 $T_{max} = 6.00 \text{ m}$   
 $T_0 = 1.50 \text{ m}$   
 $T_1 = 1.15 \text{ m}$   
 $T_2 = 1.66 \text{ m}$   
 $T_3 = 1.65 \text{ m}$   
 $T_4 = 1.41 \text{ m}$

$T_{min} < (T_0, T_1, T_2, T_3, T_4) < T_{max} \rightarrow$  VERIFICAN LAS TAPADAS

## TRANSPORTE II

TRABAJO PRÁCTICO N° x - ALCANTARILLAS

ESCALA 1:00