

PROVINCIA DE RÍO NEGRO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

**“PROYECTO INTEGRAL DE LOS DESAGÜES PLUVIALES DE GENERAL ROCA” -
2^{DA} ETAPA - MODELACIÓN HIDROLÓGICA (2^{DA} PARTE)**

INFORME FINAL

Abril de 2004

Instituto Nacional del Agua

PROVINCIA DE RÍO NEGRO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

**“PROYECTO INTEGRAL DE LOS DESAGÜES PLUVIALES DE GENERAL ROCA” -
2^{DA} ETAPA - MODELACIÓN HIDROLÓGICA (2^{DA} PARTE)**

INFORME FINAL

Abril de 2004

Instituto Nacional del Agua

Dotación de Personal:

Ing. Jorge Adolfo Maza

Ing. Patricia Marta López

ÍNDICE TEMÁTICO

INTRODUCCIÓN	1
FINALIDAD DEL PRESENTE ESTUDIO	2
OBJETIVO	2
ALCANCE	2
ÁREA EN ESTUDIO	3
PLAN DE TAREAS	3
1. Recopilación de antecedentes	3
2. Dimensionamiento hidráulico de los colectores 1, 4, 5 y 12	3
2.1. Colector 1	4
2.2. Colector 4	7
2.3. Colector 5	11
2.4. Colector 12	18
3. Verificación y/o Dimensionamiento Hidráulico de los sifones 3 y 4	20
3.1 Sifón 3	20
3.2 Sifón 4	48
4. Dimensionamiento Hidráulico de los colectores 2, 7, 8, 11 y 13	79
4.1. Colector 2 y 2'	79
4.2. Colector 7	101
4.3. Colectores 8 y 13	116
4.4. Colector 11	146
5. Verificación Cuenca Sur	149
6. Verificación capacidad de zanjón vecino a la cárcel	153
7. Dimensionamiento hidráulico colectores 3, 6, 14 y 15	165
7.1. Colector 3	165
7.3. Colector 14	170
7.4. Colector 15	174
8. Verificación y/o Dimensionamiento Hidráulico de los sifones 1 y 2	178
8.1. Sifón 1	178
8.2. Sifón 2	185
9. Verificación y/o dimensionamiento hidráulico de los colectores 9, 16 y 17	187
9.1. Colector 9	187
9.3. Colector 16	192
9.4. Colector 17	195

APÉNDICE	199
A. Tormentas de proyecto	200
B. Justificación de tiempos de retorno en el diseño y/o dimensionamiento hidráulico de los colectores y sifones	203
C. Pautas generales de diseño de bocas de tormenta	205

Nota: las láminas referenciadas en el texto están incluidas en el Anexo.

Introducción

Históricamente, General Roca desde su fundación (1899) sufrió las calamidades provenientes de las inundaciones, en esa época las grandes crecidas del Río Negro obligó a sus habitantes a promover un nuevo asentamiento. El lugar elegido, fue el cauce seco de otrora importante río. El cambio trajo tranquilidad en cuanto a las grandes crecidas que periódicamente producía el Río Negro, pero no aportó soluciones reales a los problemas que provocaban los grandes aluviones que llegaban con importantes caudales de agua y lodo desde la barda norte, situación ésta que se mantuvo por décadas

Para resolver el problema de los aluviones, se construyó un sistema de defensas, que consisten en tres principales diques de contención con descargas controladas.

En la Actualidad el desafío consiste en resolver los problemas generados aguas abajo del sistema de protección aluvional, considerando comprendida dicha problemática en dos sectores, a saber:

1) Zona 1, comprende el sector determinado aguas abajo de las defensas y el comienzo de la zona urbanizada en el norte de la ciudad. El caudal aluvional que se produce en esta zona, es generado por el propio sector, dado que las represas, funcionando correctamente, deben contener las aguas provenientes de la zona norte, es decir las aguas generadas arriba de las represas.

En esta Zona 1, hay que profundizar los estudios, a fin de evaluar en que sectores son factibles de llevar a cabo una adecuada y segura urbanización, entre el actual casco urbano y la zona de represas. Los mencionados estudios técnicos deberán estar orientados al análisis del caudal de agua que actualmente aporta el sector y el que aportaría en un futuro, si se concretaran nuevas urbanizaciones. Esto, partiendo de la base de que ese aumento de caudal de agua, será considerable en razón del desmalezamiento y desmonte al ejecutar la urbanización y repercutirá directamente en el sector urbano hoy consolidado. El terreno en este sector bajo análisis tiene una pendiente considerable.

2) Zona 2, comprende el casco urbano de la ciudad hasta la ruta 22 (Plano 1- área 2), a esta área la dividimos en dos subzonas:

2.a) Al norte del canal Principal y de la zona 1.

2 b) Al sur del canal Principal y hasta la ruta 22.

La primera subzona (2.a) ha crecido a un ritmo muy importante por la urbanización constante, residiendo en la misma más del 40% de la población actual. En dicho sector se están realizando permanentes desmalezamientos, desmontes de suelo, etc, al avanzar el desarrollo urbano, aumentándose considerablemente los sectores impermeables (techos, veredas, asfalto etc.) con la consecuente modificación del escurrimiento de las aguas en su avance hacía la ciudad.

En la subzona (2.b) al sur del canal principal, se ubica el casco urbano consolidado, encontrándose en ese sector, la mayoría de las calles pavimentadas. En los últimos años se produjo un notable avance en la consolidación del ejido urbano, situación que ha contribuido a incrementar las grandes superficies impermeables que conducen importantes caudales. A ello se le adiciona, agravando el problema, la casi inexistente pendiente del terreno en algunos barrios, del orden de 0,0006 m/m, que resulta insuficiente para producir el drenaje necesario en los momentos de máximas precipitaciones.

Finalidad del Presente Estudio

El estudio de *Modelación Hidrológica* tiene como finalidad determinar los *caudales de diseño* de las futuras obras de desagüe pluvial. Estos serán la información de base que los especialistas en hidráulica utilizarán para llevar a cabo los estudios de ingeniería, tendientes a determinar las defensas o las precauciones que se deberán tomar, al aprobar loteos en la zona en estudio y proyectar escurrimientos pluviales en las zonas consolidadas.

Objetivo

La presente parte del estudio de modelación hidrológica que se llevará a cabo, tiene como objetivo fundamental implementar el modelo matemático de lluvia-escurrimiento para determinar los caudales de diseño de las obras de desagüe pluvial que resolverán los problemas de inundación en las zonas bajas.

Alcance

El estudio hidrológico propuesto permitirá conocer para distintas probabilidades de ocurrencia los caudales de diseño en los puntos del área de estudio que la Municipalidad de Gral. Roca ha visualizado como críticos desde el punto de vista de que son vulnerables a inundaciones.

Es recomendable que cuando se realicen los proyectos ejecutivos de los colectores estos se basen en planialtimetrías de detalle, a efectos de poder ajustar los dimensionamientos hidráulicos pertinentes.

Área en Estudio

El área en estudio comprende a la zona urbana de Gral. Roca y a la zona suburbana y de bardas perimetrales.

Plan de Tareas

1. Recopilación de antecedentes

Se revisaron los trabajos hidrológicos realizados en la región y se recopiló la información hidrometeorológica, cartográfica y topográfica necesaria a los fines del estudio.

En este punto se han recopilado la información cartográfica y planialtimétrica suministradas por la Municipalidad de Gral. Roca a través de archivos CAD.

La información hidrometeorológica y de parámetros de cuencas se obtuvo del informe:

- *“Proyecto integral de los desagües pluviales de General Roca” -2^{da} Etapa - Modelación hidrológica (1^{ra} parte)”Informe Final. CFI-INA (marzo 2002)*

2. Dimensionamiento hidráulico de los colectores 1, 4, 5 y 12

Sobre la base de los levantamientos topográficos con que cuenta la Municipalidad de Gral. Roca y de los puntos críticos que ella indicó, se consideraron las cuencas de aporte, y se aplicó el Modelo de Simulación Hidrológica ARHYMO a efectos de poder obtener en los puntos precisados los caudales de diseño. Luego con esos caudales de diseño se dimensionaron las conducciones según las pautas emitidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

2.1. Colector 1

El colector 1 se encuentra ubicado en las calles Evita entre Rivadavia y Damas Patricias y Damas Patricias entre Evita y E. Gelonch, como lo evidencia el plano de ubicación (Lámina 01).

El colector 1 recibe el aporte de las cuencas 307 y 309-A. En la Tabla 1 se pueden visualizar los valores de caudal para los tiempos de retorno de 2 y 5 años que se extraen de los hidrogramas de escurrimiento generados por el modelo ARHYMO (Figuras 1 y 2). En la Tabla 2 se discriminan los caudales de cálculo para el dimensionamiento del colector cuyos resultados se expresan en las tablas 3a y 3b. Las pautas geométricas de las secciones fueron establecidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

Tabla 1. Caudales específicos y Caudales de aporte

Cuenca	Área Total de Aporte Ha	Tormenta TR = 2 Años				Tormenta TR = 5 Años			
		Qmax M ³ /s	Q Específ. m ³ /s/ Ha	Área de Aporte Ha	Qcálc. m ³ /s	Qmax m ³ /s	Q Específ. m ³ /s/ Ha	Área de Aporte Ha	Qcálc. m ³ /s
307	15.03	0.7	0.0466	15.03	0.7	1.31	0.0872	15.03	1.31
309-A	66.07	2.7	0.0409	32.40	1.32	5.14	0.0778	32.40	2.52

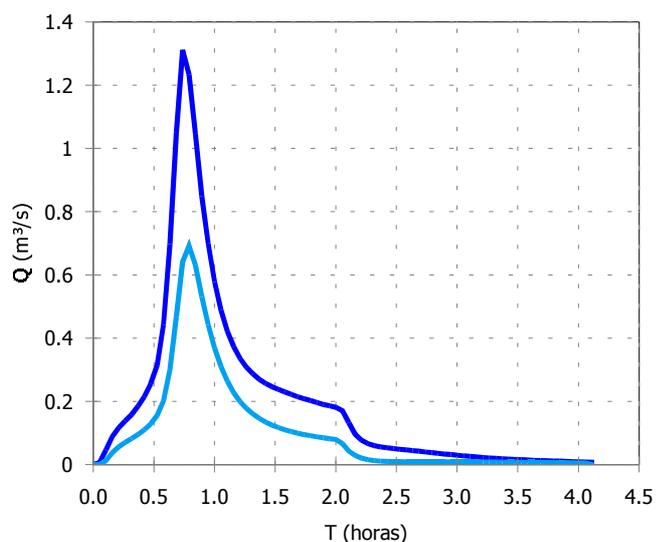


Figura 1. Cuenca 307 (TR=2 y 5 años)

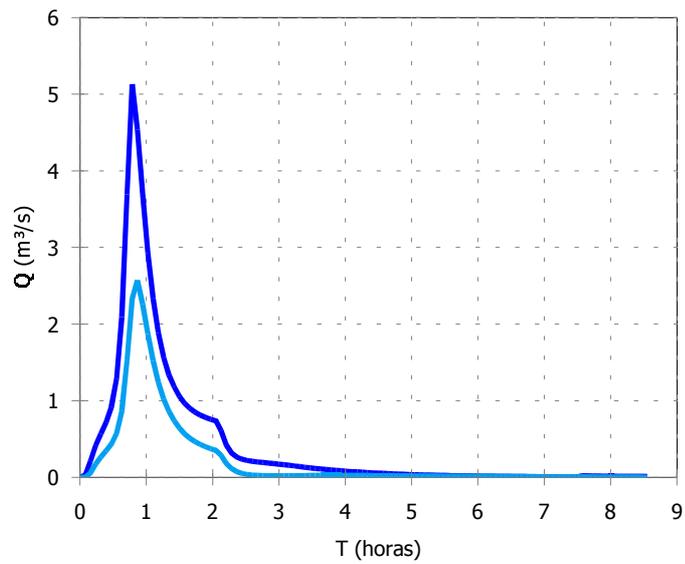


Figura 2. Cuenca 309 (TR=2 y 5 años)

Tabla 2. Parámetros de entrada para el cálculo del Colector 1

Ubicación	Sección	Cuenca de aporte	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	i [m/m]	TR = 2 años			TR = 5 años		
							Q cálculo [m³/s]	Q secc. Anterior [m³/s]	Qtot [m³/s]	Q cálculo [m³/s]	Q secc. Anterior [m³/s]	Qtot [m³/s]
Evita entre Rivadavia y D. Patricias	1-2	307 + 309-A	246.07	245.33	183.00	0.00404	2.02		2.02	3.83		3.83
D. Patricias entre Evita y E. Gelonch	2-3		245.33	239.62	532.02	0.01073		2.02	2.02		3.83	3.83

Tabla 3a. Resumen de cálculo de sección circular - Colector 1

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Mannings	Pend. (m/m)	y (m)	D (mm)	Q (m³/s)	Q por calzada (m³/s)	Área de flujo (m²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y crítica (m)	% lleno	V (m/s)	Ener. esp. (m)	Nº de Froude	Régimen
1-2	2	Circular	0.016	0.004	0.99	1,200	2.02	0.00	1	2.74	0.91	0.78	82.7	2.02	1.2	0.61	Subcrítica
1-2	5	Circular	0.016	0.004	1.10	1,200	2.15	1.68	1.1	3.07	0.66	0.81	91.7	1.98	1.3	0.49	Subcrítica
1-2	2	Circular	0.016	0.0127	0.65	1,200	2.02	-	0.6	1.98	1.2	0.78	53.8	3.25	1.19	1.44	Supercrítica
1-2	5	Circular	0.016	0.0127	1.10	1,200	3.83	-	1.1	3.07	0.66	1.06	91.7	3.53	1.73	0.88	Subcrítica

Tabla 3b. Resumen de cálculo de sección trapecial – Colector 1

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Mannings	Pend. (m/m)	Y (m)	Talud Lateral (H:1V)	Ancho de Fondo (m)	Q (m³/s)	Área de flujo (m²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía especif. (m)	Nº de Froude	Régimen
2-3	2	Trapecial	0.016	0.01073	0.67	0.25	0.85	2.02	0.7	2.24	1.36	0.77	2.94	1.12	1.24	Supercrítica
2-3	5	Trapecial	0.016	0.01073	1.02	0.25	0.85	3.83	1.1	2.95		1.13	3.40	1.61	1.2	Supercrítica

Para el tramo entubado (Tabla 3a) se establecieron dos pautas de cálculo. En una primera instancia se dimensiona la sección con un diámetro de 1,20 m y se cuantifica el caudal que escurrirá por la calzada con la pendiente actual del conducto, mientras que en una segunda instancia se determina la pendiente mínima para la cual con un diámetro de 1,20 m se puede conducir el caudal correspondiente a un TR = 5 años.

En base a los resultados que figuran en la Tabla 3a y 3b se detallan en la Figura 3 las características de las secciones del Colector 1.

Detalles de Colector N° 1 (Sección circular y trapecial)

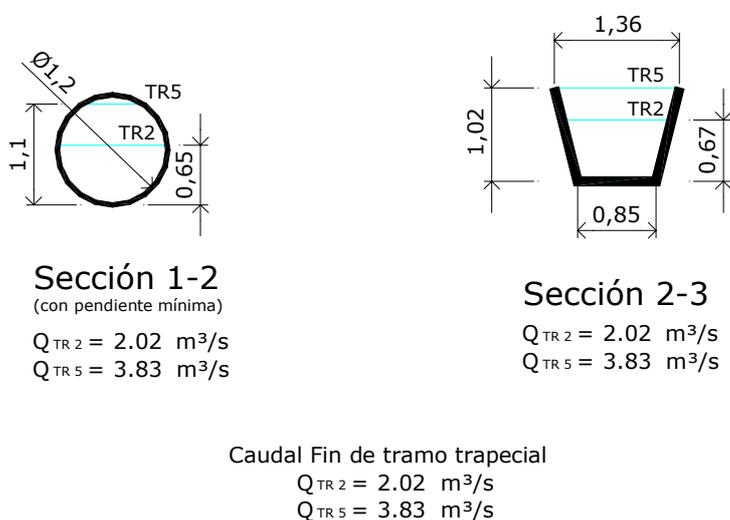


Figura 3

2.2. Colector 4

El Colector 4 se desarrolla a lo largo de la calle 9 de Julio entre Limay y Damas Patricias como lo muestra el plano de ubicación de (Lámina 02).

El Colector 4 recibe el aporte de las cuencas 321 y 322-A . En la Tabla 4 se pueden visualizar los valores de caudal para los tiempos de retorno de 2 y 5 años que se extraen de los hidrogramas de escurrimiento generados por el modelo ARHYMO (Figuras 4 y 5). En la Tabla 5 se discriminan los caudales de cálculo para el dimensionamiento del colector cuyos resultados se expresan en la Tabla 6. Las pautas geométricas de las secciones fueron establecidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

Tabla 4. Caudales específicos y caudales de aporte

Cuenca	Área Total de Aporte Ha	Tormenta TR = 2 Años				Tormenta TR = 5 Años			
		Qmax	Caudal específico	Área de Aporte	Qcálculo	Qmax	Caudal específico	Área de Aporte	Qcálculo
		m ³ /s	m ³ /s/Ha	Ha	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s/Ha	Ha	m ³ /s
321	32.53	0.68	0.021	32.53	0.68	1.42	0.044	32.53	1.42
322-A	100.49	2.96	0.029	39.88	1.17	6.07	0.060	39.88	2.41

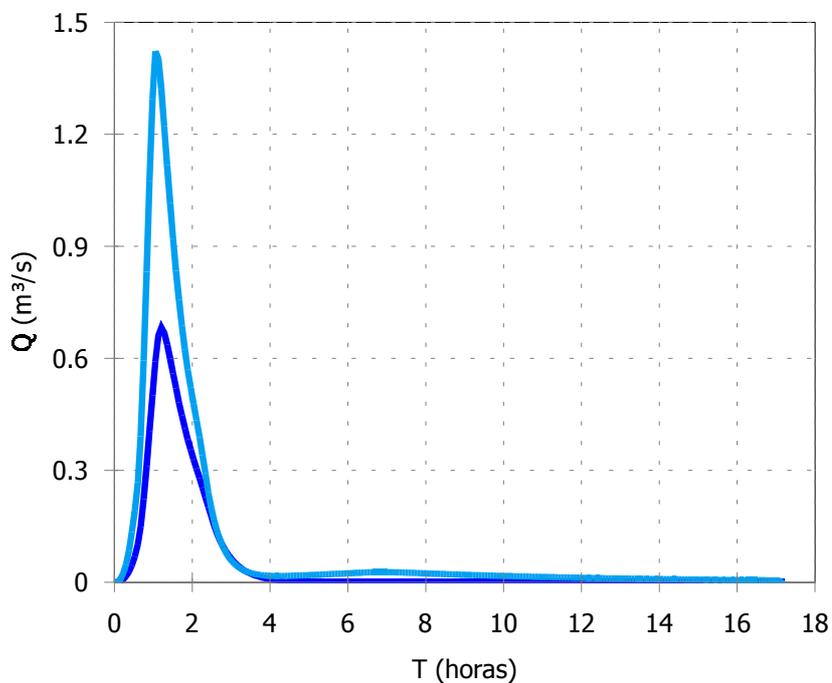


Figura 4. Cuenca 321 (TR=2 y 5 años)

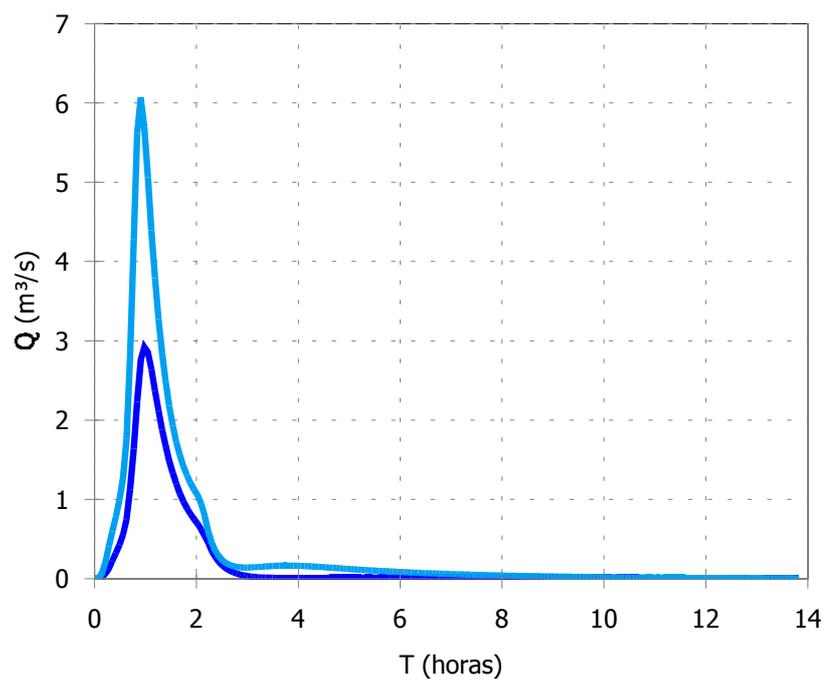


Figura 5. Cuenca 322 (TR=2 y 5 años)

Tabla 5. Parámetros de entrada para el cálculo del Colector 4

Ubicación	Sección	Cuenca	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	i [m/m]	TR = 2 años			TR = 5 años		
							Q cálculo [m³/s]	Q secc. Anterior	Qtot [m³/s]	Q cálculo [m³/s]	Q secc. Anterior	Qtot [m³/s]
9 de Julio entre Bermejo y Calle 103	1-2	321	236.05	235.67	629.07	0.0006	0.68	0.000	0.68	1.42	0.000	1.42
9 de Julio entre Calle 103 y Damas Patricias	2-3	322-A	235.67	235.44	380.12	0.0006	1.17	0.68	1.85	2.41	1.42	3.83

Tabla 6. Resumen de cálculo de sección trapecial - Colector 4

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Talud Lateral	Ancho de fondo (m)	Q (m³/s)	Área de Flujo (m²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y Crítica (m)	v (m/s)	Energía Específ. (m)	Nº de Froude	Régimen
1-2	2	Trapecial	0.016	0.0006	0.75	0.25	1.0	0.68	0.9	2.55	1.60	0.35	0.76	0.78	0.3	Subcrítica
1-2	5	Trapecial	0.016	0.0006	1.21	0.25	1.0	1.42	1.6	3.5		0.56	0.9	1.25	0.29	Subcrítica
2-3	2	Trapecial	0.016	0.0006	0.75	0.25	2.4	1.85	1.9	3.95	3.00	0.39	0.95	0.8	0.36	Subcrítica
2-3	5	Trapecial	0.016	0.0006	1.21	0.25	2.4	3.83	3.3	4.9		0.62	1.17	1.28	0.36	Subcrítica

En base a los resultados que figuran en la Tabla 6 se detallan en la Figura 6 las características de las secciones del Colector 4

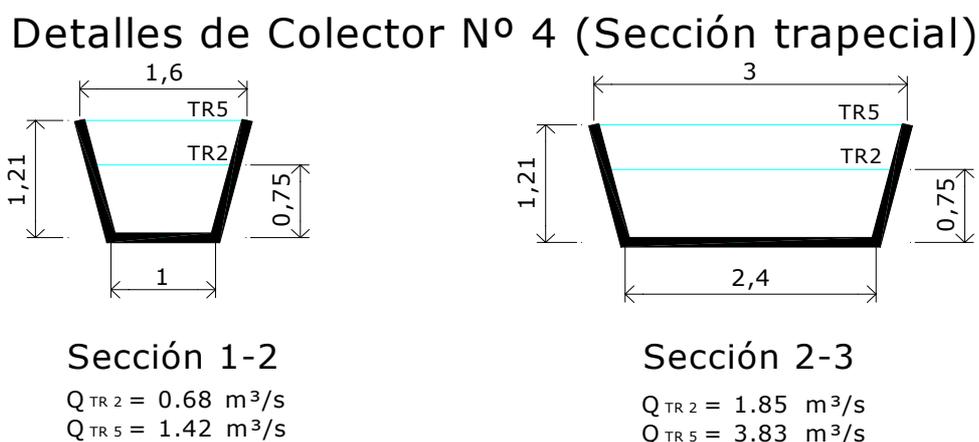


Figura 6. Detalles de las secciones transversales del Colector 4

2.3. Colector 5

El Colector 5 se desarrolla a lo largo de la calle Damas Patricias entre calle 9 de Julio y Ruta Nac. 22 como lo muestra el plano de ubicación de (Lámina 02).

El Colector 5 recibe el aporte de las cuencas 322-B, 330-A, 331-A, 335, 337-A, 338 y 347-A. En la Tabla 7 se pueden visualizar los valores de caudal para los tiempos de retorno de 2 y 5 años que se extraen de los hidrogramas de escurrimiento generados por el modelo ARHYMO (Figuras 10 a 15). En la Tabla 8 se discriminan los caudales de cálculo para el dimensionamiento del colector cuyos resultados se expresan en la Tabla 9. Las pautas geométricas de las secciones fueron establecidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

Tabla 7. Caudales específicos y Caudales de aporte

Cuenca	Área Total de Aporte Ha	Tormenta TR = 2 Años				Tormenta TR = 5 Años			
		Qmax m ³ /s	Caudal específico m ³ /s/Ha	Área de Aporte Ha	Qcálculo m ³ /s	Qmax m ³ /s	Caudal específico m ³ /s/Ha	Área de Aporte Ha	Qcálculo m ³ /s
322-B	100.49	2.96	0.029	60.56	1.78	6.07	0.060	60.56	3.66
330-A	16.18	0.7	0.043	12.89	0.56	1.31	0.081	12.89	1.04
331-A	16.45	0.73	0.044	3.92	0.17	1.4	0.085	3.92	0.33
335-A	72.48	2.2	0.030	15.70	0.48	4.530	0.063	15.70	0.98
335-B				46.21	1.40			46.21	2.89
335-C				10.57	0.32			10.57	0.66
337-A	40.96	1.7	0.042	6.08	0.25	3.08	0.075	6.08	0.46
338	25.8	0.75	0.029	25.80	0.75	1.54	0.060	25.80	1.54
347-A	53.72	1.18	0.022	13.58	0.30	2.44	0.045	13.58	0.62

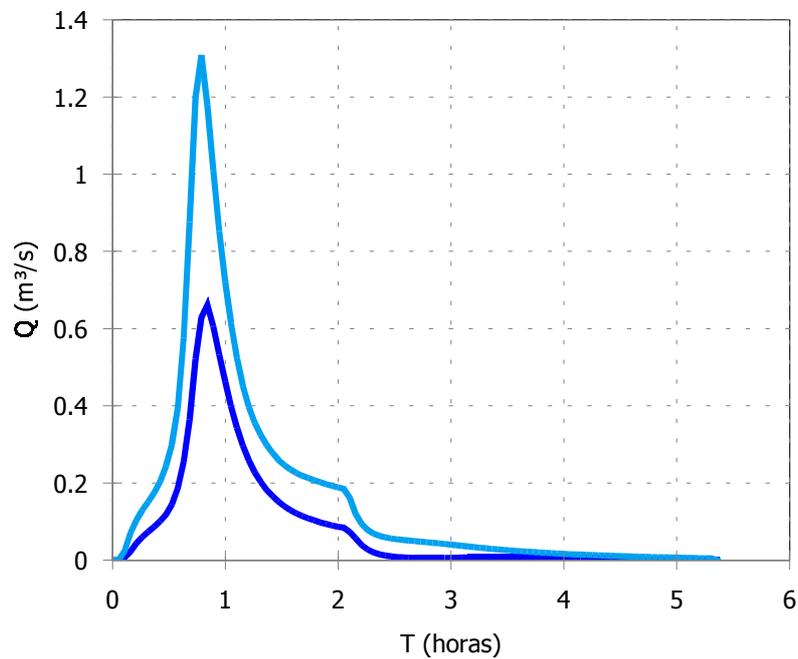


Figura 7. Cuenca 330 (TR=2 y 5 años)

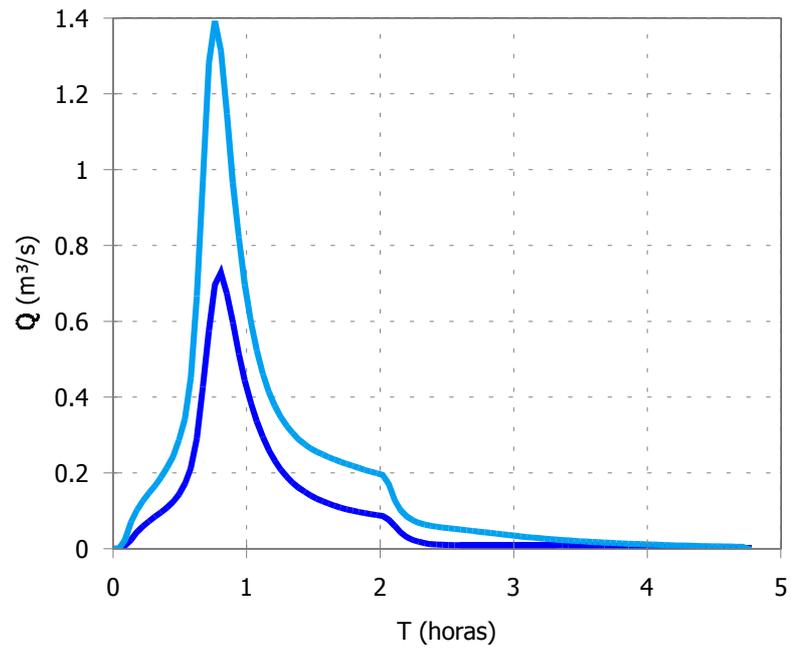


Figura 8. Cuenca 331 (TR=2 y 5 años)

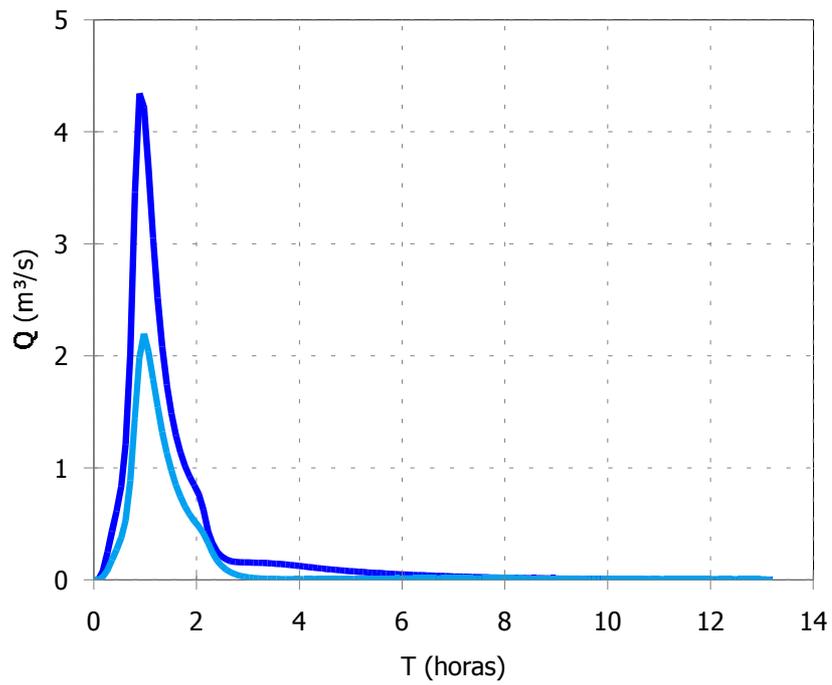


Figura 9. Cuenca 335 (TR=2 y 5 años)

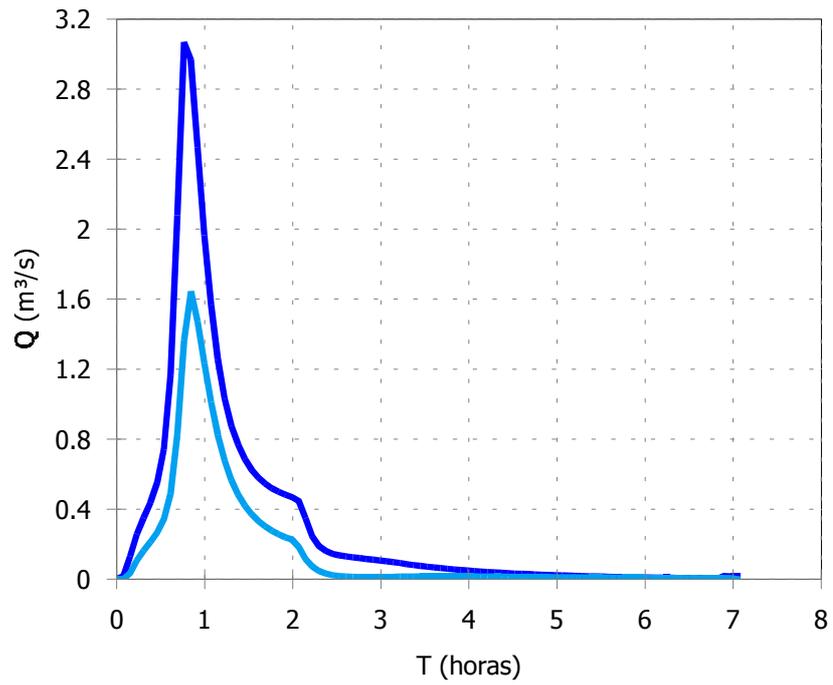


Figura 10. Cuenca 337 (TR=2 y 5 años)

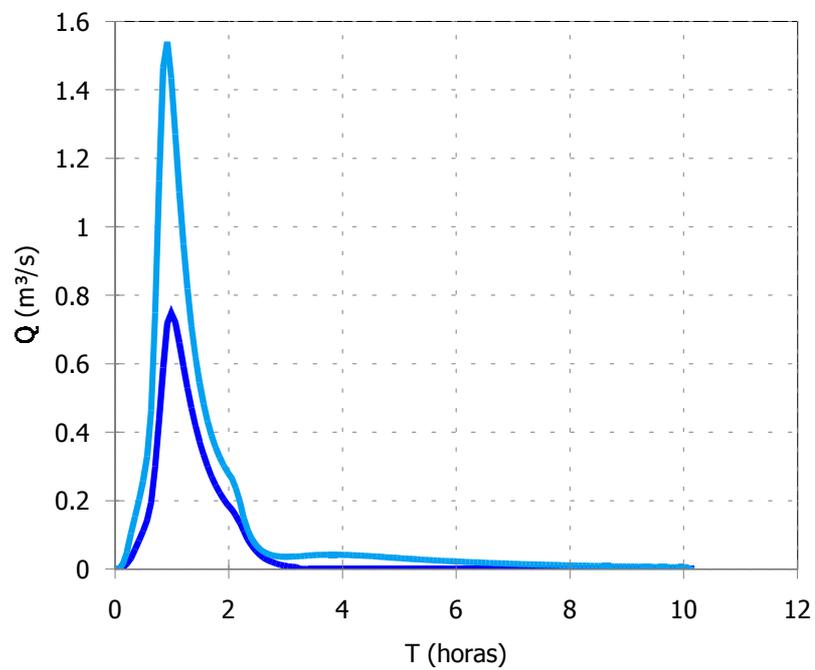


Figura 11. Cuenca 338 (TR=2 y 5 años)

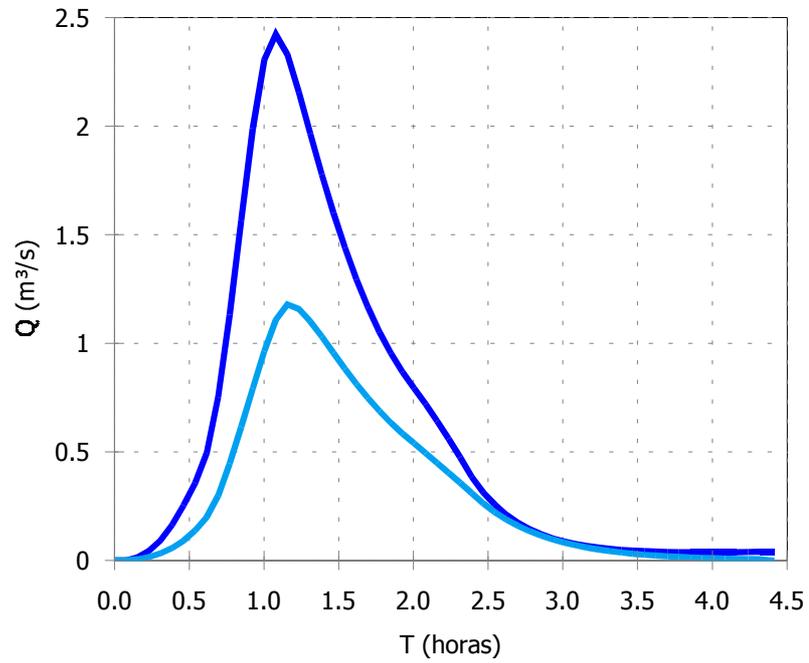


Figura 12. Cuenca 347 (TR=2 y 5 años)

En base a los resultados que figuran en la Tabla 9 se detallan en la Figura 13 las características de las secciones del Colector 5.

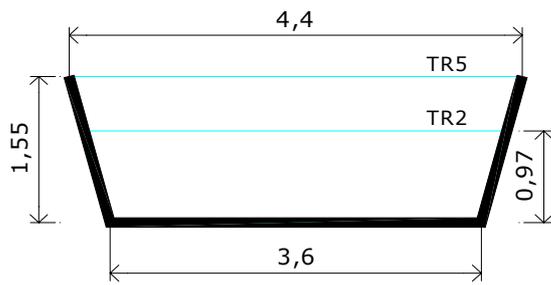
Tabla 8. . Parámetros de entrada para el cálculo del Colector 5

Ubicación	Sección	Cuenca	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	I [m/m]	TR = 2 años			TR = 5 años		
							Q cálculo [m³/s]	Q sec. Anterior	Qtot [m³/s]	Q cálculo [m³/s]	Q sec. Anterior	Qtot [m³/s]
Damas Patricias entre 9 de Julio e Irigoyen	3-4	330-A + 331-A + 322-B	235.44	235.33	182.65	0.00060	2.52	1.85	4.37	5.04	3.83	8.86
D. Patricias entre Irigoyen y Rohde	4-5	335-A + 337-A	235.33	235.24	164.14	0.00060	0.73	4.37	5.10	1.44	8.86	10.30
D. Patricias entre Rohde y Chulavista	5-6	335-B + 338	235.24	234.81	707.96	0.00060	2.15	5.10	7.25	4.43	10.30	14.73
D. Patricias entre Chulavista y Ruta Nac. N° 22	6-7	335-C + 347-A	234.81	234.50	516.75	0.00060	0.62	7.25	7.87	1.28	14.73	16.01

Tabla 9. Resumen de cálculo de sección trapezoidal - Colector 5

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Talud Lateral	Ancho de fondo (m)	Q (m³/s)	Área de Flujo (m²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y Crítica (m)	v (m/s)	Energía Específ. (m)	N° de Froude	Régimen
3-4	2	Trapezoidal	0.016	0.0006	0.97	0.25	3.6	4.37	3.7	5.61	4.40	0.53	1.17	1.04	0.39	Subcrítica
3-4	5	Trapezoidal	0.016	0.0006	1.55	0.25	3.6	8.86	6.2	6.79		0.83	1.44	1.65	0.39	Subcrítica
4-5	2	Trapezoidal	0.016	0.0006	0.98	0.25	4.1	5.10	4.2	6.12	4.90	0.53	1.2	1.05	0.4	Subcrítica
4-5	5	Trapezoidal	0.016	0.0006	1.55	0.25	4.1	10.30	6.9	7.29		0.85	1.48	1.66	0.4	Subcrítica
5-6	2	Trapezoidal	0.016	0.0006	1.03	0.25	5.2	7.25	5.6	7.33	6.00	0.58	1.29	1.12	0.41	Subcrítica
5-6	5	Trapezoidal	0.016	0.0006	1.64	0.25	5.2	14.73	9.2	8.58		0.92	1.6	1.77	0.41	Subcrítica
6-7	2	Trapezoidal	0.016	0.0006	1.03	0.25	5.6	7.87	6.1	7.73	6.42	0.58	1.3	1.12	0.42	Subcrítica
6-7	5	Trapezoidal	0.016	0.0006	1.64	0.25	5.6	16.01	9.8	8.97		0.93	1.63	1.77	0.42	Subcrítica

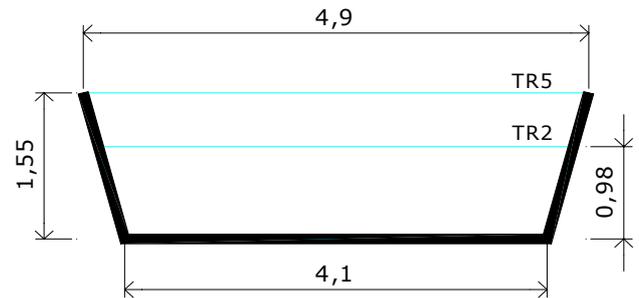
Detalles de Colector N° 5 (Sección trapecial)



Sección 3-4

$$Q_{TR\ 2} = 4.37 \text{ m}^3/\text{s}$$

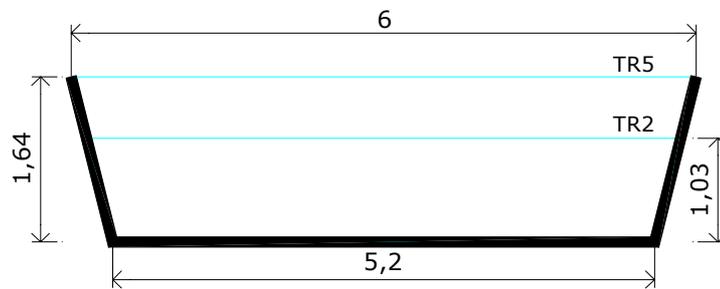
$$Q_{TR\ 5} = 8.86 \text{ m}^3/\text{s}$$



Sección 4-5

$$Q_{TR\ 2} = 5.10 \text{ m}^3/\text{s}$$

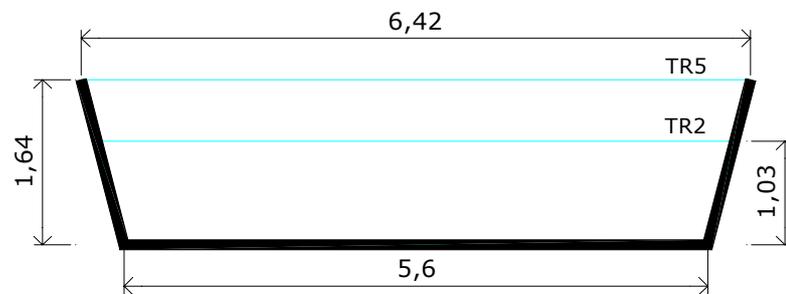
$$Q_{TR\ 5} = 10.30 \text{ m}^3/\text{s}$$



Sección 5-6

$$Q_{TR\ 2} = 7.25 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR\ 5} = 14.73 \text{ m}^3/\text{s}$$



Sección 6-7

$$Q_{TR\ 2} = 7.87 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR\ 5} = 16.01 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caudal Fin de tramo trapecial

$$Q_{TR\ 2} = 7.87 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR\ 5} = 16.01 \text{ m}^3/\text{s}$$

Figura 13. Detalles de las secciones transversales del Colector 5

2.4. Colector 12

El Colector 12 se desarrolla a lo largo de la calle Mendoza entre la calle Tres Arroyos y Bolivia como lo muestra el plano de ubicación de (Lámina 03).

El Colector 12 recibe el aporte de la cuenca 341-B. En la Tabla 10 se pueden visualizar los valores de caudal para los tiempos de retorno de 2 y 5 años que se extraen del hidrograma de escurrimiento generado por el modelo ARHYMO (Figuras 14). En la Tabla 11 se discriminan los caudales de cálculo para el dimensionamiento del colector cuyos resultados se expresan en las tablas 12a y 12b. Las pautas geométricas de las secciones fueron establecidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

Tabla 10. Caudales Específicos y Caudales de Aporte

Cuenca	Área Total de Aporte Ha	Tormenta TR = 2 Años				Tormenta TR = 5 Años			
		Qmax	Caudal específico	Área de Aporte	Qcálculo	Qmax	Caudal específico	Área de Aporte	Qcálculo
		m ³ /s	m ³ /s Ha	Ha	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s Ha	Ha	m ³ /s
341 - B	201.34	3.39	0.0168	114.68	1.93	7.24	0.0360	114.68	4.12

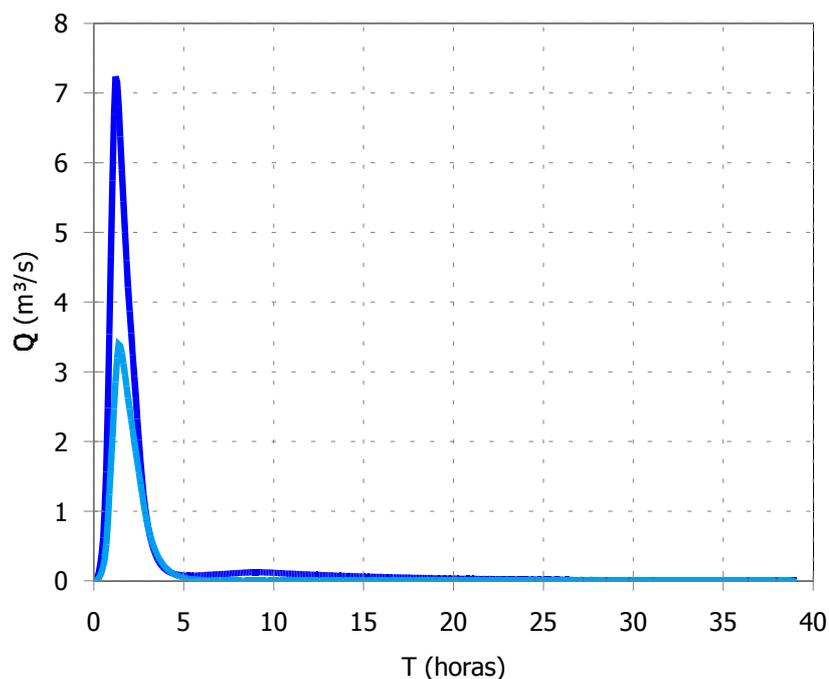


Figura 14. Cuenca 341 (TR= 2 y 5 años)

Tabla 11. Parámetros de entrada para cálculo del Colector 12

Ubicación	Sección	Cuenca	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	i [m/m]	TR = 2 años	TR = 5 años
							Q tot [m ³ /s]	Qtot [m ³ /s]
Mendoza entre Tres Arroyos y Bolivia	1-2	341-B	231.79	230.43	904.54	0.0015	1.93	4.12

Tabla 12a. Verificación sección trapecial propuesta - Colector 12

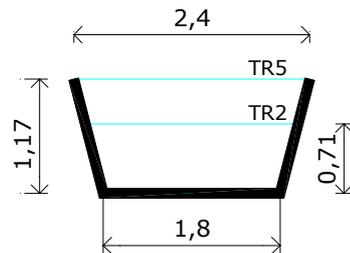
Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Talud lateral (H:1V)	Ancho de Fondo (m)	Q (m ³ /s)	Verif.	Área de flujo (m ²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía específ. (m)	Nº de Froude	Régimen
1-2	2	Trapecial	0.016	0.0015	0.81	0.25	1.5	1.93	Verifica	1.4	3.18	2.1	0.54	1.39	0.91	0.52	Subcrítico
1-2	5	Trapecial	0.016	0.0015	1.2	0.25	1.5	3.48	No Verif.	2.2	3.97		0.78	1.61	1.33	0.51	Subcrítico

Tabla 12b. Resumen de cálculo de sección trapecial - Colector 12

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Talud lateral (H:1V)	Ancho de Fondo (m)	Q (m ³ /s)	Área de flujo (m ²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía específ. (m)	Nº de Froude	Régimen
1-2	2	Trapecial	0.016	0.0015	0.71	0.25	1.8	1.93	1.4	3.26	2.40	0.48	1.38	0.81	0.55	Subcrítico
1-2	5	Trapecial	0.016	0.0015	1.17	0.25	1.8	4.12	2.4	4.21		0.78	1.69	1.31	0.53	Subcrítico

El Colector 12 se verifica para los caudales de diseño con una sección trapezoidal de 1,50 m de ancho inferior, 1,20 m de profundidad y 2,10 m de ancho superior (ver Tabla 12a). Como se observa en la Tabla 12b, el colector se redimensiona para los caudales de diseño, ya que no se verifica para la sección trapezoidal propuesta. En base a los resultados que figuran en la Tabla 12 se detallan en la Figura 15 las características de las secciones del Colector 12.

Detalles de Colector N° 12 (Sección trapezoidal)



Sección 1-2

$$Q_{TR\ 2} = 1.93 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR\ 5} = 4.12 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caudal Fin de tramo trapezoidal

$$Q_{TR\ 2} = 1.93 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR\ 5} = 4.12 \text{ m}^3/\text{s}$$

Figura 15. Detalles de las secciones transversales del Colector 12

3. Verificación y/o Dimensionamiento Hidráulico de los sifones 3 y 4

Sobre la base de la información topográfica y de proyecto de los sifones, y considerando el escurrimiento generado por la cuencas pertinentes, se aplicó el modelo de flujo gradualmente variado HEC-RAS a efectos de verificar el modo de funcionamiento y la capacidad del sifón.

3.1 Sifón 3

El Sifón 3 cruza el Canal Principal de Riego en la progresiva 64.597 conduciendo el escurrimiento pluvial captado por un colector paralelo al Canal Principal de Riego, como lo indica el plano de ubicación en la (Lámina 04).

A efectos de la determinación de los caudales de verificación del sifón (Tabla 13) se consideraron las cuencas de aporte 353, 354, 362, 363 y 366 y se aplicó el Modelo de Simulación Hidrológica ARHYMO (Figuras 16, 17 y 18) con las tormentas de diseño con tiempo de recurrencia 20 y 50 años.

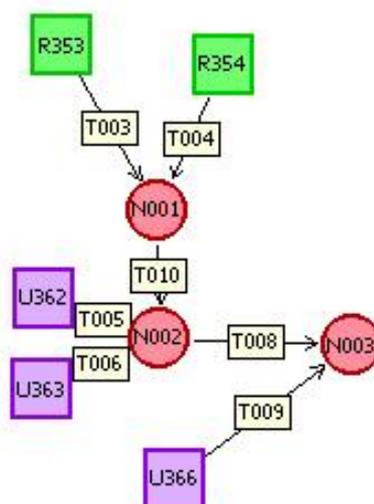


Figura 16. Esquema topológico del modelo ARHYMO

Tabla 13. Caudales de Verificación del sifón 3

Cuenca	Área Total de Aporte Ha	TR = 20				TR = 50			
		Q _{max}	Tiempo al pico	Suma hidrogramas	Tiempo al pico	Q _{max}	Tiempo al pico	Suma hidrogramas	Tiempo al pico
		m ³ /s	hs						
353	13.25	0.54	1.08	8.86	0.72	0.95	1.03	12.63	0.7
354	33.46	1.21	1.2			2.11	1.13		
362	40.21	4.18	0.93			5.68	0.93		
363	11.91	2.28	0.69			3.09	0.7		
366	25.89	4.53	0.62			6.28	0.7		

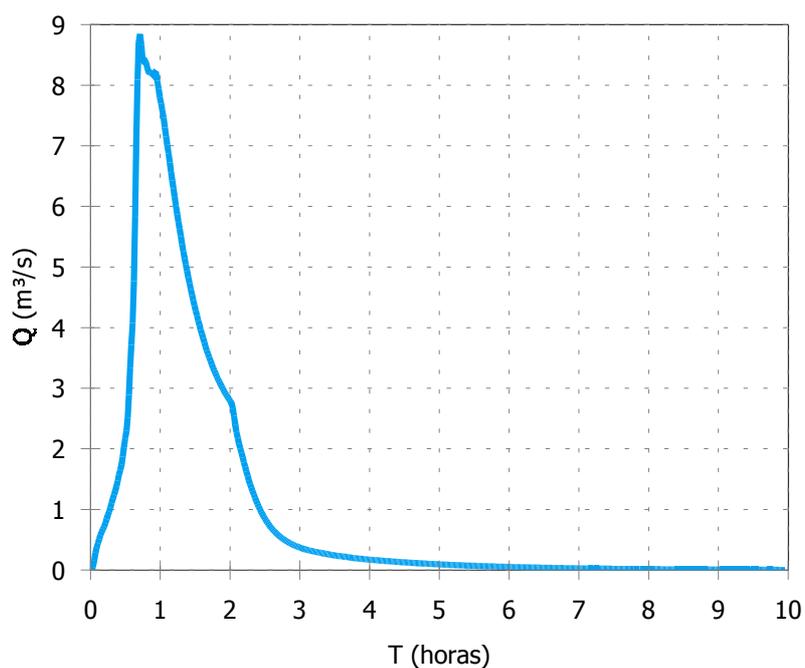


Figura 17. Hidrograma de entrada al Sifón 3 (TR = 20 años)

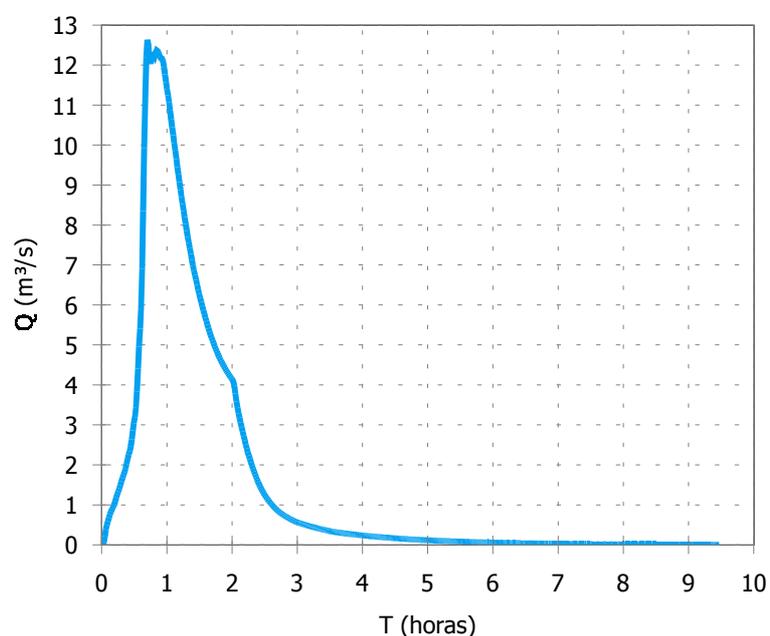


Figura 18. Hidrograma de entrada al Sifón 3 (TR = 50 años)

Para verificar su funcionamiento a través del modelo HEC-RAS se contemplaron distintas alternativas (4) de secciones del sifón, ya que debido a las condiciones existentes en el momento del relevamiento de la geometría (excesivos matorrales, agua estancada en embocadura y desembocadura, etc.) no ha sido posible tener certeza sobre la realidad de tal

aspecto. También ha presentado dificultad la interpretación del plano original del sifón “tipo”, suministrado por el Departamento Provincial de Aguas, debido a su mal estado de conservación.

Alternativa 1: La sección del sifón es igual a la de la embocadura. Sobre la sección de la desembocadura se adopta una dimensión de altura (H) y una de ancho (B) que es la inversa de la alternativa 1.1.

Alternativa 1.1: La sección del sifón es igual a la de la embocadura. Sobre la sección de la desembocadura se adopta una dimensión de altura (H) y una de ancho (B) que es la inversa de la alternativa 1.

Alternativa 2: La sección del sifón es igual a la de la desembocadura. Sobre la sección de la desembocadura se adopta una dimensión de altura (H) y una de ancho (B) que es la inversa de la alternativa 2.1.

Alternativa 2.1: La sección del sifón es igual a la de la desembocadura. Sobre la sección de la desembocadura se adopta una dimensión de altura (H) y una de ancho (B) que es la inversa de la alternativa 2.

Para la modelación se tuvieron en cuenta las secciones del Colector aguas arriba del sifón y aguas abajo, de manera tal que sirvieran como condición de borde.

Alternativa 1 (Lámina 05)

	H (m)	B (m)
Embocadura	2,45	2,00
Sifón	2,45	2,00
Desembocadura	1,50	1,10

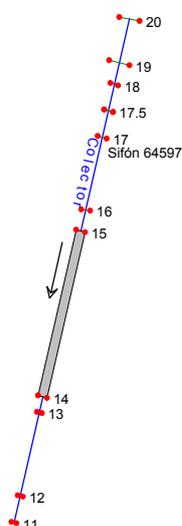


Figura 19. Esquema general de modelación. Ubicación de las secciones transversales y sifón 3

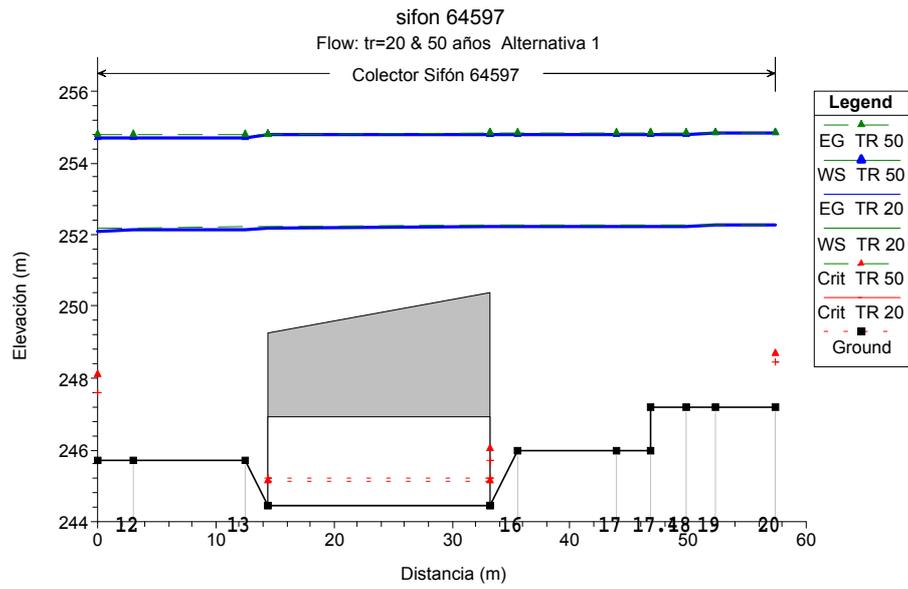


Figura 20. Perfil longitudinal con visualización de las secciones y de niveles de agua (WS), profundidades críticas (Crit) y energías (EG) para TR= 20 y 50 años

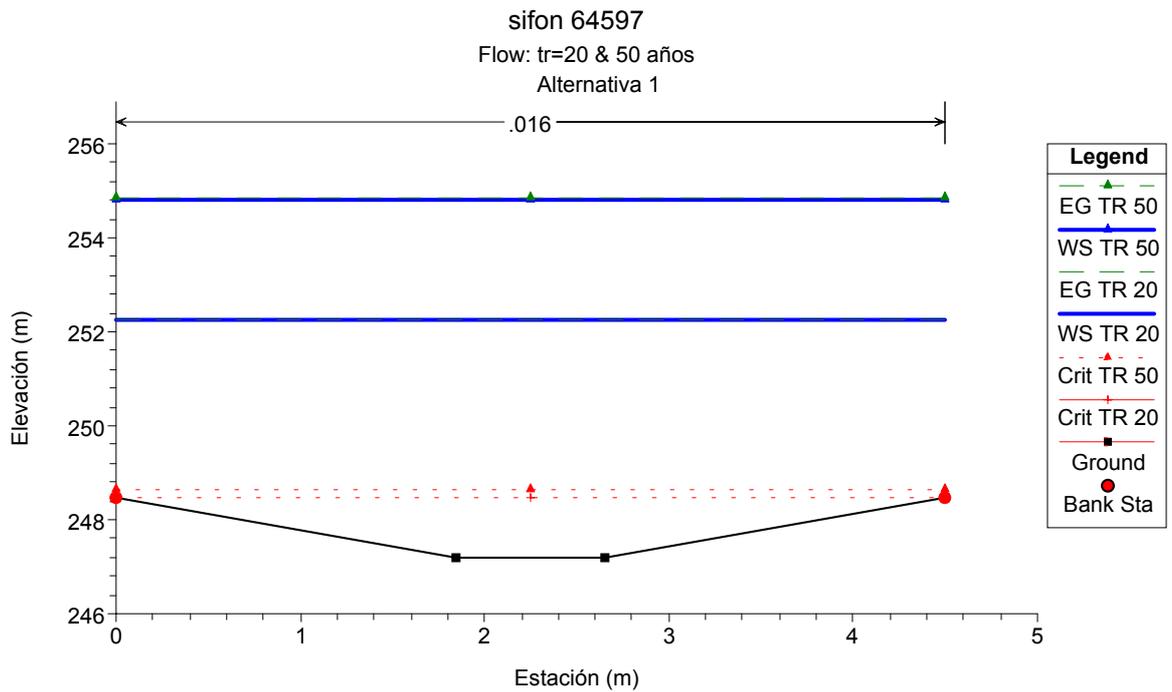


Figura 21. Sección transversal 20 aguas arriba del canal de llegada

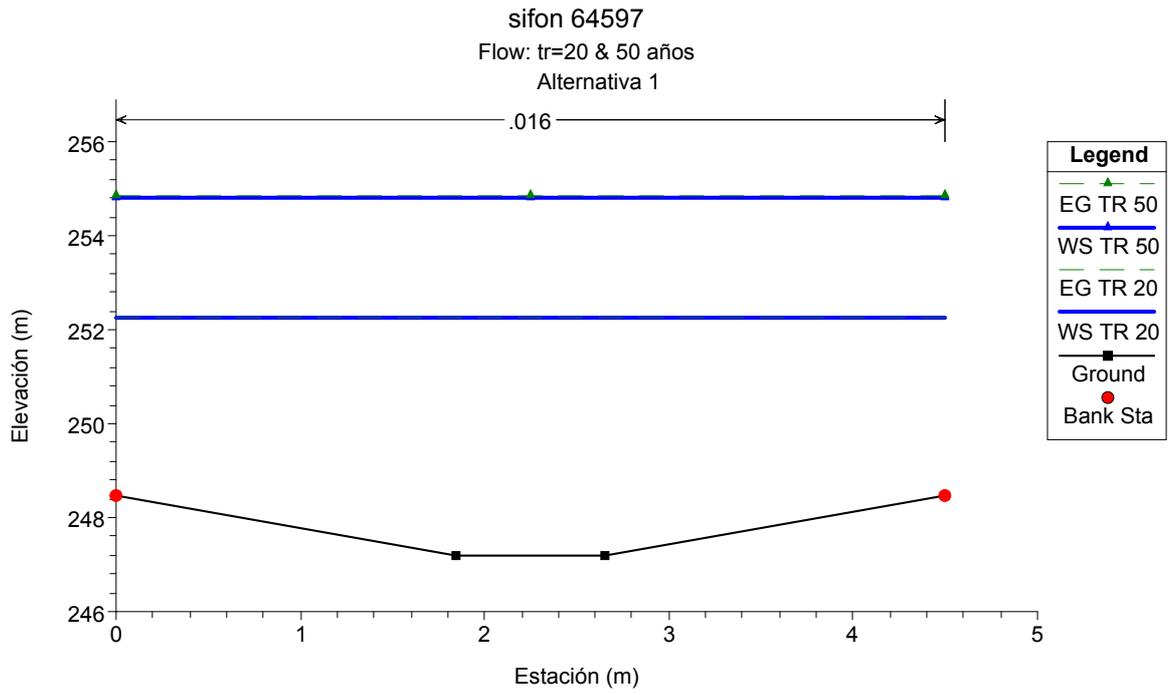


Figura 22. Sección transversal 19, fin canal de llegada

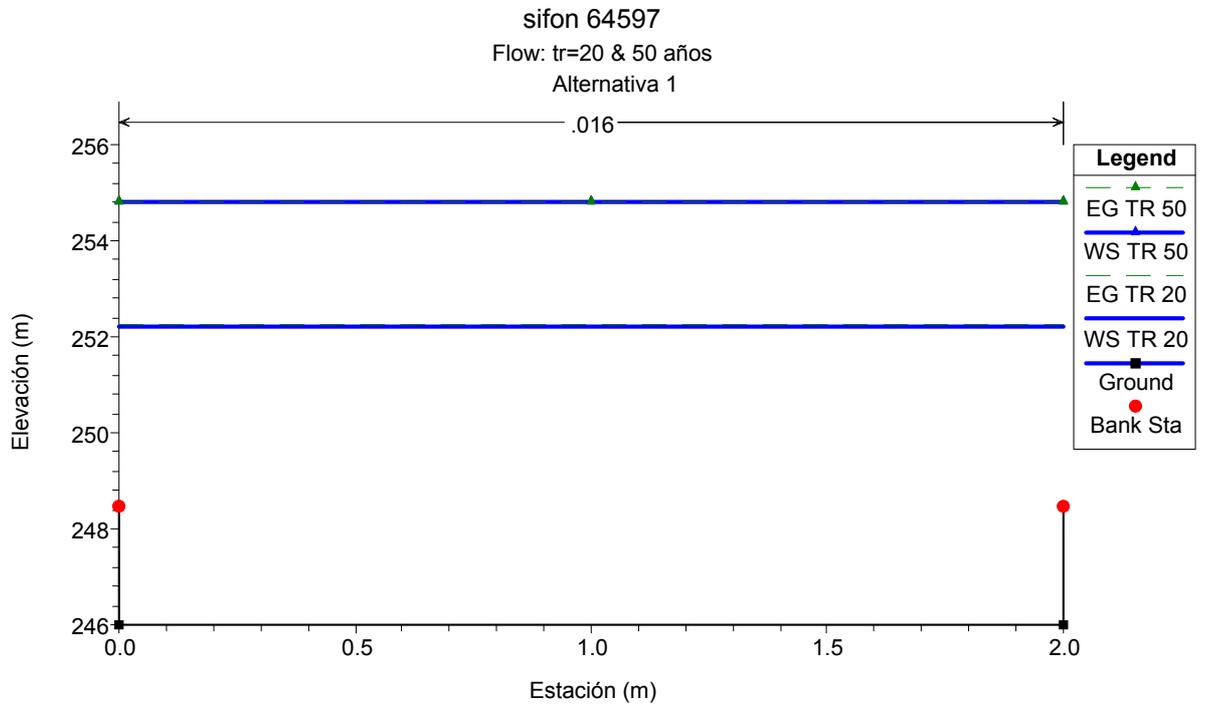


Figura 23. Sección transversal 15 inmediatamente agua arriba del sifón

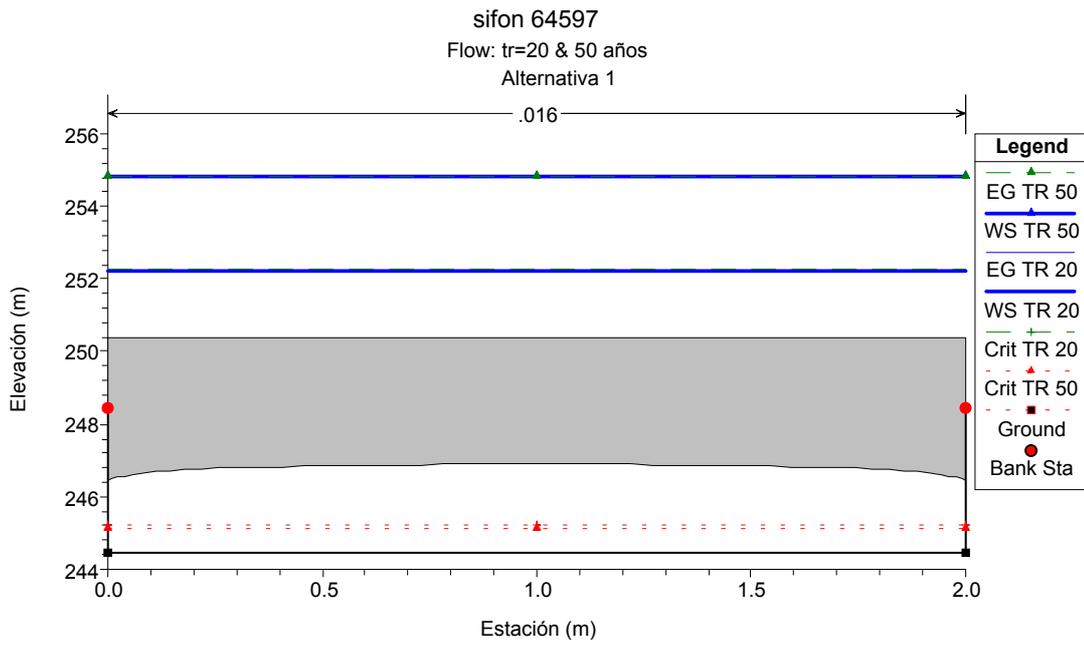


Figura 24. Sección transversal 14.5 que representa la sifón aguas arriba

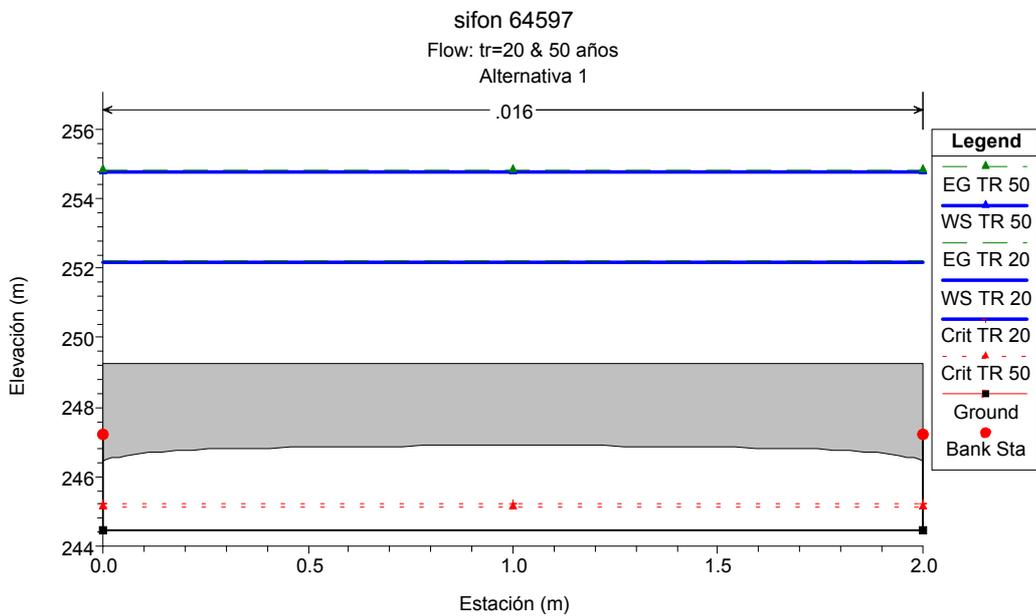


Figura 25. Sección transversal 14.5 que representa al sifón aguas abajo

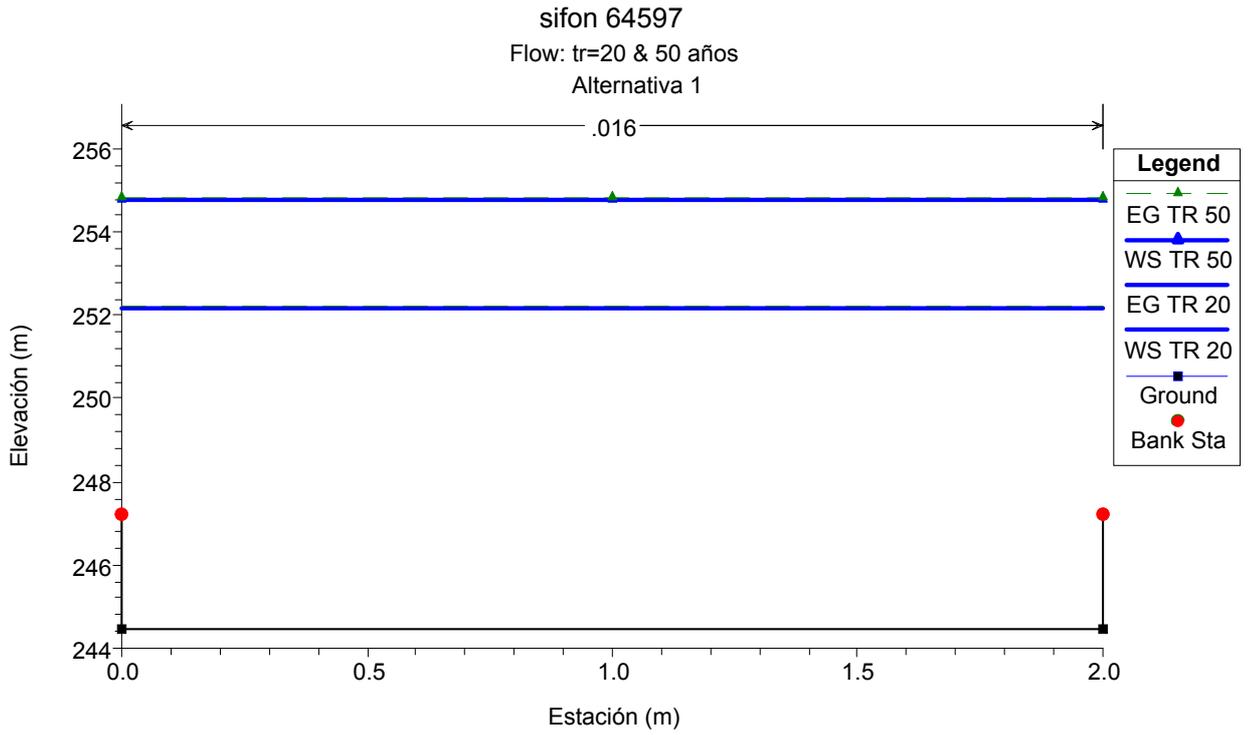


Figura 26. Sección transversal 14 inmediatamente aguas abajo del sifón

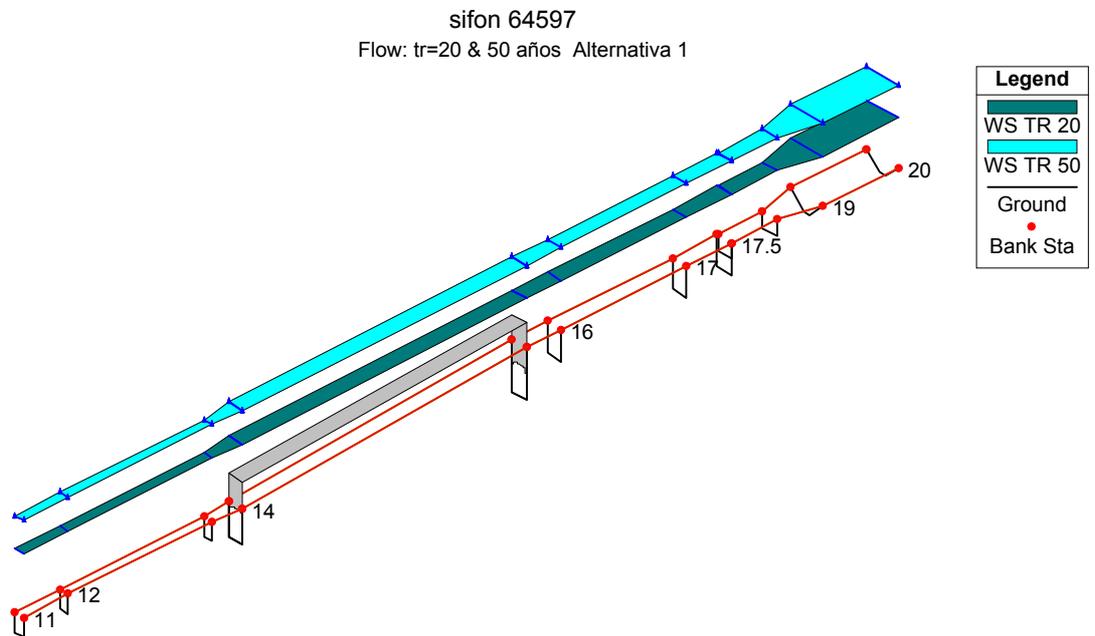


Figura 27. Vista tridimensional del esquema modelado

Tabla 14. Características hidráulicas del Sifón 3

Alternativa 1

Características	TR = 20 años	TR = 50 años
Q (m ³ /s)	4.31	3.63
Cota Energía ag arr (m)	252.25	254.82
Cota agua ag. arr (m)	252.24	254.8
Cota Energía ag ab (m)	252.21	254.8
Cota Agua ag ab (m)	252.2	254.78
Diferencia cota energía (m)	0.04	0.02
Diferencia cota agua (m)	0.04	0.02
Control	Salida	Salida
Cota agua entrada (m)	246.9	246.9
Cota agua salida (m)	246.9	246.9
Tirante crítico (m)	0.78	0.69
Longitud sifón (m)	18.83	18.83
Velocidad sifón ag. arr (m/s)	0.91	0.77
Velocidad sifón ag. ab. (m/s)	0.91	0.77
Cota fondo sifón ag. arr. (m)	244.45	244.45
Cota fondo sifón ag. Ab. (m)	244.45	244.45
Pérdida sifón fricción (m)	0.01	0.01
Pérdida sifón salida (m)	0.03	0.01
Pérdida sifón entrada (m)	0.01	0.01

Tabla 15. Características hidráulicas de las secciones

Estación	TR (años)	Q Total (m³/s)	Elevación mínima (m)	Sup. pelo de agua (m)	Profundidad (m)	Sup. Crítica (m)	Línea energía (m)	Pendiente línea energía (m)	Velocidad canal (m/s)	Área flujo (m²)	Ancho superior (m)	Nº Froude
20	20	8.86	247.21	252.26	4.53	248.46	252.27	0.000026	0.43	20.4	4.5	0.07
	50	12.63	247.21	254.83	7.1	248.65	254.83	0.000019	0.4	31.96	4.5	0.05
19	20	8.86	247.2	252.26	4.54		252.27	0.000026	0.43	20.45	4.5	0.06
	50	12.63	247.2	254.83	7.11		254.83	0.000019	0.39	32	4.5	0.05
18	20	8.86	247.2	252.22	5.02		252.26	0.000253	0.88	10.05	2	0.13
	50	12.63	247.2	254.8	7.6		254.83	0.000209	0.83	15.19	2	0.1
17.5	20	8.86	247.2	252.22	5.02		252.26	0.000254	0.88	10.05	2	0.13
	50	12.63	247.2	254.8	7.6		254.83	0.000209	0.83	15.19	2	0.1
17.4	20	8.86	246	252.23	6.23		252.26	0.000158	0.71	12.47	2	0.09
	50	12.63	246	254.8	8.8		254.83	0.000152	0.72	17.6	2	0.08
17	20	8.86	246	252.23	6.23		252.26	0.000158	0.71	12.47	2	0.09
	50	12.63	246	254.8	8.8		254.83	0.000152	0.72	17.6	2	0.08
16	20	8.86	246	252.23	6.23		252.26	0.000158	0.71	12.46	2	0.09
	50	12.63	246	254.8	8.8		254.83	0.000152	0.72	17.6	2	0.08
15	20	8.86	244.45	252.24	7.79	245.71	252.25	0.000097	0.57	15.58	2	0.07
	50	12.63	244.45	254.8	10.35	246.04	254.82	0.000108	0.61	20.71	2	0.06
14.5		Sifón										
14	20	8.86	244.45	252.2	7.75		252.21	0.000098	0.57	15.49	2	0.07
	50	12.63	244.45	254.78	10.33		254.8	0.000108	0.61	20.66	2	0.06
13	20	8.86	245.7	252.12	6.42		252.2	0.000996	1.25	7.07	1.1	0.16
	50	12.63	245.7	254.71	9.01		254.79	0.000998	1.27	9.91	1.1	0.14
12	20	8.86	245.7	252.12	6.42		252.2	0.000999	1.26	7.06	1.1	0.16
	50	12.63	245.7	254.7	9		254.78	0.001	1.28	9.9	1.1	0.14
11	20	8.86	245.7	252.11	6.41	247.58	252.19	0.001	1.26	7.05	1.1	0.16
	50	12.63	245.7	254.7	9	248.07	254.78	0.001001	1.28	9.9	1.1	0.14

Se puede concluir del análisis de las Tablas 14 y 15 y Figuras 19 a 27 que en el caso de la Alternativa 1:

- El sifón funciona a presión en ambos casos conduciendo el 49% y 29% del caudal para TR=20 y 50 años respectivamente.
- El escurrimiento sobrepasa el coronamiento de las márgenes del Canal Principal de Riego en ambos casos.

ALTERNATIVA 1.1 (Lámina 06)

	H (m)	B (m)
Embocadura	2,45	2,00
Sifón	2.45	2,00
Desembocadura	1,10	1,50

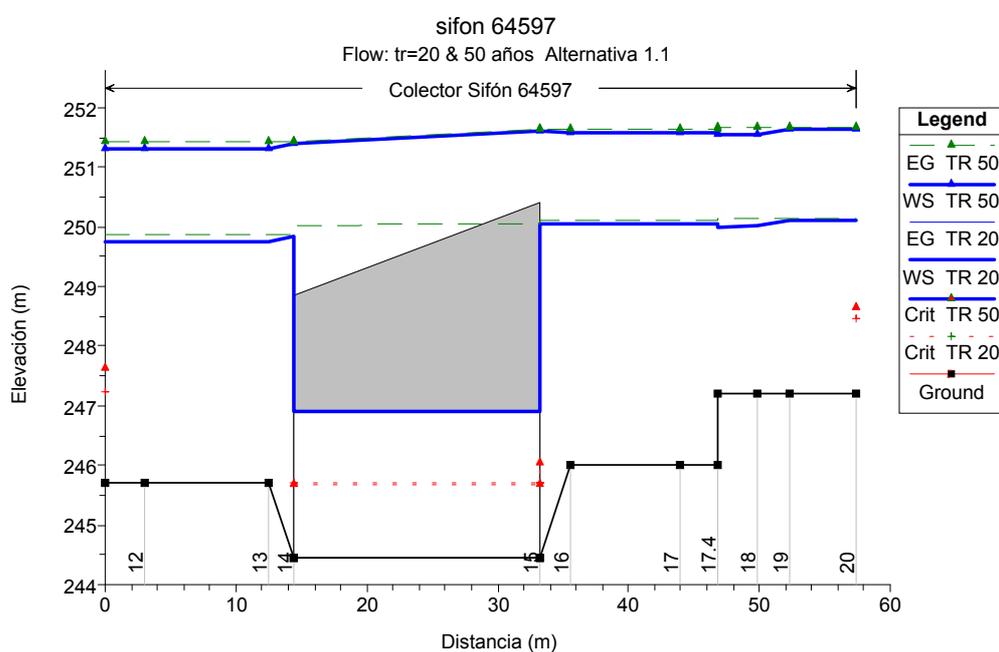


Figura 28. Perfil longitudinal con visualización de las secciones y de niveles de agua (WS), profundidades críticas (Crit) y energías (EG) para TR= 20 y 50 años

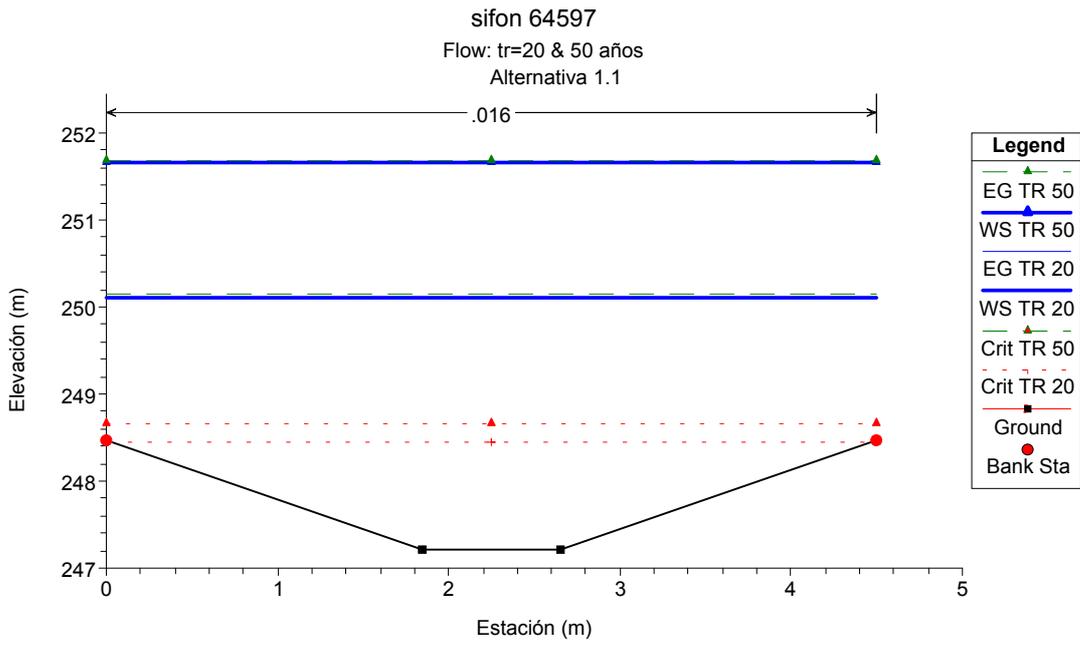


Figura 29. Sección transversal 20 aguas arriba del canal de llegada

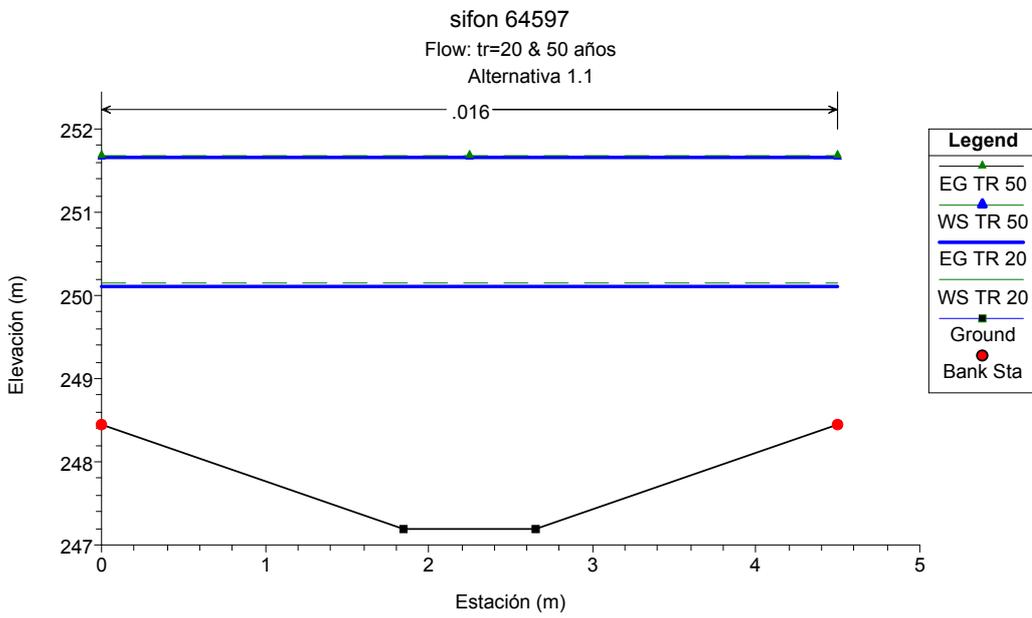


Figura 30. Sección transversal 19, fin canal de llegada

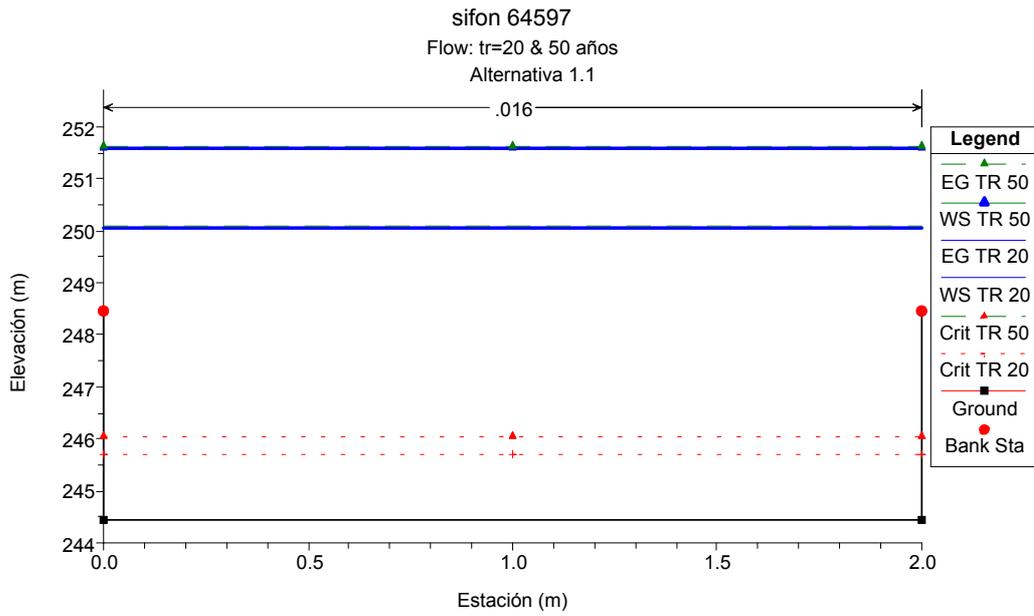


Figura 31. Sección transversal 15 inmediatamente agua arriba del sifón

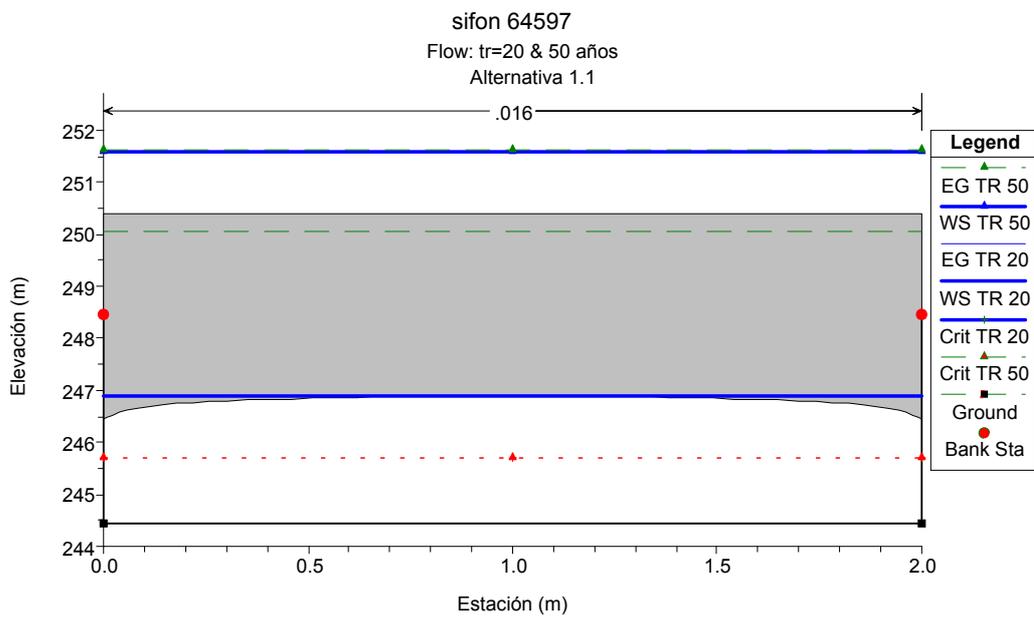


Figura 32. Sección transversal 14.5 que representa la sifón aguas arriba

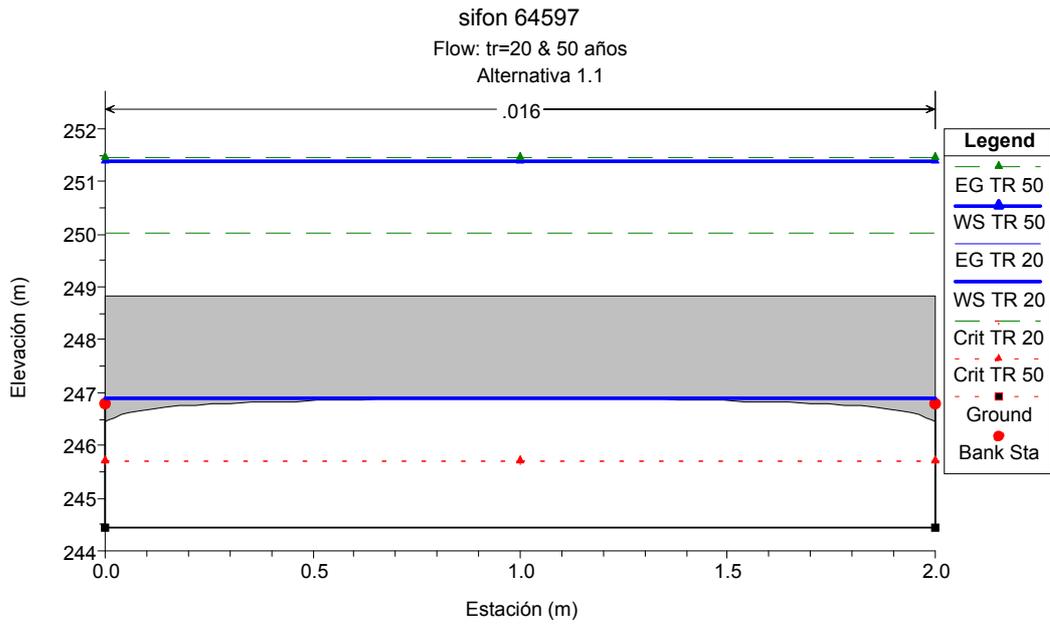


Figura 33. Sección transversal 14.5 que representa al sifón aguas abajo

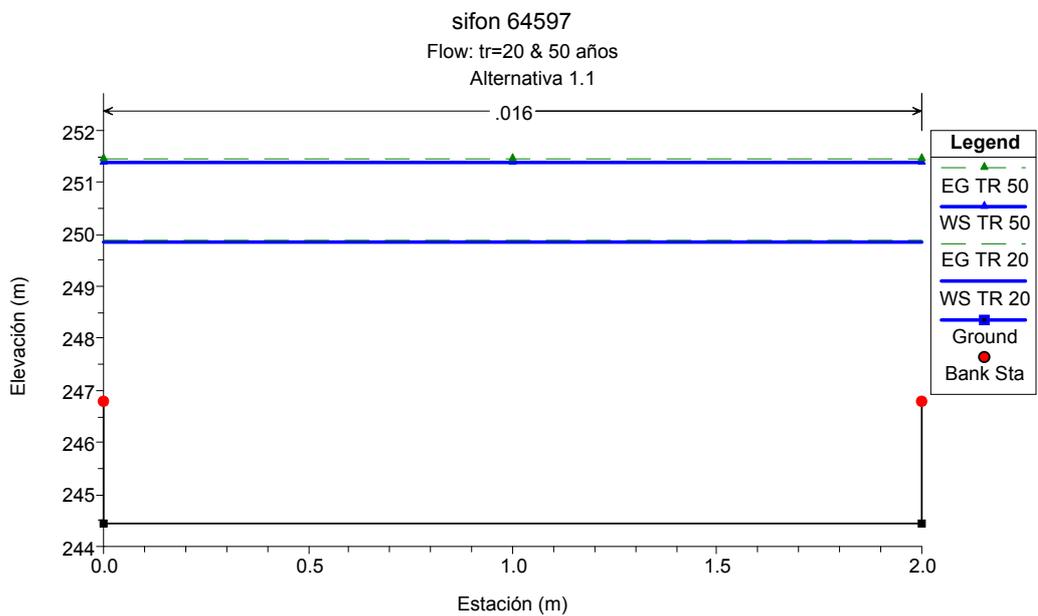


Figura 34. Sección transversal 14 inmediatamente aguas abajo del sifón

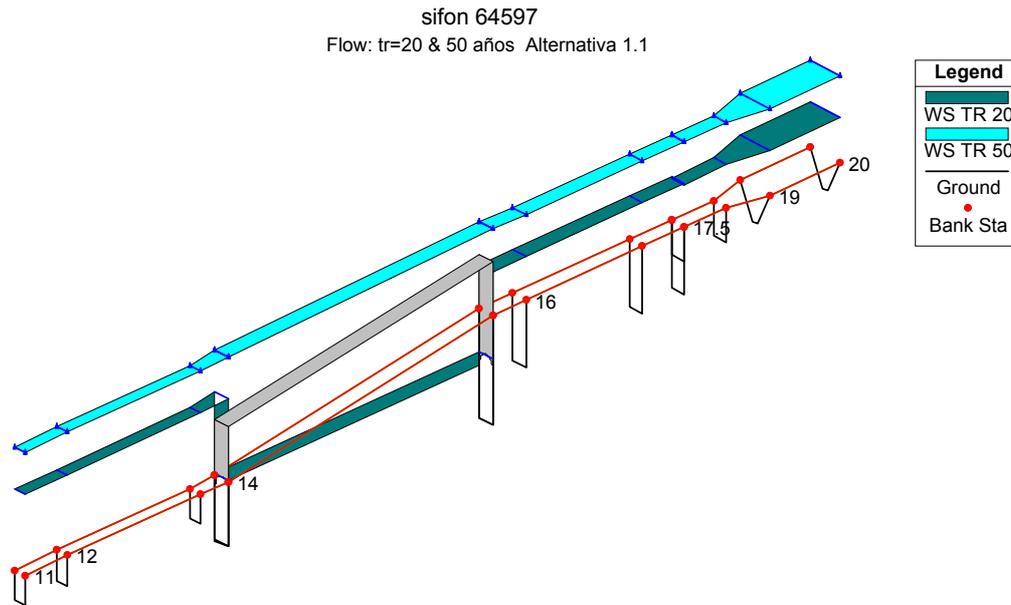


Figura 35. Vista tridimensional del esquema modelado

Tabla 16. Características hidráulicas del Sifón 3

Alternativa 1.1

Características	TR = 20 años	TR = 50 años
Q (m ³ /s)	8.86	8.67
Cota Energía ag arr (m)	250.1	251.64
Cota agua ag. arr (m)	250.07	251.6
Cota Energía ag ab (m)	249.88	251.44
Cota Agua ag ab (m)	249.85	251.4
Diferencia cota energía (m)	0.22	0.2
Diferencia cota agua (m)	0.22	0.2
Control	Salida	Salida
Cota agua entrada (m)	246.9	246.9
Cota agua salida (m)	246.9	246.9
Tirante crítico (m)	1.26	1.24
Longitud sifón (m)	18.83	18.83
Velocidad sifón ag. arr (m/s)	1.87	1.83
Velocidad sifón ag. ab. (m/s)	1.87	1.83
Cota fondo sifón ag. arr. (m)	244.45	244.45
Cota fondo sifón ag. Ab. (m)	244.45	244.45
Pérdida sifón fricción (m)	0.04	0.03
Pérdida sifón salida (m)	0.14	0.13
Pérdida sifón entrada (m)	0.04	0.03

Tabla 17. Características hidráulicas de las secciones

Estación	TR (años)	Q Total (m³/s)	Elevación mínima (m)	Sup. pelo de agua (m)	Profundidad (m)	Sup. Crítica (m)	Línea energía (m)	Pendiente línea energía (m)	Velocidad canal (m/s)	Área flujo (m²)	Ancho superior (m)	Nº Froude
20	20	8.86	247.21	250.11	2.39	248.45	250.15	0.000129	0.82	10.74	4.5	0.17
	50	12.63	247.21	251.65	3.93	248.65	251.68	0.000075	0.71	17.68	4.5	0.12
19	20	8.86	247.2	250.11	2.4		250.15	0.000127	0.82	10.79	4.5	0.17
	50	12.63	247.2	251.65	3.94		251.68	0.000074	0.71	17.72	4.5	0.11
18	20	8.86	247.2	250.01	2.81		250.14	0.000956	1.58	5.62	2	0.3
	50	12.63	247.2	251.56	4.36		251.67	0.000706	1.45	8.73	2	0.22
17.5	20	8.86	247.2	250.01	2.81		250.13	0.000958	1.58	5.61	2	0.3
	50	12.63	247.2	251.56	4.36		251.67	0.000707	1.45	8.72	2	0.22
17.4	20	8.86	246	250.05	4.05		250.11	0.000411	1.09	8.1	2	0.17
	50	12.63	246	251.59	5.59		251.66	0.000407	1.13	11.18	2	0.15
17	20	8.86	246	250.05	4.05		250.11	0.000411	1.09	8.1	2	0.17
	50	12.63	246	251.59	5.59		251.65	0.000407	1.13	11.18	2	0.15
16	20	8.86	246	250.05	4.05		250.11	0.000412	1.09	8.09	2	0.17
	50	12.63	246	251.59	5.59		251.65	0.000408	1.13	11.17	2	0.15
15	20	8.86	244.45	250.07	5.62	245.71	250.1	0.000198	0.79	11.23	2	0.11
	50	12.63	244.45	251.6	7.15	246.05	251.64	0.000238	0.88	14.31	2	0.11
14.5		Sifón										
14	20	8.86	244.45	249.85	5.4		249.88	0.000216	0.82	10.8	2	0.11
	50	12.63	244.45	251.4	6.95		251.44	0.000253	0.91	13.91	2	0.11
13	20	8.86	245.7	249.77	4.07		249.87	0.000993	1.45	6.1	1.5	0.23
	50	12.63	245.7	251.32	5.62		251.44	0.000996	1.5	8.43	1.5	0.2
12	20	8.86	245.7	249.76	4.06		249.87	0.000998	1.46	6.09	1.5	0.23
	50	12.63	245.7	251.31	5.61		251.43	0.001	1.5	8.42	1.5	0.2
11	20	8.86	245.7	249.75	4.05	247.22	249.86	0.001	1.46	6.08	1.5	0.23
	50	12.63	245.7	251.31	5.61	247.63	251.42	0.001001	1.5	8.41	1.5	0.2

Se puede concluir del análisis de las Tablas 16 y 17 y Figuras 28 a 35 que en el caso de la Alternativa 1.1:

- El sifón funciona a presión en ambos casos conduciendo el 100% y 69% del caudal para TR=20 y 50 años respectivamente..
- El escurrimiento sobrepasa el coronamiento de las márgenes del Canal Principal de Riego en el caso de TR= 50 años.

ALTERNATIVA 2 (Lámina 07)

	H (m)	B (m)
Embocadura	2,45	2,00
Sifón	1,50	1,10
Desembocadura	1,50	1,10

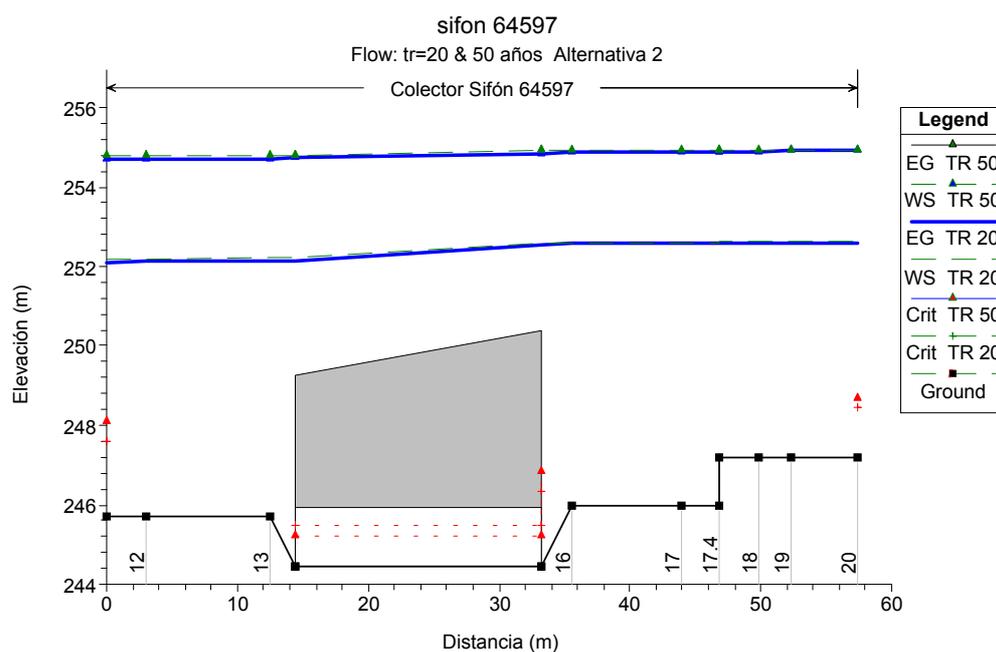


Figura 36. Perfil longitudinal con visualización de las secciones y de niveles de agua (WS), profundidades críticas (Crit) y energías (EG) para TR= 20 y 50 años

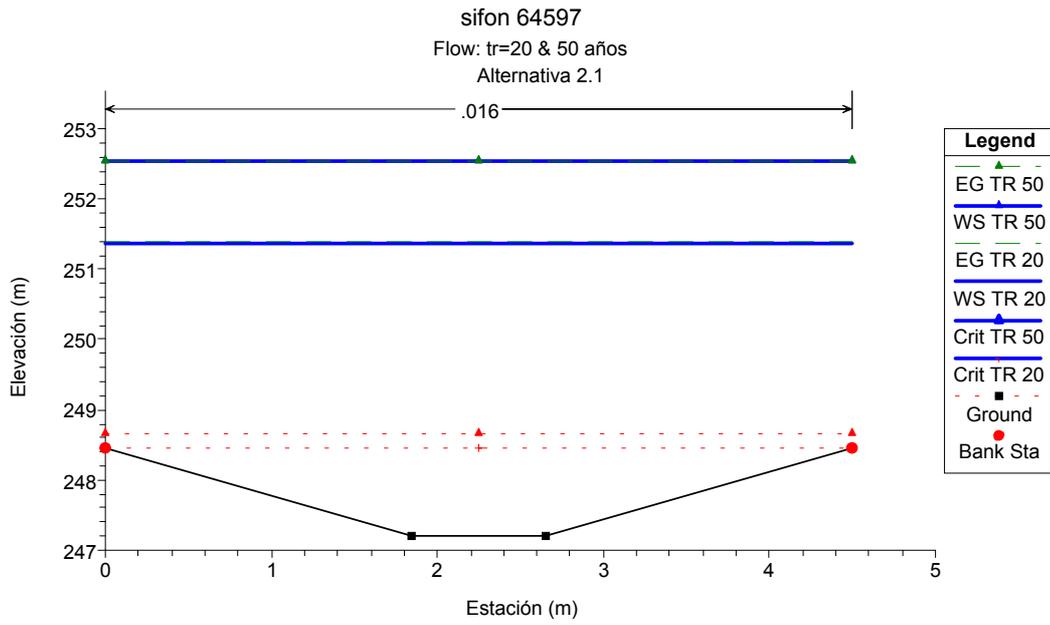


Figura 37. Sección transversal 20 aguas arriba del canal de llegada

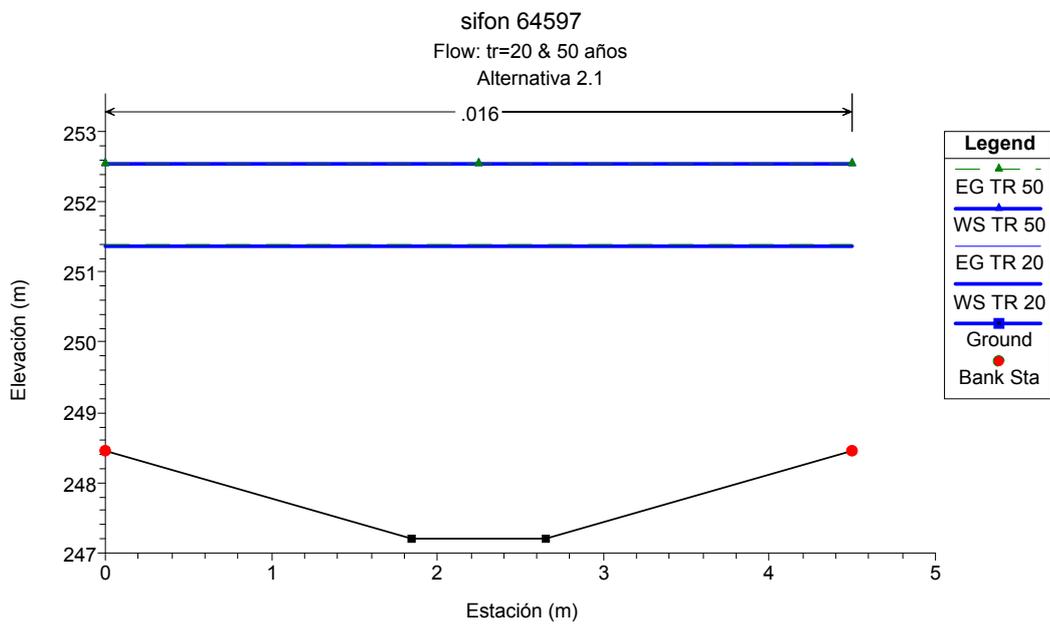


Figura 38. Sección transversal 19, fin canal de llegada

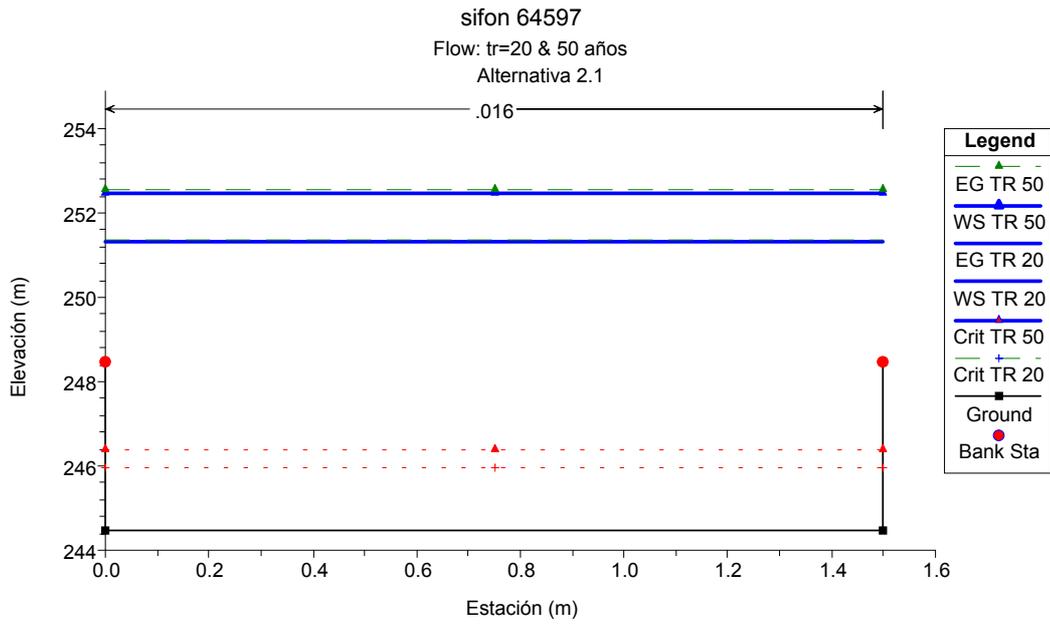


Figura 39. Sección transversal 15 inmediatamente agua arriba del sifón

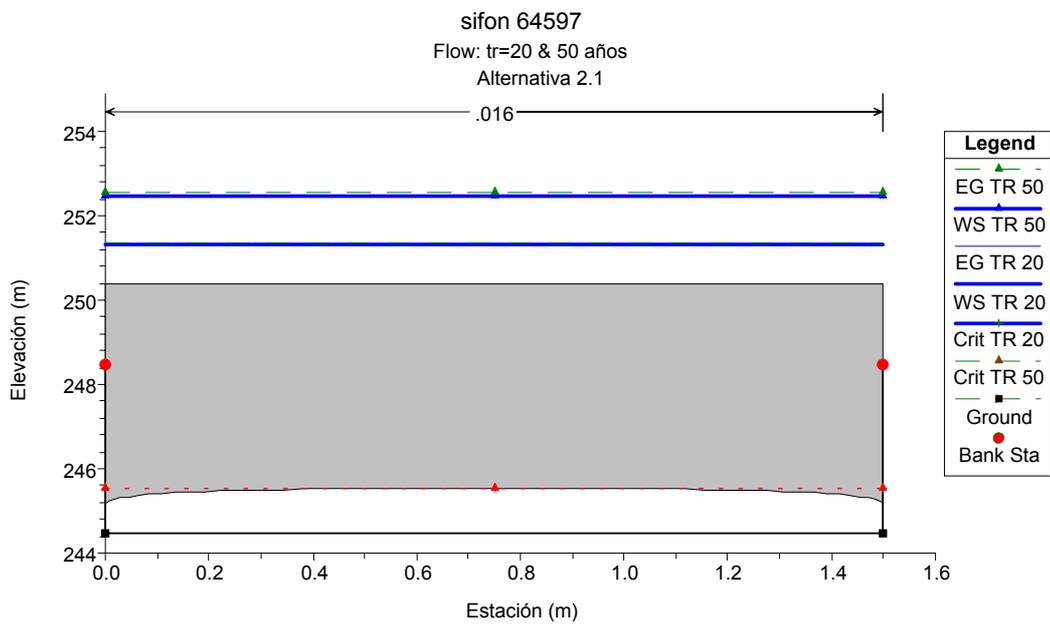


Figura 40. Sección transversal 14.5 que representa la sifón aguas arriba

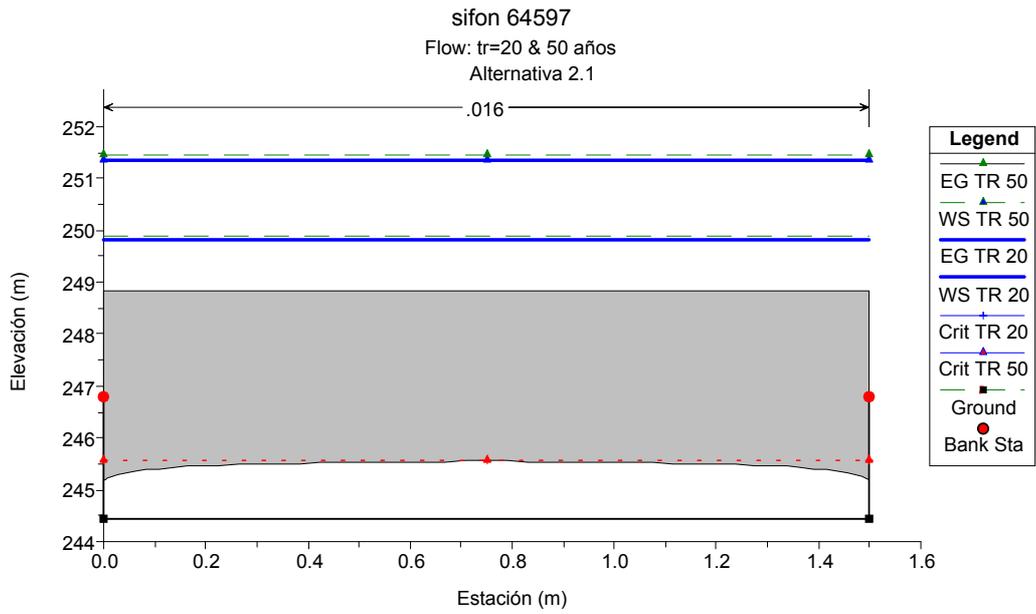


Figura 41. Sección transversal 14.5 que representa al sifón aguas abajo

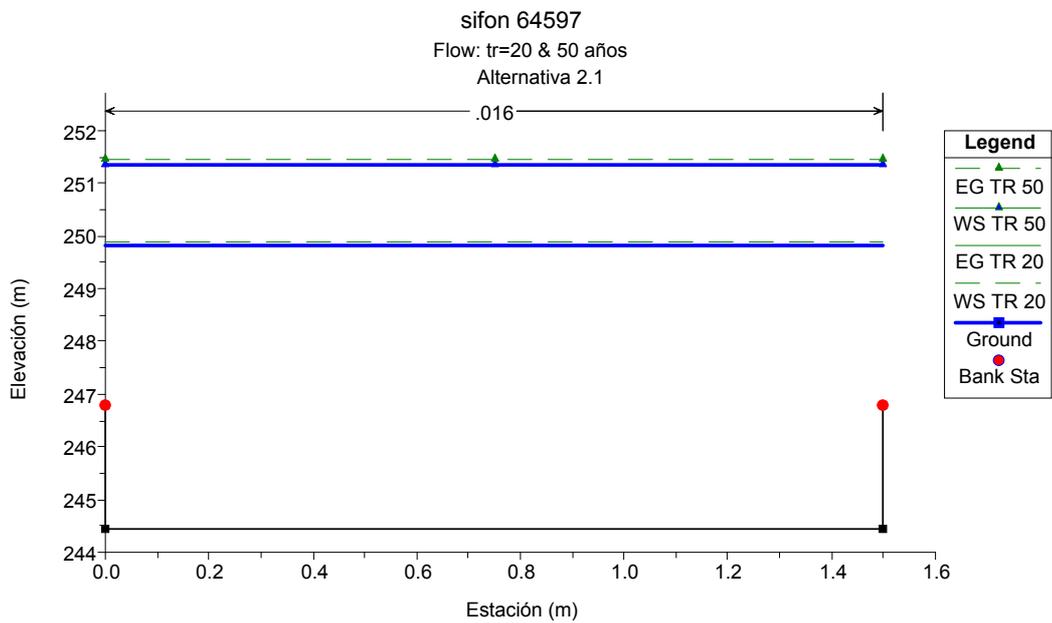


Figura 42. Sección transversal 14 inmediatamente aguas abajo del sifón

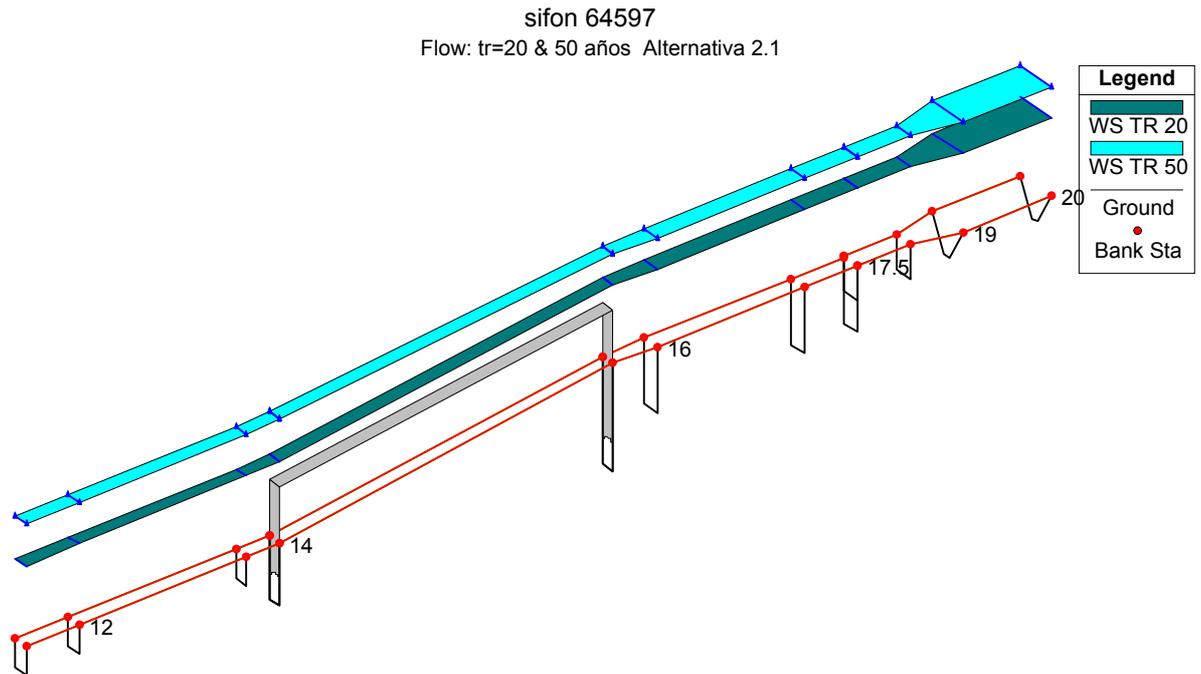


Figura 43. Vista tridimensional del esquema modelado

Tabla 18. Características hidráulicas del Sifón 3

Alternativa 2

Características	TR = 20 años	TR = 50 años
Q (m ³ /s)	3.72	2.37
Cota Energía ag arr (m)	252.6	254.92
Cota agua ag. arr (m)	252.55	254.85
Cota Energía ag ab (m)	252.21	254.8
Cota Agua ag ab (m)	252.15	254.73
Diferencia cota energía (m)	0.39	0.12
Diferencia cota agua (m)	0.4	0.12
Control	Salida	Salida
Cota agua entrada (m)	245.95	245.95
Cota agua salida (m)	245.95	245.95
Tirante crítico (m)	1.05	0.78
Longitud sifón (m)	18.83	18.83
Velocidad sifón ag. arr (m/s)	2.32	1.48
Velocidad sifón ag. ab. (m/s)	2.32	1.48
Cota fondo sifón ag. arr. (m)	244.45	244.45
Cota fondo sifón ag. Ab. (m)	244.45	244.45
Pérdida sifón fricción (m)	0.12	0.05
Pérdida sifón salida (m)	0.22	0.05
Pérdida sifón entrada (m)	0.06	0.02

Tabla 19. Características hidráulicas de las secciones

Estación	TR (años)	Q Total (m³/s)	Elevación mínima (m)	Sup. pelo de agua (m)	Profundidad (m)	Sup. Crítica (m)	Línea energía (m)	Pendiente línea energía (m)	Velocidad canal (m/s)	Área flujo (m²)	Ancho superior (m)	Nº Froude
20	20	8.86	247.21	252.6	4.88	248.45	252.61	0.000022	0.4	21.96	4.5	0.06
	50	12.63	247.21	254.92	7.2	248.65	254.93	0.000018	0.39	32.38	4.5	0.05
19	20	8.86	247.2	252.6	4.89		252.61	0.000022	0.4	22	4.5	0.06
	50	12.63	247.2	254.92	7.21		254.93	0.000018	0.39	32.43	4.5	0.05
18	20	8.86	247.2	252.57	5.37		252.61	0.000218	0.82	10.75	2	0.11
	50	12.63	247.2	254.89	7.69		254.93	0.000203	0.82	15.38	2	0.09
17.5	20	8.86	247.2	252.57	5.37		252.61	0.000218	0.82	10.75	2	0.11
	50	12.63	247.2	254.89	7.69		254.92	0.000203	0.82	15.38	2	0.09
17.4	20	8.86	246	252.58	6.58		252.6	0.00014	0.67	13.16	2	0.08
	50	12.63	246	254.9	8.9		254.92	0.000149	0.71	17.79	2	0.08
17	20	8.86	246	252.58	6.58		252.6	0.00014	0.67	13.16	2	0.08
	50	12.63	246	254.9	8.9		254.92	0.000149	0.71	17.79	2	0.08
16	20	8.86	246	252.58	6.58		252.6	0.00014	0.67	13.16	2	0.08
	50	12.63	246	254.89	8.89		254.92	0.000149	0.71	17.79	2	0.08
15	20	8.86	244.45	252.55	8.1	246.33	252.6	0.000613	0.99	8.91	1.1	0.11
	50	12.63	244.45	254.85	10.4	246.82	254.92	0.000741	1.1	11.44	1.1	0.11
14.5		Sifón										
14	20	8.86	244.45	252.15	7.7		252.21	0.000681	1.05	8.47	1.1	0.12
	50	12.63	244.45	254.73	10.28		254.8	0.000759	1.12	11.31	1.1	0.11
13	20	8.86	245.7	252.12	6.42		252.2	0.000996	1.25	7.07	1.1	0.16
	50	12.63	245.7	254.71	9.01		254.79	0.000998	1.27	9.91	1.1	0.14
12	20	8.86	245.7	252.12	6.42		252.2	0.000999	1.26	7.06	1.1	0.16
	50	12.63	245.7	254.7	9		254.78	0.001	1.28	9.9	1.1	0.14
11	20	8.86	245.7	252.11	6.41	247.58	252.19	0.001	1.26	7.05	1.1	0.16
	50	12.63	245.7	254.7	9	248.07	254.78	0.001001	1.28	9.9	1.1	0.14

Se puede concluir del análisis de las Tablas 18 y 19 y Figuras 36 a 43 que en el caso de la Alternativa 2:

- El sifón funciona a presión en ambos casos conduciendo el 42% y 19% del caudal para TR=20 y 50 años respectivamente.
- El escurrimiento sobrepasa el coronamiento de las márgenes del Canal Principal de Riego en ambos casos.

ALTERNATIVA 2.1 (Lámina 08)

	H (m)	B (m)
Embocadura	2,45	2,00
Sifón	1,10	1,50
Desembocadura	1,10	1,50

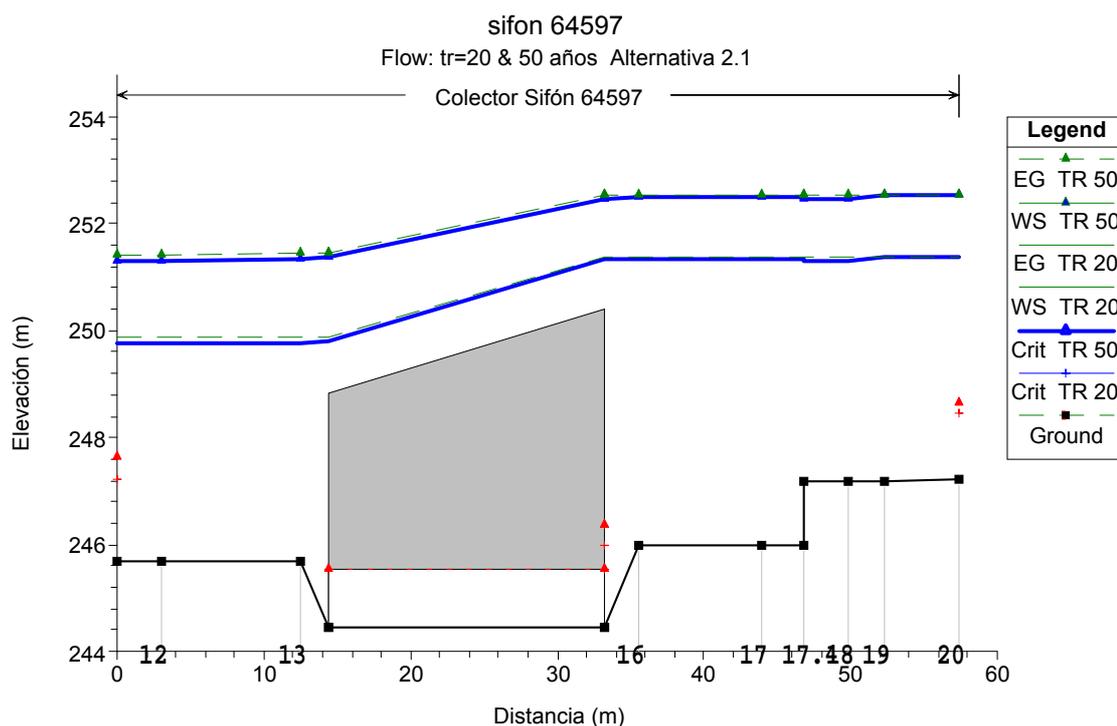


Figura 44. Perfil longitudinal con visualización de las secciones y de niveles de agua (WS), profundidades críticas (Crit) y energías (EG) para TR= 20 y 50 años

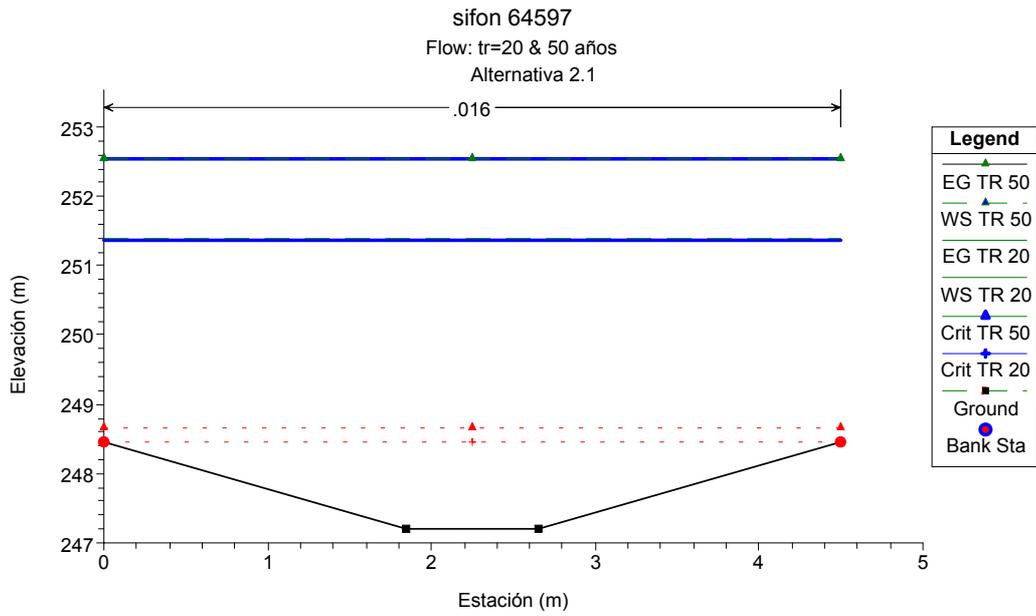


Figura 45. Sección transversal 20 aguas arriba del canal de llegada

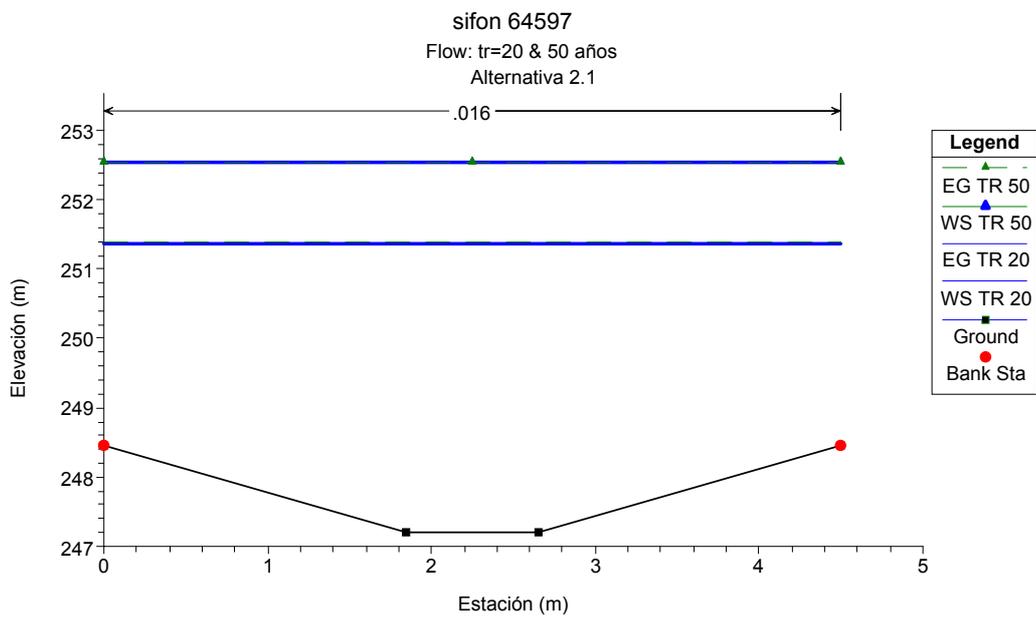


Figura 46. Sección transversal 19, fin canal de llegada

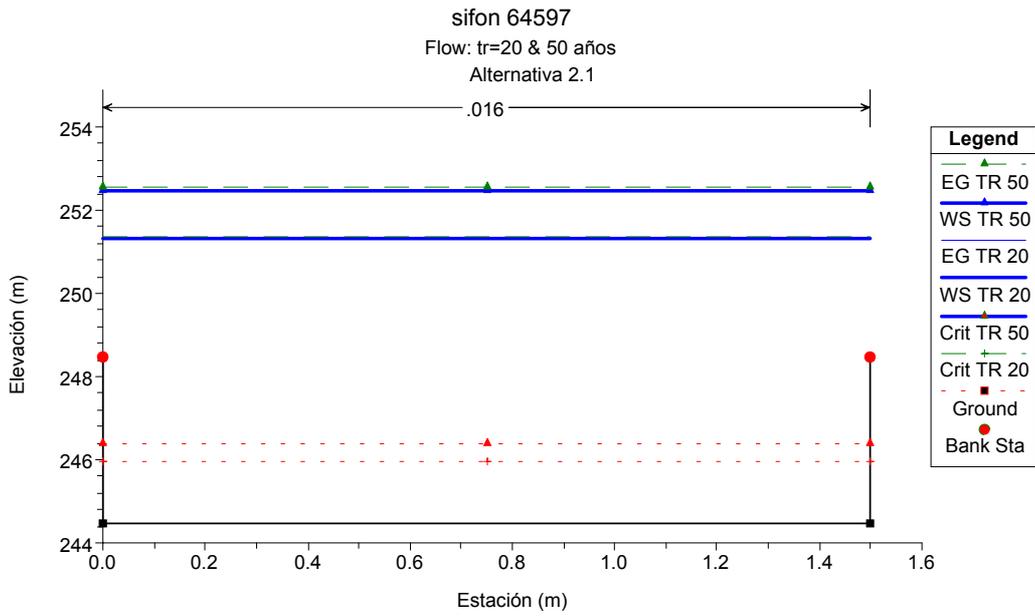


Figura 47. Sección transversal 15 inmediatamente agua arriba del sifón

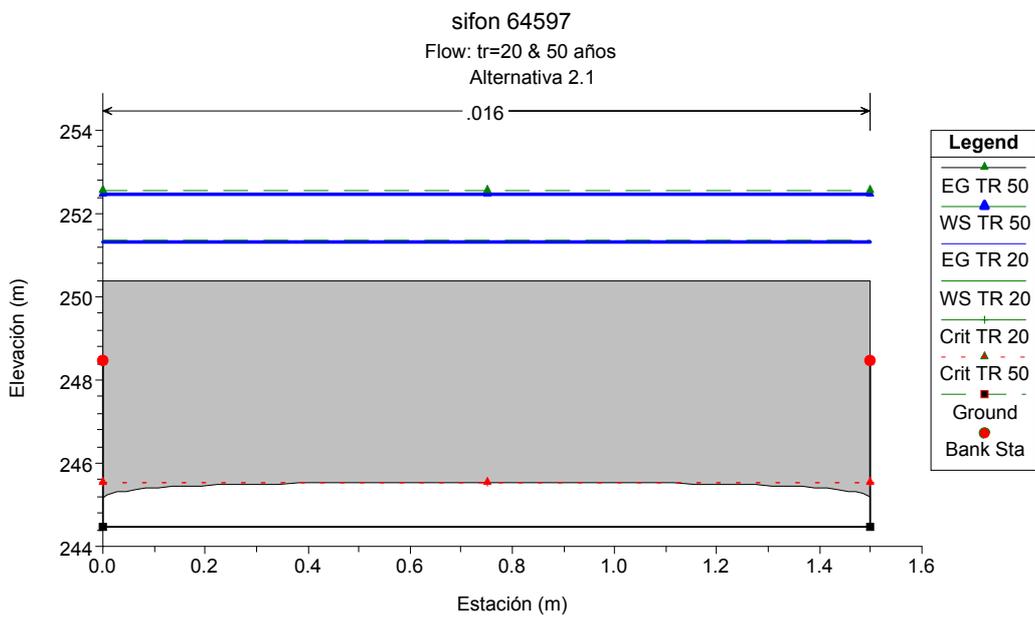


Figura 48. Sección transversal 14.5 que representa la sifón aguas arriba

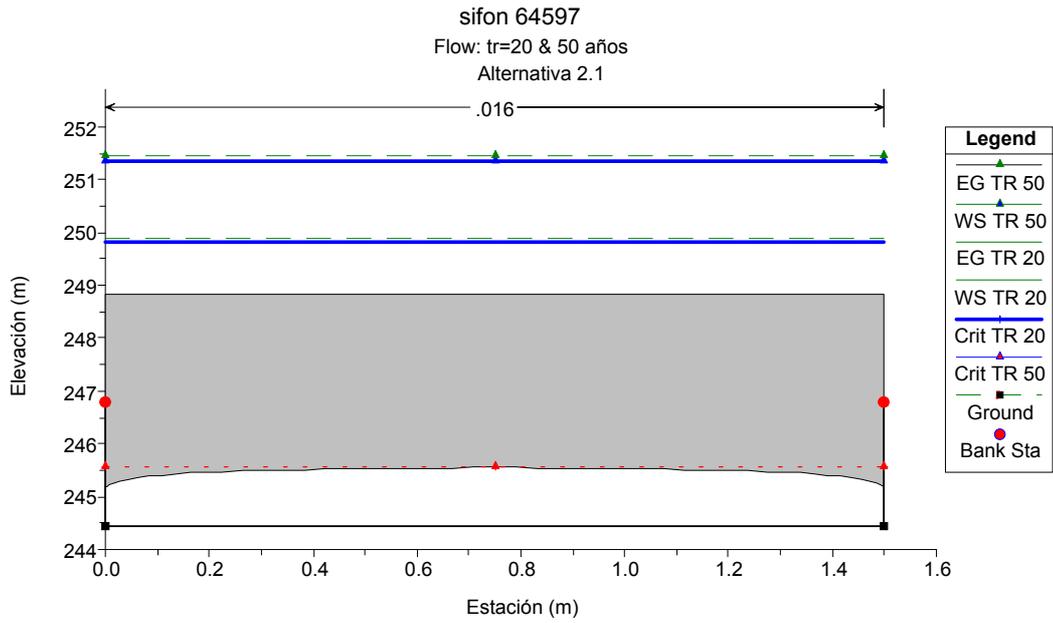


Figura 49. Sección transversal 14.5 que representa al sifón aguas abajo

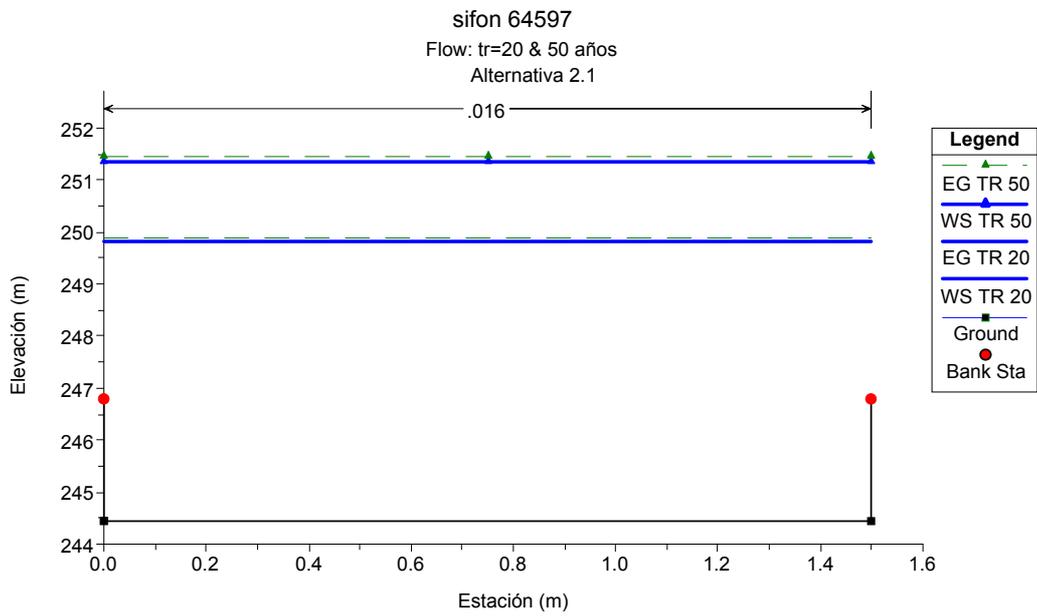


Figura 50. Sección transversal 14 inmediatamente aguas abajo del sifón

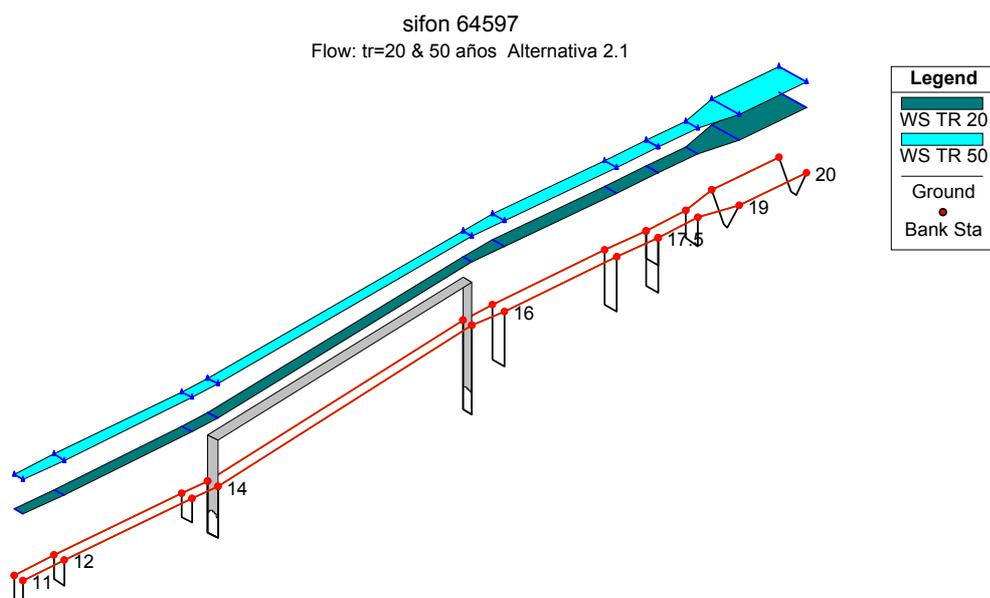


Figura 51. Vista tridimensional del esquema modelado

Tabla 20. Características hidráulicas del Sifón 3

Alternativa 2.1

Características	TR = 20 años	TR = 50 años
Q (m ³ /s)	6.8	5.9
Cota Energía ag arr (m)	251.37	252.53
Cota agua ag. arr (m)	251.33	252.48
Cota Energía ag ab (m)	249.88	251.44
Cota Agua ag ab (m)	249.82	251.37
Diferencia cota energía (m)	1.49	1.09
Diferencia cota agua (m)	1.51	1.11
Control	Salida	Salida
Cota agua entrada (m)	245.55	245.55
Cota agua salida (m)	245.55	245.55
Tirante crítico (m)	1.1	1.1
Longitud sifón (m)	18.83	18.83
Velocidad sifón ag. arr (m/s)	4.32	3.75
Velocidad sifón ag. ab. (m/s)	4.32	3.75
Cota fondo sifón ag. arr. (m)	244.45	244.45
Cota fondo sifón ag. Ab. (m)	244.45	244.45
Pérdida sifón fricción (m)	0.41	0.31
Pérdida sifón salida (m)	0.89	0.64
Pérdida sifón entrada (m)	0.19	0.14

Tabla 21. Características hidráulicas de las secciones

Estación	TR (años)	Q Total (m³/s)	Elevación mínima (m)	Sup. pelo de agua (m)	Profundidad (m)	Sup. Crítica (m)	Línea energía (m)	Pendiente línea energía (m)	Velocidad canal (m/s)	Área flujo (m²)	Ancho superior (m)	Nº Froude
20	20	8.86	247.21	251.37	3.65	248.45	251.38	0.000044	0.54	16.41	4.5	0.09
	50	12.63	247.21	252.53	4.81	248.65	252.55	0.000046	0.58	21.65	4.5	0.08
19	20	8.86	247.2	251.37	3.66		251.38	0.000044	0.54	16.45	4.5	0.09
	50	12.63	247.2	252.53	4.82		252.55	0.000046	0.58	21.69	4.5	0.08
18	20	8.86	247.2	251.32	4.12		251.38	0.000395	1.08	8.24	2	0.17
	50	12.63	247.2	252.47	5.27		252.55	0.000463	1.2	10.55	2	0.17
17.5	20	8.86	247.2	251.32	4.12		251.38	0.000395	1.08	8.24	2	0.17
	50	12.63	247.2	252.47	5.27		252.54	0.000463	1.2	10.54	2	0.17
17.4	20	8.86	246	251.34	5.34		251.37	0.000222	0.83	10.67	2	0.11
	50	12.63	246	252.49	6.49		252.54	0.000293	0.97	12.98	2	0.12
17	20	8.86	246	251.34	5.34		251.37	0.000222	0.83	10.67	2	0.11
	50	12.63	246	252.49	6.49		252.54	0.000294	0.97	12.98	2	0.12
16	20	8.86	246	251.33	5.33		251.37	0.000222	0.83	10.67	2	0.11
	50	12.63	246	252.49	6.49		252.53	0.000294	0.97	12.97	2	0.12
15	20	8.86	244.45	251.33	6.88	245.97	251.37	0.000318	0.86	10.32	1.5	0.1
	50	12.63	244.45	252.48	8.03	246.38	252.53	0.000466	1.05	12.04	1.5	0.12
14.5		Sifón										
14	20	8.86	244.45	249.82	5.37		249.88	0.000541	1.1	8.05	1.5	0.15
	50	12.63	244.45	251.37	6.92		251.44	0.000639	1.22	10.37	1.5	0.15
13	20	8.86	245.7	249.77	4.07		249.87	0.000993	1.45	6.1	1.5	0.23
	50	12.63	245.7	251.32	5.62		251.44	0.000996	1.5	8.43	1.5	0.2
12	20	8.86	245.7	249.76	4.06		249.87	0.000998	1.46	6.09	1.5	0.23
	50	12.63	245.7	251.31	5.61		251.43	0.001	1.5	8.42	1.5	0.2
11	20	8.86	245.7	249.75	4.05	247.22	249.86	0.001	1.46	6.08	1.5	0.23
	50	12.63	245.7	251.31	5.61	247.63	251.42	0.001001	1.5	8.41	1.5	0.2

Se puede concluir del análisis de las Tablas 20 y 21 y Figuras 44 a 51 que en el caso de la Alternativa 2.1:

- El sifón funciona a presión en ambos casos conduciendo el 77% y 47% del caudal para TR=20 y 50 años respectivamente.
- El escurrimiento sobrepasa el coronamiento de las márgenes del Canal Principal de Riego en ambos casos.

3.2 Sifón 4

El Sifón 4 cruza el Canal Principal de Riego en la progresiva 65.707 conduciendo el escurrimiento pluvial captado por el colector paralelo al Canal Principal de Riego como lo indica el plano de ubicación en la (Lámina 09).

A los efectos de la determinación de los caudales de verificación del sifón se consideró la cuenca de aporte 367 y se aplicó el Modelo de Simulación Hidrológica ARHYMO con las tormentas de diseño con tiempo de recurrencia 20 y 50 años (Figuras 52 y 53) (Tabla 22).

Tabla 22. Caudales de verificación del sifón 4

Cuenca	Área Total de Aporte	TR = 20				TR = 50			
		Q _{max}	Tiempo al pico	Suma hidrogramas	Tiempo al pico	Q _{max}	Tiempo al pico	Suma hidrogramas	Tiempo al pico
		m ³ /s	hs						
367	15.52			3.06	0.68			4.19	0.69

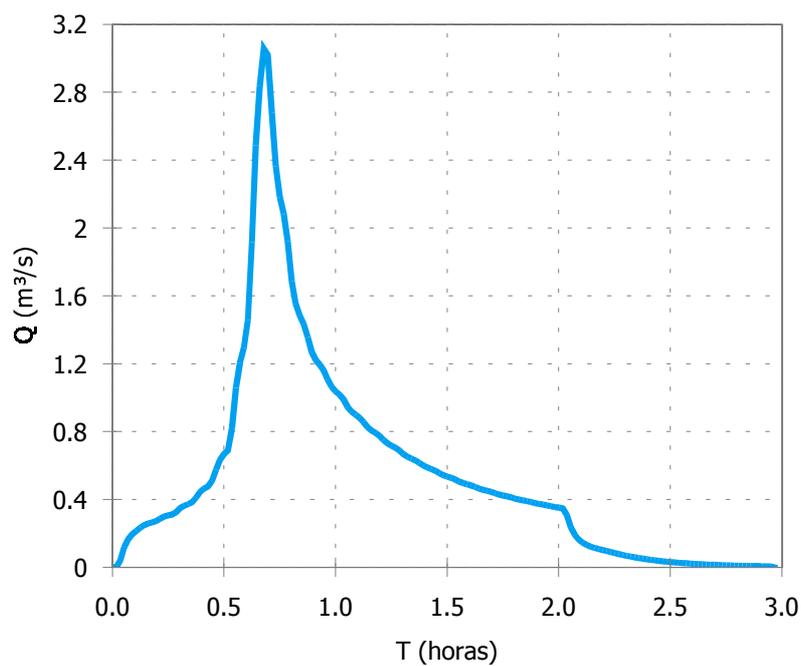


Figura 52. Hidrograma de entrada al Sifón 4 (TR = 20 años)

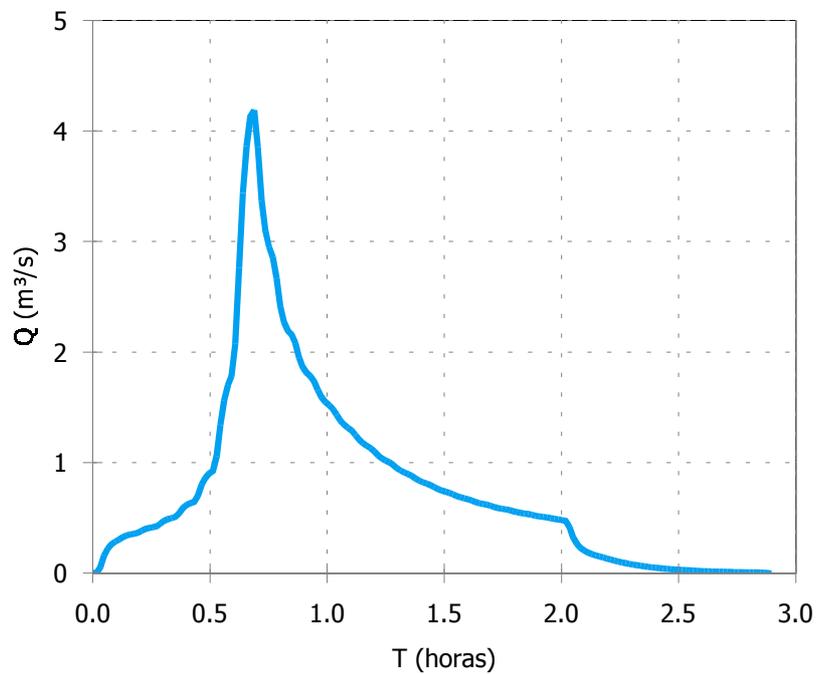


Figura 53. Hidrograma de entrada al Sifón 4 (TR = 50 años)

Para verificar su funcionamiento a través del modelo HEC-RAS se contemplaron distintas alternativas (4) de secciones del sifón, ya que debido a las condiciones existentes en el momento del relevamiento de la geometría (excesivos matorrales, agua estancada en

embocadura y desembocadura, etc.) no ha sido posible tener certeza sobre la realidad de tal aspecto. También ha presentado dificultad la interpretación del plano original del sifón “tipo” debido a su mal estado de conservación.

Alternativa 1: La sección abovedada del sifón es igual a la de la desembocadura.

Alternativa 2: La sección abovedada del sifón es igual a la de la embocadura.

Alternativa 3: La sección rectangular del sifón es igual a la de la desembocadura.

Alternativa 4: La sección rectangular del sifón es igual a la de la embocadura.

Para la modelación se tuvieron en cuenta las secciones del Colector aguas arriba del sifón y aguas abajo, de manera tal que sirvieran como condición de borde para la modelación.

ALTERNATIVA 1 (Lámina 10)

	H (m)	B (m)
Embocadura	1,80	1,50
Sifón (secc. abovedada)	1,40	1,50
Desembocadura	1,40	1,50

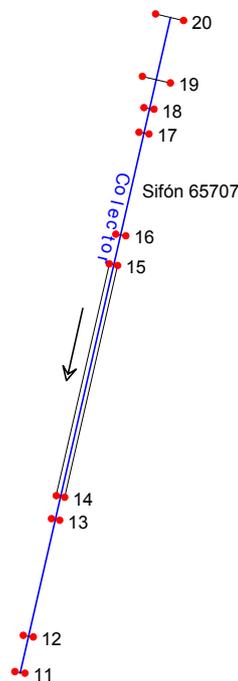


Figura 54. Esquema general de modelación. Ubicación de las secciones transversales y el sifón 4

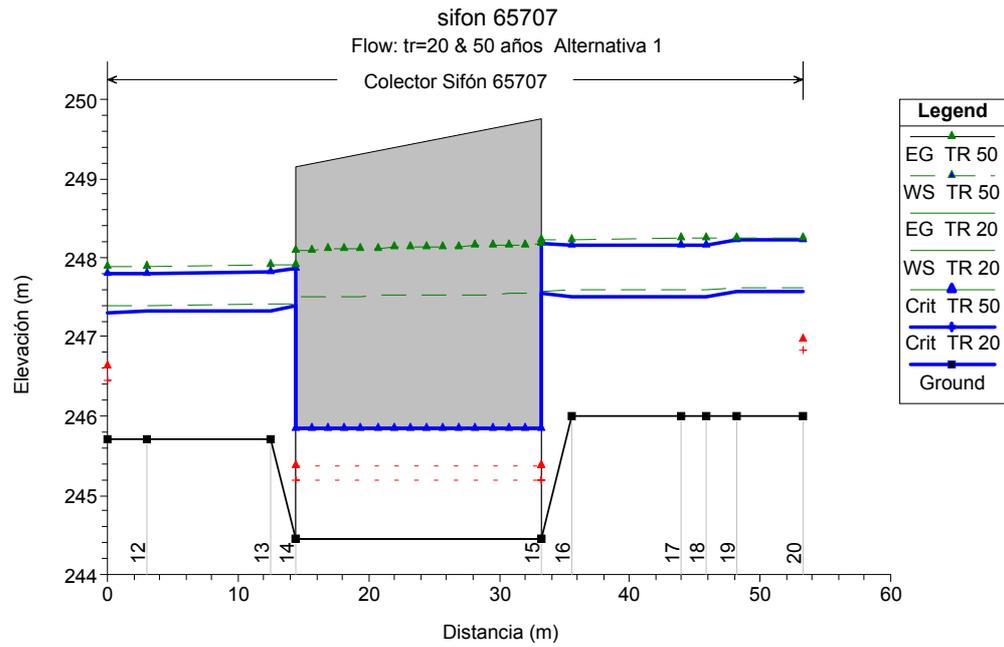


Figura 55. Perfil longitudinal con visualización de las secciones y de niveles de agua (WS), profundidades críticas (Crit) y energías (EG) para TR= 20 y 50 años

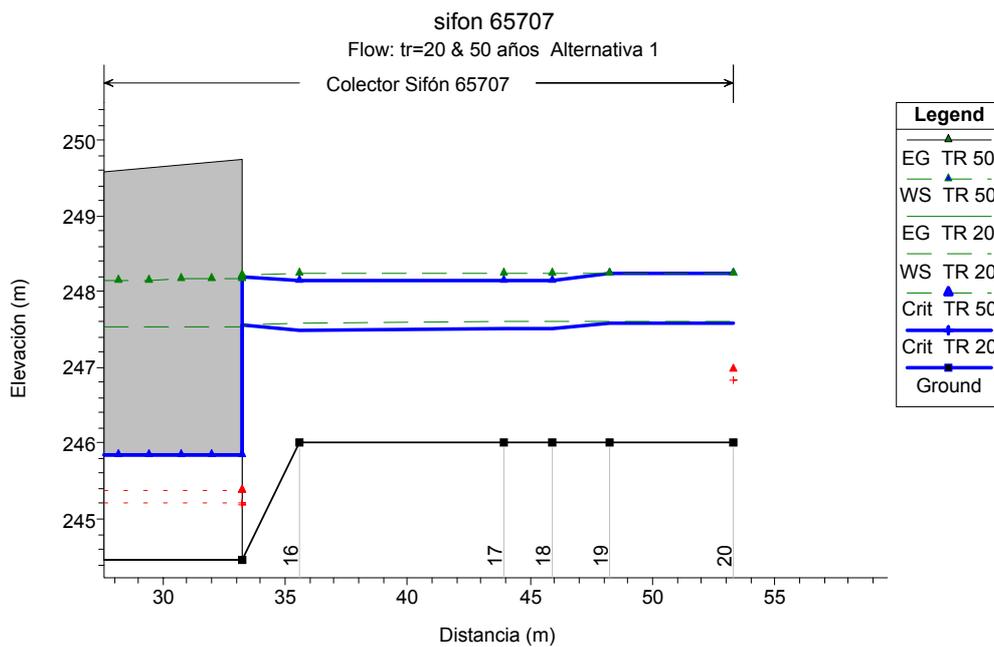


Figura 56. Perfil longitudinal con detalle de la embocadura del sifón

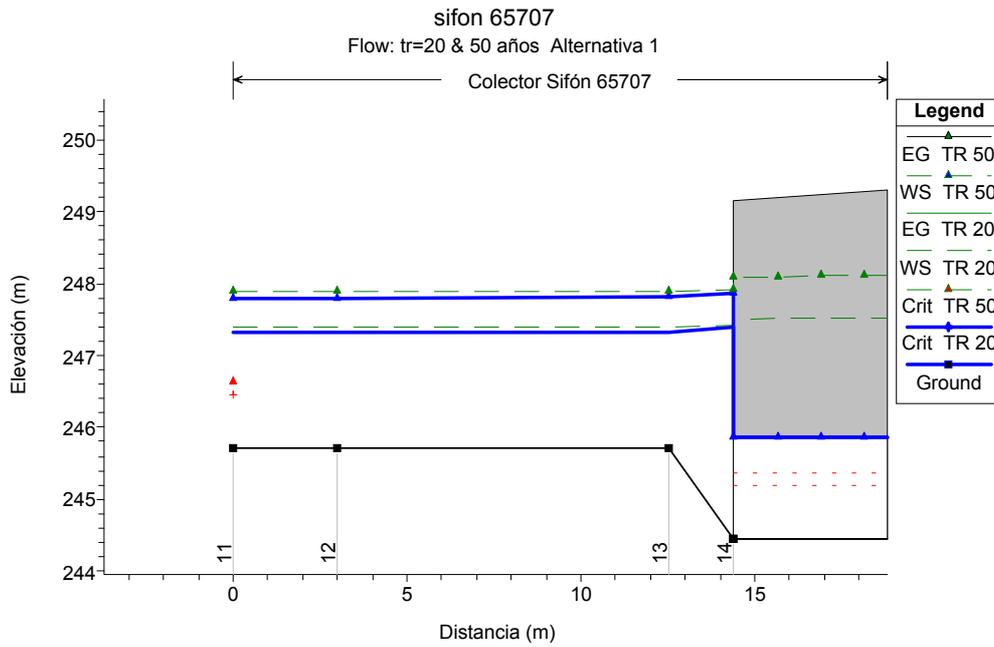


Figura 57. Perfil longitudinal con detalle de la salida del sifón

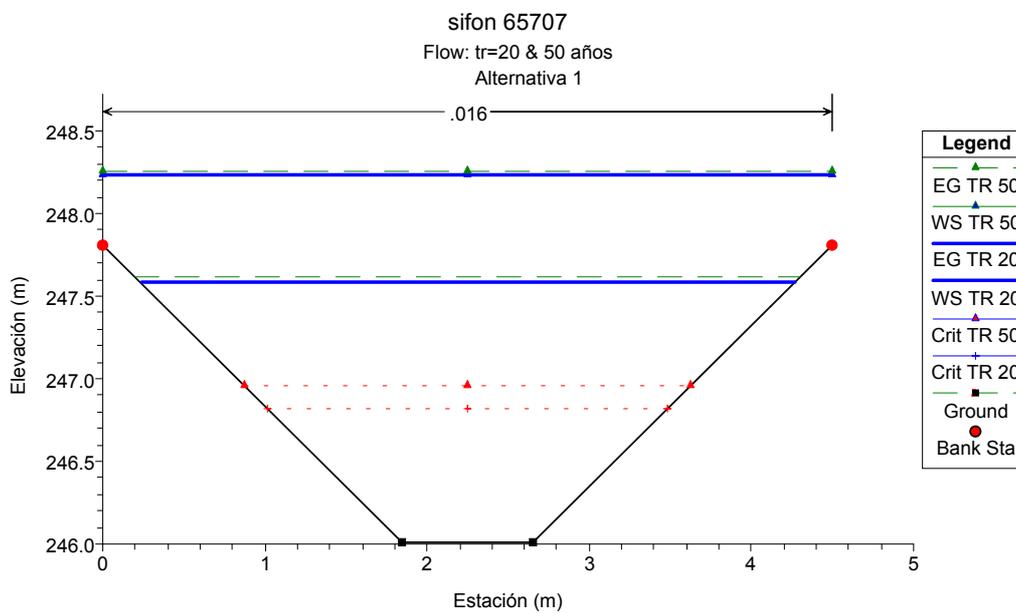


Figura 58. Sección transversal 20 aguas arriba del canal de llegada

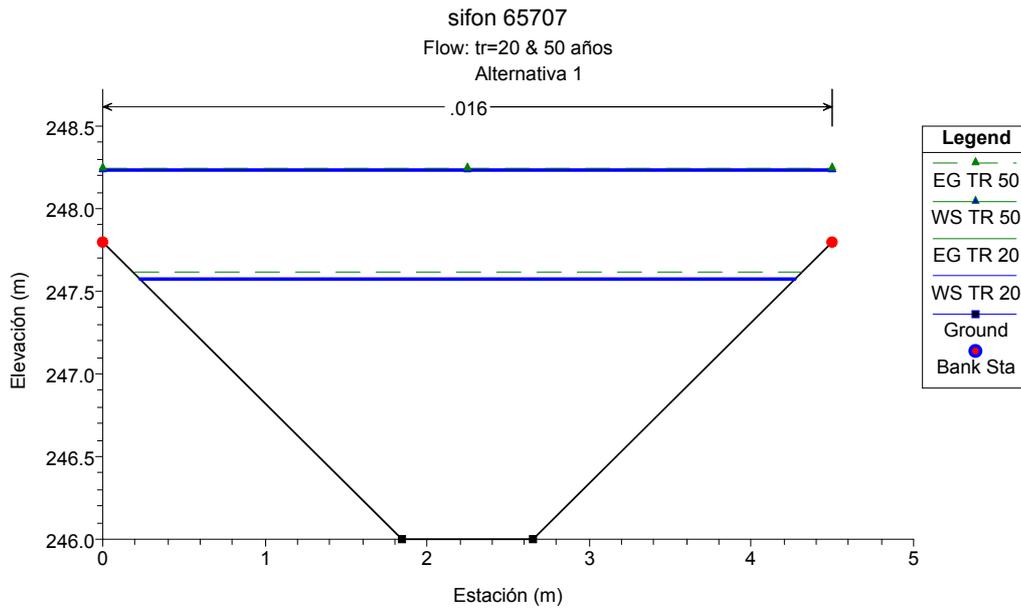


Figura 59. Sección transversal 19, fin canal de llegada

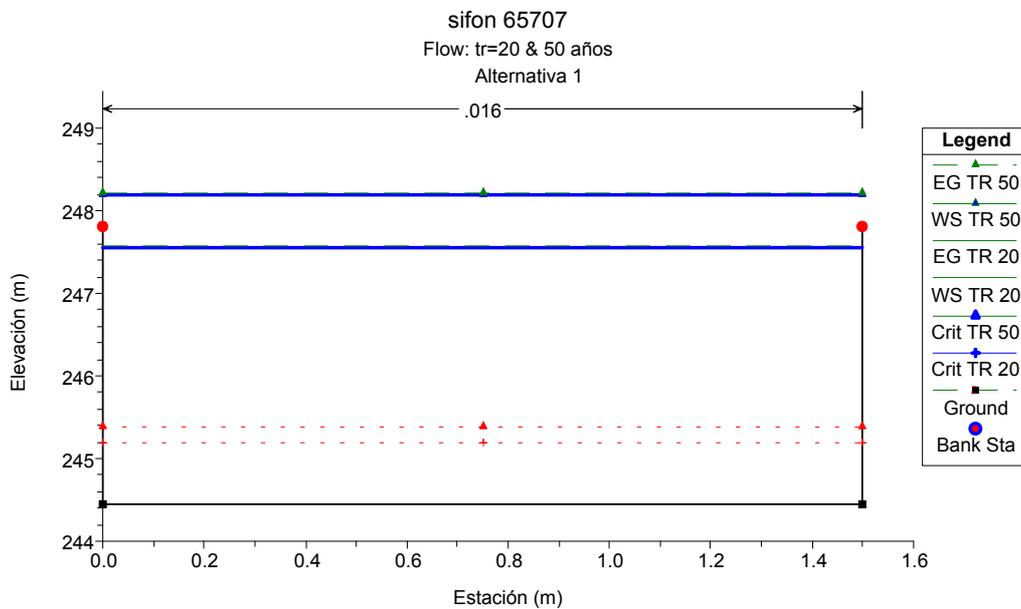


Figura 60. Sección transversal 15 inmediatamente agua arriba del sifón

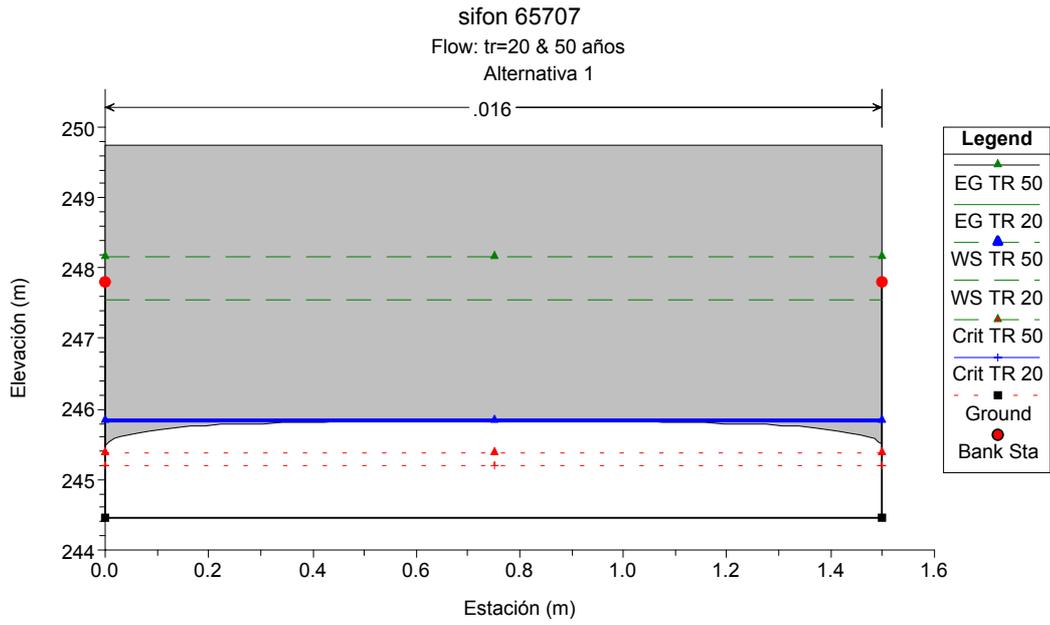


Figura 61. Sección transversal 14.5 que representa la sifón aguas arriba

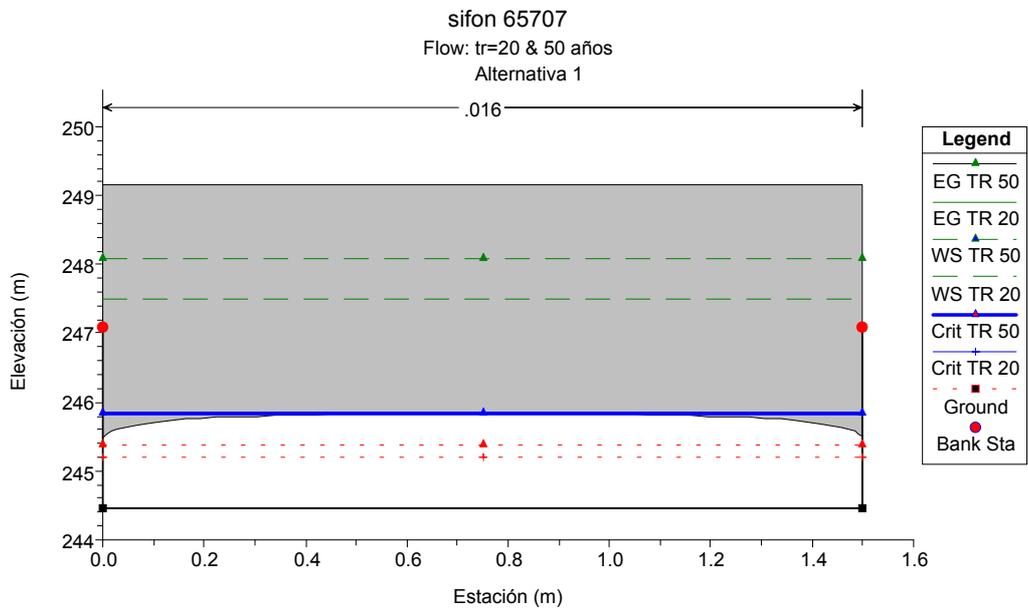


Figura 62. Sección transversal 14.5 que representa al sifón aguas abajo

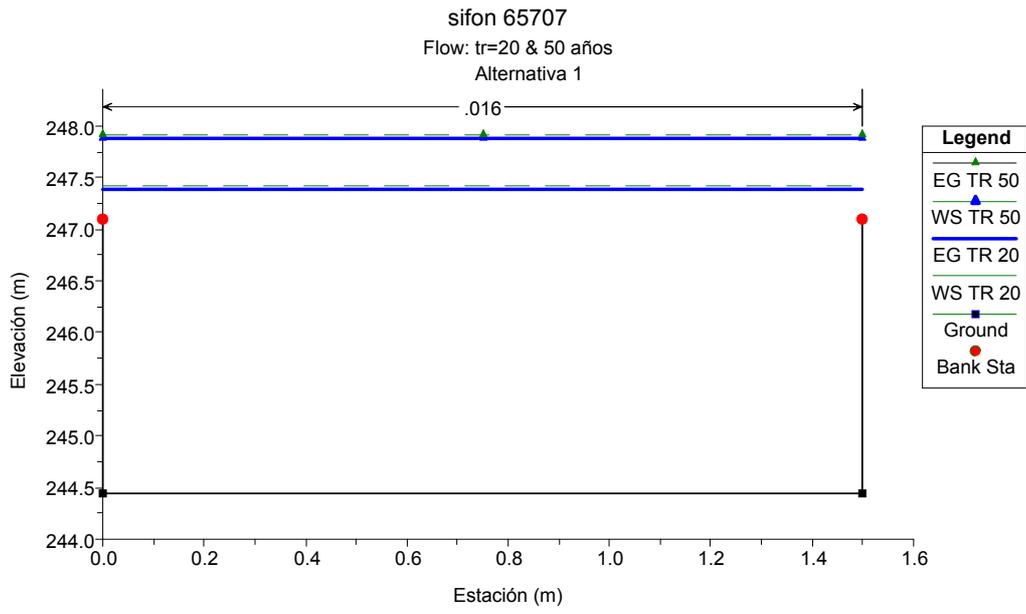


Figura 63. Sección transversal 14 inmediatamente aguas abajo del sifón

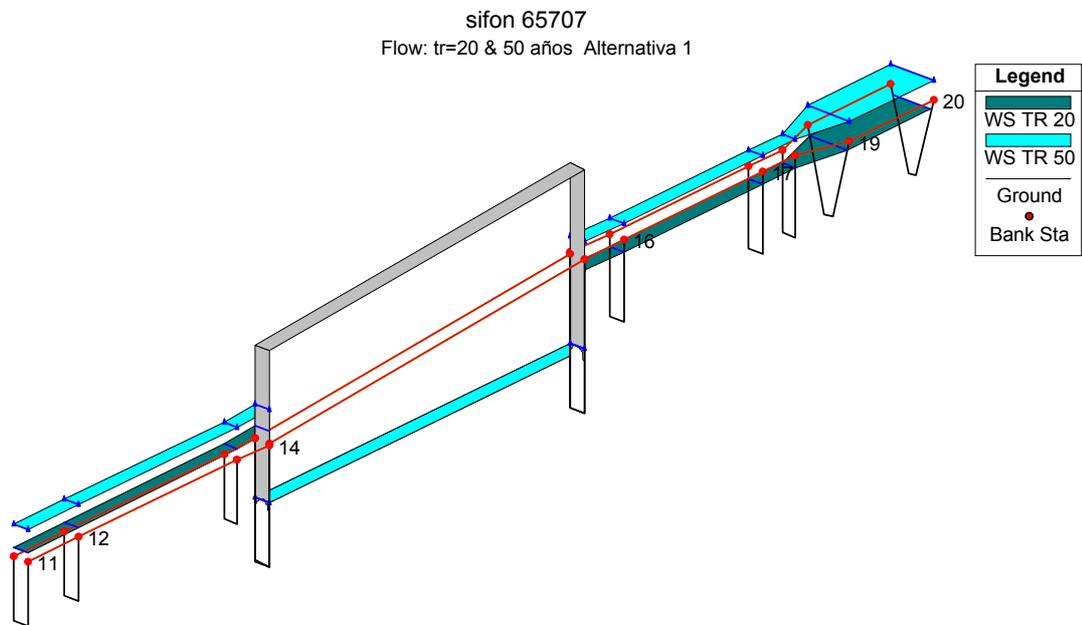


Figura 64. Vista tridimensional del esquema modelado

Tabla 23. Características hidráulicas del Sifón 4

Alternativa 1

Características	TR = 20 años	TR = 50 años
Q (m ³ /s)	3.06	4.19
Cota Energía ag arr (m)	247.57	248.21
Cota agua ag. arr (m)	247.55	248.19
Cota Energía ag ab (m)	247.41	247.91
Cota Agua ag ab (m)	247.39	247.87
Diferencia cota energía (m)	0.16	0.31
Diferencia cota agua (m)	0.16	0.31
Control	Salida	Salida
Cota agua entrada (m)	245.85	245.85
Cota agua salida (m)	245.85	245.85
Tirante crítico (m)	0.75	0.93
Longitud sifón (m)	18.83	18.83
Velocidad sifón ag. arr (m/s)	1.51	2.07
Velocidad sifón ag. ab. (m/s)	1.51	2.07
Cota fondo sifón ag. arr. (m)	244.45	244.45
Cota fondo sifón ag. Ab. (m)	244.45	244.45
Pérdida sifón fricción (m)	0.04	0.08
Pérdida sifón salida (m)	0.09	0.18
Pérdida sifón entrada (m)	0.02	0.04

Tabla 24. Características hidráulicas de las secciones

Estación	TR (años)	Q Total (m ³ /s)	Elevación min (m)	Sup. pelo de agua (m)	Profundidad (m)	Sup. Crítica (m)	Línea energía (m)	Pendiente línea energía (m)	Velocidad canal (m/s)	Área flujo (m ²)	Ancho superior (m)	Nº Froude
20	20	3.06	246.01	247.58	0.94	246.82	247.61	0.000261	0.81	3.79	4.03	0.27
	50	4.19	246.01	248.23	1.48	246.96	248.25	0.000104	0.63	6.66	4.5	0.17
19	20	3.06	246	247.58	0.95		247.61	0.000255	0.8	3.83	4.05	0.26
	50	4.19	246	248.23	1.49		248.25	0.000103	0.63	6.7	4.5	0.16
18	20	3.06	246	247.51	1.51		247.6	0.00117	1.35	2.27	1.5	0.35
	50	4.19	246	248.16	2.16		248.24	0.000939	1.3	3.23	1.5	0.28
17	20	3.06	246	247.51	1.51		247.6	0.001175	1.35	2.26	1.5	0.35
	50	4.19	246	248.15	2.15		248.24	0.000941	1.3	3.23	1.5	0.28
16	20	3.06	246	247.5	1.5		247.59	0.001197	1.36	2.25	1.5	0.36
	50	4.19	246	248.15	2.15		248.23	0.00095	1.3	3.22	1.5	0.28
15	20	3.06	244.45	247.55	3.1	245.2	247.57	0.000218	0.66	4.65	1.5	0.12
	50	4.19	244.45	248.19	3.74	245.37	248.21	0.000268	0.75	5.6	1.5	0.12
14.5		Sifón										
14	20	3.06	244.45	247.39	2.94		247.41	0.000245	0.69	4.41	1.5	0.13
	50	4.19	244.45	247.87	3.42		247.91	0.000326	0.82	5.14	1.5	0.14
13	20	3.06	245.7	247.33	1.63		247.41	0.00098	1.25	2.44	1.5	0.31
	50	4.19	245.7	247.81	2.1		247.9	0.000985	1.32	3.17	1.5	0.29
12	20	3.06	245.7	247.32	1.62		247.4	0.000995	1.26	2.42	1.5	0.32
	50	4.19	245.7	247.8	2.1		247.89	0.000997	1.33	3.15	1.5	0.29
11	20	3.06	245.7	247.31	1.61	246.45	247.39	0.001	1.26	2.42	1.5	0.32
	50	4.19	245.7	247.8	2.1	246.62	247.89	0.001	1.33	3.15	1.5	0.29

Se puede concluir del análisis de las Tablas 23 y 24 y Figuras 54 a 64 que en el caso de la Alternativa 1:

- El sifón funciona a presión en ambos casos conduciendo el 100% del caudal para TR = 20 y 50 años.
- El escurrimiento no sobrepasa el coronamiento de las márgenes del Canal Principal de Riego en ambos casos.

ALTERNATIVA 2 (Lámina 11)

	H (m)	B (m)
Embocadura	1,80	1,50
Sifón (secc. abovedada)	1,80	1,50
Desembocadura	1,40	1,50

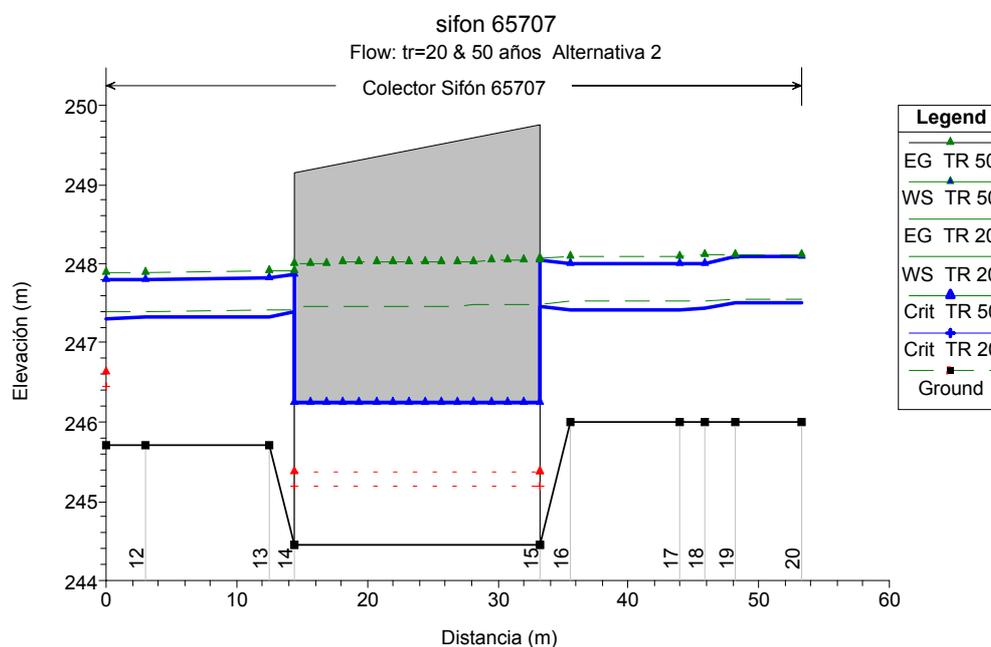


Figura 65. Perfil longitudinal con visualización de las secciones y de niveles de agua (WS), profundidades críticas (Crit) y energías (EG) para TR= 20 y 50 años

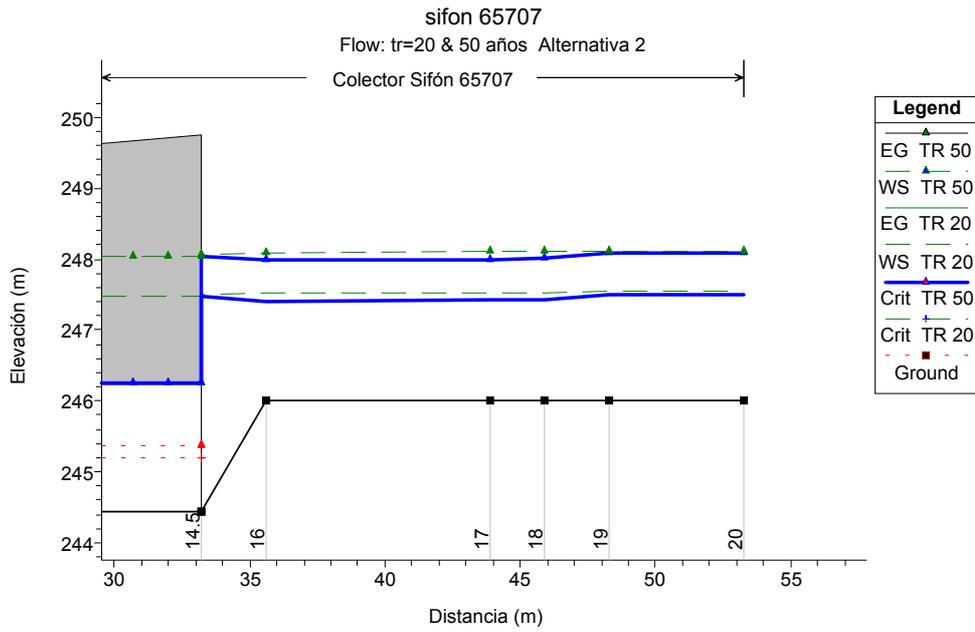


Figura 66. Perfil longitudinal con detalle de la embocadura del sifón

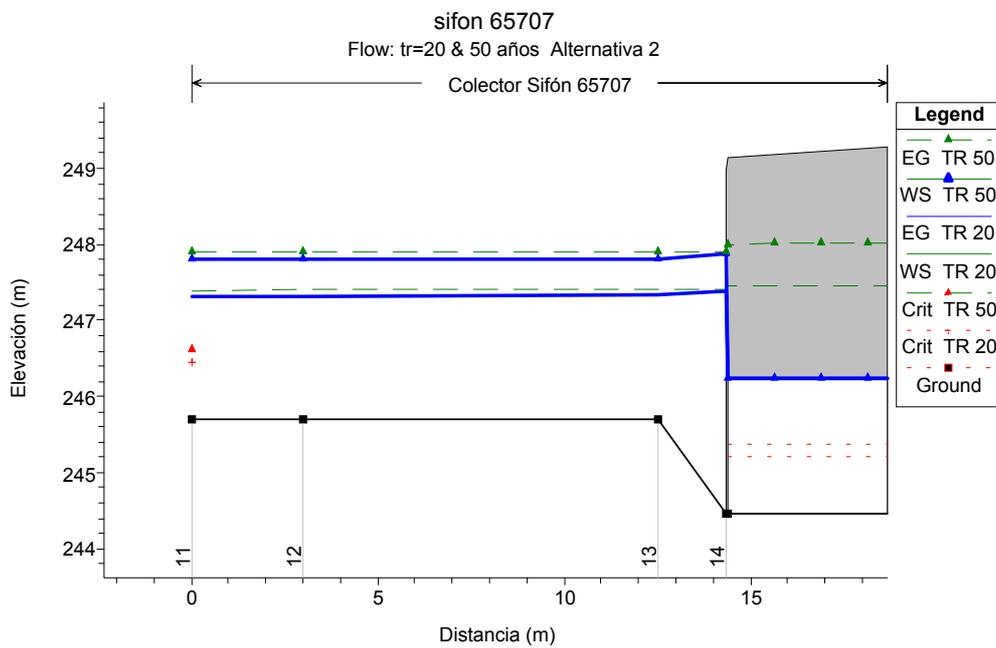


Figura 67. Perfil longitudinal con detalle de la salida del sifón

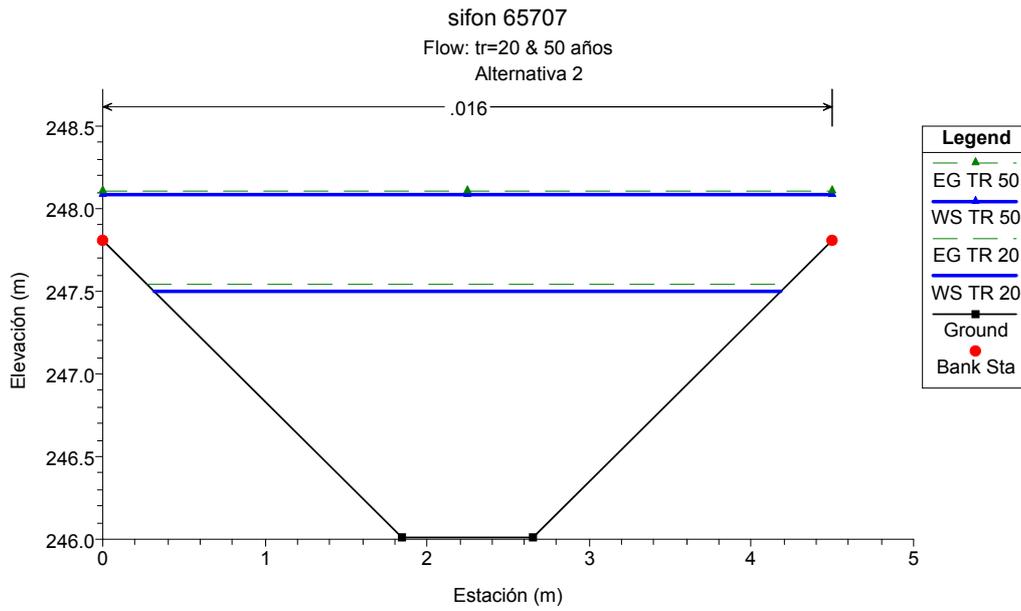


Figura 68. Sección transversal 20 aguas arriba del canal de llegada

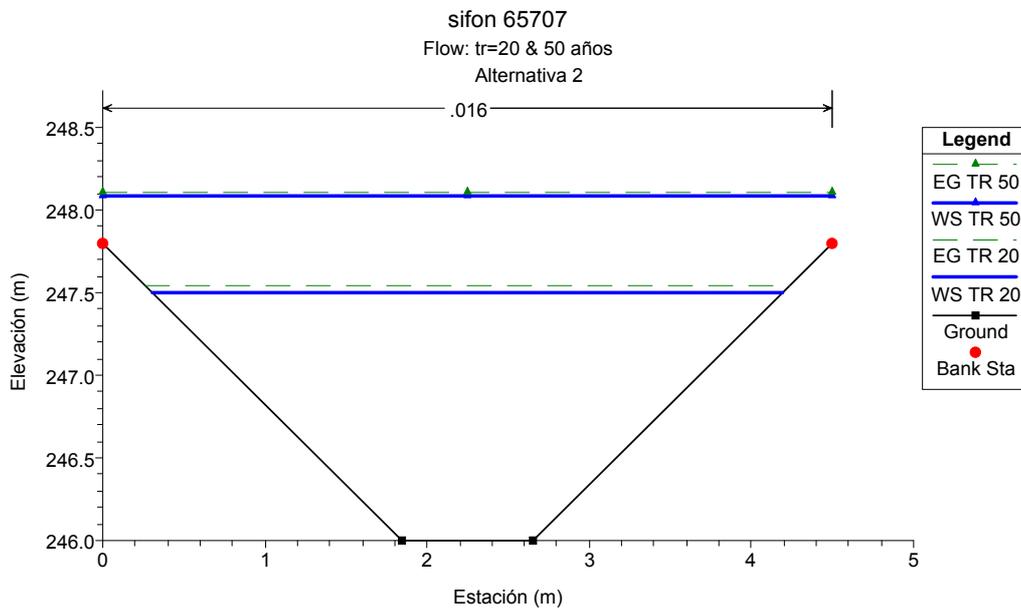


Figura 69. Sección transversal 19, fin canal de llegada

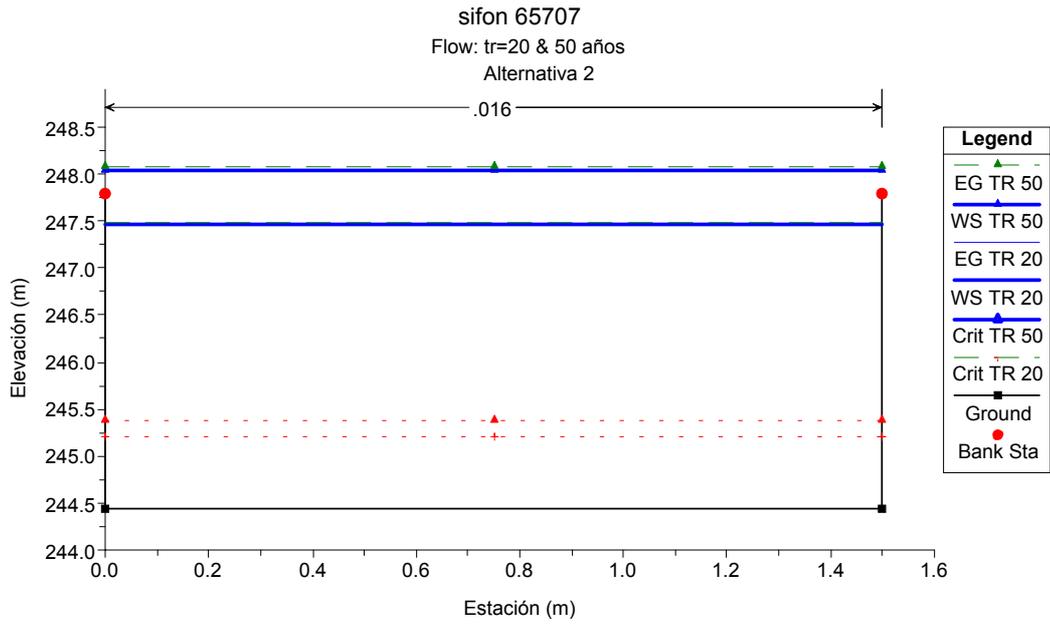


Figura 70. Sección transversal 15 inmediatamente agua arriba del sifón

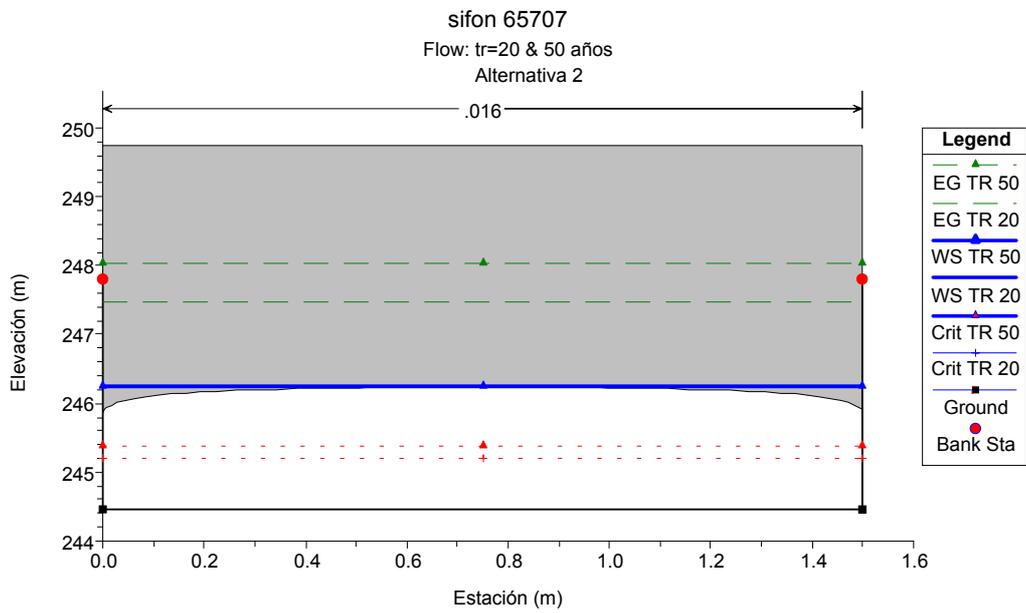


Figura 71. Sección transversal 14.5 que representa al sifón aguas arriba

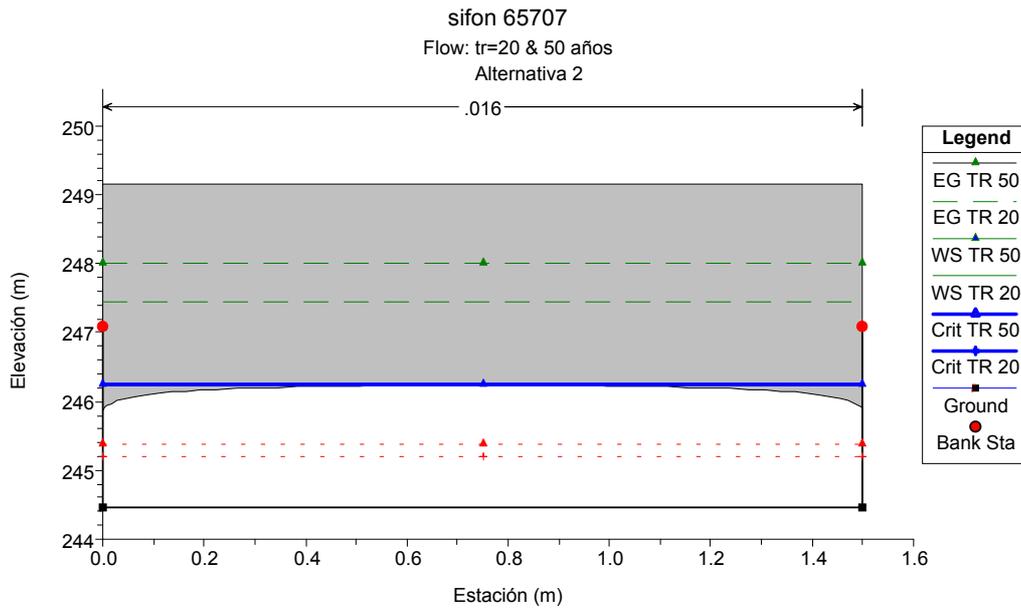


Figura 72. Sección transversal 14.5 que representa al sifón aguas abajo

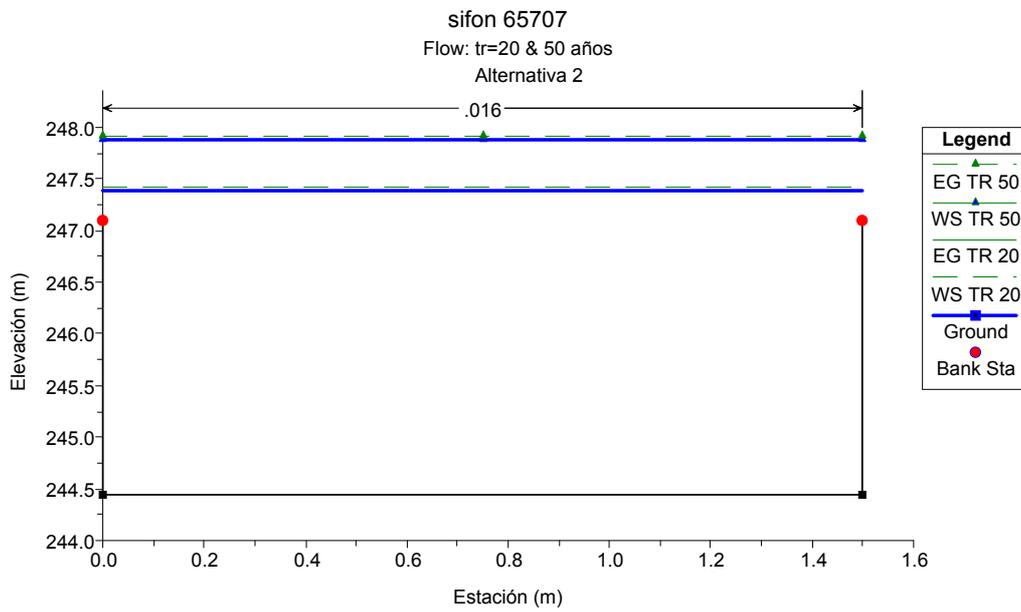


Figura 73. Sección transversal 14 inmediatamente aguas abajo del sifón

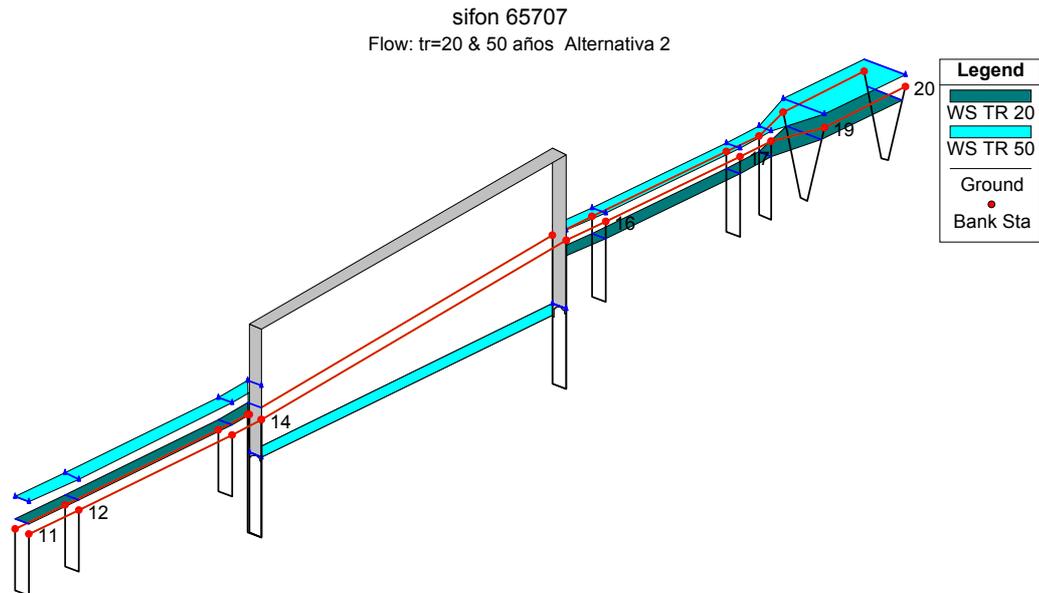


Figura 74. Vista tridimensional del esquema modelado

Tabla 25. Características hidráulicas del Sifón 4

Alternativa 2

Características	TR = 20 años	TR = 50 años
Q (m ³ /s)	3.06	4.19
Cota Energía ag arr (m)	247.49	248.07
Cota agua ag. arr (m)	247.47	248.04
Cota Energía ag ab (m)	247.41	247.91
Cota Agua ag ab (m)	247.39	247.87
Diferencia cota energía (m)	0.08	0.16
Diferencia cota agua (m)	0.08	0.16
Control	Salida	Salida
Cota agua entrada (m)	246.25	246.25
Cota agua salida (m)	246.25	246.25
Tirante crítico (m)	0.75	0.93
Longitud sifón (m)	18.83	18.83
Velocidad sifón ag. arr (m/s)	1.17	1.6
Velocidad sifón ag. ab. (m/s)	1.17	1.6
Cota fondo sifón ag. arr. (m)	244.45	244.45
Cota fondo sifón ag. Ab. (m)	244.45	244.45
Pérdida sifón fricción (m)	0.02	0.04
Pérdida sifón salida (m)	0.04	0.1
Pérdida sifón entrada (m)	0.01	0.03

Tabla 26. Características hidráulicas de las secciones

Estación	TR (años)	Q Total (m ³ /s)	Elevación min (m)	Sup. pelo de agua (m)	Profundidad (m)	Sup. Crítica (m)	Línea energía (m)	Pendiente línea energía (m)	Velocidad canal (m/s)	Área flujo (m ²)	Ancho superior (m)	Nº Froude
20	20	3.06	246.01	247.5	0.9	246.82	247.54	0.000326	0.88	3.49	3.87	0.3
	50	4.19	246.01	248.09	1.34	246.96	248.11	0.000138	0.7	6.02	4.5	0.19
19	20	3.06	246	247.5	0.91		247.54	0.000318	0.87	3.52	3.89	0.29
	50	4.19	246	248.09	1.35		248.11	0.000135	0.69	6.06	4.5	0.19
18	20	3.06	246	247.43	1.43		247.53	0.001344	1.43	2.14	1.5	0.38
	50	4.19	246	248	2		248.1	0.001116	1.39	3.01	1.5	0.31
17	20	3.06	246	247.43	1.43		247.53	0.001351	1.43	2.14	1.5	0.38
	50	4.19	246	248	2		248.1	0.001119	1.4	3	1.5	0.31
16	20	3.06	246	247.41	1.41		247.52	0.001384	1.44	2.12	1.5	0.39
	50	4.19	246	247.99	1.99		248.09	0.001133	1.4	2.99	1.5	0.32
15	20	3.06	244.45	247.47	3.02	245.2	247.49	0.000231	0.68	4.53	1.5	0.12
	50	4.19	244.45	248.04	3.59	245.37	248.07	0.000293	0.78	5.38	1.5	0.13
14.5		sifón										
14	20	3.06	244.45	247.39	2.94		247.41	0.000245	0.69	4.41	1.5	0.13
	50	4.19	244.45	247.87	3.42		247.91	0.000326	0.82	5.14	1.5	0.14
13	20	3.06	245.7	247.33	1.63		247.41	0.00098	1.25	2.44	1.5	0.31
	50	4.19	245.7	247.81	2.11		247.9	0.000985	1.32	3.17	1.5	0.29
12	20	3.06	245.7	247.32	1.62		247.4	0.000995	1.26	2.42	1.5	0.32
	50	4.19	245.7	247.8	2.1		247.89	0.000997	1.33	3.15	1.5	0.29
11	20	3.06	245.7	247.31	1.61	246.45	247.39	0.001	1.26	2.42	1.5	0.32
	50	4.19	245.7	247.8	2.1	246.62	247.89	0.001	1.33	3.15	1.5	0.29

Se puede concluir del análisis de las Tablas 25 y 26 y Figuras 65 a 74 que en el caso de la Alternativa 2:

- El sifón funciona a presión en ambos casos conduciendo el 100% del caudal para TR=20 y 50 años.
- El escurrimiento no sobrepasa el coronamiento de las márgenes del Canal Principal de Riego en ambos casos.

ALTERNATIVA 3 (Lámina 12)

	H (m)	B (m)
Embocadura	1,80	1,50
Sifón (secc. rectangular)	1,40	1,50
Desembocadura	1,40	1,50

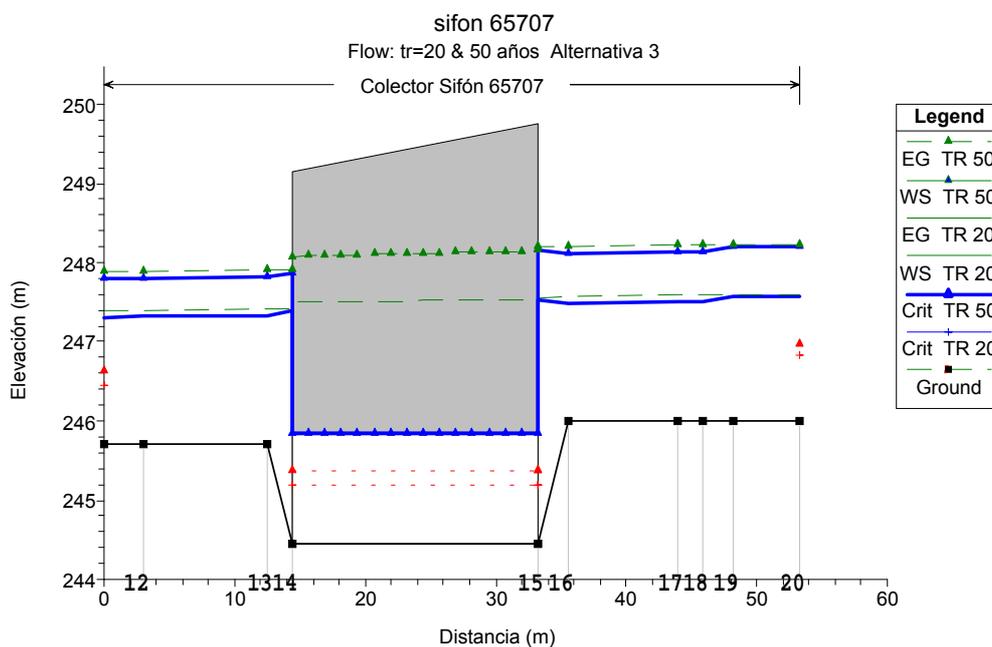


Figura 75. Perfil longitudinal con visualización de las secciones y de niveles de agua (WS), profundidades críticas (Crit) y energías (EG) para TR= 20 y 50 años

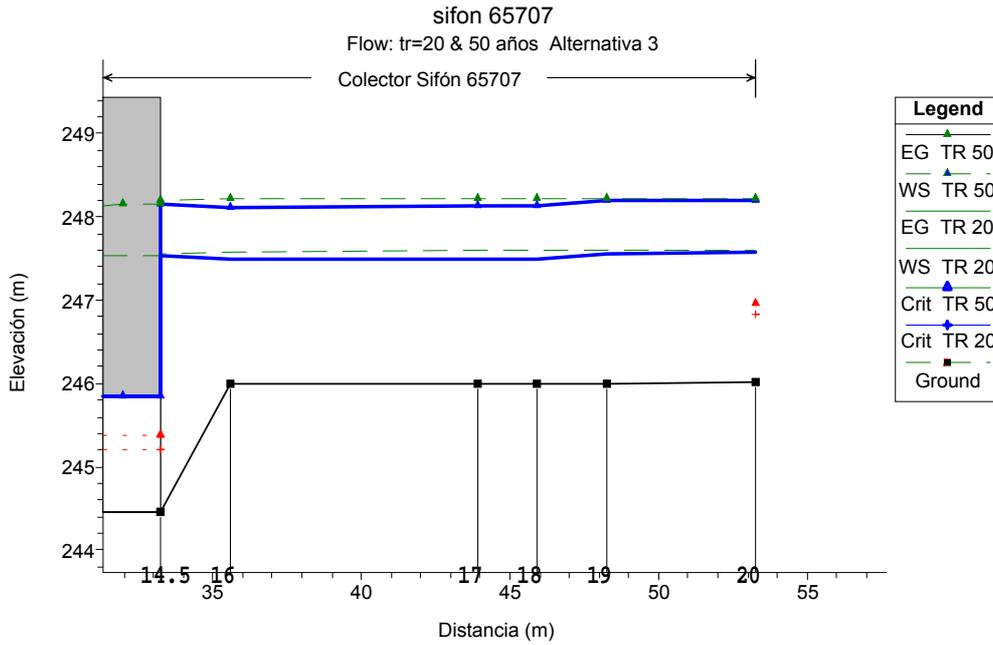


Figura 76. Perfil longitudinal con detalle de la embocadura del sifón

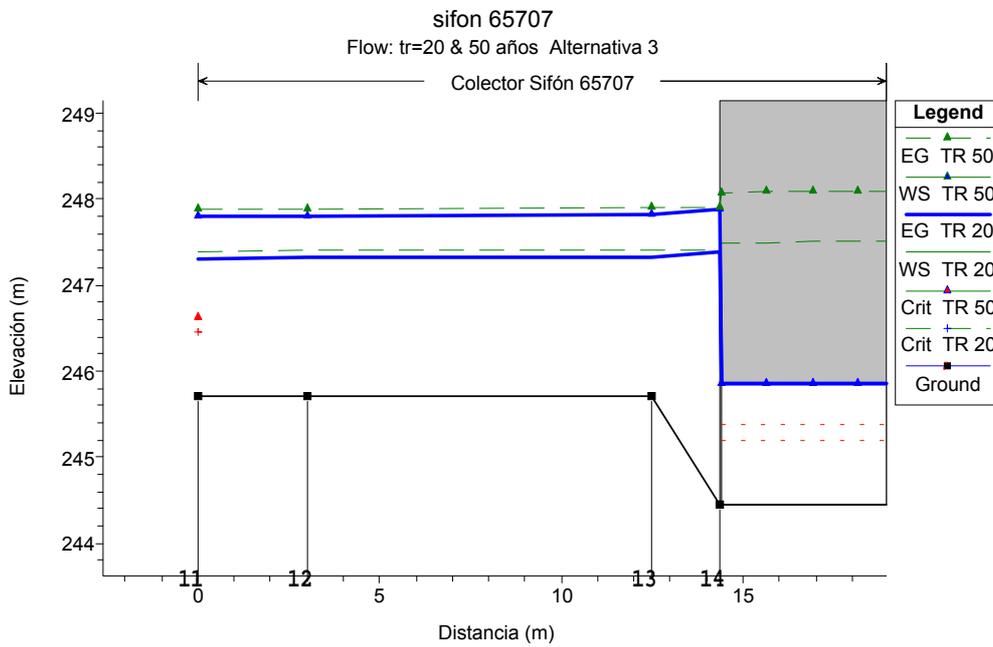


Figura 77. Perfil longitudinal con detalle de la salida del sifón

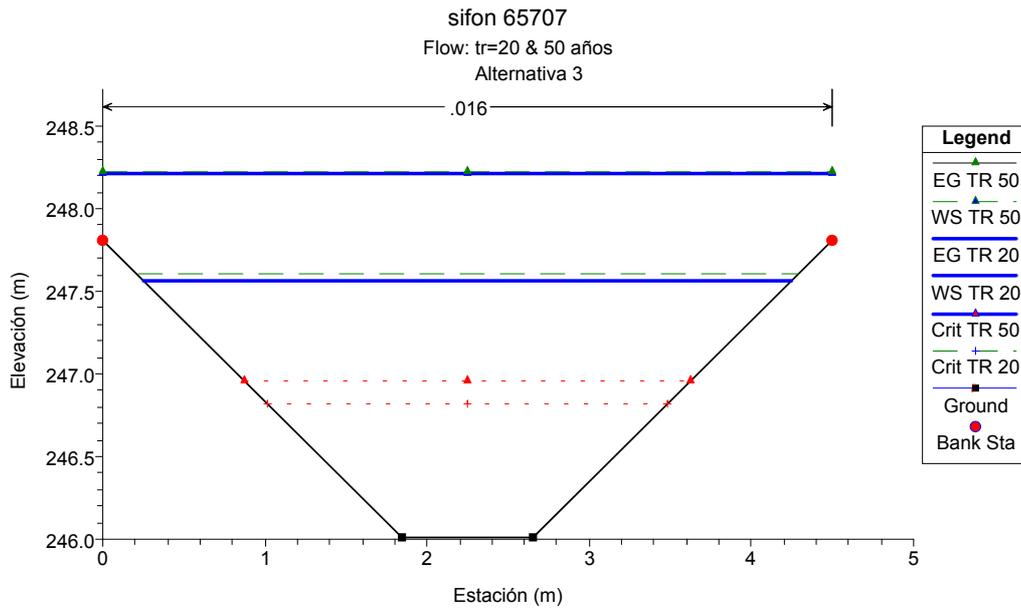


Figura 78. Sección transversal 20 aguas arriba del canal de llegada

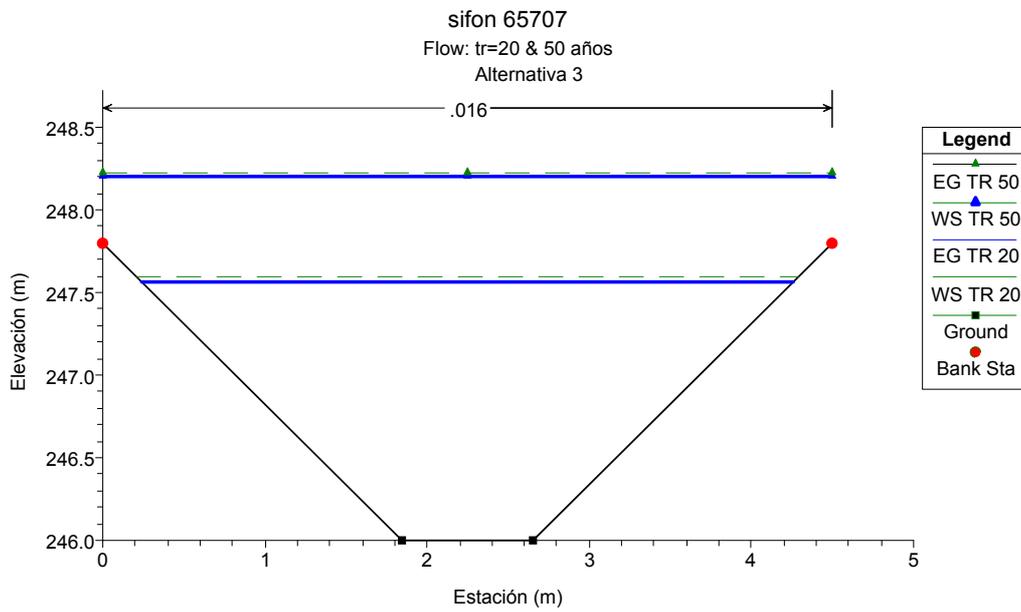


Figura 79. Sección transversal 19, fin canal de llegada

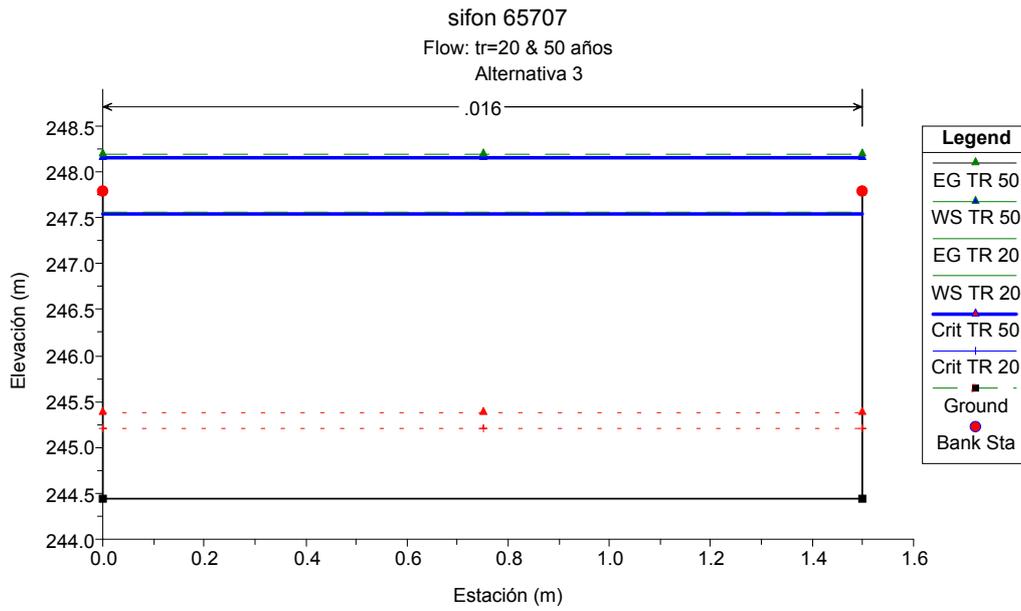


Figura 80. Sección transversal 15 inmediatamente agua arriba del sifón

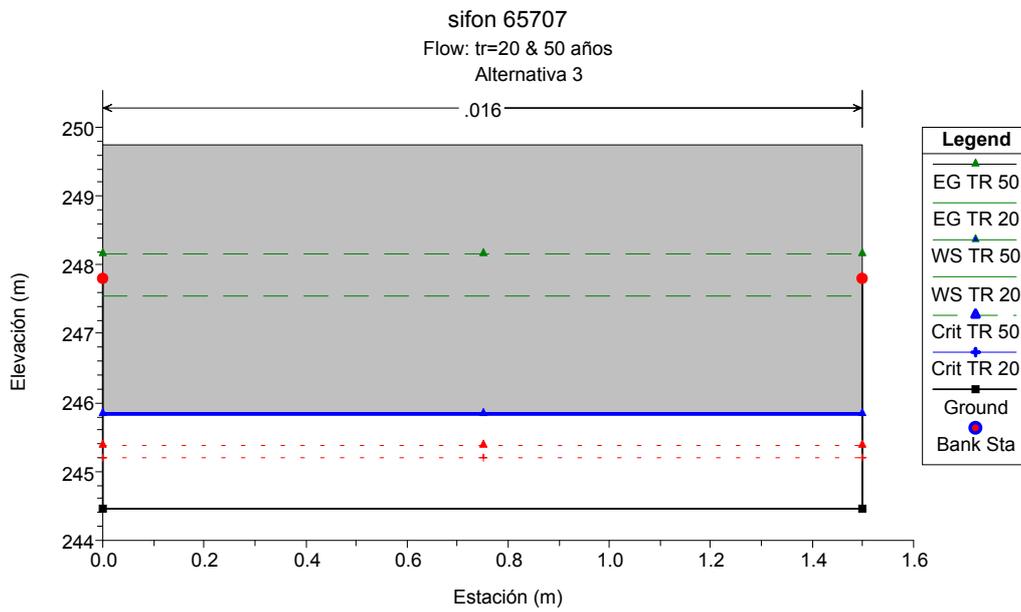


Figura 81. Sección transversal 14.5 que representa la sifón aguas arriba

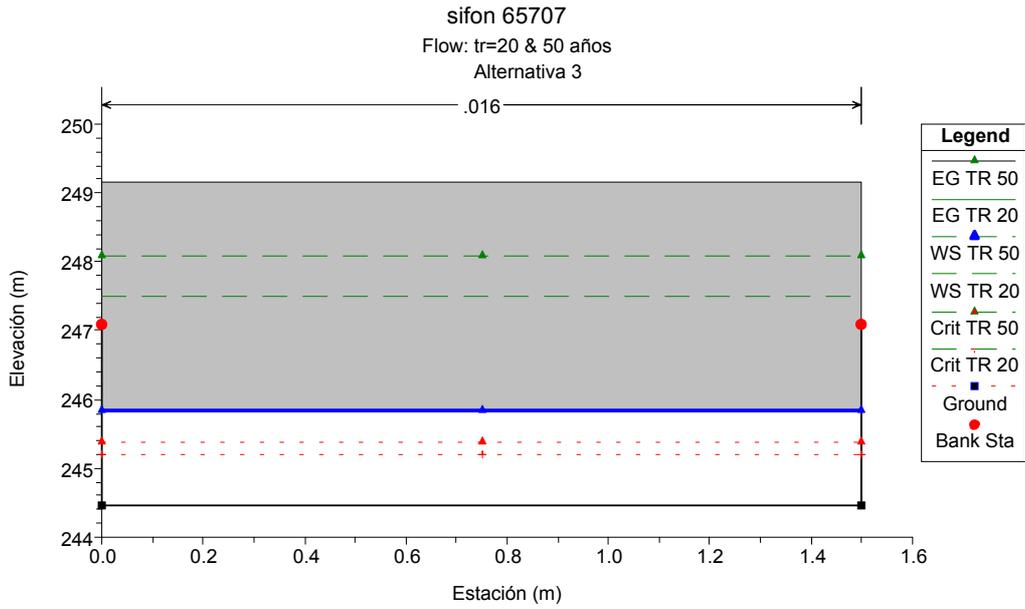


Figura 82. Sección transversal 14.5 que representa al sifón aguas abajo

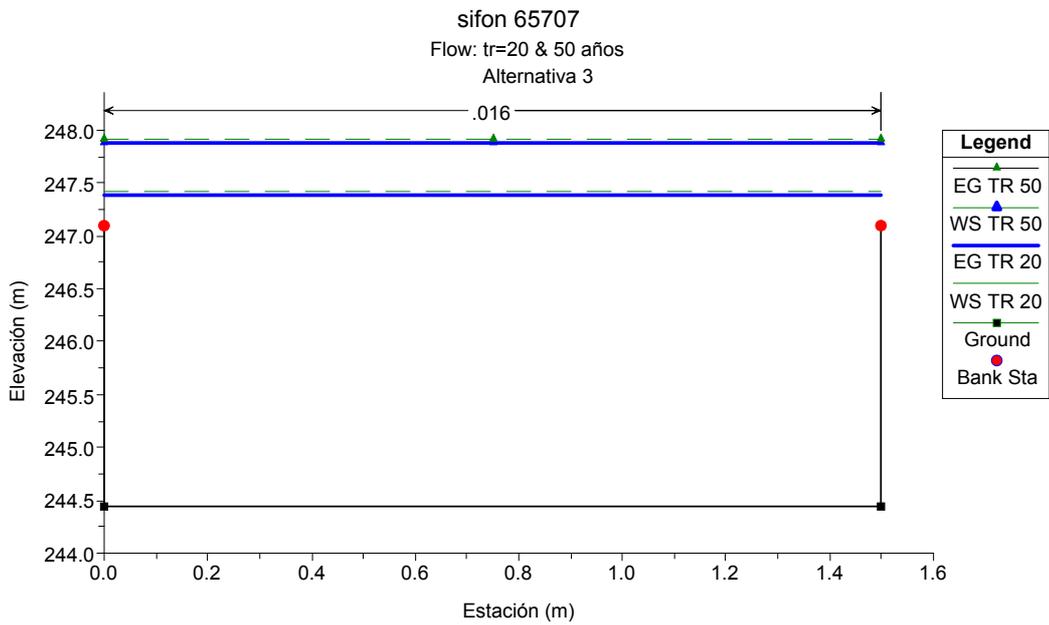


Figura 83. Sección transversal 14 inmediatamente aguas abajo del sifón

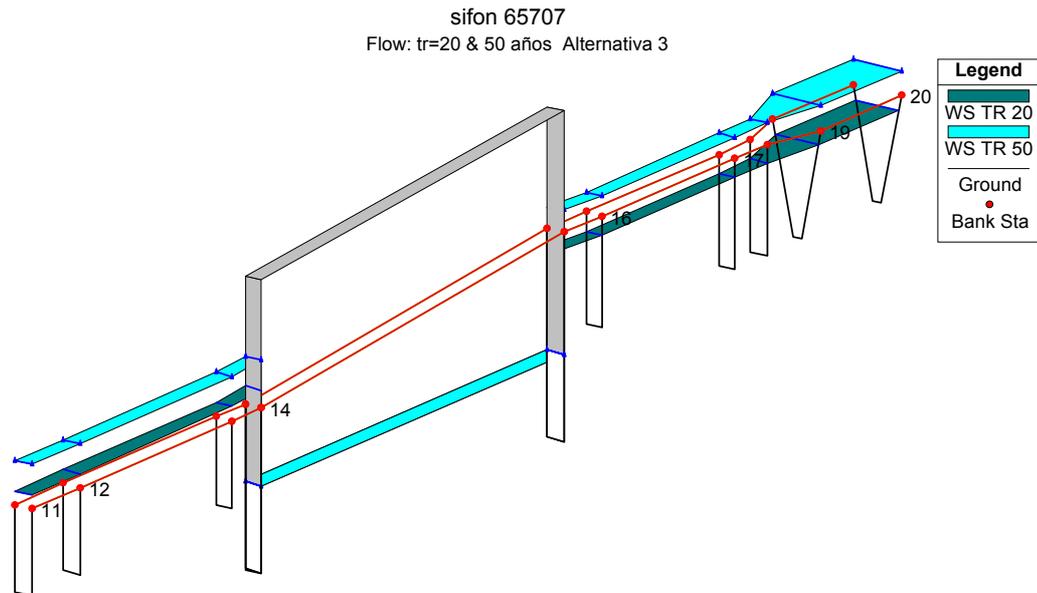


Figura 84. Vista tridimensional del esquema modelado

Tabla 27. Características hidráulicas del Sifón 4

Alternativa 3

Características	TR = 20 años	TR = 50 años
Q (m ³ /s)	3.06	4.19
Cota Energía ag arr (m)	247.56	248.19
Cota agua ag. arr (m)	247.54	248.16
Cota Energía ag ab (m)	247.41	247.91
Cota Agua ag ab (m)	247.39	247.87
Diferencia cota energía (m)	0.14	0.28
Diferencia cota agua (m)	0.15	0.29
Control	Salida	Salida
Cota agua entrada (m)	245.85	245.85
Cota agua salida (m)	245.85	245.85
Tirante crítico (m)	0.75	0.93
Longitud sifón (m)	18.83	18.83
Velocidad sifón ag. arr (m/s)	1.46	2
Velocidad sifón ag. ab. (m/s)	1.46	2
Cota fondo sifón ag. arr. (m)	244.45	244.45
Cota fondo sifón ag. Ab. (m)	244.45	244.45
Pérdida sifón fricción (m)	0.04	0.07
Pérdida sifón salida (m)	0.08	0.17
Pérdida sifón entrada (m)	0.02	0.04

Tabla 28. Características hidráulicas de las secciones

Estación	TR (años)	Q Total (m³/s)	Elevación min (m)	Sup. pelo de agua (m)	Profundidad (m)	Sup. Crítica (m)	Línea energía (m)	Pendiente línea energía (m)	Velocidad canal (m/s)	Área flujo (m²)	Ancho superior (m)	Nº Froude
20	20	3.06	246.01	247.57	0.93	246.82	247.6	0.00027	0.82	3.74	4	0.27
	50	4.19	246.01	248.21	1.46	246.96	248.23	0.000109	0.64	6.56	4.5	0.17
19	20	3.06	246	247.57	0.94		247.6	0.000263	0.81	3.78	4.02	0.27
	50	4.19	246	248.21	1.47		248.23	0.000107	0.63	6.6	4.5	0.17
18	20	3.06	246	247.5	1.5		247.59	0.001195	1.36	2.25	1.5	0.35
	50	4.19	246	248.13	2.13		248.22	0.000963	1.31	3.2	1.5	0.29
17	20	3.06	246	247.5	1.5		247.59	0.001201	1.36	2.24	1.5	0.36
	50	4.19	246	248.13	2.13		248.22	0.000965	1.31	3.2	1.5	0.29
16	20	3.06	246	247.49	1.49		247.58	0.001223	1.37	2.23	1.5	0.36
	50	4.19	246	248.12	2.12		248.21	0.000975	1.32	3.18	1.5	0.29
15	20	3.06	244.45	247.54	3.09	245.2	247.56	0.000219	0.66	4.63	1.5	0.12
	50	4.19	244.45	248.16	3.71	245.37	248.19	0.000272	0.75	5.57	1.5	0.12
14.5		sifón										
14	20	3.06	244.45	247.39	2.94		247.41	0.000245	0.69	4.41	1.5	0.13
	50	4.19	244.45	247.87	3.42		247.91	0.000326	0.82	5.14	1.5	0.14
13	20	3.06	245.7	247.33	1.63		247.41	0.00098	1.25	2.44	1.5	0.31
	50	4.19	245.7	247.81	2.11		247.9	0.000985	1.32	3.17	1.5	0.29
12	20	3.06	245.7	247.32	1.62		247.4	0.000995	1.26	2.42	1.5	0.32
	50	4.19	245.7	247.8	2.1		247.89	0.000997	1.33	3.15	1.5	0.29
11	20	3.06	245.7	247.31	1.61	246.45	247.39	0.001	1.26	2.42	1.5	0.32
	50	4.19	245.7	247.8	2.1	246.62	247.89	0.001	1.33	3.15	1.5	0.29

Se puede concluir del análisis de las Tablas 27 y 28 y Figuras 75 a 84 que en el caso de la Alternativa 3:

- El sifón funciona a presión en ambos casos conduciendo el 100% del caudal para TR=20 y 50 años.
- El escurrimiento no sobrepasa el coronamiento de las márgenes del Canal Principal de Riego en ambos casos.

ALTERNATIVA 4 (Lámina 13)

	H (m)	B (m)
Embocadura	1,80	1,50
Sifón (secc. rectangular)	1,80	1,50
Desembocadura	1,40	1,50

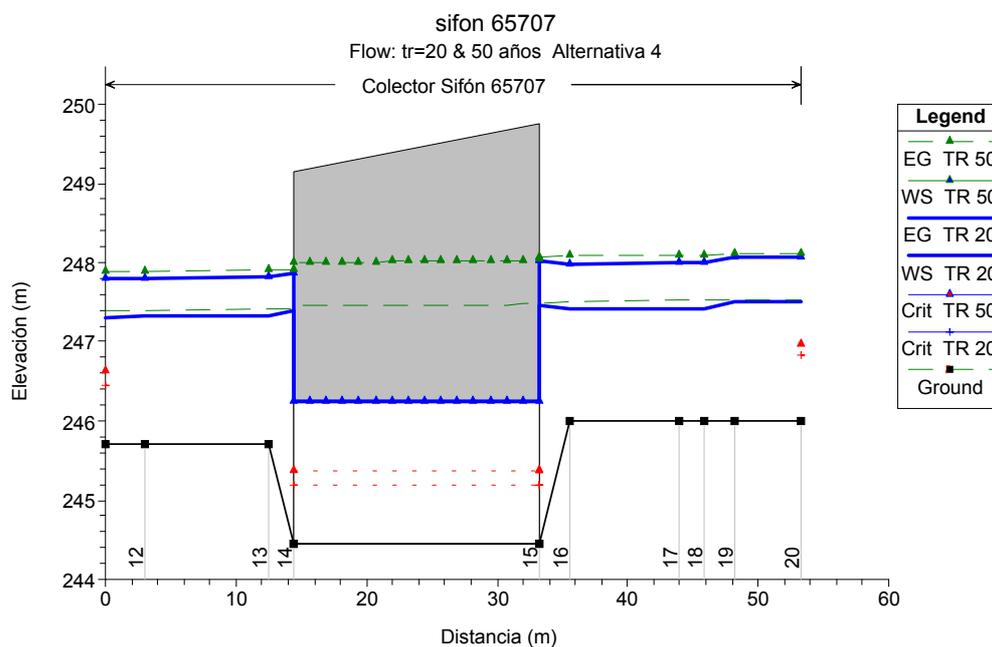


Figura 85. Perfil longitudinal con visualización de las secciones y de niveles de agua (WS), profundidades críticas (Crit) y energías (EG) para TR= 20 y 50 años

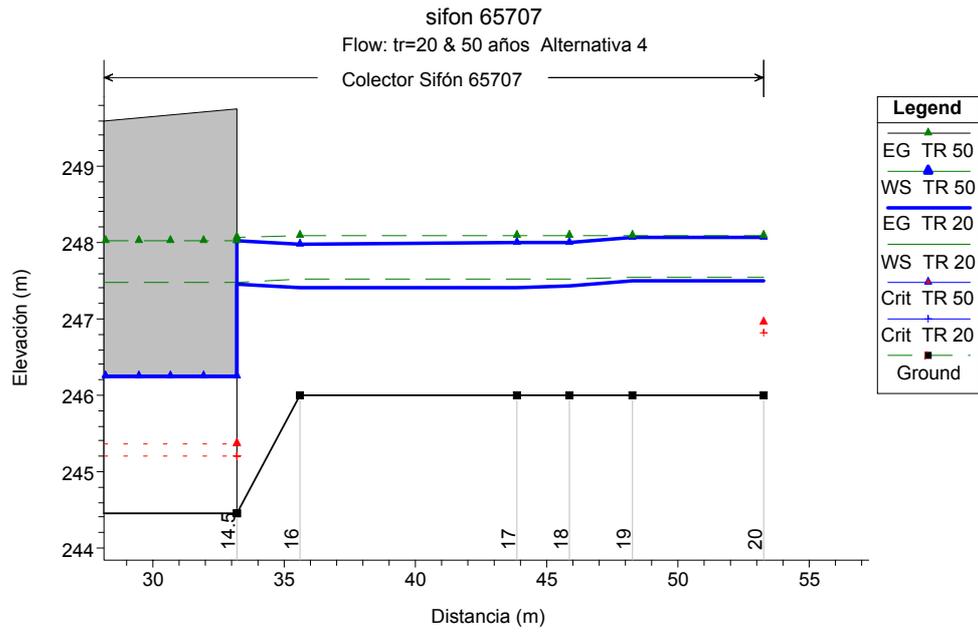


Figura 86. Perfil longitudinal con detalle de la embocadura del sifón

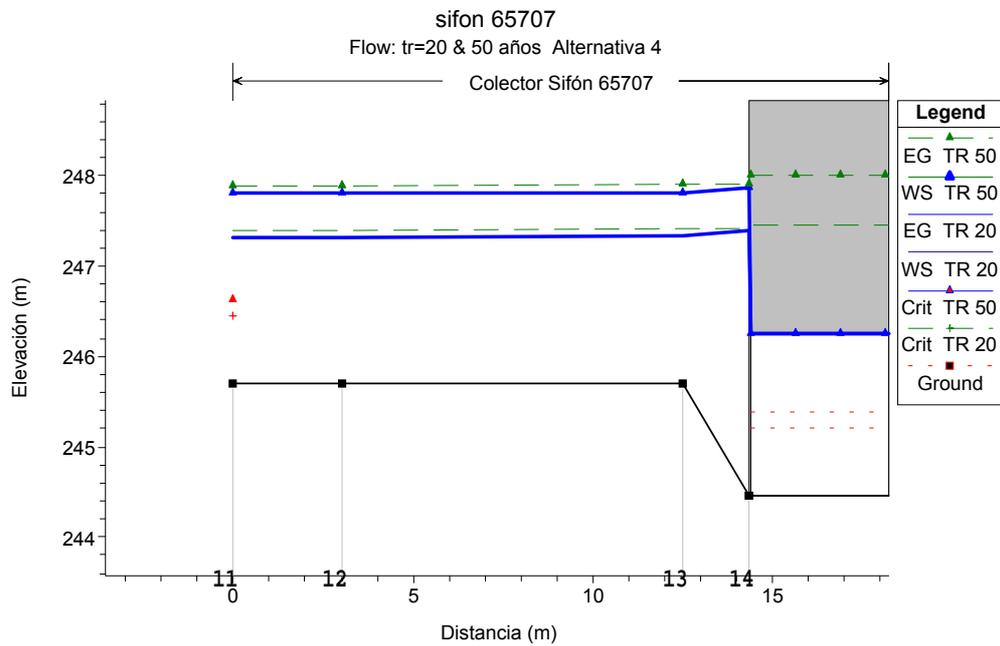


Figura 87. Perfil longitudinal con detalle de la salida del sifón

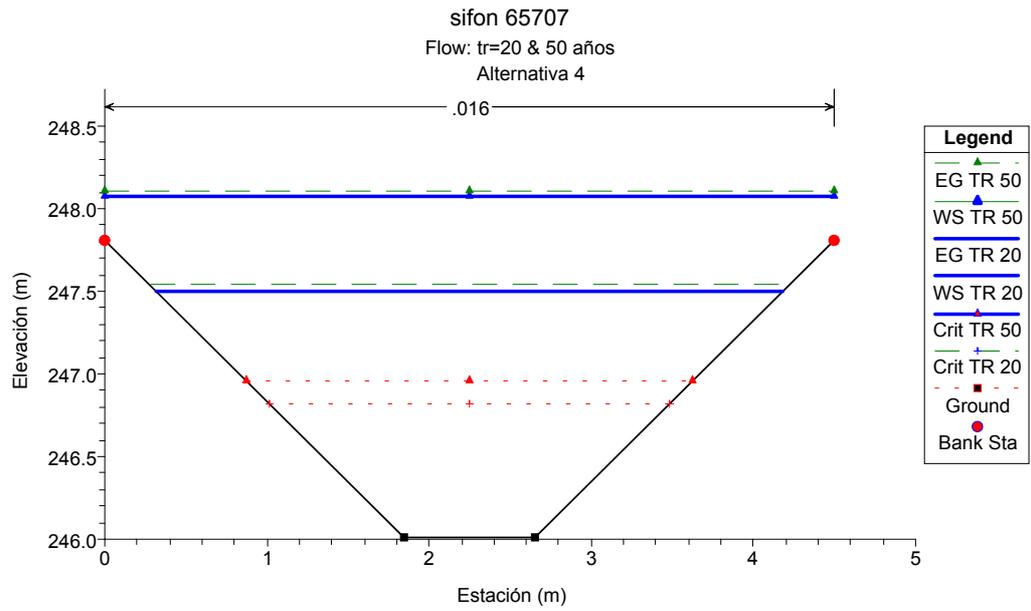


Figura 88. Sección transversal 20 aguas arriba del canal de llegada

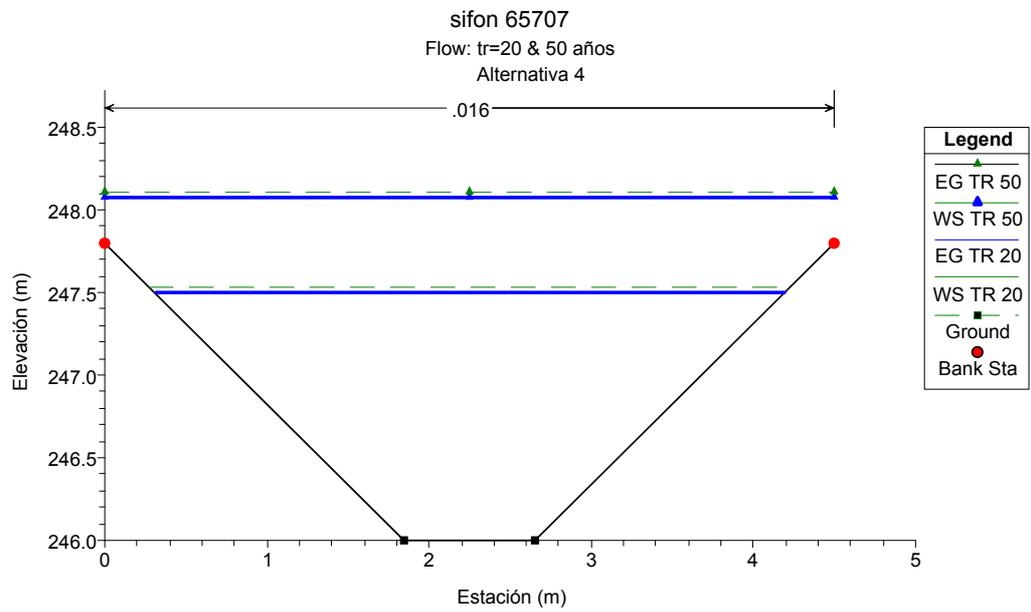


Figura 89. Sección transversal 19, fin canal de llegada

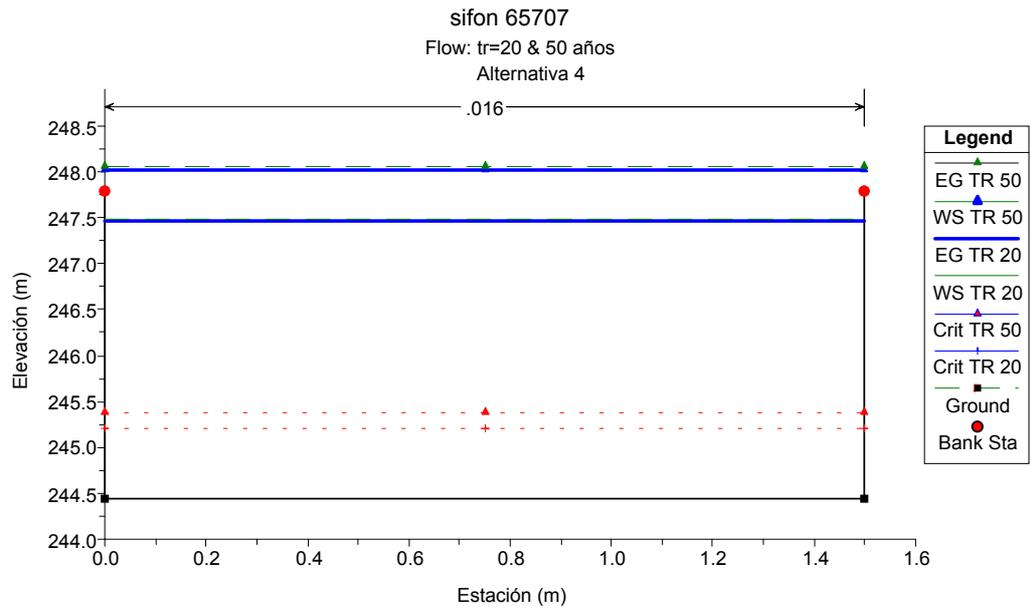


Figura 90. Sección transversal 15 inmediately arriba del sifón

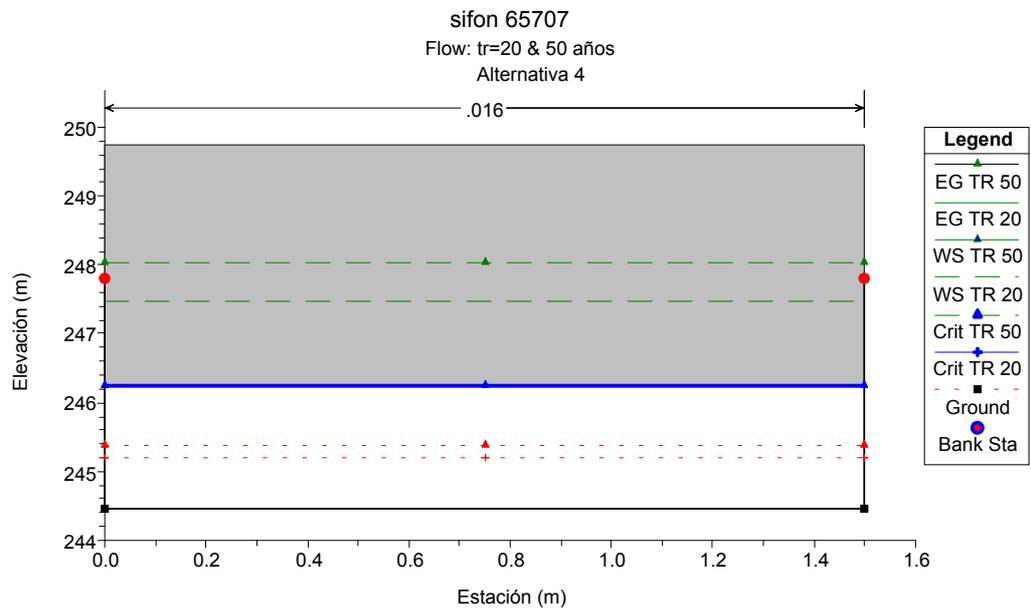


Figura 91. Sección transversal 14.5 que representa la sifón aguas arriba

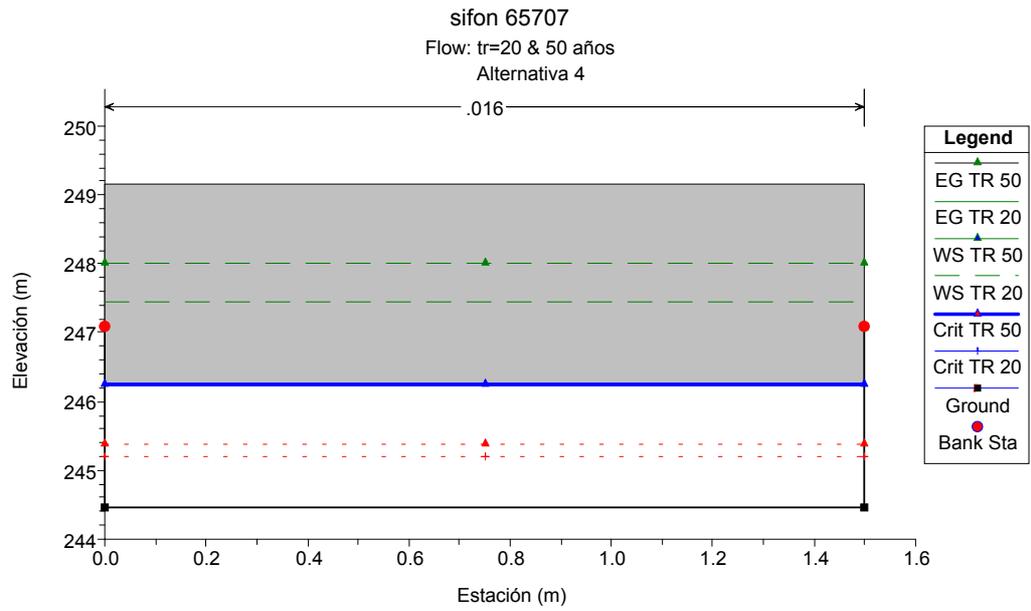


Figura 92. Sección transversal 14.5 que representa al sifón aguas abajo

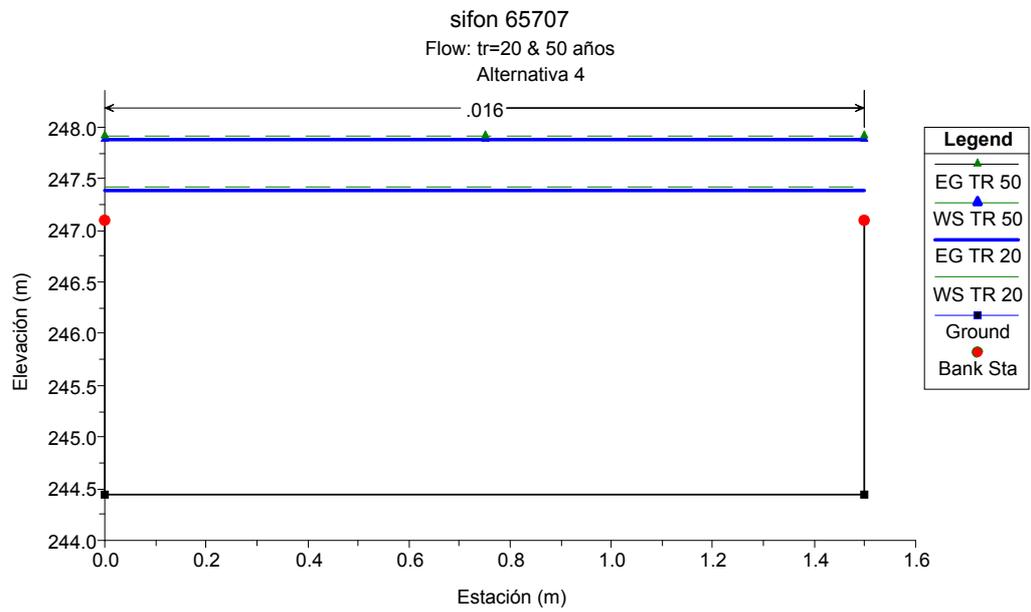


Figura 93. Sección transversal 14 inmediatamente aguas abajo del sifón

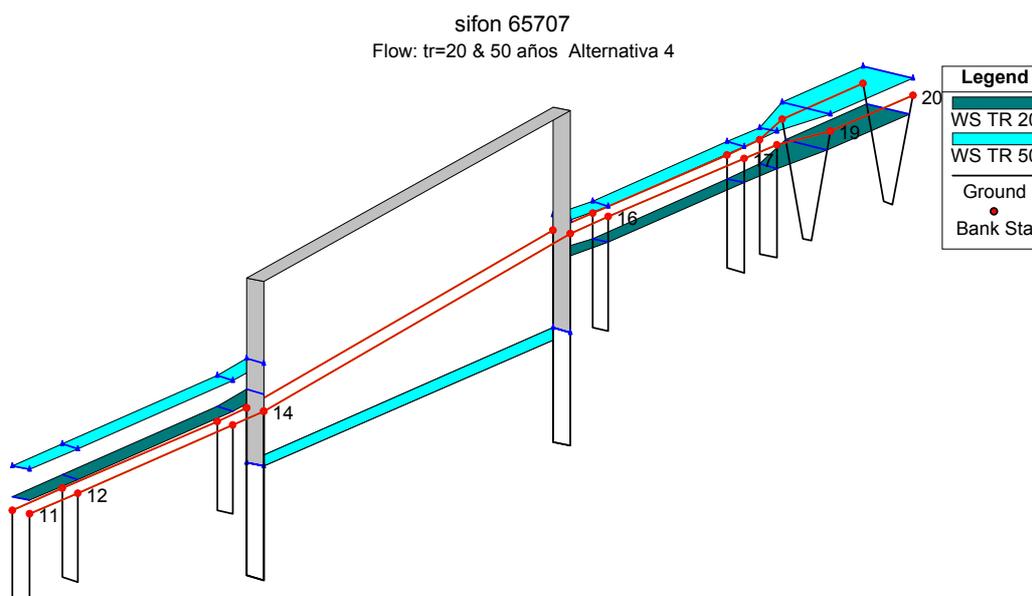


Figura 94. Vista tridimensional del esquema modelado

Tabla 29. Características hidráulicas del Sifón 4

Alternativa 4

Características	TR = 20 años	TR = 50 años
Q (m ³ /s)	3.06	4.19
Cota Energía ag arr (m)	247.49	248.06
Cota agua ag. arr (m)	247.46	248.03
Cota Energía ag ab (m)	247.41	247.91
Cota Agua ag ab (m)	247.39	247.87
Diferencia cota energía (m)	0.07	0.15
Diferencia cota agua (m)	0.08	0.15
Control	Salida	Salida
Cota agua entrada (m)	246.25	246.25
Cota agua salida (m)	246.25	246.25
Tirante crítico (m)	0.75	0.93
Longitud sifón (m)	18.83	18.83
Velocidad sifón ag. arr (m/s)	1.13	1.55
Velocidad sifón ag. ab. (m/s)	1.13	1.55
	244.45	244.45
Cota fondo sifón ag. Ab. (m)	244.45	244.45
Pérdida sifón fricción (m)	0.02	0.04
Pérdida sifón salida (m)	0.04	0.09
Pérdida sifón entrada (m)	0.01	0.02

Tabla 30. Características hidráulicas de las secciones

Estación	TR (años)	Q Total (m³/s)	Elevación min (m)	Sup. pelo de agua (m)	Profundidad (m)	Sup. Crítica (m)	Línea energía (m)	Pendiente línea energía (m)	Velocidad canal (m/s)	Área flujo (m²)	Ancho superior (m)	Nº Froude
20	20	3.06	246.01	247.5	0.9	246.82	247.54	0.000331	0.88	3.47	3.86	0.3
	50	4.19	246.01	248.08	1.33	246.96	248.1	0.000141	0.7	5.97	4.5	0.19
19	20	3.06	246	247.5	0.9		247.54	0.000322	0.87	3.5	3.88	0.29
	50	4.19	246	248.08	1.34		248.1	0.000138	0.7	6.01	4.5	0.19
18	20	3.06	246	247.42	1.42		247.53	0.001358	1.43	2.13	1.5	0.38
	50	4.19	246	247.99	1.99		248.09	0.00113	1.4	2.99	1.5	0.32
17	20	3.06	246	247.42	1.42		247.53	0.001365	1.44	2.13	1.5	0.38
	50	4.19	246	247.99	1.99		248.09	0.001133	1.4	2.99	1.5	0.32
16	20	3.06	246	247.41	1.41		247.51	0.001398	1.45	2.11	1.5	0.39
	50	4.19	246	247.98	1.98		248.08	0.001148	1.41	2.97	1.5	0.32
15	20	3.06	244.45	247.46	3.01	245.2	247.49	0.000231	0.68	4.52	1.5	0.12
	50	4.19	244.45	248.03	3.58	245.37	248.06	0.000295	0.78	5.37	1.5	0.13
14.5		Sifón										
14	20	3.06	244.45	247.39	2.94		247.41	0.000245	0.69	4.41	1.5	0.13
	50	4.19	244.45	247.87	3.42		247.91	0.000326	0.82	5.14	1.5	0.14
13	20	3.06	245.7	247.33	1.63		247.41	0.00098	1.25	2.44	1.5	0.31
	50	4.19	245.7	247.81	2.11		247.9	0.000985	1.32	3.17	1.5	0.29
12	20	3.06	245.7	247.32	1.62		247.4	0.000995	1.26	2.42	1.5	0.32
	50	4.19	245.7	247.8	2.1		247.89	0.000997	1.33	3.15	1.5	0.29
11	20	3.06	245.7	247.31	1.61	246.45	247.39	0.001	1.26	2.42	1.5	0.32
	50	4.19	245.7	247.8	2.1	246.62	247.89	0.001	1.33	3.15	1.5	0.29

Se puede concluir del análisis de las Tablas 29 y 30 y Figuras 85 a 94 que en el caso de la Alternativa 4:

- El sifón funciona a presión en ambos casos conduciendo el 100% del caudal para TR=20 y 50 años.
- El escurrimiento no sobrepasa el coronamiento de las márgenes del Canal Principal de Riego en ambos casos.

4. Dimensionamiento Hidráulico de los colectores 2, 7, 8, 11 y 13

Sobre la base de los relevamientos topográficos con que cuenta la Municipalidad de Gral. Roca y de los puntos críticos que ella indicó, se consideraron las cuencas de aporte, y se aplicó el Modelo de Simulación Hidrológica ARHYMO a efectos de poder obtener en los puntos precisados los caudales de diseño. Luego con esos caudales de diseño se dimensionaron las conducciones según las pautas emitidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

Se ha agregado en este punto el Colector denominado 2', no previsto en el Convenio, por su vinculación con el Colector 2 aguas abajo del sifón 2 (progresiva 67.000) (a proyectar por el Departamento Provincial de Aguas de Río Negro).

4.1. Colector 2 y 2'

El Colector 2 se desarrolla a lo largo de la calle E. Gelonch entre la calle Maipú y Ruta Pcial. N° 6 (Lámina 01), atravesando el sifón 1 (progresiva 67.620) y el Colector 2' se desarrolla a lo largo de la calle América entre Saavedra y Ruta Pcial. N° 6, y paralelo a Ruta Pcial. N° 6 hasta el sifón 2 (progresiva 67000) como lo muestra el plano de ubicación de (Lámina 14).

El Colector 2 recibe el aporte de la cuenca 305, 306, 308, 309-B, 310-A, 313 y 314. El Colector 2' recibe el aporte de las cuencas 302, 303, 359 y 361.

En la Tabla 31 se pueden visualizar los valores de caudal para los tiempos de retorno de 2 y 5 años que se extraen de los hidrogramas de escurrimiento generados por el modelo ARHYMO (Figuras 95 a 103). En la Tabla 32 se discriminan los caudales de cálculo para el dimensionamiento de los colectores cuyos resultados se expresan en la Tabla 33

(Figuras 104 y 105). Las pautas geométricas de las secciones fueron establecidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

Para el Colector 2' se establecieron dos tramos de distintas características: el tramo comprendido entre la calle Saavedra y la Ruta Provincial N° 6 se considera revestido, y el tramo paralelo a la Ruta Provincial N° 6 se considera en estado natural, por lo cual, se diseñó con una pendiente tal que produjera una velocidad no erosionable y en consecuencia se debieron diseñar saltos disipadores de energía para compensar los desniveles topográficos producidos por tal diseño.

Tabla 31. Caudales Específicos y Caudales de Aporte

Cuenca	Área Total de Aporte	Tormenta TR = 2 Años				Tormenta TR = 5 Años			
		Q _{max}	Caudal específico	Área de Aporte	Q _{cálculo}	Q _{max}	Caudal específico	Área de Aporte	Q _{cálculo}
		Ha	m ³ /s	m ³ /s/Ha	Ha	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s/Ha	Ha
302	70.36	0.11	0.002	70.36	0.11	0.68	0.010	70.36	0.68
303	58.93	1.98	0.034	58.93	1.98	3.86	0.066	58.93	3.86
305	23.91	1.02	0.043	23.91	1.02	1.97	0.082	23.91	1.97
306	14.65	0.61	0.042	14.65	0.61	1.17	0.080	14.65	1.17
307	15.03	0.7	0.047	15.03	0.7	1.31	0.087	15.03	1.31
308	22.25	0.91	0.041	22.25	0.91	1.73	0.078	22.25	1.73
309 - A	66.07	2.7	0.041	32.40	1.32	5.14	0.078	32.4	2.52
309 - B				33.67	1.38			33.67	2.62
310 - A	60.33	2.94	0.049	44.80	2.18	5.72	0.095	44.8	4.25
311	23.32	1.23	0.053	23.32	1.23	2.31	0.099	23.32	2.31
313 - A	21.87	0.86	0.039	10.44	0.41	1.67	0.076	10.44	0.80
313 - B				11.43	0.45			11.43	0.87
314	7.07	0.43	0.061	7.07	0.43	0.78	0.110	7.07	0.78
359	76.09	0.12	0.002	76.09	0.12	0.74	0.010	76.09	0.74
361 - A	32.39	0.94	0.029	7.00	0.20	1.9	0.059	7.00	0.41
361 - B				25.39	0.74			25.39	1.49

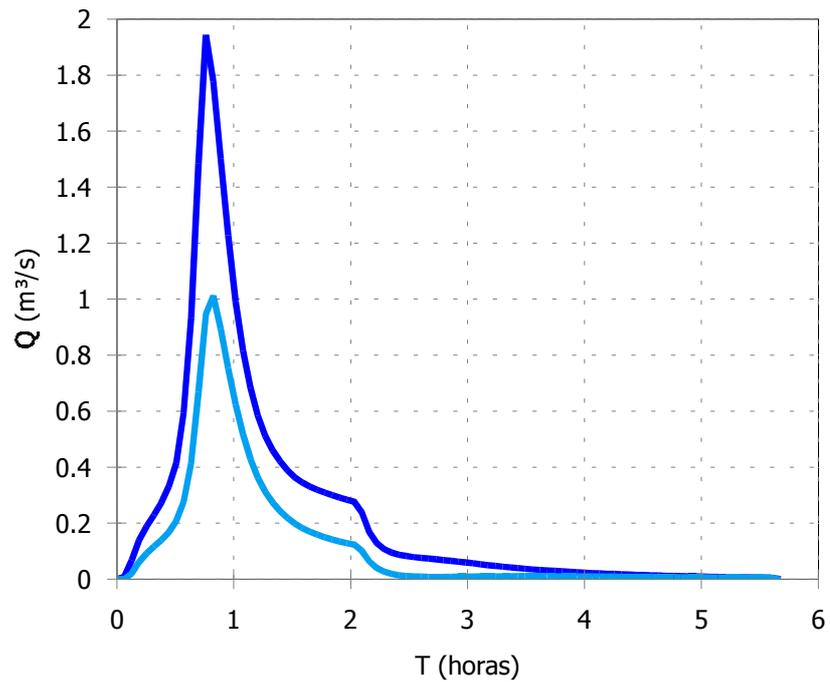


Figura 95. Cuenca 305 TR=2 y 5 años (Colector 2)

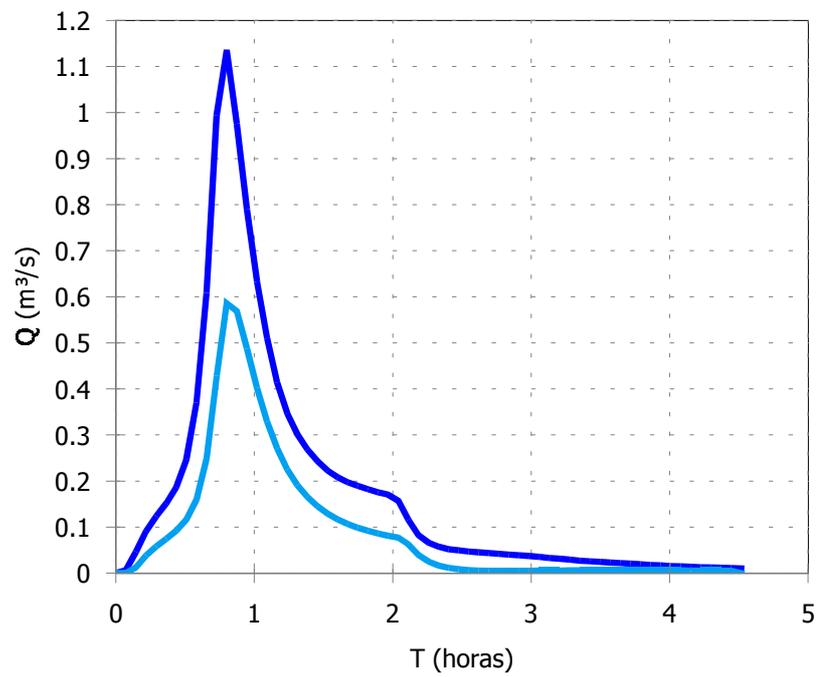


Figura 96. Cuenca 306 TR=2 y 5 años (Colector 2)

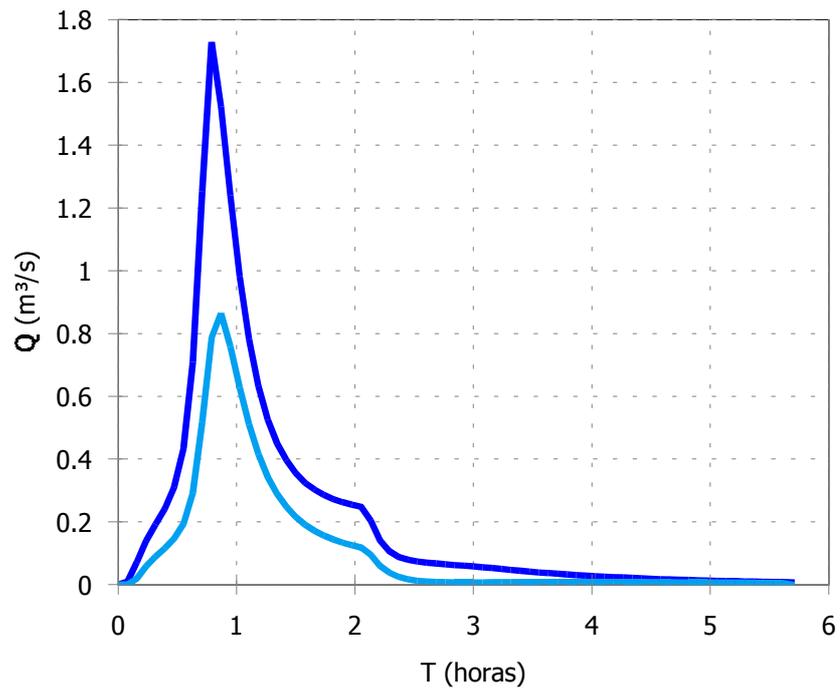


Figura 97. Cuenca 308 TR=2 y 5 años (Colector 2)

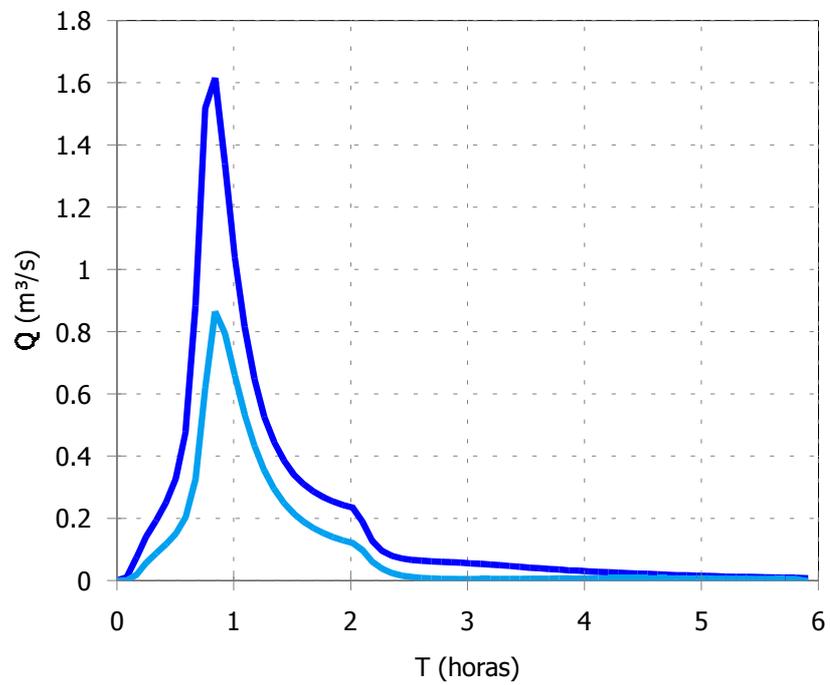


Figura 98. Cuenca 313 TR=2 y 5 años (Colector 2)

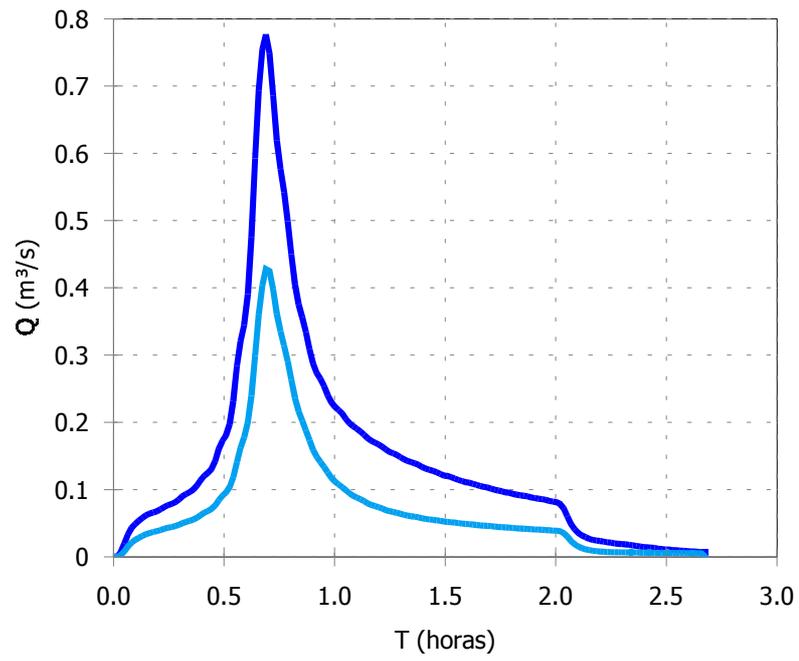


Figura 99. Cuenca 314 TR=2 y 5 años (Colector 2)

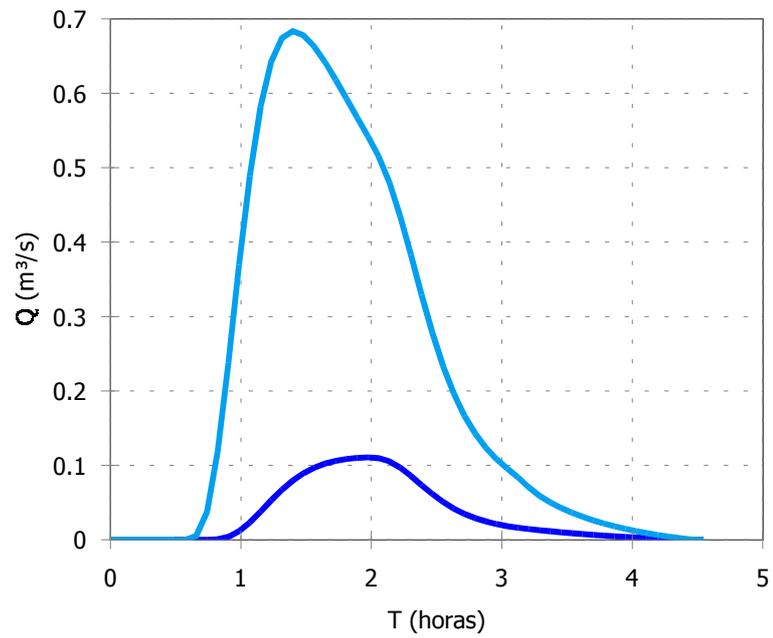


Figura 100. Cuenca 302 (TR=2 y 5 años) (Colector 2')

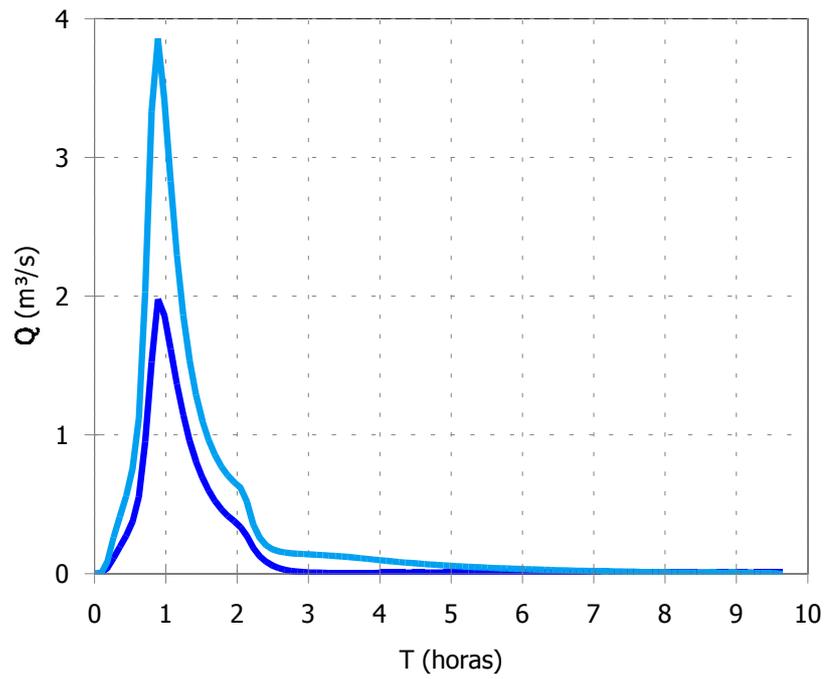


Figura 101. Cuenca 303 (TR=2 y 5 años) (Colector 2')

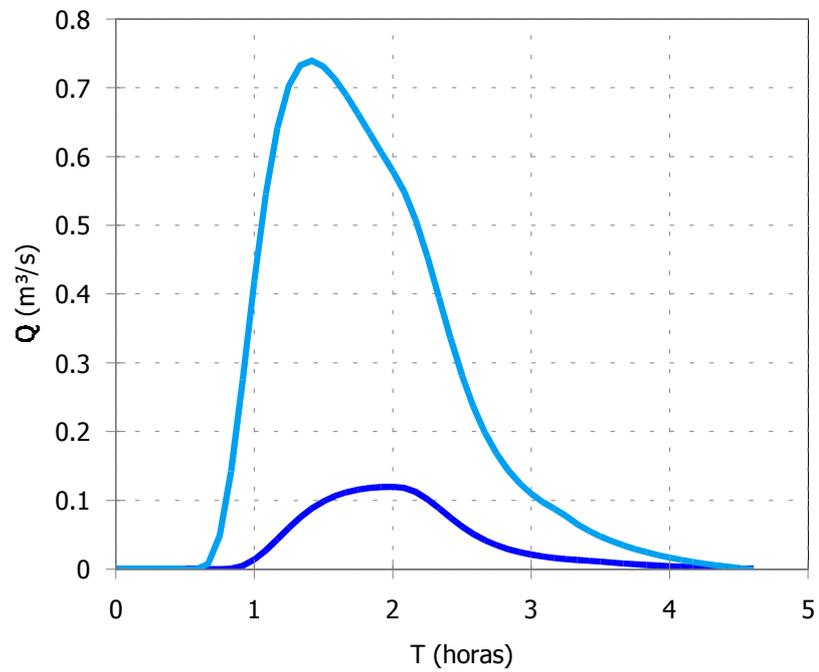


Figura 102. Cuenca 359 (TR=2 y 5 años) (Colector 2')

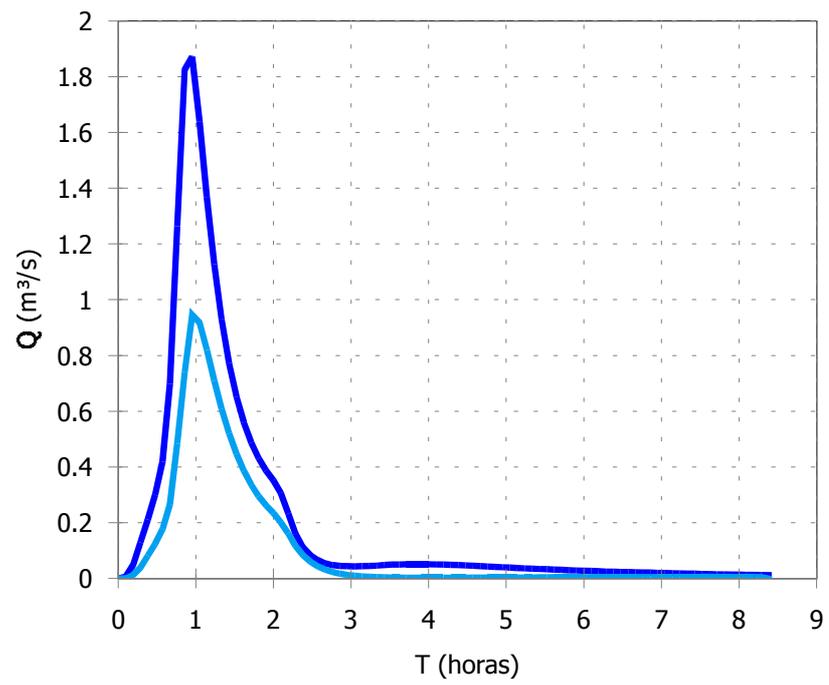


Figura 103. Cuenca 361 (TR=2 y 5 años) (Colector 2')

Tabla 32. Parámetros de entrada para el cálculo de los Colectores 2 y 2'

Ubicación	Colector	Sección	Cuenca de aporte	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	i [m/m]	TR = 2 años			TR = 5 años			
								Q cálculo (m³/s)	Q ant (m³/s)	Qtot (m³/s)	Q cálculo (m³/s)	Q ant. (m³/s)	Qtot (m³/s)	
Evita entre Rivadavia y D. Patricias	1	1-2	307 + 309-A	246.07	245.33	183.00	0.00404	2.02	0.00	2.02	3.83	0	3.83	
D. Patricias entre Evita y E. Gelonch		2-3		245.33	239.62	532.02	0.01073		2.02	2.02		3.83	3.83	
E. Gelonch entre Calle Houssay y Av. San Juan	2	1-2	310-A + 309-B	243.81	243.14	445.12	0.00150	3.56	0.00	3.56	6.87	0.00	6.87	
E. Gelonch entre Av. San Juan y Orcadas		2-3	308 + 314	243.14	242.27	581.55	0.00150	1.34	3.56	4.90	2.51	6.87	9.38	
E. Gelonch entre Orcadas y D. Patricias		3-4	313-A + 306	242.27	241.70	380.60	0.00150	1.02	6.92	7.94	1.97	13.21	15.17	
Sifón Prog. 67.622		4-5	Sifón	237.68	236.96	41.75	0.00200				7.94			15.17
			Cámara	Cota fondo	235.22									
E. Gelonch entre Sifón y Ruta Prov. N° 6		5-6	313 - B + 305	238.36	239.72	270.55	-0.005027	1.47	7.94	9.41	2.84	15.17	18.02	
		6-7		239.72	239.09	181.52	0.00347							
		7-8		239.09	239.46	142.18	-0.00260							
		5-8		Se adopta pendiente			0.00200							
Alcantarilla A		2'	A-1	30% aporte proveniente de la cuenca 303				0.59			1.16			
El Chingolo entre Saavedra y Damas Patricias	1-2		361 - A	248.85	248.00	242.01	0.00350	0.20	0.59	0.80	0.41	1.16	1.57	
Alcantarilla B	B-2		Aporte proveniente de la cuenca 302, 359 y 70% 303				1.39			3.14				
El Chingolo entre Damas Patricias y Ruta Prov. N° 6	2-3		361 - B	248.00	247.00	920.29	0.001087	0.74	2.19	2.92	1.49	4.71	6.20	
Contigüo a Ruta Provincial N° 6	3-4 ⁽¹⁾			247.00	241.29	524.76	0.001000			2.92			6.20	
Sifón Prog. 67.000	4-5		Sifón	Caudal de cálculo para TR = 20 años				12.79						
Ruta Provincial N° 6 y E. Gelonch	5-8			241.04	239.65	40.02	0.001000			2.92			6.20	
Salida	Unión Colector 2 + 2'							2.92	9.41	12.34	6.20	18.02	24.22	

Nota: (1) En la sección 3-4 del Colector 2' se colocan tres saltos de 1.90 m cada uno. El Salto 1 se ubica a una distancia de 140.00 m medido desde el punto 3, el Salto 2 se ubica a una distancia de 141.04 m desde el Salto 1 y el Salto 3 se ubica a una distancia de 146.20 m desde el Salto 2.

Tabla 33. Resumen de cálculo de sección trapecial - Colectores 2 y 2'

Colector	Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Talud Lateral (H:1V)	Ancho de Fondo (m)	Q (m³/s)	Área de flujo (m²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y crítica (m)	v(m/s)	Energía especif. (m)	Nº de Froude	Régimen
2	1-2	2	Trapecial	0.016	0.0015	0.78	0.25	2.7	3.56	2.3	4.31	3.3	0.55	1.57	0.91	0.59	Subcrítico
	1-2	5	Trapecial	0.016	0.0015	1.2	0.25	2.7	6.87	3.6	5.18		0.85	1.9	1.39	0.58	Subcrítico
	2-3	2	Trapecial	0.016	0.0015	0.78	0.25	3.6	4.9	3	5.2	4.2	0.57	1.66	0.92	0.62	Subcrítico
	2-3	5	Trapecial	0.016	0.0015	1.19	0.25	3.6	9.38	4.6	6.05		0.87	2.03	1.4	0.62	Subcrítico
	3-4	2	Trapecial	0.016	0.0015	0.9	0.25	4.5	7.94	4.3	6.37	5.2	0.67	1.86	1.08	0.64	Subcrítico
	3-4	5	Trapecial	0.016	0.0015	1.38	0.25	4.5	15.17	6.7	7.34		1.03	2.27	1.64	0.64	Subcrítico
	Sifón 1	2	Rectangular	0.016	0.002	0.89	-	4.32	7.94	3.9	6.11	4.32	0.7	2.06	1.11	0.7	Subcrítico
	Sifón 1	5	Rectangular	0.016	0.002	1.4	-	4.32	15.17	6.1	7.12	4.32	1.08	2.51	1.72	0.68	Subcrítico
	5-8	2	Trapecial	0.016	0.002	0.92	0.25	4.5	9.41	4.4	6.4	5.2	0.75	2.16	1.16	0.74	Subcrítico
	5-8	5	Trapecial	0.016	0.002	1.4	0.25	4.5	18.02	6.8	7.39		1.15	2.65	1.76	0.74	Subcrítico
2'	1-2	2	Trapecial	0.016	0.0035	0.47	0.25	1.00	0.80	0.5	1.97	1.40	0.39	1.53	0.59	0.75	Subcrítico
	1-2	5	Trapecial	0.016	0.0035	0.73	0.25	1.00	1.57	0.9	2.51		0.6	1.82	0.9	0.73	Subcrítico
	2-3	2	Trapecial	0.016	0.00109	0.72	0.25	2.90	2.92	2.2	4.39	3.50	0.46	1.31	0.81	0.51	Subcrítico
	2-3	5	Trapecial	0.016	0.001087	1.18	0.25	2.90	6.20	3.8	5.34		0.76	1.64	1.32	0.5	Subcrítico
	3-4	2	Trapecial	0.035	0.001	0.97	1	3.30	2.92	4.2	6.05	6.30	0.41	0.7	1	0.25	Subcrítico
	3-4	5	Trapecial	0.035	0.001	1.49	1	3.30	6.20	7.1	7.5		0.66	0.87	1.52	0.26	Subcrítico
	salto 1, 2 y 3	2	Rectangular	0.016	0.001	0.86	-	2.65	2.92	2.3	4.37	2.65	0.5	1.28	0.94	0.44	Subcrítico
	salto 1, 2 y 3	5	Rectangular	0.016	0.001	1.5	-	2.65	6.20	4	5.64	2.65	0.82	1.56	1.62	0.41	Subcrítico
	5-8	2	Trapecial	0.035	0.001	0.97	1	3.30	2.92	4.2	6.05	6.30	0.41	0.7	1	0.25	Subcrítico
	5-8	5	Trapecial	0.035	0.001	1.49	1	3.30	6.20	7.1	7.5		0.66	0.87	1.52	0.26	Subcrítico

Detalles de Colector N° 2 (Sección trapezoidal)

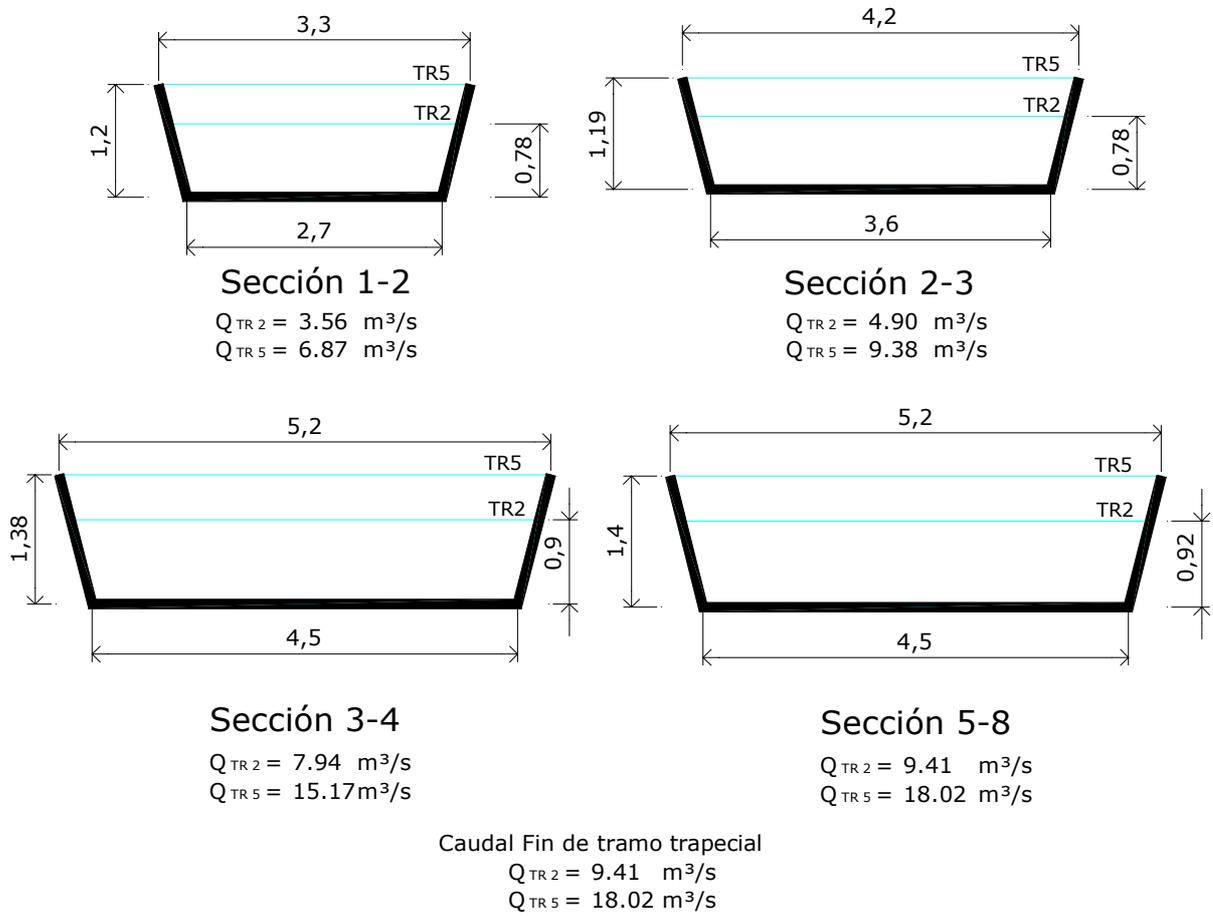


Figura 104. Detalles de secciones del Colector 2

Detalles de Colector N° 2' (Sección trapezoidal impermeabilizada y en canal natural)

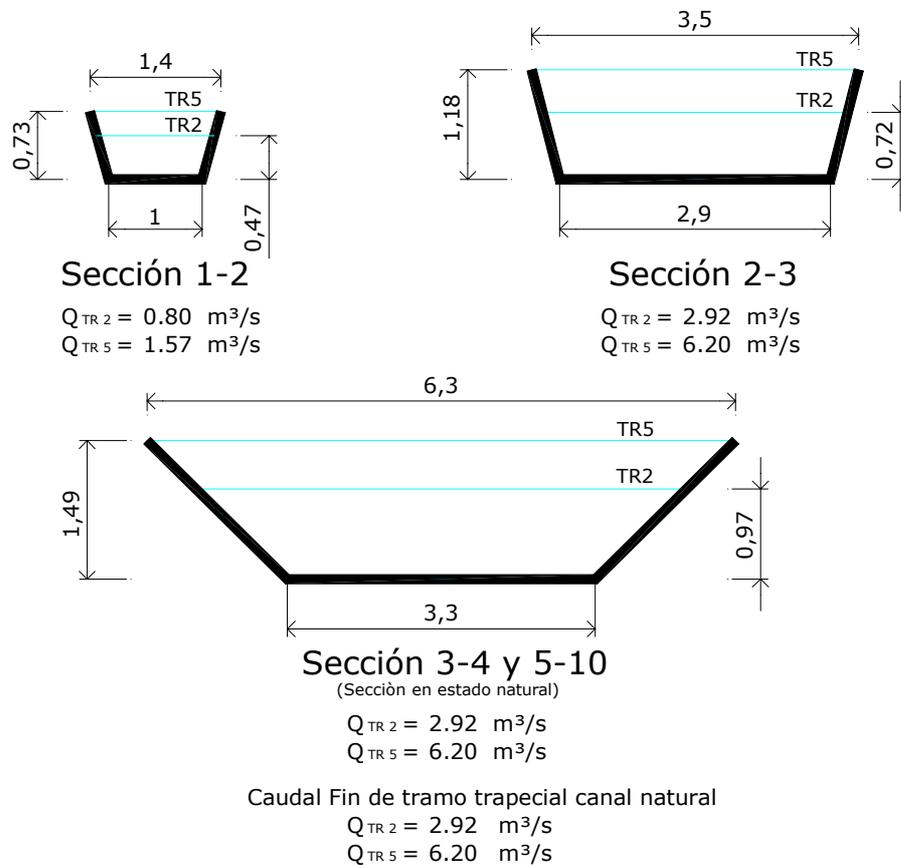


Figura 105. Detalles de secciones del Colector 2'

CÁLCULO SALTOS EN COLECTOR 2'

SALTO 1, 2 Y 3

LONGITUD DE TRANSICIÓN

$$L_{trans} = B_t - B_r / 2 \operatorname{tg} a \quad B_t = 6.30\text{m}$$

$$L_{trans} = 1.1\text{m} \quad B_r = 2.65\text{m}$$

$$a = 45^\circ$$

La sección de entrada y de salida al salto se ha calculado como una sección rectangular con un $b = 2.65\text{ m}$ y $h = 1.50\text{ m}$

La sección del canal entre saltos se supone trapezoidal con las dimensiones obtenidas anteriormente.

CÁLCULO DE SALTOS

- Pendiente adoptada $i_a = 0.001$
- Diferencia a salvar = 5.20m
- N° Saltos adoptados = 3
- Altura saltos = 1.73m

a) Cálculo de d_1 y d_2 para la determinación de los dados disipadores

1) $d_1 = 0$

$$v_1^2 = 2g(h_c + v_c^2 / 2g + H_s - d_1)$$

2) $Q = v_1 d_1 b$

3) $d_2 = -d_1 / 2 + (d_1^2 / 4 + (2 v_1^2 d_1) / g)^{1/2}$

$H_s = 1.73 \text{ m}$, $Q = 6.20 \text{ m}^3/\text{s}$

$v_c = 2.84 \text{ m/s}$, $b = 2.65 \text{ m}$

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$, $h_2 = 1.50 \text{ m}$

A flujo = 4.0 m^2

$h_c = (Q^2 / B^2 g)^{1/3}$

$h_c = 0.82 \text{ m}$

Hs	v1	d1	d2
m	m/s	m	m
1.73	7.63	0.307	1.760
1.73	7.22	0.324	1.701
1.73	7.20	0.325	1.698
1.73	7.20	0.325	1.697

$Fr = 4.03$

b) Cálculo de L

U.S.B.R $L_1 = 5 d_2$

$L_1 = 8.5 \text{ m}$

Adoptamos una longitud de cuenco **$L_1 = 8.5 \text{ m}$**

b) Cálculo la longitud, altura, ancho y separación de los dados disipadores:

- Longitud: $2 \times d_1 \text{ min} = \mathbf{0.61 \text{ m}}$

- Altura: $2 \times d1 = \mathbf{0.65 \text{ m}}$
- Ancho: $w = 0.75 \times d1 = \mathbf{0.24 \text{ m}}$
- Separación: $2.5 \times w = \mathbf{0.61 \text{ m}}$

c) Disposición de dados disipadores

En un ancho de 2.65 m se colocarán 3 dados con $w = 0.24 \text{ m}$ separados una distancia entre ellos igual a 0.61 m y de las paredes contiguas 0.355 m

d) Cálculo escalón de fondo

$$h4 = 1.25 \times d1 = \mathbf{0.41 \text{ m}}$$

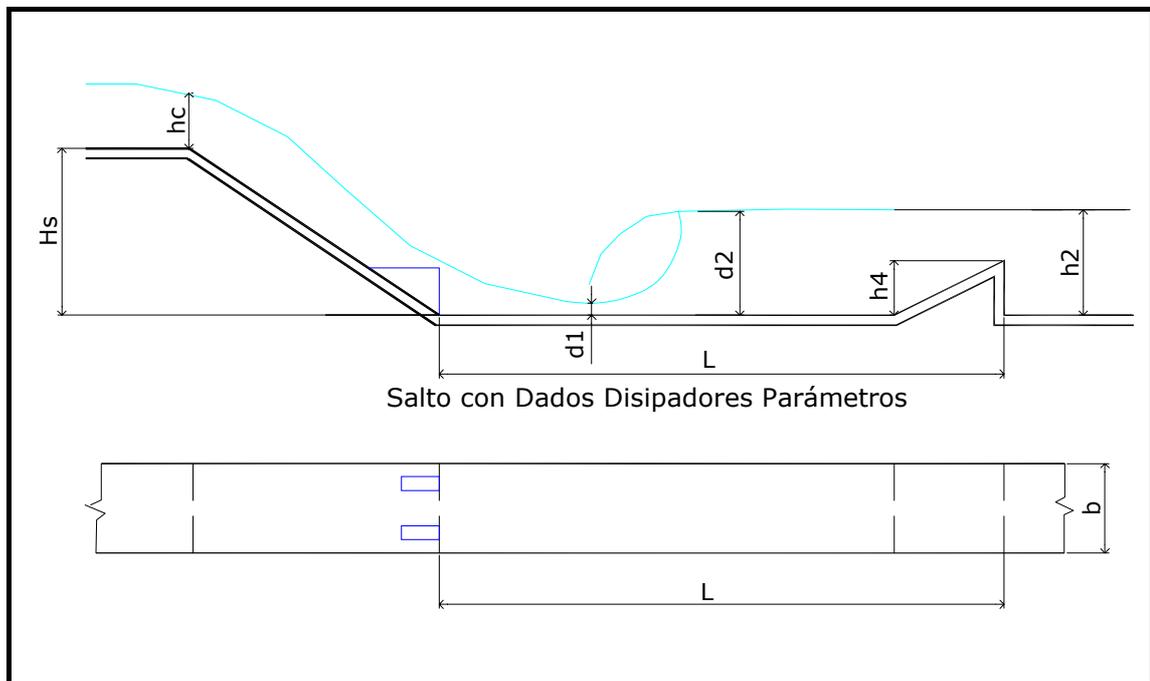


Figura 106. Esquema indicativo de parámetros para el cálculo de saltos

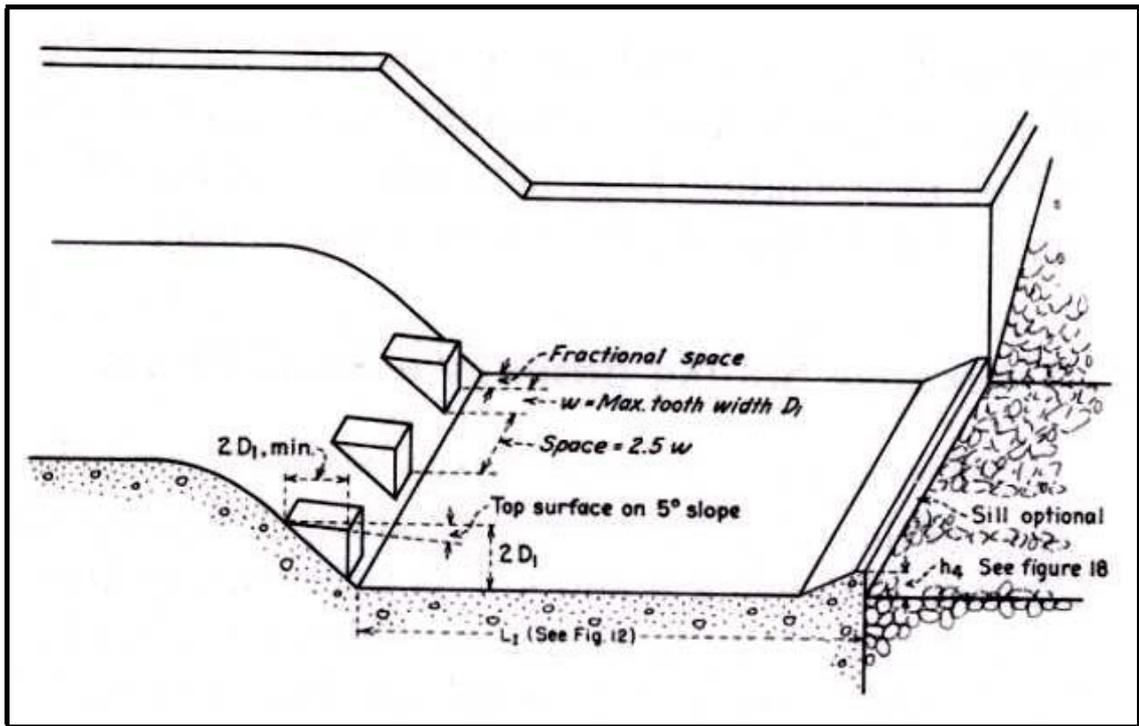
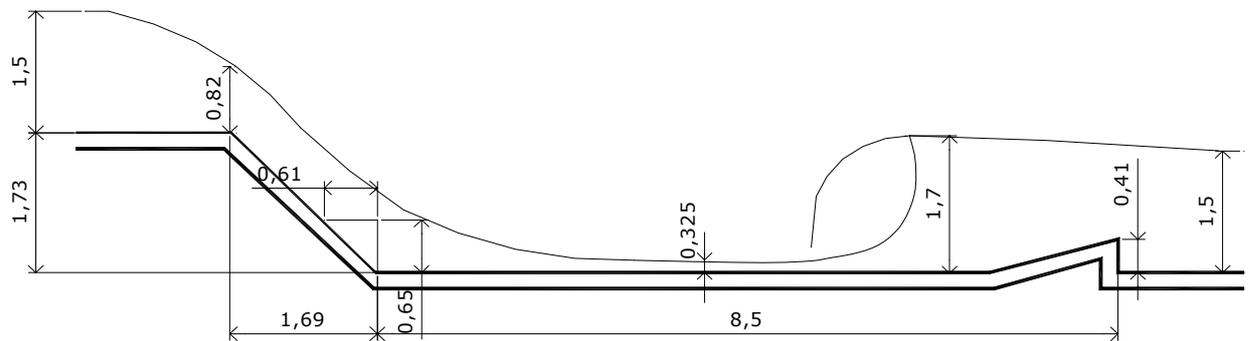
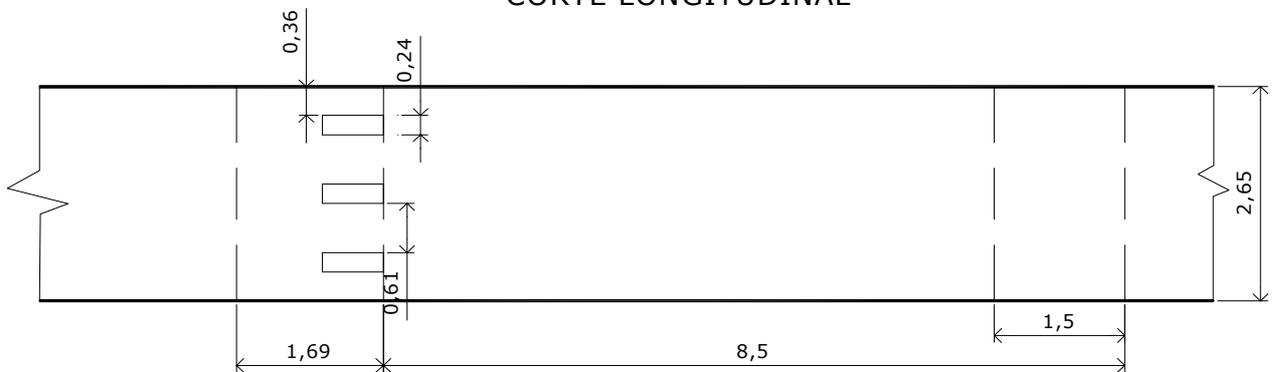


Figura 107. Esquema indicativo del salto adoptado (Tipo IV) extraído de “Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Disipators” (U.S. Bureau of Reclamation, 1978)



Salto 1, 2 y 3 con Dados Disipadores
CORTE LONGITUDINAL



Salto 1, 2 y 3 con Dados Disipadores
VISTA EN PLANTA

Caudal de Proyecto (TR = 5 años)

$$Q_{TR5} = 7.18 \text{ m}^3/\text{s}$$

Figura 108

Dimensionamiento de los colectores provenientes de las alcantarillas A y B (Cuenca 361)

Para el dimensionamiento correspondiente se consideró que la alcantarilla A colecta el 30 % del caudal correspondiente a la Cuenca 303, y la alcantarilla B colecta el 70 % restante de la Cuenca 303, y las cuencas 302 y 359 .

El caudal de aporte correspondiente se obtiene de la Tabla 31, dada anteriormente. De esta manera, en la Tabla 34 se especifican los caudales de cálculo correspondientes a cada una de las alcantarillas para el dimensionamiento de los colectores cuyos resultados se expresan en la Tabla 35.

Los colectores se dimensionaron en sección rectangular debido a sus pequeñas dimensiones.

Tabla 34. Parámetros de entrada para cálculo de los colectores provenientes de las alcantarillas A y B

Alcantarilla	Cuenca de aporte	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	i [m/m]	TR = 2	TR = 5
						Qcálculo (m ³ /s)	Qcálculo (m ³ /s)
A	30 % 303	252.23	248.85	140.40	0.0241	0.59	1.16
B	70 % 303 + 302 + 359	251.90	248.00	258.43	0.0151	1.39	3.14

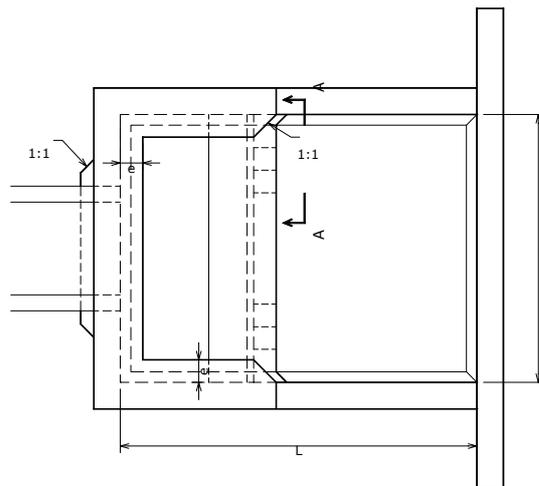
Tabla 35. Resumen de cálculo de sección rectangular

Colector	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Ancho de Fondo (m)	Q (m ³ /s)	Área de flujo (m ²)	Perím. mojado (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía especif. (m)	Nº de Froude	Régimen
Colector alcantarilla A	2	Rectangular	0.016	0.0241	0.42	0.50	0.59	0.2	1.34	0.52	2.82	0.82	1.39	Supercrítica
	5	Rectangular	0.016	0.0241	0.73		1.16	0.4	1.97	0.82	3.17	1.24	1.18	Supercrítica
Colector alcantarilla B	2	Rectangular	0.016	0.0151	0.47	1.00	1.39	0.50	1.93	0.58	2.98	0.92	1.39	Supercrítica
	5	Rectangular	0.016	0.0151	0.88		3.14	0.90	2.75	1.00	3.58	1.53	1.22	Supercrítica

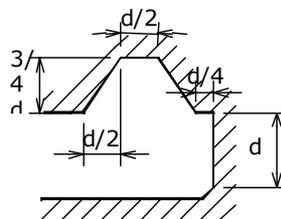
Dimensionamiento de disipadores de impacto

Al final de cada colector (intersección con el colector 2') se dispondrán disipadores de impacto, para lo cual deberá colocarse la parte inferior del deflector al mismo nivel que el canal de salida para conseguir que el funcionamiento sea satisfactorio.

En las Figuras 109a y 109b se muestra el esquema de un disipador de impacto tipo y se detallan cada una de sus dimensiones.



PLANTA DISIPADOR DE IMPACTO



CORTE A - A

Figura 109a. Disipador de impacto tipo - planta

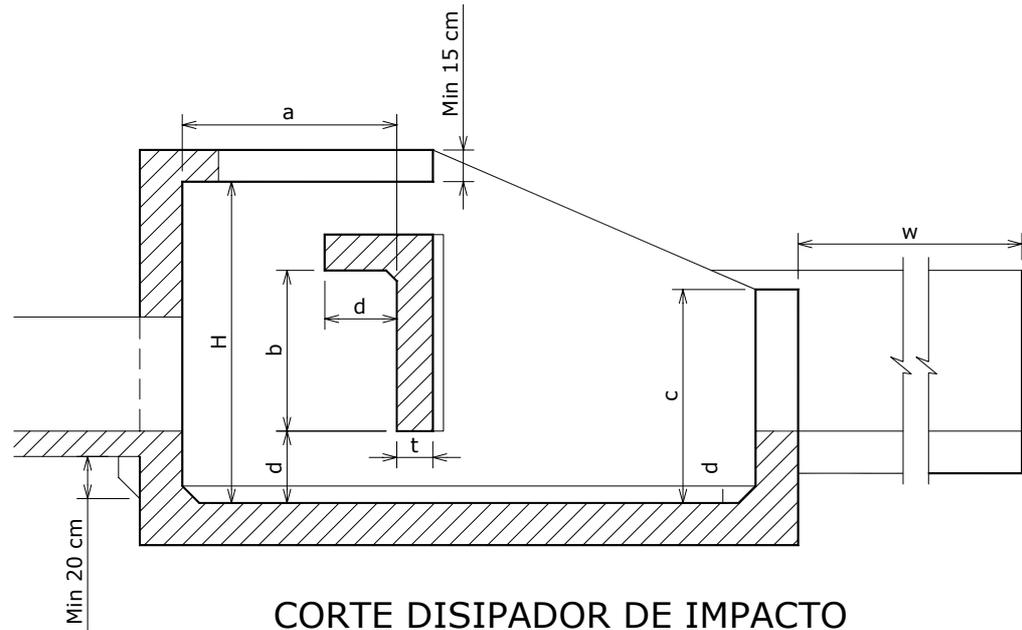


Figura 109b. Disipador de impacto tipo - corte

El cálculo de cada una de estas dimensiones se realiza en función del ancho w del cuenco. El ancho del cuenco se determina en función del N° de Froude y la profundidad del flujo entrante (Figura 110).

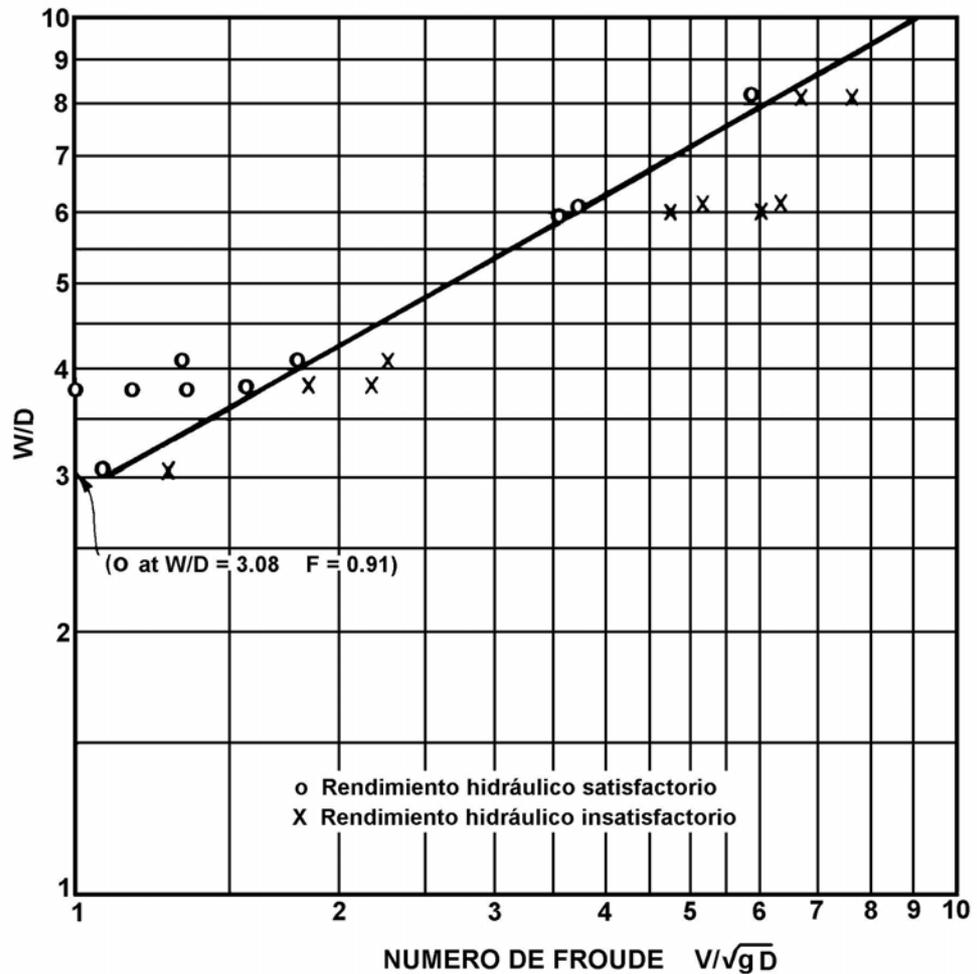


Figura 110

donde:

w: ancho interno del cuenco

D: representa la profundidad del flujo entrante y es la raíz cuadrada del área de flujo

v: es la velocidad del flujo entrante

Disipador del colector de alcantarilla A

En la Tabla 36 se muestran los parámetros de entrada que se requieren para determinar las dimensiones del disipador de impacto. Las dimensiones del disipador de impacto se observan en la Tabla 37.

Tabla 36. Parámetros de entrada para el cálculo del dissipador de impacto

Disipador	TR (años)	v llegada (m/s)	Q (m ³ /s)	D (m)	Fr	w/D	w adoptado (m)
colector alcant. A	5	3.17	1.16	0.60	1.30	3.40	2.1
	2 Verificación⁽¹⁾	2.82	0.59	0.46	1.33	4.50	

Nota:

Se verifica que la relación w/D y el Fr para un TR de 2 años, coincide en una zona satisfactoria del gráfico (Figura 112).

Tabla 37. Dimensionamiento del dissipador de impacto del colector de alcantarilla A

w adoptado (m)	Dimensionamiento cuenco y deflector (m)		Corte (m)	
2.1	H = 3/4 w	1.54	d	0.34
	L = 4/3 w	2.74	1/2 d	0.17
	a = w/2	1.03	1/4 d	0.09
	b = 3/8 w	0.77	3/4 d	0.26
	c = w/2	1.03		
	d = w/6	0.34		
	e = w/12	0.17		
	t = w/12	0.17		
f piedras w/20	0.10			

En las Figuras 111a y 111b se muestra el dissipador de impacto correspondiente

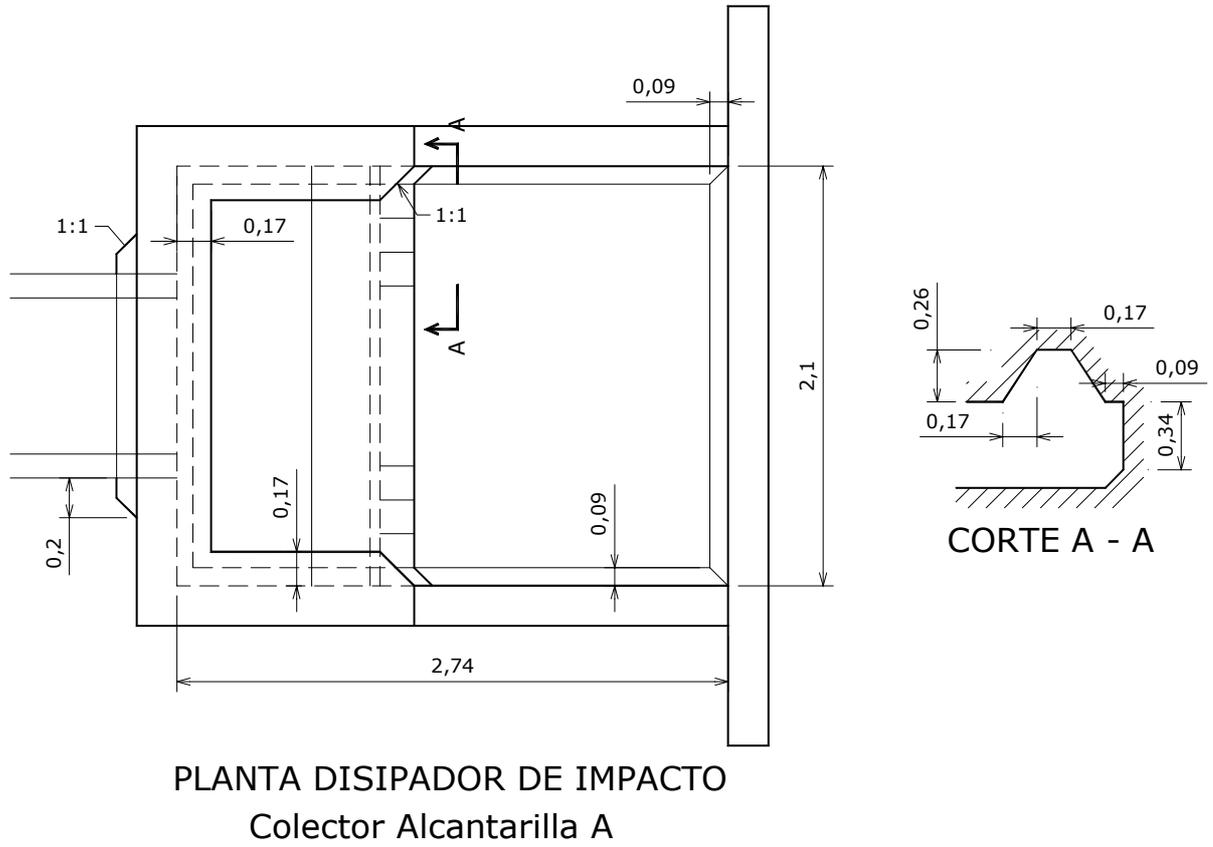


Figura 111a. Disipador de impacto para el colector proveniente de la Alcantarilla A - planta

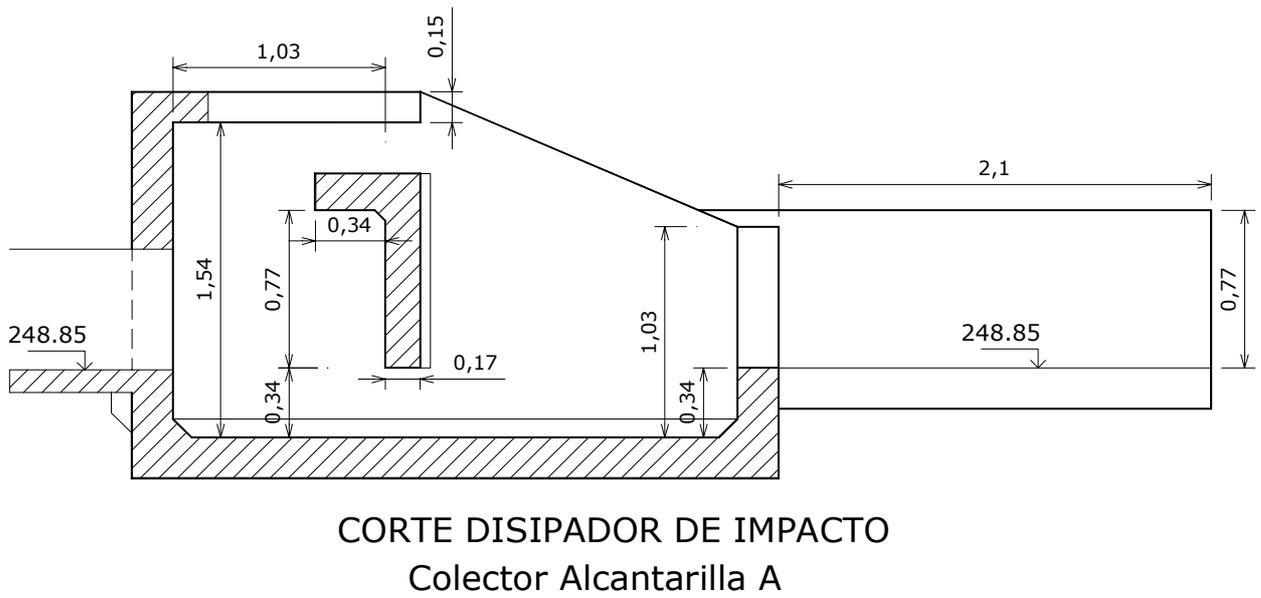


Figura 111b. Disipador de impacto para el colector proveniente de la Alcantarilla A - corte

Disipador del colector de alcantarilla B

En la Tabla 38 se muestran los parámetros de entrada que se requieren para determinar las dimensiones del disipador de impacto. Los resultados obtenidos para el disipador de impacto del colector proveniente de la Alcantarilla B se observan en la Tabla 39.

Tabla 38. Parámetros de entrada para el cálculo del disipador de impacto

Disipador	TR (años)	v llegada (m/s)	Q (m ³ /s)	D (m)	Fr	w/D	w adoptado (m)
B	5	3.58	3.14	0.94	1.18	3.15	2.95
	2 Verificación ⁽¹⁾	2.98	1.39	0.68	1.15	4.32	

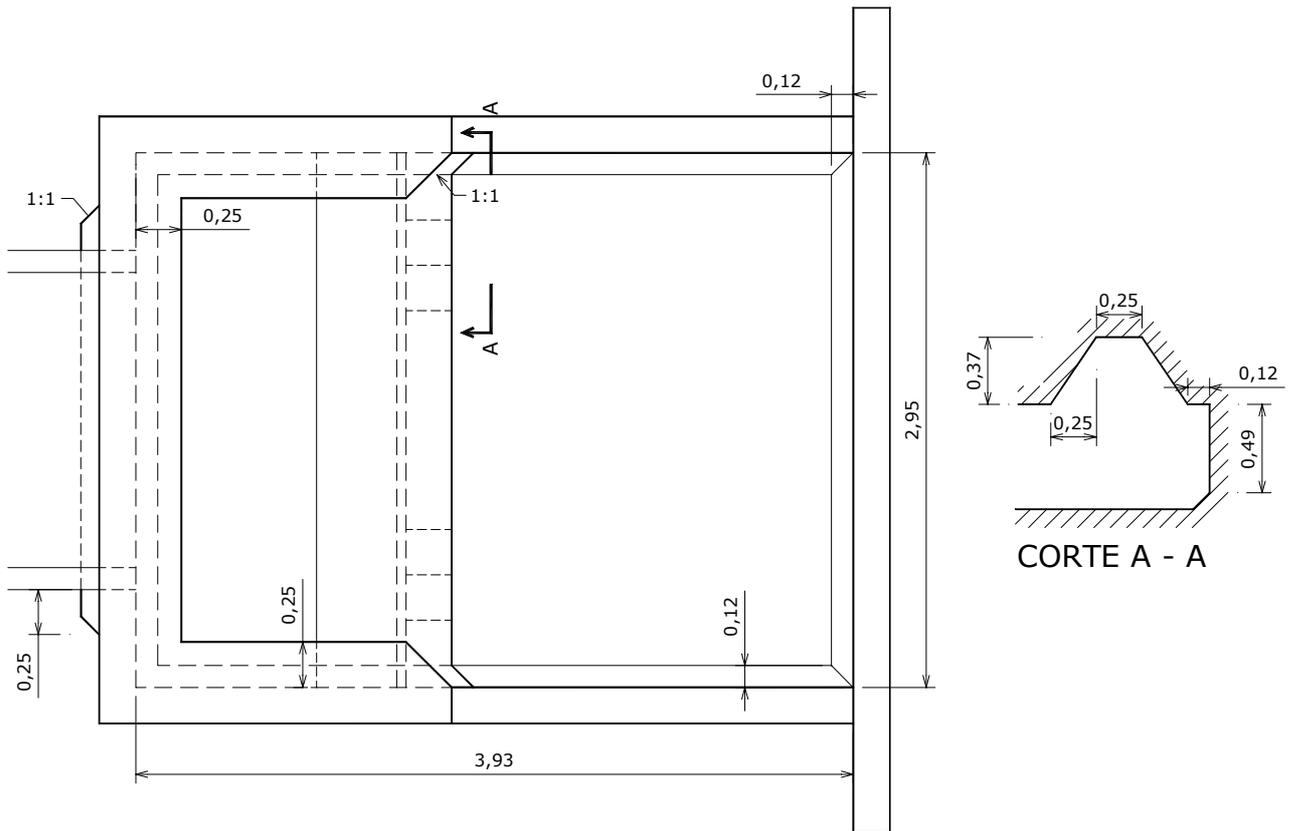
Nota:

Se verifica que la relación w/D y el Fr para un TR de 2 años, coincide en una zona satisfactoria del gráfico.

Tabla 39. Parámetros de entrada para el cálculo del disipador de impacto

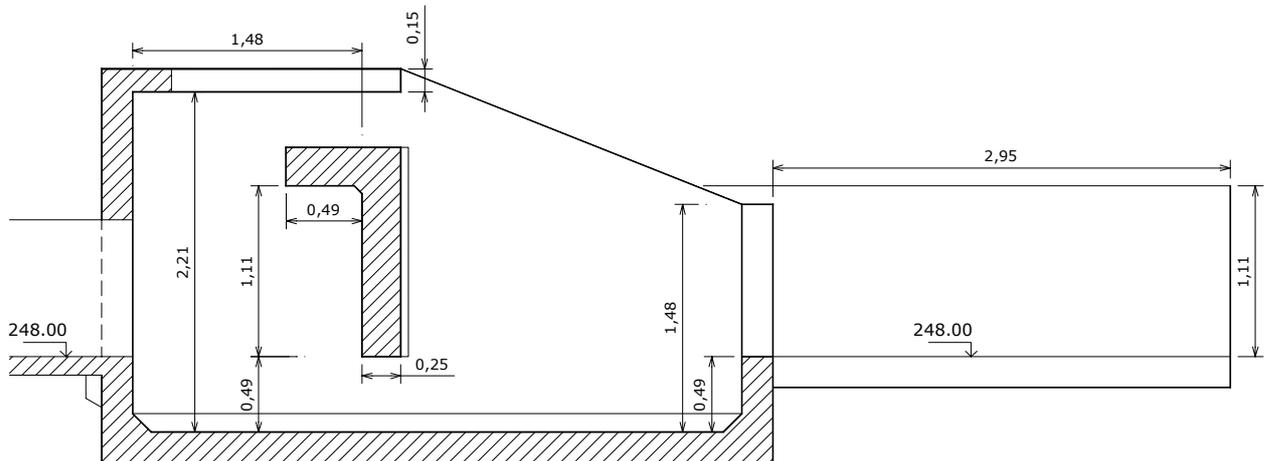
W adoptado (m)	Dimensionamiento cuenco y deflector (m)		Corte (m)	
2.95	H = 3/4 w	2.21	d	0.49
	L = 4/3 w	3.93	1/2 d	0.25
	a = w/2	1.48	1/4 d	0.12
	b = 3/8 w	1.11	3/4 d	0.37
	c = w/2	1.48		
	d = w/6	0.49		
	e = w/12	0.25		
	t = w/12	0.25		
	f piedras w/20	0.15		

En las Figuras 112a y 112b se muestra el disipador de impacto correspondiente



PLANTA DISIPADOR DE IMPACTO
Colector Alcantarilla B

Figura 112a. Disipador de impacto para el colector proveniente de la Alcantarilla B - planta



CORTE DISIPADOR DE IMPACTO
Colector Alcantarilla B

Figura 112b. Disipador de impacto para el colector proveniente de la Alcantarilla B - corte

4.2. Colector 7

El Colector 7 se desarrolla a lo largo de la calle Gelonch entre Maipú y Jujuy y calle Perú entre Jujuy y Alvear como lo muestran los planos de ubicación de (Láminas 15).

El Colector 7 recibe el aporte de la cuenca 311, 312, 315, 316, 317, 318 y 319, y, además, debe considerarse el escurrimiento que aporta el área perteneciente a la Colonia Penal. En la Tabla 40 se pueden visualizar los valores de caudal para los tiempos de retorno de 2 y 5 años que se extraen de los hidrogramas de escurrimiento generados por el modelo ARHYMO (Figuras 113 a 119). En la Tabla 41 se discriminan los caudales de cálculo para el dimensionamiento del colector cuyos resultados se expresan en la Tabla 42 (Figura 120). Las pautas geométricas de las secciones fueron establecidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

Además, se ha verificado su funcionamiento para los caudales correspondientes a TR = 20 y 50 años para cada uno de los distintos tramos de este colector, debido a que se considera que está protegiendo al Canal Principal de Riego. En la Tabla 43 se muestran los valores de caudales para los tiempos de retorno de 20 y 50 años, extraídos de los hidrogramas de escurrimiento (Figuras 121 a 127). En la Tabla 44 se detallan los caudales correspondientes a cada tramo y la diferencia existente entre estos caudales y el respectivo a un TR = 5 años.

Tabla 40. Caudales específicos y Caudales de aporte

Cuenca	Área Total de Aporte Ha	Tormenta TR = 2 Años				Tormenta TR = 5 Años			
		Qmax m ³ /s	Caudal específico m ³ /s Ha	Área de Aporte Ha	Qcálculo m ³ /s	Qmax m ³ /s	Caudal específico m ³ /s Ha	Área de Aporte Ha	Qcálculo m ³ /s
311	23.32	1.23	0.0527	23.32	1.23	2.31	0.0991	23.32	2.31
312	41.65	2.2	0.0528	41.65	2.20	4.12	0.0989	41.65	4.12
315 - A	109.33	5.52	0.0505	47.40	2.39	10.62	0.0971	47.4	4.60
315 - B				16.63	0.84			16.63	1.62
315 - C				45.30	2.29			45.3	4.40
316	35.12	1.5	0.0427	35.12	1.50	2.79	0.0794	35.12	2.79
317 - A	34.08	1.99	0.058	4.1	0.24	3.63	0.1065	4.1	0.44
317 - B				29.98	1.75			29.98	3.19
318	93.31	3.39	0.0363	93.31	3.39	6.92	0.0742	93.31	6.92
319	62.78	2.54	0.0405	62.78	2.54	4.92	0.0784	62.78	4.92
Colonia Penal-A	95.45	0.13	0.0014	56.17	0.08	0.79	0.0083	56.17	0.46
Colonia Penal-B				39.28	0.05			39.28	0.33

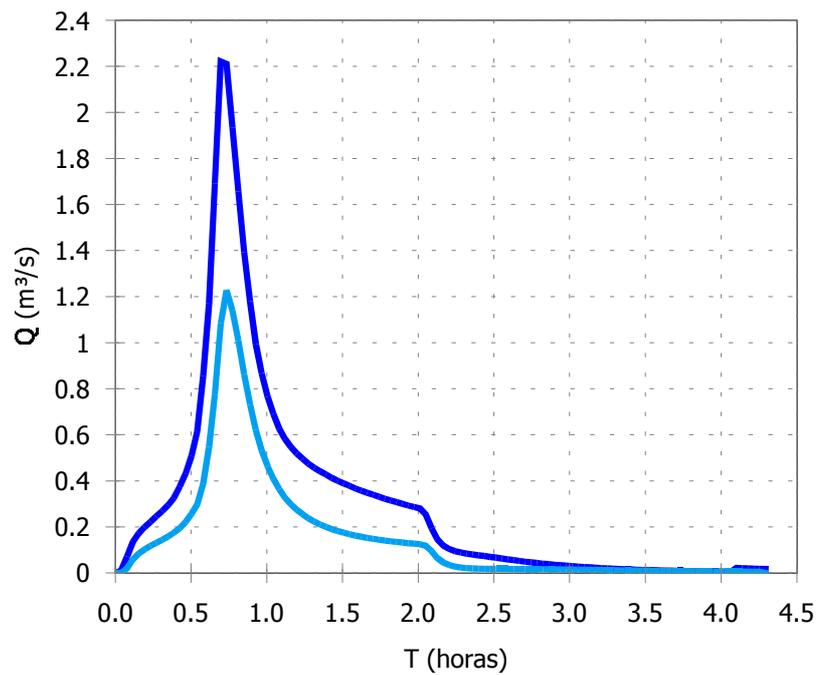


Figura 113. Cuenca 311 (TR= 2 y 5 años)

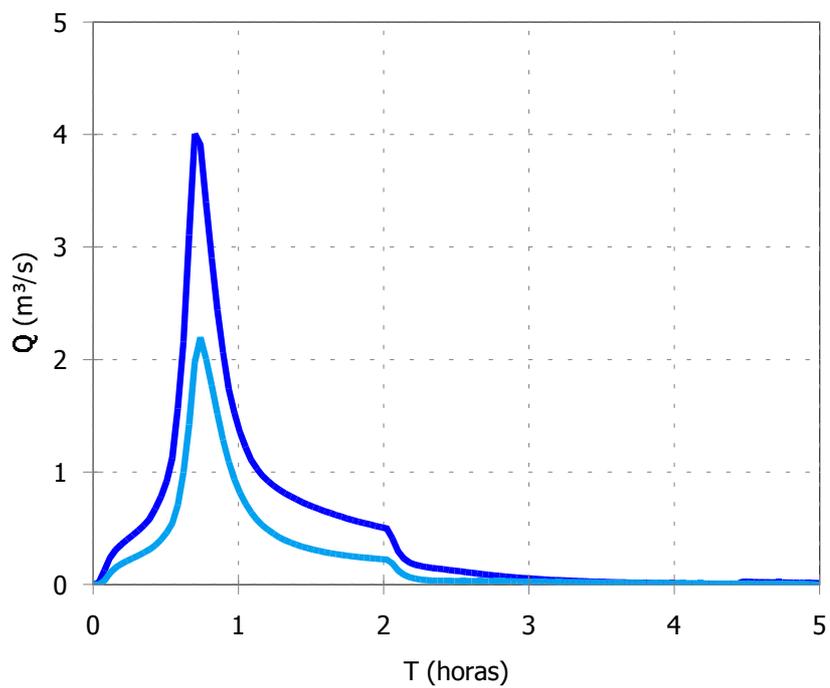


Figura 114. Cuenca 312 (TR= 2 y 5 años)

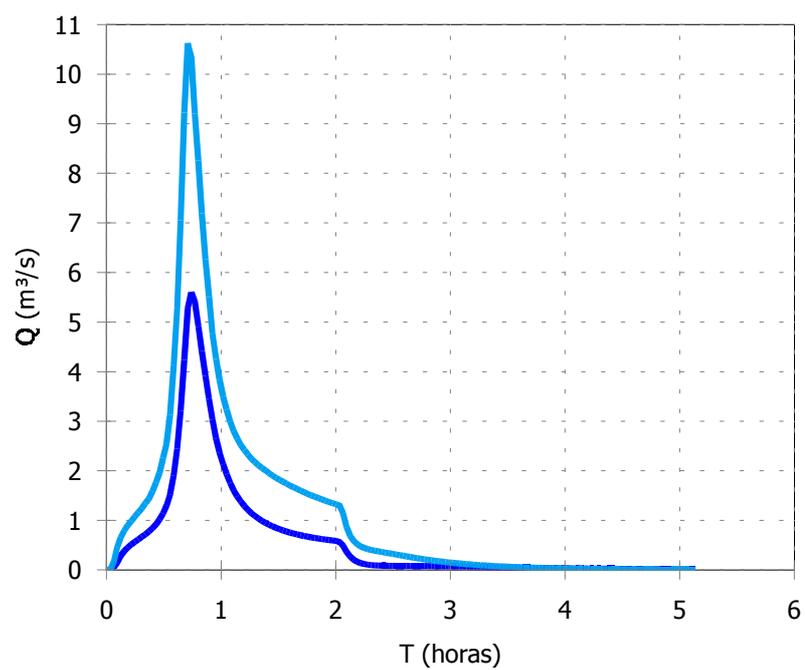


Figura 115. Cuenca 315 (TR= 2 y 5 años)

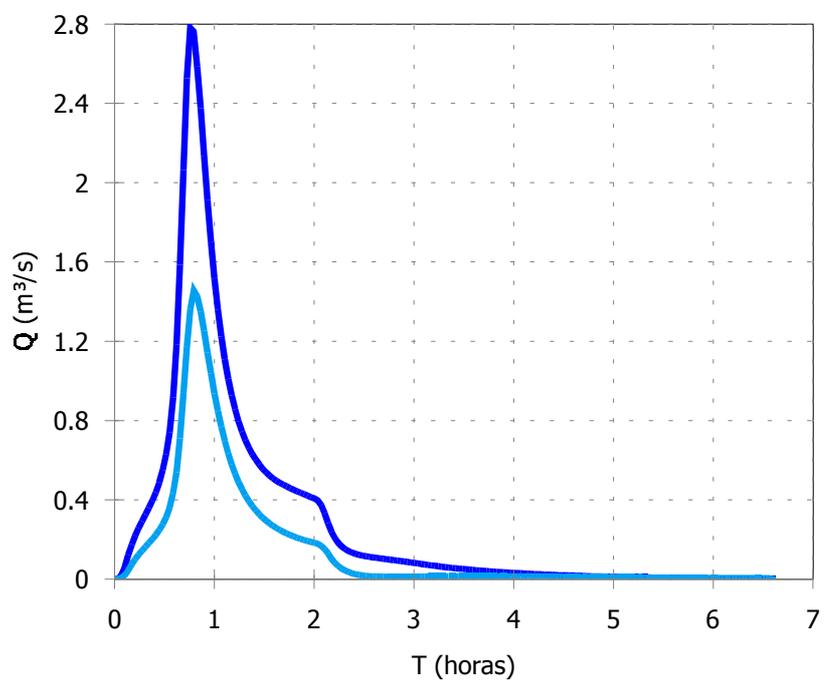


Figura 116. Cuenca 316 (TR= 2 y 5 años)

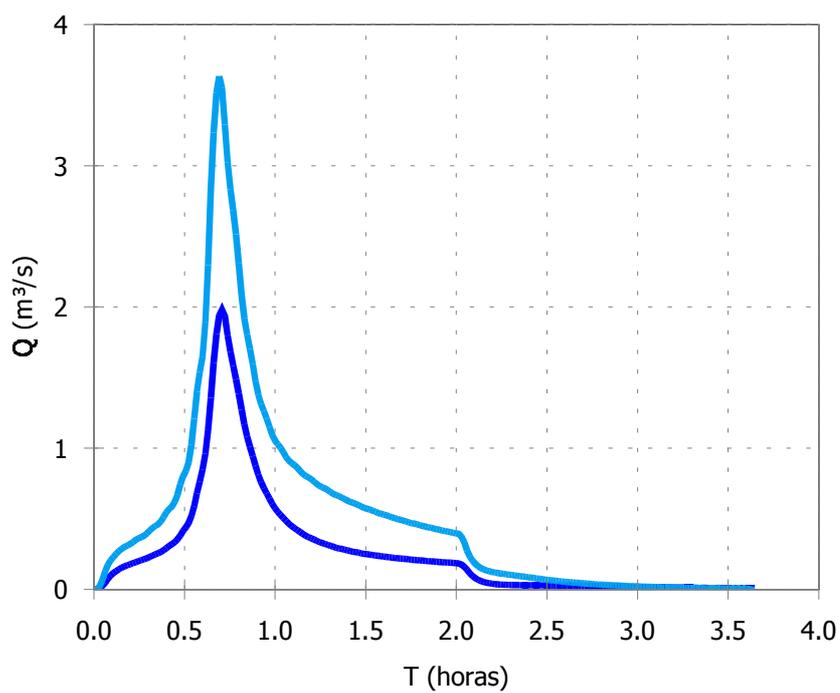


Figura 117. Cuenca 317 (TR= 2 y 5 años)

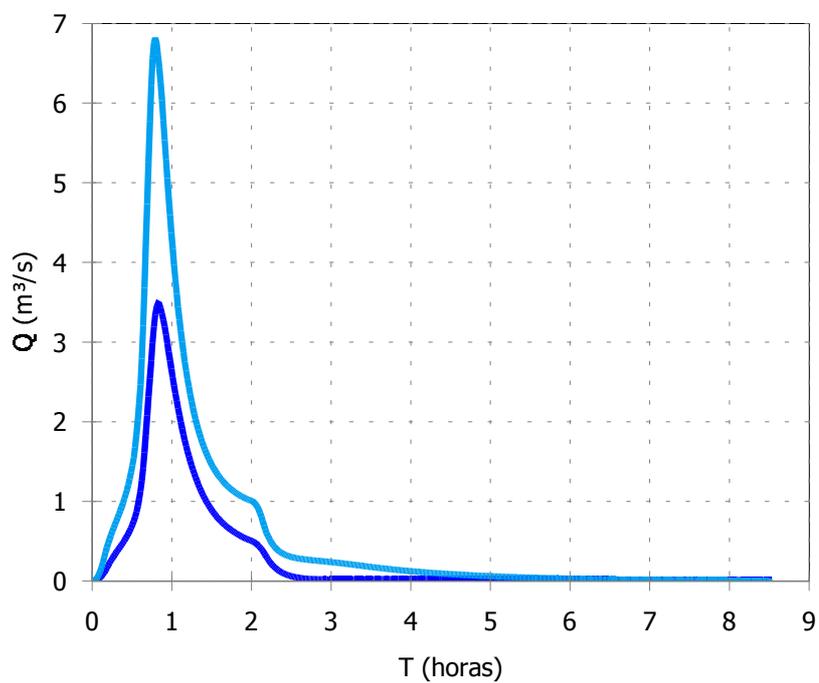


Figura 118. Cuenca 318 (TR= 2 y 5 años)

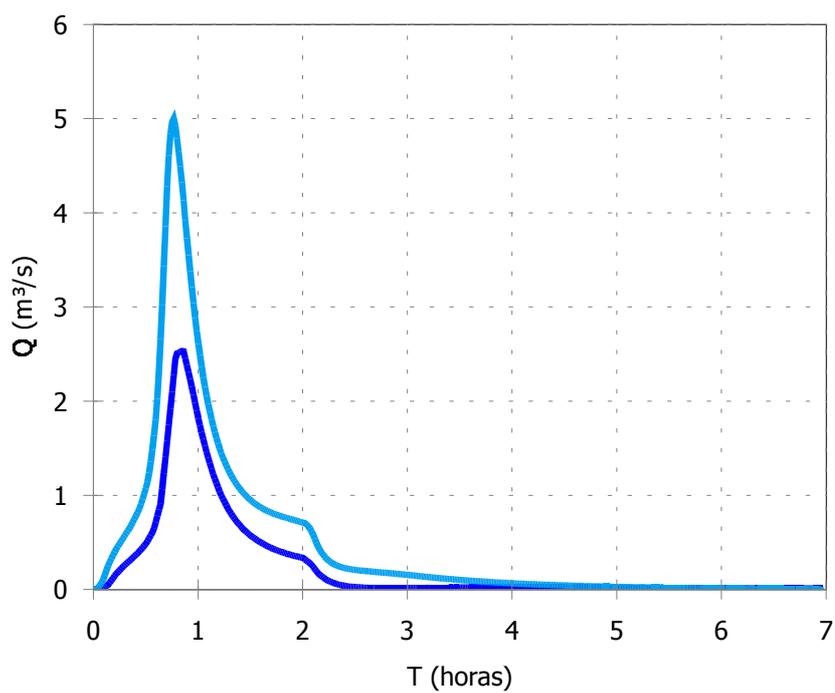


Figura 119. Cuenca 319 (TR= 2 y 5 años)

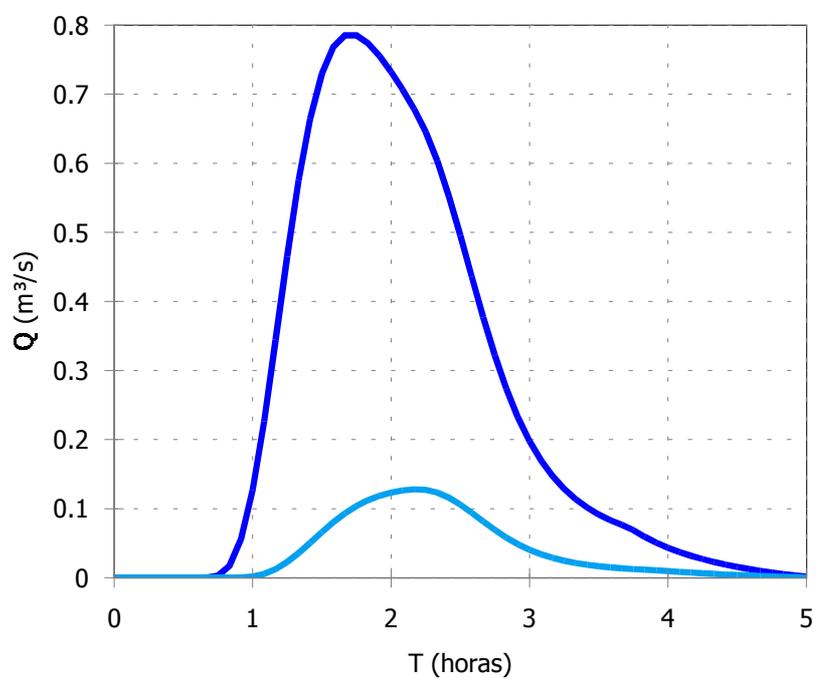


Figura 120. Cuenca Colonia Penal (TR = 20 y 50 años)

Tabla 41. Parámetros de entrada para el cálculo del Colector 7

Ubicación	Colector	Sección	Cuenca	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	i [m/m]	TR = 2 años			TR = 5 años		
								Q cálculo [m ³ /s]	Q secc. Ant.	Qtot [m ³ /s]	Q cálculo [m ³ /s]	Q secc. Ant.	Qtot [m ³ /s]
E. Gelonch entre Maipú y Belgrano	7	1-2	311 + 312 + Col. Penal-A	242.21	240.36	616.54	0.0030	3.518	0.00	3.51	6.89	0.00	6.89
E. Gelonch-Perú entre Belgrano y Jujuy		2-3 ⁽¹⁾	315-A+316+317-A +Col. Penal-B	240.36	236.47	1691.97	0.0023	4.19	3.51	7.69	8.16	6.89	15.05
Perú entre Jujuy y quiebre de canal		3-4 ⁽²⁾	315-B + 317-B	236.47	235.02	630.23	0.0023	2.59	7.69	10.28	4.81	15.05	19.86
Perú entre quiebre de canal y límite cuencas 315 y 319		4-5 ⁽³⁾	315-C + 318	235.02	232.64	952.07	0.0025	5.68	10.28	15.96	11.32	19.86	31.18
Perú entre límite cuencas 315 y 320, y Alvear		5-6 ⁽⁴⁾	319	232.64	230.97	666.7	0.0025	2.54	15.96	18.50	4.92	31.18	36.10

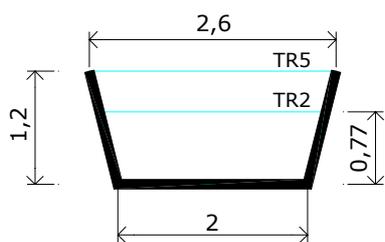
Nota:

- (1) Se adopta la pendiente correspondiente a la Sección 1-2 con el fin de que el N° de Foude sea mayor que el 10 % del crítico
- (2) Se adopta la pendiente correspondiente a la Sección 3-4 con el fin de que el N° de Foude sea mayor que el 10 % del crítico
- (3) Se adopta la pendiente correspondiente a la Sección 4-5 con el fin de que el N° de Foude sea mayor que el 10 % del crítico
- (4) Se adopta la pendiente correspondiente a la Sección 5-6 con el fin de que el N° de Foude sea mayor que el 10 % del crítico

Tabla 42. Resumen de cálculo de sección trapezoidal - Colector 7

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y(m)	Talud Lateral (H:1V)	Ancho de Fondo (m)	Q (m ³ /s)	Área de flujo (m ²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía especif. (m)	Nº de Froude	Régimen
1-2	2	Trapezoidal	0.016	0.003	0.77	0.25	2	3.51	1.7	3.59	2.6	0.66	2.07	0.99	0.79	Subcrítico
1-2	5	Trapezoidal	0.016	0.003	1.2	0.25	2	6.89	2.8	4.48		1.02	2.48	1.52	0.77	Subcrítico
2-3	2	Trapezoidal	0.016	0.0023	0.84	0.25	4	7.69	3.5	5.73	4.65	0.71	2.17	1.08	0.78	Subcrítico
2-3	5	Trapezoidal	0.016	0.0023	1.3	0.25	4	15.05	5.6	6.68		1.1	2.67	1.67	0.78	Subcrítico
3-4	2	Trapezoidal	0.016	0.0023	0.86	0.25	5	10.28	4.5	6.78	5.66	0.75	2.28	1.13	0.8	Subcrítico
3-4	5	Trapezoidal	0.016	0.0023	1.32	0.25	5	19.86	7	7.72		1.15	2.82	1.73	0.81	Subcrítico
4-5	2	Trapezoidal	0.016	0.0022	0.96	0.25	6.5	15.96	6.5	8.49	7.25	0.84	2.45	1.27	0.81	Subcrítico
4-5	5	Trapezoidal	0.016	0.0022	1.48	0.25	6.5	31.18	10.2	9.56		1.31	3.06	1.96	0.82	Subcrítico
5-6	2	Trapezoidal	0.016	0.002	1.04	0.25	7	18.5	7.5	9.14	7.8	0.88	2.46	1.35	0.78	Subcrítico
5-6	5	Trapezoidal	0.016	0.002	1.59	0.25	7	36.1	11.8	10.29		1.37	3.06	2.07	0.8	Subcrítico

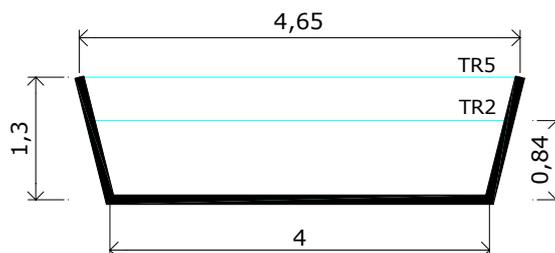
Detalles de Colector N° 7 (Sección trapezoidal)



Sección 1-2

$$Q_{TR\ 2} = 3.51\ m^3/s$$

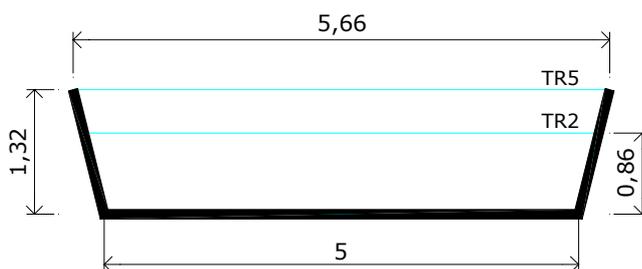
$$Q_{TR\ 5} = 6.89\ m^3/s$$



Sección 2-3

$$Q_{TR\ 2} = 7.69\ m^3/s$$

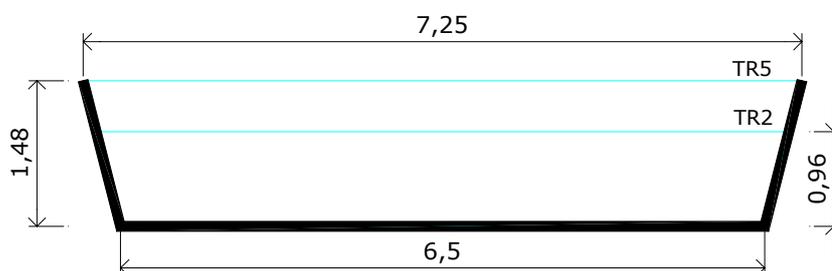
$$Q_{TR\ 5} = 15.05\ m^3/s$$



Sección 3-4

$$Q_{TR\ 2} = 10.28\ m^3/s$$

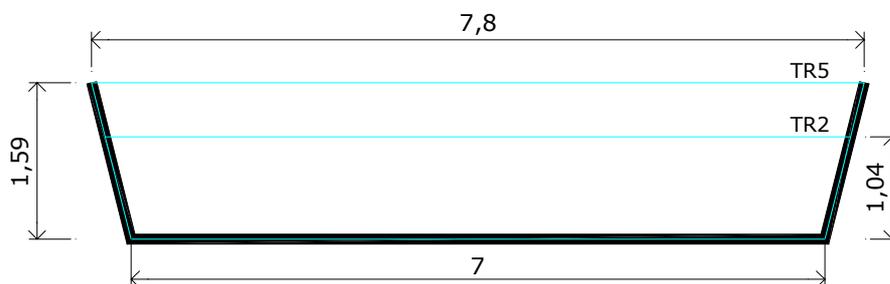
$$Q_{TR\ 5} = 19.86\ m^3/s$$



Sección 4-5

$$Q_{TR\ 2} = 15.96\ m^3/s$$

$$Q_{TR\ 5} = 31.18\ m^3/s$$



Sección 5-6

$$Q_{TR\ 2} = 18.50\ m^3/s$$

$$Q_{TR\ 5} = 36.10\ m^3/s$$

Caudal Fin de tramo trapezoidal

$$Q_{TR\ 2} = 18.50\ m^3/s$$

$$Q_{TR\ 5} = 36.10\ m^3/s$$

Figura 121

Tabla 43. Caudales específicos y Caudales de aporte – TR = 20 y 50 años

Cuenca	Área Total de Aporte	Tormenta TR = 20 Años				Tormenta TR = 50 Años			
		Qmax	Caudal específico	Área de Aporte	Qcálculo	Qmax	Caudal específico	Área de Aporte	Qcálculo
		m ³ /s	m ³ /s Ha	Ha	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s Ha		m ³ /s
311	23.32	4.23	0.1119	23.32	2.61	5.81	0.1655	23.32	3.86
312	41.65	7.57	0.1818	41.65	7.57	10.36	0.2487	41.65	10.36
315 - A	109.33	19.66	0.1798	47.4	8.52	27.06	0.2475	47.4	11.73
315 - B				16.63	2.99			16.63	4.12
315 - C				45.3	8.15			45.3	11.21
316	35.12	5.1	0.1452	35.12	5.1	7.09	0.2019	35.12	7.09
317 - A	34.08	6.75	0.1981	4.1	0.81	9.23	0.2708	4.1	1.11
317 - B				29.98	5.94			29.98	8.12
318	93.31	12.69	0.1360	93.31	12.69	17.45	0.1870	93.31	17.45
319	62.78	9.08	0.1446	62.78	9.08	12.34	0.1966	62.78	12.34
Colonia Penal-A	95.45	2.76	0.0289	56.17	1.62	4.75	0.0498	56.17	2.80
Colonia Penal-B				39.28	1.14			39.28	1.95

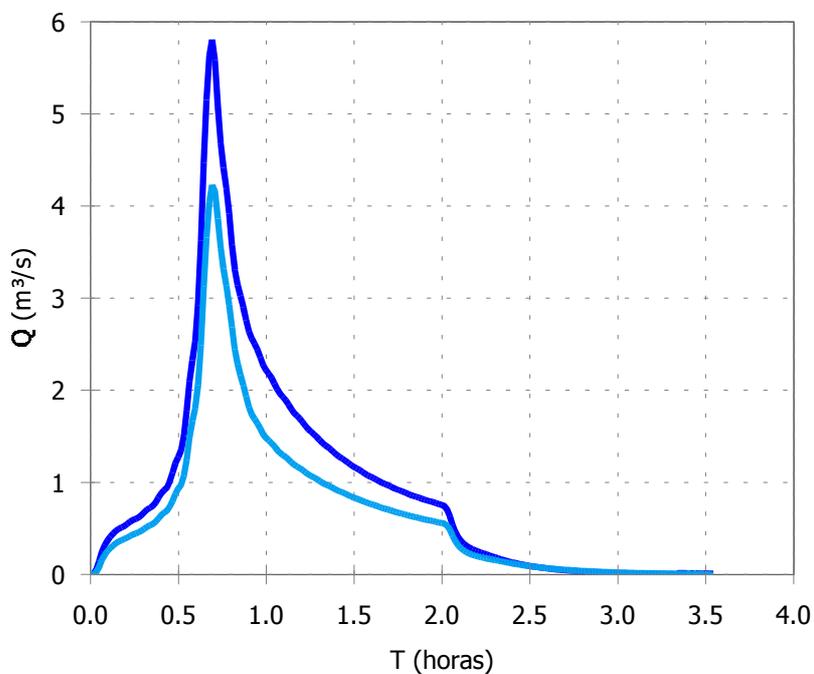


Figura 122. Cuenca 311 (TR = 20 y 50 años)

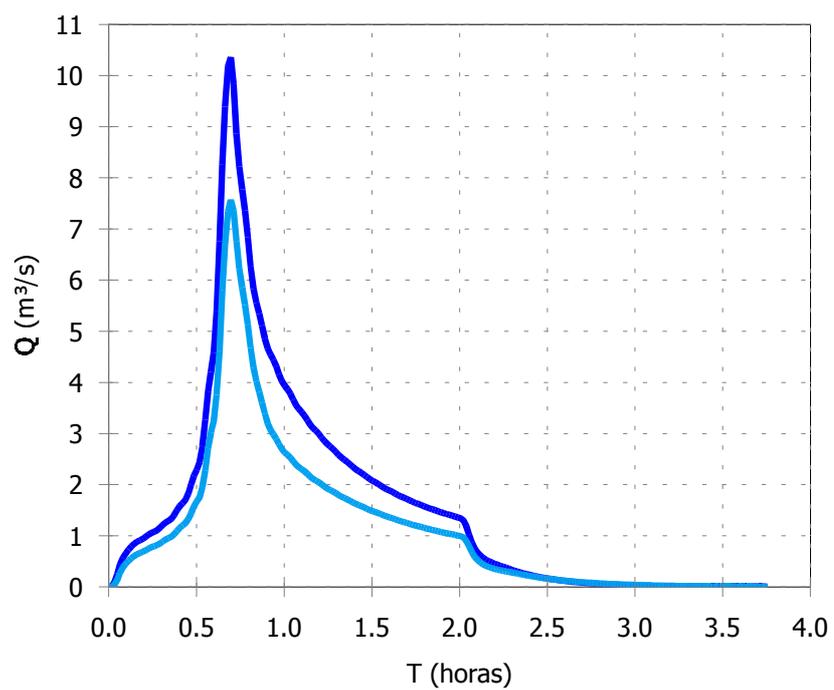


Figura 123. Cuenca 312 (TR = 20 y 50 años)

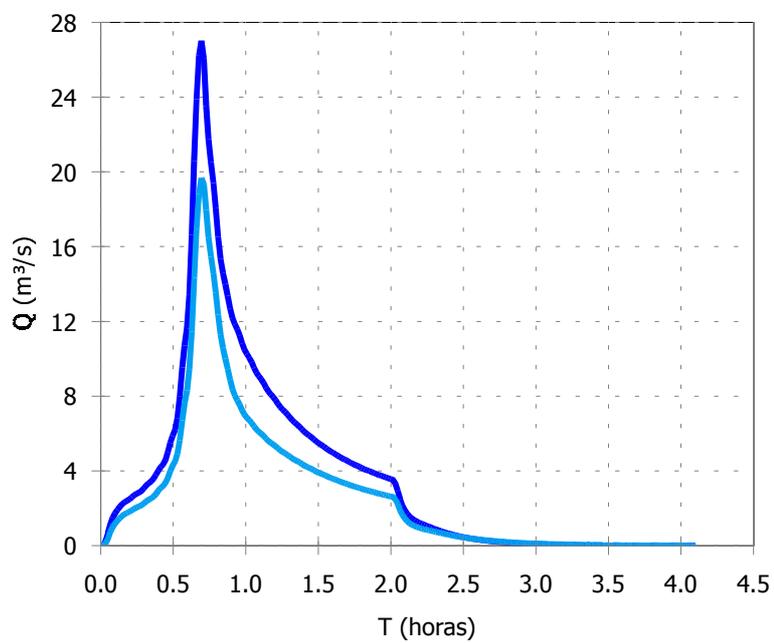


Figura 124. Cuenca 315 (TR = 20 y 50 años)

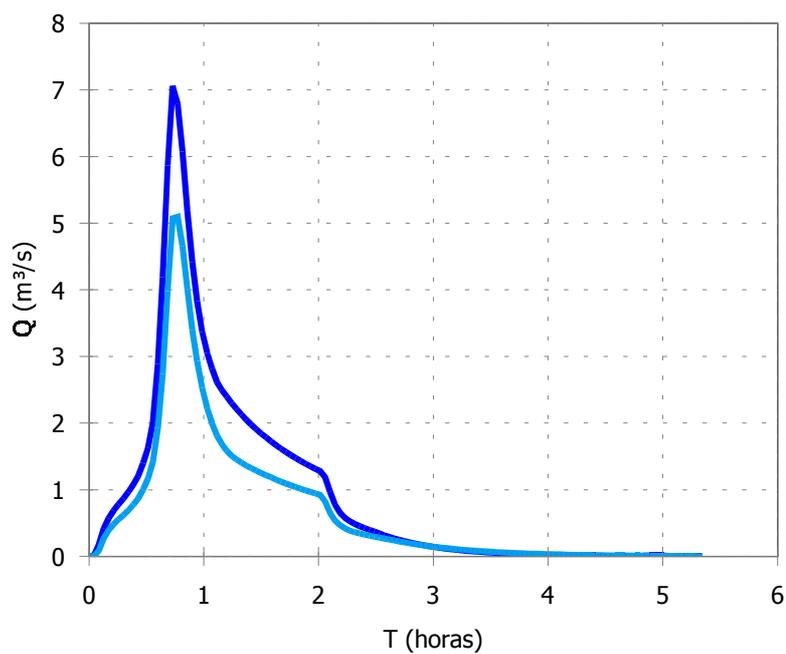


Figura 125. Cuenca 316 (TR = 20 y 50 años)

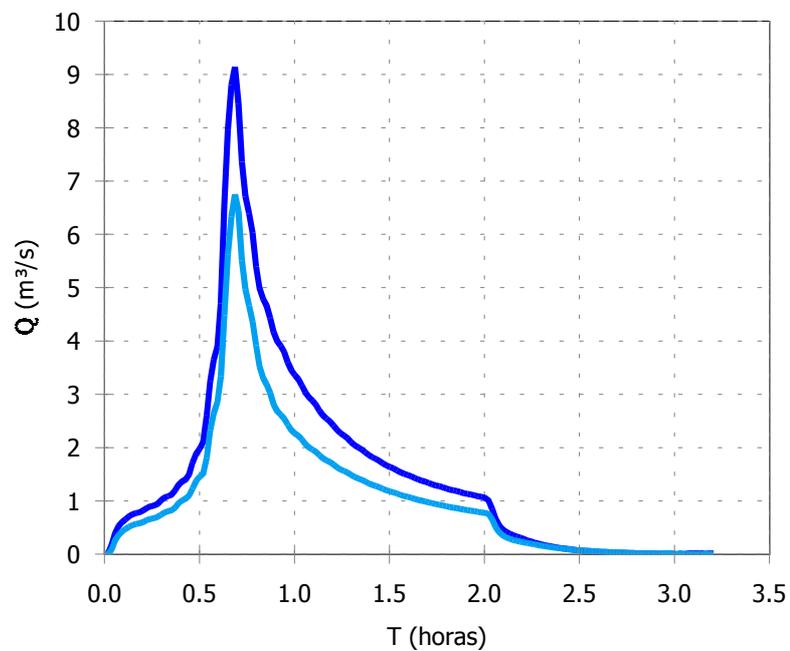


Figura 126. Cuenca 317 (TR 20 y 50 años)

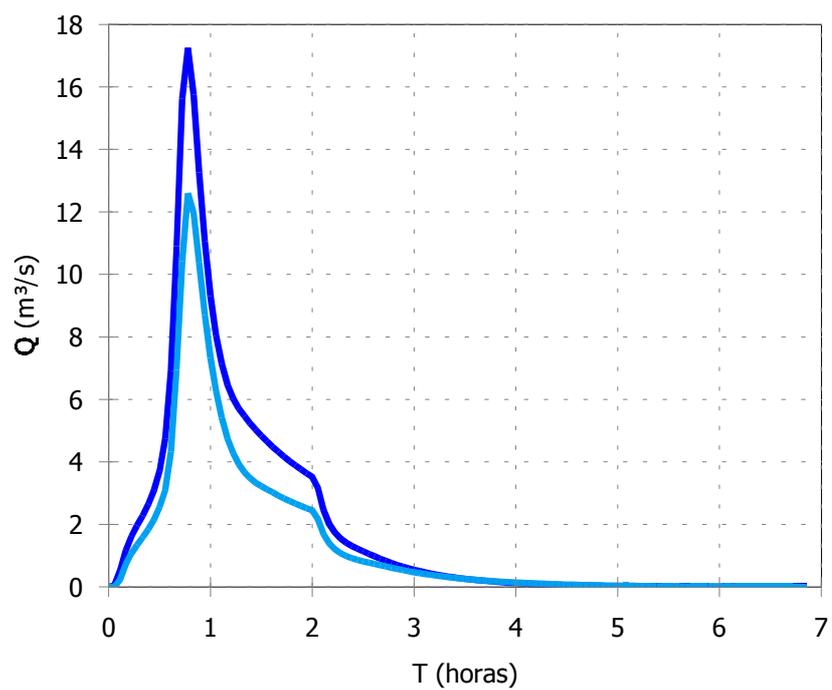


Figura 127. Cuenca 318 (TR = 20 y 50 años)

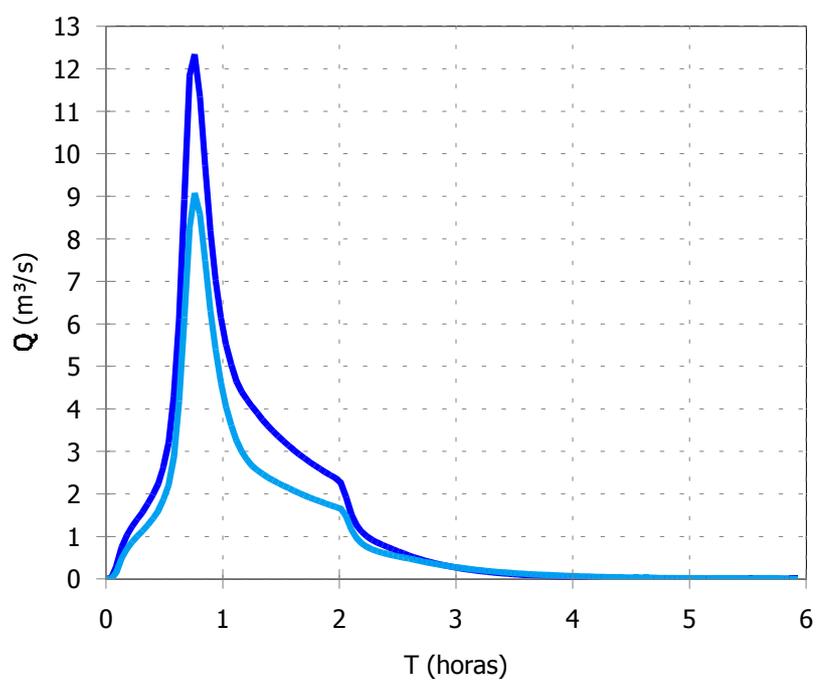


Figura 128. Cuenca 319 (TR = 20 y 50 años)

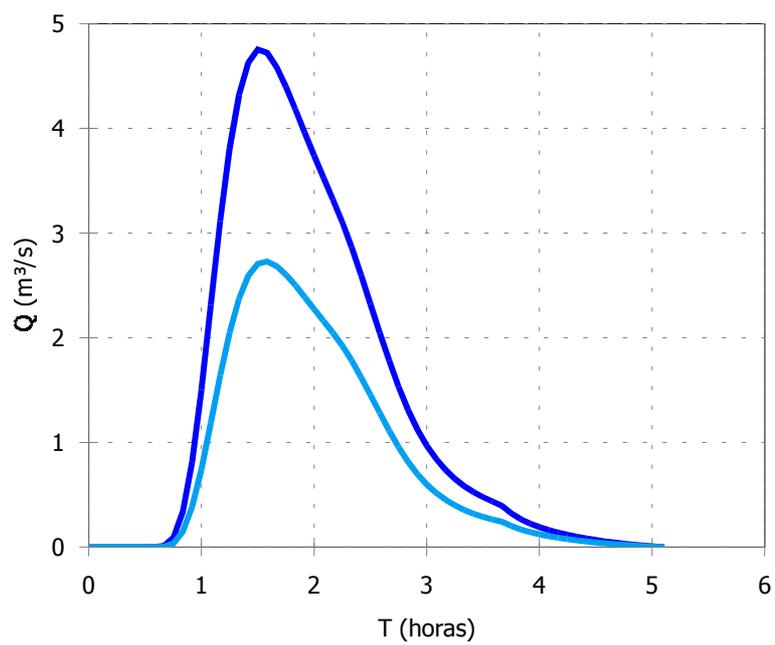


Figura 129. Cuenca Colonia Penal (TR = 20 y 50 años)

Tabla 44. Parámetros de entrada para el cálculo del Colector 7 para TR = 20 y 50 años

Ubicación	Colector	Sección	Cuenca	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	i [m/m]	TR = 20 años				TR = 50 años			
								Q cálculo (m³/s)	Q ant. (m³/s)	Qtot (m³/s)	Difer. escurr	Q cálculo (m³/s)	Q ant. (m³/s)	Qtot (m³/s)	Difer. escurr
E. Gelonch entre Maipú y Belgrano	7	1-2 ⁽¹⁾	311 + 312 + Col. Penal-A	242.21	239.74	616.54	0.0040	13.42	0.00	13.42	6.53	18.97	0.00	18.97	12.07
E. Gelonch-Perú entre Belgrano y Jujuy		2-3	315-A+ 316 + 317-A + Col. Penal-B	239.74	236.36	1691.97	0.0020	15.57	13.42	29.00	13.94	21.89	18.97	40.85	25.80
Perú entre Jujuy y quiebre de canal		3-4 ⁽²⁾	315-B + 317-B	236.36	235.10	630.23	0.0020	8.93	29.00	37.92	18.06	12.24	40.85	53.09	33.23
Perú entre quiebre de canal y límite cuencas 315 y 319		4-5 ⁽³⁾	315-C + 318	235.10	232.72	952.07	0.0025	20.84	37.92	58.76	27.58	28.66	53.09	81.75	50.57
Perú entre límite cuencas 315 y 320, y Alvear		5-6 ⁽⁴⁾	319	232.72	231.05	666.7	0.0025	9.08	58.76	67.84	31.74	12.34	81.75	94.09	57.99

4.3. Colectores 8 y 13

Los colectores 8 y 13 han sido contemplados en forma conjunta debido a que la Municipalidad de Gral. Roca planteó la alternativa de no considerar al existente Colector 13 y que fuera solamente el Colector 8 el que captara los escurrimientos que afectan al Colector 13.

El Colector 8 se desarrolla a lo largo de la calle 9 de Julio entre Don Bosco y Mendoza, J. Ingenieros entre Mendoza y Prolongación Australia, por ésta entre J. Ingenieros y Prolongación Viedma, por ésta entre Prolongación Australia y Vinter, por ésta entre Prolongación Viedma y L. De la Torre y por ésta entre Vinter y Alvear. El Colector 13 se desarrolla por calle La Plata entre Tapón y Vinter y por ésta entre La Plata y L. De la Torre como lo muestran los planos de ubicación de (Láminas 16 y 17). El Colector 8 Oeste se extiende también por la calle 9 de Julio entre Neuquén y San Juan

El Colector 8 recibe el aporte de las cuencas 325, 326, 328 y 332-D, E, F, G H e I; y el Colector 13 recibe el aporte de la cuenca 327 y 329-A. El tramo del colector 8 que recibe los aportes de las cuencas 324, 323 y 332-A, B y C, tiene dirección oeste.

Tramo: 9 de Julio entre Don Bosco y Mendoza

En la Tabla 45 se pueden visualizar los valores de caudal aportados por la Cuenca 325 para los tiempos de retorno de 2 y 5 años, que se extraen de los hidrogramas de escurrimiento generados por el modelo ARHYMO (Figura 130). Además, en la Tabla 46 se muestran los caudales de aporte, a cada uno de los tramos del colector, de la Cuenca 332-D, E, F, G, H e I. Los hidrogramas de escurrimiento para cada uno de los tiempos de retorno de la Cuenca 332 se muestran en la Figura 131.

En el caso de la Cuenca 325 los escurrimientos son captados parcialmente por bocas de tormenta cuyos dimensionamientos figuran en la Tabla 47. Tales escurrimientos son luego conducidos al Colector 8 a través de conductos circulares secundarios cuyos dimensionamientos están en la Tabla 48. Además, en la Tabla 49 se detalla el cálculo de la sección rectangular equivalente, para los cuales la Municipalidad de Gral. Roca ha establecido un ancho menor o igual a 0,35 m. En las Figuras 132 y 133 se detallan ambas secciones.

En la Tabla 50 se discriminan los caudales de cálculo para el dimensionamiento del Colector 8. El dimensionamiento de este colector figura en la Tabla 51, y se detalla en la Figura 134. Además se incluye el dimensionamiento de la sección circular equivalente para el Colector 8 en este tramo. Los resultados obtenidos se observan en la Tabla 52 y las secciones se detallan en la Figura 135. Las pautas geométricas de las secciones fueron establecidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

Tramo entre Mendoza y Alvear

En la Tabla 53 se discriminan los caudales de cálculo para el dimensionamiento de los colectores 8 y 13. Tales caudales fueron extraídos de los hidrogramas generados por ARHYMO (Figuras 136 a 139). Los dimensionamientos de estos colectores figuran en la Tabla 54 y se detallan en las Figuras 140 y 141. Las pautas geométricas de las secciones fueron establecidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

Las Tablas 55 y 56 se refieren al estudio de la alternativa de eliminar el Colector 13 y dimensionar el Colector 8 con los aportes que recibía aquél (Figura 142).

Colector 8 Dirección Oeste

En la Tabla 57 se explicitan los caudales de la Cuenca 323 que aportan al Colector 8 (oeste) (Lámina 18) a través de las bocas de tormenta. La Tabla 58 muestra los valores de caudales de las cuencas 324 y 332-A, B y C. Las Figuras 143 y 144 corresponden a los hidrogramas generados por ARHYMO en las cuencas 323 y 324 respectivamente.

El aporte de la Cuenca 324 se realiza en forma puntual en el comienzo del Colector 8 (oeste) en la intersección de las calles 9 de Julio y Neuquen.

La Tabla 59 se refiere al dimensionamiento de las bocas de tormenta ubicadas en la cuenca 323 y la Tabla 60 presenta el dimensionamiento de los conductos colectores que inciden en el Colector 8 (oeste) cuyo caudales de cálculo y dimensionamiento figuran en la Tabla 61 y 62 (Figura 145). En la Tabla 63 y en la Figura 146 se presentan los resultados correspondientes al dimensionamiento de la sección circular equivalente del tramo rectangular del Colector 8.

Las bocas de tormenta diseñadas son del tipo de abertura sobre cordón con una depresión en la calzada frente a la boca, como se detalla en las Figuras 147 y 148.

Tabla 45. Caudales de Aporte –Cuenca 325

CUENCA325

Tormenta TR = 2 Años		
Caudal específico (m ³ /s/Ha) = 0.0246		
Boca de Tormenta	Área de Aporte	Qcálculo
	Ha	m ³ /s
BT 1	1.45	0.036
BT 2	9.06	0.223
BT 3	1.44	0.035
BT 4	13.00	0.319
BT 5	2.94	0.072
BT 6	12.73	0.313
BT 7	2.89	0.071
BT 8	12.70	0.312
BT 9	2.86	0.070
BT 10	16.62	0.408
BT 11	3.72	0.091
Subtotal áreas	79.41	1.950
Subt. Area sup	32.32	0.794
TOTAL 1	111.73	2.744
Área restante	51.14	1.256
TOTAL 2	162.87	4.000

Tormenta TR = 5 Años		
Caudal específico (m ³ /s/Ha) = 0.0501		
Boca de Tormenta	Área de Aporte	Qcálculo
	Ha	m ³ /s
BT 1	1.45	0.073
BT 2	9.06	0.454
BT 3	1.44	0.072
BT 4	13.00	0.651
BT 5	2.94	0.147
BT 6	12.73	0.638
BT 7	2.89	0.145
BT 8	12.70	0.636
BT 9	2.86	0.143
BT 10	16.62	0.833
BT 11	3.72	0.186
Subtotal áreas	79.41	3.979
Subt. Area sup	32.32	1.619
TOTAL 1	111.73	5.598
Área restante	51.14	2.562
TOTAL 2	162.87	8.160

Tabla 46 Caudales Específicos y Caudales de Aporte – Cuenca 332

Cuenca	Área Total de Aporte Ha	Tormenta TR = 2 Años				Tormenta TR = 5 Años			
		Qmax	Caudal específico	Área de Aporte	Qcálculo	Qmax	Caudal específico	Área de Aporte	Qcálculo
		m ³ /s	m ³ /s Ha	Ha	m ³ /s	m ³ /s		Ha	
332 - D	33.92	1.62	0.0478	5.6	0.267	3.22	0.0949	5.6	0.532
333 - E				1.86	0.089			1.86	0.177
333 - F				3.78	0.181			3.78	0.359
334 - G				3.72	0.178			3.72	0.353
334 - H				3.69	0.176			3.69	0.350
335 - I				4.82	0.230			4.82	0.458

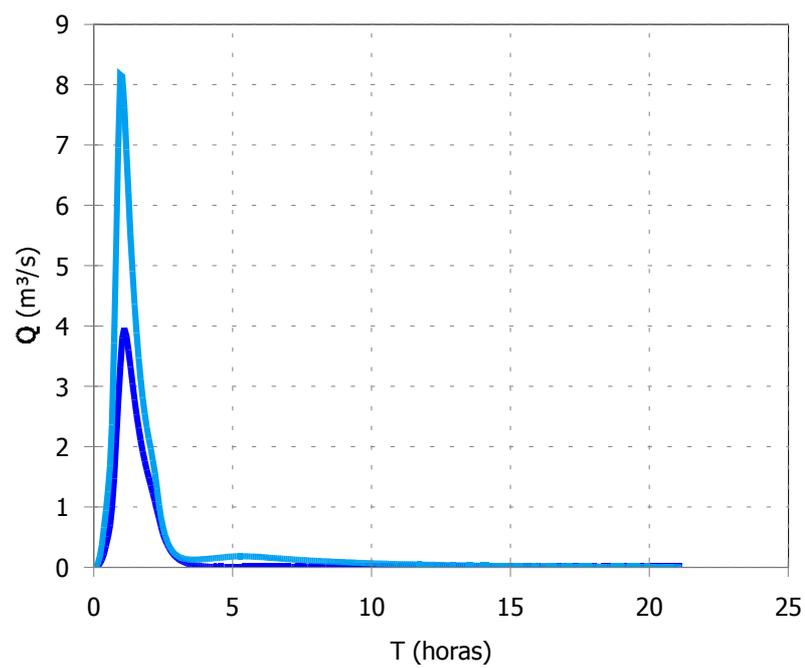


Figura 130. Cuenca 325 (TR= 2 y 5 años)

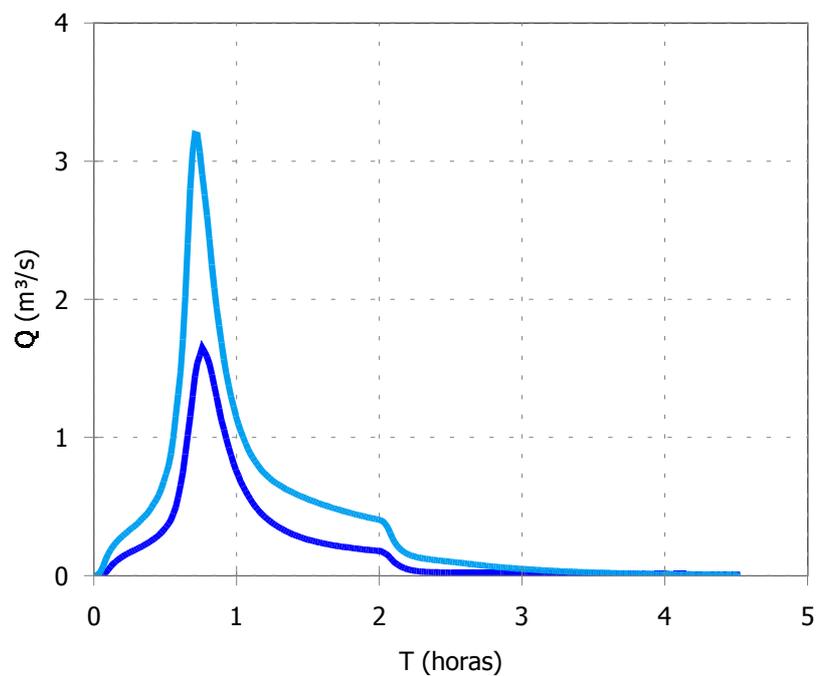


Figura 131. Cuenca 332 (TR= 2 y 5 años)

Tabla 47. Bocas de tormenta en cuenca 325

Ubicación	BT	TR (años)	Q afluente en la calzada (m ³ /s)	Pend. Calzada (m/m)	Ancho calzada ocupada por el escurrimiento (m)	Ancho cuneta (m)	Pendiente transversal de calzada (m/m)	Eficiencia	Long. BT (m)	Depresión frente a BT (mm)	Ancho depresión (m)	Q interceptado por BT (m ³ /s)	Q pasante (m ³ /s)	Tirante frente BT(m)	Área de escurrimiento (m ²)
Tucumán esq. España	BT 1	2	0.036	0.0022	4.56	0.3	0.01	0.69	1.5	50	0.3	0.025	0.011	0.046	0.1
		5	0.073	0.0022	5.94	0.3	0.01	0.50	1.5	50	0.3	0.037	0.036	0.059	0.2
Mitre esq. Av. Roca	BT 2	2	0.223	0.0055	7.2	0.3	0.0109	0.24	1.5	50	0.3	0.055	0.168	0.079	0.3
		5	0.454	0.0055	9.4	0.3	0.0109	0.17	1.5	50	0.3	0.077	0.377	0.103	0.5
Tucumán esq. Roca	BT 3	2	0.035	0.003	3.29	0.3	0.0151	0.75	1.5	50	0.3	0.026	0.009	0.05	0.1
		5	0.072	0.003	4.31	0.3	0.0151	0.55	1.5	50	0.3	0.040	0.032	0.065	0.1
Mitre esq. Italia	BT 4	2	0.319	0.0061	8.13	0.3	0.0108	0.20	1.5	50	0.3	0.063	0.256	0.088	0.4
		5	0.651	0.0061	10.62	0.3	0.0108	0.14	1.5	50	0.3	0.089	0.562	0.115	0.6
Tucumán esq. Italia	BT 5	2	0.072	0.0068	5.37	0.3	0.0083	0.38	1.5	50	0.3	0.027	0.045	0.045	0.1
		5	0.147	0.0068	7.02	0.3	0.0083	0.26	1.5	50	0.3	0.038	0.109	0.058	0.2
Mitre esq. Buenos Aires	BT 6	2	0.313	0.0027	12.11	0.3	0.0072	0.20	1.5	50	0.3	0.063	0.250	0.087	0.5
		5	0.638	0.0027	15.82	0.3	0.0072	0.14	1.5	50	0.3	0.088	0.550	0.114	0.9
Tucumán esq. Bs As	BT 7	2	0.071	0.0038	3.27	0.3	0.0217	0.60	1.5	50	0.3	0.043	0.028	0.071	0.1
		5	0.145	0.0038	4.27	0.3	0.0217	0.44	1.5	50	0.3	0.063	0.082	0.093	0.2
Mitre esq. La Pampa	BT 8	2	0.312	0.0005	8.33	0.3	0.0217	0.47	1.5	50	0.3	0.148	0.164	0.181	0.8
		5	0.636	0.0005	10.88	0.3	0.0217	0.35	1.5	50	0.3	0.220	0.416	0.236	1.3
Tucumán esq. La Pampa	BT 9	2	0.07	0.0003	7.74	0.3	0.0116	0.77	1.5	50	0.3	0.054	0.016	0.09	0.3
		5	0.143	0.0003	10.12	0.3	0.0116	0.57	1.5	50	0.3	0.082	0.061	0.117	0.6
Mitre esq. Mendoza	BT 10	2	0.408	0.0015	14.81	0.3	0.0073	0.20	1.5	50	0.3	0.082	0.326	0.108	0.8
		5	0.833	0.0015	19.36	0.3	0.0073	0.14	1.5	50	0.3	0.116	0.717	0.141	1.4
Tucumán esq. Mendoza	BT 11	2	0.091	0.002	5.47	0.3	0.0134	0.51	1.5	50	0.3	0.047	0.044	0.073	0.2
		5	0.186	0.002	7.15	0.3	0.0134	0.36	1.5	50	0.3	0.068	0.118	0.096	0.3

Tabla 48. Conductos colectores de las bocas de tormenta Cuenca 325

Ubicación	Con.	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	ϕ (mm)	Q (m ³ /s)	Área de flujo (m ²)	Perím. mojado (m)	y crítica (m)	% lleno	v (m/s)	Energía especif. (m)	Nº de Froude	Régimen
España entre Tucumán y 9 de Julio	Cond. BT1	2	Circular	0.013	0.0109	0.13	200	0.025	2.10E-02	0.37	0.14	62.9	1.19	0.199	1.16	Supercrítica
		5	Circular	0.013	0.0109	0.18	200	0.037	3.00E-02	0.5	0.16	90.1	1.23	0.258	0.78	Subcrítica
Av. Roca entre Mitre y Tucumán	Cond. BT2	2	Circular	0.013	0.01	0.18	270	0.055	3.90E-02	0.51	0.19	64.8	1.4	0.275	1.15	Supercrítica
		5	Circular	0.013	0.01	0.24	270	0.077	0.1	0.66	0.22	88.1	1.44	0.344	0.83	Subcrítica
Av. Roca entre Tucumán y 9 de Julio	Cond. BT3	2	Circular	0.013	0.0095	0.20	320	0.081	0.1	0.59	0.22	63	1.52	0.319	1.16	Supercrítica
		5	Circular	0.013	0.0095	0.28	320	0.117	0.1	0.77	0.26	86.7	1.58	0.405	0.86	Subcrítica
Italia entre Mitre y Tucumán	Cond. BT4	2	Circular	0.013	0.0026	0.24	365	0.063	0.1	0.68	0.18	65.1	0.87	0.276	0.61	Subcrítica
		5	Circular	0.013	0.0026	0.33	365	0.089	0.1	0.92	0.22	91	0.89	0.372	0.41	Subcrítica
Italia entre Tucumán y 9 de Julio	Cond. BT5	2	Circular	0.013	0.005	0.24	370	0.090	0.1	0.69	0.22	64.8	1.22	0.316	0.85	Subcrítica
		5	Circular	0.013	0.005	0.33	370	0.127	0.1	0.91	0.26	89.2	1.25	0.41	0.6	Subcrítica
Bs Aires entre Mitre y Tucumán	Cond. BT6	2	Circular	0.013	0.0024	0.24	370	0.063	0.1	0.7	0.18	65.2	0.85	0.278	0.59	Subcrítica
		5	Circular	0.013	0.0024	0.33	370	0.088	0.1	0.91	0.22	89.2	0.87	0.369	0.42	Subcrítica
Bs Aires entre Tucumán y 9 de Julio	Cond. BT7	2	Circular	0.013	0.0038	0.27	415	0.106	0.1	0.77	0.23	64.5	1.15	0.335	0.76	Subcrítica
		5	Circular	0.013	0.0038	0.37	415	0.151	0.1	1.04	0.28	90.1	1.18	0.444	0.52	Subcrítica
La Pampa entre Mitre y Tucumán	Cond. BT8	2	Circular	0.013	0.0028	0.32	505	0.148	0.1	0.93	0.26	62.9	1.12	0.381	0.68	Subcrítica
		5	Circular	0.013	0.0028	0.46	505	0.220	0.2	1.29	0.32	91.6	1.14	0.529	0.44	Subcrítica
La Pampa entre Tucumán y 9 de Julio	Cond. BT9	2	Circular	0.013	0.0038	0.34	540	0.202	0.1	0.98	0.3	62	1.35	0.428	0.81	Subcrítica
		5	Circular	0.013	0.0038	0.48	540	0.302	0.2	1.32	0.37	88.4	1.41	0.579	0.57	Subcrítica
Mendoza entre Mitre y Tucumán	Cond. BT10	2	Circular	0.013	0.003	0.25	395	0.082	0.1	0.73	0.21	64.2	0.99	0.303	0.67	Subcrítica
		5	Circular	0.013	0.003	0.35	395	0.116	0.1	0.96	0.25	87.6	1.02	0.399	0.49	Subcrítica
Mendoza entre Tucumán y 9 de Julio	Cond. BT11	2	Circular	0.013	0.0047	0.28	430	0.129	0.1	0.8	0.25	64.3	1.31	0.364	0.85	Subcrítica
		5	Circular	0.013	0.0047	0.38	430	0.184	0.1	1.07	0.31	89.4	1.34	0.476	0.6	Subcrítica

Tabla 49. Sección rectangular equivalente de los conductos colectores de las bocas de tormenta - Cuenca 325

Conducto	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Ancho de fondo (m)	Q (m ³ /s)	Área de flujo (m ²)	Perím. mojado (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía especif. (m)	Nº de Froude	Régimen
Conducto BT1 Alternativa	2	Rectangular	0.016	0.0109	0.13	0.2	0.025	2.60E-02	0.46	0.12	0.96	0.18	0.85	Subcrítica
	5	Rectangular	0.016	0.0109	0.18	0.2	0.037	3.50E-02	0.55	0.15	1.04	0.23	0.79	Subcrítica
Conducto BT2 Alternativa	2	Rectangular	0.016	0.01	0.20	0.25	0.055	4.90E-02	0.64	0.17	1.12	0.26	0.81	Subcrítica
	5	Rectangular	0.016	0.01	0.26	0.25	0.077	0.1	0.76	0.21	1.2	0.33	0.76	Subcrítica
Conducto BT3 Alternativa	2	Rectangular	0.016	0.0095	0.22	0.3	0.081	0.1	0.74	0.2	1.22	0.3	0.83	Subcrítica
	5	Rectangular	0.016	0.0095	0.30	0.3	0.117	0.1	0.9	0.25	1.31	0.39	0.77	Subcrítica
Conducto BT4 Alternativa	2	Rectangular	0.016	0.0026	0.26	0.35	0.063	0.1	0.86	0.15	0.7	0.28	0.44	Subcrítica
	5	Rectangular	0.016	0.0026	0.34	0.35	0.089	0.1	1.02	0.19	0.75	0.37	0.41	Subcrítica
Conducto BT5 Alternativa	2	Rectangular	0.016	0.005	0.26	0.35	0.09	0.1	0.87	0.19	0.98	0.31	0.61	Subcrítica
	5	Rectangular	0.016	0.005	0.34	0.35	0.127	0.1	1.04	0.24	1.05	0.4	0.57	Subcrítica
Conducto BT6 Alternativa	2	Rectangular	0.016	0.0024	0.26	0.35	0.063	0.1	0.88	0.15	0.68	0.29	0.42	Subcrítica
	5	Rectangular	0.016	0.0024	0.35	0.35	0.088	0.1	1.04	0.19	0.73	0.37	0.4	Subcrítica
Conducto BT7 Alternativa	2	Rectangular	0.016	0.0038	0.33	0.35	0.106	0.1	1.02	0.21	0.91	0.38	0.5	Subcrítica
	5	Rectangular	0.016	0.0038	0.45	0.35	0.151	0.2	1.24	0.27	0.97	0.49	0.46	Subcrítica
Conducto BT8 Alternativa	2	Rectangular	0.016	0.0028	0.50	0.35	0.148	0.2	1.35	0.26	0.85	0.54	0.38	Subcrítica
	5	Rectangular	0.016	0.0028	0.70	0.35	0.22	0.2	1.76	0.34	0.89	0.74	0.34	Subcrítica
Conducto BT9 Alternativa	2	Rectangular	0.016	0.0038	0.57	0.35	0.202	0.2	1.49	0.32	1.01	0.62	0.43	Subcrítica
	5	Rectangular	0.016	0.0038	0.81	0.35	0.302	0.3	1.98	0.42	1.06	0.87	0.37	Subcrítica
Conducto BT10 Alternativa	2	Rectangular	0.016	0.003	0.30	0.35	0.082	0.1	0.95	0.18	0.79	0.33	0.46	Subcrítica
	5	Rectangular	0.016	0.003	0.40	0.35	0.116	0.1	1.14	0.22	0.84	0.43	0.43	Subcrítica
Conducto BT11 Alternativa	2	Rectangular	0.016	0.0047	0.36	0.35	0.129	0.1	1.07	0.24	1.03	0.41	0.55	Subcrítica
	5	Rectangular	0.016	0.0047	0.48	0.35	0.184	0.2	1.31	0.3	1.09	0.54	0.5	Subcrítica

Tabla 50. Parámetros de entrada para cálculo del Colector 8

Ubicación	Sección	Cuenc	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	i [m/m]	TR2 qesp.=0.0246						TR5 qesp.=0.0501					
							Q ant. (m ³ /s)	Q capt (m ³ /s)	Q pasante (m ³ /s)	Area superf. (Ha)	Q superf. (m ³ /s)	Qtot	Q ant. (m ³ /s)	Q capt (m ³ /s)	Q pasante [m ³ /s]	Area superf. (Ha)	Q superf. [m ³ /s]	Qtot
9 de Julio entre Don Bosco y España	1-2	332-D	235.54	235.10	219.53	0.0020	0.000	0.00	0.00	16.74	0.679	0.68	0.00	0.00	0.00	16.74	1.370	1.37
9 de Julio entre España y Av. Roca	2-3	332-E	235.10	234.36	240.29	0.0031	0.679	0.025	0.011	1.62	0.129	0.84	1.37	0.037	0.036	1.62	0.258	1.70
9 de Julio entre Av. Roca e Italia	3-4	332-F	234.36	233.95	245.54	0.0017	0.843	0.081	0.177	3.30	0.262	1.36	1.70	0.117	0.410	3.30	0.524	2.75
9 de Julio entre Italia y Buenos Aires	4-5	332-G	233.95	233.40	240.14	0.0023	1.363	0.090	0.301	3.24	0.257	2.01	2.75	0.127	0.671	3.24	0.515	4.06
9 de Julio entre Buenos Aires y La Pampa	5-6	332-H	233.40	233.02	240.09	0.0016	2.011	0.106	0.278	3.22	0.255	2.65	4.06	0.151	0.632	3.22	0.512	5.36
9 de Julio entre La Pampa y Mendoza	6-7	332-I	233.02	232.39	312.00	0.0020	2.650	0.202	0.180	4.20	0.333	3.37	5.36	0.302	0.477	4.20	0.668	6.81
9 de Julio y Mendoza	Salida						3.366	0.129	0.371			3.86	6.81	0.184	0.835			7.83

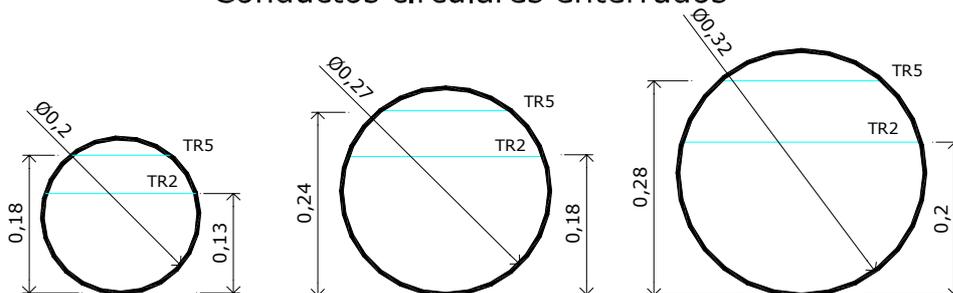
Tabla 51. Resumen de cálculo de sección rectangular - Colector 8

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Ancho de Fondo (m)	Q (m³/s)	Área de flujo (m²)	Perímetro mojado (m)	Ancho Superior (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía específica (m)	Nº de Froude	Régimen
1-2	2	Rectangular	0.016	0.002	0.65	0.90	0.68	0.6	2.21	0.9	0.39	1.16	0.721	0.46	Subcrítico
1-2	5	Rectangular	0.016	0.002	1.16		1.37	1	3.21		0.62	1.32	1.243	0.39	Subcrítico
2-3	2	Rectangular	0.016	0.0031	0.65	0.90	0.84	0.6	2.2	0.9	0.45	1.44	0.754	0.57	Subcrítico
2-3	5	Rectangular	0.016	0.0031	1.15		1.7	1	3.2		0.71	1.64	1.289	0.49	Subcrítico
3-4	2	Rectangular	0.016	0.0017	0.69	1.5	1.36	1	2.89	1.5	0.44	1.31	0.781	0.5	Subcrítico
3-4	5	Rectangular	0.016	0.0017	1.19		2.75	1.8	3.89		0.7	1.54	1.313	0.45	Subcrítico
4-5	2	Rectangular	0.016	0.0023	0.70	1.8	2.01	1.3	3.19	1.8	0.5	1.61	0.827	0.62	Subcrítico
4-5	5	Rectangular	0.016	0.0023	1.18		4.06	2.1	4.16		0.8	1.91	1.365	0.56	Subcrítico
5-6	2	Rectangular	0.016	0.0016	0.72	2.5	2.65	1.8	3.93	2.5	0.49	1.48	0.828	0.56	Subcrítico
5-6	5	Rectangular	0.016	0.0016	1.19		5.36	3	4.88		0.78	1.8	1.357	0.53	Subcrítico
6-7	2	Rectangular	0.016	0.002	0.71	2.8	3.37	2	4.22	2.8	0.53	1.69	0.857	0.64	Subcrítico
6-7	5	Rectangular	0.016	0.002	1.17		6.81	3.3	5.15		0.84	2.07	1.393	0.61	Subcrítico

Tabla 52. Cálculo de sección circular equivalente - Colector 8

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Diámetro (mm)	Q (m ³ /s)	Área de flujo (m ²)	Perím. mojado (m)	y crítica (m)	% lleno	v (m/s)	Energía específica (m)	Nº de Froude	Régimen
1-2	2	Circular	0.013	0.002	0.54	1,100	0.68	0.5	1.72	0.45	49.5	1.45	0.65	0.71	Subcrítico
1-2	5	Circular	0.013	0.002	0.89	1,100	1.37	0.8	2.47	0.66	81.2	1.66	1.03	0.54	Subcrítico
2-3	2	Circular	0.013	0.0031	0.54	1,100	0.84	0.5	1.71	0.51	49.3	1.8	0.71	0.88	Subcrítico
2-3	5	Circular	0.013	0.0031	0.89	1,100	1.7	0.8	2.46	0.73	80.9	2.06	1.11	0.68	Subcrítico
3-4	2	Circular	0.013	0.0017	0.72	1,500	1.36	0.8	2.3	0.59	48	1.62	0.85	0.69	Subcrítico
3-4	5	Circular	0.013	0.0017	1.16	1,500	2.75	1.5	3.22	0.86	77.3	1.88	1.34	0.55	Subcrítico
4-5	2	Circular	0.013	0.0023	0.8	1,600	2.01	1	2.51	0.71	50	2	1	0.81	Subcrítico
4-5	5	Circular	0.013	0.0023	1.32	1,600	4.06	1.8	3.66	1.03	82.7	2.28	1.59	0.6	Subcrítico
5-6	2	Circular	0.013	0.0016	0.95	1,900	2.65	1.4	2.98	0.78	49.9	1.87	1.13	0.69	Subcrítico
5-6	5	Circular	0.013	0.0016	1.57	1,900	5.36	2.5	4.35	1.13	82.8	2.13	1.81	0.51	Subcrítico
6-7	2	Circular	0.013	0.002	0.99	2,000	3.37	1.6	3.13	0.87	49.7	2.16	1.23	0.78	Subcrítico
6-7	5	Circular	0.013	0.002	1.64	2,000	6.81	2.8	4.53	1.26	82	2.47	1.95	0.59	Subcrítico

Conductos circulares enterrados



Conducto BT1

$$Q_{TR 2} = 0,025 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR 5} = 0,037 \text{ m}^3/\text{s}$$

Conducto BT2

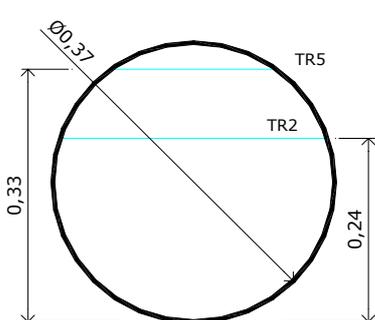
$$Q_{TR 2} = 0,055 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR 5} = 0,077 \text{ m}^3/\text{s}$$

Conducto BT3

$$Q_{TR 2} = 0,081 \text{ m}^3/\text{s}$$

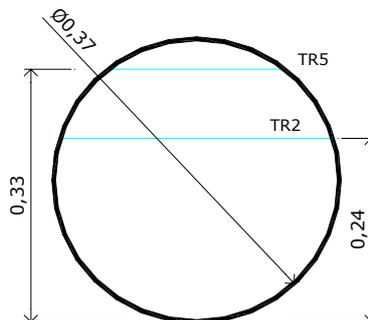
$$Q_{TR 5} = 0,117 \text{ m}^3/\text{s}$$



Conducto BT4

$$Q_{TR 2} = 0,063 \text{ m}^3/\text{s}$$

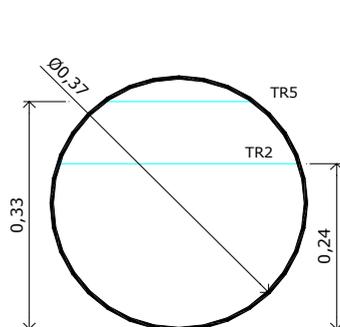
$$Q_{TR 5} = 0,089 \text{ m}^3/\text{s}$$



Conducto BT5

$$Q_{TR 2} = 0,090 \text{ m}^3/\text{s}$$

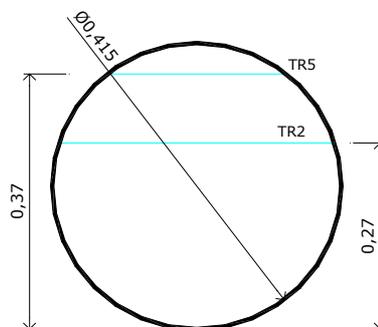
$$Q_{TR 5} = 0,127 \text{ m}^3/\text{s}$$



Conducto BT6

$$Q_{TR 2} = 0,063 \text{ m}^3/\text{s}$$

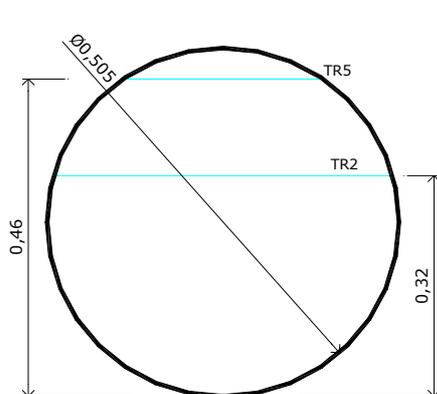
$$Q_{TR 5} = 0,088 \text{ m}^3/\text{s}$$



Conducto BT7

$$Q_{TR 2} = 0,106 \text{ m}^3/\text{s}$$

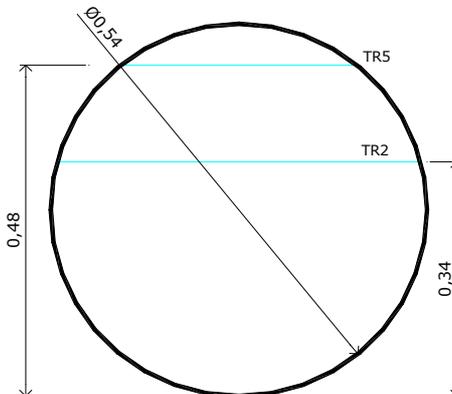
$$Q_{TR 5} = 0,151 \text{ m}^3/\text{s}$$



Conducto BT8

$$Q_{TR 2} = 0,148 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR 5} = 0,220 \text{ m}^3/\text{s}$$



Conducto BT9

$$Q_{TR 2} = 0,202 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR 5} = 0,302 \text{ m}^3/\text{s}$$

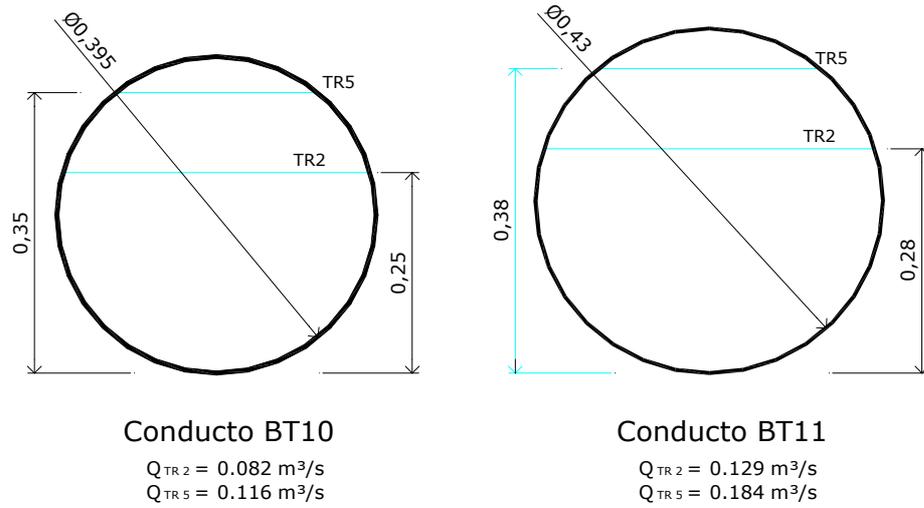
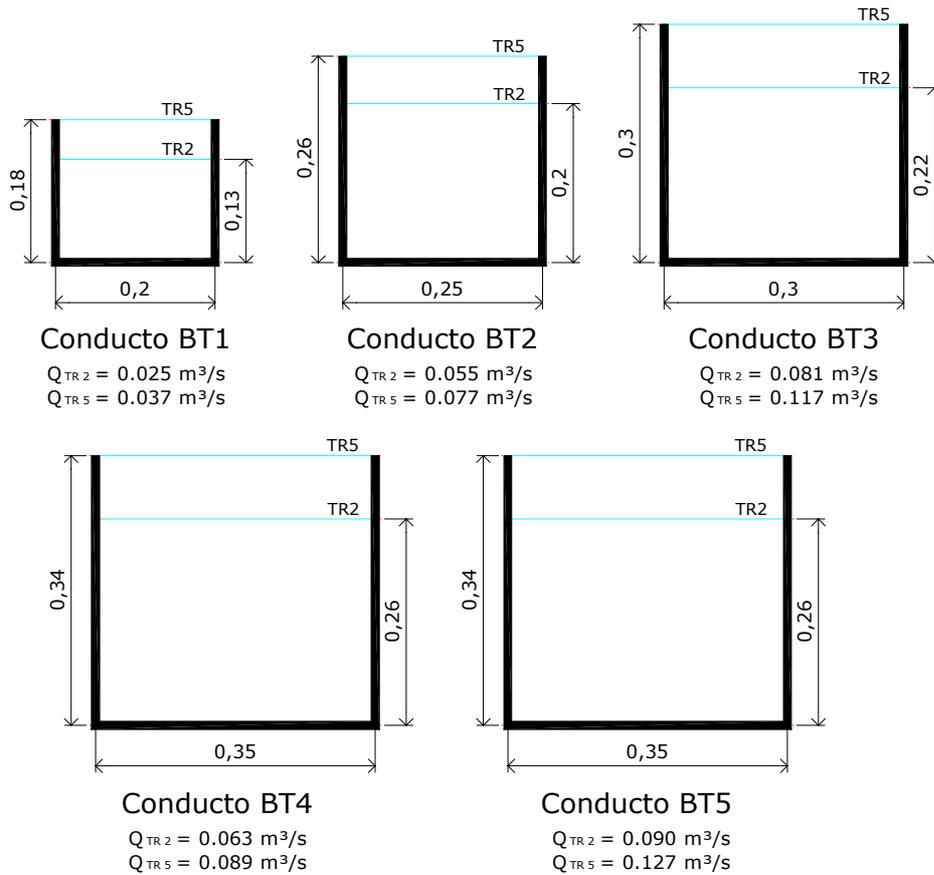


Figura 132

Conductos Rectangulares equivalentes



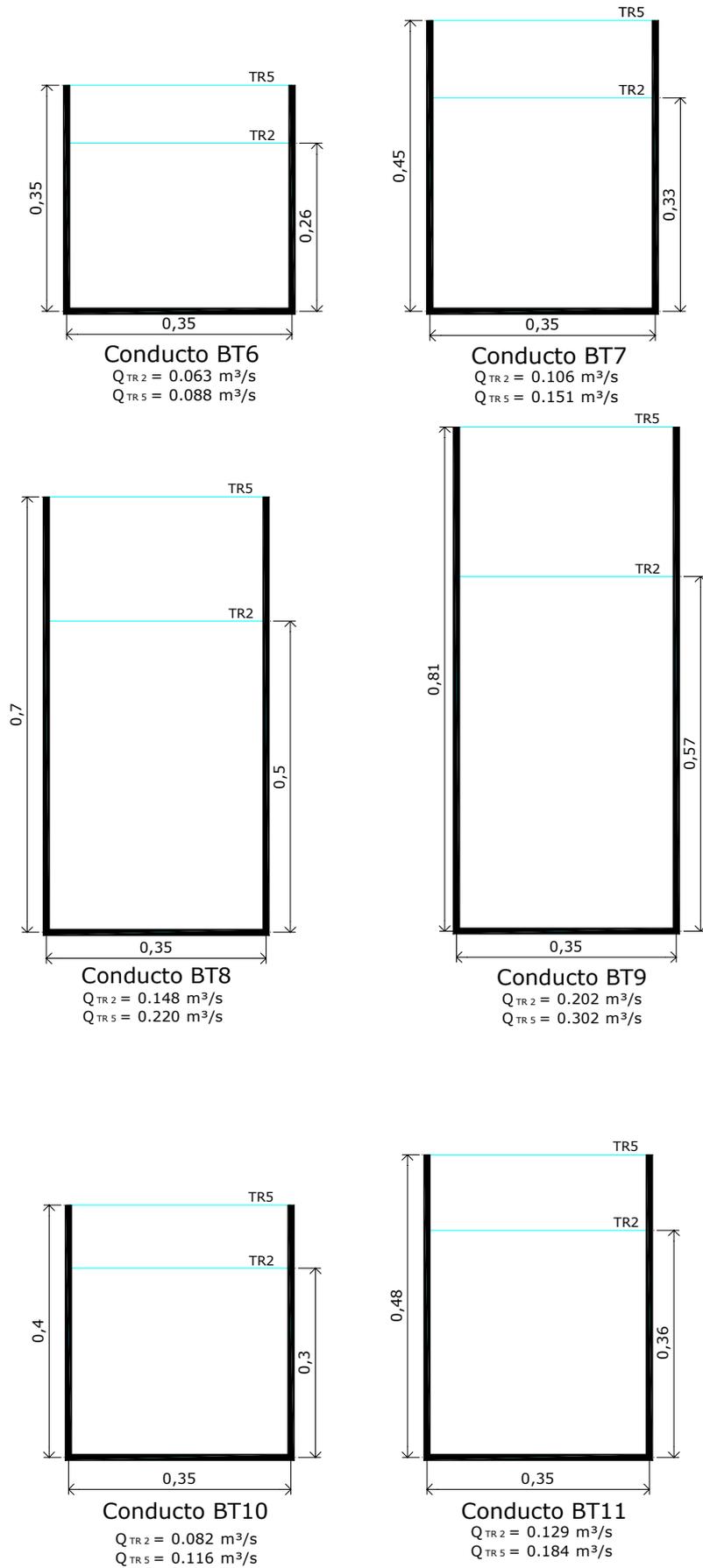
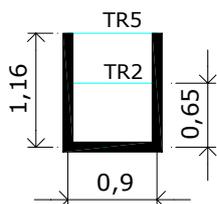


Figura 133

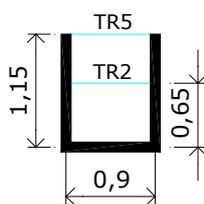
Detalles de Colector N° 8 (Sección rectangular)



Sección 1-2

$$Q_{TR\ 2} = 0.68 \text{ m}^3/\text{s}$$

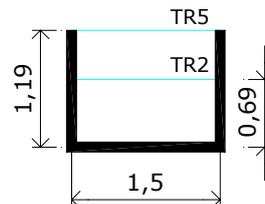
$$Q_{TR\ 5} = 1.37 \text{ m}^3/\text{s}$$



Sección 2-3

$$Q_{TR\ 2} = 0.84 \text{ m}^3/\text{s}$$

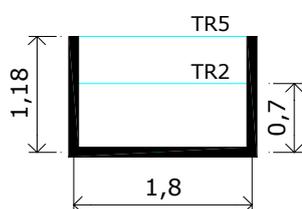
$$Q_{TR\ 5} = 1.70 \text{ m}^3/\text{s}$$



Sección 3-4

$$Q_{TR\ 2} = 1.36 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR\ 5} = 2.75 \text{ m}^3/\text{s}$$



Sección 4-5

$$Q_{TR\ 2} = 2.01 \text{ m}^3/\text{s}$$

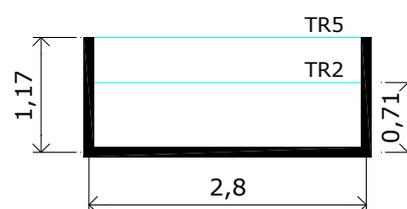
$$Q_{TR\ 5} = 4.06 \text{ m}^3/\text{s}$$



Sección 5-6

$$Q_{TR\ 2} = 2.65 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR\ 5} = 5.36 \text{ m}^3/\text{s}$$



Sección 6-7

$$Q_{TR\ 2} = 3.37 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR\ 5} = 6.81 \text{ m}^3/\text{s}$$

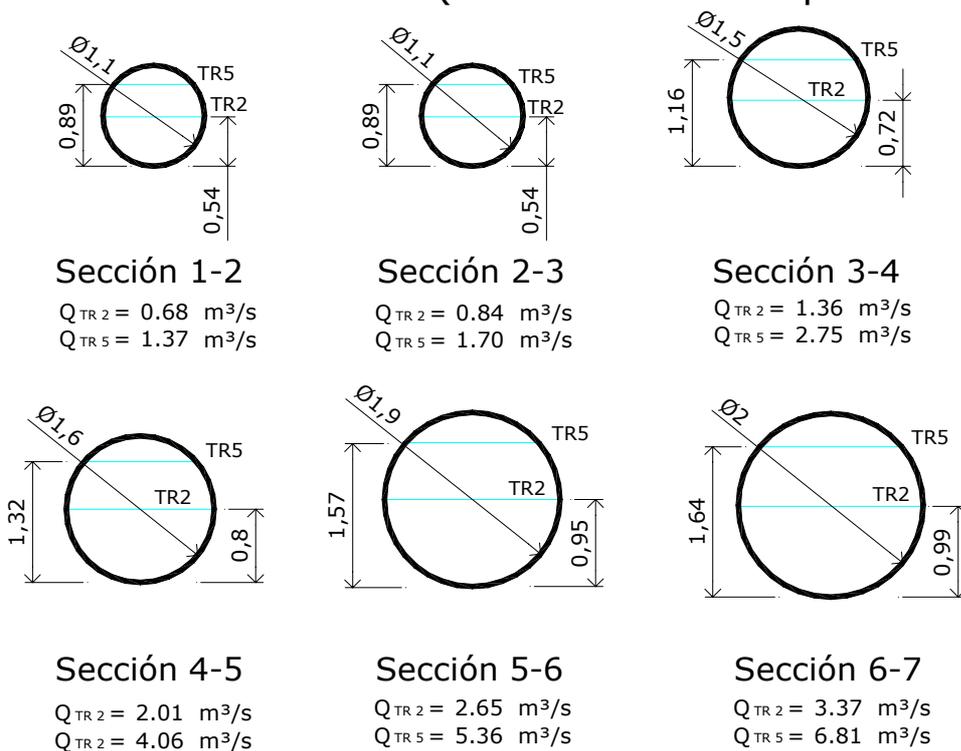
Caudal Fin de tramo rectangular:

$$Q_{TR\ 2} = 3.86 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR\ 5} = 7.83 \text{ m}^3/\text{s}$$

Figura 134

Detalles de Colector N° 8 (Sección circular equivalente)



Caudal Fin de tramo rectangular:

$$Q_{TR\ 2} = 3.86\ m^3/s$$

$$Q_{TR\ 5} = 7.83\ m^3/s$$

Figura 135

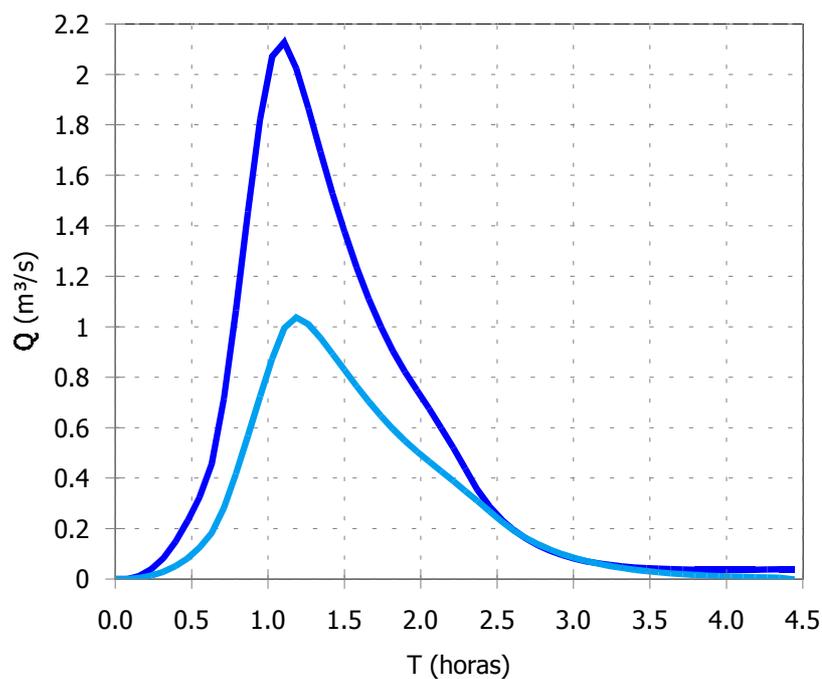


Figura 136. Cuenca 326 (TR= 2 y 5 años)

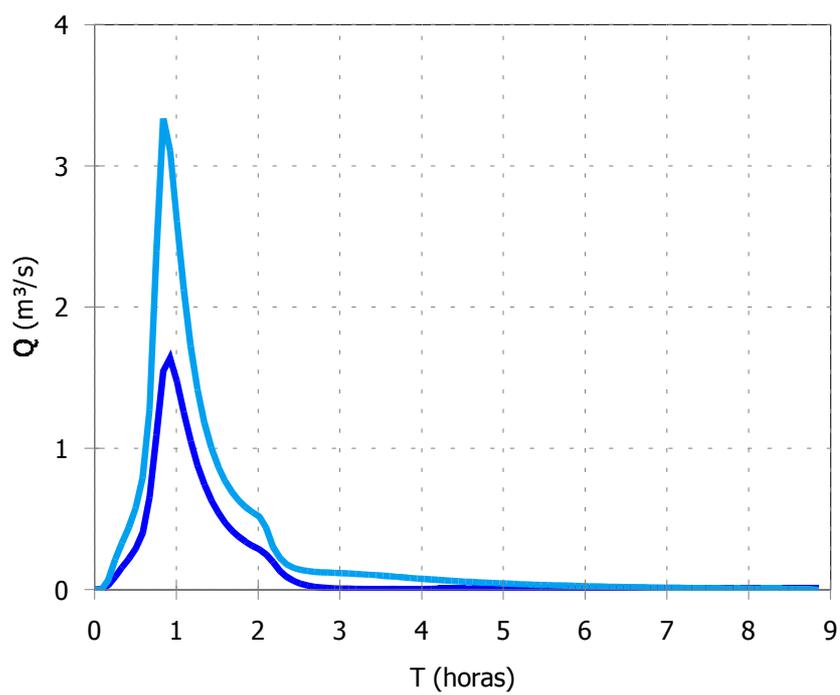


Figura 137. Cuenca 327 (TR= 2 y 5 años)

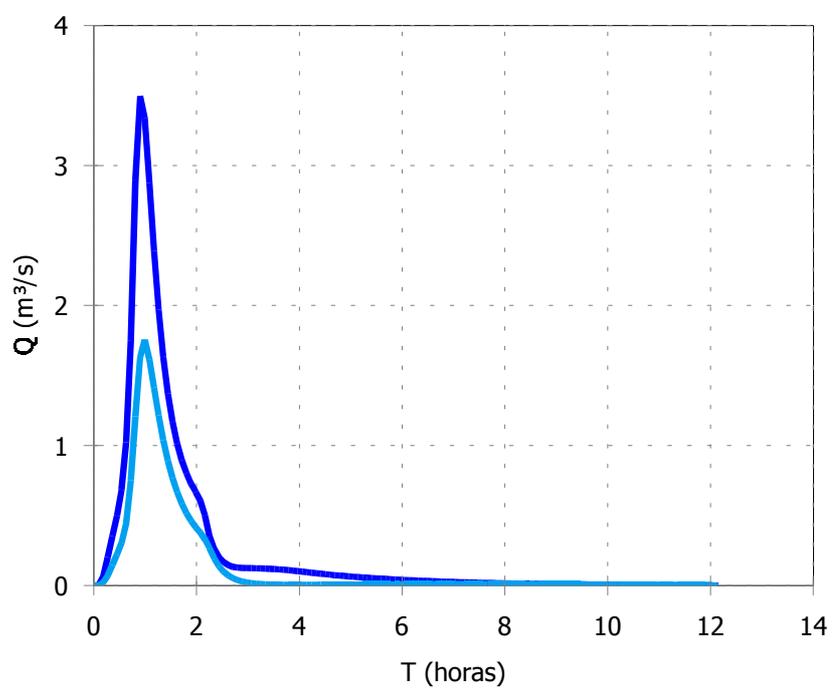


Figura 138. Cuenca 328 (TR= 2 y 5 años)

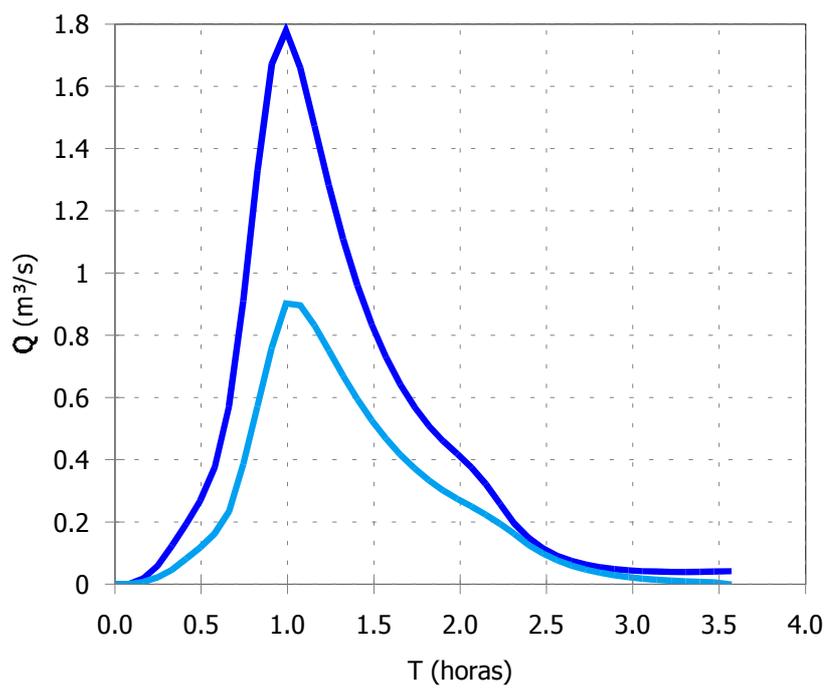


Figura 139. Cuenca 329 (TR= 2 y 5 años)

Tabla 53. Parámetros de entrada para cálculo del Colector 8 y 13

Ubicación	Colector	Cuenca	Sección	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	i [m/m]	Área Aporte (Ha)	TR2				TR5			
									Q especific (m³/s Ha)	Q desag. (m³/s)	Q ant. (m³/s)	Q tot (m³/s)	qespecific (m³/s Ha)	Q desag. (m³/s)	Q ant. (m³/s)	Q tot (m³/s)
9 de Julio y Mendoza	8 Tramo 2	325 - B	Inicio	Caudal de salida sección rectangular						3.86		3.86		7.83		7.83
Jose Ingenieros entre Mendoza y Resistencia			7-8	232.39	231.59	663.92	0.0012	51.14	0.025	1.26	3.86	5.12	0.050	2.56	7.83	10.39
Jose Ingenieros entre Resistencia y Jamaica		326	8-9	231.59	230.98	555.31	0.0011	57.64	0.018	1.04	5.12	6.16	0.037	2.15	10.39	12.54
Jose Ingenieros entre Jamaica y Australia		328-A	9-10	230.98	230.42	565.43	0.0010									
Australia entre Jose Ingenieros y Viedma			10-11	230.42	230.90	37.00	-0.0131									
Viedma entre Australia y Vintter			11-12	230.90	230.19	526.66	0.0013									
Vintter entre Viedma y L. De la Torre			12-13	230.19	229.97	222.72	0.0010									
Tramo Jose Ingenieros, Viedma y Vintter			9-13	230.98	229.43	1351.81	0.0012	44.09	0.030	1.32	6.16	7.48	0.062	2.72	12.54	15.26
La Plata entre Japón y Vintter	13	327 - A	1-2	230.77	230.36	783.0	0.0015	40.45	0.034	1.39	0.00	1.39	0.069	2.78	0.00	2.78
Vintter entre La Plata y L. De la Torre			2-13	230.36	229.43	231.0	0.0040		0.034		1.39	1.39	0.069	0.00	2.78	2.78
L. De la Torre entre Vintter y Carlos Gardel	8 Tramo 2	328-B y 327-B	13-14	229.43	229.01	416.31	0.0010	14.81	0.030	0.44	8.87	9.32	0.062	0.91	18.05	18.96
L. De la Torre entre Carlos Gardel y Alvear		329 - A	14-15	229.01	228.46	555.0	0.0010	17.27	0.027	0.47	9.32	9.78	0.054	0.93	18.96	19.90

Tabla 54. Resumen de cálculo de sección trapecial – Colector 8 y 13

Colector	Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Mannin g	Pend. (m/m)	y (m)	Talud lateral (H:1V)	Ancho de fondo (m)	Q (m³/s)	Área de Flujo (m²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía Específ. (m)	Nº de Fruode	Régimen
Colector 8 Tramo 2	7-8	2	Trapecial	0.016	0.0012	0.76	0.25	4.3	5.12	3.4	5.86	4.9	0.52	1.51	0.87	0.56	Subcrítico
	7-8	5	Trapecial	0.016	0.0012	1.2	0.25	4.3	10.39	5.5	6.77		0.83	1.89	1.38	0.57	Subcrítico
	8-9	2	Trapecial	0.016	0.0011	0.75	0.25	5.4	6.16	4.2	6.94	6.0	0.51	1.48	0.86	0.55	Subcrítico
	8-9	5	Trapecial	0.016	0.0011	1.18	0.25	5.4	12.54	6.7	7.83		0.81	1.87	1.36	0.56	Subcrítico
	9-13	2	Trapecial	0.016	0.0012	0.82	0.25	5.4	7.48	4.6	7.09	6.05	0.58	1.62	0.96	0.58	Subcrítico
	9-13	5	Trapecial	0.016	0.0012	1.3	0.25	5.4	15.26	7.4	8.08		0.92	2.05	1.51	0.59	Subcrítico
Colector 13	1-2	2	Trapecial	0.016	0.0015	0.75	0.25	1.25	1.39	1.1	2.8	1.85	0.48	1.28	0.84	0.5	Subcrítico
	1-2	5	Trapecial	0.016	0.0015	1.19	0.25	1.25	2.78	1.8	3.69		0.76	1.52	1.3	0.49	Subcrítico
	2-13	2	Trapecial	0.016	0.004	0.76	0.25	0.8	1.39	0.8	2.37	1.40	0.63	1.84	0.93	0.74	Subcrítico
	2-13	5	Trapecial	0.016	0.004	1.18	0.25	0.8	2.78	1.3	3.24		0.96	2.15	1.42	0.71	Subcrítico
Colector 8 Tramo 2	13-14	2	Trapecial	0.016	0.001	0.95	0.25	5.8	9.32	5.8	7.77	6.55	0.64	1.62	1.09	0.54	Subcrítico
	13-14	5	Trapecial	0.016	0.001	1.51	0.25	5.8	18.96	9.3	8.91		1.01	2.04	1.72	0.55	Subcrítico
	14-15	2	Trapecial	0.016	0.001	0.96	0.25	6	9.78	6	7.98	6.76	0.64	1.63	1.1	0.54	Subcrítico
	14-15	5	Trapecial	0.016	0.001	1.52	0.25	6	19.9	9.7	9.13		1.02	2.06	1.73	0.55	Subcrítico

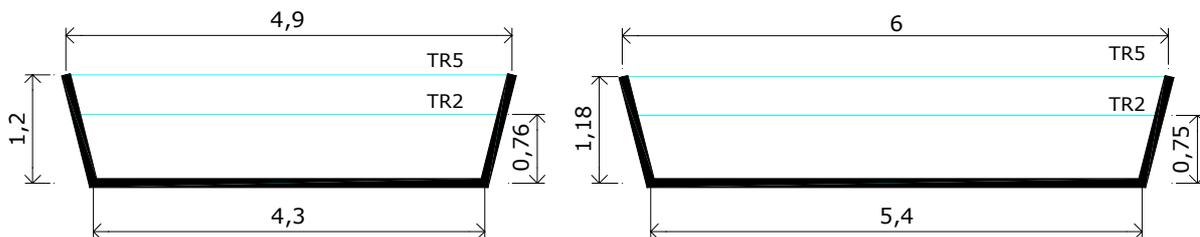
Tabla 55. Alternativa: Parámetros de entrada para cálculo del Colector 8 sin considerar al Colector 13

Ubicación	Colector	Cuenca	Sección	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	i [m/m]	Área Aporte (Ha)	Q especific (m³/s Ha)	TR2			TR5			
										Q desag. (m³/s)	Q ant. (m³/s)	Q tot (m³/s)	Q especific (m³/s Ha)	Q desag. (m³/s)	Q ant. (m³/s)	Q tot (m³/s)
9 de Julio y Mendoza	8 Tramo 2	325 - B	Inicio							3.86		3.86		7.83		7.83
Jose Ingenieros entre Mendoza y Resistencia			7-8	232.39	231.59	663.92	0.0012	51.14	0.025	1.26	3.86	5.12	0.050	2.56	7.83	10.39
Jose Ingenieros entre Resistencia y Jamaica		326	8-9	231.59	230.98	555.31	0.0011	57.64	0.018	1.04	5.12	6.16	0.037	2.15	10.39	12.54
Jose Ingenieros entre Jamaica y Autralia		328-A + 327-A	9-10	230.98	230.42	565.43	0.0010									
Australia entre Jose Ingenieros y Viedma			10-11	230.42	230.90	37.00	-0.0131									
Viedma entre Australia y Vintter			11-12	230.90	230.19	526.66	0.0013									
Vintter entre Viedma y L. De la Torre			12-13	230.19	229.97	222.72	0.0010									
Tramo Jose Ingenieros, Viedma y Vintter			9-13	230.98	229.43	1351.81	0.0012	44.09	0.030	2.71	6.16	8.87	0.062	5.51	12.54	18.05
							40.45	0.034	0.069							
L. De la Torre entre Vinter y Carlos Gardel			328-B y 327-B	13-14	229.43	229.01	416.31	0.0010	14.81	0.030	0.44	8.87	9.32	0.062	0.91	18.05
L. De la Torre entre Carlos Gardel y Alvear		329 - A	14-15	229.01	228.46	555.0	0.0010	17.27	0.027	0.47	9.32	9.78	0.054	0.93	18.96	19.90

Tabla 56. Resumen de cálculo de sección trapecial - Colector 8 Alternativa

Colector	Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Talud lateral (H:1V)	Ancho de fondo (m)	Q (m ³ /s)	Área de Flujo (m ²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía Específ. (m)	Nº de Fruode	Régimen
Colector 8 Tramo 2	7-8	2	Trapezial	0.016	0.0012	0.76	0.25	4.3	5.12	3.4	5.86	4.9	0.52	1.51	0.87	0.56	Subcrítico
	7-8	5	Trapezial	0.016	0.0012	1.2	0.25	4.3	10.39	5.5	6.77		0.83	1.89	1.38	0.57	Subcrítico
	8-9	2	Trapezial	0.016	0.0011	0.75	0.25	5.4	6.16	4.2	6.94	6.0	0.51	1.48	0.86	0.55	Subcrítico
	8-9	5	Trapezial	0.016	0.0011	1.18	0.25	5.4	12.54	6.7	7.83		0.81	1.87	1.36	0.56	Subcrítico
	9-13 Alternativa	2	Trapezial	0.016	0.0012	0.87	0.25	5.8	8.87	5.2	7.6	6.5	0.61	1.69	1.02	0.59	Subcrítico
	9-13 Alternativa	5	Trapezial	0.016	0.0012	1.38	0.25	5.8	18.05	8.5	8.64		0.98	2.13	1.61	0.6	Subcrítico
	13-14	2	Trapezial	0.016	0.001	0.95	0.25	5.8	9.32	5.8	7.77	6.55	0.64	1.62	1.09	0.54	Subcrítico
	13-14	5	Trapezial	0.016	0.001	1.51	0.25	5.8	18.96	9.3	8.91		1.01	2.04	1.72	0.55	Subcrítico
	14-15	2	Trapezial	0.016	0.001	0.96	0.25	6	9.78	6	7.98	6.76	0.64	1.63	1.1	0.54	Subcrítico
	14-15	5	Trapezial	0.016	0.001	1.52	0.25	6	19.9	9.7	9.13		1.02	2.06	1.73	0.55	Subcrítico

Detalles de Colector N° 8 (Sección trapecial)



Sección 7-8

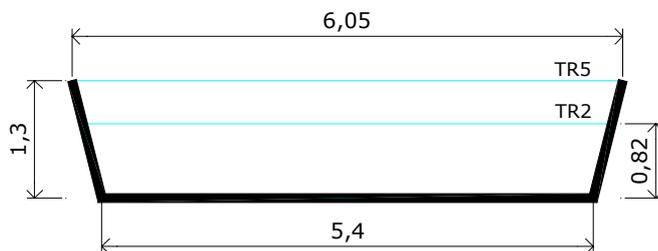
$$Q_{TR\ 2} = 5.12 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR\ 5} = 10.39 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sección 8-9

$$Q_{TR\ 2} = 6.16 \text{ m}^3/\text{s}$$

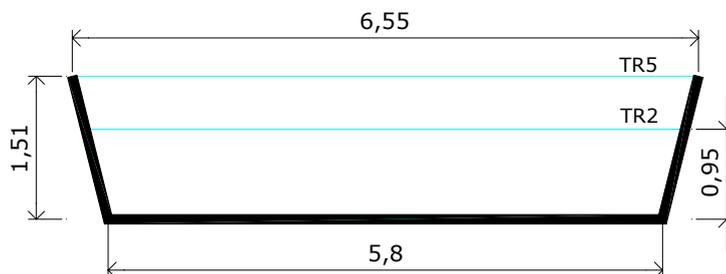
$$Q_{TR\ 5} = 12.54 \text{ m}^3/\text{s}$$



Sección 9-13

$$Q_{TR\ 2} = 7.48 \text{ m}^3/\text{s}$$

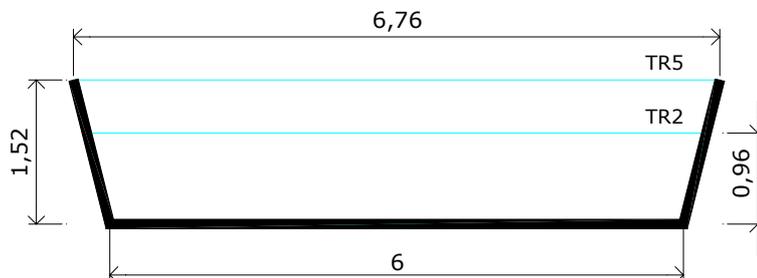
$$Q_{TR\ 5} = 15.26 \text{ m}^3/\text{s}$$



Sección 13-14

$$Q_{TR\ 2} = 9.32 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR\ 5} = 18.96 \text{ m}^3/\text{s}$$



Sección 14-15

$$Q_{TR\ 2} = 9.78 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR\ 5} = 19.90 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caudal Fin de tramo trapecial

$$Q_{TR\ 2} = 9.78 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR\ 5} = 19.90 \text{ m}^3/\text{s}$$

Figura 140

Detalles de Colector N° 13 (Sección trapezoidal)

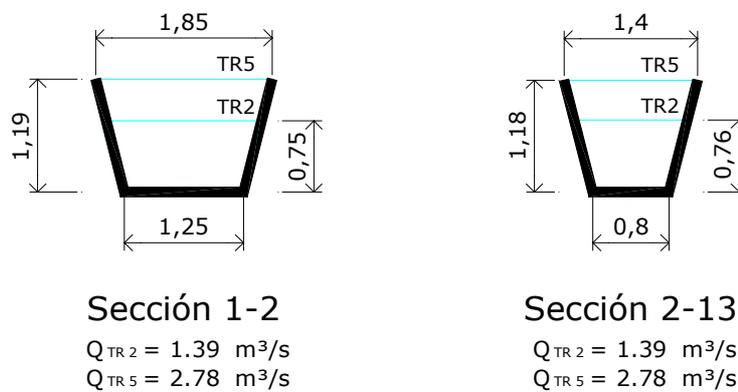


Figura 141

Detalles de Colector N° 8 (Sección trapezoidal) Alternativa

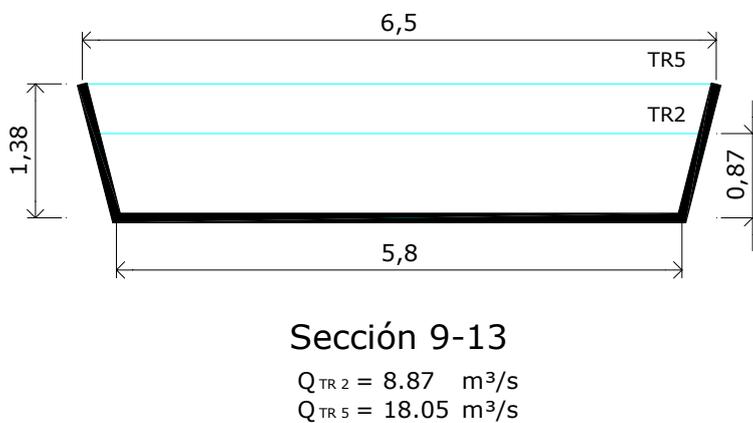


Figura 142

Tabla 57. Caudales de aporte

CUENCA 323

Tormenta TR = 2 Años			Tormenta TR = 5 Años		
Caudal específico (m³/s/Ha) = 0.0326			Caudal específico (m³/s/Ha) = 0.0632		
Boca de Tormenta	Área de Aporte	Qcálculo	Boca de Tormenta	Área de Aporte	Qcálculo
	Ha	m ³ /s		Ha	m ³ /s
BT 12	11.30	0.368	BT 12	11.30	0.714
BT 13	10.52	0.343	BT 13	10.52	0.665
BT 14	17.60	0.573	BT 14	17.60	1.113
BT 15	6.85	0.223	BT 15	6.85	0.433
Subtotal áreas	46.27	1.507	Subtotal áreas	46.27	2.925
Subt. Area sup	7.01	0.228	Subt. Area sup	7.01	0.228
TOTAL 323-A	53.28	1.735	TOTAL 323-A	53.28	3.153
Resto 323 - B	9.68	0.315	Área restante	9.68	0.827
TOTAL 323	62.96	2.050	TOTAL 323	62.96	3.980

Tabla 58. Caudales Específicos y Caudales de Aporte

Cuenca	Área Total de Aporte	Tormenta TR = 2 Años				Tormenta TR = 5 Años			
		Qmax	Caudal específico	Área de Aporte	Qcálculo	Qmax	Caudal específico	Área de Aporte	Qcálculo
		Ha	m ³ /s	m ³ /s Ha	Ha	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s Ha	Ha
324	18.95	0.82	0.0433	18.95	0.82	1.59	0.0839	18.95	1.59
332 - A	33.92	1.62	0.0478	3.68	0.18	3.22	0.0949	3.68	0.35
332 - B				1.37	0.07			1.37	0.13
332 - C				2.88	0.14			2.88	0.27

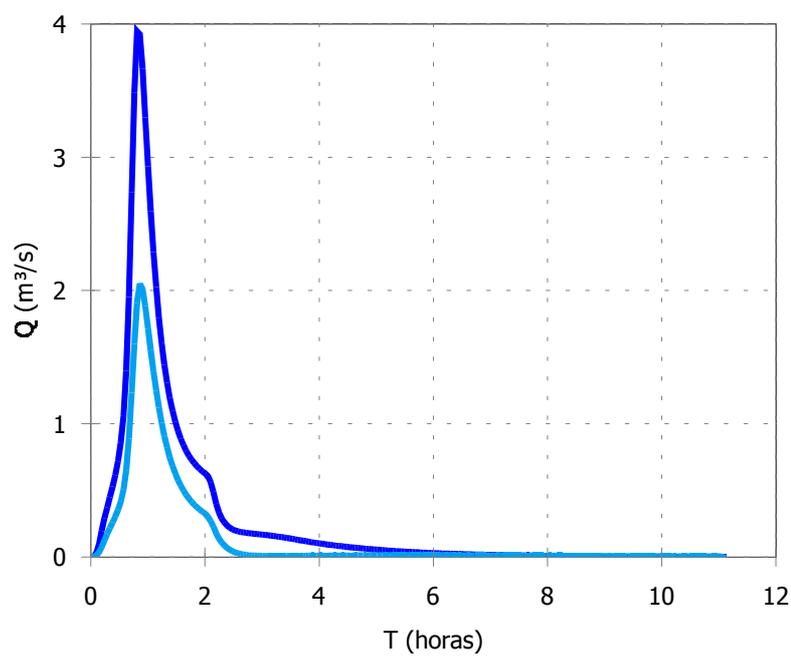


Figura 143. Cuenca 323 (TR= 2 y 5 años)

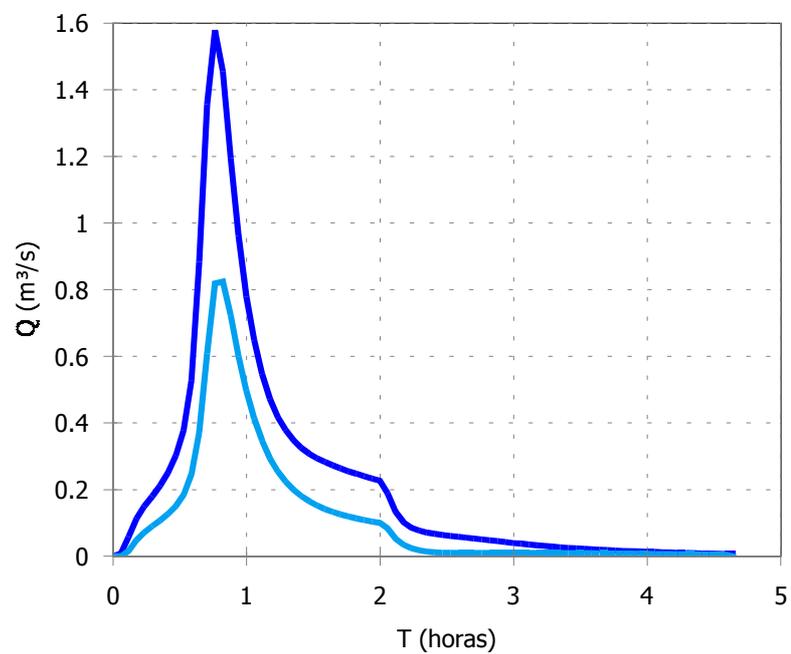


Figura 144. Cuenca 324 (TR= 2 y 5 años)

Tabla 59. Bocas de Tormenta en Cuenca 323

Ubicación	BT	TR (años)	Caudal afluente en la calzada (m ³ /s)	Pend. calzada (m/m)	Ancho calzada ocupada por el escurrimiento (m)	Ancho cuneta (m)	Pendiente transv. de calzada (m/m)	Eficiencia	Long. de BT (m)	Depresión frente BT (mm)	Ancho de depresión (m)	Caudal intercep. por la BT (m ³ /s)	Caudal pasante (m ³ /s)	Tirante frente a BT (m)	Área de escurrim (m ²)
San Juan y Mitre	12	2	0.368	0.0071	5.4	0.3	0.0216	0.24	1.5	50	0.3	0.089	0.279	0.117	0.3
		5	0.714	0.0071	6.93	0.3	0.0216	0.17	1.5	50	0.3	0.124	0.591	0.15	0.5
San Juan y Tucumán	13	2	0.343	0.006	7.19	0.3	0.0138	0.21	1.5	50	0.3	0.073	0.270	0.099	0.4
		5	0.665	0.006	9.21	0.3	0.0138	0.15	1.5	50	0.3	0.101	0.564	0.127	0.6
Tucumán y Kennedy	14	2	0.573	0.0011	11.37	0.3	0.015	0.25	1.5	50	0.3	0.145	0.428	0.171	1
		5	1.113	0.0011	14.58	0.3	0.015	0.18	1.5	50	0.3	0.205	0.908	0.219	1.6
Tucumán y Misiones	15	2	0.223	0.0006	17.76	0.3	0.005	0.28	1.5	50	0.3	0.063	0.160	0.089	0.8
		5	0.433	0.0006	22.78	0.3	0.005	0.2	1.5	50	0.3	0.088	0.346	0.114	1.3

Tabla 60. Conductos Colectores de las Bocas de Tormenta en Cuenca 323

Conducto	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Diámetro (mm)	Q (m ³ /s)	Área de flujo (m ²)	Perím. mojado (m)	y crítica (m)	% lleno	v (m/s)	Energía especif. (m)	Nº de Froude	Régimen
ConductoBT12	2	Circular	0.013	0.0035	0.25	400	0.089	0.1	0.73	0.21	63.0	1.07	0.31	0.73	Subcrítica
	5	Circular	0.013	0.0035	0.33	400	0.124	0.1	0.91	0.25	82.6	1.12	0.394	0.59	Subcrítica
ConductoBT13	2	Circular	0.013	0.0100	0.27	400	0.162	0.1	0.76	0.29	66.3	1.83	0.436	1.21	Supercrítica
	5	Circular	0.013	0.0100	0.38	400	0.224	0.1	1.06	0.34	93.8	1.83	0.546	0.73	Subcrítica
ConductoBT14	2	Circular	0.013	0.0029	0.31	500	0.145	0.1	0.91	0.26	62.4	1.12	0.377	0.7	Subcrítica
	5	Circular	0.013	0.0029	0.41	500	0.205	0.2	1.14	0.31	82.7	1.18	0.485	0.56	Subcrítica
ConductoBT15	2	Circular	0.013	0.0016	0.26	400	0.063	0.1	0.75	0.18	65.0	0.73	0.287	0.49	Subcrítica
	5	Circular	0.013	0.0016	0.35	400	0.088	0.1	0.98	0.21	88.3	0.75	0.382	0.35	Subcrítica

Tabla 61. Parámetros de entrada para el cálculo del Colector 8 - Dirección Oeste (Incluye Cuenca 324)

Ubicación	Sección	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	i [m/m]	TR2						TR5					
						Q ant. (m³/s)	Q capt (m³/s)	Q pasante (m³/s)	Area superf. (Ha)	Q superf. (m³/s)	Qtot (m³/s)	Q ant. (m³/s)	Q capt (m³/s)	Q pasante (m³/s)	Area superf. (Ha)	Q superf. (m³/s)	Qtot
9 de Julio entre Neuquen y Misiones	O1 - O2	236.09	235.87	120.04	0.00180	0.82			2.89	0.23	1.05	1.59			2.89	0.46	2.05
9 de Julio entre Misiones y Kennedy	O2 - O3	235.87	235.57	119.80	0.00250	1.05	0.0693	0.1537	1.85	0.13	1.40	2.05	0.096	0.34	1.85	0.25	2.73
9 de Julio entre Kennedy y Av. San Juan	O3 - O4	235.57	235.17	161.14	0.00251	1.40	0.16	0.413	2.27	0.25	2.22	2.73	0.227	0.89	2.27	0.49	4.33
Encuentro entre Av. San Juan y 9 de Julio	Salida					2.22	0.1776	0.5334			2.93	4.33	0.248	1.13			5.71

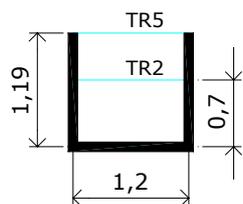
Tabla 62. Resumen de cálculo de sección rectangular - Colector 8 - Dirección Oeste

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Ancho de Fondo (m)	Q (m³/s)	Área de flujo (m²)	Perím. mojado (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía específica (m)	Nº de Froude	Régimen
O1-O2	2	Rectangular	0.016	0.0018	0.70	1.2	1.05	0.8	2.6	0.43	1.25	0.78	0.48	Subcrítico
	5		0.016	0.0018	1.19	1.2	2.05	1.4	3.58	0.67	1.44	1.294	0.42	Subcrítico
O2-O3	2	Rectangular	0.016	0.0025	0.71	1.3	1.4	0.9	2.72	0.49	1.52	0.826	0.58	Subcrítico
	5		0.016	0.0025	1.20	1.3	2.73	1.6	3.69	0.77	1.76	1.353	0.51	Subcrítico
O3-O4	2	Rectangular	0.016	0.00251	0.72	1.8	2.22	1.3	3.25	0.54	1.7	0.872	0.64	Subcrítico
	5		0.016	0.00251	1.20	1.8	4.33	2.2	4.2	0.84	2.01	1.403	0.59	Subcrítico

Tabla 63. Cálculo de sección circular equivalente - Colector 8 - Dirección Oeste

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Diámetro (mm)	Q (m ³ /s)	Área de flujo (m ²)	Perím. mojado (m)	y crítica (m)	% lleno	v (m/s)	Energía específica (m)	Nº de Froude	Régimen
O1-O2	2	Circular	0.013	0.0018	0.66	1,300	1.05	0.7	2.06	0.54	50.8	1.55	0.78	0.69	Subcrítico
O1-O2	5	Circular	0.013	0.0018	1.07	1,300	2.05	1.2	2.95	0.77	82.1	1.76	1.22	0.52	Subcrítico
O2-O3	2	Circular	0.013	0.0025	0.69	1,350	1.4	0.7	2.16	0.62	51.4	1.89	0.88	0.81	Subcrítico
O2-O3	5	Circular	0.013	0.0025	1.14	1,350	2.73	1.3	3.14	0.88	84.2	2.12	1.37	0.59	Subcrítico
O3-O4	2	Circular	0.013	0.00251	0.83	1,600	2.22	1	2.57	0.75	51.6	2.12	1.06	0.84	Subcrítico
O3-O4	5	Circular	0.013	0.00251	1.36	1,600	4.33	1.8	3.75	1.07	84.9	2.38	1.65	0.6	Subcrítico

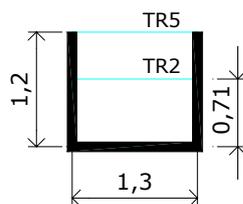
Detalles de Colector N° 8 Direc. Oeste (Sección Rectangular)



Sección 01-02

$$Q_{TR\ 2} = 1.05\ m^3/s$$

$$Q_{TR\ 5} = 2.05\ m^3/s$$



Sección 02-03

$$Q_{TR\ 2} = 1.40\ m^3/s$$

$$Q_{TR\ 5} = 2.73\ m^3/s$$



Sección 03-04

$$Q_{TR\ 2} = 2.22\ m^3/s$$

$$Q_{TR\ 5} = 4.33\ m^3/s$$

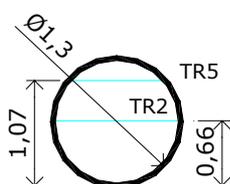
Caudal Fin de tramo rectangular:

$$Q_{TR\ 2} = 2.93\ m^3/s$$

$$Q_{TR\ 5} = 5.71\ m^3/s$$

Figura 145

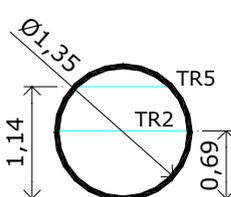
Detalles de Colector N° 8 Direc. Oeste (Sección Circular Equivalente)



Sección 01-02

$$Q_{TR\ 2} = 1.05\ m^3/s$$

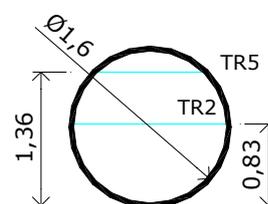
$$Q_{TR\ 5} = 2.05\ m^3/s$$



Sección 02-03

$$Q_{TR\ 2} = 1.40\ m^3/s$$

$$Q_{TR\ 5} = 2.73\ m^3/s$$



Sección 03-04

$$Q_{TR\ 2} = 2.22\ m^3/s$$

$$Q_{TR\ 5} = 4.33\ m^3/s$$

Caudal Fin de tramo rectangular:

$$Q_{TR\ 2} = 2.93\ m^3/s$$

$$Q_{TR\ 5} = 5.71\ m^3/s$$

Figura 146

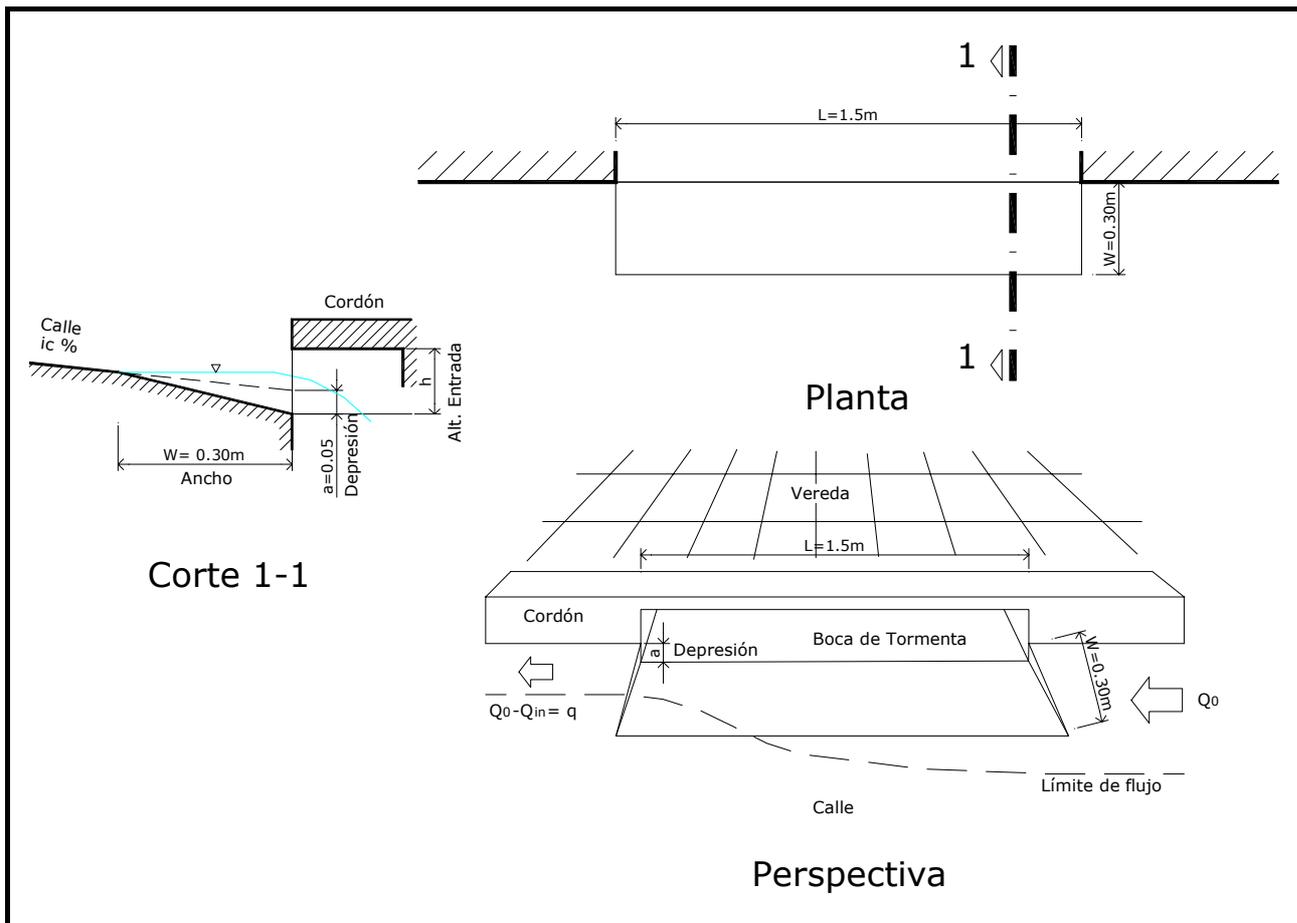


Figura 147

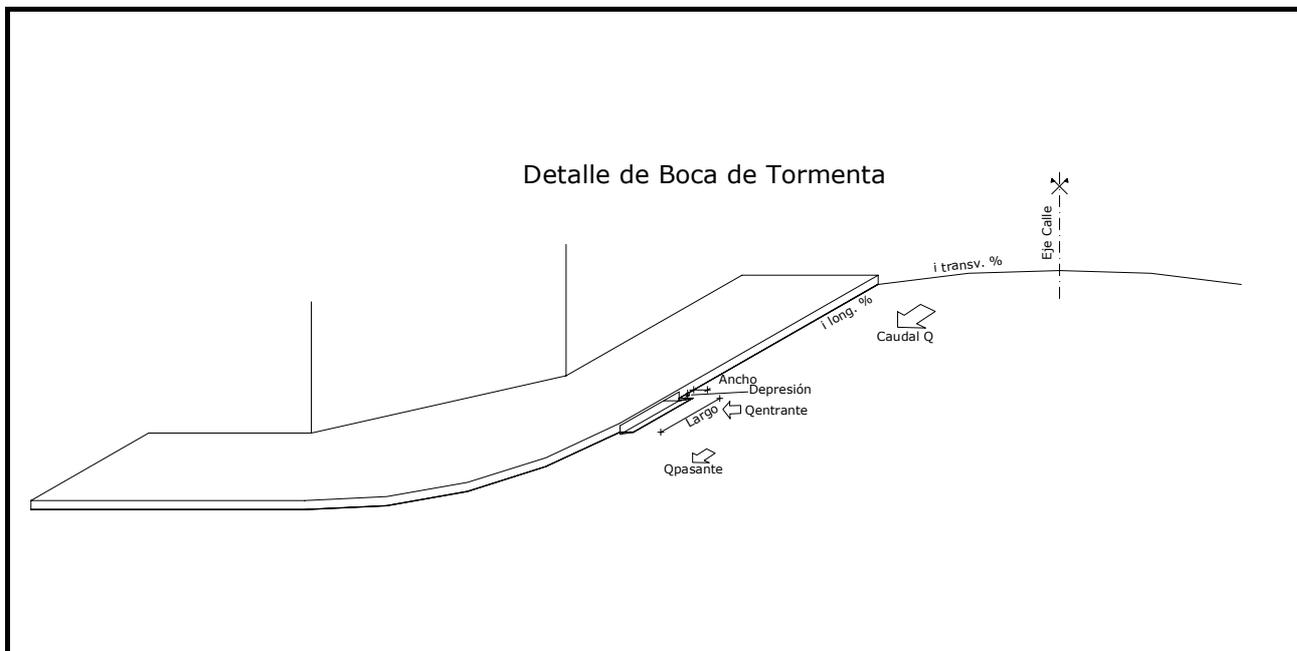


Figura 148

4.4. Colector 11

El Colector 11 se desarrolla a lo largo de la calle San Juan entre 9 de Julio y Ruta Nac. N° 22 como lo muestra el plano de ubicación (Lámina 19).

El Colector 11 recibe el escurrimiento captado por el Colector 8 Oeste y el aporte de las cuencas 323-B, 331-B, 339 y 347-B. En la Tabla 64 se pueden visualizar los valores de caudal para los tiempos de retorno de 2 y 5 años que se extraen de los hidrogramas de escurrimiento generados por el modelo ARHYMO (Figura 149). En la Tabla 65 se discriminan los caudales de cálculo para el dimensionamiento del colector cuyos resultados se expresan en la Tabla 66 (Figura 150). Las pautas geométricas de las secciones fueron establecidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

Tabla 64. Caudales Específicos y Caudales de aporte

Cuenca	Área Total de Aporte Ha	Tormenta TR = 2 Años				Tormenta TR = 5 Años			
		Qmax	Caudal específico	Área de Aporte	Qcálculo	Qmax	Caudal específico	Área de Aporte	Qcálculo
		m ³ /s	m ³ /s Ha	Ha	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s Ha	Ha	m ³ /s
Colector 8 Direc. Oeste		Caudal erogado			2.93	Caudal erogado			5.71
323 - B	62.96	2.05	0.0326	9.68	0.32	3.98	0.063	9.68	0.61
331 - B	16.45	0.73	0.044	12.53	0.56	1.4	0.085	12.53	1.07
339	23.45	1.00	0.043	23.45	1.00	1.85	0.079	23.45	1.85
347 - B	53.72	1.18	0.022	40.14	0.88	2.44	0.045	40.14	1.82

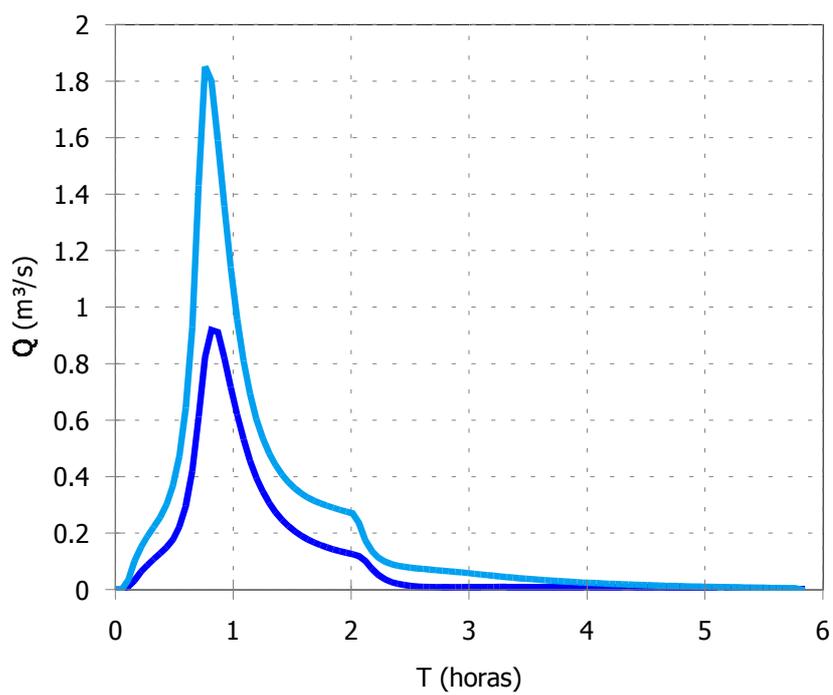


Figura 149. Cuenca 339 (TR= 2 y 5 años)

Tabla 65 Parámetros de entrada para el cálculo del Colector 11

Ubicación	Colector	Sección	Cuenca	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	i [m/m]	TR = 2 años			TR = 5 años		
								Q cálculo (m³/s)	Q ant. (m³/s)	Qtot (m³/s)	Q cálculo (m³/s)	Q ant. (m³/s)	Qtot (m³/s)
San Juan entre 9 de Julio e Isidro Lobo	11	1-2	Col. 8 Dir. Oeste + 323-B + 331-B	235.6	235.3	184.98	0.0016	3.80		3.80	7.39		7.39
San Juan entre Isidro Lobo y Chula Vista		2-3	339	235.30	234.19	877.89	0.0013	1.00	3.80	4.80	1.85	7.39	9.24
San Juan entre Chula Vista y Ruta Nacional N°22		3-4	347-B	234.19	233.6	509.81	0.0012	0.88	4.80	5.68	1.82	9.24	11.06

Tabla 66. Resumen de cálculo de sección trapecial - Colector 11

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Talud lateral (H:1V)	Ancho de Fondo (m)	Q (m³/s)	Área de flujo (m²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía especif. (m)	N° de Froude	Régimen
1-2	2	Trapecial	0.016	0.0016	0.78	0.25	2.8	3.8	2.3	4.4	3.4	0.56	1.63	0.91	0.61	Subcrítico
1-2	5	Trapecial	0.016	0.0016	1.2	0.25	2.8	7.39	3.7	5.28		0.87	1.98	1.4	0.6	Subcrítico
2-3	2	Trapecial	0.016	0.0013	0.77	0.25	3.8	4.8	3.1	5.39	4.40	0.54	1.55	0.9	0.58	Subcrítico
2-3	5	Trapecial	0.016	0.0013	1.18	0.25	3.8	9.24	4.9	6.24		0.83	1.9	1.37	0.58	Subcrítico
3-4	2	Trapecial	0.016	0.0012	0.84	0.25	4.1	5.68	3.6	5.83	4.75	0.57	1.57	0.96	0.56	Subcrítico
3-4	5	Trapecial	0.016	0.0012	1.29	0.25	4.1	11.06	5.7	6.76		0.89	1.94	1.48	0.56	Subcrítico

Detalles de Colector N° 11 (Sección trapezoidal)

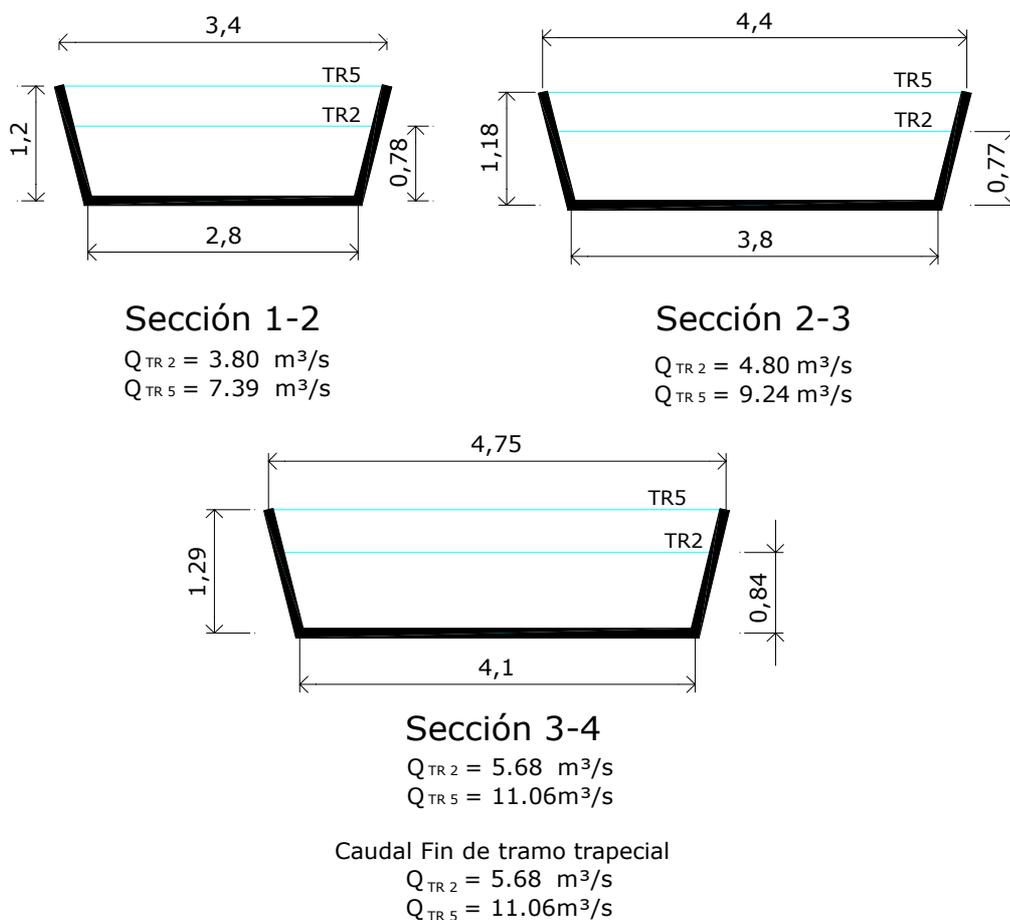


Figura 150

5. Verificación Cuenca Sur

Sobre la base de los levantamientos topográficos con que cuenta la Municipalidad de Gral. Roca y de los puntos críticos que ella indicó, se consideraron las cuencas de aporte, y se aplicó el Modelo de Simulación Hidrológica ARHYMO a efectos de poder obtener en los puntos precisados los caudales de diseño. Luego con esos caudales de diseño se dimensionaron las conducciones según las pautas emitidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

El colector de la denominada Cuenca Sur se encuentra ubicado en la calle Bolivia entre J. D. Perón y Mendoza, como lo evidencia el siguiente plano de ubicación (Lámina 20).

El colector de la Cuenca Sur recibe el aporte del Colector 11 y de las cuencas 340 y 341-A. En las Tablas 67 se pueden visualizar los valores de caudal para los tiempos de retorno de 2 y 5 años que se extraen de los hidrogramas de escurrimiento generados por el modelo ARHYMO (Figuras 151 y 152). En la Tabla 68 se discriminan los caudales de cálculo para el dimensionamiento del colector cuyos resultados se expresan en la Tabla 69 y Figura 153. Las pautas geométricas de las secciones fueron establecidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

Tabla 67. Caudales específicos y Caudales de aporte

Cuenca	Área Total de Aporte Ha	Tormenta TR = 2 Años				Tormenta TR = 5 Años			
		Qmax	Caudal específico	Área de Aporte	Qcálculo	Qmax	Caudal específico	Área de Aporte	Qcálculo
		m ³ /s	m ³ /s Ha	Ha	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s Ha	Ha	m ³ /s
Colector 11					5.68				11.06
340	85.31	1.93	0.0226	85.31	1.93	4.07	0.0477	85.31	4.07
341-A	201.34	3.39	0.0168	86.66	1.46	7.24	0.0360	86.66	3.12

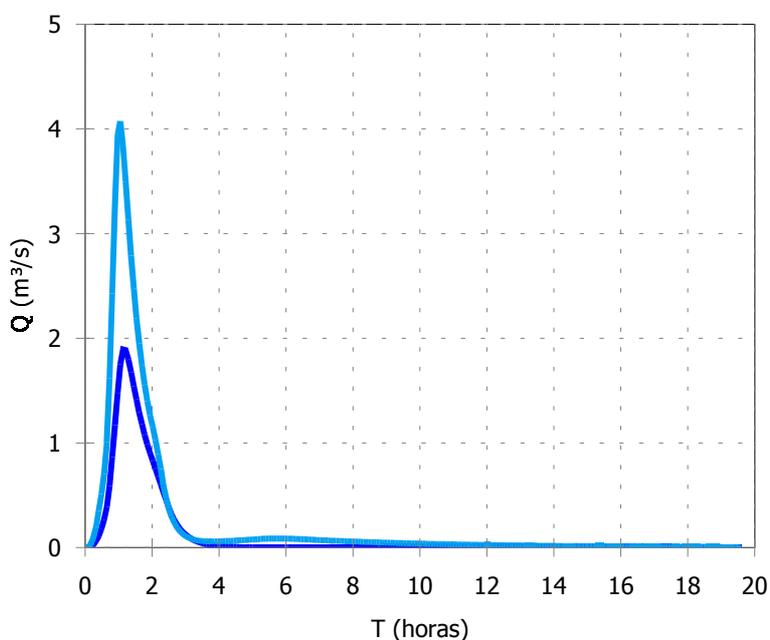


Figura 151. Cuenca 340 (TR=2 y 5 años)

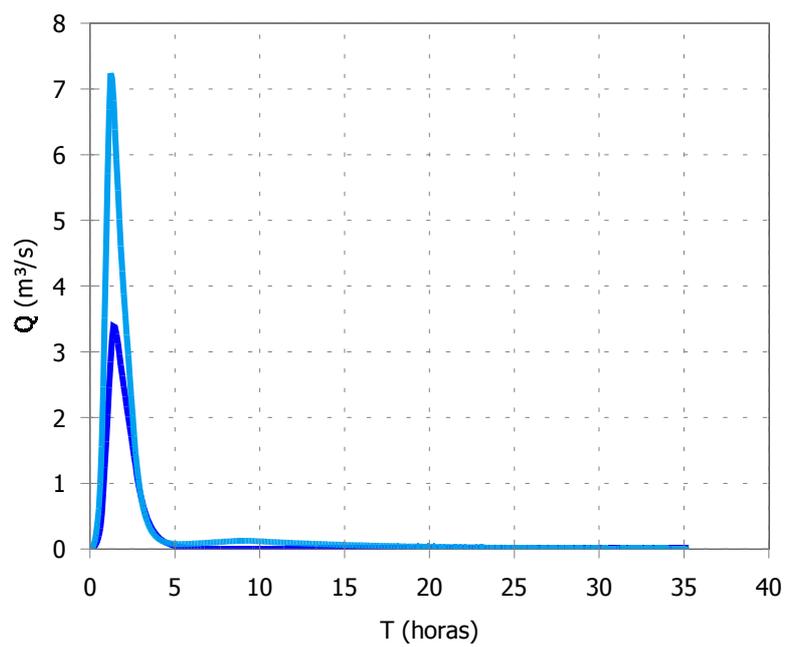


Figura 152. Cuenca 341 (TR=2 y 5 años)

Tabla 68. Parámetros de entrada para el cálculo del colector Cuenca Sur

Ubicación	Colector	Sección	Cuenca	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	i [m/m]	TR = 2 años			TR = 5 años		
								Q cálculo (m³/s)	Q ant. (m³/s)	Qtot (m³/s)	Q cálculo (m³/s)	Q ant. (m³/s)	Qtot (m³/s)
Bolivia entre J. D. Perón y Don Bosco	Cuenca Sur	1-2	Colector 11 + 340	233.60	232.60	689.80	0.0014	7.61	0.00	7.61	15.13	0.00	15.13
Bolivia entre Don Bosco y Mendoza		2-3	341-A	232.60	231.38	1367.84	0.0009	1.46	7.61	9.07	3.12	15.13	18.25

Tabla 69. Resumen de cálculo de sección trapezoidal – Colector Cuenca Sur

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Talud lateral (H:1V)	Ancho de Fondo (m)	Q (m³/s)	Área de flujo (m²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía especif. (m)	Nº de Froude	Régimen
1-2	2	Trapezoidal	0.016	0.0014	0.9	0.25	4.5	7.61	4.3	6.36	5.2	0.66	1.79	1.06	0.62	Subcrítico
1-2	5	Trapezoidal	0.016	0.0014	1.41	0.25	4.5	15.13	6.8	7.4		1.03	2.22	1.66	0.62	Subcrítico
2-3	2	Trapezoidal	0.016	0.0009	1.08	0.25	5	9.07	5.7	7.22	5.85	0.69	1.6	1.21	0.5	Subcrítico
2-3	5	Trapezoidal	0.016	0.0009	1.7	0.25	5	18.25	9.2	8.5		1.09	1.98	1.9	0.5	Subcrítico

Detalles de Colector N° 11 (Sección trapezoidal)

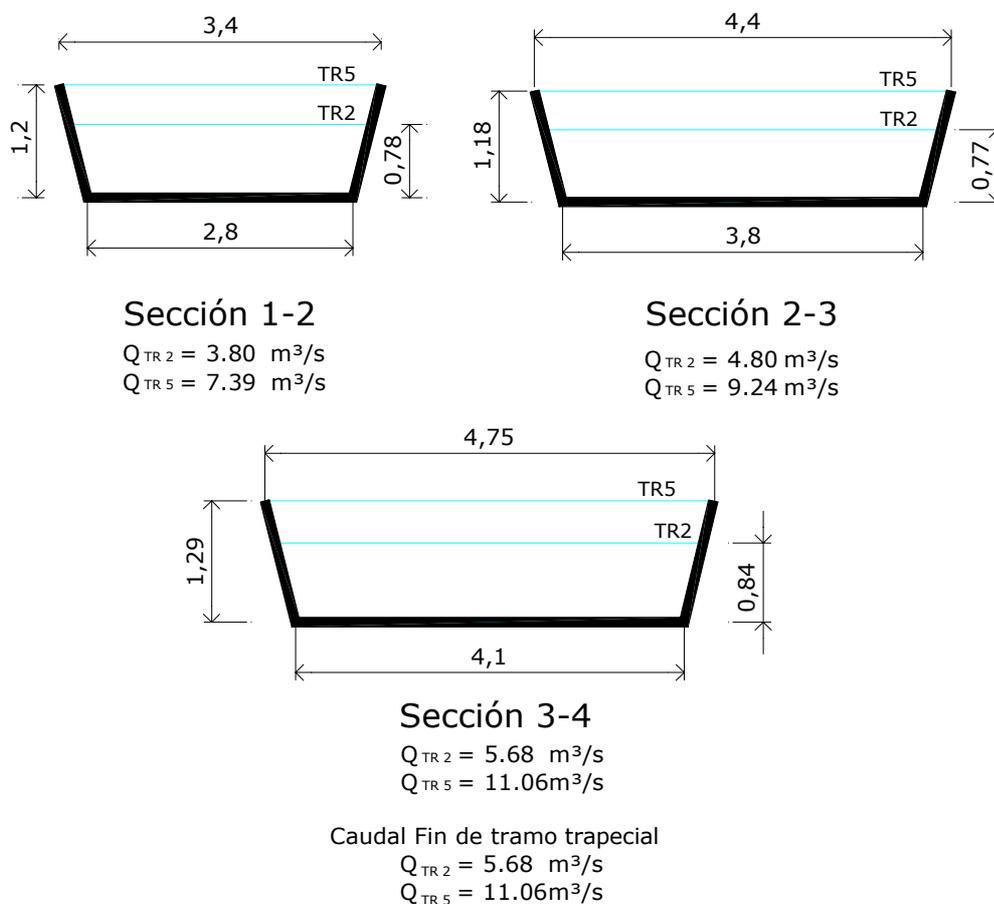


Figura 153

6. Verificación capacidad de zanjón vecino a la cárcel

En base a la información topográfica se determinó la relación cota-volumen de los embalses de retención que existen naturalmente en el zanjón (Tabla 70 y Figura 155) y se verificó su comportamiento frente a los escurrimientos generados por los eventos de TR= 2, 5 y 50 años provenientes de las cuencas de aportes que se visualizan en la (Lámina 21). Las cuencas denominadas 310' y 310'' son las porciones de la cuenca 310-B que aportan a los embalses de retención 2 y 3 respectivamente.

En la Tabla 70 se especifican los parámetros morfométricos de las cuencas que aportan a los embalses de retención, los cuales son datos de entrada al modelo ARHYMO, cuyo esquema de modelación se presenta en la Figura 154 y los resultados de las simulaciones en la Tabla 71.

En la Tabla 72 y Figuras 156, 157 y 158 se explicita la relación cota-área-volumen para los tres embalses de retención.

Tabla 70. Parámetros de cuencas de aporte

Cuenca	Área [Ha]	Área [km ²]	Cota máx. [m]	min. [m]	ΔH [m]	Lc [km]	CN	Pend. [%]	Imperm. [%]
304-1	38.11		271.20	262.30	8.90	0.90			15.10%
304-2	22.21		262.30	257.70	4.60	0.65			6.80%
304-3	25.59		257.70	249.62	8.08	0.41			24.32%
310'	13.07		264.96	256.00	8.96	0.60	82	2.4%	70.00%
310''	5.98		257.55	252.84	4.71	0.34	82	1.7%	70.00%
383		0.35	309.00	269.00	40.00	1.16	70		
399		3.60	363.00	252.00	111.00	3.73	85		

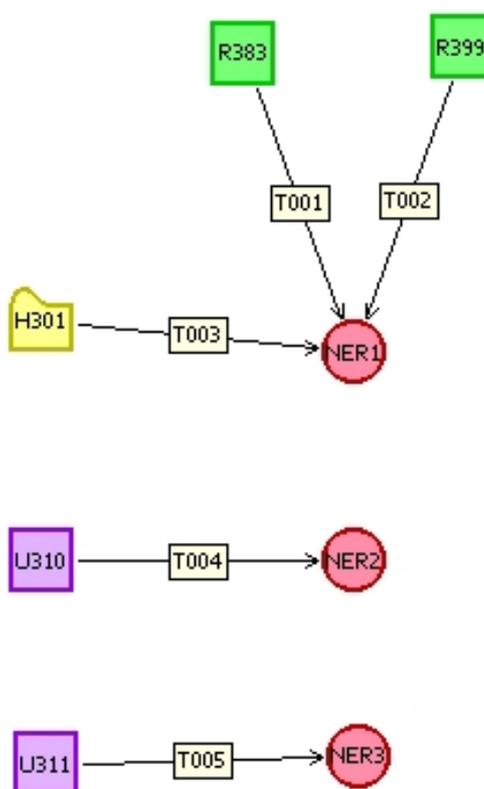


Figura 154. Diagrama de cálculo de ARHYMO

Tabla 71. Esguerrimiento de las cuencas de aporte

Cuenca	TR = 2 años					TR = 5 años					TR = 50 años				
	Q (m ³ /s)	Pp total (mm)	Le (mm)	Tpico (hs)	Vol. (Hm ³)	Q (m ³ /s)	Pp total (mm)	Le (mm)	Tpico (hs)	Vol. (Hm ³)	Q (m ³ /s)	Pp total (mm)	Le (mm)	Tpico (hs)	Vol. (Hm ³)
310'	0.47	17.20	11.10	0.91	0.001	0.93	30.30	21.40	0.84	0.003	2.35	68.50	55.60	0.77	0.007
310"	0.25	17.20	11.10	0.82	0.001	0.46	30.30	21.40	0.78	0.001	1.18	68.50	21.40	0.78	0.001
383	0.03	17.20	0.50	1.79	0.000	0.22	30.30	3.20	1.25	0.001	1.58	68.50	20.50	1.09	0.007
399	0.60	17.20	1.00	2.17	0.004	3.43	30.30	6.30	1.75	0.023	18.62	68.50	33.10	1.50	0.119

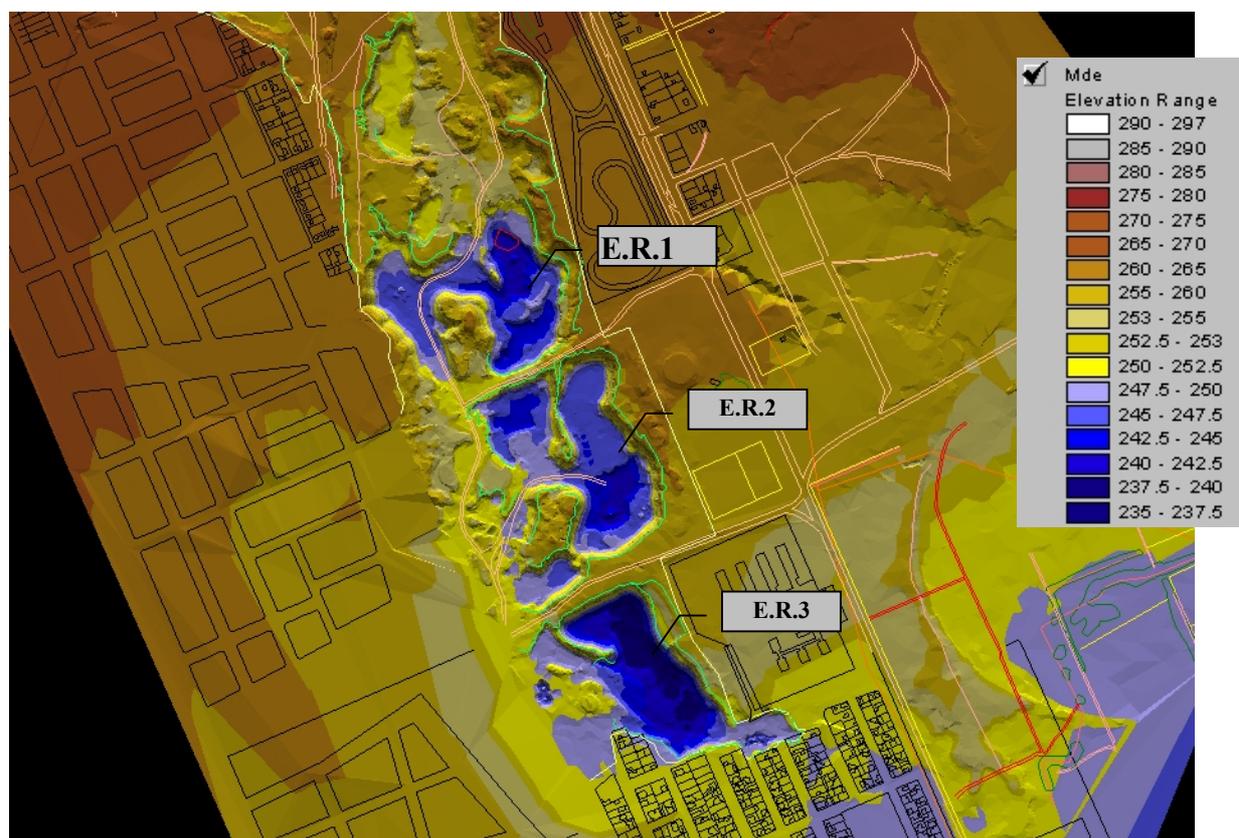


Figura 155. Hipsometría de los embalses de retención

Tabla 72. Relación cota-área-volumen de los embalses de retención

COTA (m.s.n.m.)	Embalse de Retención N° 1		Embalse de Retención N° 2		Embalse de Retención N° 3	
	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)
251.0	34561.00	153207.39	42177.43	164180.90	60017.18	242080.92
250.0	31477.11	120002.27	36177.33	125101.43	38702.97	189808.48
249.0	27548.16	90303.46	31101.98	91625.23	29056.03	155457.70
248.0	23585.91	64594.46	25783.16	62590.94	23849.20	128999.92
247.0	18832.48	43117.47	20389.87	39382.40	21358.57	106445.76
246.0	12665.16	26735.61	13030.29	22450.78	19216.03	85957.53
245.0	8034.78	16573.42	7257.58	12487.38	17355.49	67519.47
244.0	6012.87	9341.46	4566.20	6751.78	15648.66	50848.39
243.0	3798.85	4443.89	2855.28	3189.73	13819.66	35998.46
242.0	2257.30	1570.03	1677.19	885.75	11579.24	23099.50
241.0	37.28	3.18	256.82	36.95	8668.24	12691.72
240.4	0.00	0.00	0.00	0.00	7451.66	7864.77
240.0	0.00	0.00	0.00	0.00	5830.52	5057.24
239.0	0.00	0.00	0.00	0.00	2350.40	1185.64
238.0	0.00	0.00	0.00	0.00	156.69	5.74
237.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

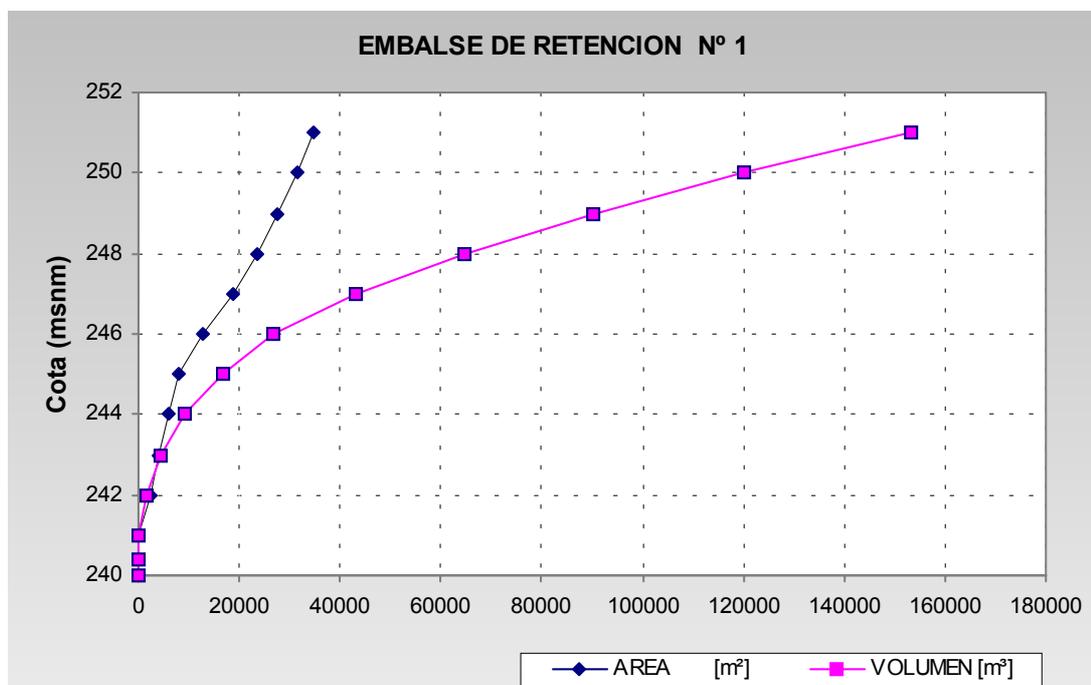


Figura 156

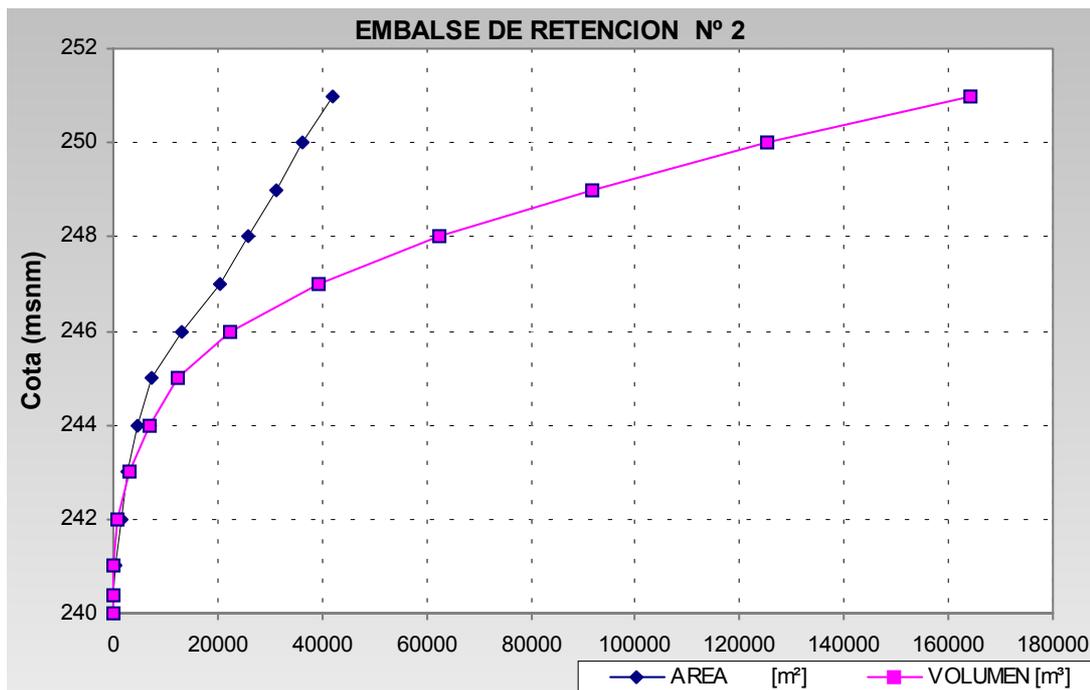


Figura 157

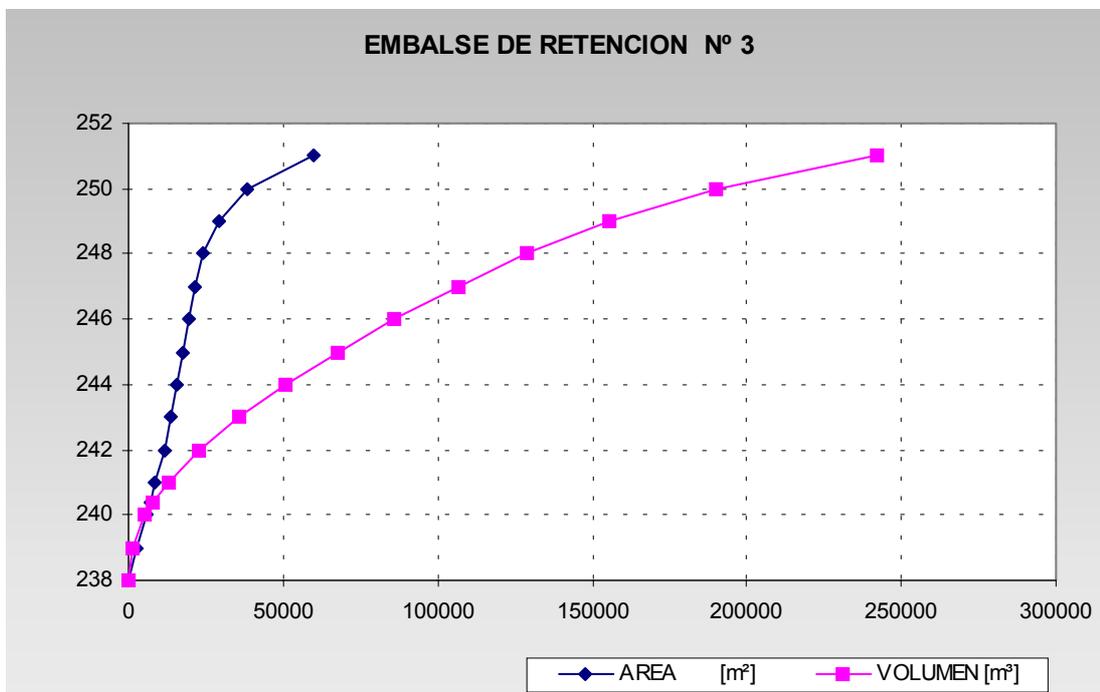


Figura 158

En el caso de las cuencas propias de los embalses de retención (304-1, 304-2 y 304-3) el escurrimiento se determinó considerando el método del Servicio de Conservación de Suelos como se detalla a continuación:

Clasificación Hidrológica de Suelos

- A: Suelo con potencial de escurrimiento Mínimo
- B: Suelo con potencial de escurrimiento Medio
- C: Suelo con potencial de escurrimiento Alto
- D: Suelo con potencial de escurrimiento Máximo

Se considera la cuenca de los Embalses de Retención, conteniendo zonas de Pradera Natural de condición regular y mala.

Humedad Edáfica:

Se consideran las tres condiciones para luego promediar las ponderaciones de cada tipo:

Condición I: Suelo Seco , pero no hasta el punto de marchitez < Potencial de Escurrimiento

Condición II: Suelo con capacidad de Campo , Condición Normal

Condición III: Suelo en saturación , Cuando ha llovido mucho el suelo posee baja capacidad de infiltración > Potencial de Escurrimiento

Para la condición II existen curvas n° (CN) según tabla de SCS , en función de la clasificación del suelo.

La determinación de los CN en condiciones I y III se realiza con las ecuaciones:

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{(2.281 - 0.01281.CN_{II})} \quad CN_{III} = \frac{CN_{II}}{(0.427 + 0.00573.CN_{II})}$$

Se utilizarán para determinar los volúmenes de escurrimiento efectivo, las condiciones de suelo normal y saturado, utilizando CNII y CNIII. En la Tabla 73 se detallan los valores de CN promedio para las cuencas en condiciones II y III.

Tabla 73. Determinación de valores de CN ponderados por subcuenca

Cuenca	Area [Ha]	% Imperm.	% Perm.	CN pond	CN III
		CN=98	CN=70		
304-1	38.11	15.10%	84.90%	74.23	87.09
304-2	22.21	6.80%	93.20%	71.90	85.70
304-3	25.59	24.32%	75.68%	76.81	88.58

Para la determinación del almacenamiento (S) se utiliza:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

El cálculo de la infiltración o Abstracción Inicial (I_a) es:

$$I_a = S^{0.55}$$

El cálculo de la precipitación efectiva (Tabla 74a, b y c) se realiza a través de: $Pe = \frac{(P_{acum} - I_a)^2}{P_{acum} - I_a + S}$

Tabla 74a. Precipitación efectiva en las cuencas de los embalses de retención – Cuenca 304-1

304 - 1	CN II						CN III					
			TR = 5 años		TR = 50 años		TR = 2 años		TR = 5 años		TR = 50 años	
	T (hs)	Pp acum (mm)	Pp efec. acum. (mm)	Pp acum. (mm)								
0.000	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
0.083	0.3		0.4		1.1		0.3		0.4		1.1	
0.167	0.6		1.0		2.3		0.6		1.0		2.3	
0.250	0.9		1.6		3.7		0.9		1.6		3.7	
0.333	1.3		2.3		5.4		1.3		2.3		5.4	
0.417	1.9		3.3		7.7		1.9		3.3		7.7	0.0
0.500	2.7		4.7		10.9	0.0	2.7		4.7		10.9	0.3
0.583	4.3		7.6		17.2	0.3	4.3		7.6	0.0	17.2	2.0
0.667	8.1		14.1	0.1	31.9	3.7	8.1	0.0	14.1	1.0	31.9	9.7
0.750	10.1		17.7	0.4	39.7	6.7	10.1	0.2	17.7	2.2	39.7	14.9
0.833	11.3		19.9	0.7	44.6	8.9	11.3	0.4	19.9	3.1	44.6	18.5
0.917	12.2	0.0	21.6	1.0	48.2	10.7	12.2	0.6	21.6	3.9	48.2	21.3
1.000	13.0	0.0	22.9	1.2	51.1	12.1	13.0	0.7	22.9	4.5	51.1	23.5
1.083	13.6	0.0	23.9	1.5	53.5	13.4	13.6	0.9	23.9	5.1	53.5	25.4
1.167	14.1	0.1	24.8	1.7	55.6	14.5	14.1	1.0	24.8	5.5	55.6	27.1
1.250	14.5	0.1	25.6	1.9	57.4	15.6	14.5	1.1	25.6	6.0	57.4	28.6
1.333	14.9	0.1	26.3	2.1	59.0	16.5	14.9	1.3	26.3	6.3	59.0	29.9
1.417	15.3	0.1	26.9	2.2	60.5	17.4	15.3	1.4	26.9	6.7	60.5	31.1
1.500	15.6	0.2	27.5	2.4	61.9	18.2	15.6	1.5	27.5	7.0	61.9	32.3
1.583	15.9	0.2	28.1	2.5	63.2	19.0	15.9	1.6	28.1	7.3	63.2	33.3
1.667	16.2	0.2	28.6	2.7	64.4	19.7	16.2	1.7	28.6	7.6	64.4	34.4
1.750	16.5	0.2	29.0	2.8	65.5	20.4	16.5	1.8	29.0	7.9	65.5	35.3
1.833	16.8	0.3	29.5	3.0	66.6	21.0	16.8	1.9	29.5	8.2	66.6	36.2
1.917	17.0	0.3	29.9	3.1	67.6	21.6	17.0	2.0	29.9	8.4	67.6	37.0
2.000	17.2	0.3	30.3	3.2	68.5	22.2	17.2	2.1	30.3	8.7	68.5	37.9

Tabla 74b. Precipitación efectiva en las cuencas de los embalses de retención – Cuenca 304-2

304 - 2	CN II						CN III					
	TR = 2 años		TR = 5 años		TR = 50 años		TR = 2 años		TR = 5 años		TR = 50 años	
T (hs)	Pp acum (mm)	Pp efec acum. (mm)	Pp acum (mm)	Pp efec. acum. (mm)	Pp acum (mm)	Pp efec. acum. (mm)	Pp acum (mm)	Pp efec. acum. (mm)	Pp acum (mm)	Pp efec. acum. (mm)	Pp acum (mm)	Pp efec. acum. (mm)
0.000	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
0.083	0.3		0.4		1.1		0.3		0.4		1.1	
0.167	0.6		1.0		2.3		0.6		1.0		2.3	
0.250	0.9		1.6		3.7		0.9		1.6		3.7	
0.333	1.3		2.3		5.4		1.3		2.3		5.4	
0.417	1.9		3.3		7.7		1.9		3.3		7.7	0.0
0.500	2.7		4.7		10.9	0.0	2.7		4.7		10.9	0.2
0.583	4.3		7.6		17.2	0.2	4.3		7.6	0.0	17.2	1.7
0.667	8.1		14.1	0.0	31.9	3.2	8.1	0.0	14.1	0.8	31.9	8.7
0.750	10.1		17.7	0.3	39.7	5.8	10.1	0.1	17.7	1.9	39.7	13.7
0.833	11.3		19.9	0.5	44.6	7.8	11.3	0.3	19.9	2.7	44.6	17.1
0.917	12.2	0.0	21.6	0.8	48.2	9.4	12.2	0.4	21.6	3.4	48.2	19.7
1.000	13.0	0.0	22.9	1.0	51.1	10.8	13.0	0.5	22.9	3.9	51.1	21.8
1.083	13.6	0.0	23.9	1.2	53.5	12.0	13.6	0.7	23.9	4.4	53.5	23.7
1.167	14.1	0.0	24.8	1.4	55.6	13.0	14.1	0.8	24.8	4.8	55.6	25.3
1.250	14.5	0.0	25.6	1.5	57.4	14.0	14.5	0.9	25.6	5.2	57.4	26.7
1.333	14.9	0.1	26.3	1.7	59.0	14.8	14.9	1.0	26.3	5.6	59.0	28.0
1.417	15.3	0.1	26.9	1.8	60.5	15.6	15.3	1.1	26.9	5.9	60.5	29.2
1.500	15.6	0.1	27.5	2.0	61.9	16.4	15.6	1.2	27.5	6.2	61.9	30.3
1.583	15.9	0.1	28.1	2.1	63.2	17.1	15.9	1.3	28.1	6.5	63.2	31.3
1.667	16.2	0.1	28.6	2.2	64.4	17.8	16.2	1.4	28.6	6.8	64.4	32.3
1.750	16.5	0.2	29.0	2.3	65.5	18.4	16.5	1.5	29.0	7.1	65.5	33.2
1.833	16.8	0.2	29.5	2.5	66.6	19.0	16.8	1.5	29.5	7.3	66.6	34.1
1.917	17.0	0.2	29.9	2.6	67.6	19.6	17.0	1.6	29.9	7.5	67.6	34.9
2.000	17.2	0.2	30.3	2.7	68.5	20.2	17.2	1.7	30.3	7.7	68.5	35.7

Tabla 74c. Precipitación efectiva en las cuencas de los embalses de retención – Cuenca 304-3

304 - 3	CN II						CN III					
	TR = 2 años		TR = 5 años		TR = 50 años		TR = 2 años		TR = 5 años		TR = 50 años	
T (hs)	Pp acum (mm)	Pp efec. acum. (mm)										
0.000	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
0.083	0.3		0.4		1.1		0.3		0.4		1.1	
0.167	0.6		1.0		2.3		0.6		1.0		2.3	
0.250	0.9		1.6		3.7		0.9		1.6		3.7	
0.333	1.3		2.3		5.4		1.3		2.3		5.4	
0.417	1.9		3.3		7.7		1.9		3.3		7.7	0.0
0.500	2.7		4.7		10.9	0.0	2.7		4.7		10.9	0.4
0.583	4.3		7.6		17.2	0.5	4.3		7.6	0.0	17.2	2.5
0.667	8.1		14.1	0.1	31.9	4.5	8.1	0.0	14.1	1.3	31.9	10.9
0.750	10.1		17.7	0.6	39.7	7.9	10.1	0.3	17.7	2.7	39.7	16.5
0.833	11.3	0.0	19.9	1.0	44.6	10.3	11.3	0.5	19.9	3.8	44.6	20.2
0.917	12.2	0.0	21.6	1.3	48.2	12.2	12.2	0.8	21.6	4.6	48.2	23.1
1.000	13.0	0.1	22.9	1.6	51.1	13.8	13.0	1.0	22.9	5.3	51.1	25.4
1.083	13.6	0.1	23.9	1.9	53.5	15.2	13.6	1.1	23.9	5.9	53.5	27.4
1.167	14.1	0.1	24.8	2.1	55.6	16.5	14.1	1.3	24.8	6.4	55.6	29.2
1.250	14.5	0.2	25.6	2.4	57.4	17.6	14.5	1.5	25.6	6.9	57.4	30.7
1.333	14.9	0.2	26.3	2.6	59.0	18.6	14.9	1.6	26.3	7.3	59.0	32.1
1.417	15.3	0.2	26.9	2.8	60.5	19.5	15.3	1.7	26.9	7.7	60.5	33.4
1.500	15.6	0.3	27.5	3.0	61.9	20.4	15.6	1.9	27.5	8.0	61.9	34.6
1.583	15.9	0.3	28.1	3.1	63.2	21.2	15.9	2.0	28.1	8.4	63.2	35.7
1.667	16.2	0.3	28.6	3.3	64.4	22.0	16.2	2.1	28.6	8.7	64.4	36.7
1.750	16.5	0.4	29.0	3.5	65.5	22.7	16.5	2.2	29.0	9.0	65.5	37.7
1.833	16.8	0.4	29.5	3.6	66.6	23.4	16.8	2.3	29.5	9.3	66.6	38.6
1.917	17.0	0.5	29.9	3.8	67.6	24.1	17.0	2.4	29.9	9.5	67.6	39.5
2.000	17.2	0.5	30.3	3.9	68.5	24.7	17.2	2.5	30.3	9.8	68.5	40.3

En la Tabla 75a, b y c se presentan los volúmenes de escurrimiento de las cuencas propias de los embalses de retención.

Tabla 75a. Volumen de escurrimiento en las cuencas de los embalses de retención –
Cuenca 304-1

Cuenca 304-1												Area: 38.11 Ha	
T (hs)	(CN II)						(CN III)						
	TR=2 años		TR=5 años		TR=50 años		TR=2 años		TR=5 años		TR=50 años		
	Pe acum [mm]	Vol acum [m³]	Pe acum [mm]	Vol acum [m³]									
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0									
0.083	0.0	0.0	0.0	0.0									
0.167	0.0	0.0	0.0	0.0									
0.250	0.0	0.0	0.0	0.0									
0.333	0.0	0.0	0.0	0.0									
0.417	0.0	0.0	0.0	0.9									
0.500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	113.7	
0.583	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	120.4	0.0	0.0	0.0	0.6	2.0	775.5	
0.667	0.0	0.0	0.1	23.2	3.7	1426.4	0.0	5.5	1.0	389.8	9.7	3686.9	
0.750	0.0	0.0	0.4	142.4	6.7	2562.3	0.2	70.7	2.2	846.3	14.9	5693.1	
0.833	0.0	0.0	0.7	264.7	8.9	3398.2	0.4	144.7	3.1	1199.5	18.5	7058.0	
0.917	0.0	1.0	1.0	374.7	10.7	4064.4	0.6	213.4	3.9	1483.5	21.3	8101.5	
1.000	0.0	6.2	1.2	473.1	12.1	4623.8	0.7	276.0	4.5	1721.3	23.5	8953.7	
1.083	0.0	13.8	1.5	561.7	13.4	5109.6	0.9	333.4	5.1	1926.4	25.4	9678.8	
1.167	0.1	22.6	1.7	642.6	14.5	5541.5	1.0	386.5	5.5	2107.6	27.1	10313.4	
1.250	0.1	32.1	1.9	717.1	15.6	5932.2	1.1	435.8	6.0	2270.3	28.6	10880.0	
1.333	0.1	42.0	2.1	786.4	16.5	6290.4	1.3	482.2	6.3	2418.4	29.9	11393.6	
1.417	0.1	52.1	2.2	851.3	17.4	6622.1	1.4	525.9	6.7	2554.5	31.1	11864.8	
1.500	0.2	62.2	2.4	912.4	18.2	6931.6	1.5	567.4	7.0	2680.8	32.3	12300.9	
1.583	0.2	72.4	2.5	970.2	19.0	7222.4	1.6	607.0	7.3	2798.9	33.3	12707.6	
1.667	0.2	82.6	2.7	1025.2	19.7	7497.1	1.7	644.9	7.6	2909.8	34.4	13089.3	
1.750	0.2	92.7	2.8	1077.7	20.4	7757.8	1.8	681.2	7.9	3014.5	35.3	13449.3	
1.833	0.3	102.7	3.0	1127.9	21.0	8006.2	1.9	716.1	8.2	3113.7	36.2	13790.5	
1.917	0.3	112.7	3.1	1176.2	21.6	8243.7	2.0	749.9	8.4	3208.3	37.0	14115.1	
2.000	0.3	122.5	3.2	1222.7	22.2	8471.5	2.1	782.5	8.7	3298.7	37.9	14424.8	

Tabla 75b. Volumen de escurrimiento en las cuencas de los embalses de retención –
Cuenca 304-2

Cuenca 304-2												Area: 22.21 Ha	
(CN II)												(CN III)	
TR=2 años		TR=5 años		TR=50 años		TR=2 años		TR=5 años		TR=50 años			
t (hs)	Pe acum [mm]	Vol acum [m ³]	Pe acum [mm]	Vol acum [m ³]	Pe acum [mm]	Vol acum [m ³]	Pe acum [mm]	Vol acum [m ³]	Pe acum [mm]	Vol acum [m ³]	Pe acum [mm]	Vol acum [m ³]	
0.000	0.0	0.0											
0.083	0.0	0.0											
0.167	0.0	0.0											
0.250	0.0	0.0											
0.333	0.0	0.0											
0.417	0.0	0.0	0.0	0.2									
0.500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	44.3	
0.583	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	46.2	0.0	0.0	0.0	0.3	1.7	374.2	
0.667	0.0	0.0	0.0	5.3	3.2	700.9	0.0	0.3	0.8	178.1	8.7	1931.3	
0.750	0.0	0.0	0.3	56.2	5.8	1295.5	0.1	25.0	1.9	410.8	13.7	3033.4	
0.833	0.0	0.0	0.5	113.8	7.8	1738.7	0.3	58.7	2.7	595.0	17.1	3790.3	
0.917	0.0	0.2	0.8	167.2	9.4	2094.5	0.4	91.3	3.4	744.6	19.7	4371.7	
1.000	0.0	0.4	1.0	215.6	10.8	2394.6	0.5	121.8	3.9	870.7	21.8	4848.2	
1.083	0.0	2.3	1.2	259.7	12.0	2656.1	0.7	150.0	4.4	980.0	23.7	5254.5	
1.167	0.0	5.1	1.4	300.2	13.0	2889.2	0.8	176.4	4.8	1076.9	25.3	5610.7	
1.250	0.0	8.6	1.5	337.7	14.0	3100.5	0.9	201.1	5.2	1164.1	26.7	5929.3	
1.333	0.1	12.4	1.7	372.7	14.8	3294.6	1.0	224.4	5.6	1243.7	28.0	6218.4	
1.417	0.1	16.5	1.8	405.6	15.6	3474.6	1.1	246.5	5.9	1317.0	29.2	6484.0	
1.500	0.1	20.7	2.0	436.7	16.4	3642.8	1.2	267.6	6.2	1385.1	30.3	6729.9	
1.583	0.1	25.0	2.1	466.2	17.1	3801.0	1.3	287.8	6.5	1448.9	31.3	6959.5	
1.667	0.1	29.4	2.2	494.3	17.8	3950.7	1.4	307.1	6.8	1508.9	32.3	7175.1	
1.750	0.2	33.8	2.3	521.2	18.4	4092.9	1.5	325.7	7.1	1565.6	33.2	7378.7	
1.833	0.2	38.3	2.5	546.9	19.0	4228.4	1.5	343.7	7.3	1619.4	34.1	7571.7	
1.917	0.2	42.7	2.6	571.7	19.6	4358.2	1.6	361.0	7.5	1670.8	34.9	7755.4	
2.000	0.2	47.2	2.7	595.7	20.2	4482.7	1.7	377.9	7.7	1719.9	35.7	7930.8	

Tabla 75c. Volumen de escurrimiento en las cuencas de los embalses de retención –
Cuenca 304-3

Cuenca 304-3												Area: 25.59 Ha	
	(CN II)						(CN III)						
	TR=2 años		TR=5 años		TR=50 años		TR=2 años		TR=5 años		TR=50 años		
t (hs)	Pe acum [mm]	Vol acum [m ³]	Pe acum [mm]	Vol acum [m ³]	Pe acum [mm]	Vol acum [m ³]	Pe acum [mm]	Vol acum [m ³]	Pe acum [mm]	Vol acum [m ³]	Pe acum [mm]	Vol acum [m ³]	
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.083	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.167	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.250	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.333	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.417	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	
0.500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	114.0	
0.583	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	122.7	0.0	0.0	0.0	4.8	2.5	638.6	
0.667	0.0	0.0	0.1	33.1	4.5	1155.7	0.0	12.5	1.3	339.1	10.9	2782.0	
0.750	0.0	0.0	0.6	141.7	7.9	2013.7	0.3	76.5	2.7	692.8	16.5	4215.4	
0.833	0.0	0.7	1.0	244.5	10.3	2635.8	0.5	140.3	3.8	960.1	20.2	5180.7	
0.917	0.0	6.0	1.3	334.5	12.2	3127.7	0.8	197.3	4.6	1172.5	23.1	5914.7	
1.000	0.1	14.0	1.6	413.6	13.8	3538.7	1.0	248.2	5.3	1349.2	25.4	6512.1	
1.083	0.1	23.0	1.9	484.3	15.2	3894.2	1.1	294.2	5.9	1500.8	27.4	7019.1	
1.167	0.1	32.5	2.1	548.4	16.5	4209.4	1.3	336.4	6.4	1634.2	29.2	7461.9	
1.250	0.2	42.1	2.4	607.1	17.6	4493.7	1.5	375.4	6.9	1753.6	30.7	7856.6	
1.333	0.2	51.8	2.6	661.5	18.6	4753.8	1.6	411.7	7.3	1862.0	32.1	8213.9	
1.417	0.2	61.3	2.8	712.1	19.5	4994.3	1.7	445.9	7.7	1961.4	33.4	8541.4	
1.500	0.3	70.8	3.0	759.7	20.4	5218.3	1.9	478.2	8.0	2053.5	34.6	8844.1	
1.583	0.3	80.1	3.1	804.7	21.2	5428.5	2.0	508.9	8.4	2139.5	35.7	9126.2	
1.667	0.3	89.3	3.3	847.3	22.0	5626.8	2.1	538.2	8.7	2220.1	36.7	9390.7	
1.750	0.4	98.3	3.5	887.9	22.7	5814.8	2.2	566.2	9.0	2296.1	37.7	9640.1	
1.833	0.4	107.2	3.6	926.6	23.4	5993.7	2.3	593.1	9.3	2368.0	38.6	9876.2	
1.917	0.5	115.9	3.8	963.8	24.1	6164.6	2.4	619.1	9.5	2436.5	39.5	10100.7	
2.000	0.5	124.5	3.9	999.6	24.7	6328.4	2.5	644.0	9.8	2501.9	40.3	10314.8	

De los resultados de la Tabla 76 se puede concluir que los embalses de retención ubicados sobre el zanjón absorben totalmente los escurrimientos de TR = 2 y 5 años generados desde sus cuencas de aporte. Para un TR = 50 años se observa que el embalse de retención ER1 es superado en su capacidad y se considera que su excedente descarga en el embalse ER2, por lo que no se tienen en cuenta escurrimientos hacia el Colector 7.

Tabla 76. Aportes totales a los embalses de retención con TR = 50 años

Aportes	Vol (Hm ³)	Pp. total (mm)	Escorrentía (mm)	Q pico (m ³ /s)	Tpo pico (hs)	Capacidad de Embalse (a cota 250m) [Hm ³]	Excedente (Hm ³)
Cuencas 383 + 399 + Colector El Halcón	0.166	63.7	35.5	23.56	1.42		
304-1	0.014						
Total ER1	0.1804					0.120	0.0604
Cuenca 310'	0.007	68.5	55.6	2.345	0.77	Debido a que el embalse ER1 es superado en su capacidad, el excedente se considera que descarga en el embalse siguiente ER2	
304-2	0.008						
Total ER2	0.0754					0.125	Verifica capacidad
Cuenca 310"	0.003	68.5	55.6	1.18	0.75		
304-3	0.010						
Total ER3	0.0133					0.190	Verifica capacidad

7. Dimensionamiento hidráulico colectores 3, 6, 14 y 15

7.1. Colector 3

El Colector 3 se desarrolla a lo largo de la calle Gral. C. Villegas entre Calle Pública y Calle 103 como lo muestra el plano de ubicación de (Lámina 22).

El Colector 3 recibe el aporte de las cuencas 367, 370-A, 370-B, 371-A y 320. En la Tabla 77 se pueden visualizar los valores de caudal para los tiempos de retorno de 2 y 5 años que se extraen de los hidrogramas de escurrimiento generados por el modelo ARHYMO (Figuras 159 a 162). En la Tabla 78 se discriminan los caudales de cálculo para el dimensionamiento del colector cuyos resultados se expresan en la Tabla 79 (Figura 163). Las pautas geométricas de las secciones fueron establecidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

Tabla 77. Caudales específicos y Caudales de aporte

Cuenca	Área Total de Aporte Ha	Tormenta TR = 2 Años				Tormenta TR = 5 Años			
		Qmax m ³ /s	Q específ. m ³ /s/Ha	Área de Aporte Ha	Qcálculo m ³ /s	Qmax m ³ /s	Q específ. m ³ /s	Área de Aporte Ha	Qcálculo m ³ /s
370 - A	70.17	2.39	0.034	14.13	0.48	4.80	0.068	14.13	0.97
371 - B				1.51	0.05			1.51	0.10
371 - A	88.68	2.93	0.033	37.73	1.25	5.66	0.064	37.73	2.41
320	35.25	0.96	0.027	35.25	0.96	1.96	0.056	35.25	1.96
367	15.52	0.91	0.059	15.52	0.91	1.67	0.108	15.52	1.67

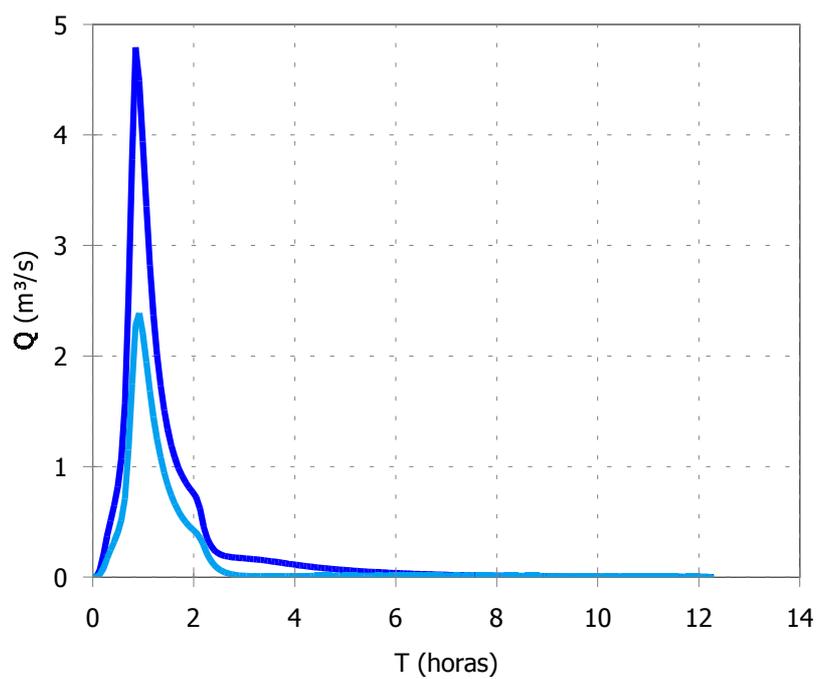


Figura 159. Cuenca 370 (TR = 2 y 5 años)

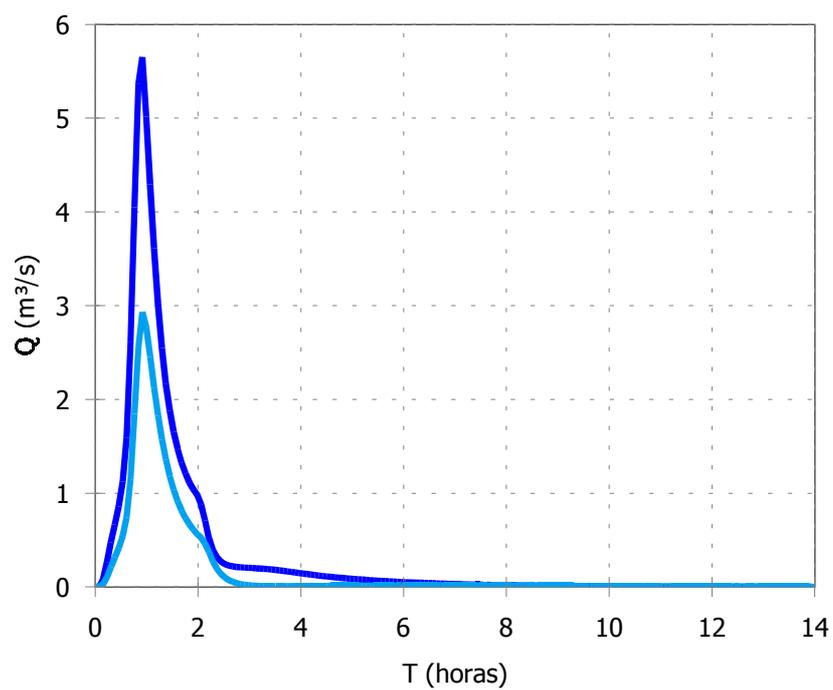


Figura 160. Cuenca 371 (TR = 2 y 5 años)

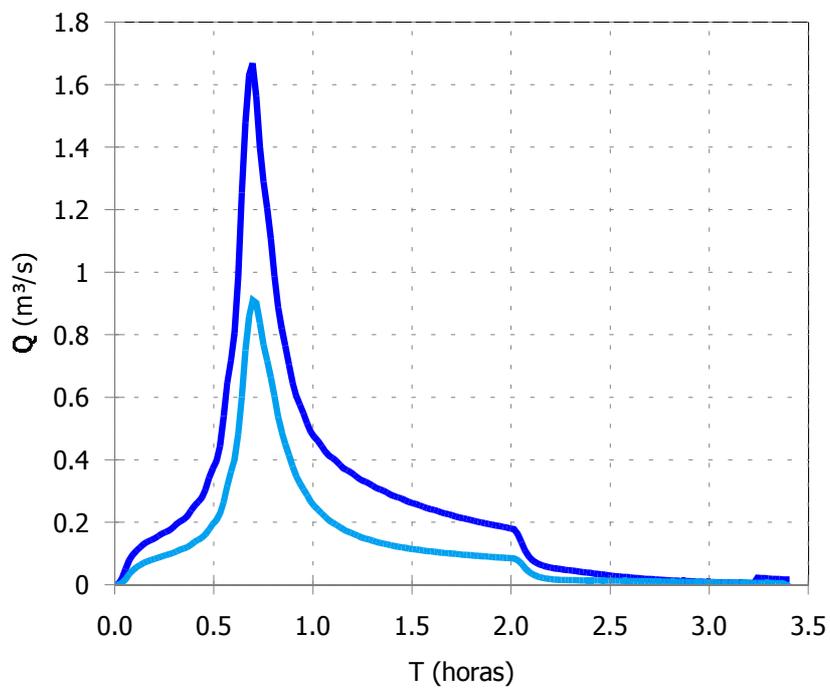


Figura 161. Cuenca 367 (TR = 2 y 5 años)

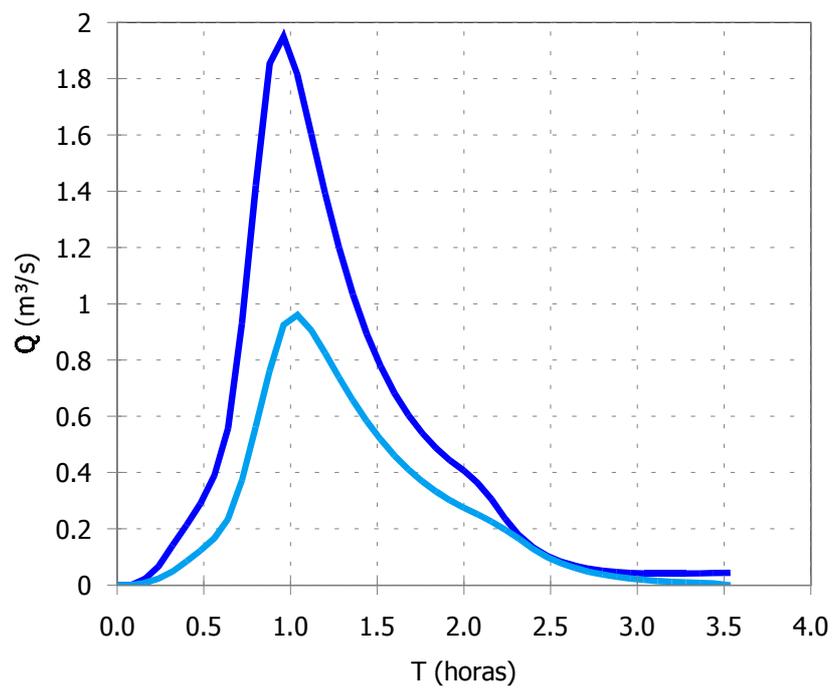


Figura 162. Cuenca 320 (TR = 2 y 5 años)

Tabla 78. Parámetros de entrada para el cálculo del Colector 3

Ubicación	Sección	Cuenca	Cota sup (m)	Cota inf (m)	Dist. (m)	i [m/m]	TR = 2 años			TR = 5 años		
							Q cálculo (m³/s)	Q Ant. (m³/s)	Qtot (m³/s)	Q cálculo (m³/s)	Q Ant. (m³/s)	Qtot (m³/s)
Gral C. Villegas entre Calle Pública y Runge	1-2 ⁽¹⁾	370 - A	236.44	235.68	759.31	0.0010	0.48	0	0.48	0.97	0	0.97
Sifón Prog. 65.707	Sifón	367	Caudal de cálculo para TR de 2 y 5 años				3.06			4.19		
Entre Sifón y Runge (sin nombre)	A - 2 ⁽²⁾	370 - B	235.90	235.68	220	0.0010	0.05	3.06	3.11	0.10	4.19	4.29
Gral C. Villegas entre Runge y Limay	2-3	371 - A	235.68	234.60	1024.73	0.0011	1.25	3.59	4.84	2.41	5.26	7.67
Gral C. Villegas entre Calle 103 y Limay	4-3 ⁽³⁾	320	234.60	235.24	639.1	0.0010	0.96	0.00	0.96	1.96	0.00	1.96
	Salida							4.84	5.80		7.67	9.63

Tabla 79. Resumen de cálculo de la sección trapecial – Colector 3

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Talud Lateral (H:1V)	Ancho de Fondo (m)	Q (m³/s)	Área de flujo (m²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía especif (m)	Nº de Froude	Régimen
1-2	2	Trapecial	0.016	0.001	0.74	0.25	0.6	0.48	0.6	2.12	1.20	0.38	0.83	0.77	0.34	Subcrítica
	5	Trapecial	0.016	0.001	1.14	0.25	0.6	0.97	1	2.94		0.59	0.97	1.18	0.33	Subcrítica
Sifón	2	Rectangular	0.016	0.001	0.72		1.3	0.91	0.9	2.75	1.3	0.37	0.97	0.77	0.36	Subcrítica
	5	Rectangular	0.016	0.001	1.16		1.3	1.67	1.5	3.63	1.3	0.55	1.1	1.23	0.33	Subcrítica
A-2	2	Trapecial	0.016	0.001	0.80	0.25	1.0	0.96	1	2.64	1.60	0.44	1	0.85	0.39	Subcrítica
	5	Trapecial	0.016	0.001	1.18	0.25	1.0	1.77	1.5	3.44		0.65	1.15	1.25	0.38	Subcrítica
2-3	2	Trapecial	0.016	0.0011	0.76	0.25	2.5	2.69	2.1	4.07	3.10	0.48	1.31	0.85	0.5	Subcrítica
	5	Trapecial	0.016	0.0011	1.17	0.25	2.5	5.15	3.3	4.91		0.74	1.58	1.3	0.49	Subcrítica
4-3	2	Trapecial	0.016	0.001	0.74	0.25	1.1	0.96	1	2.63	1.70	0.41	1.01	0.79	0.4	Subcrítica
	5	Trapecial	0.016	0.001	1.18	0.25	1.1	1.96	1.6	3.54		0.65	1.19	1.25	0.38	Subcrítica

Detalles de Colector N° 3 (Sección trapezoidal)

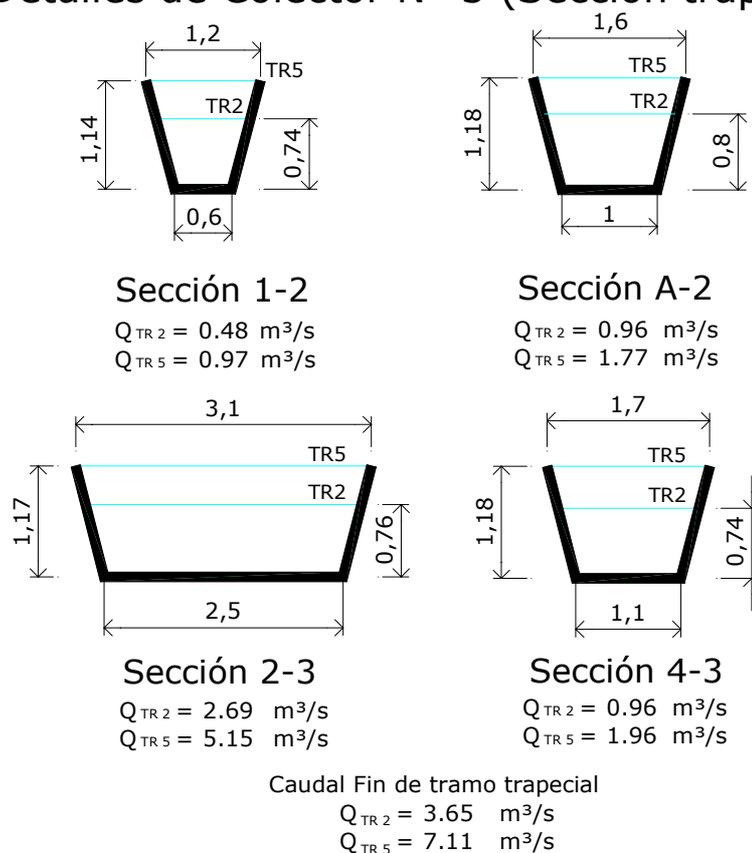


Figura 163

7.2 Colector 6

El estudio pertinente a este colector no se realiza debido a que la Municipalidad de Gral. Roca no ha resuelto el problema del desarrollo urbano en el área de aporte a ese Colector.

Con referencia al tema de planificación del desarrollo urbano de esta cuenca se anexa en la Lámina 23, a solicitud de la Municipalidad de Gral. Roca, un mapa de distribución espacial de pendientes realizado a partir de la digitalización de la planialtimetría y utilizando el Sistema de Información Geográfica ARCVIEW®.

7.3. Colector 14

El Colector 14 se desarrolla a lo largo de la calle Australia entre Los Perales y Ruta Provincial N° 22 como lo muestra el plano de ubicación (Lámina 24).

El Colector 14 recibe el aporte de las cuencas 344-C y 345-A. En la Tabla 80 y 81 se pueden visualizar los valores de caudal para los tiempos de retorno de 2 y 5 años que se

extraen de los hidrogramas de escurrimiento generados por el modelo ARHYMO (Figuras 164 y 165). En la Tabla 82 se discriminan los caudales de cálculo para el dimensionamiento del colector cuyos resultados se expresan en la Tabla 83 (Figura 166). Las pautas geométricas de las secciones fueron establecidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

Tabla 80. Caudales Específicos y Caudales de aporte

Cuenca	Área Total de Aporte	Tormenta TR = 2 Años				Tormenta TR = 5 Años			
		Qm	Q específ.	Área de Aporte	Qmax	Qm	Q específ.	Área de Aporte	Qmax
		m ³ /s	m ³ /s/Ha	Ha	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s/Ha	Ha	m ³ /s
344 – C	202.19	4.3	0.021	51.96	1.11	8.9	0.044	51.96	2.29
345 – A	51.21	1.73	0.034	21.21	0.72	3.48	0.068	21.21	1.44

Tabla 81. Distribución de los caudales de aporte

Cuenca	Área Total de Aporte	Tormenta TR = 2 Años							Tormenta TR = 5 Años				
		Pendientes ⁽¹⁾			Caudales ⁽²⁾				Qcálculo	Caudales			Qcálculo
		S _E	S _S	K	Qmax	Q _E	Q _S	Qmax		Q _E	Q _S		
	Ha	m/m	M/m	m/m	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	
344-C ⁽³⁾	202.19	0.0009	0.0012	0.0042	1.11	0.51	0.59	0.51	2.29	1.06	1.23	1.06	
345-A ⁽⁴⁾	51.21	0.0014	0.0024	0.0075	0.72	0.31	0.41	0.41	1.44	0.62	0.82	0.82	

Nota:

- (1) Se determinan las Pendientes Este (S_E) y Sur (S_S) promedio y además, una constante de proporcionalidad K como $K = (S_E^{1/2} + S_S^{1/2})^2$ correspondiente para cada cuenca.
- (2) Los Caudales Este (Q_E) y Sur (Q_S) se consideran proporcionales a las pendientes S_E^{1/2} y S_S^{1/2} respectivamente. El caudal Q_E se determina con la siguiente expresión: $Q_E = Q_{max} (S_E^{1/2} / K^{1/2})$ y el caudal Q_S se determina como $Q_S = Q_{max} (S_S^{1/2} / K^{1/2})$
- (3) Se considera que el caudal de cálculo correspondiente a la cuenca 344-C es Q_E
- (4) Se considera que el caudal de cálculo correspondiente a la cuenca 345-A es Q_S

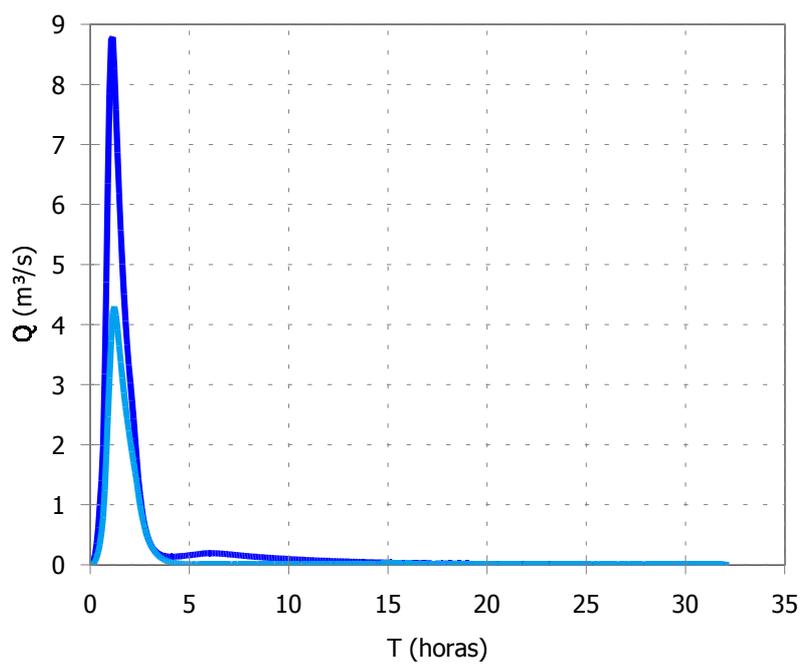


Figura 164. cuenca 344 (TR = 2 y 5 años)

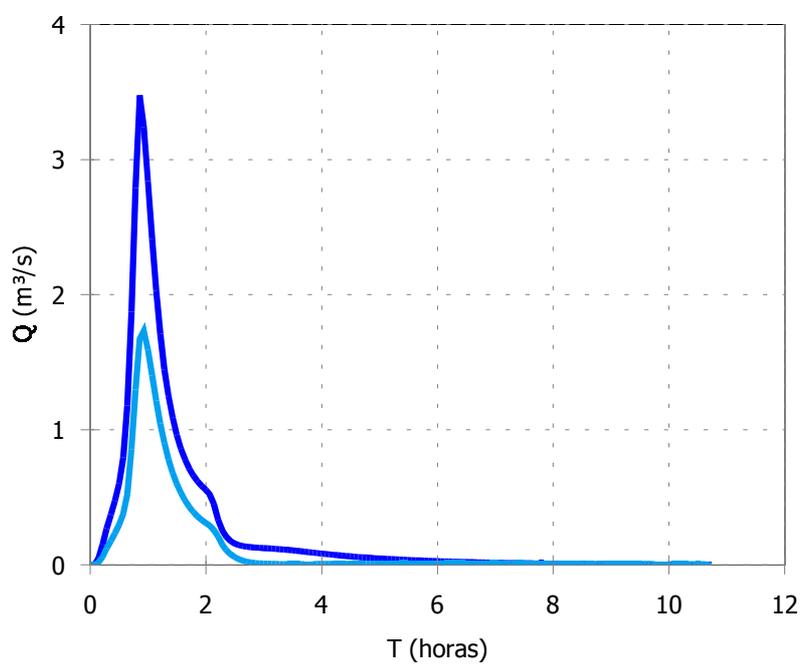


Figura 165. cuenca 345 (TR = 2 y 5 años)

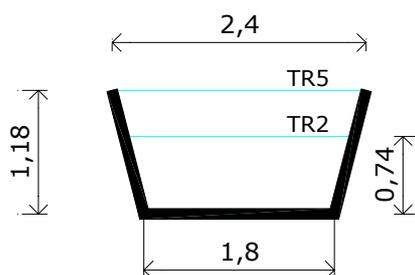
Tabla 82. Parámetros de entrada para el cálculo del Colector 14

Ubicación	Sección	Cuenca	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	i [m/m]	TR = 2 años	TR = 5 años
							Q tot [m ³ /s]	Qtot [m ³ /s]
Australia entre Los Perales y Ruta Nac. N° 22	1-2	344-C + 345-A	230.19	230.00	711.67	0.0003	0.92	1.88

Tabla 83. Resumen de cálculo de la sección trapecial – Colector 14

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Talud Lateral (H:1V)	Ancho de Fondo (m)	Q (m ³ /s)	Área de flujo (m ²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía especif. (m)	N° de Froude	Régimen
1-2	2	Trapecial	0.016	0.0003	0.74	0.25	1.8	0.92	1.5	3.32	2.4	0.29	0.63	0.76	0.24	Subcrítica
	5	Trapecial	0.016	0.0003	1.18	0.25	1.8	1.88	2.5	4.24		0.47	0.76	1.21	0.24	Subcrítica

Detalles de Colector N° 14 (Sección trapecial)



Sección 1-2

$$Q_{TR\ 2} = 0.92 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR\ 5} = 1.88 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caudal Fin de tramo trapecial

$$Q_{TR\ 2} = 0.92 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR\ 5} = 1.88 \text{ m}^3/\text{s}$$

Figura 166

7.4. Colector 15

El Colector 15 se desarrolla a lo largo de la calle C. Gardel entre Los Perales y Ruta Provincial N° 22 como lo muestra el plano de ubicación (Lámina 25).

El Colector 15 recibe el aporte de las cuencas 344-D, 345-B y 346-B. En la Tabla 84 y 85 se pueden visualizar los valores de caudal para los tiempos de retorno de 2 y 5 años que se extraen de los hidrogramas de escurrimiento generados por el modelo ARHYMO (Figura 167). En la Tabla 86 se discriminan los caudales de cálculo para el dimensionamiento del colector cuyos resultados se expresan en la Tabla 87 (Figura 168). Las pautas geométricas de las secciones fueron establecidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

Tabla 84. Caudales Específicos y Caudales de aporte

Cuenca	Área Total de Aporte	Tormenta TR = 2 Años				Tormenta TR = 5 Años			
		Qm	Q especif	Área de Aporte	Qmax	Qm	Q especif	Área de Aporte	Qmax
		Ha	m ³ /s	m ³ /s/ha	Ha	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s/ha	Ha
344 - D	202.19	4.3	0.021	42.79	0.91	8.9	0.044	42.79	1.88
Q _H Cuenca 345 - A ⁽¹⁾					0.43				0.87
345 - B	51.21	1.73	0.034	30.00	1.01	3.48	0.068	30.00	2.04
346 - B	161.45	3.11	0.019	24.63	0.47	6.48	0.040	24.63	0.99

Nota:

(1) Se considera el aporte del caudal pasante Q_H correspondiente a la Cuenca 345 - A

Tabla 85. Distribución de los caudales de aporte

Cuenca	Área Total de Aporte	Pendientes ⁽¹⁾			Tormenta TR = 2 Años				Tormenta TR = 5 Años			
					Caudales ⁽²⁾			Q	Caudales			Q
		S _E	S _S	K	Qmax	Q _E	Q _S	cálculo	Qmax	Q _E	Q _S	cálculo
		Ha	m/m	m/m	m/m	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
344 - D ⁽³⁾	202.19	0.0007	0.0002	0.0016	0.91	0.59	0.32	0.59	1.88	1.23	0.66	1.23
345 - B ⁽⁴⁾	51.21	0.0013	0.0005	0.0034	1.44	0.89	0.55	0.55	2.91	1.80	1.11	1.11
346 - B ⁽³⁾	161.45	0.0015	0.0006	0.0040	0.47	0.29	0.18	0.29	0.99	0.61	0.38	0.61

Nota:

- (1) Se determinan las Pendientes Este (S_E) y Sur (S_S) promedio y además, una constante de proporcionalidad K como $K = (S_E^{1/2} + S_S^{1/2})^2$ correspondiente para cada cuenca
- (2) Los Caudales Este (Q_E) y Sur (Q_S) se consideran proporcionales a las pendientes S_E^{1/2} y S_S^{1/2} respectivamente. El caudal Q_E se determina con la siguiente expresión: $Q_E = Q_{max} (S_E^{1/2} / K^{1/2})$ y el caudal Q_S se determina como $Q_S = Q_{max} (S_S^{1/2} / K^{1/2})$

- (3) Se considera que el caudal de cálculo correspondiente a la cuenca 344-D y 346-B, es Q_E
- (4) El Caudal Máximo Q_{max} se obtiene de la tabla anterior como la suma del caudal de aporte de la Cuenca 345 - B y el pasante Q_H correspondiente a la Cuenca 345 - A. Además, se considera que el caudal de cálculo correspondiente a la cuenca 345-B, es Q_S

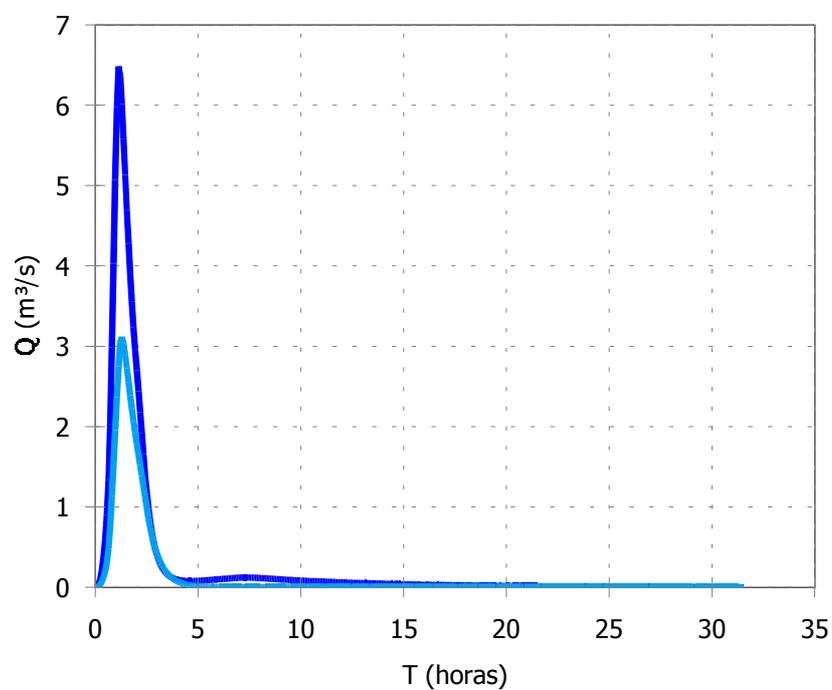


Figura 167

Tabla 86. Parámetros de entrada para el cálculo del Colector 15

Ubicación	Sección	Cuenca	Cota sup (m)	Cota inf (m)	Dist. (m)	i (m/m) ⁽¹⁾	TR = 2 años	TR = 5 años
							Q tot (m ³ /s)	Qtot (m ³ /s)
Carlos Gardel entre Los Perales y Ruta Nac. 22	1-2	344-D+345-B+346-B	228.79	228.10	690.88	0.0010	1.44	2.95

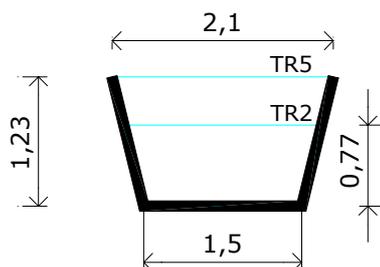
Nota :

(1) Se adopta una pendiente del 1 ‰

Tabla 87. Resumen de cálculo de la sección trapezoidal – Colector 15

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Talud Lateral (H:1V)	Ancho de Fondo (m)	Q (m ³ /s)	Área de flujo (m ²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía especí (m)	Nº de Froude	Régimen
1-2	2	Trapezoidal	0.016	0.001	0.77	0.25	1.5	1.44	1.3	3.08	2.1	0.44	1.11	0.83	0.43	Subcrítica
1-2	5	Trapezoidal	0.016	0.001	1.23	0.25	1.5	2.95	2.2	4.03		0.7	1.33	1.32	0.41	Subcrítica

Detalles de Colector N° 15 (Sección trapezoidal)



Sección 1-2

$$Q_{TR\ 2} = 1.44 \quad m^3/s$$

$$Q_{TR\ 5} = 2.95 \quad m^3/s$$

Caudal Fin de tramo trapezoidal

$$Q_{TR\ 2} = 1.44 \quad m^3/s$$

$$Q_{TR\ 5} = 2.95 \quad m^3/s$$

Figura 168

8. Verificación y/o Dimensionamiento Hidráulico de los sifones 1 y 2

Sobre la base de la información topográfica y de proyecto de los sifones, y considerando el escurrimiento generado por la cuencas pertinentes, se aplicó el modelo de flujo gradualmente variado HEC-RAS a efectos de verificar el modo de funcionamiento y la capacidad del sifón.

8.1. Sifón 1

El Sifón 1 (Lámina 26) cruza el Canal Principal de Riego en la progresiva 67.620 conduciendo el escurrimiento pluvial captado por el Colector 1 y el Colector 2, como lo indica el plano de ubicación en la (Lámina 27)

Para verificar su funcionamiento y capacidad a través del modelo HEC-RAS se contemplaron tres secciones del Colector 2 aguas arriba del sifón y otras tantas aguas abajo, de manera tal que sirvieran como condición de borde para la modelación (Figuras 169 y 170).

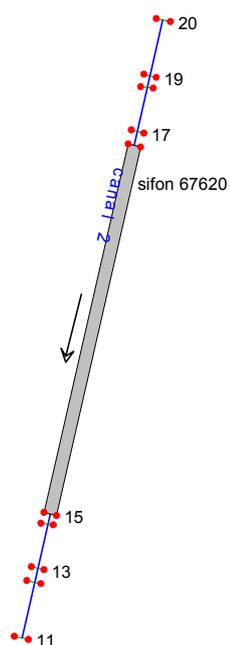


Figura 169. Esquema general de la modelación con HEC-RAS. Ubicación de las secciones transversales del Colector 2

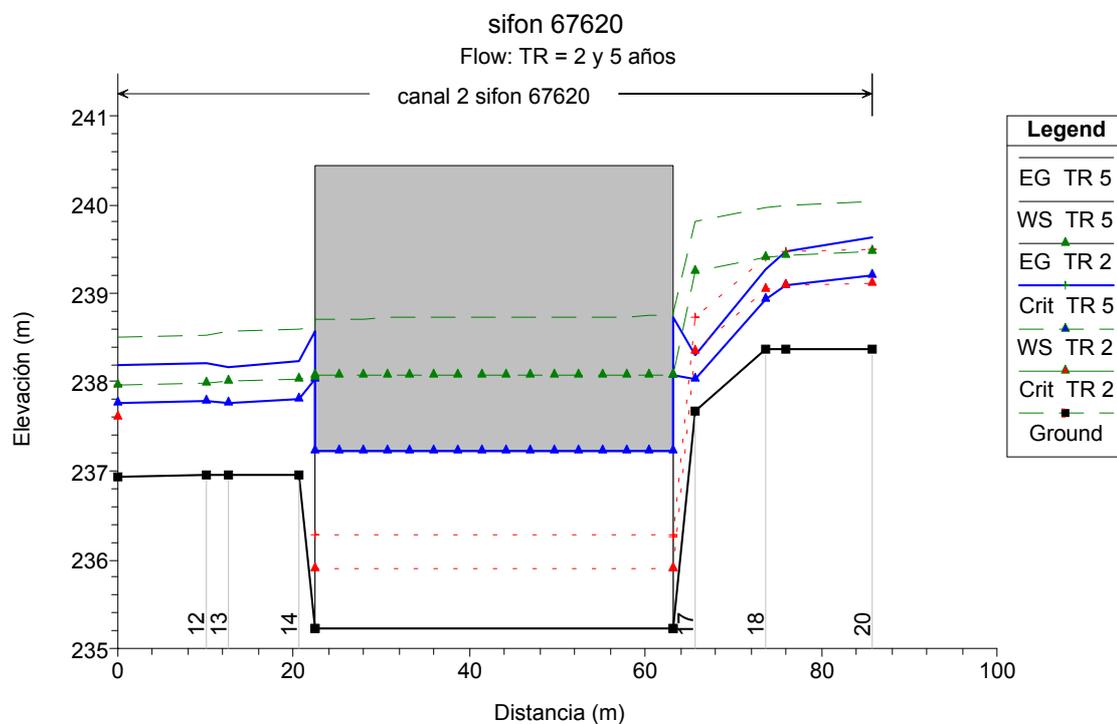


Figura 170. Perfil longitudinal con visualización de las secciones y de niveles de agua (WS), profundidades críticas (Crit) y energías (EG) para TR = 5 años (PF1) y 2 años (PF2)

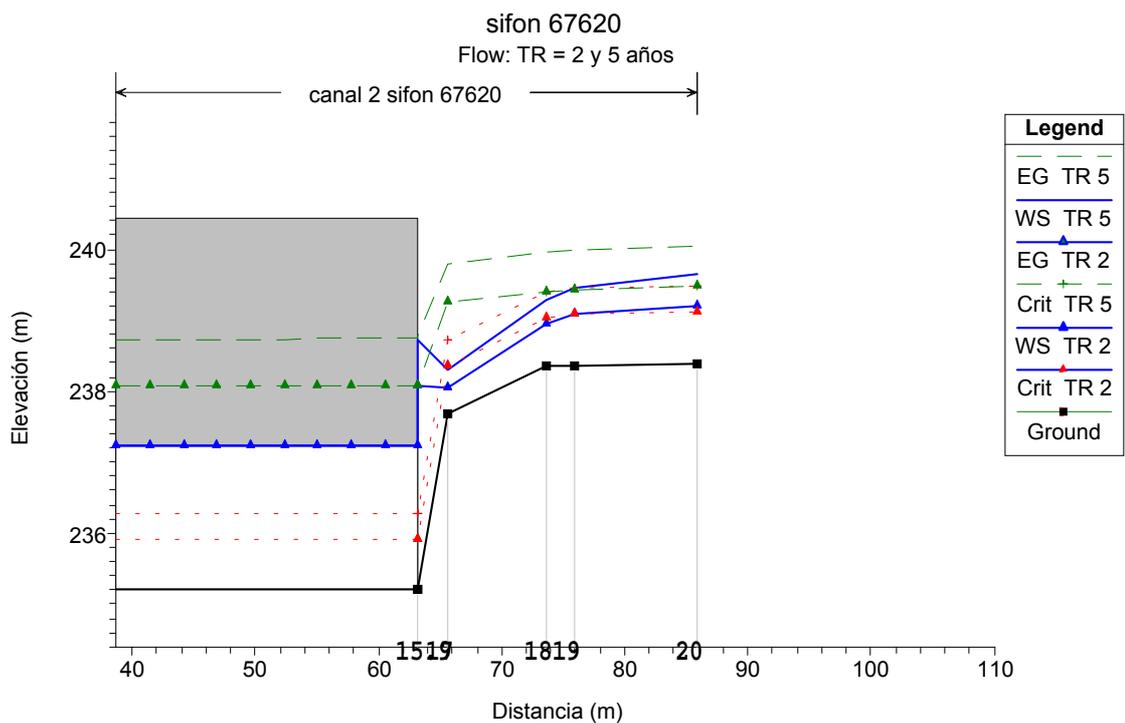


Figura 171. Perfil longitudinal con detalle de la embocadura del sifón

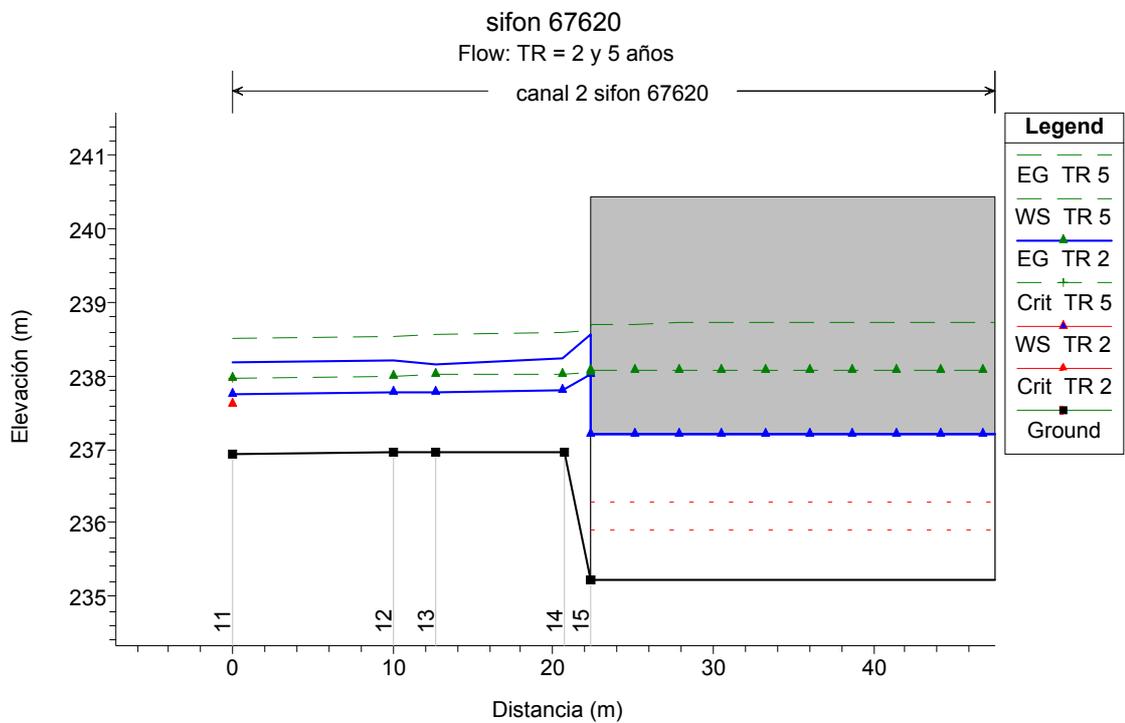


Figura 172. Perfil longitudinal con detalle de la salida del sifón

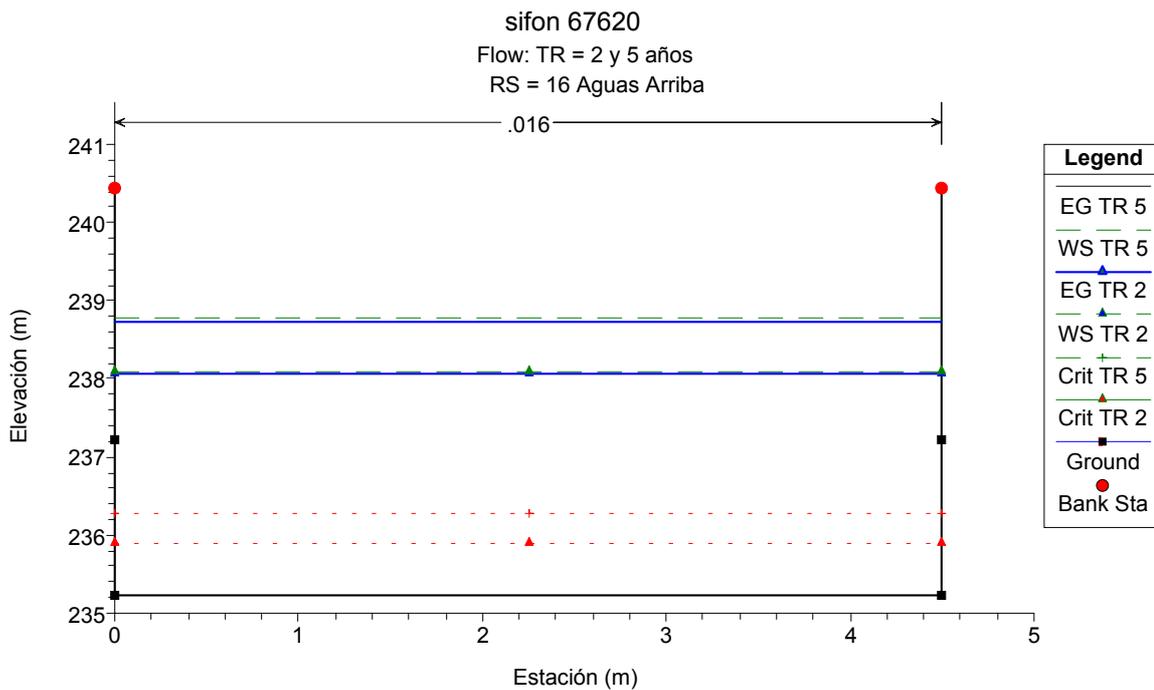


Figura 173. Sección transversal 16 inmediatamente aguas arriba del sifón

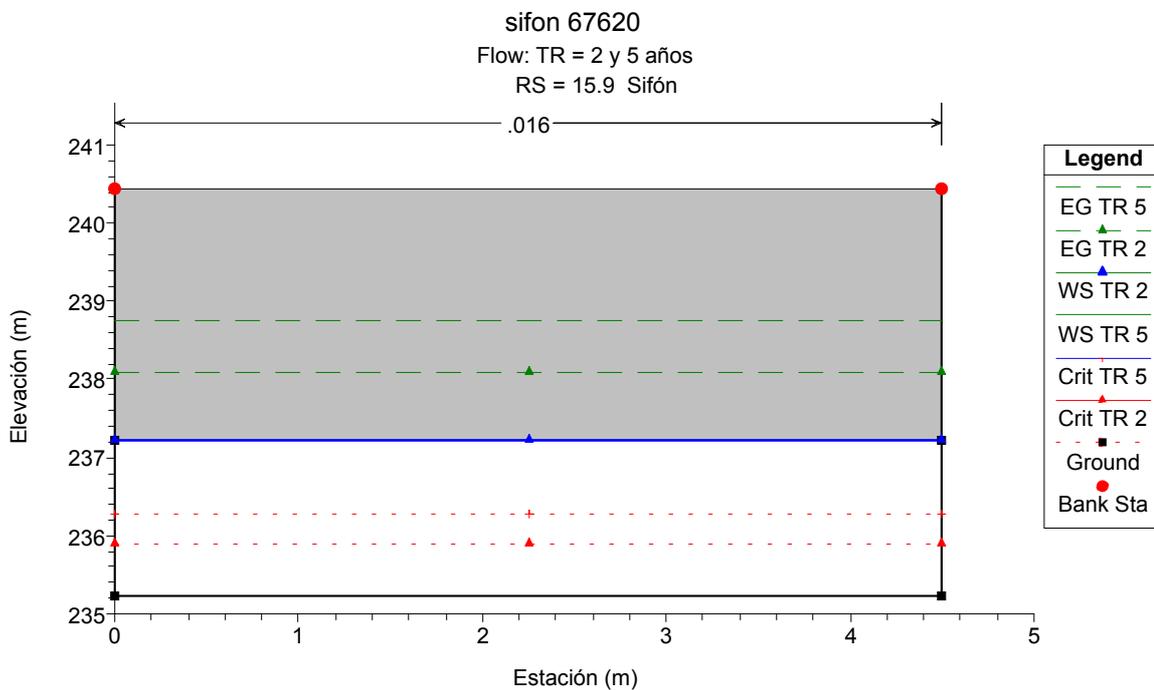


Figura 174. Sección transversal 15.9 que representa al sifón

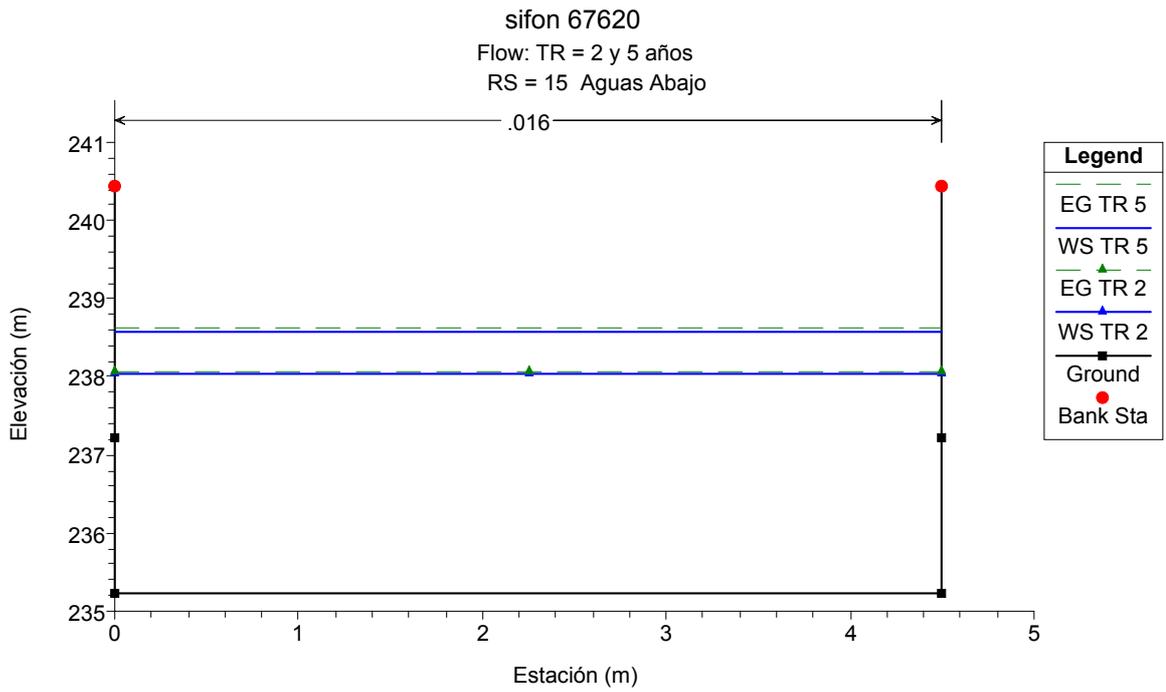


Figura 175. Sección transversal 15 inmediatamente aguas abajo del sifón

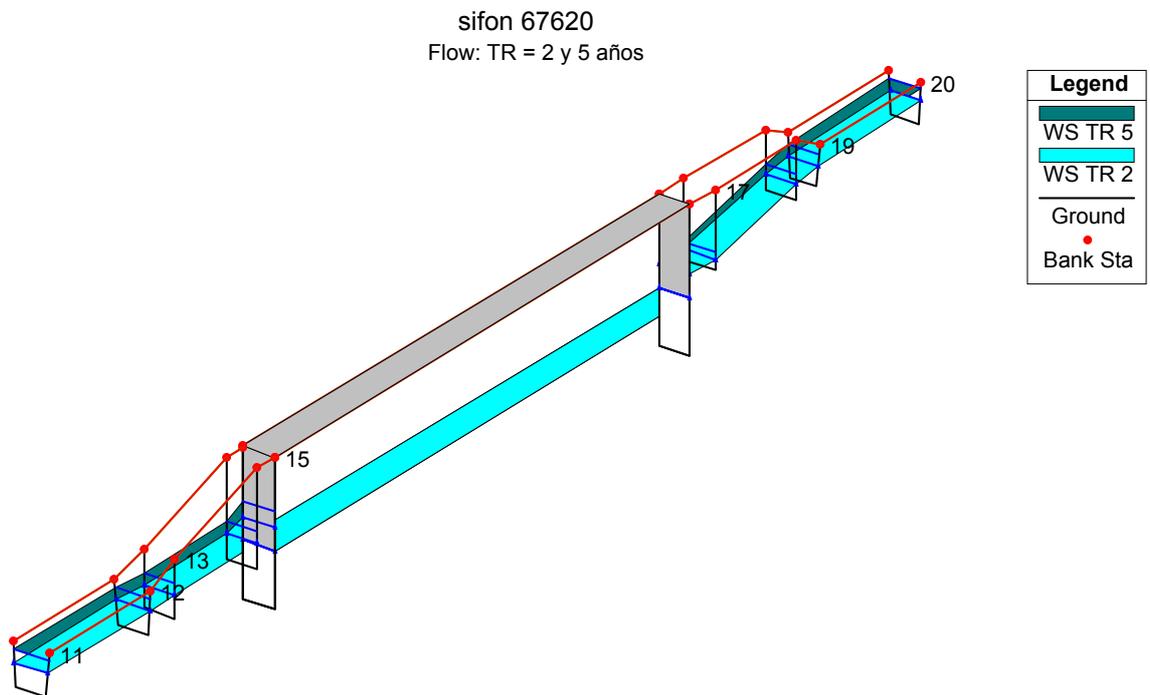


Figura 176. Vista tridimensional del esquema modelado

Tabla 88. Características hidráulicas de las secciones

Secciones	TR	Q Total	Cota canal	Longitud	Pendiente del canal	Cota agua	y	Cota crítica	y crítico	Cota energía	Pendiente energía	Velocidad	Área	Ancho superf.	Nº de Froude
	(años)	(m ³ /s)	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)
20	5	15.17	238.38	85.87	0.002	239.64	1.17	239.49	1.11	240.04	0.002594	2.8	5.43	4.63	0.82
	2	7.94	238.38	85.87	0.002	239.21	0.79	239.1	0.72	239.47	0.002526	2.27	3.5	4.42	0.81
19	5	15.17	238.36	75.87	0	239.47	1.04	239.47	1.11	239.99	0.003851	3.21	4.73	4.55	1.01
	2	7.94	238.36	75.87	0	239.08	0.69	239.08	0.72	239.43	0.003904	2.62	3.03	4.36	1.01
18	5	15.17	238.36	73.68	0.085	239.28	0.92	239.41	1.05	239.97	0.006118	3.67	4.13	4.5	1.22
	2	7.94	238.36	73.68	0.085	238.94	0.58	239.04	0.68	239.41	0.006526	3.02	2.63	4.5	1.26
17	5	15.17	237.68	65.68	1.0041	238.3	0.62	238.73	1.05	239.8	0.01969	5.43	2.8	4.5	2.2
	2	7.94	237.68	65.68	1.0041	238.04	0.36	238.36	0.68	239.24	0.028354	4.85	1.64	4.5	2.57
16	5	15.17	235.22	63.23	0	238.73	3.51	236.27	1.05	238.77	0.000155	0.96	15.78	4.5	0.16
	2	7.94	235.22	63.23	0	238.07	2.85	235.9	0.68	238.09	0.000072	0.62	12.82	4.5	0.12
15.9		Sifón													
15	5	15.17	235.22	22.38	-1	238.57	3.35			238.62	0.000175	1.01	15.07	4.5	0.18
	2	7.94	235.22	22.38	-1	238.03	2.81			238.05	0.000075	0.63	12.65	4.5	0.12
14	5	15.17	236.96	20.64	0	238.23	1.27			238.59	0.002392	2.66	5.71	4.5	0.75
	2	7.94	236.96	20.64	0	237.81	0.85			238.03	0.002065	2.06	3.85	4.5	0.71
13	5	15.17	236.96	12.64	0	238.16	1.2			238.56	0.002794	2.81	5.41	4.5	0.82
	2	7.94	236.96	12.64	0	237.77	0.81			238.01	0.002439	2.18	3.64	4.5	0.78
12	5	15.17	236.96	10	0.002	238.21	1.17			238.53	0.002001	2.51	6.04	5.16	0.74
	2	7.94	236.96	10	0.002	237.78	0.79			238	0.001999	2.04	3.88	4.93	0.74
11	5	15.17	236.94			238.19	1.17	237.97	1.03	238.51	0.002	2.51	6.04	5.16	0.74
	2	7.94	236.94			237.76	0.79	237.61	0.67	237.98	0.002	2.05	3.88	4.93	0.74

Tabla 89. Características hidráulicas del sifón 1

Características	TR = 5 años	TR = 2 años
Q (m ³ /s)	17.48	9.17
Cota Energía ag arr (m)	238.99	238.21
Cota agua ag. arr (m)	238.93	238.18
Cota Energía ag ab (m)	238.78	238.16
Cota Agua ag ab (m)	238.72	238.13
Diferencia cota energía (m)	0.21	0.05
Diferencia cota agua (m)	0.22	0.05
Control	Salida	Salida
Cota agua entrada (m)	237.22	237.22
Cota agua salida (m)	237.22	237.22
Tirante crítico (m)	1.15	0.75
Longitud sifón (m)	40.84	40.84
Velocidad sifón ag. arr (m/s)	1.94	1.02
Velocidad sifón ag. ab. (m/s)	1.94	1.02
Cota fondo sifón ag. arr. (m)	235.22	235.22
Cota fondo sifón ag. Ab. (m)	235.22	235.22
Pérdida sifón fricción (m)	0.04	0.01
Pérdida sifón salida (m)	0.13	0.03
Pérdida sifón entrada (m)	0.04	0.01

Se puede concluir del análisis de las Tablas 88 y 89 y Figuras 169 a 176 que:

- El sifón funciona a presión en ambos casos.
- Como la cota de coronamiento del canal inmediatamente aguas arriba del sifón es 240.44 y la cota de coronamiento del canal inmediatamente aguas abajo es 240.36, se puede concluir que para TR= 2 y 5 años, como se resalta en las tablas 87 y 88 y se visualiza en las Figuras 170 y 171, el sifón funciona adecuadamente
- Se ha verificado su funcionamiento para TR= 10, 20 y 50 años y se ha podido determinar, como se visualiza en la Figura 177, que solamente los coronamientos del canal se ven sobrepasados para la situación de TR= 50 años

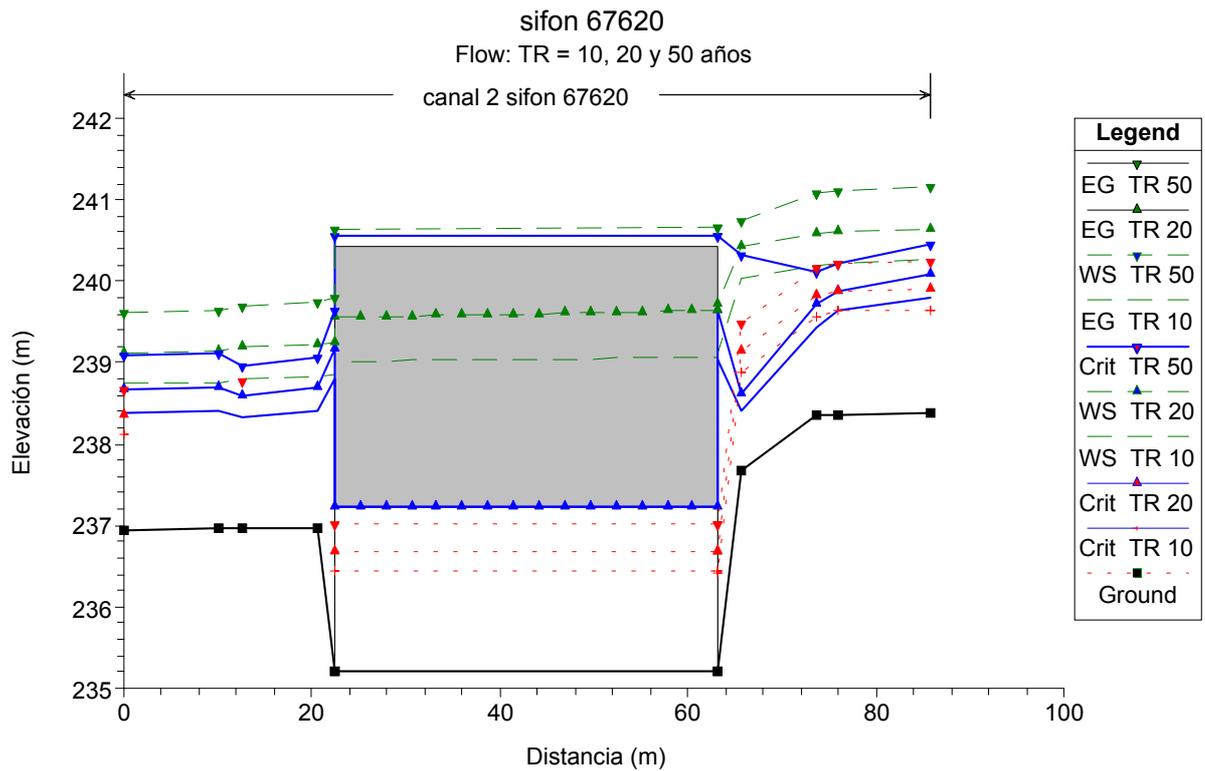


Figura 177

8.2. Sifón 2

El Sifón 2 cruzará el Canal Principal de Riego en la progresiva 67.000 conduciendo el escurrimiento pluvial captado por el Colector 2', como lo indica el plano de ubicación en la (Lámina 26).

A los efectos de que el Departamento Provincial de Aguas de Río Negro diseñara el sifón 2 se obtuvo el caudal de diseño con TR = 20 años realizando la simulación hidrológica con el modelo ARHYMO (Tabla 90 y Figuras 178 y 179).

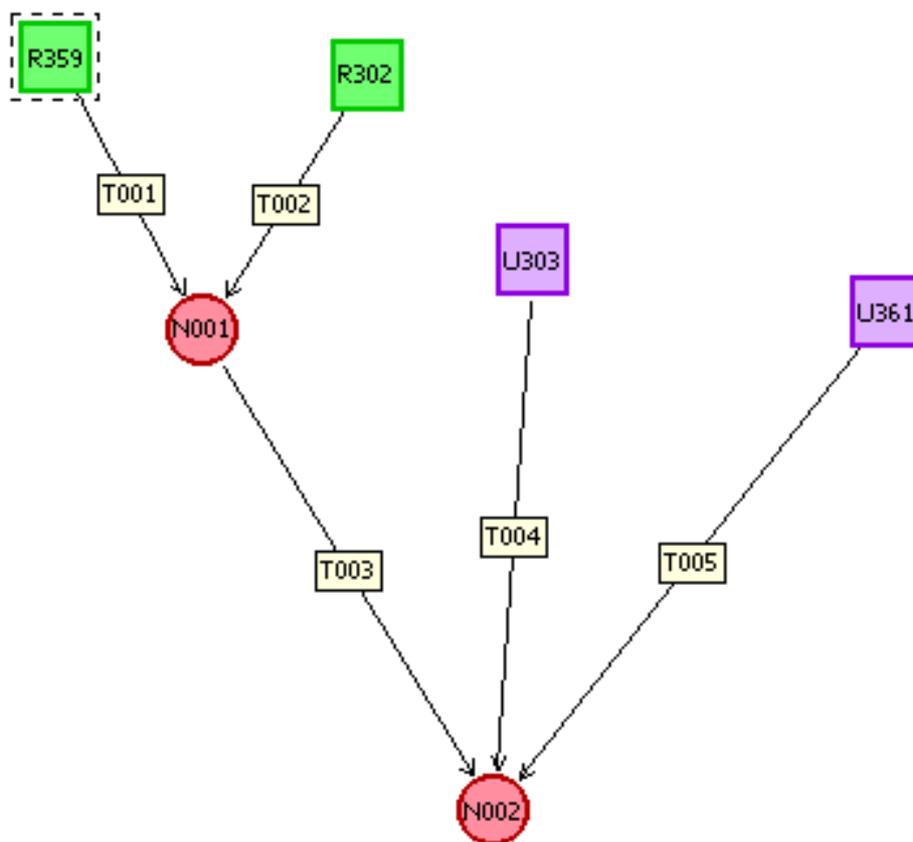


Figura 178 Topología de simulación de ARHYMO para el sifón 2

Tabla 90. Determinación del caudal de diseño para el sifón 2

		TR = 20			
Cuenca	Área Total de Aporte	Qcálculo	Tiempo al pico	Suma hidrogramas	Tiempo al pico
	Ha	m ³ /s	hs	m ³ /s	hs
302	70.36	2.36	1.23	12.79	0.88
303	58.93	7.51	0.81		
359	76.09	2.56	1.25		
361	32.39	3.63	0.88		

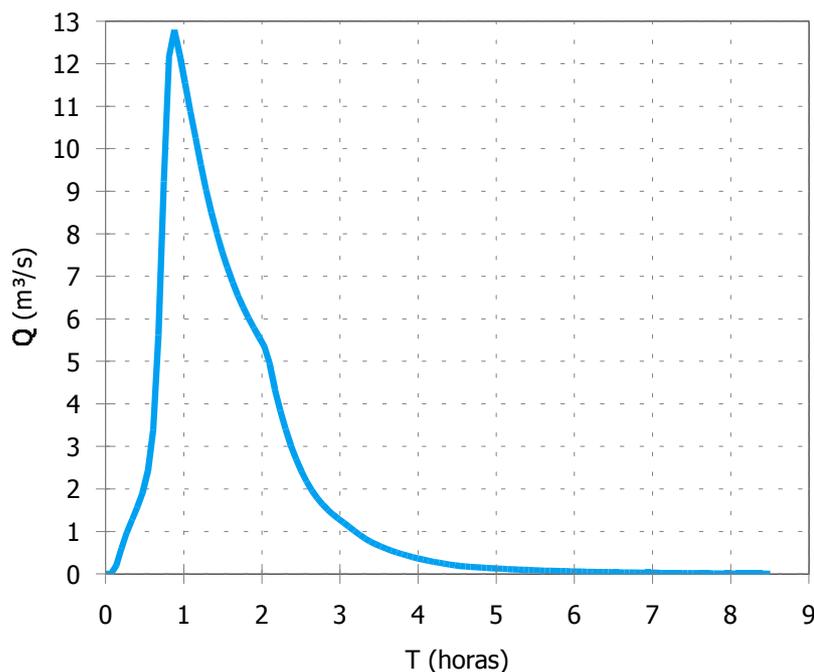


Figura 179. Hidrograma de entrada al Sifón 2 (TR = 20 años)

9. Verificación y/o dimensionamiento hidráulico de los colectores 9, 16 y 17

9.1. Colector 9

El Colector 9 se desarrolla a lo largo de la calle M. M. de Güemes entre República del Líbano y Alvear como lo muestra el plano de ubicación de (Láminas 28).

El Colector 9 recibe el aporte de las cuencas 328-C, 329-B, 333, 334, 342, 343, 344-A, 344-E y 346-A. En la Tabla 91 se pueden visualizar los valores de caudal para los tiempos de retorno de 2 y 5 años que se extraen de los hidrogramas de escurrimiento generados por el modelo ARHYMO (Figura 180 a 184). En la Tabla 92 se discriminan los caudales de cálculo para el dimensionamiento del colector cuyos resultados se expresan en la Tabla 93 (Figura 184). Las pautas geométricas de las secciones fueron establecidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

Tabla 91. Caudales específicos y Caudales de aporte

Cuenca	Área Total de Aporte Ha	Tormenta TR = 2 Años				Tormenta TR = 5 Años			
		Q _{max} m ³ /s	Q específ. m ³ /s/Ha	Área de Aporte Ha	Q _{cálculo} m ³ /s	Q _{max} m ³ /s	Q específ. m ³ /s/Ha	Área de Aporte Ha	Q _{cálculo} m ³ /s
328 - C	58.6	1.76	0.030	7.62	0.23	3.62	0.062	7.62	0.47
329 - B	33.47	0.9	0.027	16.20	0.44	1.81	0.054	16.20	0.88
333	21.05	0.92	0.044	21.05	0.92	1.77	0.084	21.05	1.77
334	41.35	1.48	0.036	41.35	1.48	3.02	0.073	41.35	3.02
342	36.78	1.27	0.035	36.78	1.27	2.55	0.069	36.78	2.55
343	39.64	1.33	0.034	39.64	1.33	2.60	0.066	39.64	2.60
344 - A	202.19	4.3	0.021	9.81	0.21	8.90	0.044	9.81	0.43
344 - E				9.16	0.19			9.16	0.40
346 - A	161.45	3.11	0.019	44.06	0.85	6.48	0.040	44.06	1.77

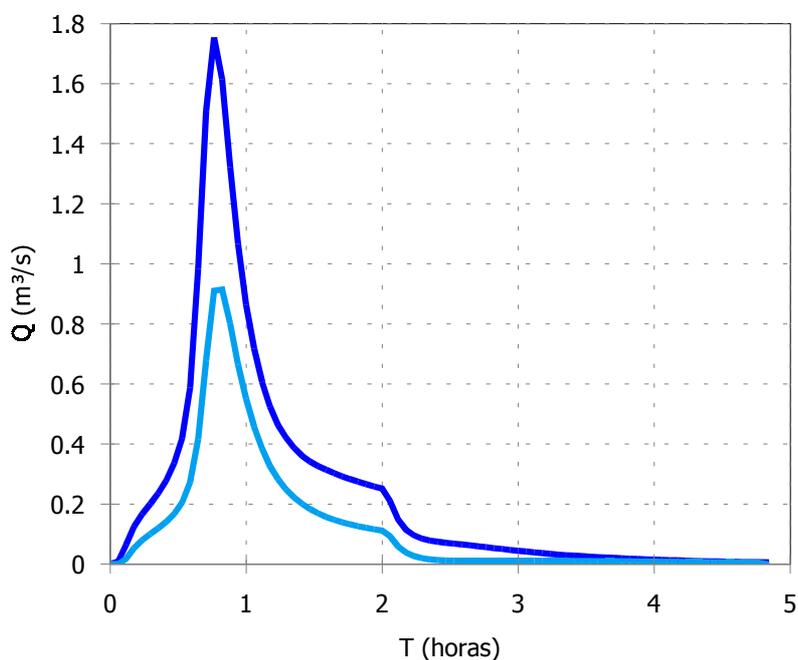


Figura 180. Cuenca 333 (TR = 2 y 5 años)

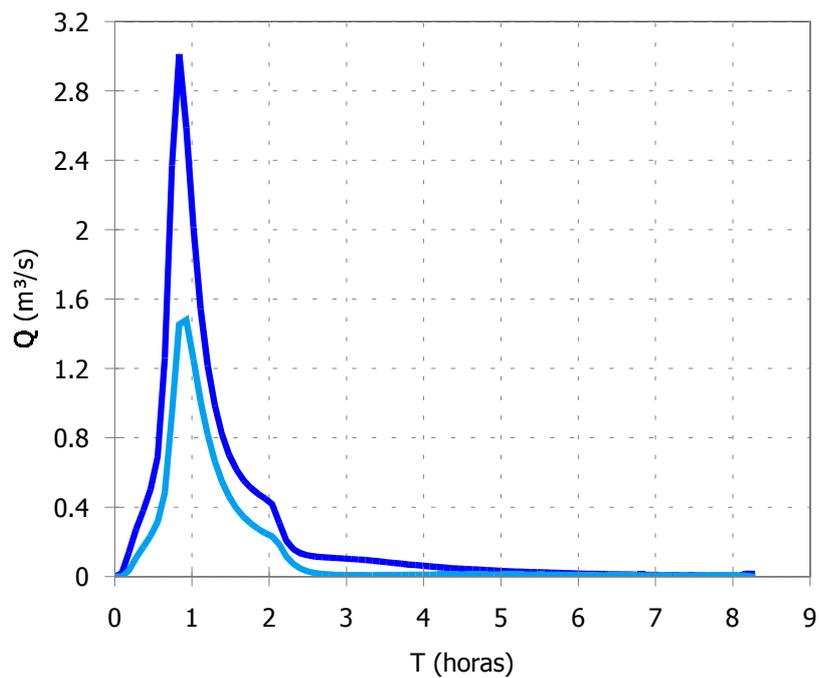


Figura 181. Cuenca 334 (TR = 2 y 5 años)

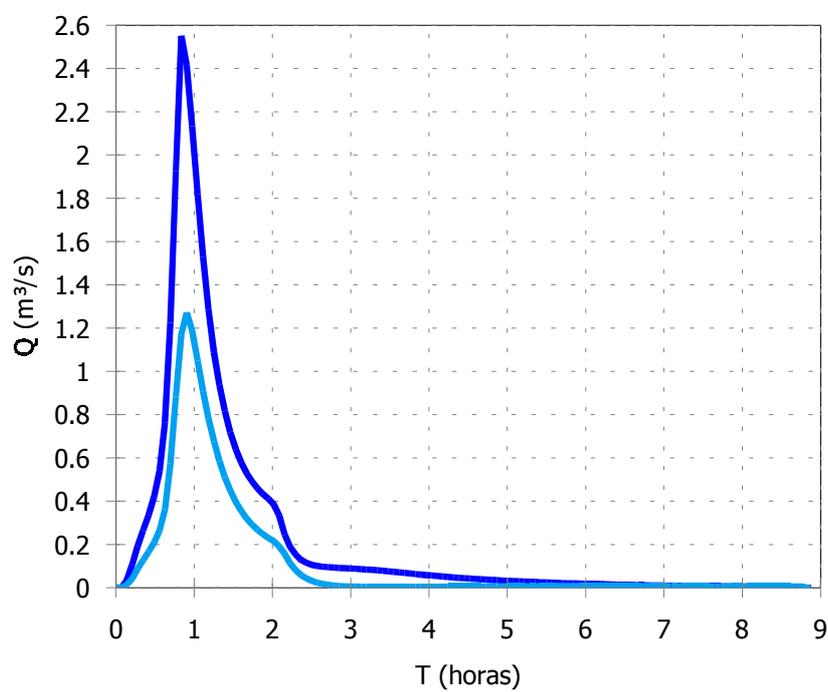


Figura 182. Cuenca 342 (TR = 2 y 5 años)

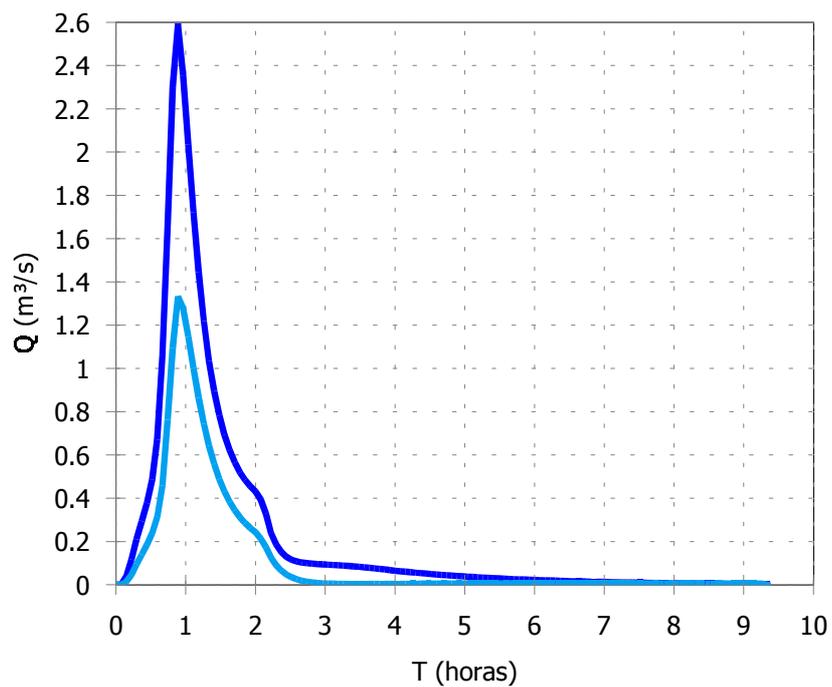


Figura 183. Cuenca 343 (TR = 2 y 5 años)

Tabla 92. Parámetros de entrada para el cálculo del Colector 9

Ubicación	Sección	Cuenca	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	i [m/m]	TR = 2 años			TR = 5 años		
							Q cálculo [m³/s]	Q ant. (m³/s)	Qtot [m³/s]	Q cálculo [m³/s]	Q ant. (m³/s)	Qtot [m³/s]
M. M. Güemes entre Rep. Del Líbano y Jujuy	1-2	342 + 333 + 344-A	232.3	231.8	772	0.0006	2.40	0	2.40	4.75	0	4.75
M. M. Güemes entre Jujuy y Vintter	2-3	343 + 334 + 344-E	231.8	230.02	1224.23	0.0015	3.00	2.40	5.40	6.02	4.75	10.78
M. M. Güemes entre Vintter y Alvear	3-4	346-A + 328-C + 329-B	230.02	229.35	992.04	0.0007	1.51	5.40	6.92	3.12	10.78	13.89

Tabla 93. Resumen de cálculo de sección trapezoidal - Colector 9

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Talud Lateral (H:1V)	Ancho de Fondo (m)	Q (m³/s)	Área de flujo (m²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía especif. (m)	Nº de Froude	Régimen
1-2	2	Trapezoidal	0.016	0.0006	0.75	0.25	3	2.40	2.4	4.55	3.60	0.4	1	0.8	0.38	Subcrítica
	5	Trapezoidal	0.016	0.0006	1.18	0.25	3	4.75	3.9	5.43		0.62	1.22	1.25	0.38	Subcrítica
2-3	2	Trapezoidal	0.016	0.0015	0.77	0.25	4	5.4	3.2	5.58	4.60	0.56	1.68	0.91	0.62	Subcrítica
	5	Trapezoidal	0.016	0.0015	1.2	0.25	4	10.78	5.2	6.48		0.89	2.08	1.42	0.63	Subcrítica
3-4	2	Trapezoidal	0.016	0.0007	0.98	0.25	5	6.92	5.1	7.02	5.80	0.57	1.34	1.07	0.44	Subcrítica
	5	Trapezoidal	0.016	0.0007	1.54	0.25	5	13.89	8.3	8.18		0.91	1.67	1.69	0.44	Subcrítica

Detalles de Colector N° 9 (Sección trapezoidal)

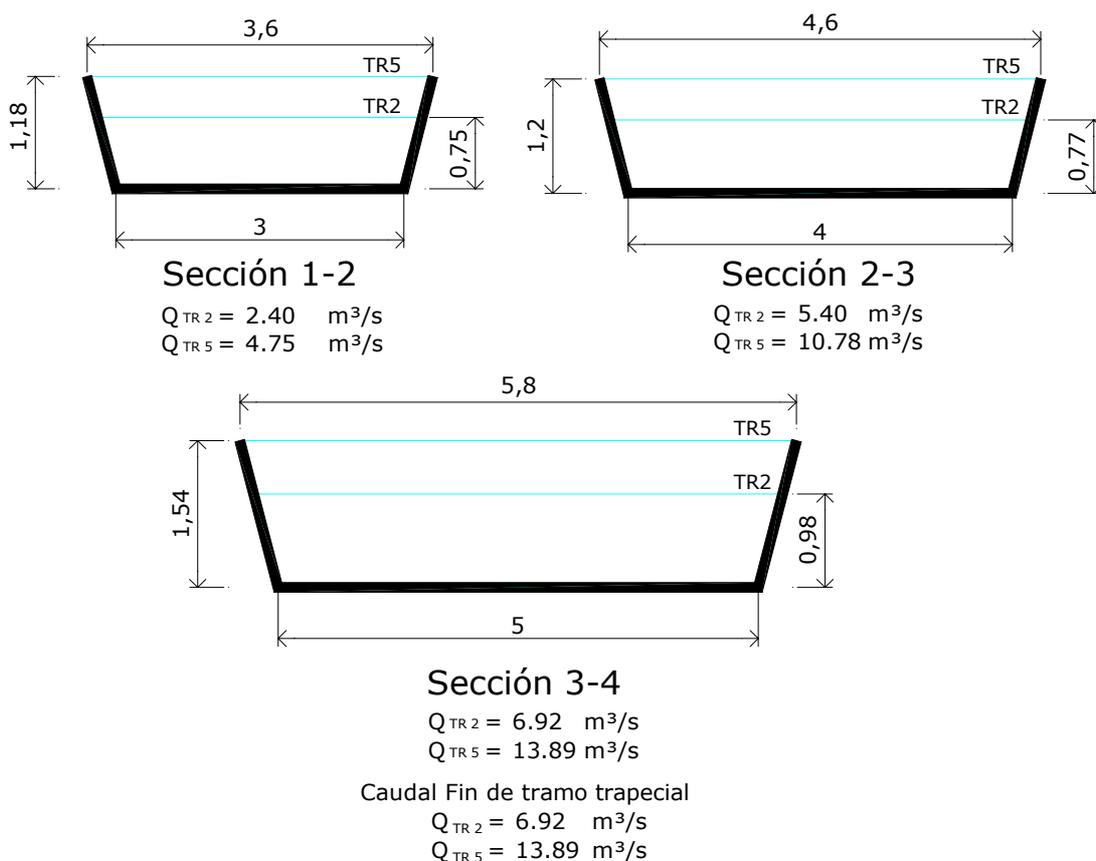


Figura 184

9.2. Colector 10

No se efectúa el estudio pertinente al Colector 10 debido a que está incluido en un proyecto complementario del Departamento provincial de Aguas de Río Negro

9.3. Colector 16

El Colector 16 se desarrolla a lo largo de la calle Los Durazneros entre M. M. de Güemes y Ruta Nacional N° 22 como lo muestra el plano de ubicación de (Lámina 29).

El Colector 16 recibe el aporte de las cuencas, 344-B, 344-C y 344-D. En la Tabla 94 se pueden visualizar los valores de caudal para los tiempos de retorno de 2 y 5 años que se extraen de los hidrogramas de escurrimiento generados por el modelo ARHYMO (Figura 185). En la Tabla 95 se discriminan los caudales de cálculo para el dimensionamiento del colector cuyos resultados se expresan en la Tabla 96 (Figura 186). Las pautas geométricas de las secciones fueron establecidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

Tabla 94. Caudales específicos y Caudales de aporte

Cuenca	Área Total de Aporte Ha	Tormenta TR = 2 Años				Tormenta TR = 5 Años			
		Q _{max} m ³ /s	Q específ. m ³ /s/Ha	Área de Aporte Ha	Q _{cálculo} m ³ /s	Q _{max} m ³ /s	Q específ. m ³ /s/Ha	Área de Aporte Ha	Q _{cálculo} m ³ /s
344 - A ⁽¹⁾	202.19	4.3	0.021	9.81	0.21	8.9	0.044	9.81	0.43
344 - B				15.97	0.34			15.97	0.70
344 - C				7.00	0.15			7.00	0.31
344 - D				21.68	0.46			21.68	0.95

Nota:

- (1) Se considera que el caudal Q_{cálculo} correspondiente a la Cuenca 344-A aporta al Colector 9

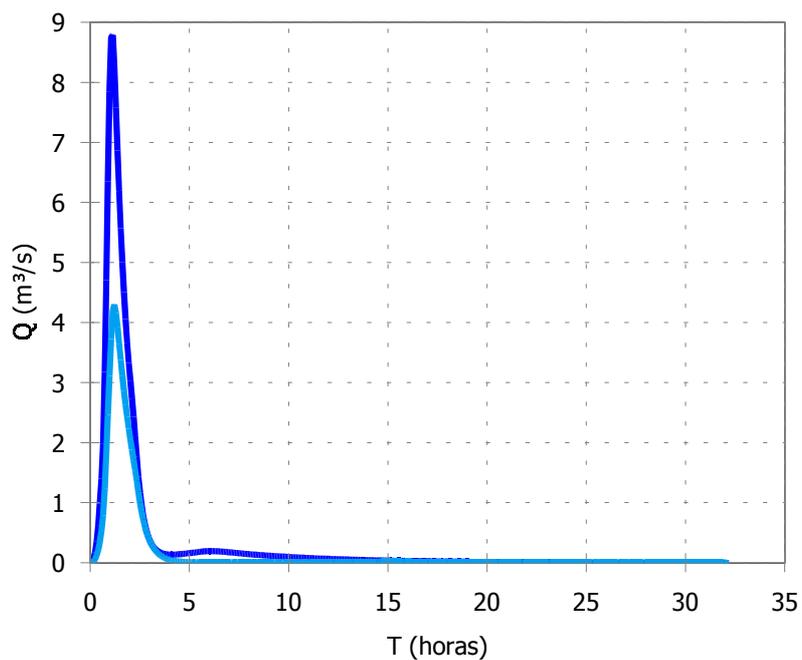


Figura 185. cuenca 344 (TR = 2 y 5 años)

Tabla 95. Parámetros de entrada para el cálculo del Colector 16

							TR = 2 años	TR = 5 años
Ubicación	Sección	Cuenca	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	i [m/m]	Qtot [m ³ /s]	Qtot [m ³ /s]
Fin urbanización y Ruta Nacional N° 22	1-2 ⁽¹⁾	344-B + 344-C + 344-D	231.37	230.96	410.7	0.0010	0.95	1.97

Tabla 96. Resumen de cálculo de sección trapecial - Colector 16

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Talud Lateral (H:1V)	Ancho de Fondo (m)	Q (m ³ /s)	Área de flujo (m ²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía especif. (m)	N° de Froude	Régimen
1-2	2	Trapecial	0.016	0.001	0.74	0.25	1.1	0.95	0.9	2.62	1.70	0.41	1.00	0.79	0.4	Subcrítica
1-2	5	Trapecial	0.016	0.001	1.19	0.25	1.1	1.97	1.7	3.54		0.65	1.19	1.26	0.38	Subcrítica

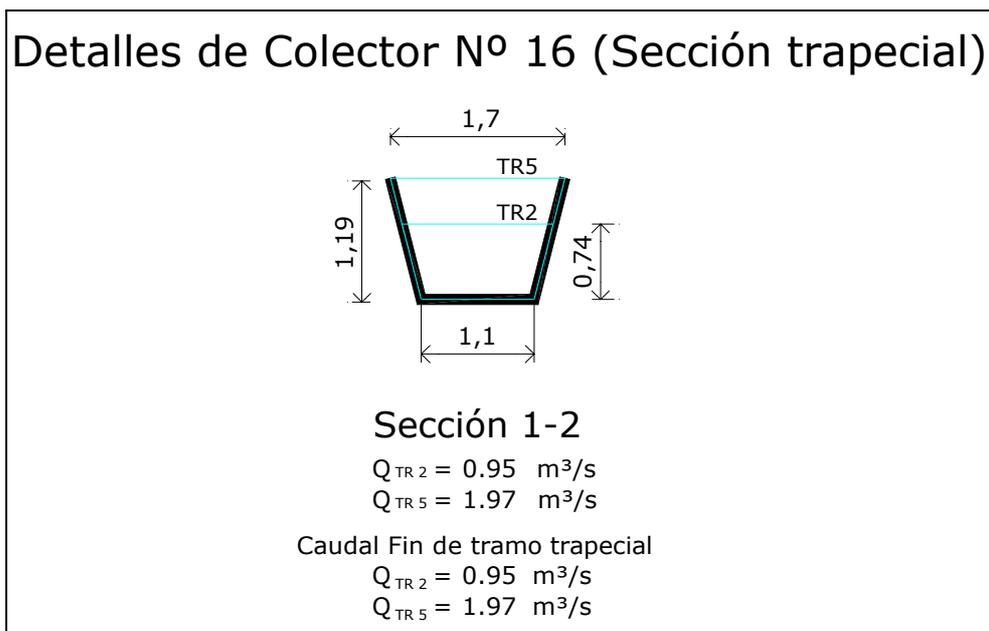


Figura 186

9.4. Colector 17

El Colector 17 se desarrolla a lo largo de la calle Jujuy entre M. M. de Güemes y Ruta Nacional N° 22 como lo muestra el plano de ubicación de (Lámina 30).

El Colector 17 recibe el aporte de las cuencas, 344-F, 344-G y 344-H. En la Tabla 97 se pueden visualizar los valores de caudal para los tiempos de retorno de 2 y 5 años que se extraen de los hidrogramas de escurrimiento generados por el modelo ARHYMO (Figura 187). En la Tabla 98 se discriminan los caudales de cálculo para el dimensionamiento del colector cuyos resultados se expresan en la Tabla 99 (Figura 188). Las pautas geométricas de las secciones fueron establecidas por la Municipalidad de Gral. Roca.

Tabla 97. Caudales específicos y Caudales de aporte

Cuenca	Área Total de Aporte Ha	Tormenta TR = 2 Años				Tormenta TR = 5 Años			
		Qmax m ³ /s	Q específ. m ³ /s/Ha	Área de Aporte Ha	Qcálculo m ³ /s	Qmax m ³ /s	Q específ. m ³ /s/Ha	Área de Aporte Ha	Qcálculo m ³ /s
344 - E ⁽¹⁾	202.19	4.3	0.021	9.16	0.19	8.9	0.044	9.16	0.40
344 - F				15.81	0.34			15.81	0.70
344 - G				6.40	0.14			6.40	0.28
344 - H				21.61	0.46			21.61	0.95

Nota:

(1) Se considera que el caudal Qmax correspondiente a la Cuenca 344-E aporta al Colector 9

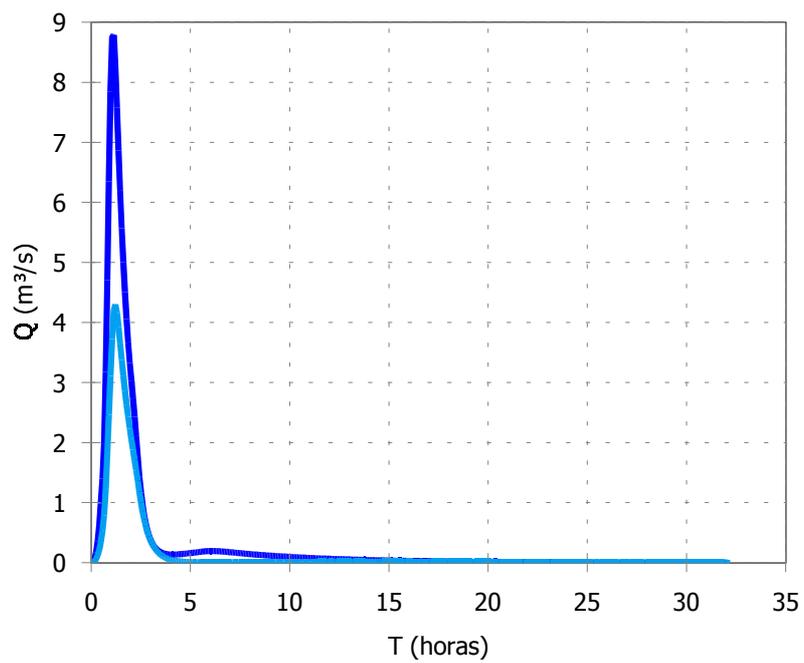


Figura 187. cuenca 344 (TR = 2 y 5 años)

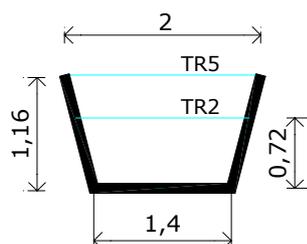
Tabla 98. Parámetros de entrada para el cálculo del Colector 17

Ubicación	Sección	Cuenca	Cota sup [m]	Cota inf [m]	Dist. [m]	i [m/m]	TR = 2 años	TR = 5 años
							Q tot [m³/s]	Qtot [m³/s]
Jujuy entre M.M.Güemes y Ruta Nacional N° 22	1-2	344-F + 344-G + 344H	230.80	230.40	717.10	0.0006	0.93	1.93

Tabla 99. Resumen de cálculo de sección trapecial – Colector 17

Sección	TR (años)	Tipo	Coef. de Manning	Pend. (m/m)	y (m)	Talud Lateral (H:1V)	Ancho de Fondo (m)	Q (m³/s)	Área de flujo (m²)	Perím. mojado (m)	Ancho superior (m)	y crítica (m)	v (m/s)	Energía especif. (m)	N° de Froude	Régimen
1-2	2	Trapecial	0.016	0.0006	0.72	0.25	1.4	0.93	1.1	2.88	2.00	0.35	0.82	0.75	0.33	Subcrítica
1-2	5	Trapecial	0.016	0.0006	1.16	0.25	1.4	1.93	2	3.79		0.56	0.99	1.21	0.32	Subcrítica

Detalles de Colector N° 17 (Sección trapezoidal)



Sección 1-2

$$Q_{TR\ 2} = 0.93 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR\ 5} = 1.93 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caudal Fin de tramo trapezoidal

$$Q_{TR\ 2} = 0.93 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{TR\ 5} = 1.93 \text{ m}^3/\text{s}$$

Figura 187

Conclusiones y recomendaciones

Si bien en todos los casos de dimensionamiento de colectores las velocidades obtenidas no superan a la indicada como límite para el revestimiento de hormigón (6 m/s) según *Hidráulica* (A. Balloffet, L. Gotelli y G. Meoli. Edit. EDIAR, 2ª Ed., 1955), es de aclarar que tal referencia se hace para condiciones de flujo permanente y no, como es el caso de los colectores pluviales, donde el flujo es impermanente y el caudal máximo de diseño permanece solamente durante pocos minutos como se puede apreciar en las figuras de los hidrogramas.

APÉNDICE

- A. Tormentas de proyecto
- B. Justificación de tiempos de retorno en el diseño y/o dimensionamiento hidráulico de los colectores y sifones
- C. Pautas generales de diseño de bocas de tormenta

A. Tormentas de proyecto

Sobre la base de la recopilación mencionada en **1**, se estudió la factibilidad de actualizar las tormentas de proyecto que el INCyTH determinó con motivo del Estudio de Cuencas Aluvionales del Alto Valle de Río Negro en 1981. Como esto no fue factible se utilizaron las tormentas de proyecto desarrolladas por el CFI en 1990. A efectos de comprobar la metodología utilizada se realizó un estudio estadístico.

Se utilizó la información pluviográfica de la estación meteorológica más cercana, Cipolletti, obtenida del informe (CFI, 1990), con un registro de 40 años desde 1939 a 1987.

Se ajustó una función General de Valores Extremos (GVE) a las series de precipitaciones máximas anuales de igual duración. Los valores de los parámetros estimados por el método de Momentos de Probabilidad Ponderada se presentan en la Tabla 1 para las distintas duraciones consideradas, siendo la forma inversa de la distribución:

$$x = u + \frac{a}{k} \left[1 - (-\ln F)^k \right]$$

Tabla 1. Parámetros de la distribución GVE

Duración (min)	<i>u</i>	<i>a</i>	<i>K</i>
5	3.17	1.74	-0.234
10	4.86	2.75	-0.199
15	6.59	3.60	-0.137
30	8.47	4.08	-0.261
45	9.40	4.29	-0.331
60	10.44	4.54	-0.367
120	12.42	6.06	-0.333
180	14.12	7.52	-0.279

donde:

u: parámetro de posición [mm]

a: parámetro de escala [mm]

K: parámetro de forma [1]

En la Tabla 2 se presentan las estimaciones de precipitaciones máximas (mm) para distintos períodos de recurrencia, para las duraciones analizadas.

Tabla 2. Precipitaciones Máximas (mm) según Recurrencia y Duración

Duración (min)	Período de recurrencia (años)						
	2	5	10	20	50	100	200
5	3.8	6.3	8.3	10.6	14.3	17.5	21.4
10	5.9	9.7	12.7	16.0	21.1	25.5	30.7
15	7.9	12.6	16.1	19.8	25.1	29.6	34.6
30	10.0	16.0	20.9	26.8	36.1	44.7	55.1
45	11.1	17.7	23.8	31.1	43.6	55.9	71.3
60	12.2	19.5	26.3	34.9	49.9	65.1	84.5
120	14.8	24.2	32.7	43.1	60.9	78.4	100.3
180	17.0	28.1	37.7	48.9	67.3	84.5	105.3

El análisis de las estimaciones obtenidas indica que el ajuste de la función GVE produce, en general, valores inferiores a los informados anteriormente por el CFI. Dado que estas diferencias no son significativas se decidió utilizar las Curvas de Intensidad – Duración – Recurrencia del mencionado estudio en el cálculo de los desagües de la ciudad de Gral. Roca.

Para poder disponer de una distribución temporal se aplicó el Método de Chicago (Keifer, C. et al., 1957), que genera una distribución temporal sintética de la tormenta de proyecto, es decir con probabilidad de ocurrencia asociada, basado en una ecuación que da forma al hietograma, derivada de la formulación de la conocida curva de Intensidad-Duración-Frecuencia (I-D-F):

$$I \text{ (mm/h)} = A / (D(\text{min}) + B)^C$$

donde:

I = intensidad media correspondiente a una duración D y tiempo de recurrencia TR (años).

A, B y C = parámetros.

Para definir la duración típica de las tormentas de proyecto se recurrió al informe (CFI, 1990) donde se expresa que en el período de análisis (1938-74) las tormentas tienen una duración menor a 2 horas, tiempo que fue adoptado para la generación de los hietogramas sintéticos que se expresan en la Tabla 3.

Tabla 3. Hietogramas sintéticos

DURACIÓN (min)	INTENSIDAD (mm/h)				
	TR=2 AÑOS	TR=5 AÑOS	TR=10 AÑOS	TR=20 AÑOS	TR=50 AÑOS
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	3.15	5.32	7.54	9.66	12.91
10	3.58	6.10	8.56	10.97	14.65
15	4.18	7.20	9.97	12.78	17.06
20	5.08	8.86	12.07	15.47	20.63
25	6.58	11.65	15.57	19.94	26.57
30	9.63	17.33	22.62	28.96	38.51
35	19.29	34.82	44.80	57.33	75.91
40	45.72	77.87	104.76	134.18	176.38
45	23.92	43.00	55.38	70.86	93.70
50	14.87	27.02	34.71	44.42	58.92
55	10.85	19.62	25.45	32.58	43.30
60	8.60	15.42	20.24	25.92	34.49
65	7.16	12.72	16.90	21.65	28.83
70	6.16	10.86	14.58	18.67	24.89
75	5.42	9.49	12.87	16.49	21.98
80	4.86	8.45	11.55	14.80	19.75
85	4.41	7.62	10.51	13.47	17.98
90	4.05	6.96	9.66	12.38	16.53
95	3.75	6.41	8.95	11.48	15.33
100	3.50	5.95	8.36	10.71	14.31
105	3.28	5.55	7.84	10.06	13.44
110	3.09	5.21	7.40	9.49	12.68
115	2.93	4.92	7.01	8.99	12.02
120	2.78	4.66	6.67	8.55	11.43
Precip Total (mm)	17.24	30.25	40.33	51.65	68.52

B. Justificación de tiempos de retorno en el diseño y/o dimensionamiento hidráulico de los colectores y sifones

Los TR de diseño de obras están fuertemente vinculados a la pregunta ¿qué efectos se producen si la obra es sobrepasada por una crecida superior a la de diseño?. Las respuestas a esta pregunta pueden ser varias y de distintos tenores de gravedad:

- Hay pérdidas de vidas humanas
- Hay elevadas pérdidas de infraestructuras que la obra protegía
- La obra colapsa y se pierde la inversión realizada en su construcción
- Se produce inundación sin pérdidas de vidas ni de infraestructura, el tráfico vehicular y de peatones se interrumpe durante su efecto

Luego se interpreta claramente que el TR de diseño puede ser vinculado a un análisis hidroeconómico donde el TR de diseño corresponde al valor mínimo de los costos totales (costos de capital + costos de daños esperados anualmente).

Lógicamente este análisis quedaría sin efecto, por razones éticas, si estuvieran en riesgo vidas humanas, aunque existen criterios de valoración de las vidas humanas.

En varios textos sobre hidrología e hidráulica se exponen tablas que dan valores de TR de diseño en función del tipo de obra de protección. Así en el libro “Hidrología Aplicada” (Ven Te Chow, D.R. Maidment y L.W. Mays) en el caso de drenaje urbano, las alcantarillas para ciudades pequeñas se sugiere que el diseño sea con TR= 2 a 25 años. Para sifones y/o alcantarillas se sugiere utilizar TR=10 a 25 años en el caso de cruce de carreteras con tráfico intermedio y de 50 a 100 años para tráfico alto.

Cuando un colector de drenaje urbano es superado en su crecida de diseño se produce inundación sin pérdidas de vidas ni de infraestructura, y el tráfico vehicular y de peatones se interrumpe durante su efecto, es decir que al dimensionar una obra de este tipo con TR=2 a 5 años no se están poniendo en juego peligros o costos que afecten en gran medida a la comunidad. Por otra parte la utilización de TR mayores implican más costos que no se justifican por los beneficios que se podrían obtener.

En el caso de los sifones de cruce de crecidas aluvionales al Canal Principal de Riego es claro que la función de tales dispositivos es proteger al mencionado canal en cuanto a su infraestructura y a darle seguridad de continuidad al servicio de riego, vital para la economía de la región. Es en función de lo expresado que sería razonable que en este caso el TR de diseño pueda también ser considerado en el orden de 20 a 50 años.

Otro análisis que se realiza a estos efectos es estimar la vida útil de la obra (período de amortización) y asumir un riesgo de que el evento con el TR de diseño se produzca durante la vida útil de la obra. Esto se realiza en base a la expresión:

$$Riesgo = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR(\text{años})} \right)^{Vida\ Útil}$$

Si se parte de la base que un período de amortización típico para presas es de 50 años, se podría asumir que el de un sifón puede ser de 15 o 20 años y por lo tanto el riesgo de que el evento de TR años se produzca en los próximos 15 o 20 años es:

TR (años)	Riesgo (%) para Vida Útil=15 años	Riesgo (%) para Vida Útil=20 años
2	100.00	100.00
5	96.48	98.85
10	79.41	87.84
20	53.67	64.15
50	26.14	33.24
100	13.99	18.21

C. Pautas generales de diseño de bocas de tormenta

extraído de *“Incidencia de las bocas de tormenta en el diseño y dimensionamiento de un sistema de drenaje pluvial urbano”* (Jorge A. Maza, INA-CRA y UTN-FRM, 1995)

En los últimos 30 años se ha venido desarrollando una nueva tecnología que ha contemplado una cantidad de soluciones estructurales y no-estructurales que se adaptan a los más variados tipos de urbanizaciones y que inciden en la optimización de la capacidad de los distintos elementos que conforman la red de drenaje.

Uno de los conceptos más importantes que ha introducido esta moderna técnica, es la consideración de que la calzada, denominada técnicamente como "sistema mayor", debe formar parte de la conducción del escurrimiento cuando la capacidad del "sistema menor" (conductos o acequias) es excedido en eventos poco frecuentes (tiempos de retorno mayores de 5 años).

El grado de interferencia del escurrimiento en el tráfico vehicular por precipitaciones frecuentes ($TR < 10$ años), y la extensión de la intrusión del agua pluvial en áreas adyacentes durante tormentas mayores, debiera depender de la clasificación funcional de la calle (importancia o intensidad del tráfico) y de la zonificación por uso del suelo (residencial, comercial, etc.).

Luego, la ubicación y dimensión de las bocas de tormenta (B.T.) (conexión entre los sistemas mayor y menor), se deberían basar en el criterio que establece la permisibilidad de la extensión y/o del tirante de agua en la calzada.

Una BT es una abertura en el sistema de drenaje para la entrada del escurrimiento pluvial superficial. Hay 3 clases de BT (Figura C-1):

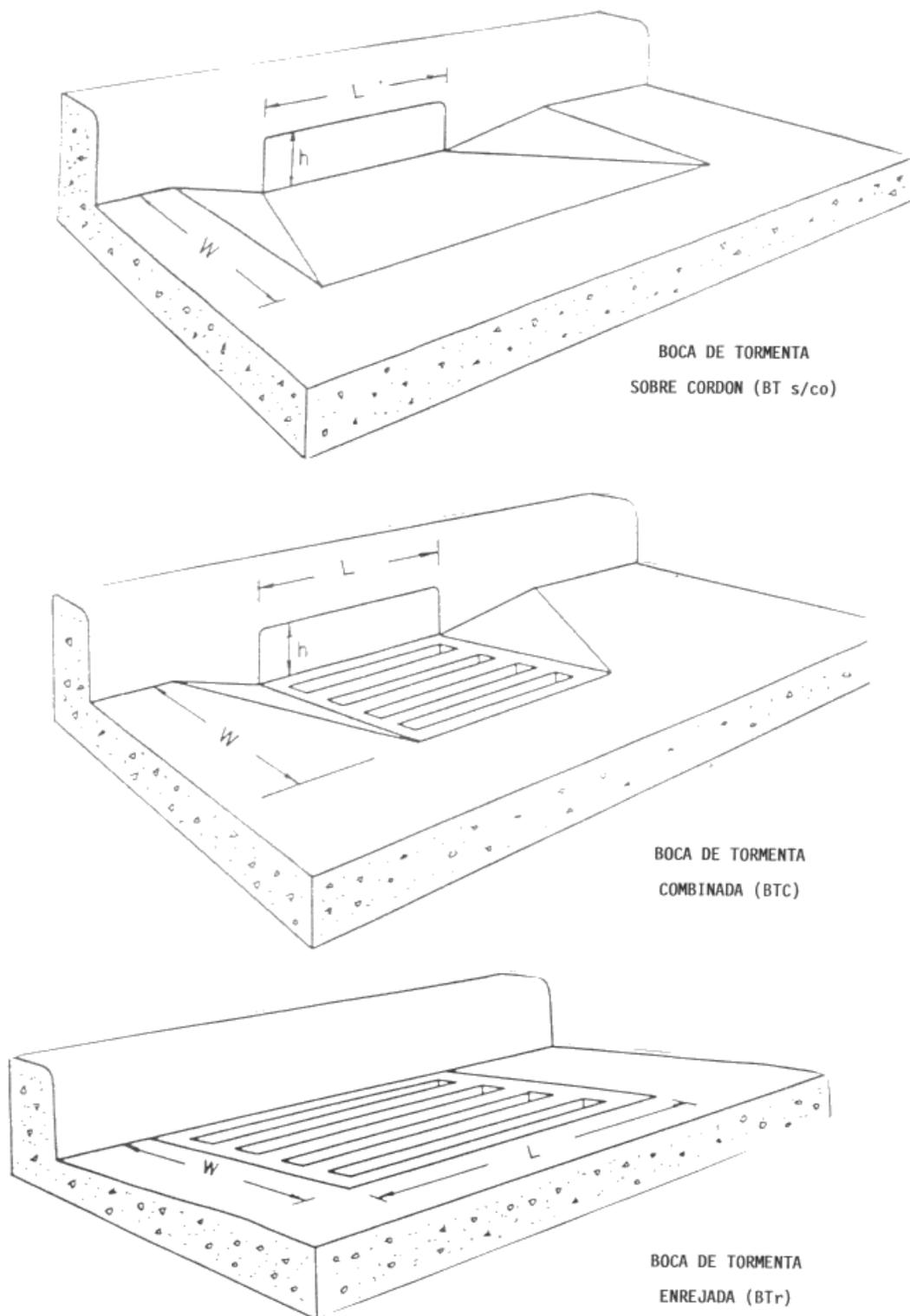


Figura C-1 - Clases de bocas de tormentas

La BT s/co es una abertura vertical sobre el cordón a través de la cual se capta el flujo de la cuneta.

La capacidad de captación de estas BT puede incrementarse significativamente si la abertura se ubica en una depresión de la cuneta.

Las BT s/co tienen relativa ineficiencia en calles con fuertes pendientes, lo cual puede ser compensado por medio de "deflectores" (Figura C-2) ubicados en la adyacencia de la abertura, que guían los filetes líquidos hacia la BT por medio de la formación de una onda estacionaria.

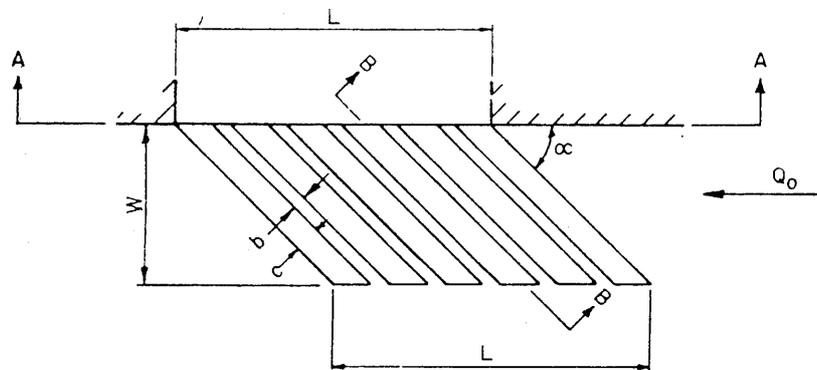


Figura C-2 - Boca de tormenta sobre cordón con deflectores

Uno de los objetivos del diseño de un sistema de drenaje es el de captar el escurrimiento en las cunetas y transportarlo hasta las BT de manera tal de proveer una cierta seguridad al tráfico y a los peatones con un razonable costo.

Es evidente que los riesgos de los accidentes de tráfico, las demoras en la asistencia sanitaria y los probables peligros al tránsito de peatones se incrementan en la misma medida en que aumenta la intrusión del agua en la calzada.

Consecuentemente la selección del tiempo de recurrencia de la tormenta de diseño y del nivel de intrusión del agua en la calzada, involucra la decisión de aceptar ciertos niveles de los riesgos mencionados a un aceptable costo de la obra. También es de hacer notar que tales riesgos están asociados con el volumen de tráfico, la velocidad vehicular permitida y la importancia de la calle.

Lo mencionado se puede manifestar en:

- la inundación de sendas de tráfico es contraria a la expectativa pública y en consecuencia los riesgos de accidente y los costos por demora del tráfico son elevados.
- con velocidad vehicular superior a 70 Km/hr se produce el patinaje del vehículo con agua en el pavimento.
- la intensidad de eventos de lluvia puede afectar la selección del tiempo de retorno y del nivel de intrusión de agua.

Capacidad de conducción de cunetas

La cuneta es la sección del pavimento adyacente al cordón que conduce el escurrimiento pluvial. Usualmente la cuneta tiene una sección triangular y puede incluir una senda de tráfico (Figura C-3).

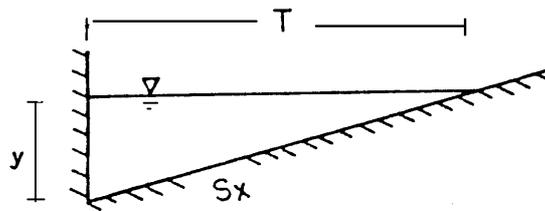


Figura C-3 - Sección transversal simple

Debido a que la ecuación de Chezy-Manning no calcula apropiadamente el caudal en secciones triangulares especialmente cuando la relación $T/y > 40$, Izzard desarrolló la siguiente ecuación:

$$Q(\text{m}^3 / \text{s}) = \frac{0,38}{n} S_x^{1,67} SL^{0,5} T^{2,67}$$

donde:

Q = caudal

n = coeficiente de rugosidad de Manning

S_x = pendiente transversal

SL = pendiente longitudinal

T = ancho superficial equivalente a la intrusión del agua en la calzada en m

Así mismo la ecuación de velocidad del flujo resulta en:

$$V(\text{m/s}) = \frac{0,76}{n} Sx^{0,67} SL^{0,5} T^{0,67}$$

Si la sección es compuesta (Figura C-4) debido a que la cuneta tiene una pendiente transversal más notable que la de la calzada se pueden operar las ecuaciones anteriores en base a la consideración de dividir a la cuneta en dos secciones por el quiebre de pendiente:

$$Q = \frac{0,38SL^{0,5}}{n} \left\{ (T-W)^{2,67} Sx^{1,67} \left(1 - \frac{Sx}{Sw}\right) + \frac{[SwW + Sx(T-W)]^{2,67}}{Sw} \right\}$$

$$A = 0,5[T^2 Sx + W^2 (Sw - Sx)]$$

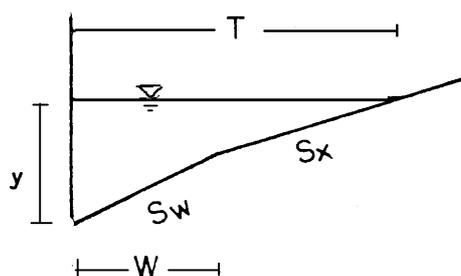


Figura C-4 - Sección transversal compuesta

Capacidad de intercepción de las BT

La capacidad de intercepción de una BT es el caudal captado por la misma bajo un conjunto de condiciones.

La eficiencia E de una BT es la proporción del caudal total que es captado, es decir:

$$E = \frac{Q_i}{Q}$$

donde:

Q_i = caudal interceptado

Q = caudal total en la cuneta

El caudal que no es captado por la BT se denomina caudal pasante (Q_p)

$$Q_p = Q - Q_i$$

La capacidad de intercepción incrementa con Q , mientras que la eficiencia generalmente disminuye.

La capacidad de intercepción es en gran medida dependiente del tirante adyacente al cordón y de la longitud de la abertura, en consecuencia tanto la captación como la eficiencia se incrementan con una depresión frente a la BT o con una sección transversal compuesta.

La longitud de la abertura de la BT necesaria para captar la totalidad del flujo en una calzada con sección simple es expresada por las siguiente ecuación:

$$LT(m) = \frac{0.828 * Q^{0.42} (m^3 / s) * SL^{0.3}}{(n * Sx)^{0.6}}$$

En sección transversal compuesta Sx se debe reemplazar por:

$$Se = Sx + (Sw - Sx) Eo$$

Donde Eo es:

$$E_o = \frac{Q_w}{Q} = \frac{[1 + \frac{SwW}{Sx(T-W)}]^{2.67} - 1}{(\frac{Sx}{Sx} - 1) + [\frac{SwW}{Sx(T-W)}]^{2.67}}$$

donde: Q_w = caudal en la cuneta de ancho W

La eficiencia de una BT s/co con abertura L menor que LT se calcula como:

$$E = 1 - (1 - \frac{L}{LT})^{1.8}$$

Luego el caudal captado por la BT es $Q_i = E \cdot Q$

Espaciamiento de las BT

Se ha encontrado que, debido a la naturaleza de la eficiencia de la BT, un leve incremento del porcentaje de escurrimiento interceptado, frecuentemente resulta en la necesidad de un considerable aumento de las dimensiones de la BT y el consecuente aumento del costo.

Sin embargo, la misma BT puede captar mayores caudales si un pequeño porcentaje del escurrimiento es dejado pasar de una BT a la próxima. En consecuencia el diseño de BT para interceptar el 100% del escurrimiento superficial es frecuentemente antieconómico.

Lo explicitado, más la necesidad de adoptar criterios sobre la permisibilidad de intrusión de agua en la calzada, son pautas para la determinación del espaciamiento y ubicación de las BT.

En la Figura C-5 se puede apreciar el gráfico de caudal pico Vs densidad de BT por Ha impermeable de los sistemas menor y mayor para los eventos de TR= 5 años y TR = 100 años para una cuenca ficticia de 45 Has.

Puede apreciarse que para captar todo el escurrimiento en el evento TR = 5 la densidad de BT debe ser significativamente elevada (1,5 BT/Ha imp). Si se adoptara tal densidad se produciría el rebalse del sistema menor durante las tormentas menos frecuentes (TR > 5 años).

Del gráfico se puede deducir que, para que el escurrimiento captado por las BT en el evento de TR = 100 no supere la capacidad del sistema de drenaje ($2 \text{ m}^3/\text{s}$), es necesario seleccionar una densidad de 0,4 BT/Ha imp. Esta densidad implicará que el sistema de drenaje será utilizado sólo en el 66% ($2 \text{ m}^3/\text{s}$) de su capacidad en el evento de TR = 5 y en consecuencia no se producirán inconvenientes.

Sin embargo esta solución puede no ser conveniente desde otro punto de vista ya que, si la impermeabilidad es de 35% implica que la densidad es de 1 BT/Ha, y para urbanizaciones residenciales esto se traduce en un espaciamiento de 1 BT/175m, lo cual puede llegar a ser no aceptable para reducir la intrusión del agua en la calzada. Tal motivo requiere espaciamientos del orden de 50 m.

EFFECTOS DE LA DENSIDAD DE BOCAS DE TORMENTA
EN LOS SISTEMAS MAYOR Y MENOR

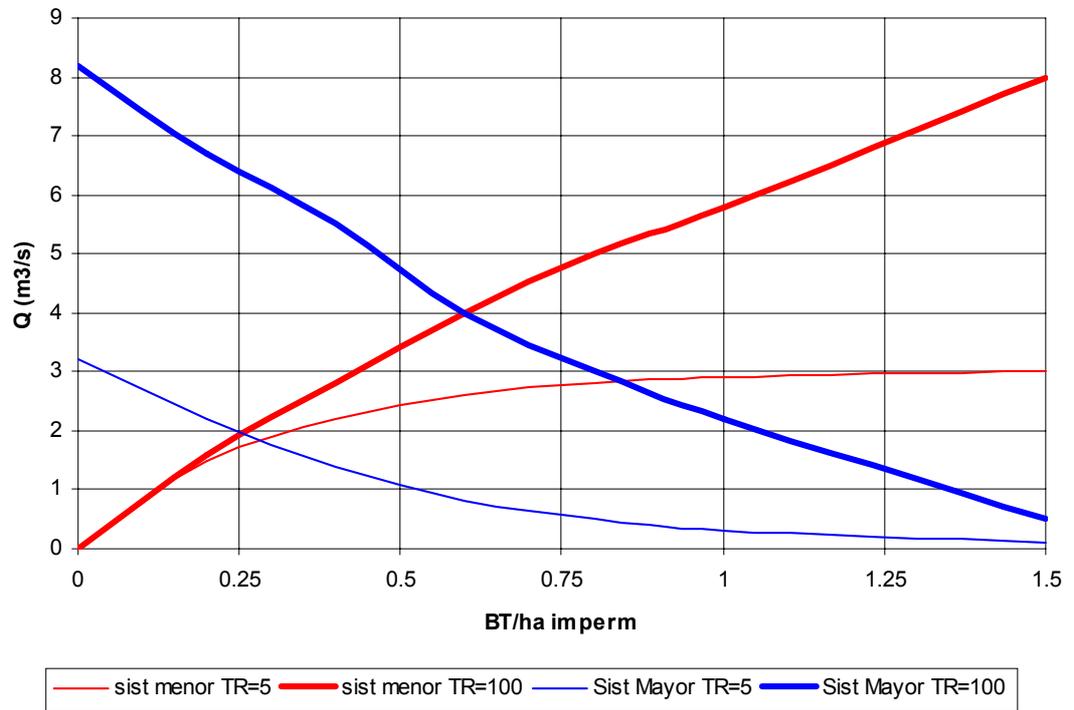


Figura C-5 - Efecto de la densidad de bocas de tormenta en los sistemas mayor y menor