



ANEJO Nº 6. - CÁLCULOS HIDRÁULICOS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. NORMATIVA Y BIBLIOGRAFÍA APLICABLE.....	3
3. CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN	4
4. RED DE COLECTORES	4
4.1. CÁLCULO DE CAUDAL DE LA RED DE COLECTORES.....	4
4.1.1 INTRODUCCIÓN.....	4
4.1.2 CÁLCULO DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES	4
4.1.3 CÁLCULO DE CAUDAL DE AGUAS PLUVIALES	7
4.2. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA RED.....	13
4.2.1 POZOS.....	13
4.2.2 COLECTORES.....	15
4.2.3 ACOMETIDAS DOMICILIARIAS.....	17
4.3. CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES.....	18
5. OBRA ESPECIAL COLECTOR PRINCIPAL ENTRE POZOS P31-P32	18
5.1. INTRODUCCIÓN.....	18
5.2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	18
6. ESTUDIO DE EROSIONES.....	21
6.1. INTRODUCCIÓN.....	21
6.2. CÁLCULO DE LA EROSIÓN GENERAL.....	21
6.3. DEFINICIÓN DE LAS PROTECCIONES.....	30
6.4. CONCLUSIONES	34
7. HINCAS.....	37
7.1. INTRODUCCIÓN	37
7.2. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	39
7.3. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN	41
7.4. TUBOS A HINCAR.....	41
7.5. ORGANISMOS AFECTADOS.....	41



APÉNDICES

APÉNDICE 1.- PLANO DE CUENCAS PLUVIALES

APÉNDICE 2.- CÁLCULOS DE CAUDALES

APÉNDICE 3.- CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES

APÉNDICE 4.- SECCIONES MODELIZADAS Y LISTADOS



1. INTRODUCCIÓN

Las obras incluidas en este anejo contemplan la definición y justificación de la red de saneamiento para el transporte de aguas pluviales y residuales. El ámbito de actuación incluye la red de colectores de saneamiento de los sectores Las Librilleras, Kilometro 15, Los Curas y otros en el municipio de Lorca.

Una red de saneamiento puede definirse como la infraestructura hidráulica necesaria para conducir el agua residual o de lluvia al punto de vertido o tratamiento. Esta estará compuesta por una infraestructura principal denominada red de colectores y una serie de infraestructuras accesorias que tienen por finalidad permitir el acceso del agua a la red o bien facilitar su funcionamiento, mantenimiento y limpieza.

El sistema de circulación de las redes de drenaje diseñadas para evacuar el agua procedente de la escorrentía se realiza por gravedad a través de colectores de PVC corrugado de diferentes diámetros y pendientes. Debido a magnitud del área a evacuar, se ha planteado la evacuación en diferentes ramales o líneas.

La red de saneamiento proyectada es UNITARIA. Se dimensiona con capacidad suficiente para absorber en un mismo conducto las aguas residuales y las pluviales objeto del proyecto.

2. NORMATIVA Y BIBLIOGRAFÍA APLICABLE

Se detallan a continuación Reglamentos, Instrucciones, Normas y Publicaciones que se consideran de aplicación para el diseño del drenaje:

- Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano (CEDEX 2007)
- Versión modificada del método hidrometeorológico, presentada por su autor (J.R. Témez) en una comunicación al XXIV Congreso de la Asociación Internacional de Investigaciones Hidráulicas (Madrid 1991), y reproducida en lengua castellana en el nº 82 de la Revista "Ingeniería Civil" (1991).
- Instrucción 5.2-IC DRENAJE SUPERFICIAL. Ministerio de Fomento (1990).
- "Máximas lluvias diarias en la España peninsular". Ministerio de Fomento.
- "Estudio sobre precipitaciones máximas diarias y períodos de retorno para un conjunto de estaciones pluviométricas seleccionadas de España". Ministerio de Fomento.
- Criterios para la Redacción de Proyectos de Urbanización de Gerencia de Urbanismo del Ayto. de Murcia.
- Normas para Redes de Saneamiento redactadas por el Centro de Estudios Hidrográficos (2006)

3. CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN

Los elementos de drenaje proyectados deben ser contruidos y utilizados de forma que mantengan sus condiciones de seguridad, funcionalidad y aspecto, ajustándose a los costes de conservación y explotación previstos. Asimismo el proyecto se ha redactado suponiendo que los elementos de drenaje estarán adecuadamente inspeccionados y mantenidos. Se deben contemplar especialmente las indicaciones relativas al mantenimiento contenidas en la “Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano – (apartado 8)”, editada por el Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Fomento CEDEX. Así como también las indicaciones del “Pliego de Prescripciones Técnicas en tuberías de saneamiento de poblaciones “, MOPU 1986.

4. RED DE COLECTORES

4.1. CÁLCULO DE CAUDAL DE LA RED DE COLECTORES

4.1.1 INTRODUCCIÓN

La red de saneamiento unitaria, se ha diseñado de manera que se consideran en el cálculo las aguas residuales domésticas generadas en la zona atendida por la red y las aguas de lluvia asociadas al periodo de retorno de diseño.

Los caudales máximos de diseño empleados en el dimensionamiento de la red será el resultado de la siguiente expresión:

$$Q_{\max} = Q_p + Q_{Dm}$$

Donde:

Q_p : Caudal de diseño de pluviales

Q_{Dm} : Caudal de diseño de aguas residuales domésticas

Este caudal de diseño máximo (Q_{\max}) no incluye ningún posible caudal de infiltración ya que se ha diseñado una red estanca.

4.1.2 CÁLCULO DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES

4.1.2.1 Dotaciones de cálculo

Previo al cálculo de los caudales de diseño de las aguas residuales que acometerán a la red de saneamiento, se establecen las dotaciones de cálculo.

Se entiende por dotación doméstica el volumen medio diario de agua a suministrar por cada habitante para atender a las necesidades domésticas (consumo humano, higiene, etc) y las comunes o de servicios públicos (riego de jardines, limpieza viaria, agua para incendios, necesidades de los equipamientos urbanos o de las actividades industriales y/o comerciales de poco consumo ubicadas en cada núcleo poblacional y conectadas a la red de saneamiento, etc).

Se expresa habitualmente en litros por habitantes y día, si bien es también posible medirla en otras unidades, como por ejemplo m³ por vivienda y día.

Para la determinación de los caudales de aguas residuales domésticas se utiliza un método basado en dotaciones de consumo, siguiendo los criterios y dotaciones generales de uso para abastecimiento de agua establecidos en la “Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano” del CEDEX, que se muestran en el siguiente cuadro:

Urbano Residencial			
Viviendas multifamiliares		Viviendas unifamiliares ⁽¹⁾	
Tamaño, SV (m²/vivienda)	Dotación (m³/vivienda /día)	Superficie parcela, SP (m²)	Dotación (m³/vivienda /día)
SV ≤ 120	0,90	SP ≤ 200	1,20
120 < SV ≤ 180	1,05	200 < SP ≤ 400	1,60
SV > 180	1,20	400 < SP ≤ 600	2,00
-	-	600 < SP ≤ 800	2,50
-	-	800 < SP ≤ 1.000 ⁽¹⁾	3,00
Zonas Verdes comunes y públicas			
Superficie de riego SR (Ha)	Dotación (m³/ha /día)		
SR ≤ 3	40		
SR > 3	-		

(1) En parcelas unifamiliares superiores a 1.000 m², se añadirán las demandas de riego que excedan de 1,20 m³/día

Cuadro 4.1.2.1.I. Dotaciones medias para distintos usos del suelo y tipología de vivienda (Fuente: CEDEX)

Dado que los datos de cálculo que se han estudiado en el anejo 5 se refieren al número de habitantes recogidos por la red proyectada, debemos convertir las dotaciones por vivienda del cuadro anterior en dotaciones por habitante. Para ello utilizaremos el ratio de 3,12 habitantes por vivienda especificado en el PGMO de Lorca, con lo que se obtiene una dotación por habitante de:

$$D_h = 1200 / 3,12 = 385 \text{ l/hab/día}$$



Esta dotación obtenida de los criterios indicados en la citada guía técnica del CEDEX es muy conservadora y alejada de los valores habituales en zonas de escasez de agua como es la Región de Murcia. La dotación estándar para consumo de agua potable que se maneja en la Confederación Hidrográfica del Segura es del orden de 250 l/hab/día, y los registros de consumo de los últimos años en la región rebajan todavía más esa cifra hasta llegar a valores en el entorno de 170 l/hab/día.

Adoptaremos como **dotación de cálculo** el valor intermedio de **250 l/hab/día** por ser una cifra que también da una cierta seguridad a la vista de las cifras reales de consumo de los últimos años.

4.1.2.2 Caudales de aguas residuales

La metodología para calcular los caudales punta y mínimos de aguas residuales domésticas no está normalizada, pues depende de cada caso particular, habiendo una gran variedad de fórmulas disponibles.

En el presente proyecto, se ha optado por utilizar la metodología de cálculo indicada en la "Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano".

En principio, la totalidad del agua residual presente en el alcantarillado proviene de la red de distribución de agua potable. A partir de los caudales demandados para abastecimiento, consideramos que el 80% de esos caudales desaguaran en la red de saneamiento como aguas residuales.

En la determinación del caudal medio (QD_m) de aguas residuales domésticas se aplica la siguiente fórmula:

$$QD_m = \frac{1}{86,40} (Dd \times Cr \times h) \quad (l/s)$$

Donde:

- Dd: Dotación de aguas domésticas (m³/viv/ día)
- Cr: Coeficiente de retorno de valor 0,8
- h: Nº de habitantes (ud)

El valor de los caudales punta (QD_p) de aguas residuales (l/s) se estima de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$QD_p = 1,6 \cdot (QD_m + (QD_m)^{0,5}) < 3 \cdot QD_m \quad (l/s)$$

Siendo:

QD_p : El caudal punta

QD_m : El caudal medio.

A continuación se adjunta un cuadro con los resultados de los cálculos realizados:

Colector	Nº habitantes (ud)	Dotación l/hab/día	Caudal punta (l/s)	Caudal medio (l/s)
Ramal Ramonete 2	212	250	1,47	0,49
Ramal Ramonete 1	400	250	2,78	0,93
Subcolector Ramonete	762	250	4,95	1,76
Subcolector Librilleras 2	150	250	1,04	0,35
Ramal Librilleras 6	30	250	0,21	0,07
Ramal Librilleras 7	70	250	0,49	0,16
Ramal Librilleras 8	35	250	0,24	0,08
Subcolector Librilleras 1	133	250	0,92	0,31
Ramal Librilleras 1	25	250	0,17	0,06
Ramal Librilleras 2	20	250	0,14	0,05
Ramal Librilleras 3	20	250	0,14	0,05
Ramal Librilleras 4	35	250	0,24	0,08
Ramal Librilleras 5	70	250	0,49	0,16
Ramal Los Curas	120	250	0,83	0,28
Colector Principal	3056	250	15,57	7,07

Cuadro 4.1.2.2.I. Caudal de aguas residuales

Estos caudales son los máximos que se obtendrían en cada colector, en función de la población máxima asignada a cada uno de ellos. Puede observarse la escasa entidad de los caudales de aguas residuales que apenas influirán en el dimensionamiento hidráulico de los colectores.

4.1.3 CÁLCULO DE CAUDAL DE AGUAS PLUVIALES

Este apartado tiene por objeto el estudio hidrológico de las leyes de frecuencia de los caudales máximos para facilitar el posterior dimensionamiento hidráulico de los elementos de la red de saneamiento.

En primer lugar, se definen los parámetros fundamentales para el cálculo de caudales.



4.1.3.1 Periodo de retorno

Se estudiarán los caudales aportantes debidos a la escorrentía para un periodo de retorno de 2 años, sin sobrecargar la red.

4.1.3.2 Precipitaciones máximas

El procedimiento utilizado en la obtención de las precipitaciones diarias máximas de cálculo para el presente proyecto esta detallado en el Anejo Nº 4 “Estudio Hidrológico”.

Se detallan a continuación las normas y publicaciones que se consideran de aplicación para el estudio hidrológico:

- “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”. Ministerio de Fomento.
- “Estudio sobre precipitaciones máximas diarias y períodos de retorno para un conjunto de estaciones pluviométricas seleccionadas de España”. Ministerio de Fomento.
- Versión modificada del método hidrometeorológico, presentada por su autor (J.R. Témez) en una comunicación al XXIV Congreso de la Asociación Internacional de Investigaciones Hidráulicas (Madrid 1991), y reproducida en lengua castellana en el nº 82 de la Revista “Ingeniería Civil” (1991).
- Instrucción 5.2-IC DRENAJE SUPERFICIAL. Ministerio de Fomento (1990).

Se ha seleccionado la siguiente estación como representativa del régimen de lluvia de la zona, por su proximidad a la zona de estudio y por estar comprendida dentro de las que aparecen en el “Estudio sobre precipitaciones máximas diarias y períodos de retorno para un conjunto de estaciones pluviométricas seleccionadas de España”. Ministerio de Fomento.

La estación seleccionada es la siguiente:

7209 LORCA C.C.A.

El valor de precipitación utilizado para el período de retorno de diseño es el siguiente:

T (Período de retorno)	Precipitación(mm)
	7209 LORCA C.C.A.
2 años	44

4.1.3.3 Régimen de precipitaciones extremas

La ley de precipitaciones máximas diarias areales sobre la cuenca, deducida de los planos de isomáximas, o por otros métodos hidrometeorológicos, viene modificada según la expresión siguiente, para tener en cuenta la no simultaneidad de las lluvias máximas de un mismo período de retorno en toda la superficie.

$$P_d^* = P_d \left[1 - \frac{\log A}{15} \right] \quad \text{para } A \geq 1 \text{ km}^2$$

$$P_d^* = P_d \quad \text{para } A < 1 \text{ km}^2$$

donde:

- P_d^* = Precipitación máxima diaria modificada, en mm, correspondiente a un período de retorno T
- P_d = Precipitación máxima diaria calculada, en mm, correspondiente a un período de retorno T
- $\log A$ = Logaritmo decimal de la superficie de la cuenca A (km²)

El aguacero a efectos de cálculo quedará definido por la intensidad I (mm/hora) de precipitación media, función de la duración del intervalo considerado y de la intensidad de precipitación media diaria ($P_d^*/24$) para un período de retorno de referencia.

La duración que se considera en los cálculos de I es igual al tiempo de concentración de la cuenca.

La intensidad de precipitación media para un período de retorno dado se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{I}{I_d} = \left[\frac{I_1}{I_d} \right]^{\frac{28^{0,1} - D^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

donde:

- D = Duración de la lluvia en horas.
- I = Intensidad de la lluvia media en un intervalo de duración D para un período de retorno dado.
- I_d = Intensidad de la lluvia diaria para ese mismo período de retorno, $I_d = P_d^*/24$
- I_1/I_d = Relación entre la intensidad de lluvia horaria y diaria (independiente del período de retorno) que define la figura 2.2 de la Instrucción 5.2-IC. Se adopta un valor igual a **11**.



Relación entre la intensidad horaria de precipitación y la intensidad media diaria

4.1.3.4 Coeficientes de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es otro de los factores que interviene en la fórmula de cálculo del caudal punta.

La ley utilizada está ligada a aquella otra de transferencia "precipitación - escorrentía superficial" deducida por el SCS (*Soil Conservation Service*) de EEUU.

La expresión que evalúa el valor del coeficiente de escorrentía es la siguiente:

$$C = \frac{(P_d^* - P_0)(P_d^* + 23P_0)}{(P_d^* + 11P_0)^2}$$

donde:

- C = Coeficiente de escorrentía.
- P_d^* = Precipitación máxima diaria modificada correspondiente al período de retorno considerado.
- P_0 = Umbral de escorrentía.

A modo de simplificación se ha estimado se estima un coeficiente de escorrentía de 0,9.



4.1.3.5 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración (T_c) es el tiempo necesario para que el máximo caudal de cada subárea llegue a la sección de control.

En este estudio se considera que el tiempo de concentración (T_c) es igual a la suma del tiempo de escorrentía (T_e) más el tiempo de recorrido (T_r).

- El tiempo de escorrentía (T_e) es el tiempo que tarda una gota caída en un punto de la cuenca en alcanzar la entrada al sistema de colectores. Para los cálculos se ha considerado un tiempo de escorrentía de 5 minutos.
- El tiempo de recorrido (T_r) es el tiempo que tarda una gota en recorrer el camino que separa el sistema de colectores y la sección de cálculo. Este tiempo dependerá de las condiciones hidráulicas de los colectores y de su longitud.

4.1.3.6 Método racional hidrometeorológico

El método Hidrometeorológico utilizado viene recogido en la Instrucción de Carreteras 5.2-IC "Drenaje superficial". Se aplican las modificaciones propuestas por la Dirección General de Carreteras.

El caudal punta de avenida, Q (en m^3/s), para un período de retorno dado se obtiene mediante la expresión:

$$Q = K \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

donde:

- A = Superficie de la cuenca (en km^2).
- K = Coeficiente que tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal del aguacero.
- I = Intensidad de lluvia, en mm/h , correspondiente a la duración y período de retorno considerados.

La expresión utilizada para determinar el valor K es función del tiempo de concentración (T_c) de la cuenca:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14}$$

4.1.3.7 Áreas tributarias

El área tributaria de pluviales corresponde a la escorrentía procedente de áreas pavimentadas, parcelas y tejados de las viviendas. En el plano de “Delimitación de Cuencas” incluido en el **Apéndice 1** del presente anejo se incluye un plano con la identificación de las áreas cuyas viviendas pueden aportar escorrentía a los colectores proyectados. Las viviendas consideradas se muestran en el siguiente cuadro:

Colector	Nº viviendas (ud)
Ramal Ramonete 2	15
Ramal Ramonete 1	23
Subcolector Ramonete	37
Subcolector Librilleras 2	17
Ramal Librilleras 6	5
Ramal Librilleras 7	12
Ramal Librilleras 8	13
Subcolector Librilleras 1	17
Ramal Librilleras 1	4
Ramal Librilleras 2	3
Ramal Librilleras 3	7
Ramal Librilleras 4	7
Ramal Librilleras 5	8
Ramal Los Curas	21
Colector Principal	73

Cuadro 4.1.3.7.I. Viviendas tributarias de pluviales por colectores

El criterio que se ha utilizado para evaluar las superficies de aportación de aguas pluviales es el siguiente: se ha estimado una superficie de 100 m² por vivienda y en el caso de los viales se ha considerado un ancho de 5 m por la longitud de calzada considerada.

Hay que señalar también que, dado que estamos en un entorno rural con cauces y ramblas próximos, sólo se ha considerado que las viviendas y viales más próximos a los colectores pueden aportarles agua de lluvia.

Asimismo, la inexistencia de imbornales u otros elementos de recogida de escorrentía superficial limitan la posible entrada de agua de escorrentía a los colectores. Además, hay que tener en cuenta la citada proximidad de cauces naturales de evacuación de aguas superficiales, lo que hace altamente improbable que se dispongan en el futuro redes de imbornales, salvo en zonas muy puntuales.



4.1.3.8 Caudales de cálculo

Aplicando las expresiones del apartado anterior y con los datos de superficies de escorrentías obtenidas, se obtienen los caudales de pluviales.

En el **Apéndice 2** se incluyen los caudales resultantes para el dimensionamiento de los colectores. Dado que la red es unitaria, los caudales indicados en la tabla incluyen tanto los caudales de pluviales como los de aguas residuales estimados en el punto 4.1.2 de este anejo.

4.2. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA RED

A continuación se detallan los elementos principales utilizados en la red de saneamiento.

4.2.1 POZOS

Los pozos independientemente de su tipología, deben cumplir en cualquier caso con los requisitos establecidos en la norma UNE –E476 y por el proyecto de norma europea prEN 13.598-2, así como con la reglamentación en materia de Seguridad y Salud.

La ubicación de los pozos de registro se ha realizado siguiendo los siguientes criterios:

- Registro de un colector cada 45 m como distancia máxima.
- Cambio de dirección o de pendiente de la red
- Cambio de sección
- Conexión con red existente.
- Limpieza de colectores.

Los pozos tienen las siguientes características:

- Sus elementos serán prefabricados de PVC corrugado de sección circular.
- Las dimensiones de los pozos serán variable según los diámetros de los tubos que conecten. El Pozo de diámetro 1000 mm se utilizará para los colectores de diámetros 315 y 400 mm. El Pozo de diámetro 1200 mm se utilizará para el colector de diámetros 600 m.
- Se utilizarán tapas homologadas de fundición dúctil que soporten las cargas del tráfico previsto (en el caso de que puedan circular sobre ellas vehículos).



- ❑ La base del pozo estará dotada de una base de registro, estanca para evitar la entrada de agua al mismo.
- ❑ En los pozos visitables se colocarán pates empotrados en la pared de los mismos, separados cada 30 cm de altura, con el objetivo de facilitar la inspección del pozo.
- ❑ Estarán dotados de pates de acceso.
- ❑ Estarán dotados de conos de reducción, de sección circular de 600 mm. de diámetro.

En el plano Nº 4.2 “Detalles de pozos” se pueden ver todos los detalles de los pozos proyectados.

En el proyecto se han incluido distintas tipologías de pozos las cuales se describen a continuación:

- ❑ Pozos de limpieza: cuya función es la limpieza e inspección de la red. Están desprovistos de pates, y se utilizarán generalmente para la introducción de toberas de limpieza de agua a presión, mangueras de aspiración o sistemas de inspección con cámara de televisión.
- ❑ Pozos de resalto: Se colocarán cuando se produzcan saltos de más 1,00 m, que consistirán en pozo de registro con un conducto vertical (de diámetro 250 mm) que desemboca en una losa de granito que amortigue la caída del agua.

El criterio de diseño básico es que el salto del flujo no impida el acceso a los operarios de mantenimiento y que a su vez permita minimizar los posibles fenómenos erosivos que pudieran producirse al concentrarse el poder erosivo en una toma especialmente preparada para ello.

- ❑ Pozos de registro: Se colocarán para saltos inferiores a 1,00 m. Su misión es dar acceso al interior del colector a los operarios de mantenimiento.

A continuación se incluye un cuadro de dimensionamiento de pozos que incluye, diámetro, localización y el tramo de colector:

Ubicación	Tramo	DN del Pozo
Colector Principal	P1-P23	1000
Colector Principal	P24-P80	1200
Subcolector Ramonete	P1-P48	1000
Ramal Ramonete 1	P1-P10	1000
Ramal Ramonete 2	P1-P7	1000

Ubicación	Tramo	DN del Pozo
Subcolector Librillera 1	P1-P22	1000
Ramal Librillera 1	P1-P2	1000
Ramal Librillera 2	P1-P3	1000
Ramal Librillera 3	P1-P5	1000
Ramal Librillera 4	P1-P4	1000
Ramal Librillera 5	P1-P9	1000
Ramal Librillera 6	P1-P3	1000
Ramal Librillera 7	P1-P9	1000
Subcolector Librilleras 2	P1-P17	1000
Ramal Librilleras 8	P1-P12	1000
Ramal Los Curas	P1-P11	1000

Cuadro 4.2.1.I. Dimensionamiento de Pozos

4.2.2 COLECTORES

Para evacuar el agua recogida por la red es necesario recurrir a un sistema de colectores que conduzcan el agua hasta otro punto distinto al de recogida, ya sea para su tratamiento o vertido.

Los colectores serán tuberías de PVC corrugado, formados por doble pared, la exterior corrugada y la interior lisa. Los diámetros nominales utilizados son: 200, 250, 315, 400 y 600 mm.

Los colectores van apoyados sobre una cama de arena y recubiertos de material compactado.

Para garantizar la estanqueidad entre los tubos, el acoplamiento entre tubos se realizará mediante unión tipo copa, dotada de una junta elástica. En el plano Nº 4.2 “Detalles de pozos” se ven los detalles de montaje de los tubos.

A continuación se presentan los criterios y valores utilizados para fijar los parámetros hidráulicos a tener en cuenta en el proyecto.

Velocidades recomendadas

En el diseño hidráulico de colectores es conveniente limitar la velocidad del agua al objeto de:

- Asegurar la autolimpieza del colector. La velocidad del agua debe de ser suficientemente elevada a fin de evitar la sedimentación de las partículas sólidas que transporta, lo que podría incidir en su correcto funcionamiento.

- ❑ Evitar los daños en las paredes del colector debido a la acción mecánica del agua, lo que requiere limitar superiormente la velocidad.

Para un caudal y condiciones de contorno dadas, la velocidad de una sección depende de la pendiente del colector y de las características geométricas de dicha sección (forma y rugosidad). Normalmente, y siempre que la topografía lo permita, es la pendiente el parámetro que admite una mayor variabilidad y por tanto se fija de manera que se verifiquen las velocidades límite recomendadas de:

- ❑ Velocidad mínima de 0,60 m/s. Esta velocidad se considera suficiente para que el colector funcione en condiciones de autolimpieza.
- ❑ Velocidad máxima de 3 m/s para evitar abrasión en la conducción, admitiendo esporádicamente valores de hasta 6 m/s.

Diámetro

- ❑ Para evitar obstrucciones se fija como diámetro mínimo 315 mm

Pendientes

- ❑ Pendiente mínima de 0,5%, empleándose 0,3% para casos excepcionales.
- ❑ Pendiente máxima de 5,0%.
- ❑ Se debe tener especial cuidado en la ejecución, de manera que se garantice las pendientes definidas en proyecto. Este punto es especialmente crítico, para pendientes inferiores al 0,6%, al tratarse de colectores de PVC con apoyos granulares.

Calado

Con el objeto de asegurar un correcto funcionamiento en lámina libre para el caudal de proyecto, se recomienda que la relación calado/diámetro (y/D) para el caudal máximo de diseño no supere el 0,75.

Cabe recordar que el máximo caudal que es posible transportar en régimen permanente y uniforme corresponde a un calado inferior al de sección llena. En el caso de sección circular de diámetro D , dicho calado es $0,94D$.

Se ha evitado el diseño de conducciones que entren en carga.

Resistencia al flujo

Se evalúa mediante la fórmula de Manning, donde la resistencia que ofrecen al flujo las paredes del colector se caracteriza mediante el coeficiente de rugosidad de Manning “n”.

En los cálculos de colectores se ha adoptado un valor de 0,012 para este coeficiente, en lugar del 0,009 teórico habitual para tubos de PVC, al objeto de tener en cuenta tanto los efectos de posibles deficiencias en cuanto a mantenimiento como de los quiebros del trazado de los colectores, cuyo efecto final es reducir la capacidad hidráulica de las conducciones.

Alineación

La alineación entre pozos de registro será recta, evitando cambios de pendiente entre los mismos.

En relación con las distancias mínimas a edificios, deberán tomarse las necesarias precauciones para evitar cualquier afección a sus cimientos, siendo recomendable una separación mínima de 2-3 m.

Las conducciones no discurrirán bajo los árboles, ni bajo las alineaciones de los árboles.

En el caso de que se abran zanjas paralelas a las ya existentes para la instalación de nuevas tuberías, deberán extremarse las precauciones en la ejecución de la obra para garantizar que sigan existiendo las necesarias reacciones laterales del terreno.

En la instalación de tuberías próximas a taludes paralelos a la conducción de cierta altura, se deberán tomar las precauciones oportunas de manera que no se afecte la estabilidad del talud existente.

Recubrimiento

Se establece con carácter general un recubrimiento mínimo de 1 m por encima de la generatriz superior del tubo, valor que puede reducirse a 0,70 m en algunos casos puntuales ya que los tubos adoptados resisten sin problemas cargas con espesores de esa magnitud.

4.2.3 ACOMETIDAS DOMICILIARIAS

La ejecución de acometidas domiciliarias no está incluida en el presente proyecto. Sin embargo, se ha previsto la futura conexión de acometidas para el dimensionamiento de la red de saneamiento.



4.3. CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES

Como norma general, la conversión de caudal a calado en el colector se realiza con la hipótesis de flujo uniforme, es decir, las pérdidas de energía son iguales a la pendiente del colector.

La capacidad de desagüe de los colectores se determina mediante la ecuación de pérdida de energía por rozamiento definida por la fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = S \times V = S \frac{R^{2/3} \cdot J^{1/2}}{n}$$

Siendo:

S (m ²)	=	área de la sección
V (m/s)	=	velocidad en la sección
R (S/p)	=	radio hidráulico
J (m/m)	=	pendiente longitudinal en régimen uniforme
n	=	coeficiente de rugosidad (adoptado 0,012)

En el **Apéndice 3** se recoge la salida de resultados del programa.

5. OBRA ESPECIAL COLECTOR PRINCIPAL ENTRE POZOS P31-P32

5.1. INTRODUCCIÓN

Entre los pozos P31-P32 del Colector Principal, se cruza una pequeña vaguada. Por necesidad de trazado de la red de colectores en dicho punto el colector principal se sitúa sobre el terreno en una extensión aproximada de 30m. Con el fin de garantizar la continuidad de la vaguada se ha previsto la colocación de la tubería un relleno y la protección de la tubería.

5.2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Los caudales aplicables a este estudio son los correspondientes a la cuenca 2.3 (ver Anejo 4 "Estudio Hidrológico"). Se analiza la posible afección sobre el propio cauce o líneas de agua, y se determina de este modo si se podría producir erosión en ellos, afectando de este modo a la conducción.

En el apartado siguiente se realiza el estudio hidráulico de la vaguada, que permite calcular la cota de la lámina de inundación para el periodo de retorno correspondiente a la avenida

extraordinaria, con la finalidad de comprobar el efecto que ocasiona dicho colector en las zonas colindantes.

Para la modelización de la vaguada se ha utilizado el programa Flowmaster, este programa permite obtener para el caudal de avenida estudiado los diferentes parámetros hidráulicos asociados a la sección analizada.

Los resultados gráficos y numéricos del estudio hidráulico se incluyen en las páginas siguientes.

La obra prevista tiene las siguientes características:

- ❑ Protección de la tubería introduciéndola en un dado de hormigón rectangular de sección rectangular de 1,60 x1,60 m y una longitud de 30,0 m, con una sección suficiente para proteger el Colector Principal
- ❑ Cunetas laterales aguas arriba del dado, cuya función es canalizar las aguas a los puntos bajos de la cuenca.
- ❑ Bajantes escalonadas prefabricadas ubicadas en los puntos bajos en los P.K. 1+681.735 y 1+701.204.
- ❑ Para la protección tanto aguas arriba como agua abajo de la obra, en la zona afectada se ha previsto un manto de escollera.

Las cunetas presentan las siguientes características:

- ❑ Son revestidas de hormigón.
- ❑ Tienen una profundidad de 0,30 m, mínimo.
- ❑ Taludes 2H:1V.

Las bajantes prefabricadas son elementos situados en taludes de terraplén en hormigón para soportar la erosión del agua a velocidades elevadas. Se colocan las bajantes para evitar que el agua circule libremente por los taludes. Se proyectan las bajantes prefabricadas: tipo B1 (desagüe de cuneta en terraplén). Las bajantes tienen unas dimensiones interiores en planta de 0,30x 0,45m y una altura que varía de 7 a 10cm de lado a lado.

El diseño geométrico, al igual que detalles de su construcción y en especial sus anclajes, como la distancia máxima entre ellos, se presentan en los planos Nº 6 “Obras Especiales Colector Principal entre Pozos P31-P32”.

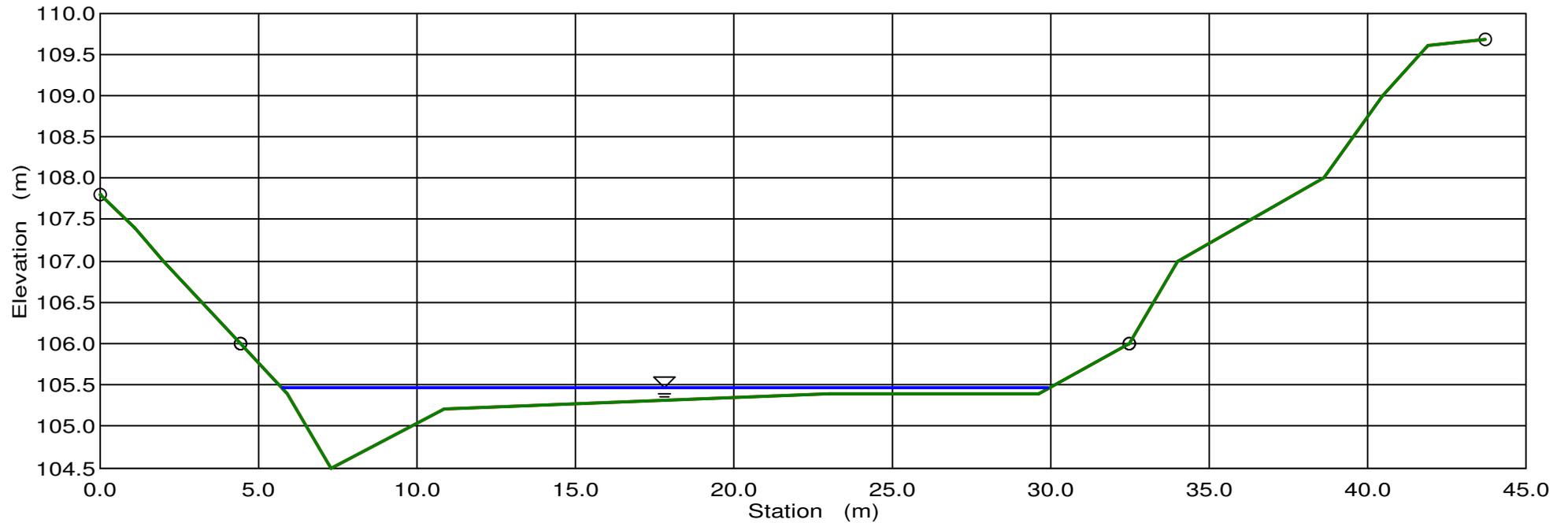


RESULTADOS GRÁFICOS Y NÚMERICOS DEL ESTUDIO HIDRÁULICO

Colector Principal entre Pozos P31-P32
Cross Section for Irregular Channel

Project Description	
Project File	f:\proyectos\mur1006-colec_km15\5._doc._interna\5.3_dptos_ingenieria\drenaje\pc\flowmaster\rambla-c.fm2
Worksheet	Rambla Cruce Colector principal(Elevado)
Flow Element	Irregular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Water Elevation

Section Data	
Wtd. Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	0.003000 m/m
Water Surface Elevation	105.46 m
Discharge	2.22 m ³ /s



Colector Principal entre Pozoa P31-P32
Worksheet for Irregular Channel

Project Description	
Project File	f:\proyectos\mur1006-colec_km15\5._doc._interna\5.3_dptos_ingenieria\drenaje\pc\flowmaster\rambla-c.fm2
Worksheet	Rambla Cruce Colector principal(Elevado)
Flow Element	Irregular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Water Elevation

Input Data		
Channel Slope	0.003000 m/m	
Elevation range: 104.50 m to 109.68 m.		
Station (m)	Elevation (m)	
0.00	107.80	
1.14	107.40	
2.04	107.00	
4.47	106.00	
5.94	105.40	
7.32	104.50	
10.90	105.20	
23.00	105.40	
29.64	105.40	
32.50	106.00	
34.03	107.00	
38.66	108.00	
40.50	109.00	
41.94	109.60	
43.72	109.68	
Discharge	2.22	m ³ /s

Results		
Wtd. Mannings Coefficient	0.045	
Water Surface Elevation	105.46	m
Flow Area	5.15	m ²
Wetted Perimeter	24.46	m

Colector Principal entre Pozoa P31-P32
Worksheet for Irregular Channel

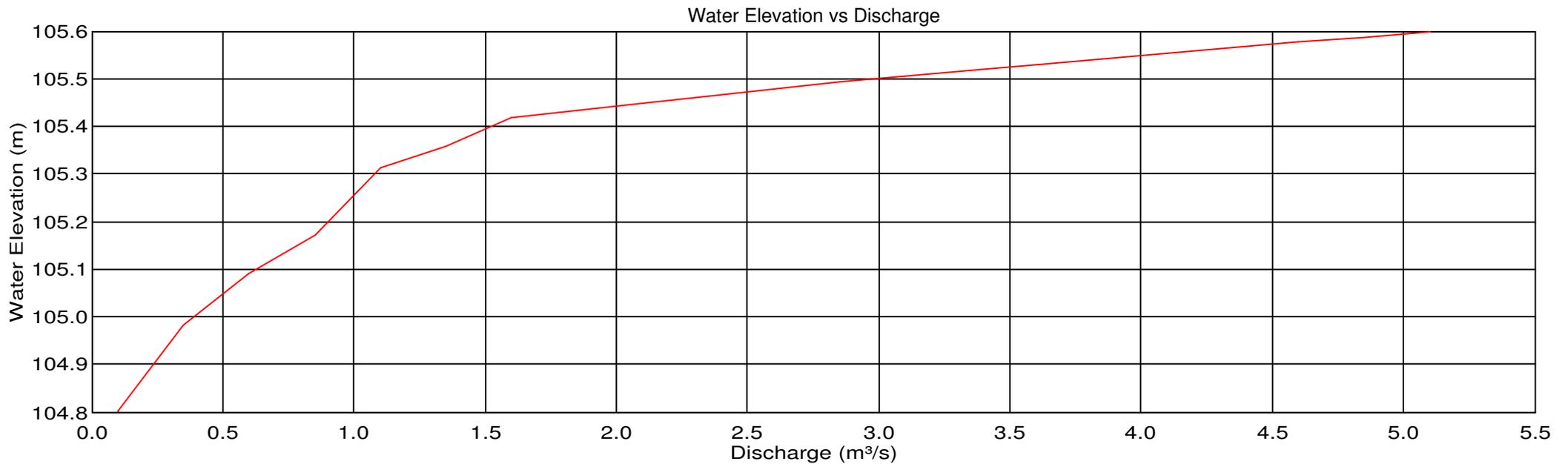
Top Width	24.11	m
Height	0.96	m
Critical Depth	105.12	m
Critical Slope	0.031699	m/m
Velocity	0.43	m/s
Velocity Head	0.01	m
Specific Energy	105.47	m
Froude Number	0.30	
Flow is subcritical.		

Curve Plotted Curves for Irregular Channel

Project Description	
Project File	f:\proyectos\mur1006-colec_km15\5._doc._interna\5.3_dptos_ingenieria\drenaje\pc\flowmaster\rambla-c.fm2
Worksheet	Rambla Cruce Colector principal(Elevado)
Flow Element	Irregular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Water Elevation

Constant Data	
Channel Slope	0.003000 m/m

Input Data			
	Minimum	Maximum	Increment
Discharge	0.10	5.00	0.25 m ³ /s





6. ESTUDIO DE EROSIONES

6.1. INTRODUCCIÓN

Los caudales aplicables a este estudio son los obtenidos en cada una de las cuencas analizadas en el Anejo 4 – Estudio Hidrológico. Se analiza la posible afección sobre el propio cauce o líneas de agua, y se determina de este modo si se podría producir erosión en ellos, afectando de este modo a la conducción.

La disposición del trazado de la conducción intercepta tres cauces principales, destacando entre ellos las ramblas de Ramonete y de Gurrucuales, además de otros puntos de escorrentía natural (cauces secundarios).

Dado que el alcance del Proyecto de Construcción no tiene como objetivo la modelización hidráulica de detalle de los cauces principales, se han realizado modelizaciones simplificadas con la aplicación informática Flowmaster, resultando valores suficientes para la realización del estudio de erosiones. En el **Apéndice 4** se incluyen los resultados hidráulicos obtenidos.

6.2. CÁLCULO DE LA EROSIÓN GENERAL

Se pueden dar dos tipos de socavaciones generales: las reversibles y las permanentes o remontantes.

Estas últimas se refieren al equilibrio de la propia morfología del cauce frente a acciones exteriores, sin considerar el elemento a diseñar. Se refiere a la influencia del balance de sólidos aguas arriba y aguas abajo de la zona de estudio (extracciones de áridos, azudes, presas, desvíos, cortas, etc.) antes de llegar a un perfil de equilibrio.

Como es lógico, este tipo de socavación general es difícilmente predecible, aunque sí es estudiable conociendo dichas actuaciones anteriores y no equilibradas o futuras.

Se asume que el perfil existente de los cauces en la zona se mantiene en equilibrio, es decir, son estables y, por tanto, no se entra en la determinación de una socavación permanente, que sería objeto de un estudio específico más allá del alcance de este Proyecto.

El segundo tipo de socavación general se puede definir como el espesor de material que, debido a la acción del agua en avenidas, se mantiene en un estado de suspensión móvil.

Es decir, el espesor de socavación, en un cauce uniforme y rectilíneo, avanza a una cierta velocidad, de forma que al final de la avenida vuelve a adquirir la misma posición aunque el material se haya desplazado, ocupando otro su lugar.

Se han utilizado dos métodos para el cálculo de la socavación general:

- J. PEDRO MARTÍN VIDE (“Ingeniería de ríos” - Ediciones UPC (2002))
- BLENCH (“Control de erosión Fluvial”. - Témez. MOPTMA (1988))

A) J. PEDRO MARTÍN VIDE

El estudio para conocer la cifra de erosión potencial se basa en la combinación de las estimaciones de la erosión general transitoria y la erosión general a largo plazo. Las componentes de la erosión son heterogéneas: la estimación de la erosión a largo plazo normalmente se refiere a un plazo de años, mientras la de la erosión general transitoria va asociada a una probabilidad de ocurrencia. En este sentido es interesante definir un plazo u horizonte de vida de la actuación y realizar una estimación de la erosión permanente precisamente en ese plazo. Cuando se hace así, tal erosión puede considerarse un suceso seguro en tal plazo.

Por otra parte, los restantes procesos de erosión en cierto sentido ocurren independientemente de la evolución progresiva del fondo, de manera que el fondo erosionado a largo plazo puede considerarse un plano de referencia rebajado desde el que contar las restantes erosiones. Así concluimos que la erosión general transitoria puede sumarse directamente con la erosión a largo plazo.

Erosión general transitoria

Se calcula a partir de:

- Un criterio del principio de movimiento de un fondo granular bajo una corriente permanente, tal como el criterio de Shields
- La hipótesis de aguas claras, o sea que la corriente no transporta sedimentos.

Una vez determinada la posición de la superficie libre (con el fondo inicial y para un cierto caudal), el cálculo se realiza manteniéndola fija mientras se rebaja el fondo, aumentando así el área hasta que la corriente, cada vez más lenta, sea incapaz de mover el material (según el criterio de principio del movimiento). En la realidad, la avenida es no permanente, transporta sedimento y el cambio del fondo repercute en la superficie. La hipótesis de aguas claras suele considerarse que conduce a erosiones por exceso (del lado de la seguridad), con el argumento de que no se tiene en cuenta la aportación de material sólido en sustitución del erosionado.

Empleando el valor de tensión crítica adimensional 0,056 junto a la expresión de la tensión tangencial $\vartheta = \gamma R h l$, la fórmula de Manning para la pendiente motriz y la fórmula de Strickler para el coeficiente de rugosidad de Manning, se puede resumir el método en la fórmula:

$$v_{cr} = 21 \left(\frac{R_h}{D_{50}} \right)^{1/6} \sqrt{0,056 \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} D}$$

El fondo se rebaja hasta que la velocidad media de la sección es igual a V_{cr} . Para tener en cuenta el acorazamiento del lecho se emplea el diámetro D_{84} como característico del lecho erosionado, entendiéndose por aquel tamaño tal que el 84% del material tiene un peso inferior a él.

Nótese que la fórmula anterior da en realidad el área erosionada (caudal partido por V_{cr}) y llamaremos factor de erosión al cociente entre el área erosionada y el área inicial. Por ello, tras aplicar la fórmula es preciso tener alguna idea de la forma de la sección erosionada para deducir el calado erosionado y' . La idea más elemental es hacer el calado erosionado proporcional al calado original con coeficiente de proporcionalidad.

Erosión general a largo plazo

En esta clase de erosión, llamada también erosión evolutiva, interesan los desequilibrios causados por el hombre en el río, como son la destrucción de una presa, azud o traviesa, la bajada del nivel de agua en una desembocadura (en un lado, río o mar) así como la bajada de cota de fondo en la desembocadura.

Por último, las fórmulas de teoría del régimen de Lacey permiten una estimación de la erosión general a largo plazo:

$$y_m = 0,128 \cdot \frac{Q^{1/3} \text{ (m}^3 \text{ / s)}}{D_m^{1/6} \text{ (m)}}$$

El calado máximo y' es mayor que y_m : en un tramo recto puede hacerse $y' = 1,25 y_m$ mientras en una curva cerrada se puede llegar a $y' = 2,0 y_m$. La erosión general sería $e = y' - y$, siendo y el calado inicial. Si el resultado del cálculo es negativo, la teoría del régimen nos indicará que el cauce es más hondo que uno en equilibrio, de modo que la tendencia evolutiva sería una sedimentación en lugar de una erosión.

B) ECUACIÓN DE RÉGIMEN DE BLENCH

La base del método de BLENCH y otros métodos que calculan la erosión mediante fórmulas de régimen, consiste en la definición de una sección tal que su máxima erosión se produce en el centro del cauce, siendo nula en el contacto con el agua, y cuyo máximo calado viene estimado en función del calado crítico de la sección inicial (antes de producirse la erosión). Según la ecuación de régimen de Blench aplicada en este estudio de acuerdo a la siguiente expresión:

$$y_r = \alpha \times \left[\frac{q}{\sqrt{g}} \right]^{\left(\frac{2}{3}\right)} = \alpha \times y_c$$

siendo:

y_r = calado de régimen (m)

q = caudal por unidad de anchura (m³/s/m)

g = aceleración de la gravedad (m/s²)

y_c = calado crítico (m)

α = factor adimensional función del tamaño medio del material del lecho, que se puede obtener del gráfico de la figura 4.9 de la Publicación y cuyos valores se resumen:

DIÁMETRO DEL MATERIAL (mm)	α
0,1	3,9
1	2,6
10	2,0
20	1,9
30	1,8
100	1,65

Aplicando un coeficiente K mayorante que depende de la configuración del cauce a este calado y_r , se obtiene el calado máximo correspondiente a la erosión general. A partir del mismo se obtiene dicha erosión deduciendo el calado real obtenido en el modelo hidráulico.

$$e_g = K \times y_r - y$$

Los valores de K se indican a continuación:

TRAZADO	K
Tramo recto de cauce	1,25
Codo moderado	1,50
Codo acusado	1,75
Codo abrupto	2,00

Se incluyen a continuación para cada cauce en estudio los cálculos donde se obtiene la erosión general para los mismos:



Código cuenca	Caudal de avenida (m ³ /s)	Cota máxima avenida (m)	Cota del lecho (m.s.n.m.)	Calado (m)	Superficie mojada Sm (m ²)	Perímetro mojado Pm (m)	Ancho lámina A (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Tamaño del material		Factor mayorante calado medio K	Coeficiente ecuación de Blench α	Peso esp. material (T/m ³)	Peso esp. agua (T/m ³)	Aceleración (m ² /s)
									D ₅₀ (m)	D ₈₄ (m)					
Rambla Ramonete - 1.0	330.34	112.92	111.00	1.92	101.27	109.28	109.00	0.93	0.00200	0.01000	1.5	2.53	2.65	1.00	9.8
Rambla Ramonete - 2.0	397.98	73.86	72.50	1.36	126.28	124.34	123.19	1.02	0.00200	0.01000	1.5	2.53	2.65	1.00	9.8
Rambla Gurrucuales - 2.2	86.87	108.28	106.50	1.78	21.04	17.16	16.36	1.23	0.00200	0.01000	1.5	2.53	2.65	1.00	9.8
2.4	25.52	114.30	113.50	0.80	13.22	21.90	21.67	0.60	0.00200	0.01000	2	2.53	2.65	1.00	9.8

Cuadro 6.2.I. Cauces principales - PARÁMETROS DE CÁLCULO DE LA EROSIÓN GENERAL



Código cuenca	Caudal de avenida (m ³ /s)	Calado (m)	Superficie mojada Sm (m ²)	Perímetro mojado Pm (m)	Ancho lámina A (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Tamaño del material		Factor mayorante calado medio K	Coeficiente ecuación de Blench α	Peso esp. material (T/m ³)	Peso esp. agua (T/m ³)	Aceleración (m ² /s)
							D ₅₀ (m)	D ₈₄ (m)					
1.1	13.33	0.57	7.44	20.55	20.51	0.36	0.00200	0.01000	2	2.53	2.65	1.00	9.8
1.2	0.75	0.21	0.60	4.10	4.07	0.15	0.00200	0.01000	2	2.53	2.65	1.00	9.8
1.3	14.66	0.93	4.33	8.17	7.91	0.53	0.00200	0.01000	2	2.53	2.65	1.00	9.8
1.4	2.97	0.37	1.11	4.24	4.12	0.26	0.00200	0.01000	2	2.53	2.65	1.00	9.8
1.5	2.94	0.55	0.98	3.03	2.73	0.32	0.00200	0.01000	2	2.53	2.65	1.00	9.8
1.6	1.65	0.16	0.58	4.04	3.99	0.14	0.00200	0.01000	2	2.53	2.65	1.00	9.8
2.1	11.76	0.48	5.95	24.41	24.40	0.24	0.00200	0.01000	2	2.53	2.65	1.00	9.8
2.3	2.28	0.38	1.00	3.52	3.32	0.28	0.00200	0.01000	2	2.53	2.65	1.00	9.8

Cuadro 6.2.II. Cauces secundarios - PARÁMETROS DE CÁLCULO DE LA EROSIÓN GENERAL



Código	ECUACIONES J.P. MARTIN VIDE						ECUACION BLENCH		
	Velocidad crítica	Área erosionada (m ²)	Coef. Propor.	Erosión general transitoria	Calado medio (Ym)	Erosión general largo plazo (1,25Ym)	Caudal específico	Calado de régimen	Mayoración calado
Rambla Ramonete - 1.0	1.78	186.03	1.84	1.61	2.49	1.20	3.03	2.48	3.71
Rambla Ramonete - 2.0	1.80	220.73	1.75	1.02	2.65	1.96	3.23	2.58	3.88
Rambla Gurrucuales - 2.2	1.86	46.69	2.22	2.17	1.60	0.22	5.31	3.60	5.40
2.4	1.65	15.44	1.17	0.13	1.06	0.53	1.18	1.32	2.64

Cuadro 6.2.III. Cauces principales – CÁLCULO DE LA EROSIÓN GENERAL



Código	ECUACIONES J.P. MARTIN VIDE						ECUACION BLENCH		
	Velocidad crítica	Área erosionada (m ²)	Coef. Propor.	Erosión general transitoria	Calado medio (Ym)	Erosión general largo plazo (1,25Ym)	Caudal específico	Calado de régimen	Mayoración calado
1.1	1.52	8.78	1.18	0.10	0.86	0.50	0.65	0.89	1.77
1.2	1.31	0.57	0.96	-0.01	0.33	0.20	0.18	0.38	0.77
1.3	1.62	9.06	2.09	1.02	0.88	0.17	1.85	1.78	3.57
1.4	1.44	2.06	1.86	0.32	0.52	0.28	0.72	0.95	1.90
1.5	1.49	1.97	2.01	0.56	0.52	0.10	1.08	1.24	2.48
1.6	1.30	1.27	2.19	0.19	0.43	0.37	0.41	0.66	1.31
2.1	1.42	8.27	1.39	0.19	0.82	0.55	0.48	0.73	1.45
2.3	1.46	1.56	1.56	0.21	0.47	0.21	0.69	0.92	1.84

Cuadro 6.2.IV. Cauces secundarios – CÁLCULO DE LA EROSIÓN GENERAL



Código	Erosión Martin Vide	Erosión Blench	Erosión mínima Y/4	H de erosión estimada	H de erosión adoptada	Cota erosión
Rambla Ramonete - 1.0	2.80	1.79	0.48	2.80	3.00	108.20
Rambla Ramonete - 2.0	2.97	2.52	0.34	2.52	3.00	69.98
Rambla Gurrucal - 2.2	2.39	3.62	0.45	3.62	4.00	102.88
2.4	0.66	1.84	0.20	1.84	2.00	111.66

Cuadro 6.2.V. Cauces principales – EROSIÓN GENERAL ADOPTADA

Código	Erosión Martin Vide	Erosión Blench	Erosión mínima Y/4	H de erosión estimada	H de erosión adoptada
1.1	0.60	1.20	0.14	1.20	1.50
1.2	0.19	0.56	0.05	0.56	1.00
1.3	1.19	2.64	0.23	2.64	3.00
1.4	0.60	1.53	0.09	1.53	2.00
1.5	0.65	1.93	0.14	1.93	2.00
1.6	0.56	1.15	0.04	1.15	1.50
2.1	0.73	0.97	0.12	0.97	1.00
2.3	0.43	1.46	0.10	1.46	1.50

Cuadro 6.2.VI. Cauces secundarios – EROSIÓN GENERAL ADOPTADA



6.3. DEFINICIÓN DE LAS PROTECCIONES

Cota

En los cruces con cauces y ramblas es aconsejable situar la conducción por debajo de la cota de erosión general calculada en apartados anteriores, con el objetivo de no perjudicar el régimen natural del cauce, asegurando igualmente la vida útil de la infraestructura.

Protección de escollera

Como medida de protección se considera necesaria la colocación de escollera en los cruces de la conducción con los cauces y ramblas existentes. El tamaño de la escollera, el número de capas a disponer, la extensión del manto, así como otras características generales, se definen a continuación.

Tamaño de los bloques de escollera

El tamaño de los elementos de la escollera debe ser tal, que la corriente sea incapaz de arrastrarlos. La condición de comienzo de arrastre del material se determina aplicando la siguiente expresión:

$$\frac{V_o}{\sqrt{\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \cdot g \cdot d}} = 1,5 \cdot K \cdot \left(\frac{R}{d}\right)^{1/6}$$

Siendo:

V_o = Velocidad media de comienzo de arrastre en la vertical del punto

R = Radio hidráulico del cauce (sección/perímetro)

d = Diámetro de la esfera equivalente al tamaño de la escollera

γ_s = Peso específico del material

γ = Peso específico del fluido

g = Aceleración de la gravedad

K = Factor adimensional

K tiene valor 1 donde se trate de lecho plano constituido todo él por el mismo material, pero que en el caso de protecciones de escollera incrustadas en un cauce de material más fino toma los siguientes valores:

$K = 0,85$ Para protecciones aisladas

$K = 0,90$ Para protecciones en toda la anchura del cauce con dunas

$K = 0,95$ Para protecciones en toda la anchura del cauce sin dunas

Despejando el diámetro de la fórmula (2), se tiene:



$$d = \frac{V_o^3}{\left(\sqrt{\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}} \cdot g \cdot 1,5 \cdot K \right)^3 \cdot R^{1/2}}$$

Puede comprobarse que el tamaño de los bloques se hace muy sensible a la velocidad, aumentando considerablemente a medida que se incrementa ésta.

Los bloques de escollera se asemejarán lo más posible a la forma esférica, admitiéndose, no obstante, una forma elipsoidal de igual o mayor volumen aparente cuyo eje menor sea como mínimo de valor $0,8 \cdot d$ y cuyo eje mayor sea como máximo $1,6 \cdot d$, siendo “d” el diámetro aparente antes calculado.

Disposición en planta

El manto de escollera se coloca encima del relleno de hormigón de la conducción, en un ancho igual al ancho de la zanja. La extensión del manto no debe ser inferior al ancho de lámina correspondiente al caudal de avenida.

Espesor del manto de escollera

Se adopta como espesor del manto de escollera ϵ_0 el valor de dos veces el diámetro de la esfera equivalente al bloque de escollera, es decir:

$$\epsilon_0 = 2 \cdot d$$

Granulometría

En cuanto a la curva granulométrica de la escollera, se admite que un porcentaje C de los bloques tenga un peso inferior al calculado, siempre y cuando se incremente el espesor del manto para compensar posibles pérdidas de material, según la siguiente expresión:

$$\epsilon_c = \epsilon_0 \left(1 + \frac{C}{100} \right)$$

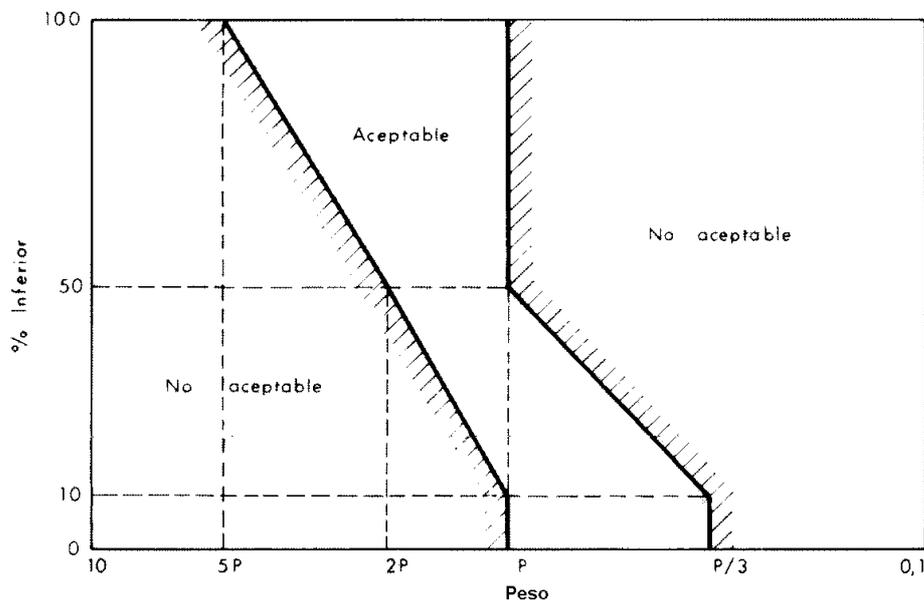
siendo:

C: porcentaje de elementos con peso inferior al peso P

ϵ_0 : espesor inicial del manto, $\epsilon_0 = 2 \cdot d$

En cualquier caso, al menos el 50% de los bloques tendrán un peso igual o superior al peso P ($C_{\text{máx}} = 50\%$), limitándose el peso mínimo a $\frac{1}{3}$ de P.

Adicionalmente, se pone un límite superior a la curva granulométrica, tal y como se indica en la figura siguiente.



Límites de la curva granulométrica de la escollera

Filtro

Si la diferencia entre el tamaño del material de la escollera y el del terreno es grande, éste último puede ascender entre los huecos del primero, y en la práctica se comprueba que tiene tendencia a ello. De esa forma los bloques verían minada su base y caerían a ambos lados de la zanja, dejando al descubierto las obras que se deseen proteger. Por este motivo se colocará una capa filtrante, consistente en un geotextil no tejido de filamentos continuos de polipropileno, unidos mecánicamente por un proceso de agujado o punzonado. Deberá ser de alta permeabilidad, al menos de 0,5 cm/s para una carga de agua de 2 kN/m², con una resistencia a la perforación de 2.700 N y una capacidad de retención de partículas de hasta 0,3 mm. El geotextil tendrá un peso de 300 gr/m².



Código	Espesor dado de HA	Máxima erosión total (m)	Velocidad media de arrastre V_0 (m/s)	Sección S (m ²)	Perímetro mojado P (m)	Peso específico del material γ_s (t/m ³)	Peso específico del líquido γ (t/m ³)	Aceleración de la gravedad g (m/s ²)	Factor adimensional K	Diámetro de los bloques (m)	Peso requerido (kg)	Diámetro mínimo (89 kg) (m)	Diámetro adoptado (m)	Espesor capa escollera (m)
0.0	0.50	3.00	3.26	101.27	109.28	2.65	1.00	9.80	0.95	0.19	89.0	0.40	0.40	0.80
0.2	0.50	3.00	3.15	126.28	124.34	2.65	1.00	9.80	0.95	0.16	89.0	0.40	0.40	0.80
0.5	0.50	4.00	4.13	21.04	17.16	2.65	1.00	9.80	0.95	0.34	89.0	0.40	0.40	0.80
0.6	0.50	2.00	1.97	13.22	21.90	2.65	1.00	9.80	0.95	0.05	89.0	0.40	0.40	0.80

Cuadro 6.3.I. Cauces principales - PROTECCIONES DE ESCOLLERA

Código	Espesor dado de HA	Máxima erosión total (m)	Velocidad media de arrastre V_0 (m/s)	Sección S (m ²)	Perímetro mojado P (m)	Peso específico del material γ_s (t/m ³)	Peso específico del líquido γ (t/m ³)	Aceleración de la gravedad g (m/s ²)	Factor adimensional K	Diámetro de los bloques (m)	Peso requerido (kg)	Diámetro mínimo (89 kg) (m)	Diámetro adoptado (m)	Espesor capa escollera (m)
1.1	0.50	1.50	1.79	7.44	20.55	2.65	1.00	9.80	0.95	0.05	89.0	0.40	0.40	0.80
1.2	0.50	1.00	1.26	0.60	4.10	2.65	1.00	9.80	0.95	0.03	89.0	0.40	0.40	0.80
1.3	0.50	3.00	3.38	4.33	8.17	2.65	1.00	9.80	0.95	0.28	89.0	0.40	0.40	0.80
1.4	0.50	2.00	2.67	1.11	4.24	2.65	1.00	9.80	0.95	0.20	89.0	0.40	0.40	0.80
1.5	0.50	2.00	3.01	0.98	3.03	2.65	1.00	9.80	0.95	0.25	89.0	0.40	0.40	0.80
1.6	0.50	1.50	2.86	0.58	4.04	2.65	1.00	9.80	0.95	0.33	89.0	0.40	0.40	0.80
2.1	0.50	1.00	1.98	5.95	24.41	2.65	1.00	9.80	0.95	0.08	89.0	0.40	0.40	0.80
2.3	0.50	1.50	2.28	1.00	3.52	2.65	1.00	9.80	0.95	0.12	89.0	0.40	0.40	0.80

Cuadro 6.3.II. Cauces secundarios - PROTECCIONES DE ESCOLLERA



6.4. CONCLUSIONES

Según los cálculos de erosiones realizados y a la vista de la cotas de la erosión general deducidas del apartado 6.2 'CÁLCULO DE LA EROSIÓN GENERAL', comparando estos valores con las cotas de la conducción en los puntos de cruce con las vaguadas y ramblas, se comprueba que en la mayoría de los casos las cotas son superiores a la erosión general, por lo que se hace necesario colocar protecciones de escollera sobre el hormigón según la sección tipo.

Esta medida de protección se dispondrá en el todo ancho del cauce, según el ancho de la lámina de agua deducida de la sección modelizada y contrastada con los datos facilitados por la Confederación Hidrográfica del Segura, plano Nº 17 "Cuenca de Ramonete del Inunmur (adjunto a continuación), y otros estudios de inundabilidad existentes en el ámbito de actuación, atendiendo en todo caso a las dimensiones anteriormente calculadas.



PLANO Nº17 – CUENCA DE RAMONETE DE INUNMUR



Periodo de retorno

- T = 50 años
- T = 100 años
- T = 500 años

Clasificación de Zonas Inundables

 A	 A1
 B	 A2
 C	 A3



TITULO DEL PROYECTO
ÁNÁLISIS DE RIESGO Y ZONIFICACIÓN TERRITORIAL ANTE EL RIESGO DE INUNDACIONES EN LA REGIÓN DE MURCIA

ESCALA:
1:25.000

FECHA
2005

PLANO
ÁNÁLISIS DE RIESGO Y ZONIFICACIÓN TERRITORIAL DE ACUERDO A LA DIRECTRIZ BÁSICA DE PROTECCIÓN CIVIL ANTE EL RIESGO DE INUNDACIONES

PLANO Nº
17

CUENCA DE : **RAMONETE**



7. HINCAS

7.1. INTRODUCCIÓN

Alternativamente a las instalaciones convencionales enterradas, las conducciones pueden colocarse mediante tecnologías sin apertura de zanja en cruces bajo carreteras, ferrocarriles y en general, pasos de difícil ejecución en lo que no sea posible la realización de una zanja sin causar grandes afecciones.

Aunque, como su propio nombre indica, las instalaciones sin apertura de zanja se basan en la no ejecución de zanjas, cabe decir no obstante, que en cualquier caso es necesario realizar excavaciones puntuales para la construcción en los fosos de ataque o recepción de la obra subterránea.

En el trazado de las conducciones bajo la autovía AP7 y las carreteras RM332 y RM-D21, los cruces de las obras se resuelven mediante hincas con diferentes tipologías.

A continuación se adjunta una tabla donde se recogen todos los cruces de carreteras y autovía mediante hinca:



HINCA	NOMBRE DEL COLECTOR	ENTRE POZOS	UBICACIÓN	P.K. INICIO	LONGITUD (m)	DIAMETRO (mm)	
						COLECTOR	HINCA
1	COLECTOR PRINCIPAL	P3-P4	RM-332	0+085	22.0	315	400
2	COLECTOR PRINCIPAL	P6-P7	RM-D21	0+200	23.0	315	400
3	COLECTOR PRINCIPAL	P24-P25	RM-D21	1+319	16.0	600	800
4	COLECTOR PRINCIPAL	P42-P43	RM-D21	2+275	14.0	600	800
5	COLECTOR PRINCIPAL	P66-P67	RM-D21	3+263	14.0	600	800
6	SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 1	P17-P18	RM-D21	0+813	14.0	400	500
7	SUBCOLECTOR RAMONETE	P27-P28	AP-7	1+315	102.0	315	400
8	RAMAL RAMONETE 1	P1-P2	RM-332	0+008	18.0	315	400
9	RAMAL RAMONETE 2	P1-P2	RM-332	0+000	14.0	315	400



7.2. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

En la siguiente tabla se explicitan la ubicación de los cruces, el diámetro de la tubería hincada, así como datos característicos del terreno a atravesar:



HINCA	NOMBRE DEL COLECTOR	P.K. INICIO	UBICACIÓN	Terreno	UBICACIÓN
1	COLECTOR PRINCIPAL	0+085	RM-332	C1.- Costra carbonatada	Se trata de una costra carbonatada muy compacta. Parámetros: $\gamma_{ap}=2,20$ t/m ³ ; $c'=20,0$ t/m ² ; $\phi'=35,0^\circ$
2	COLECTOR PRINCIPAL	0+200	RM-D21	D1.- Abanicos aluviales	Se trata de arcillas y limos con arenas medias y algunas gravas. Parámetros: $\gamma_{ap}=2,00$ t/m ³ ; $c'=1,0$ t/m ² ; $\phi'=30,0^\circ$
3	COLECTOR PRINCIPAL	1+319	RM-D21	T1.- Depósitos de terraza	Gravas y arenas en matriz arcillo-limosa Parámetros: $\gamma_{ap}=2,10$ t/m ³ ; $c'=0,5$ t/m ² ; $\phi'=34,0^\circ$
4	COLECTOR PRINCIPAL	2+275	RM-D21	G1.- Depósitos de glaci	Arcillas limoso-arenosas con gravas Parámetros: $\gamma_{ap}=2,00$ t/m ³ ; $c'=1,0$ t/m ² ; $\phi'=32,0^\circ$
5	COLECTOR PRINCIPAL	3+263	RM-D21	G1.- Depósitos de glaci	Arcillas limoso-arenosas con gravas Parámetros: $\gamma_{ap}=2,00$ t/m ³ ; $c'=1,0$ t/m ² ; $\phi'=32,0^\circ$
6	SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 1	0+813	RM-D21	G1.- Depósitos de glaci	Arcillas limoso-arenosas con gravas Parámetros: $\gamma_{ap}=2,00$ t/m ³ ; $c'=1,0$ t/m ² ; $\phi'=32,0^\circ$
7	SUBCOLECTOR RAMONETE	1+315	AP-7	T1.- Depósitos de terraza	Gravas y arenas en matriz arcillo-limosa Parámetros: $\gamma_{ap}=2,10$ t/m ³ ; $c'=0,5$ t/m ² ; $\phi'=34,0^\circ$
8	RAMAL RAMONETE 1	0+008	RM-332	T1.- Depósitos de terraza	Gravas y arenas en matriz arcillo-limosa Parámetros: $\gamma_{ap}=2,10$ t/m ³ ; $c'=0,5$ t/m ² ; $\phi'=34,0^\circ$
9	RAMAL RAMONETE 2	0+000	RM-332	C1.- Costra carbonatada	Se trata de una costra carbonatada muy compacta. Parámetros: $\gamma_{ap}=2,20$ t/m ³ ; $c'=20,0$ t/m ² ; $\phi'=35,0^\circ$



7.3. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Se propone la instalación de conducciones sin apertura de zanja mediante la tecnología perforación horizontal dirigida (PHD).

La precisión de la maquinaria a emplear y el resguardo de tierra entre la tubería y la rasante deben garantizar por un lado la estabilidad del terreno en el que se ejecuta la hinca, y por otro, que la pendiente resultante de la conducción se ajusta a la pendiente de diseño proyectada (sin modificar ni generar puntos bajos ni contrapendientes).

Tanto si se emplea esta tecnología como si se sustituye por otra, se debe cumplir lo especificado al respecto por las normas UNE-EN12.889 y UNE-EN14.457.

Además, previo al comienzo de las obras, el contratista someterá a la aprobación técnica de la Dirección de obra el procedimiento de instalación, así como los equipos que propone utilizar para la instalación de las tuberías, debiendo presentar los correspondientes artículos mecánicos referentes a las solicitudes a la que estará sometida la conducción durante la instalación.

7.4. TUBOS A HINCAR

El tubo a hincar con este procedimiento es de acero, con sección interior circular, equipados con puntos específicos resistentes a solicitaciones, y especialmente diseñados para este fin.

El diámetro interior de la tubería que se hincan es superior al diámetro exterior de los colectores por lo que se dotará el extremo de los mismos de una copa, ver detalle en el plano Nº 4.2 "Detalle de pozos".

La tubería de acero para hincar, funciona como camisa exterior de la tubería de PVC corrugado de la conducción hidráulica.

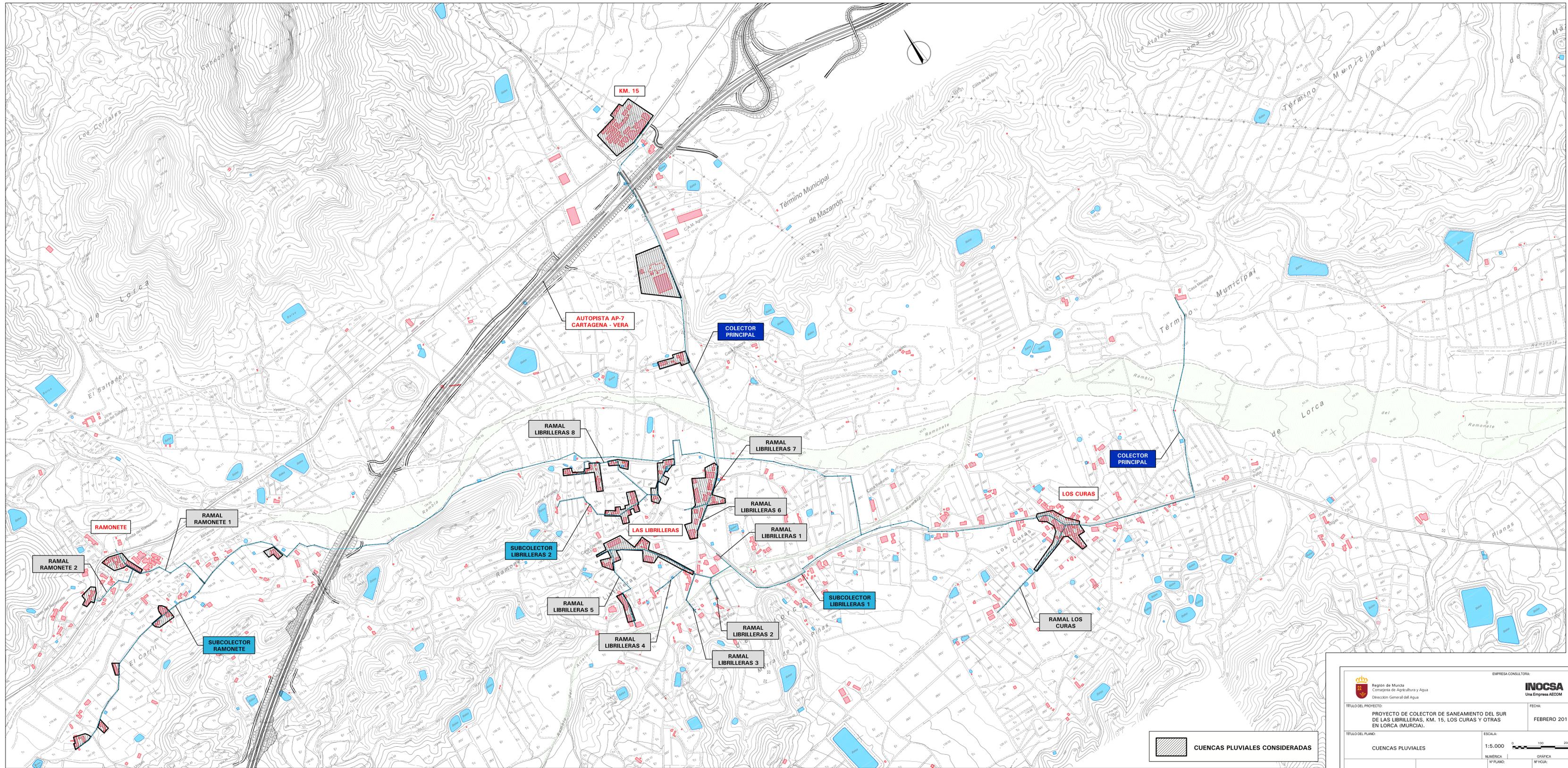
Los tubos de acero empleados deben tener capacidad suficiente para soportar los esfuerzos durante la fase de construcción y funcionamiento.

7.5. ORGANISMOS AFECTADOS

Previo a la ejecución de las hincas, se debe tomar contacto con los organismos competentes de cada infraestructura a atravesar, de cara a verificar el cumplimiento de sus restricciones y disposiciones y obtener la aprobación de la actuación.



APÉNDICE 1 – PLANO DE CUENCAS PLUVIALES



PLANTA GENERAL
Escala 1:5.000

Nº: 100000000
 COORDENADAS: UTM
 DATUM: WGS 84
 PROYECTO: SANEAMIENTO DEL SUR DE LAS LIBRILLERAS, KM. 15, LOS CURAS Y OTRAS EN LORCA (MURCIA).
 FECHA: FEBRERO 2011
 ESCALA: 1:5.000
 Nº PLANO: 6 DE 1

		EMPRESA CONSULTORA: INOCSA Una Empresa AECOM	
TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO DE COLECTOR DE SANEAMIENTO DEL SUR DE LAS LIBRILLERAS, KM. 15, LOS CURAS Y OTRAS EN LORCA (MURCIA).		FECHA: FEBRERO 2011	
TÍTULO DEL PLANO: CUENCAS PLUVIALES		ESCALA: 1:5.000 	
		NUMÉRICA: 6	GRÁFICA: 1 DE 1



APÉNDICE 2 – CÁLCULO DE CAUDALES



CÁLCULO DE CAUDALES								
TRAMO COLECTOR								CAUDAL
	AREA PARCIAL	AREA ACUMULADA	C. ESC.	P _d	I	T _{rec.}	C*A	
-	m ²	m ²	-	mm	mm/h	min	-	l/s
COLECTOR PRINCIPAL								
P1-P23	2,350.00	2,350.00	0.90	44.0	76.57	5.00	2,115	45.83
P24-P38	300.00	22,919.46	0.90	44.0	33.52	25.00	20,628	202.84
P38-P55	2,900.00	29,812.39	0.90	44.0	28.23	33.91	26,831	223.79
P55-P80	2,300.00	32,112.39	0.90	44.0	25.06	41.66	28,901	216.17



CÁLCULO DE CAUDALES								
TRAMO COLECTOR	AREA PARCIAL	AREA ACUMULADA	C. ESC.	P _d	I	T _{rec.}	C*A	CAUDAL
	m ²	m ²	-	mm	mm/h	min	-	l/s
RAMAL RAMONETE 2: DESAGUA EN COLECTOR RAMONETE 1 EN P3								
P1-P2	635.00	635.00	0.90	44.0	76.567	5.00	572.00	12.69
P2-P7	0.00	635.00	0.90	44.0	75.302	5.18	572.00	12.49
RAMAL RAMONETE 1: DESAGUA EN SUBCOLECTOR RAMONETE EN P16								
P1-P2	350.00	350.00	0.90	44.0	76.57	5.00	315	7.99
P2-P3	375.00	1,360.00	0.90	44.0	70.05	6.03	1,224	25.18
P3-P4	710.00	2,070.00	0.90	44.0	68.69	6.27	1,863	36.97
P4-P5	375.00	2,445.00	0.90	44.0	66.52	6.70	2,201	42.11
P5-P6	685.00	3,130.00	0.90	44.0	64.85	7.06	2,817	52.26
P6-P10	200.00	3,330.00	0.90	44.0	63.10	7.47	2,997	54.08
SUBCOLECTOR RAMONETE : DESAGUA EN COLECTOR PRINCIPAL EN P24								
P1-P16	1,200.00	4,530.00	0.90	44.0	76.567	5.00	4,077	88.26
P16-P48	400.00	4,930.00	0.90	44.0	50.030	11.83	4,437	64.07
P48-P53	0.00	9,293.68	0.90	44.0	26.065	38.94	8,364	64.82



CÁLCULO DE CAUDALES								
TRAMO COLECTOR								CAUDAL
	AREA PARCIAL	AREA ACUMULADA	C. ESC.	P _d	I	T _{rec.}	C*A	
-	m ²	m ²	-	mm	mm/h	min	-	l/s
RAMAL LIBRILLERAS 6: DESAGUA EN RAMAL LIBRILLERAS 7 EN P3								
P1-P3	500.00	500	0.90	44.0	76.567	5.00	500	9.77
RAMAL LIBRILLERAS 7: DESAGUA EN EL COLECTOR PRINCIPAL EN P24								
P1-P3	1,200.00	1,700.00	0.90	44.0	76.567	5.00	1,700	33.21
P3-P9	0.00	1,700.00	0.90	44.0	71.578	5.76	1,700	31.11

CÁLCULO DE CAUDALES								
TRAMO COLECTOR	AREA PARCIAL	AREA ACUMULADA	C. ESC.	P _d	I	T _{rec.}	C*A	CAUDAL
RAMAL LIBRILLERAS 1: DESAGUA EN SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 1 EN P11								
P1-P2	730.00	730.00	0.9	44	76.57	5	657	14.15
RAMAL LIBRILLERAS 2: DESAGUA EN SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 1 EN P10								
P1-P3	300	300	0.9	44	76.57	5	270	5.86
RAMAL LIBRILLERAS 3: DESAGUA EN SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 1 EN P9								
P1-P5	700.00	700.00	0.9	44	76.57	5	630	13.67
RAMAL LIBRILLERAS 4: DESAGUA EN SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 1 EN P7								
P1-P4	700.00	700.00	0.9	44	76.57	5	630	13.67
RAMAL LIBRILLERAS 5: DESAGUA EN SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 1 EN P2								
P1-P2	1,047.84	1,047.84	0.9	44	76.57	5.00	943	20.39
P2-P9	835.00	1,882.84	0.9	44	71.08	5.84	1695	33.86
SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 1: DESAGUA EN COLECTOR PRINCIPAL EN P38								
P1-P2	440.00	2,322.84	0.9	44	76.57	5.00	2,091	44.88
P2-P7	2,100.00	5,122.84	0.9	44	74.40	5.31	4,611	96.12
P7-P9	315.00	6,137.84	0.9	44	57.96	8.86	5,524	90.24
P9-P10	990.00	7,427.84	0.9	44	56.24	9.41	6,685	106.00
P10-P11	405.00	8,562.84	0.9	44	54.05	10.17	7,707	117.56
P11-P22	0.00	8,562.84	0.9	44	53.40	10.42	7,707	116.19



CÁLCULO DE CAUDALES								
TRAMO COLECTOR	AREA PARCIAL	AREA ACUMULADA	C. ESC.	P _d	I	T _{rec.}	C*A	CAUDAL
	m ²	m ²	-	mm	mm/h	min	-	l/s
RAMAL LIBRILLERAS 8: DESAGUA EN SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 2 EN P17								
P1-P2	1,300.00	1,300.00	0.90	44.0	76.567	5.00	1,170	25.39
P2-P12	0.00	1,300.00	0.90	44.0	74.771	5.26	1,170	24.81
SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 2: DESAGUA EN SUBCOLECTOR RAMONETE EN P48								
P1-P2	525.00	525.00	0.90	44.0	76.567	5.00	473	11.08
P2-P17	2,538.68	4,363.68	0.90	44.0	75.372	5.17	3,927	83.50



CÁLCULO DE CAUDALES								
TRAMO COLECTOR								CAUDAL
	AREA PARCIAL	AREA ACUMULADA	C. ESC.	P _d	I	T _{rec.}	C*A	
-	m ²	m ²	-	mm	mm/h	min	-	l/s
RAMAL LOS CURAS: DESAGUA EN COLECTOR PRINCIPAL P55								
P1-P11	3,992.93	3,992.93	0.9	44	76.57	5	3,594	77.35



APÉNDICE 3 – CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES



CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES								
COLECTOR PRINCIPAL								
TRAMO COLECTOR	CAUDAL	DIAMETRO EXTERIOR	DIAMETRO INTERIOR	LONGITUD	PENDIENTE	NUMERO DE MANNING	CALADO	VELOCIDAD
-	l/s	cm	cm	m	%	-	m	m/s
P1-P23	19.51	31.5	28.5	1,250.58	0.50	0.012	0.11	0.89
P23-P24	89.62	40.0	36.2	68.46	0.50	0.012	0.23	1.30
P24-P38	138.14	64.9	59.0	706.55	0.30	0.012	0.26	1.21
P38-P55	163.01	64.9	59.0	764.06	0.50	0.012	0.25	1.52
P55-P80	164.21	64.9	59.0	1,215.55	0.50	0.012	0.25	1.53



CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES								
TRAMO COLECTOR	CAUDAL	DIAMETRO EXTERIOR	DIAMETRO INTERIOR	LONGITUD	PENDIENTE	NUMERO DE MANNING	CALADO	VELOCIDAD
-	l/s	cm	cm	m	%	-	m	m/s
RAMAL RAMONETE 2: DESAGUA EN COLECTOR RAMONETE 1 EN P3								
P1-P2	12.69	31.5	28.5	19.90	5.60	0.012	0.05	1.85
P2-P7	12.49	31.5	28.5	144.32	1.50	0.012	0.06	1.16
RAMAL RAMONETE 1: DESAGUA EN SUBCOLECTOR RAMONETE EN P16								
P1-P2	7.99	31.5	28.5	61.03	1.40	0.012	0.05	0.99
P2-P3	25.18	31.5	28.5	32.60	5.00	0.012	0.07	2.18
P3-P4	36.97	31.5	28.5	34.93	1.00	0.012	0.13	1.36
P4-P5	42.11	31.5	28.5	30.07	1.00	0.012	0.14	1.40
P5-P6	52.26	31.5	28.5	35.96	1.00	0.012	0.15	1.48
P6-P10	54.08	31.5	28.5	107.77	0.50	0.012	0.20	1.13
SUBCOLECTOR RAMONETE : DESAGUA EN COLECTOR PRINCIPAL EN P24								
P1-P16	60.99	31.5	28.5	774.99	1.40	0.012	0.20	1.89
P16-P48	68.71	31.5	28.5	1,878.00	0.50	0.012	0.23	1.15
P48-P53	65.84	31.5	28.5	236.00	0.50	0.012	0.23	1.15



CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES								
TRAMO COLECTOR	CAUDAL	DIAMETRO EXTERIOR	DIAMETRO INTERIOR	LONGITUD	PENDIENTE	NUMERO DE MANNING	CALADO	VELOCIDAD
-	l/s	cm	cm	m	%	-	m	m/s
RAMAL LIBRILLERAS 6: DESAGUA EN RAMAL LIBRILLERAS 7 EN P3								
P1-P3	9.77	31.5	28.5	103.35	3.80	0.012	0.05	1.50
RAMAL LIBRILLERAS 7: DESAGUA EN EL COLECTOR PRINCIPAL EN P24								
P1-P3	33.21	31.5	28.5	83.86	2.50	0.012	0.09	1.84
P3-P9	31.11	31.5	28.5	172.16	2.50	0.012	0.09	1.81



CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES								
TRAMO COLECTOR	CAUDAL	DIAMETRO EXTERIOR	DIAMETRO INTERIOR	LONGITUD	PENDIENTE	NUMERO DE MANNING	CALADO	VELOCIDAD
-	l/s	cm	cm	m	%	-	m	m/s
RAMAL LIBRILLERAS 8: DESAGUA EN SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 2 EN P17								
P1-P2	25.39	31.5	28.5	43.11	10.10	0.012	0.06	2.80
P2-P12	24.81	31.5	28.5	331.18	0.55	0.012	0.12	0.98
SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 2: DESAGUA EN SUBCOLECTOR RAMONETE EN P48								
P1-P2	11.08	31.5	28.5	83.86	2.50	0.012	0.04	2.11
P2-P17	83.50	31.5	28.5	172.16	2.50	0.012	0.19	1.82



CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES								
TRAMO COLECTOR	CAUDAL l/s	DIAMETRO EXTERIOR cm	DIAMETRO INTERIOR cm	LONGITUD m	PENDIENTE %	NUMERO DE MANNING -	CALADO m	VELOCIDAD m/s
RAMAL LIBRILLERAS 1: DESAGUA EN SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 1 EN P11								
P1-P2	14.15	31.5	28.5	123.50	1.90	0.012	0.06	1.31
RAMAL LIBRILLERAS 2: DESAGUA EN SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 1 EN P10								
P1-P3	5.86	31.5	28.5	125.52	1.20	0.012	0.05	0.86
RAMAL LIBRILLERAS 3: DESAGUA EN SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 1 EN P9								
P1-P5	13.67	31.5	28.5	127.62	0.60	0.012	0.08	0.86
RAMAL LIBRILLERAS 4: DESAGUA EN SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 1 EN P7								
P1-P4	13.67	31.5	28.5	128.33	2.90	0.012	0.06	1.50
RAMAL LIBRILLERAS 5: DESAGUA EN SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 1 EN P2								
P1-P2	20.39	31.5	28.5	45.52	0.50	0.012	0.11	0.90
P2-P9	33.86	31.5	28.5	85.31	0.50	0.012	0.15	1.02
SUBCOLECTOR LIBRILLERAS 1: DESAGUA EN COLECTOR PRINCIPAL EN P38								
P1-P2	44.88	31.5	28.5	2.50	4.80	0.012	0.09	2.53
P2-P7	96.12	31.5	28.5	280.06	0.50	0.012	0.24	1.32
P7-P9	90.24	31.5	28.5	42.67	0.50	0.012	0.23	1.30
P9-P10	106.00	31.5	28.5	81.31	1.00	0.012	0.20	1.76
P10-P11	117.56	31.5	28.5	32.45	1.70	0.012	0.19	2.21
P11-P22	116.19	31.5	28.5	558.36	1.00	0.012	0.22	1.80



CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES								
TRAMO COLECTOR	CAUDAL	DIAMETRO EXTERIOR	DIAMETRO INTERIOR	LONGITUD	PENDIENTE	NUMERO DE MANNING	CALADO	VELOCIDAD
-	l/s	cm	cm	m	%	-	m	m/s
RAMAL LOS CURAS: DESAGUA EN COLECTOR PRINCIPAL P55								
P1-P11	77.35	31.5	28.5	398.58	3.60	0.012	0.13	2.64

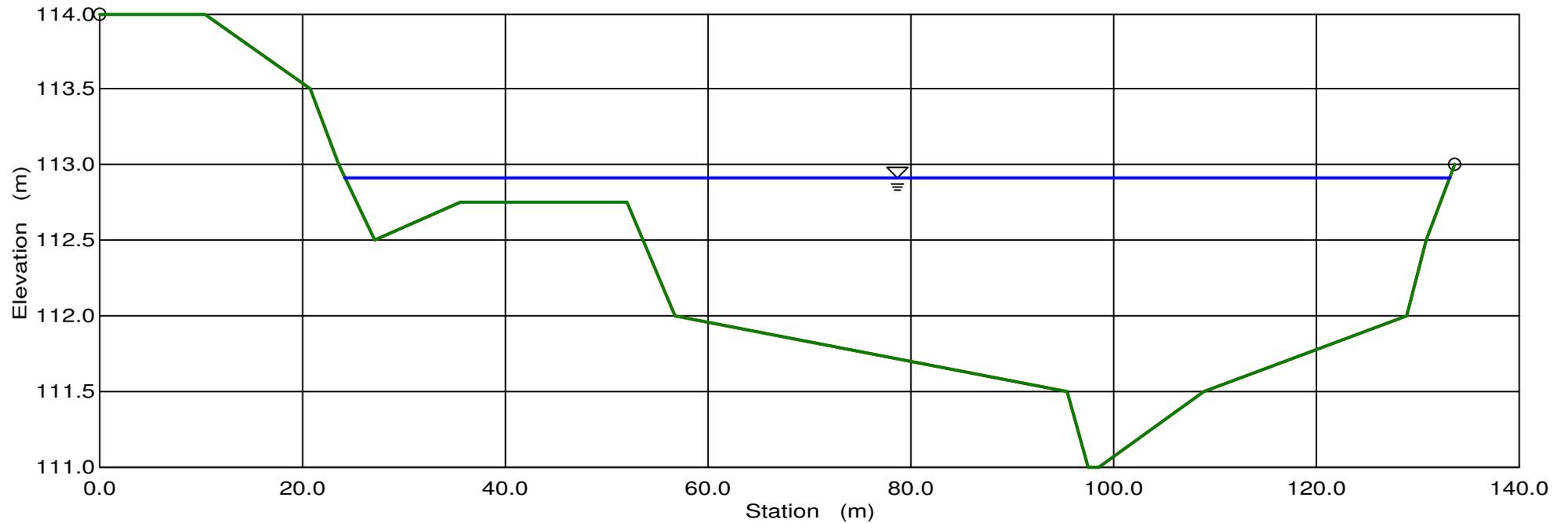


APÉNDICE 4 –SECCIONES MODELIZADAS Y LISTADOS

Cross Section Cross Section for Irregular Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	S4 - Rambla de Ramonete 1.0
Flow Element	Irregular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Water Elevation

Section Data	
Wtd. Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	2.38 %
Water Surface Elevation	112.92 m
Discharge	330.34 m ³ /s



Worksheet
Worksheet for Irregular Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	S4 - Rambla de Ramonete 1.0
Flow Element	Irregular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Water Elevation

Input Data				
Channel Slope	2.38 %			
Elevation range: 111.0 m to 114.0 m.				
Station (m)	Elevation (m)	Start Station	End Station	Roughness
0.00	114.00	0.00	133.76	0.045
10.51	114.00			
20.86	113.50			
23.68	113.00			
27.24	112.50			
35.56	112.75			
52.08	112.75			
56.76	112.00			
95.52	111.50			
97.52	111.00			
98.61	111.00			
109.01	111.50			
128.99	112.00			
130.95	112.50			
133.76	113.00			
Discharge	330.34 m ³ /s			

Results		
Wtd. Mannings Coefficient	0.045	
Water Surface Elevation	112.92	m
Flow Area	101.27	m ²
Wetted Perimeter	109.28	m

Worksheet
Worksheet for Irregular Channel

Top Width	109.00	m
Height	1.92	m
Critical Depth	112.97	m
Critical Slope	0.020099	m/m
Velocity	3.26	m/s
Velocity Head	0.54	m
Specific Energy	113.46	m
Froude Number	1.08	

Flow is supercritical.

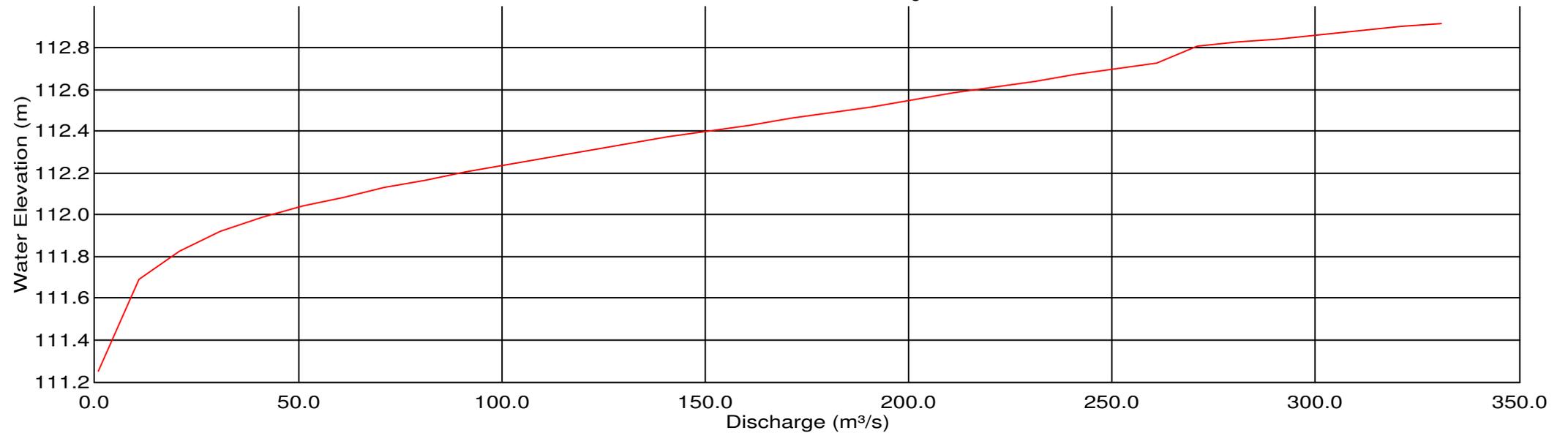
Curve Plotted Curves for Irregular Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	S4 - Rambla de Ramonete 1.0
Flow Element	Irregular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Water Elevation

Constant Data	
Channel Slope	2.38 %

Input Data			
	Minimum	Maximum	Increment
Discharge	1.00	330.34	10.00 m ³ /s

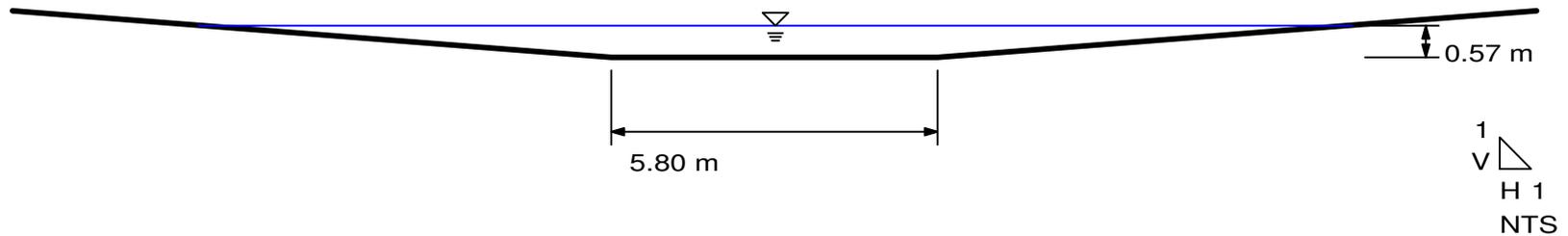
Water Elevation vs Discharge



Cross Section Cross Section for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.1
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Section Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	2.5200 %
Depth	0.57 m
Left Side Slope	13.000000 H : V
Right Side Slope	13.000000 H : V
Bottom Width	5.80 m
Discharge	13.33 m ³ /s



Worksheet
Worksheet for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.1
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Input Data		
Mannings Coefficient	0.045	
Channel Slope	2.5200	%
Left Side Slope	13.000000	H : V
Right Side Slope	13.000000	H : V
Bottom Width	5.80	m
Discharge	13.33	m ³ /s

Results		
Depth	0.57	m
Flow Area	7.44	m ²
Wetted Perimeter	20.55	m
Top Width	20.51	m
Critical Depth	0.55	m
Critical Slope	0.028126	m/m
Velocity	1.79	m/s
Velocity Head	0.16	m
Specific Energy	0.73	m
Froude Number	0.95	
Flow is subcritical.		

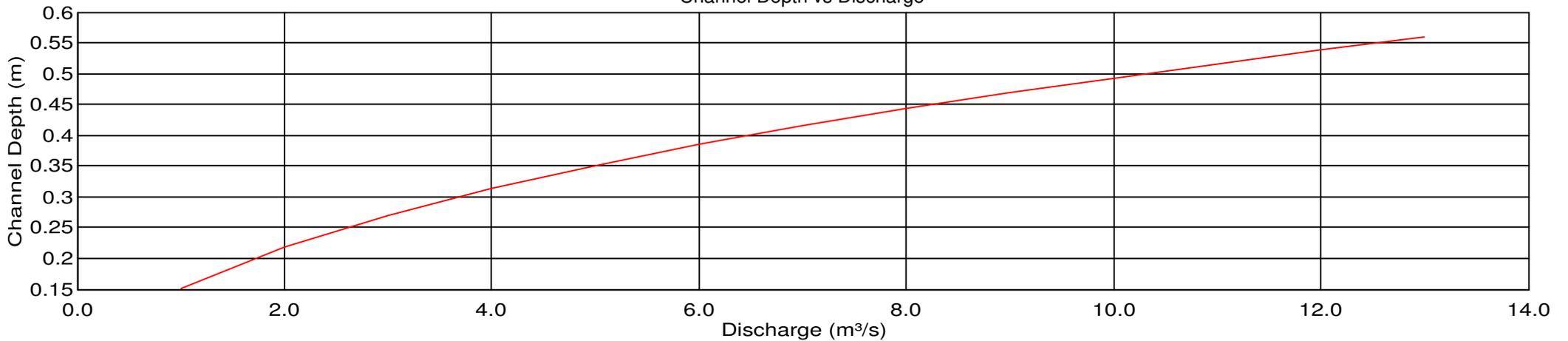
Curve Plotted Curves for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.1
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Constant Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	2.5200 %
Left Side Slope	13.000000 H : V
Right Side Slope	13.000000 H : V
Bottom Width	5.80 m

Input Data			
	Minimum	Maximum	Increment
Discharge	0.00	13.33	1.00 m ³ /s

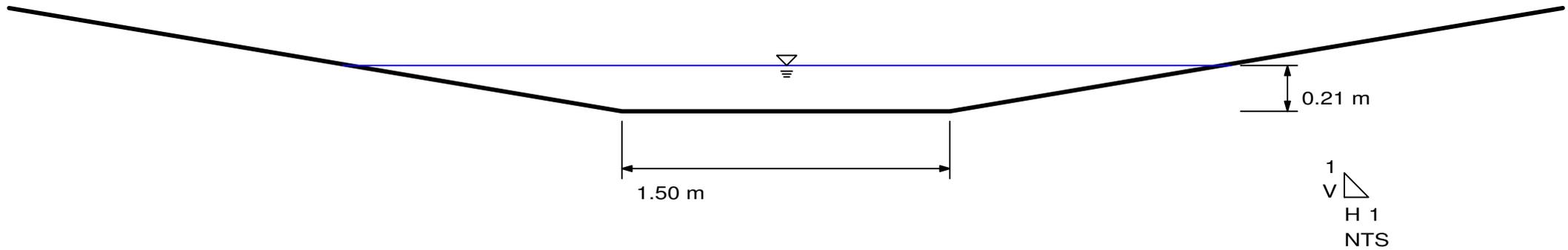
Channel Depth vs Discharge



Cross Section
Cross Section for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.2
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Section Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	4.2000 %
Depth	0.21 m
Left Side Slope	6.000000 H : V
Right Side Slope	6.000000 H : V
Bottom Width	1.50 m
Discharge	0.75 m ³ /s



Worksheet
Worksheet for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.2
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Input Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	4.2000 %
Left Side Slope	6.000000 H : V
Right Side Slope	6.000000 H : V
Bottom Width	1.50 m
Discharge	0.75 m ³ /s

Results	
Depth	0.21 m
Flow Area	0.60 m ²
Wetted Perimeter	4.10 m
Top Width	4.07 m
Critical Depth	0.22 m
Critical Slope	0.037840 m/m
Velocity	1.26 m/s
Velocity Head	0.08 m
Specific Energy	0.29 m
Froude Number	1.05
Flow is supercritical.	

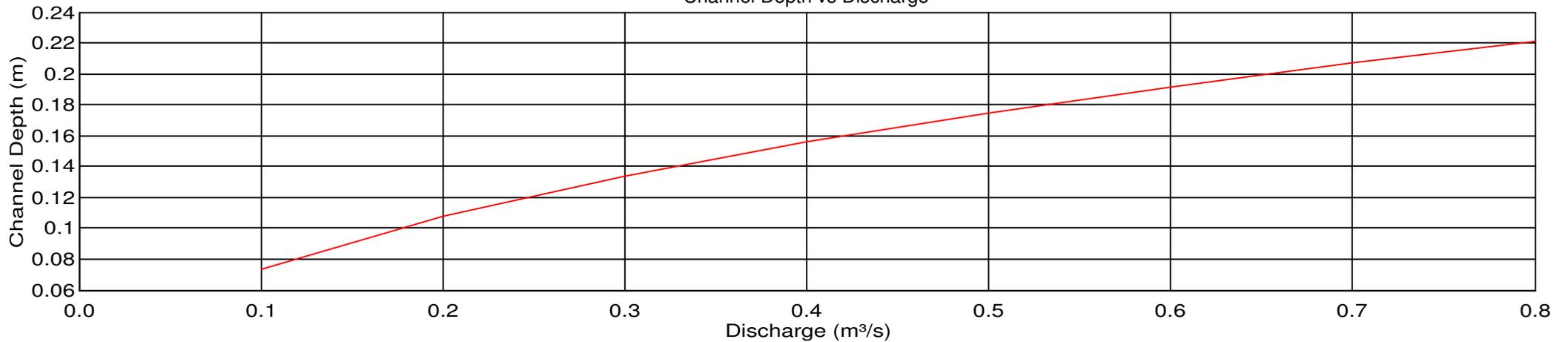
Curve Plotted Curves for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.2
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Constant Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	4.2000 %
Left Side Slope	6.000000 H : V
Right Side Slope	6.000000 H : V
Bottom Width	1.50 m

Input Data			
	Minimum	Maximum	Increment
Discharge	0.00	0.75	0.10 m ³ /s

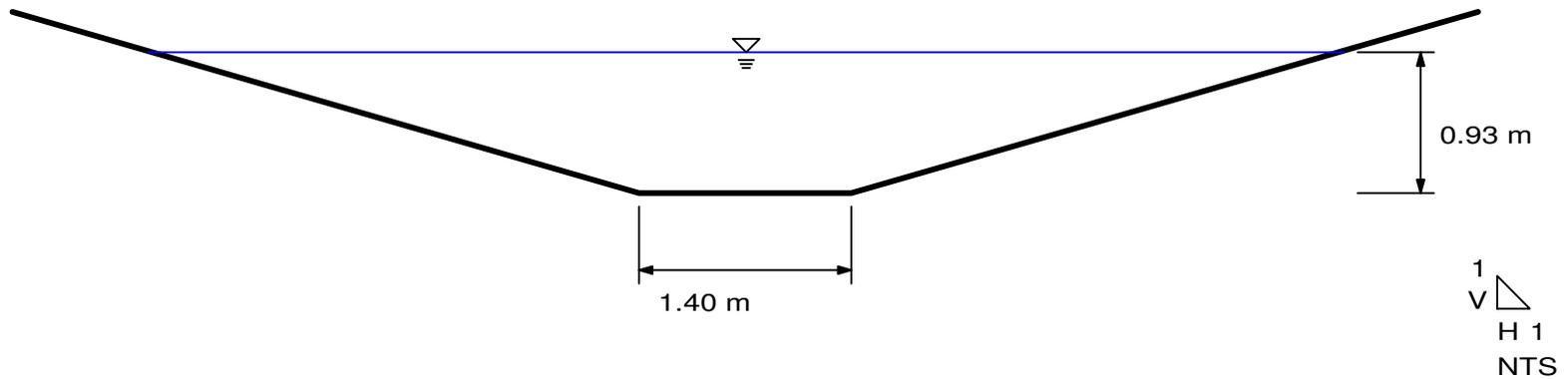
Channel Depth vs Discharge



Cross Section
Cross Section for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.3
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Section Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	5.4000 %
Depth	0.93 m
Left Side Slope	3.500000 H : V
Right Side Slope	3.500000 H : V
Bottom Width	1.40 m
Discharge	14.66 m ³ /s



Worksheet
Worksheet for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.3
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Input Data		
Mannings Coefficient	0.045	
Channel Slope	5.4000	%
Left Side Slope	3.500000	H : V
Right Side Slope	3.500000	H : V
Bottom Width	1.40	m
Discharge	14.66	m ³ /s

Results		
Depth	0.93	m
Flow Area	4.33	m ²
Wetted Perimeter	8.17	m
Top Width	7.91	m
Critical Depth	1.11	m
Critical Slope	0.024102	m/m
Velocity	3.38	m/s
Velocity Head	0.58	m
Specific Energy	1.51	m
Froude Number	1.46	
Flow is supercritical.		

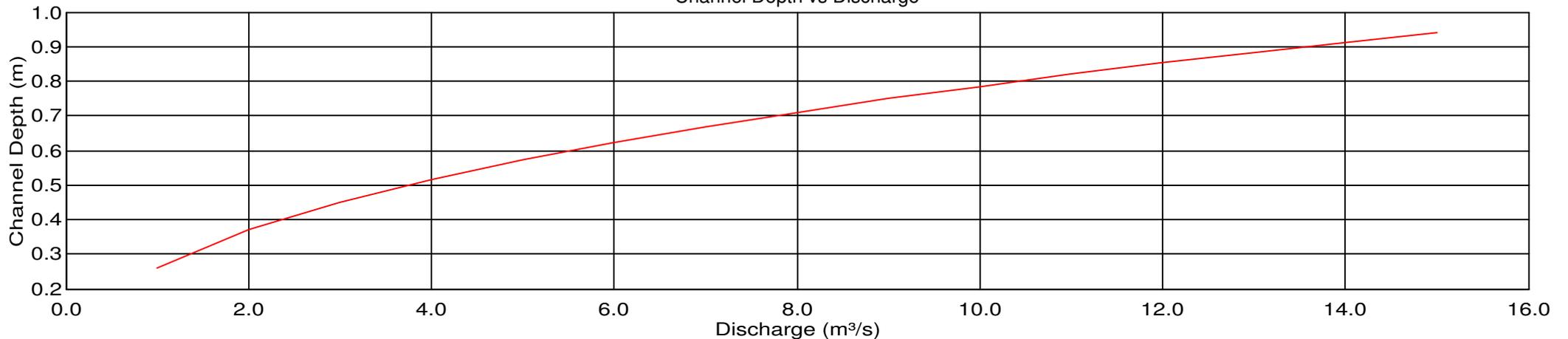
Curve Plotted Curves for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.3
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Constant Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	5.4000 %
Left Side Slope	3.500000 H : V
Right Side Slope	3.500000 H : V
Bottom Width	1.40 m

Input Data			
	Minimum	Maximum	Increment
Discharge	0.00	14.66	1.00 m ³ /s

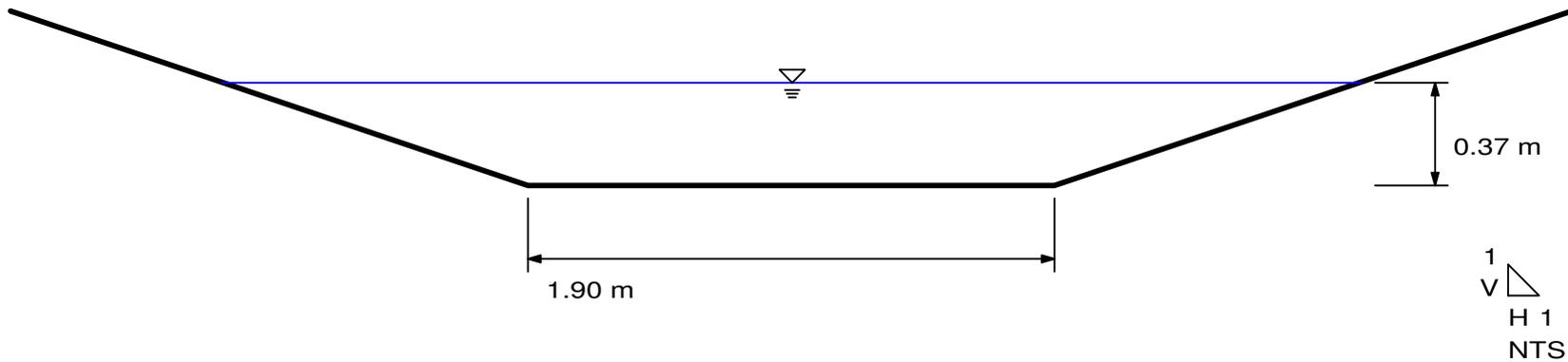
Channel Depth vs Discharge



Cross Section
Cross Section for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.4
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Section Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	8.6000 %
Depth	0.37 m
Left Side Slope	3.000000 H : V
Right Side Slope	3.000000 H : V
Bottom Width	1.90 m
Discharge	2.97 m ³ /s



Worksheet
Worksheet for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.4
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Input Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	8.6000 %
Left Side Slope	3.000000 H : V
Right Side Slope	3.000000 H : V
Bottom Width	1.90 m
Discharge	2.97 m ³ /s

Results	
Depth	0.37 m
Flow Area	1.11 m ²
Wetted Perimeter	4.24 m
Top Width	4.12 m
Critical Depth	0.49 m
Critical Slope	0.029741 m/m
Velocity	2.67 m/s
Velocity Head	0.36 m
Specific Energy	0.73 m
Froude Number	1.64
Flow is supercritical.	

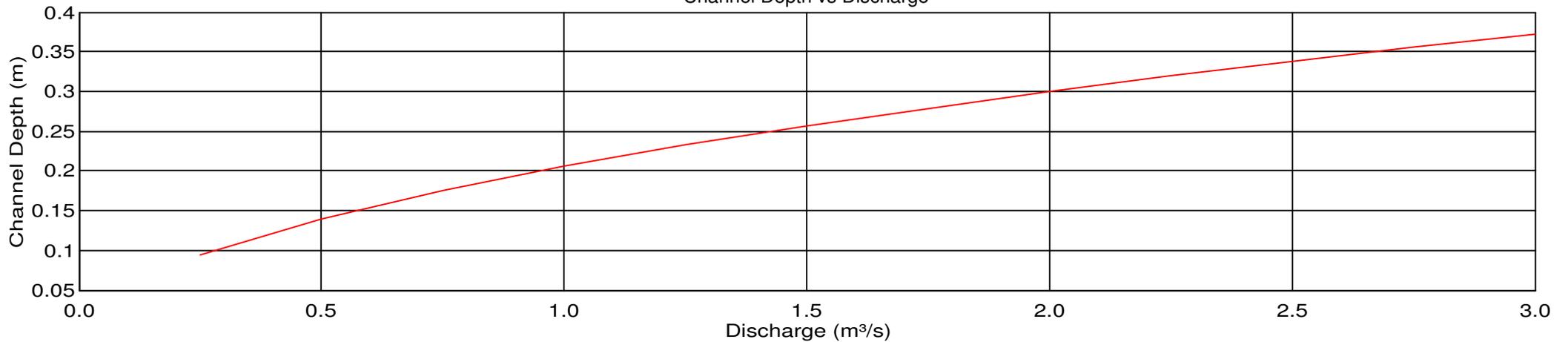
Curve Plotted Curves for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.4
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Constant Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	8.6000 %
Left Side Slope	3.000000 H : V
Right Side Slope	3.000000 H : V
Bottom Width	1.90 m

Input Data			
	Minimum	Maximum	Increment
Discharge	0.00	2.97	0.25 m ³ /s

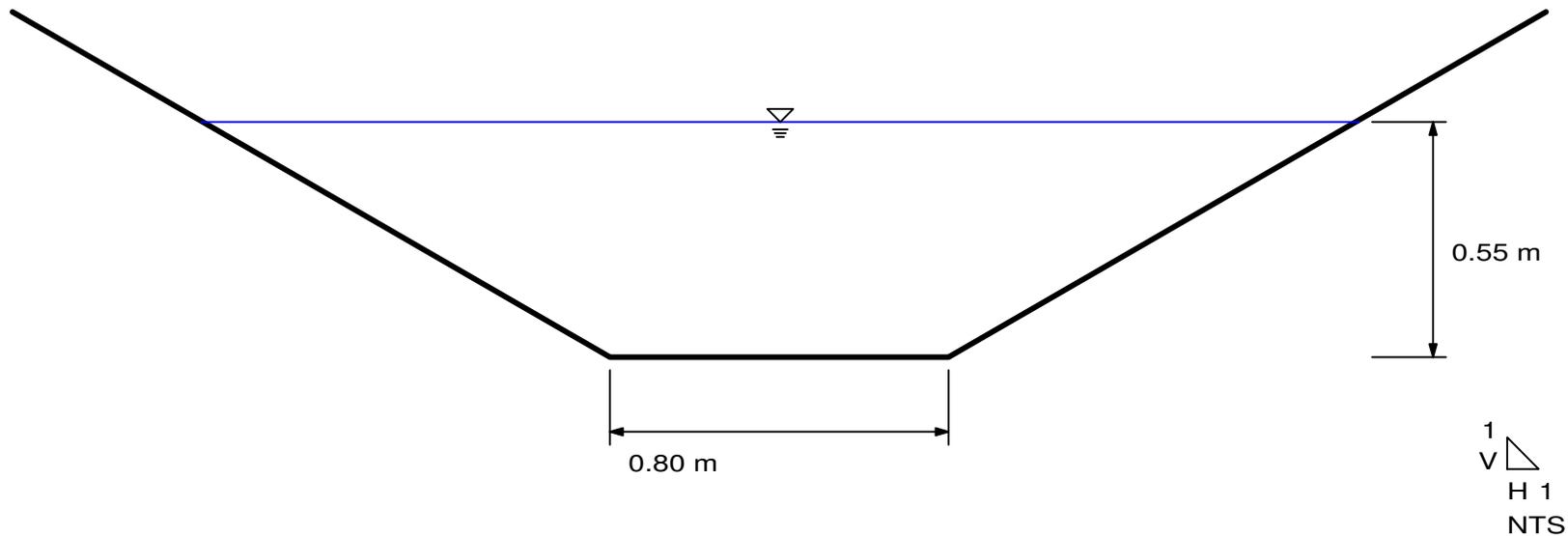
Channel Depth vs Discharge



Cross Section
Cross Section for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.5
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Section Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	8.3300 %
Depth	0.55 m
Left Side Slope	1.750000 H : V
Right Side Slope	1.750000 H : V
Bottom Width	0.80 m
Discharge	2.94 m ³ /s



Worksheet
Worksheet for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.5
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Input Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	8.3300 %
Left Side Slope	1.750000 H : V
Right Side Slope	1.750000 H : V
Bottom Width	0.80 m
Discharge	2.94 m ³ /s

Results	
Depth	0.55 m
Flow Area	0.98 m ²
Wetted Perimeter	3.03 m
Top Width	2.73 m
Critical Depth	0.70 m
Critical Slope	0.030244 m/m
Velocity	3.01 m/s
Velocity Head	0.46 m
Specific Energy	1.02 m
Froude Number	1.61
Flow is supercritical.	

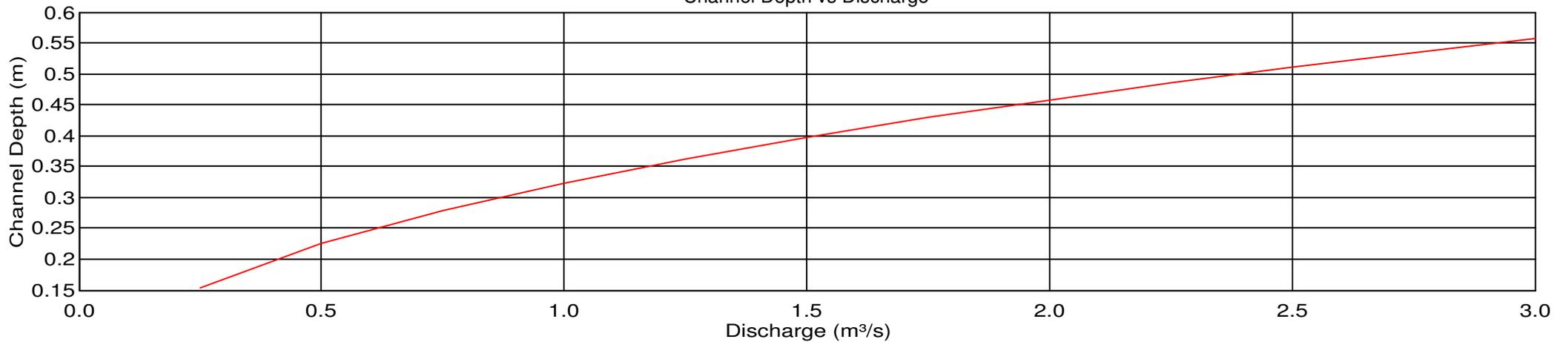
Curve Plotted Curves for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.5
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Constant Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	8.3300 %
Left Side Slope	1.750000 H : V
Right Side Slope	1.750000 H : V
Bottom Width	0.80 m

Input Data			
	Minimum	Maximum	Increment
Discharge	0.00	2.94	0.25 m ³ /s

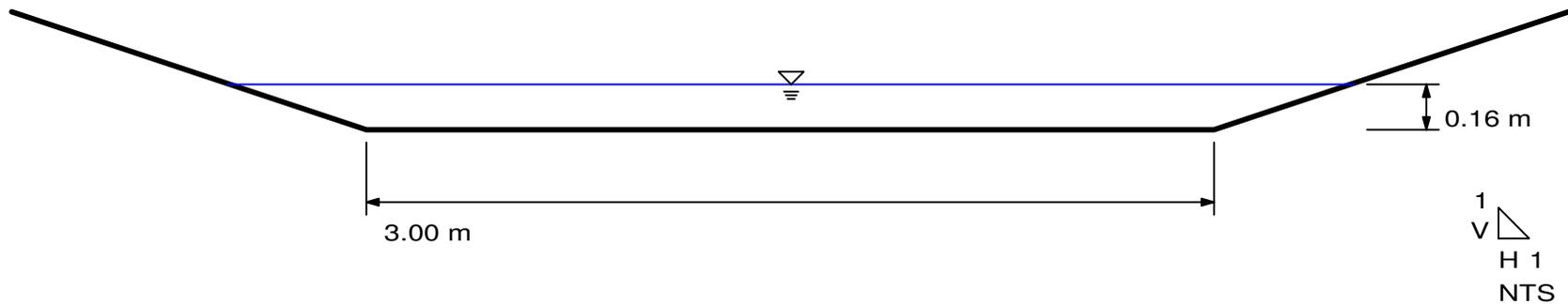
Channel Depth vs Discharge



Cross Section
Cross Section for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.6
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Section Data		
Mannings Coefficient	0.045	
Channel Slope	22.3000	%
Depth	0.16	m
Left Side Slope	3.000000	H : V
Right Side Slope	3.000000	H : V
Bottom Width	3.00	m
Discharge	1.65	m ³ /s



Worksheet
Worksheet for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.6
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Input Data		
Mannings Coefficient	0.045	
Channel Slope	22.3000	%
Left Side Slope	3.000000	H : V
Right Side Slope	3.000000	H : V
Bottom Width	3.00	m
Discharge	1.65	m ³ /s

Results		
Depth	0.16	m
Flow Area	0.58	m ²
Wetted Perimeter	4.04	m
Top Width	3.99	m
Critical Depth	0.28	m
Critical Slope	0.033146	m/m
Velocity	2.86	m/s
Velocity Head	0.42	m
Specific Energy	0.58	m
Froude Number	2.41	
Flow is supercritical.		

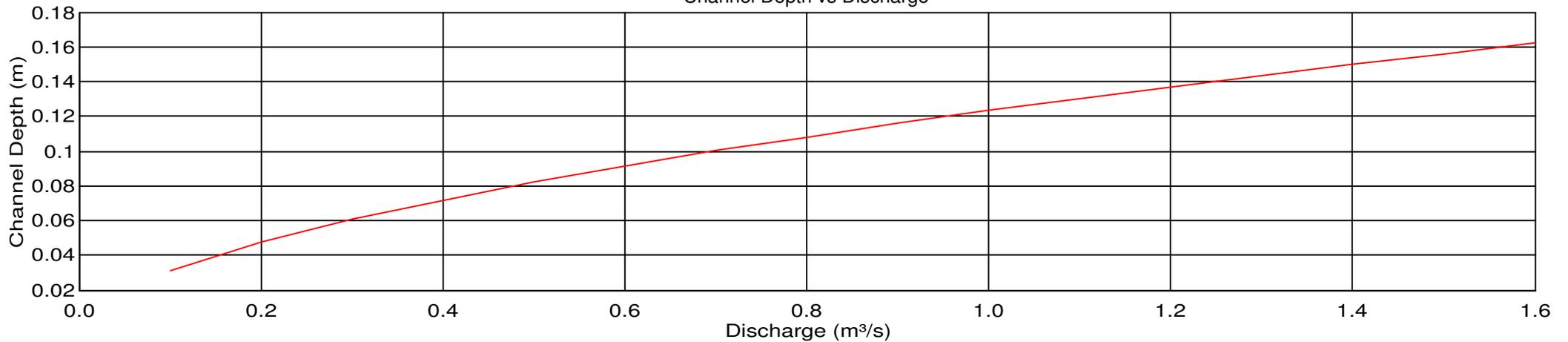
Curve Plotted Curves for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-1.6
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Constant Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	22.3000 %
Left Side Slope	3.000000 H : V
Right Side Slope	3.000000 H : V
Bottom Width	3.00 m

Input Data			
	Minimum	Maximum	Increment
Discharge	0.00	1.65	0.10 m ³ /s

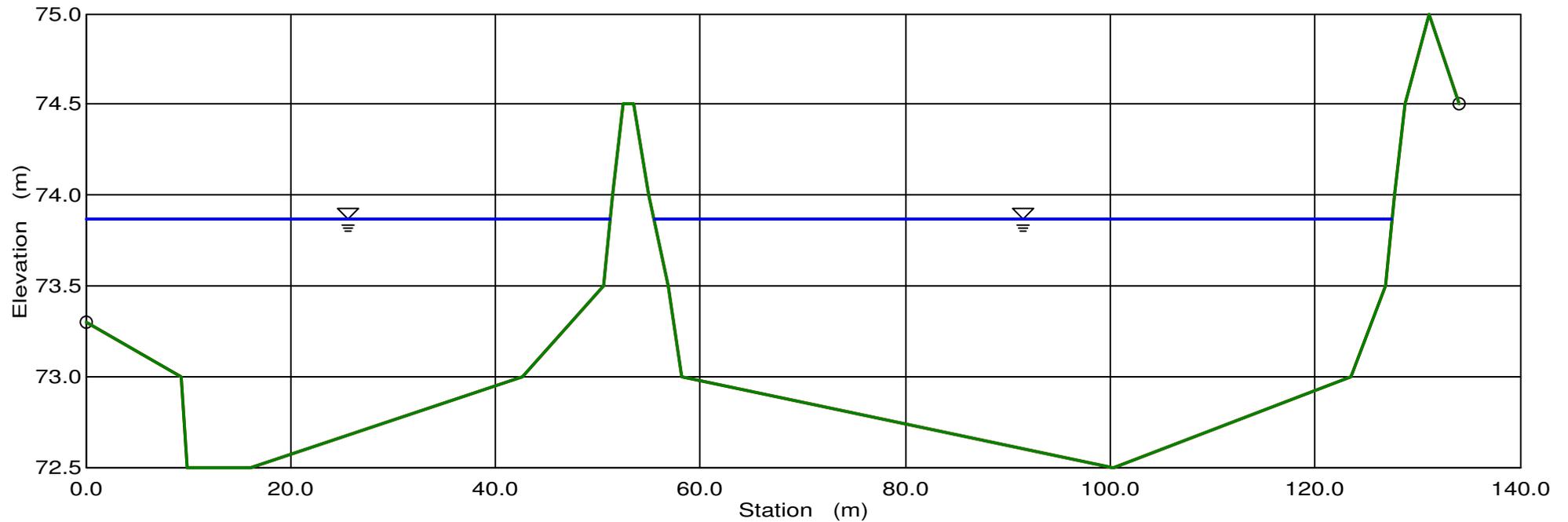
Channel Depth vs Discharge



Cross Section Cross Section for Irregular Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	S6 - Rambla de Ramonete 2.0
Flow Element	Irregular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Water Elevation

Section Data	
Wtd. Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	1.97 %
Water Surface Elevation	73.86 m
Discharge	397.98 m ³ /s



Worksheet
Worksheet for Irregular Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	S6 - Rambla de Ramonete 2.0
Flow Element	Irregular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Water Elevation

Input Data				
Channel Slope	1.97 %			
Elevation range: 72.5 m to 75.0 m.				
Station (m)	Elevation (m)	Start Station	End Station	Roughness
0.00	73.30	0.00	134.09	0.045
9.39	73.00			
9.96	72.50			
16.01	72.50			
42.64	73.00			
50.53	73.50			
51.42	74.00			
52.46	74.50			
53.45	74.50			
54.97	74.00			
56.93	73.50			
58.17	73.00			
100.28	72.50			
123.55	73.00			
126.81	73.50			
127.77	74.00			
128.72	74.50			
131.15	75.00			
134.09	74.50			
Discharge	397.98 m ³ /s			

Results

Worksheet
Worksheet for Irregular Channel

Wtd. Mannings Coefficient	0.045	
Water Surface Elevation	73.86	m
Flow Area	126.28	m ²
Wetted Perimeter	124.34	m
Top Width	123.19	m
Height	1.36	m
Critical Depth	73.86	m
Critical Slope	0.019965	m/m
Velocity	3.15	m/s
Velocity Head	0.51	m
Specific Energy	74.37	m
Froude Number	0.99	

Flow is subcritical.
Flow is divided.

Water elevation exceeds lowest end station by 0.56 m.

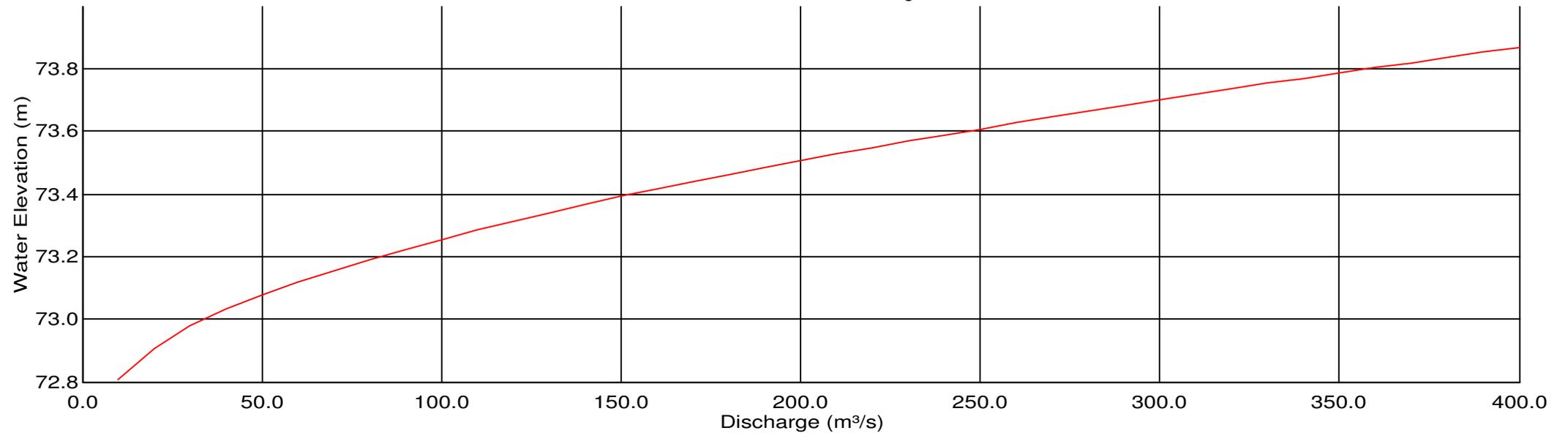
Curve Plotted Curves for Irregular Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	S6 - Rambla de Ramonete 2.0
Flow Element	Irregular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Water Elevation

Constant Data	
Channel Slope	1.97 %

Input Data			
	Minimum	Maximum	Increment
Discharge	0.00	397.98	10.00 m ³ /s

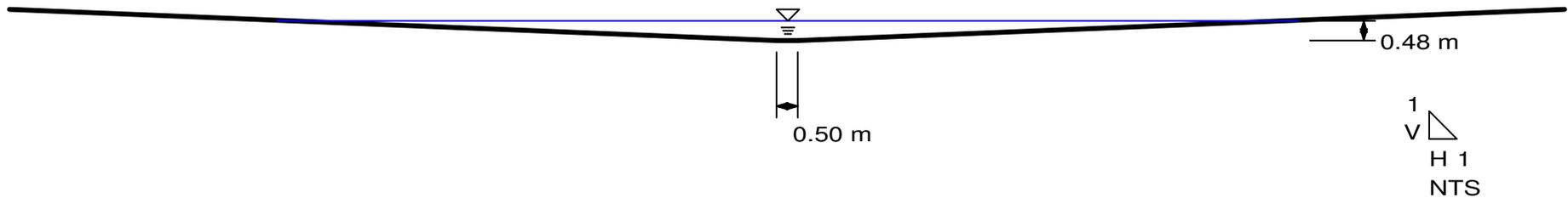
Water Elevation vs Discharge



Cross Section
Cross Section for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-2.1
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Section Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	5.2000 %
Depth	0.48 m
Left Side Slope	25.000000 H : V
Right Side Slope	25.000000 H : V
Bottom Width	0.50 m
Discharge	11.76 m ³ /s



Worksheet
Worksheet for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-2.1
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Input Data		
Mannings Coefficient	0.045	
Channel Slope	5.2000	%
Left Side Slope	25.000000	H : V
Right Side Slope	25.000000	H : V
Bottom Width	0.50	m
Discharge	11.76	m ³ /s

Results		
Depth	0.48	m
Flow Area	5.95	m ²
Wetted Perimeter	24.41	m
Top Width	24.40	m
Critical Depth	0.53	m
Critical Slope	0.030794	m/m
Velocity	1.98	m/s
Velocity Head	0.20	m
Specific Energy	0.68	m
Froude Number	1.28	
Flow is supercritical.		

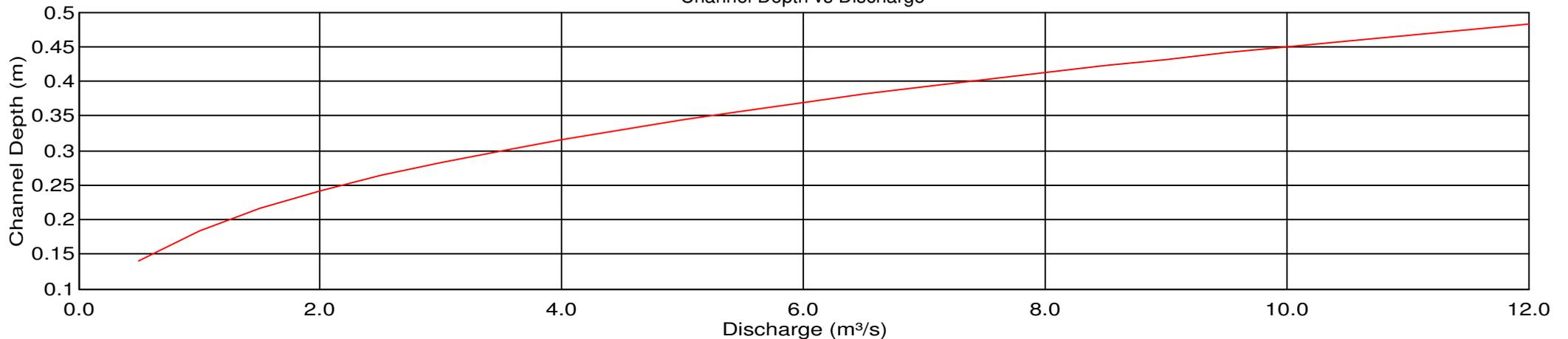
Curve Plotted Curves for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-2.1
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Constant Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	5.2000 %
Left Side Slope	25.000000 H : V
Right Side Slope	25.000000 H : V
Bottom Width	0.50 m

Input Data			
	Minimum	Maximum	Increment
Discharge	0.00	11.76	0.50 m ³ /s

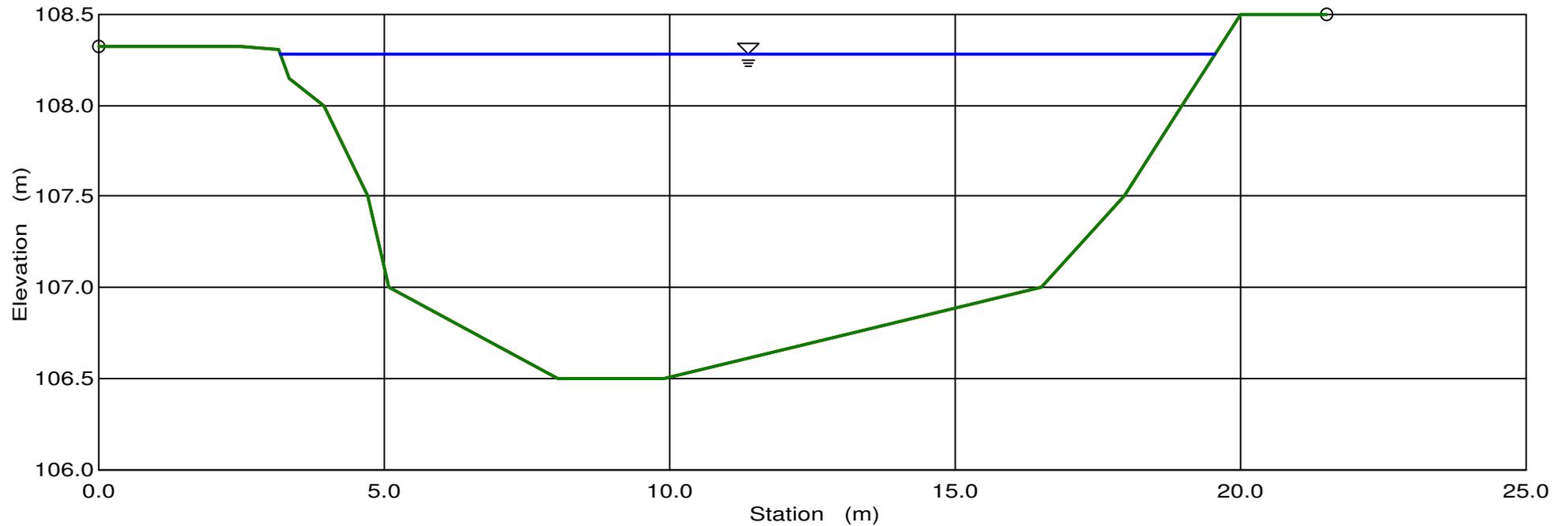
Channel Depth vs Discharge



Cross Section Cross Section for Irregular Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	S10 - Rambla de Gurruciales 2.2
Flow Element	Irregular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Water Elevation

Section Data	
Wtd. Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	2.63 %
Water Surface Elevation	108.28 m
Discharge	86.87 m ³ /s



Worksheet
Worksheet for Irregular Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	S10 - Rambla de Gurrucals 2.2
Flow Element	Irregular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Water Elevation

Input Data				
Channel Slope	2.63 %			
Elevation range: 106.5 m to 108.5 m.				
Station (m)	Elevation (m)	Start Station	End Station	Roughness
0.00	108.32	0.00	21.52	0.045
2.51	108.32			
3.17	108.31			
3.34	108.15			
3.96	108.00			
4.73	107.50			
5.10	107.00			
8.05	106.50			
9.91	106.50			
16.53	107.00			
17.98	107.50			
18.99	108.00			
20.00	108.50			
21.52	108.50			
Discharge	86.87 m ³ /s			

Results		
Wtd. Mannings Coefficient	0.045	
Water Surface Elevation	108.28	m
Flow Area	21.04	m ²
Wetted Perimeter	17.16	m
Top Width	16.36	m

Worksheet
Worksheet for Irregular Channel

Height	1.78	m
Critical Depth	108.48	m
Critical Slope	0.019725	m/m
Velocity	4.13	m/s
Velocity Head	0.87	m
Specific Energy	109.15	m
Froude Number	1.16	

Flow is supercritical.

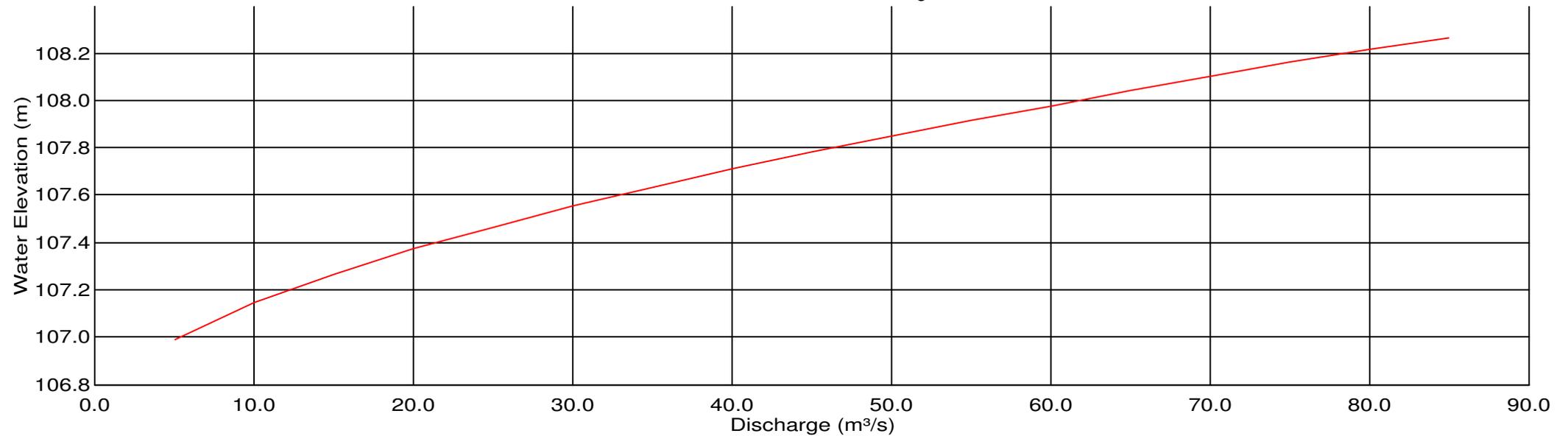
Curve Plotted Curves for Irregular Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	S10 - Rambla de Gurrucal 2.2
Flow Element	Irregular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Water Elevation

Constant Data	
Channel Slope	2.63 %

Input Data			
	Minimum	Maximum	Increment
Discharge	0.00	86.87	5.00 m ³ /s

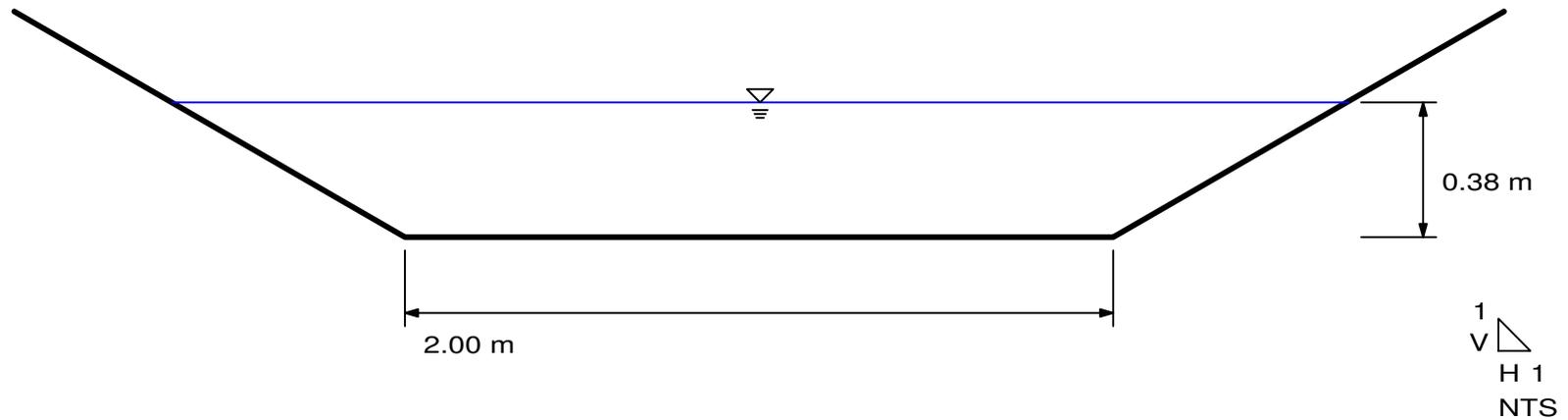
Water Elevation vs Discharge



Cross Section
Cross Section for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-2.3
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Section Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	5.6000 %
Depth	0.38 m
Left Side Slope	1.750000 H : V
Right Side Slope	1.750000 H : V
Bottom Width	2.00 m
Discharge	2.28 m ³ /s



Worksheet
Worksheet for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-2.3
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Input Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	5.6000 %
Left Side Slope	1.750000 H : V
Right Side Slope	1.750000 H : V
Bottom Width	2.00 m
Discharge	2.28 m ³ /s

Results	
Depth	0.38 m
Flow Area	1.00 m ²
Wetted Perimeter	3.52 m
Top Width	3.32 m
Critical Depth	0.44 m
Critical Slope	0.030778 m/m
Velocity	2.28 m/s
Velocity Head	0.26 m
Specific Energy	0.64 m
Froude Number	1.32
Flow is supercritical.	

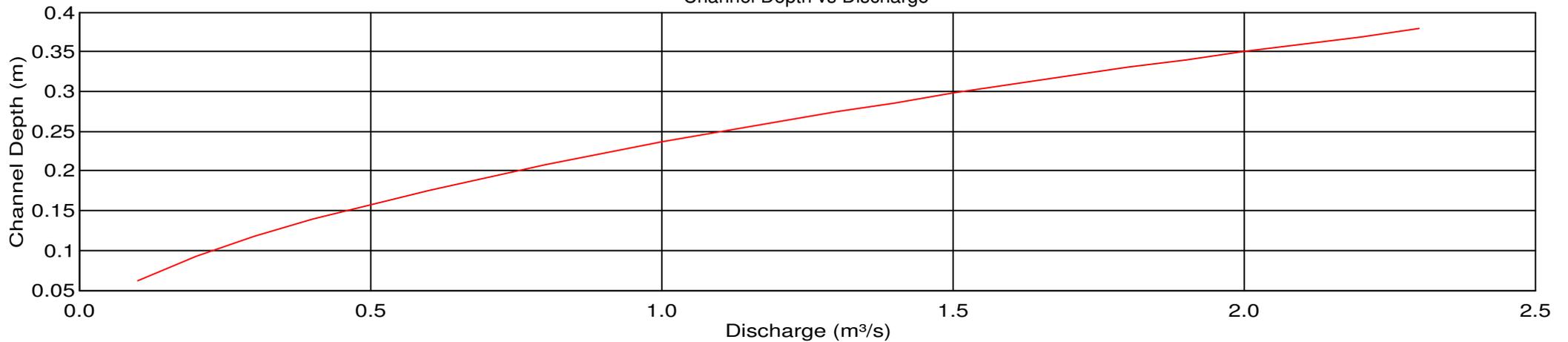
Curve Plotted Curves for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	cuenca-2.3
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Constant Data	
Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	5.6000 %
Left Side Slope	1.750000 H : V
Right Side Slope	1.750000 H : V
Bottom Width	2.00 m

Input Data			
	Minimum	Maximum	Increment
Discharge	0.00	2.28	0.10 m ³ /s

Channel Depth vs Discharge

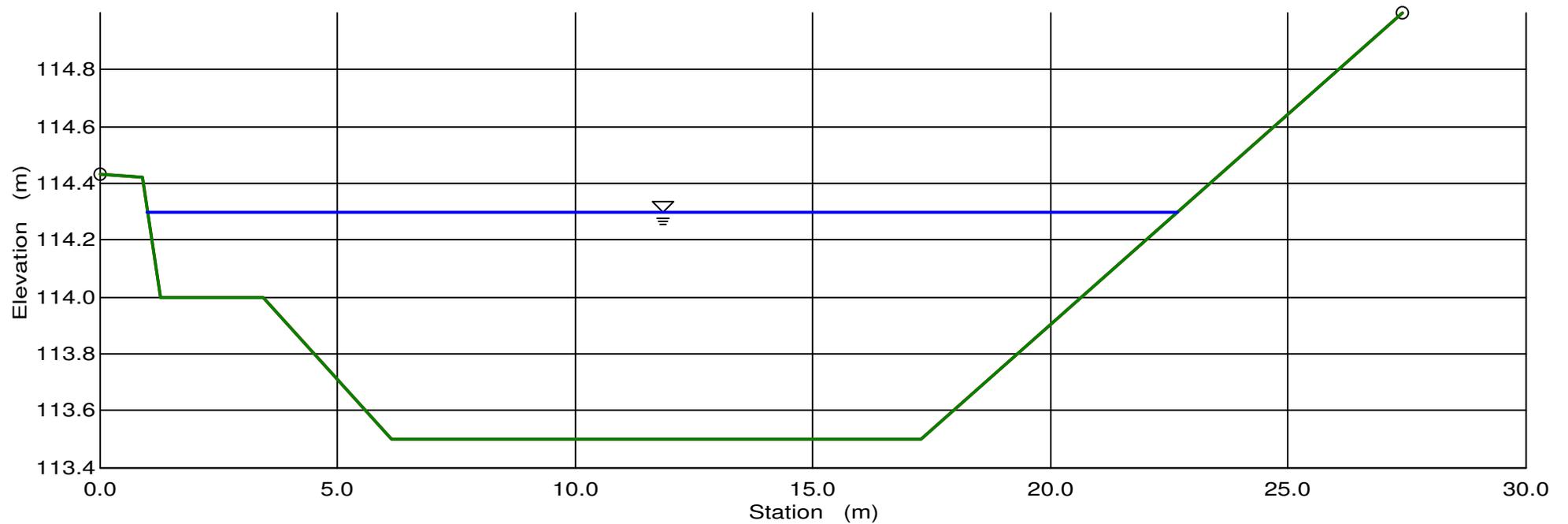


Cross Section

Cross Section for Irregular Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	S11 - 2.4
Flow Element	Irregular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Water Elevation

Section Data	
Wtd. Mannings Coefficient	0.045
Channel Slope	1.48 %
Water Surface Elevation	114.30 m
Discharge	25.52 m ³ /s



Worksheet
Worksheet for Irregular Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	S11 - 2.4
Flow Element	Irregular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Water Elevation

Input Data				
Channel Slope	1.48 %			
Elevation range: 113.5 m to 115.0 m.				
Station (m)	Elevation (m)	Start Station	End Station	Roughness
0.00	114.43	0.00	27.42	0.045
0.90	114.42			
1.30	114.00			
2.68	114.00			
3.46	114.00			
6.13	113.50			
11.25	113.50			
12.83	113.50			
16.75	113.50			
17.30	113.50			
27.42	115.00			
Discharge	25.52 m ³ /s			

Results		
Wtd. Mannings Coefficient	0.045	
Water Surface Elevation	114.30	m
Flow Area	13.22	m ²
Wetted Perimeter	21.90	m
Top Width	21.67	m
Height	0.80	m
Critical Depth	114.20	m
Critical Slope	0.024777	m/m

Worksheet
Worksheet for Irregular Channel

Velocity	1.93	m/s
Velocity Head	0.19	m
Specific Energy	114.49	m
Froude Number	0.79	

Flow is subcritical.

Curve Plotted Curves for Irregular Channel

Project Description	
Project File	f:\depart~1\drenaje\proyec~1\inocsa\mur100~1\pc\tablas\clculo~1\ckm15_3.fm2
Worksheet	S11 - 2.4
Flow Element	Irregular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Water Elevation

Constant Data	
Channel Slope	1.48 %

Input Data			
	Minimum	Maximum	Increment
Discharge	0.00	25.52	2.00 m ³ /s

Water Elevation vs Discharge

