



Departamento de Ingeniería  
Hidráulica, Marítima y Ambiental

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA**

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Departamento de Ingeniería Hidráulica, Marítima y Ambiental

# ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL COLECTOR DESDOBLADO DE AV. DIAGONAL ENTRE GIRONA Y PASEO SANT JOAN

---

Estudio realizado por encargo de bcasa

Barcelona, 20 de Junio de 2017

# ÍNDICE

---

<b>1</b>	<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>3</b>
3.1	EL MODELO HIDRÁULICO DEL PICBA 06' .....	3
3.2	ESCENARIO DE LLUVIAS DEL T10 .....	4
3.3	MODIFICACIÓN DE LA RED .....	6
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>7</b>
4.1	RESULTADOS PREVIOS .....	7
4.1.1	<i>Diagnosis PICBA 06'</i> .....	8
4.1.2	<i>Prognosis PICBA 06'</i> .....	9
4.2	"ESCENARIO 1" .....	12
4.3	"ESCENARIO 2" .....	13
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>ACRÓNIMOS</b> .....	<b>16</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>16</b>

## 1 Antecedentes

Con fecha 15 de Marzo de 2017 Barcelona Cicle de l'Aigua S.A., en adelante bcasa, se pone en contacto con el grupo de investigación GITS-UPC para la realización de un estudio hidráulico del desdoblamiento del colector de la Diagonal en su tramo entre el Carrer Girona y el Passeig de Sant Joan.

Dicho proyecto contempla solventar uno de los puntos negros del drenaje urbano de la ciudad de Barcelona. En este ámbito existe una capacidad insuficiente para el tránsito de precipitaciones correspondientes al periodo de retorno de 10 años (T10). Esta insuficiencia se traduce en una entrada en carga del colector llegando al vertido a calle través de las tapas de los pozos y consecuente inundación superficial.

Esta insuficiencia se ha detectado tanto por las evidencias de campo como a través del modelado hidráulico de la red de drenaje, por lo tanto existe un consenso al respecto.

Se da la situación coyuntural de la redacción de un proyecto de reforma de la calzada de la Diagonal que favorece la oportunidad de actuación en el subsuelo.

Este documento constituye el cálculo hidrológico necesario para el diseño hidráulico del desdoblamiento del colector existente.

## 2 Introducción

La hidrología es una ciencia extremadamente compleja. Únicamente la simplificación masiva ha permitido desarrollar unas metodologías de cálculo abordables. Conceptos como el coeficiente de escorrentía ocultan fenómenos extremadamente amplios y complejos.

Si se trata de escribir de forma completa las ecuaciones que gobiernan el proceso de escorrentía se debe recurrir a la física de múltiples procesos:

-Flujo subterráneo en medio no saturado, representado por las ecuaciones de Richards (Richards 1967)

-Flujo superficial, representado por las ecuaciones de Navier-Stokes (Pope 2000)

-Evapotranspiración potencial (Chow et al. 1988)

-Intercepción y *ponding* (Brutsaert 2005)

Las ecuaciones de gobierno, juntamente con las de cierre dan lugar a un sistema no lineal de ecuaciones difícilmente abordable. Es cierto que se han producido intentos muy ambiciosos de modelar todo ese conjunto de ecuaciones, tanto de forma distribuida (*Systeme Hydrologique Europeen*)(Abbott et al. 1986) como agregada (HSPF) (Bicknell et al. 1996). Sin embargo resulta mucho más amplia la lista de éxitos derivada del uso de metodologías extremadamente simplificadas como puede ser el método racional modificado (Témez 1978) o el SCS-CN (Chow et al. 1988), donde toda la complejidad del proceso se resume en la magia de un coeficiente único.

El proyecto aquí desarrollado se engloba dentro de la hidrología urbana, donde una parte de la complejidad del problema, la relacionada con la infiltración, se reduce notablemente. Por el contrario aparecen nuevos problemas como el mecanismo de intercepción del agua por parte de los imbornales o las entradas en carga del sistema de tubos y colectores.

El objetivo primordial del presente estudio es establecer un caudal de diseño para la infraestructura. De forma consensuada se fija en diez años el periodo de retorno relevante. Esto significa que se parte de una lluvia asociada a dicho periodo de retorno y se propaga para determinar el caudal asociado.

Existe una diferencia conceptual muy importante entre este tipo de hidrología urbana y la que se da en cuencas rurales, la diferencia no radica únicamente en el proceso de infiltración sino esencialmente en el acoplamiento hidráulica-hidrología. En entornos rurales los procesos que ocurren cuando hay una precipitación son de índole natural, esto significa que, a parte de las posibles alteraciones antrópicas, se puede hablar de un “caudal natural”.

En cuencas urbanas no se existe un concepto equivalente llamado “caudal urbano”, esto se debe a que el propio diseño de la infraestructura y sus colectores condiciona completamente los caudales, de manera en un mismo ámbito, con una red u otra, se obtienen resultados completamente diferentes.

Por lo tanto establecer un “caudal de diseño” es muy complicado porque éste siempre vendrá condicionado por la propia infraestructura y todas las modificaciones que se produzcan en ésta alteran su valor.

Para tratar de entender este problema se puede pensar en una red que tenga capacidad adecuada para su periodo de retorno de diseño. Si se cambia algún colector por desgaste se puede usar una sección diferente a la anterior y con unos materiales de rugosidad diferente. Con estas nuevas características la respuesta hidrológica de la red cambia y los caudales de diseño también.

Por lo tanto no podemos hablar de un caudal de diseño único o absoluto, éste siempre vendrá condicionado por el estado actual o proyectado de la red y su vigencia será limitada.

En contraposición tenemos las cuencas rurales donde se han identificado unas características hidrológicas llamadas “naturales”, expresadas en las ecuaciones de la teoría del régimen, que forma parte del núcleo de la geomorfología (Blench 1957, Leopold et al. 2012) y que describen de forma única infinidad de cuencas.

Esta caracterización permite que la hidrología de las cuencas rurales pueda prescindir de la hidráulica completa para sustentarse en una forma simplificada, llamada enrutamiento, donde a partir de las características tipo de la cuenca se puede definir el tiempo de tránsito y la laminación experimentada por el caudal. Sin embargo, tal y como se ha visto, para drenaje urbano se debe calcular detalladamente la red, por lo tanto se debe ir a la hidráulica completa, incorporando mucha complejidad al cálculo.

El caso de la ciudad de Barcelona posee algunas singularidades adicionales muy interesantes, como la gran dimensión de los colectores, que poseen una capacidad de almacenamiento

importante. De la misma forma existen grandes colectores que se comportan como canales, con uniones muy diferentes a los tradicionales pozos de registro

### 3 Metodología

Actualmente está en curso la construcción de un nuevo modelo hidráulico de la red de drenaje de Barcelona por parte de bcasa. A falta de la conclusión de dicho modelo la única herramienta existente con validez es el modelo desarrollado en el marco del último plan director, denominado PICBA 06'.

#### 3.1 El modelo hidráulico del PICBA 06'

Este modelo únicamente contemplaba la red drenaje primaria (de grandes dimensiones). La Figura 1 recoge una imagen del modelo numérico construido en el PICBA 06'. Puede apreciarse como únicamente los grandes colectores aparecen, y la mayor parte de la red no se incluye. Esto se debía a las limitaciones computacionales existentes en la época en la que se construyó el modelo. Las coordenadas usadas en el modelo no se corresponden con la referencia ED50 UTM 31N vigente en aquella época ni con las ETRS89 UTM 31N vigentes actualmente.

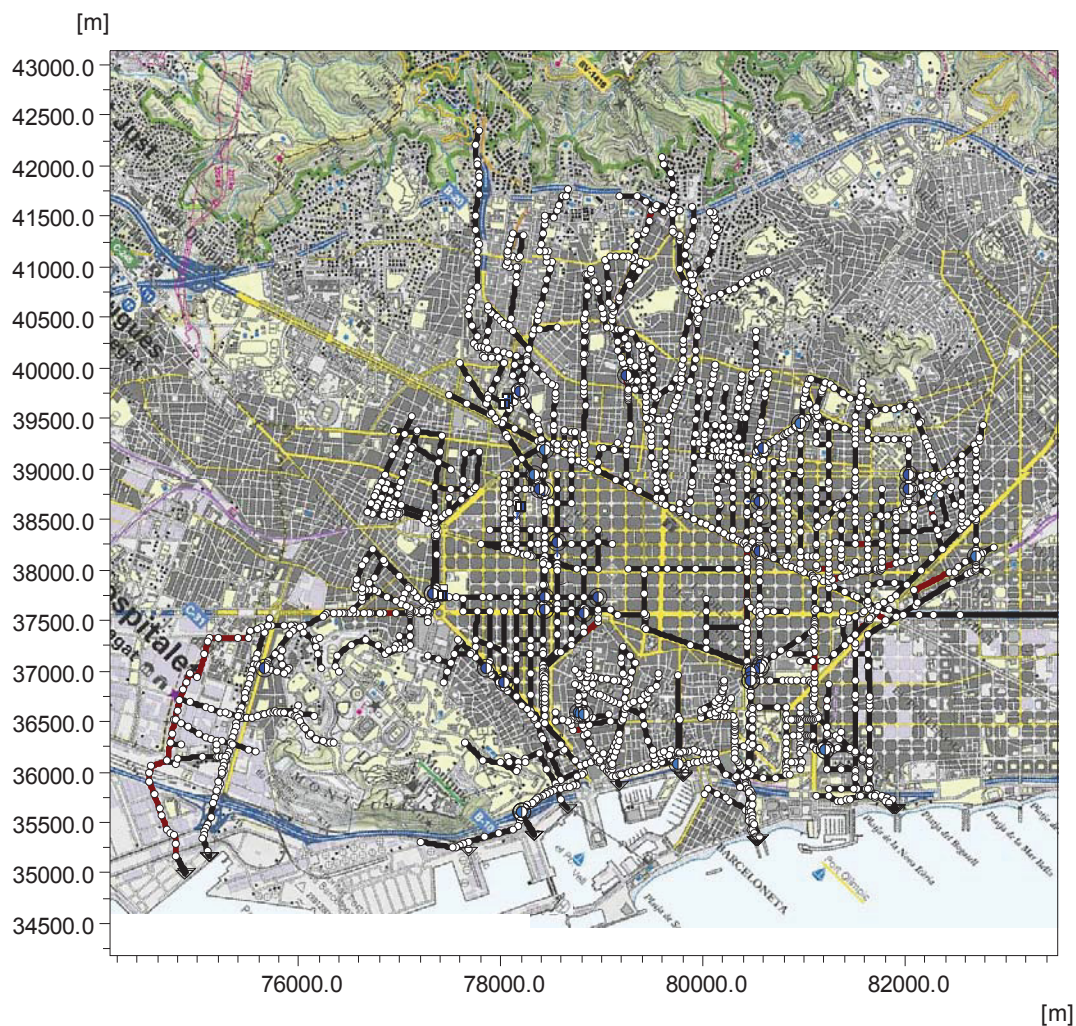


Figura 1. Imagen del modelo del PICBA 06 tal y como aparece en el software MOUSE de DHI.

Dicho modelo hacía uso del software MOUSE de DHI (“*MOdel for Urban SEwers*”), una de las herramientas más contrastadas para el modelado de redes de drenaje. Este software se basa en la resolución de las ecuaciones de Saint Venant (Barre de Saint Venant 1871) para canales unidimensionales, complementada con herramientas para el flujo a presión.

Existen una serie de detalles relativos al cálculo, tal y como se ejecuta en MOUSE, que son importantes para el diagnóstico.

- En general MOUSE no resuelve las ecuaciones en régimen rápido, sino que usa una versión simplificada, onda cinemática u onda difusiva (Water&Environment 2004)
- El régimen rápido es relativamente común en redes de drenaje urbano
- Esto es consecuencia del algoritmo de Abbott-Ionescu que implementa (Abbott & Ionescu 1967)
- La configuración de los nodos por defecto es “*surface flooding*”

Esta última característica es muy importante. Tal y como se ha comentado anteriormente la red de drenaje o alcantarillado no se concibe como una red a presión (a priori). Por lo tanto las entradas en carga deben evitarse. En el caso de entrar en carga por limitaciones del sistema deben adoptarse una decisión respecto al desbordamiento. Esto es lo que se denomina la estrategia de “*surface flooding*”.

En esta aproximación se pretende que al tener un tubo de capacidad limitada no se produzca un gran vertido que mantenga la presión baja y que reduzca el agua en el sistema (perdiéndola). Por ello se conecta cada uno de los pozos de drenaje a un tanque de almacenamiento con una área 1000 veces mayor a la de un pozo de registro, en caso de entrar en carga e superar la cota de la calle el agua queda temporalmente almacenada en este “depósito” de forma que al bajar el caudal se reintroduce en el sistema.

En el caso que el agua se vertiese al superar la cota de calle se perdería, de forma que aguas abajo del nudo conflictivo llegaría menos agua y nos podría dar la sensación de que la red está correctamente dimensionada. Con el criterio por defecto de MOUSE se evita que estos desbordamientos “alivien” la situación de los otros tramos, de forma que si un pozo entra en carga sencillamente se acumula el agua dando lugar a niveles de agua superiores al nivel de calle, lo que es completamente imposible.

### 3.2 Escenario de lluvias del T10

De la misma manera que se ha determinado que el modelo del PICBA 06’ es el más adecuado para determinar los caudales, se hace uso de las lluvias de diseño elaboradas para dicho plan director (ver Figura 2, hietograma en forma de precipitación incremental). Se trata de un hietograma propuesto a partir de la vasta serie histórica de lluvias disponible, con pluviómetros de un siglo de vigencia para datos diarios y múltiples pluviógrafos distribuidos por la ciudad en los últimos 30 años.

El hietograma se define a partir de los bloques alternados con una duración total de lluvia de 1 hora y 55 minutos y una duración de la simulación de 2 horas y 10 minutos.

Viendo la figura se puede apreciar como el bloque central de máxima intensidad se ha dividido en dos bloques de intensidad constante de 13.7 mm en 5 minutos. Esto es una práctica común

dado que la forma de la IDF tiende de forma artificial a crear una asíntota en las duraciones muy cortas.

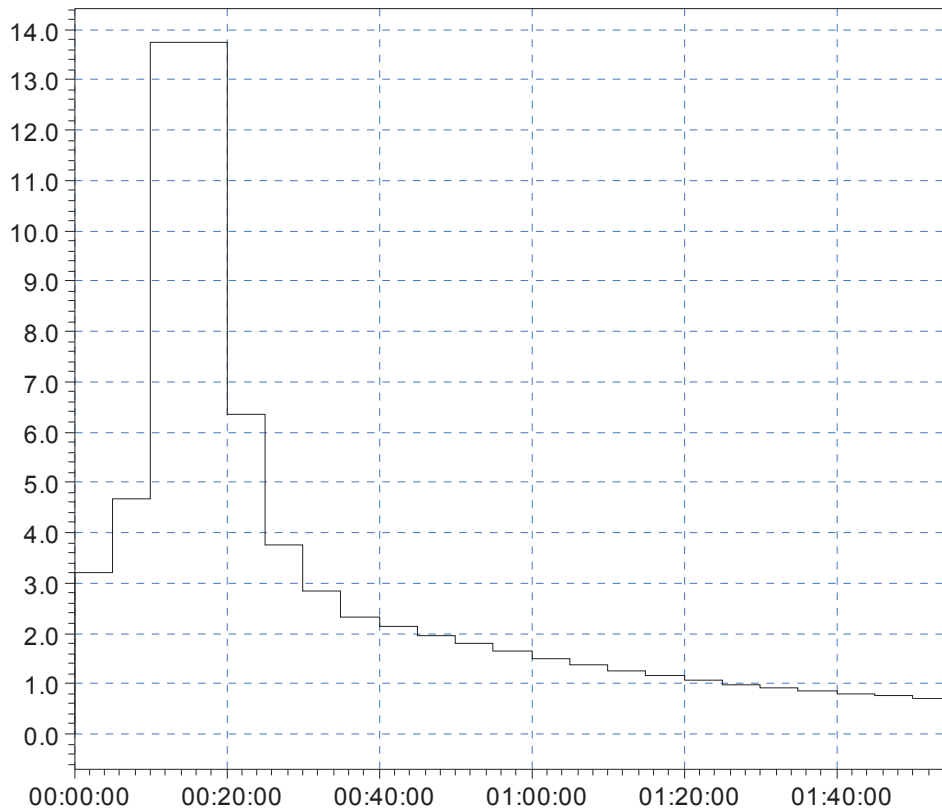


Figura 2. Precipitación de diseño en mm proveniente del PICBA 06'.

Para ver la forma de la curva S equivalente se ha elaborado la Figura 3, en ella se superpone la precipitación acumulada. Se puede apreciar como la curva S está notablemente desplazada al inicio del episodio y tiene una cola larga.

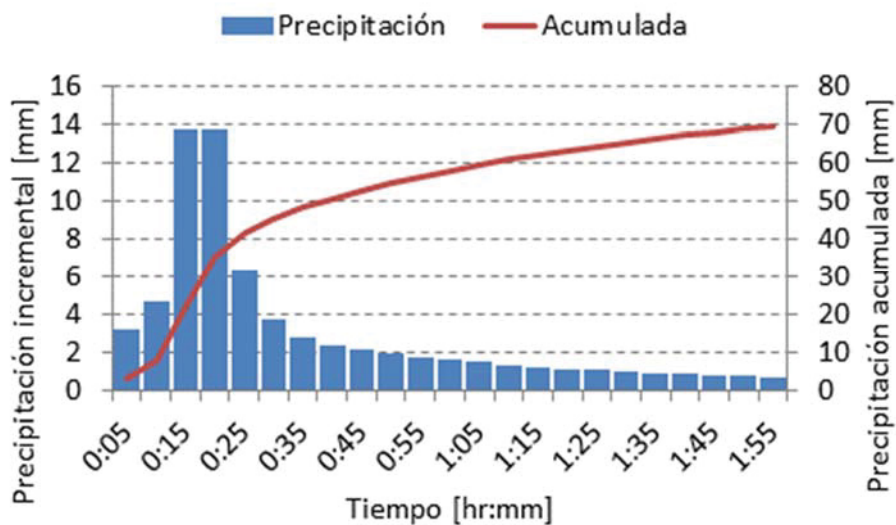


Figura 3. Hietograma de diseño en forma de precipitación incremental y acumulada.

### 3.3 Modificación de la red

Tal y como se ha comentado en el apartado anterior existe una relación muy condicionada entre los resultados obtenidos para hidrología urbana y la red de drenaje existente. Esto tiene un fuerte impacto sobre este estudio ya que en él se pretende determinar los caudales de diseño.

El protocolo a seguir consiste en substituir el cuello de botella constituido por el colector existente en la Diagonal para determinar qué sucedería en el caso de que no hubiese una capacidad limitada.

A pesar de que parece una propuesta sencilla existen infinitas soluciones ya que cada propuesta de supresión del cuello de botella implica un diseño de colector, por lo tanto un resultado hidráulico diferente. Para tratar de entender este fenómeno considérese una sección de colector, ésta posee un área característica, una pendiente, una rugosidad y una relación radio hidráulico-calado.

La pendiente y la rugosidad condicionan la velocidad del flujo, el área la capacidad y la laminación y el calado modifica la celeridad de onda y por lo tanto la velocidad de propagación del hidrograma.

Además existe una limitación adicional derivada del hecho de que el modelo escogido no es capaz de resolver el régimen rápido existente en el colector de Diagonal. El modelo substituye el sistema de ecuaciones dinámico por otro difusivo donde la celeridad en la propagación de la onda pasa a depender únicamente de la velocidad, de manera que si comparamos las velocidades de propagación  $\lambda$  de uno u otro modelo tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Onda dinámica } \lambda_{real} = V \pm \sqrt{gH} \\ \text{Onda difusiva/cinemática } \left\{ \begin{array}{l} \lambda = 3/2V \text{ Chezy} \\ \lambda = 5/3V \text{ Manning} \end{array} \right. \end{array} \right. \quad (1)$$

Donde  $H$  es el calado en el colector,  $g$  la gravedad y  $V$  la velocidad. Puede verse como la diferencia entre ambos es muy importante para números de Froude elevados (régimen rápido). Para el caso de Chezy tenemos:

$$\left. \begin{array}{l} \lambda_{Modelo} = 3/2V = V + 0.5V \\ Fr \ll 1 \rightarrow V \ll \sqrt{gH} \end{array} \right\} \lambda_{Modelo} \gg \lambda_{real} \quad (2)$$

Por lo tanto cabe suponer que las velocidades de propagación del modelo son mayores que las reales.

Con todas estas premisas de partida se hace una propuesta de ampliación del colector existente. Se supone que no se producirá variación de la pendiente ni del calado, e únicamente se incrementa la sección, duplicando su ancho.



De esta forma el comportamiento dinámico es análogo al existente, en cuanto a velocidades y celeridades con la salvedad de un mayor efecto de laminación. Esto se corresponderá con el cálculo denominado “Escenario 1”.

En el presente estudio se ha llevado a cabo una calibración de la rugosidad del colector de la Diagonal. Esto se ha hecho para tratar de introducir los efectos de degradación del hormigón debidos a la presencia de sulfhídrico en cantidades importantes.

Se ha tratado de introducir esta mejora de la rugosidad también en el modelo hidrológico. En el PICBA 06’ se usó un coeficiente de Manning de 0.0147, sin embargo la calibración ha llevado a un coeficiente de 0.018.

Por lo tanto se ha repetido el cálculo hidrológico con un coeficiente de Manning de 0.018 y esto se ha llamado “Escenario 2” y ha sido el seleccionado para el diseño de la hidráulica. Únicamente por motivos de análisis de sensibilidad se incluyen los resultados del “Escenario 1” ya que tal y como se ha dicho los correspondientes al “Escenario 2” han sido los usados en el diseño.

Podría pensarse que resulta redundante usar un modelo hidrológico-hidráulico para establecer unos caudales que posteriormente se usan para un modelo hidráulico diferente. Podría pensarse además que existe la posibilidad de introducir la propuesta de diseño del desdoblamiento en este propio modelo y obtener los resultados acoplados, sin embargo ya se ha descrito en los puntos anteriores como el modelo existente tiene una limitación muy importante en los regímenes rápidos, por ello, para este proyecto particular se consideró que era necesario usar un modelo específico para el cálculo de colectores capaz de resolver correctamente el régimen rápido además de elementos singulares.

Esta complejidad fue la razón principal de buscar el soporte de GITS-UPC en el desarrollo del cálculo. El modelo utilizado es de implementación propia por ello se adapta el propio código a las necesidades del proyecto. La propuesta final presentada en el cálculo hidráulico llega a números de Froude muy altos debido a que se proponen varias rápidas de entrada a la cámara con saltos próximos a 10 metros. En este escenario un modelo como el utilizado en el PICBA 06’ no constituye una herramienta de proyecto sino de planeamiento básico.

Por todo lo dicho anteriormente, del modelo hidrológico-hidráulico MOUSE se espera la misma fiabilidad que se asocia a un modelo hidrológico, no se usan sus resultados para dimensionamiento hidráulico.

## 4 Resultados

En este apartado se describen los resultados obtenidos a partir del modelo. Para poder contextualizar los resultados se hace una introducción de los resultados previos existentes.

### 4.1 Resultados previos

Hay que destacar que existen numerosos antecedentes sobre los caudales de diseño. Así en el estudio con modelo reducido realizado con anterioridad en la UPC para el dimensionamiento de la cámara de Passeig Sant Joan se cita explícitamente un caudal extremo de 190 m<sup>3</sup>/s, valor suministrado por el Ayuntamiento de Barcelona.

#### 4.1.1 Diagnòsis PICBA 06'

En el estudio del Plan Director de Alcantarillado de Barcelona de 2006, en la fase de diagnòsis (estado actual), se evalúa el caudal máximo transportado por la Diagonal en el punto de la entrada de la cámara en 96.45 m<sup>3</sup>/s (ver Figura 4). Se puede apreciar en el hidrograma como hay una meseta, esto se debe a que el colector existente en Diagonal va en carga con varias tapas desbordadas, por lo tanto el caudal viene limitado por su capacidad no por la hidrología. Precisamente este efecto es lo que se pretende eliminar en el cálculo para el diseño.

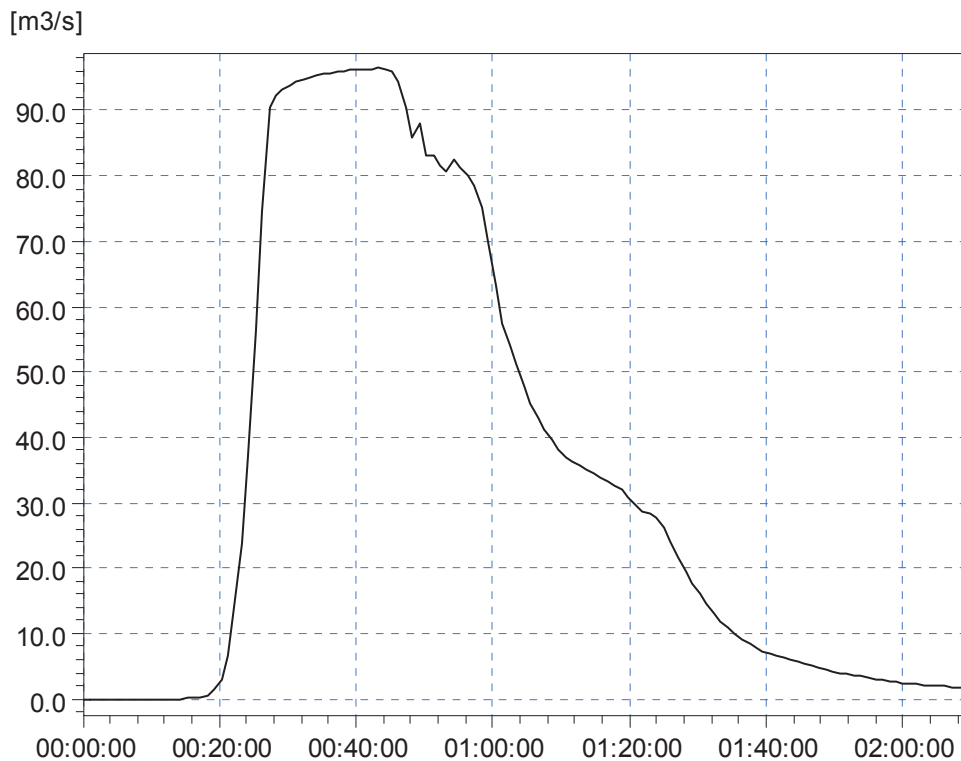


Figura 4. Hidrograma en el punto de la Diagonal correspondiente a la bifurcaci3n de acceso a la camara de Passeig Sant Joan (resultado de la diagnòsis del estado actual del PICBA 06').

En la misma lnea, en la Figura 5 se presentan los resultados de presi3n para el estado actual obtenidos en el PICBA 06'. En color azul aparecen los tramos que no van en carga, con lo que la presi3n recoge valores negativos correspondientes al resguardo. En color azul oscuro casi negro aparecen las zonas con cargas de agua desde 1.5 hasta 3.3 mca (metros de columna de agua).

Puede verse como toda la Diagonal va en carga con valores de hasta 5 mca. En muchas de estas zonas ya se ha producido el salto de tapas con lo que el modelo las usa como desagüe temporal de la red (con o sin almacenamiento, ver Apartado 3.1 del presente documento) por lo tanto sirven de cota superior para las presi3nes del sistema y limita los caudales de paso.

De los mismos resultados la Figura 6 recoge el hidrograma obtenido en uno de los tres tubos de desagüe de la cámara de Passeig de Sant Joan. El caudal total es tres veces éste, por lo tanto es de 57 m<sup>3</sup>/s. De esta forma se concluye que la diagnòsis indica que aproximadamente el 60% del caudal circulante por la Diagonal se desvía y pasa a travs de la cámara de Passeig Sant Joan.

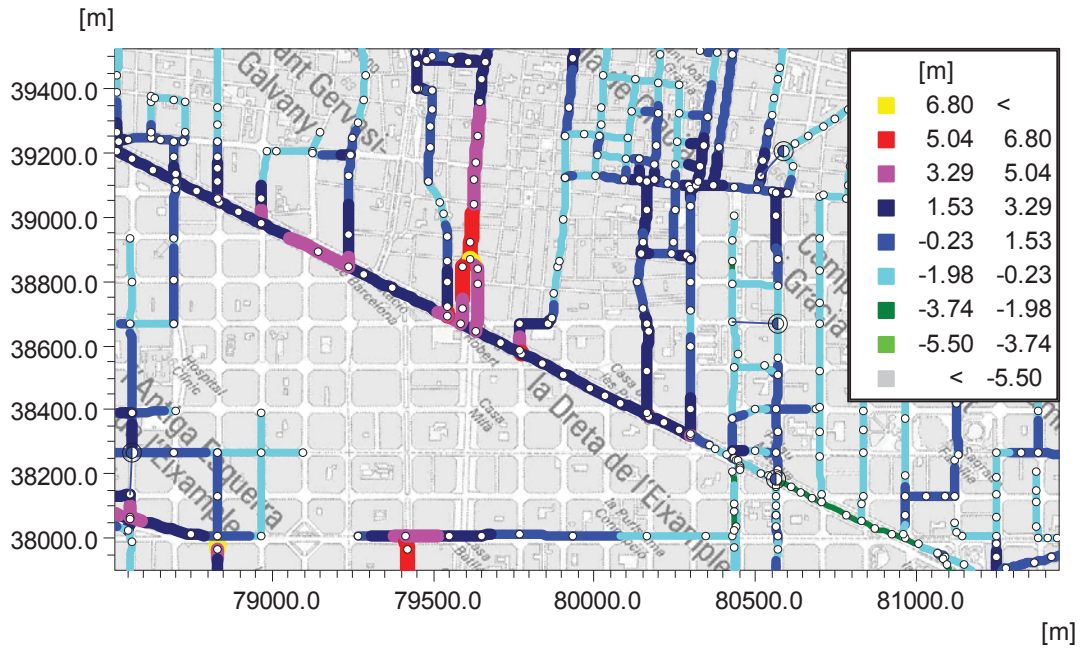


Figura 5. Resultados de presión para la diagnosis (estado actual) del PICBA 06'. Valores negativos indican resguardo, valores positivos entradas en carga. El resultado se da en mca (metros de columna de agua).

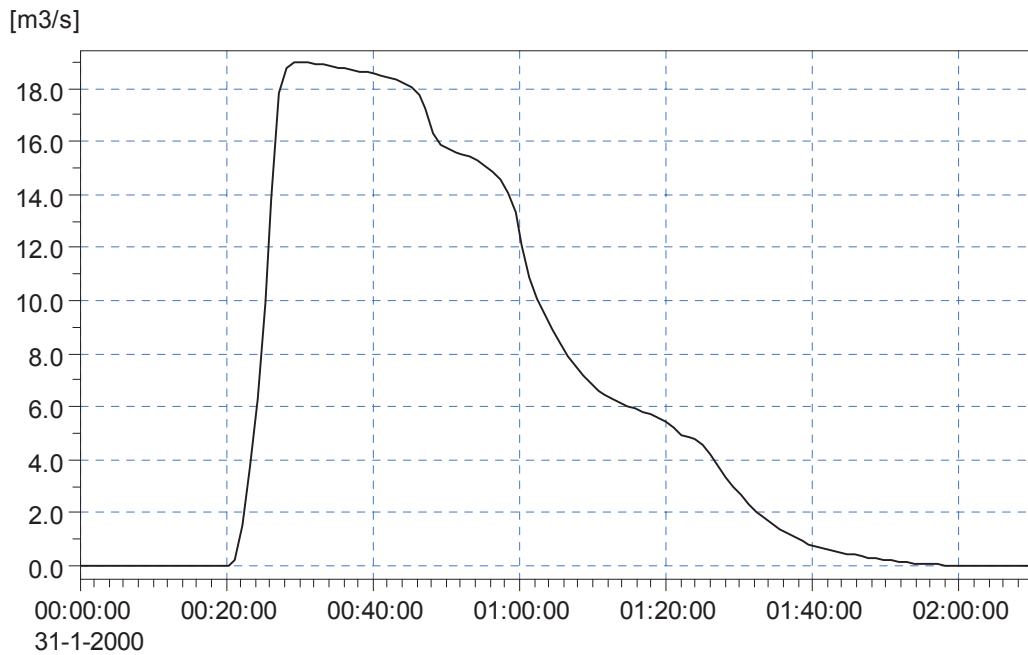
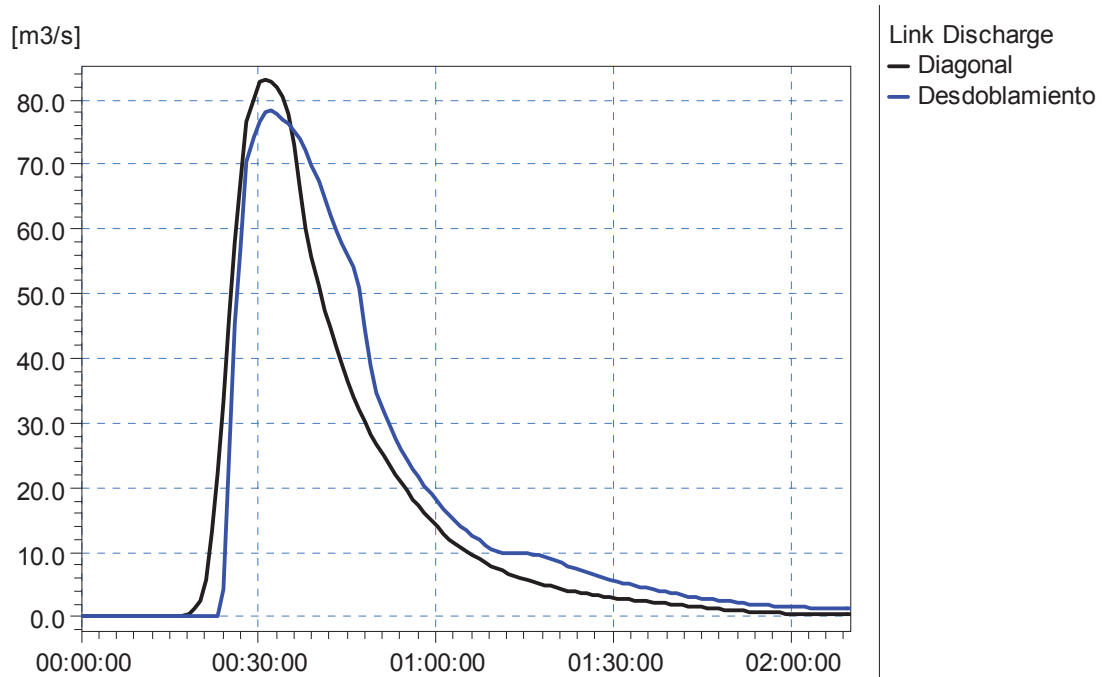


Figura 6. Hidrograma correspondiente a uno de los tubos de desagüe de la cámara de Passeig de Sant Joan. Resultados obtenidos en la diagnosis (estado actual) del PICBA 06'.

#### 4.1.2 Prognosis PICBA 06'

En el mismo plan director PICBA 06' se realizó una prognosis corrigiendo la capacidad del colector de Diagonal. Para ello se propuso un desdoblamiento del colector actual (ver mapa de la Figura 8). La Figura 7 recoge los hidrogramas obtenidos para el colector existente y para el desdoblamiento, ambos a la altura del desvío de la cámara de Passeig Sant Joan. El colector

existente posee una bifurcación para garantizar el reparto y el desdoblamiento está directamente conectado a la cámara.



**Figura 7. Hidrogramas en la colector existente en la Diagonal y en el desdoblamiento propuesto. Resultado de la prognosis realizada en el PICBA 06'.**

La suma de ambos caudales arroja un total de  $160 \text{ m}^3/\text{s}$ , debe tenerse en cuenta que el modelo correspondiente a la prognosis incorpora todas las otras mejoras de red, por lo tanto no se puede concluir que el nuevo valor esté únicamente relacionado con el desdoblamiento.

Debe tenerse en cuenta además que este valor se obtiene con una rugosidad de 0.0147 y con una configuración en la que se forzaba un desvío completo del caudal a partir de la Calle Balmes, seccionando el colector existente para su desvío completo. En contraposición con la modelación aquí realizada en la que sencillamente se amplía el colector existente para eliminar sus “cuellos de botella”, sin añadir medidas correctoras adicionales como correspondía a la prognosis del PICBA 06'.

La Figura 8 recoge los resultados de las presiones de carga para prognosis del PICBA 06'. Se puede apreciar como todos los colectores van en lámina libre sin entradas en carga en la Diagonal. Dicho resultado contempla todas las medidas correctoras propuestas, con laminaciones adicionales por nuevas estructuras. Por todo ello difiere notablemente de la configuración de este estudio.

El caudal total circulante en la cámara de Passeig Sant Joan se representa en la Figura 9 para uno de sus 3 tubos de desagüe. Puede verse como es de  $43.3 \text{ m}^3/\text{s}$ , dando un caudal total para la cámara  $130 \text{ m}^3/\text{s}$ .



Figura 8. Resultado de presiones para la prognosis (estado de proyecto o corregido). Resultados correspondientes al PICBA 06'.

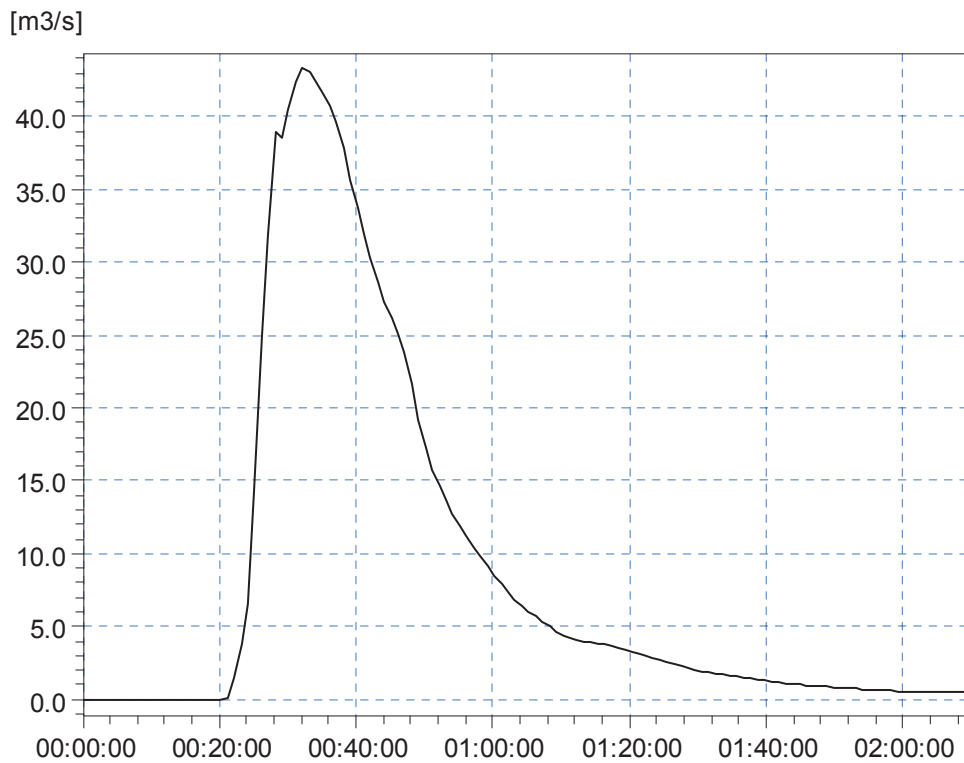


Figura 9. Hidrograma de desagüe de uno de los tubos de la cámara de Passeig de Sant Joan. Resultado del PICBA 06'.

Este caudal se corresponde con el 100% del circulante por el desdoblamiento ( $78 \text{ m}^3/\text{s}$ ) y el 60% del circulante por la Diagonal, equivalente a  $52 \text{ m}^3/\text{s}$ . Existe coherencia en el modelo en cuanto al reparto inducido en la bifurcación de Diagonal-Passeig Sant Joan.

## 4.2 “Escenario 1”

Tal y como se ha descrito en los apartados anteriores el “Escenario 1” amplía la capacidad del colector de la Diagonal manteniendo su rugosidad, con el fin de permitir el tránsito de la avenida completa. La Figura 10 presenta el nuevo mapa de presiones, puede apreciarse como al igual que en la prognosis del PICBA 06’ se eliminan todos los cuellos de botella de la Diagonal.

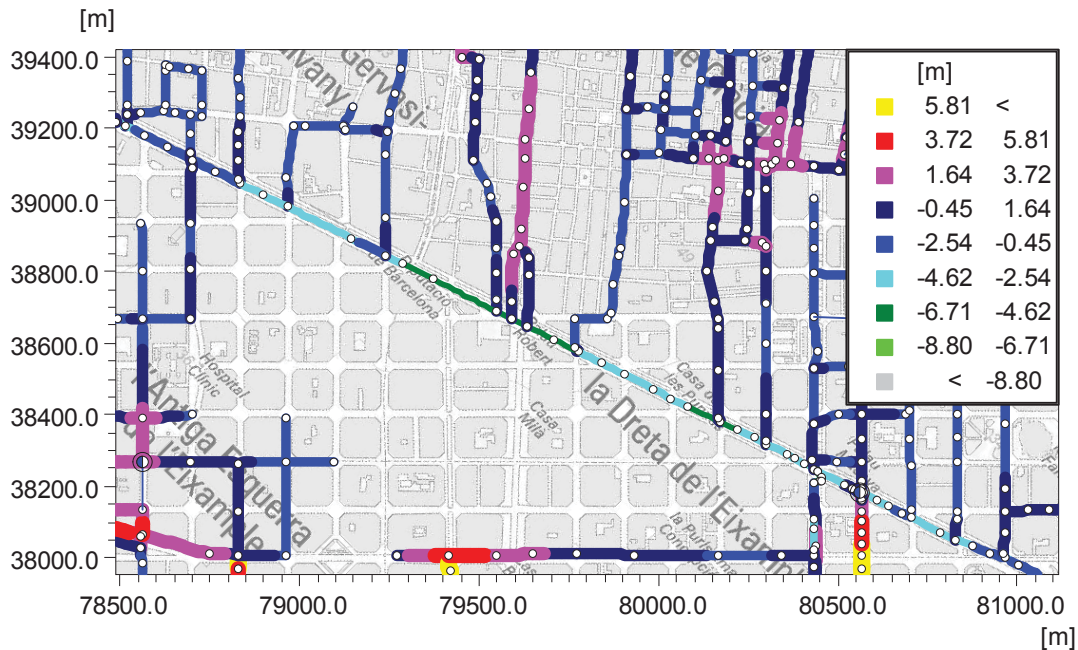


Figura 10. Resultado de presión en mca obtenido ampliando el colector existente en la Diagonal.

La Figura 11 presenta el hidrograma obtenido en la bifurcación de Passeig de Sant Joan, el dato relevante es que el caudal pico llega a  $190 \text{ m}^3/\text{s}$ , notablemente superior a la prognosis del PICBA 06’. En cuanto a su ubicación en el tiempo está sobre los 30’, muy cercano al obtenido en la prognosis del PICBA 06’ pero adelantado respecto a la diagnosis, donde debido a los efectos de acumulación en nodos y entrada en carga el pico de caudal aparecía a los 40’ (ver Figura 4). Al igual que en los hidrogramas anteriores aparece alguna pequeña inestabilidad numérica, en este caso a 1hr y 5 min.

La Figura 12 presenta el perfil de agua obtenido en el tramo de Diagonal entre Passeig de Gracia y Passeig de Sant Joan. Se puede ver como el colector tiene capacidad más que suficiente para el paso de los  $190 \text{ m}^3/\text{s}$ . De la misma forma se pueden apreciar los saltos encadenados que posee este colector. El cálculo correcto de estos saltos no es trivial, en este caso se ha optado por tener un diámetro de colector suficiente de sección para evitar que se produzcan fenómenos no deseados en los saltos con grandes pérdidas de energía y pérdida de capacidad.

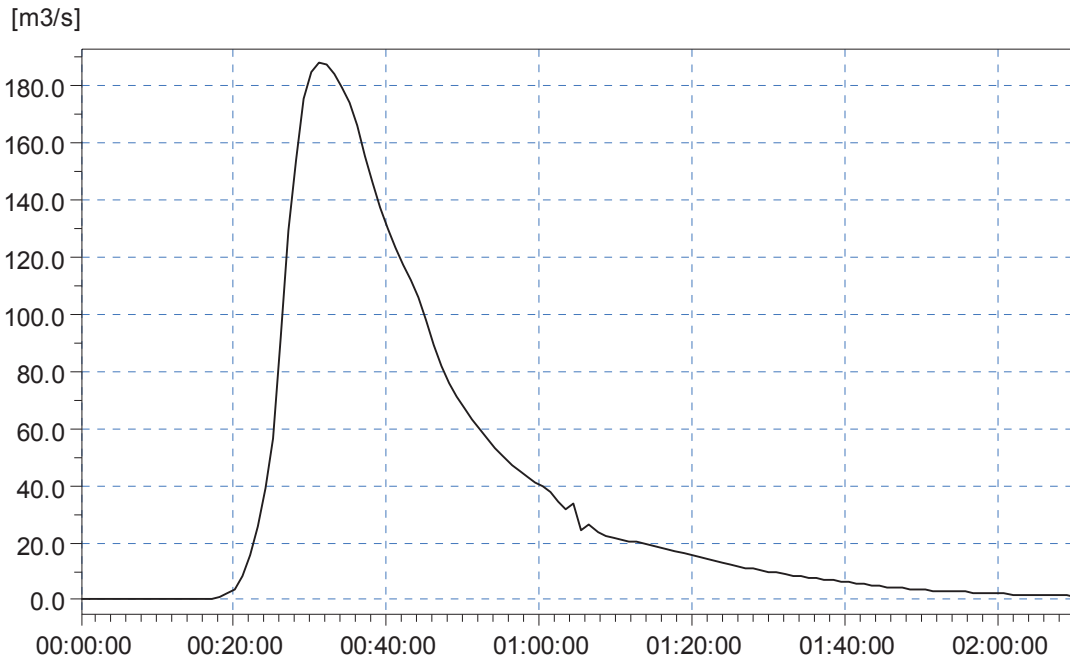


Figura 11. Hidrograma en la Diagonal a la altura de la bifurcación de la cámara de Passeig Sant Joan.

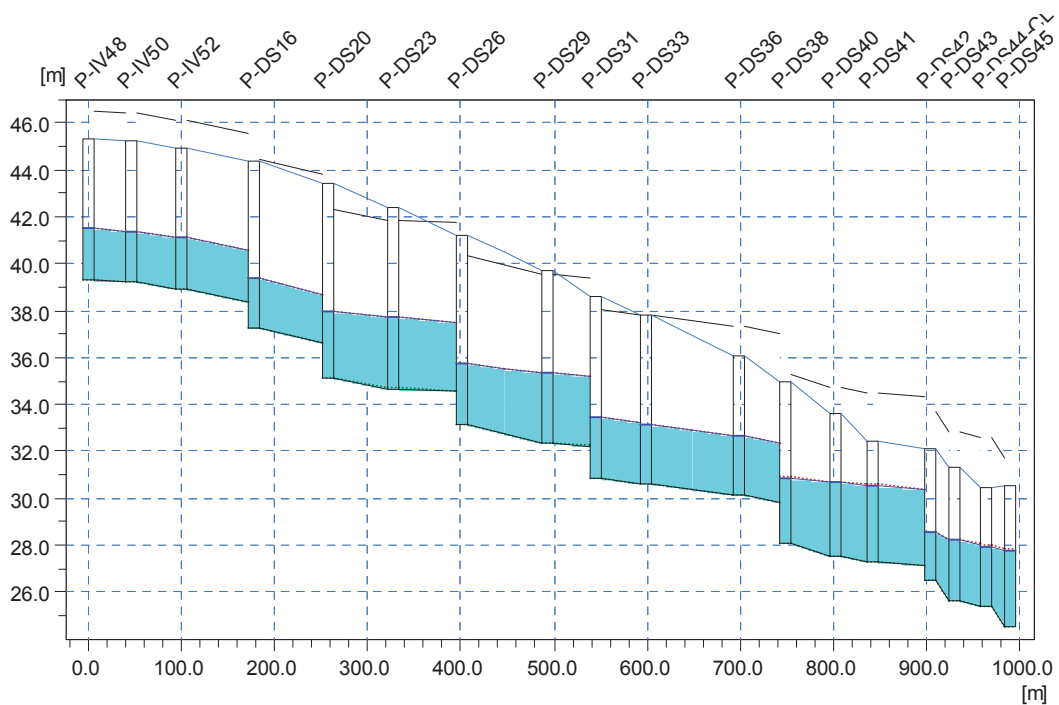


Figura 12. Perfil longitudinal entre Passeig de Gracia y Passeig Sant Joan.

### 4.3 “Escenario 2”

En el marco de este estudio se ha hecho una modificación importante del coeficiente de rugosidad de Manning, basada en medidas reales. Se ha considerado que el estudio hidrológico debía reflejar dichas modificaciones ya que son de gran relevancia. El “Escenario 2” contempla la modificación de la rugosidad para garantizar la coherencia entre estudio hidrológico e hidráulico.

El hecho de haber obtenido en el "Escenario 1" 190 m<sup>3</sup>/s es interesante porque era el número suministrado por CLABSA a la UPC en el estudio en modelo reducido de la cámara de Passeig Sant Joan. No existen datos de cómo se obtuvo ese número.

El coeficiente de Manning calibrado para este proyecto pasa de 0.0147 a 0.018. Una vez modificado este valor se ejecuta de nuevo el modelo y en la bifurcación de Diagonal-Passeig Sant Joan se obtiene el hidrograma representado en la Figura 13, con un caudal punta de 160 m<sup>3</sup>/s.

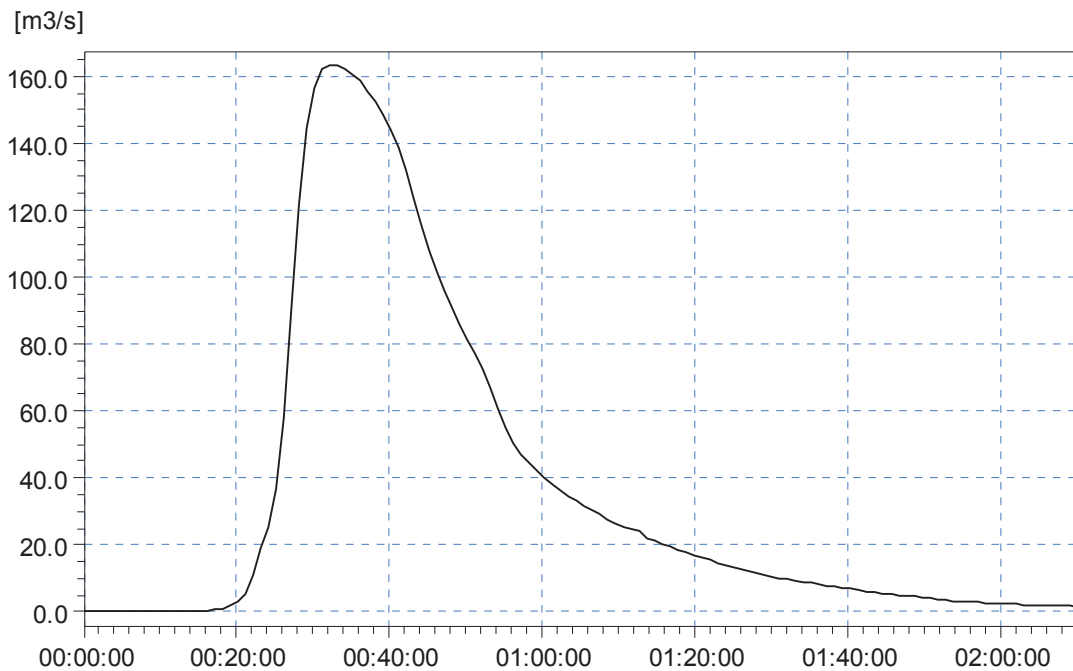


Figura 13. Hidrograma obtenido en la bifurcación del colector de Diagonal con Passeig Sant Joan para el "Escenario 2" con rugosidad baja.

Tal y como se ha citado anteriormente este es el caudal considerado como "caudal de diseño" para el estudio hidráulico del desdoblamiento proyectado.

## 5 Conclusiones

Para el diseño hidráulico del desdoblamiento del colector de la Diagonal en su tramo entre Carrer Girona y Passeig Sant Joan se ha debido determinar el caudal correspondiente a 10 años de periodo de retorno. Para ello se ha usado un modelo hidrológico-hidráulico. Las principales conclusiones de dicho modelado se recogen a continuación:

1. El modelo utilizado es el MOUSE de DHI, el mismo usado para el PICBA 06', el plan director de alcantarillado vigente en la ciudad de Barcelona.
2. Se trata de un modelo poco adecuado para el cálculo en régimen rápido, por ello se interpretan sus resultados en clave hidrológica (caudal) descartando como poco precisos los resultados de calado y velocidad (hidráulica).



3. Se modifica el estado actual para tratar de eliminar las restricciones al paso de caudal existentes en la Diagonal y llegar a un valor “máximo posible”. Esto significa introducir un colector dimensionado para que sus efectos sean “neutros”. Este colector no tiene porqué ser el propuesto para el proyecto ya que su única finalidad es permitir el paso de la avenida sin restringirla.
4. Se han introducido las modificaciones de rugosidad derivadas de la calibración realizada en el contexto de este estudio. Estos cambios son relevantes ya que se pasa de una rugosidad en PICBA 06’ de 0.0147 a una rugosidad calibrada de 0.018. A esta modificación se la denominó “Escenario 2”
5. Los resultados de la diagnosis del PICBA 06’ vigente apuntaban a que el caudal máximo que podía admitir el colector existente estaba en el entorno de los 95 m<sup>3</sup>/s. De estos aproximadamente el 60% se derivan por los colectores que van al Passeig Sant Joan.
6. La prognosis completa realizada en el PICBA 06’ incluía un desdoblamiento del colector de la Diagonal entre otras mejoras. Con todo el paquete de mejoras se obtenía un caudal punta en la Diagonal de 160 m<sup>3</sup>/s.
7. El presente estudio obtiene en primera instancia un caudal punta de 190 m<sup>3</sup>/s sin otras medidas correctoras y usando el coeficiente de Manning de 0.0147, originario del PICBA 06’.
8. Cuando se realiza la calibración y corrección del coeficiente de Manning a 0.018 (“Escenario 2”) se llega a un caudal punta de 160 m<sup>3</sup>/s.
9. El caudal recomendado para el cálculo hidráulico del proyecto de desdoblamiento del colector de Diagonal entre Carrer Girona y Passeig Sant Joan es de 160 m<sup>3</sup>/s correspondiente a 10 años de periodo de retorno.

Allen Bateman

Profesor Titular

[www.gits.ws](http://www.gits.ws)

  
Vicente Medina

Dr. Ingeniero de Caminos

## 7 Acrònimos

Bcasa (“Barcelona Cicle de l’Aigua SA”)

PICBA 06’ (“Pla d’Infraestructura de Clavegueram de Barcelona”)

DHI (“Denmark Hydraulic Institute”)

MOUSE (“MOdel for Urban SEwers”),

Mca (“metros de columna de agua”)

I.C.C. (“Institut Cartogràfic de Catalunya”)

I.C.G.C (“Institut Cartogràfic i Geologic de Catalunya”)

## 8 Bibliografia

La bibliografia empleada para la redacci3n del presente documento ha sido:

Abbott, M. B., Bathurst, J. C., Cunge, J. A., O’Connell, P. E. & Rasmussen, J. (1986), ‘An introduction to the european hydrological system—systeme hydrologique europeen, “she”, 1: History and philosophy of a physically-based, distributed modelling system’, *Journal of hydrology* **87**(1-2), 45–59.

Abbott, M. B. & Ionescu, F. (1967), ‘On the numerical computation of nearly horizontal flows’, *Journal of Hydraulic Research* **5**(2), 97–117.

Barre de Saint Venant, A. (1871), ‘Théorie et equations générales du mouvement non permanent des eaux courantes’, *Comptes Rendus des séances de l’Académie des Sciences. Paris, France* **73**, 147–154.

Bicknell, B. R., Imhoff, J. C., Kittle Jr, J. L., Donigan Jr, A. S. & Johanson, R. C. (1996), ‘Hydrological simulation program-fortran. user’s manual for release 11’, *US EPA*.

Blench, T. (1957), *Regime behaviour of canals and rivers*, Butterworths Scientific Publications London.

Brutsaert, W. (2005), *Hydrology: an introduction*, Cambridge University Press.

Chow, V. T., Maidment, D. R. & Mays, L. W. (1988), *Applied hydrology*.

Leopold, L. B., Wolman, M. G. & Miller, J. P. (2012), *Fluvial processes in geomorphology*, Courier Corporation.

Pope, B., S. (2000), *Turbulent Flows*, Cambridge University Press, 770 pp.

Richards, B. (1967), Moisture flow and equilibria in unsaturated soils for shallow foundations, in 'Permeability and Capillarity of Soils', ASTM International.

Témez, J. R. (1978), *Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales*.

Water&Environment, D. (2004), 'Mouse reference manual (pipe flow)', *DHI Water and Environment* .



Departamento de Ingeniería  
Hidráulica, Marítima y Ambiental

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Departamento de Ingeniería Hidráulica, Marítima y Ambiental

## Estudio y Diseño del nuevo colector desdoblado del T1695 de Diagonal a la cámara de Passeig de Sant Joan

---

Análisis realizado para  
BCASA

Barcelona, 15 de junio de 2017

# ÍNDICE

---

1	ANTECEDENTES.....	1
2	OBJETIVO DEL INFORME .....	1
3	DESCRIPCIÓN DEL NUEVO COLECTOR.....	1
4	DIVISIÓN DEL ESTUDIO .....	2
5	CODIGOS UTILIZADO PARA EL DISEÑO DE LOS COLECTORES Y SUS OBRAS SINGULARES. ....	2
6	DESCRIPCIÓN DEL COLECTOR ANTIGUO DE DIAGONAL T1695.....	2
6.1	SECCIÓN DEL COLECTOR DE DIAGONAL .....	2
7	CÁMARA DEL PASEO SANT JOAN Y TUBOS .....	3
8	CAPACIDAD DE LOS COLECTORES EXISTENTES .....	4
8.1	GENERALIDADES .....	4
8.2	CAPACIDAD GLOBAL DEL COLECTOR T1695 .....	5
8.3	CAPACIDAD DE LA SECCIÓN EN LA ZONA DEL SENSOR DE NIVEL .....	6
8.4	CAPACIDAD DE LOS TUBOS DE SANT JOAN .....	7
9	CAPACIDAD DEL COLECTOR NUEVO. ....	10
10	CAUDALES DE DISEÑO.....	12
11	DISEÑO DE LAS CAÍDAS .....	13
11.1	TEORÍA UTILIZADA EN EL DISEÑO .....	13
11.2	DISEÑO DE LA CAÍDA DE PASEO DE SANT JOAN .....	15
11.3	CAÍDAS DEL T1695 DE LA ABCISA 38.3 M Y DE LA ABCISA 177.4 M.....	17
12	DISEÑO DE LA CURVATURA.....	18
13	DISEÑO DE TODO EL COLECTOR .....	21
14	COMPORTAMIENTO DEL FLUJO DENTRO DE LA CAÍDA Y DISEÑO DE LA ENTRADA .....	23
15	CONCLUSIONES.....	26

## 1 Antecedentes

Desde BCASA se contacta al Grupo de Investigación en Transporte de Sedimentos para realizar el diseño del nuevo colector de la Avinguda Diagonal que ira desde Francesc Macia hasta el paseo de Sant Joan.

Este tramo comporta diferentes elementos que deberán ser estudiados cada uno por aparte para poder dar solución a los requerimientos de BCASA. En la actualidad hay un colector que se denomina T1695 y que es el colector existente, este se divide en dos al llegar al Paseo de Sant Joan, mediante una pared divisoria. Una parte de este colector continua por la Diagonal y la otra parte se dirige a Paseo Sant Joan pasando por una cámara que tiene la función de disipar energía y embocar el agua de la mejor manera a tres tubos que discurren a lo largo de paseo Sant Joan.

## 2 objetivo del Informe

El objetivo principal del presente informe es describir el diseño del nuevo colector que discurre por debajo de la vía Diagonal y se incorpora a la cámara. Adicionalmente se estudiarán mejoras del colector T1695 y se describirá el funcionamiento de las diferentes estructuras diseñadas.

## 3 Descripción del nuevo colector

En la Figura 1. Colector de diagonal, trazado en planta. T1695. Una cámara que se sitúa a la altura de la calle Girona permite dividir los flujos de agua para que parte pase por el T1695 y la otra parte pase por el nuevo colector. Antes de llegar a la cámara el nuevo colector hace un zigzag primero una curva a derecha y luego a izquierda que permite al colector encarar perpendicularmente a la línea de metro L4 y poder así mejorar la estructura de paso por encima de la bóveda de la L4. Una vez se pasa por encima de la L4 se diseña una caída en curva a derechas que penetra por la parte baja y central de la cámara. De esta manera los dos flujos el que viene por el colector nuevo y el flujo que baja por el colector antiguo se encuentran en la cámara del paseo de Sant Joan.

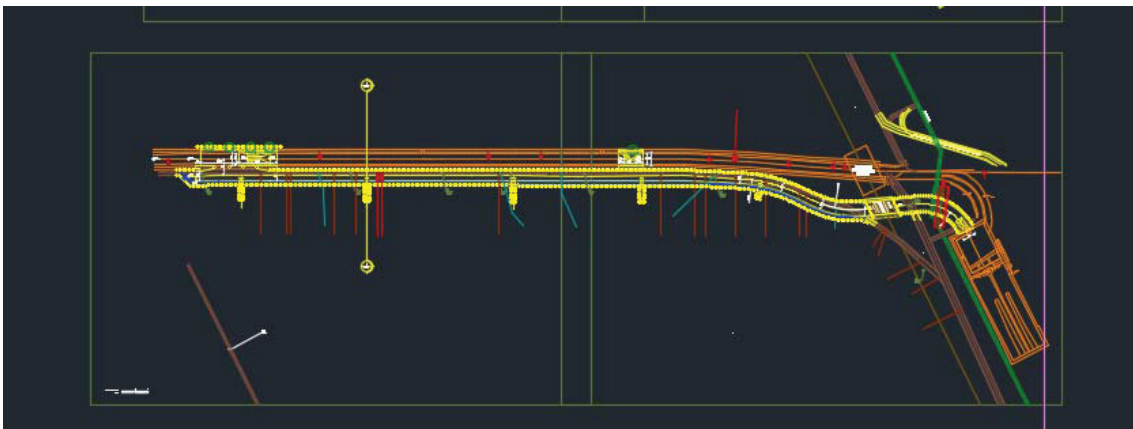


Figura 1. Colector de diagonal, trazado en planta.

## 4 División del estudio

Se reconocen tres tramos diferenciados de estudio en el nuevo colector que va desde la calle Girona hasta la cámara de Paseo de Saint Joan. El primer tramo que va de la cámara de calle Girona hasta el comienzo de la transición. La transición se hace para poder acelerar el flujo que pasa por encima de la L4 y que tenga menos calado de agua para que pueda fluir en lámina libre. El segundo tramo, es la propia transición que va desde la abscisa 204.33 hasta la 254.93 a partir de este punto el cajón queda de anchura constante hasta la cámara de paseo de Sant Joan. El tercer tramo es el diseño de la caída desde el borde de la L4 hasta la entrada en la cámara.

## 5 Codigos utilizado para el diseño de los colectores y sus obras singulares.

Para los diferentes cálculos se han utilizado los siguientes códigos de cálculo hidráulico. El código "AguaPucha", el código "Saltos" y el código "Iber", todo ello combinado con una serie de fundamentos hidráulicos que permiten dar un diseño al sistema de Diagonal.

## 6 Descripción del colector antiguo de diagonal T1695

### 6.1 Sección del colector de Diagonal

La figura siguiente muestra la sección del colector actual de diagonal, es el típico canal abovedado con doble banqueta.

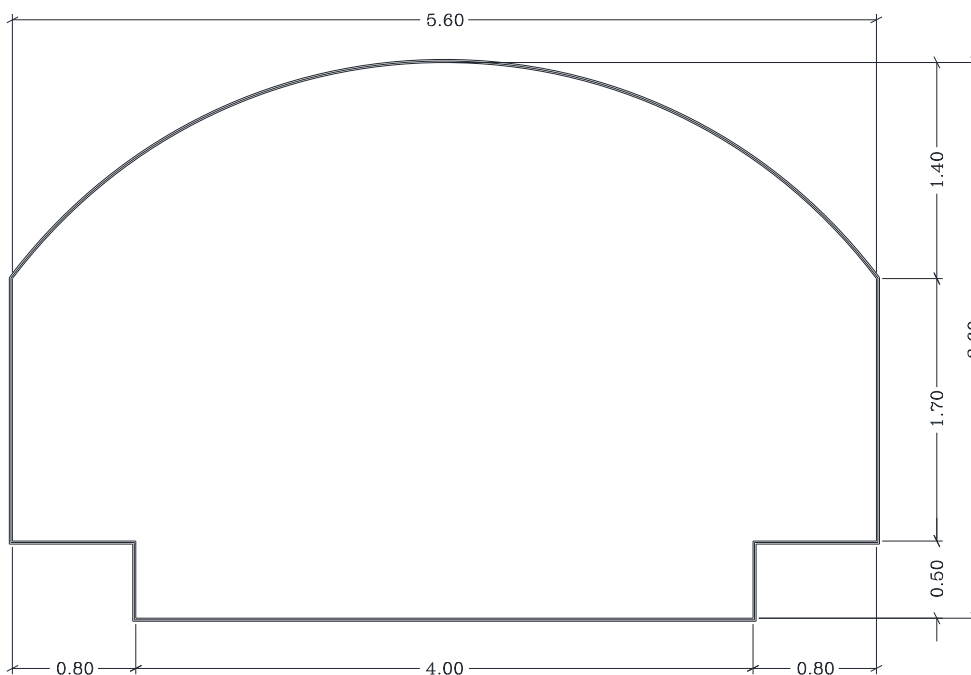


Figura 2 Colector Diagonal T1695

Dada la presencia de la bóveda se estima que el máximo nivel que se puede alcanzar sin que colapse el colector es del orden de 3.51 m, es decir que siga fluyendo en lámina libre.

El colector como se observa en la Figura 1 es prácticamente recto en toda la longitud desde la calle Girona hasta la cámara del paseo de Sant Joan. En la zona de la cámara este canal se bifurca en dos, una parte sigue recto por Diagonal y la otra se desvía hacia la cámara del Paseo Sant Joan. Un detalle de esta divisoria se observa en la Figura 3.

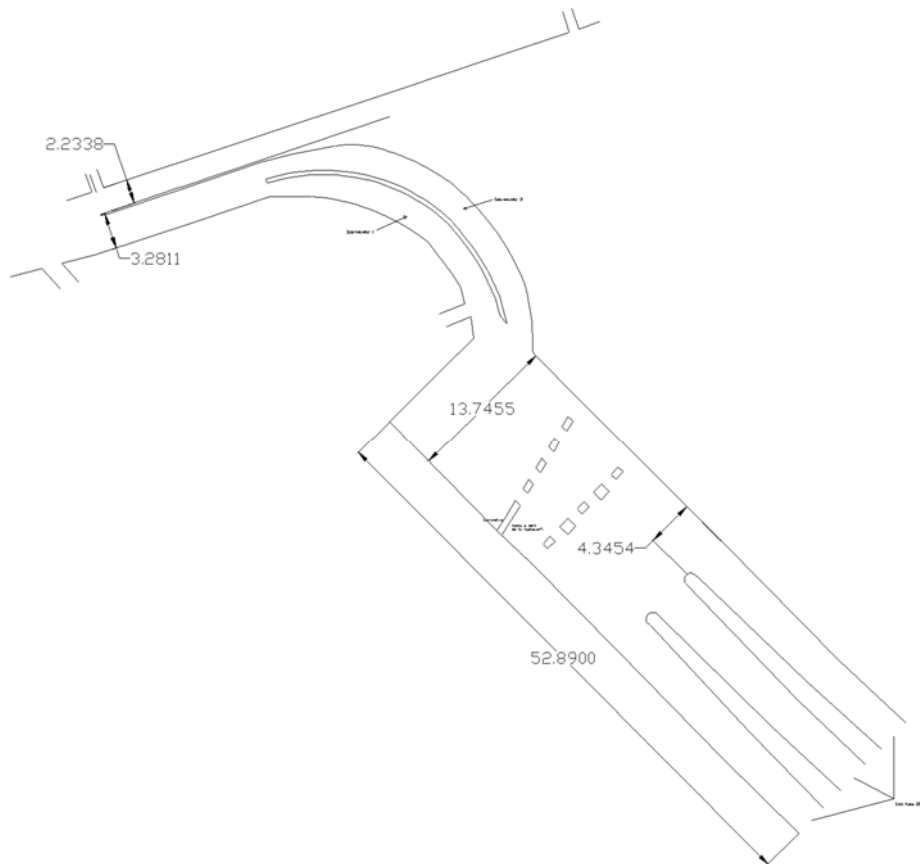


Figura 3. Detalle de la bifurcación del colector de Diagonal

## 7 Cámara del paseo Sant Joan y tubos

La cámara del paseo Sant Joan y los tubos que llevan el agua pluvial al mar se muestra en la Figura 3. La cámara tiene un diseño especial que para entenderla se muestra en el anejo 1 de fotos y planos.

La cámara es rectangular con una altura aproximada de 12.5 m que va desde su solera hasta la cara inferior de las vigas que soportan la calle. La anchura de la cámara es de unos 13.80 m, en planos 14 m y su longitud hasta la entrada de los tubos es de 52 m. Son 3 los tubos que salen de la cámara cada uno con 3.25 m de diámetro. La entrada de hacia los tubos la compone una



rampa en forma de escalón triangular. De manera que el flujo es acelerado suavemente hacia la entrada de los tubos. En la zona media de la cámara se encuentran dos grandes paredes verticales no paralelas huecas a forma de dissipador de energía: su función es exactamente la de disipar energía en la cámara antes de entrar en los tubos.

Cabe destacar que la bifurcación está diseñada con una pared que divide el ancho del canal en esa sección de 5.51m en dos partes proporcionales al 40% (recto diagonal) y 60% (cámara de Sant Joan). El flujo al supercrítico en esa sección la división de caudales se realiza proporcionalmente a los anchos.

Así, por ejemplo, para un caudal supuesto de 10 m<sup>3</sup>/s 4 seguirán recto y 6 seguirán hacia la cámara.

El chorro que entra en la cámara lo hace por la parte superior de la esquina izquierda, el flujo se dirige hacia la pared derecha. Es allí donde se ha dispuesto en la primera pared dissipadora una parte más ancha que tiene la función de rechazar el flujo del chorro e intentar disipar su energía y reflejar su cantidad de movimiento hacia atrás. Este único muro hace una gran función en el proceso de disipación.

Dos tajamares dividen el flujo hacia los tres tubos, pasando por la rampa en forma de escalón triangular. Un esquema de la embocadura se muestra en la Figura 4

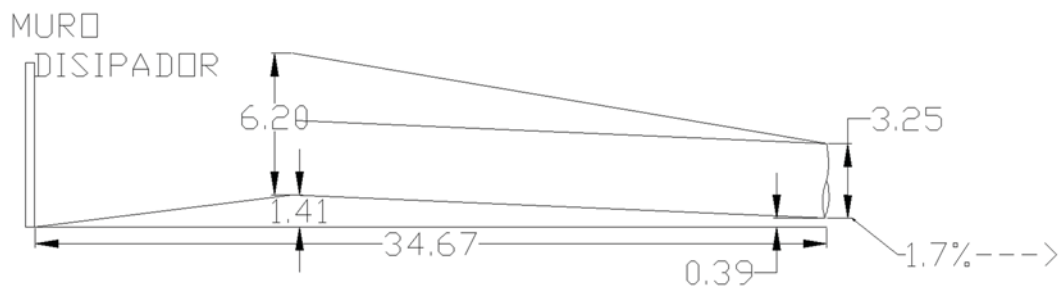


Figura 4. Medidas de embocadura y tubos.

## 8 Capacidad de los colectores existentes

### 8.1 Generalidades

La capacidad del colector depende de la pendiente media, ya que normalmente se calcula con el calado normal. La capacidad es aquella que permite fluir al agua en lámina libre, por lo que en un colector rectangular la capacidad sería hasta la máxima altura del cajero, aunque esto no es así en la realidad hay que darle holgura al flujo. En canales abiertos se utiliza el 25% del valor del calado, puesto que las ondas de agua que pueden generarse son proporcionales al valor del calado. La cuarta parte del calado parece excesivo en una alcantarilla ya que el agua no se sale del cajón. Los cajones pueden entrar en presión, aunque esto no es lo aconsejable. El resguardo se puede dejar en un valor constante, o bien admitir que en ocasiones entrara en presión.

Cuando el flujo es rápido se presentan algunos problemas cuando el cajón va casi lleno, en particular dependerá del número de Froude. Si el Froude está entre 1.3 y 1.7 el flujo es más bien estable, por lo que se recomienda estos valores para túneles en lámina libre. Cerca del crítico es posible que el flujo pierda energía por cualquier malformación del canal y el flujo pase a régimen lento. No es grave que suceda esto, pero entonces el resguardo tendría que valorar esta condición. En este caso se recomienda evaluar el resguardo teniendo en cuenta el calado conjugado del flujo rápido. Cuando el canal fluye con números de Froude mayores de 1.7 y en general por encima de 2 el flujo puede formar ondas rodantes, que se forman por sí solas y pueden aumentar dos veces el valor del calado, siempre y cuando el canal sea lo suficientemente largo para que estas logren formarse. Así que longitudes cortas no tienen por qué preocupar. En cambio, longitudes más largas pueden dar lugar a su formación y colapsar el canal. En el caso de alcantarillas quizá el problema está en el proceso de fluctuación que se pueda generar. Ya que el canal se podría taponar y destaponar con una cierta frecuencia durante el paso del flujo.

Los colectores abovedados, no tienen la misma capacidad que un rectangular, ya que el abovedado tiene un máximo de capacidad cuando el calado cubre la parte abovedada en un 93.4% del valor del diámetro de la bóveda. Por lo que una vez superado este valor el caudal de paso disminuye por lo que el colector colapsará inmediatamente. Puede en ciertos momentos un fenómeno de histéresis en el que el flujo llegue a acelerarse y de desacelerarse para cierto rango de caudales, resultando un aumento y disminución del calado con una cierta frecuencia. Tiene las mismas complicaciones para los números de Froude.

Como la capacidad del colector depende no sólo del valor de la pendiente de un tramo, sino que depende de todo su desarrollo, ya que el canal puede tener varias pendientes, saltos y caídas, y otros elementos que pueden dar una capacidad diferente a la de la propia sección, se estudia la capacidad global del colector, por lo menos del tramo de estudio.

Los resguardos que se exigen serán de 25 cm para cajón rectangular y del 93.4% para abovedado. El número de Froude debería estar dentro de límites adecuados, para régimen rápido entre los valores de 1.3 a 1.7, aunque en pequeños tramos podamos tener flujos o más lentos o más rápidos.

## 8.2 Capacidad global del colector T1695

El colector T1695 tiene una capacidad reducida debido a los saltos existentes en el mismo. Desde la calle Girona hasta el Paseo de Sant Joan se presentan dos saltos. El primero de ellos situado en la abscisa 48.3 m es de 1.973 m de altura y el segundo en la abscisa 177.40 m con una altura de 1.019 m. Estos dos saltos son complejos de evaluar, ya que la problemática está en la altura del techo. Cuando aumenta el caudal el agua se choca contra la pared del techo que desciende al unísono con el suelo. Este choque hace que la velocidad del agua disminuya, pero no lo hará en toda su profundidad, así que valorar las pérdidas locales de energía en estos puntos es muy impreciso. Se dará puntualmente una pérdida del 90% de la energía cinética del agua siempre y cuando el agua toque mínimamente el techo.

Si se hace un tanteo de caudales en el colector se observa que el caudal máximo que puede pasar sin verse afectado el tramo esta en el rango de 45 m<sup>3</sup>/s a 50 m<sup>3</sup>/s.

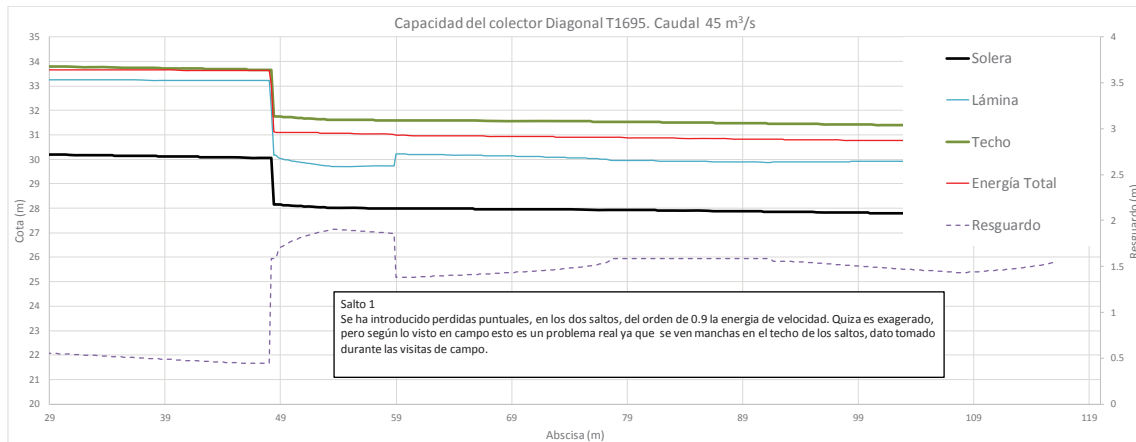


Figura 5. El colector tiene una capacidad entre 45 y 50 m<sup>3</sup>/s. En la figura se muestra solo el salto 1 ya que el salto 2 aguas abajo tiene mayor capacidad.

### 8.3 Capacidad de la sección en la zona del sensor de nivel

En la abscisa 275.89m existe un sensor de nivel, que permite conocer el flujo de agua en el colector. Como la sección es la ya comentada, la T1695, se hace un cálculo del flujo y se determina para cada valor de caudal la altura de agua que existe en dicha abscisa. A continuación en la Figura 6 se observa dicha curva.

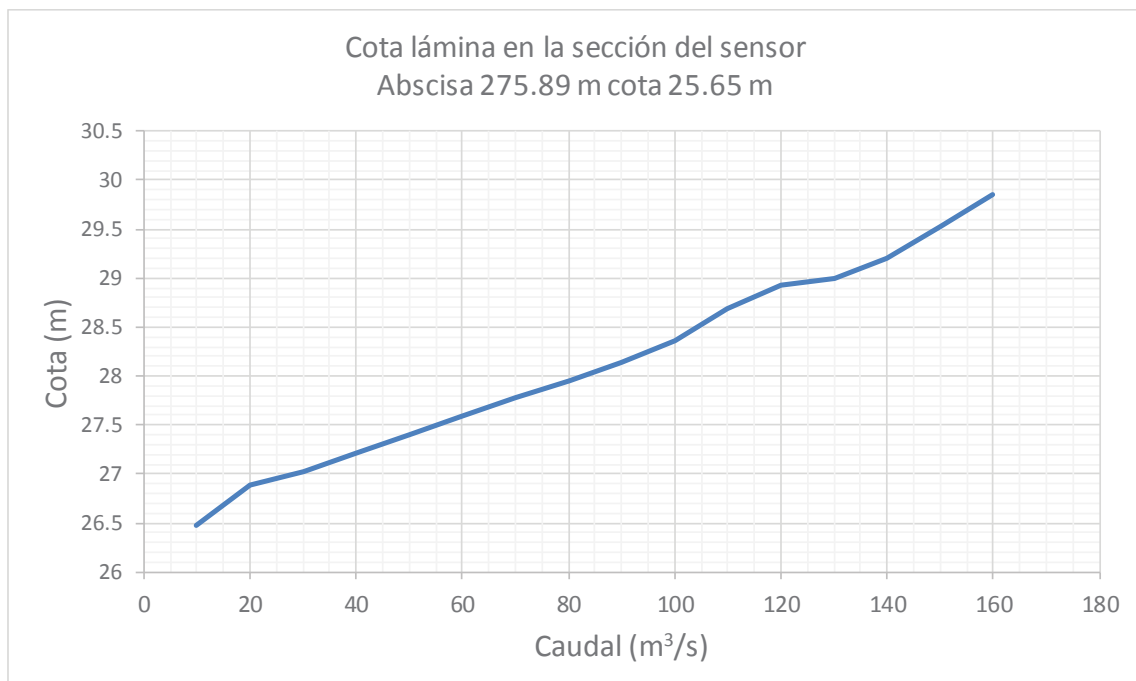


Figura 6. Curva de capacidad de la sección del sensor en diagonal. La abscisa es 275.89 con una cota de 25.65 m

En régimen holgado el flujo es supercrítico, a medida que se va llenando el colector el flujo se frena y el número de Froude tiende a la unidad. En esta zona el cálculo del valor del calado no es del todo correcto, puesto que el flujo está cerca del crítico y todos los cálculos cercanos tienden a no converger dando como valor final el crítico.

### 8.4 Capacidad de los tubos de Sant Joan

Los tubos de Sant Joan los componen un grupo de tres con un diámetro de 3.25 m cada uno, además los tubos discurren a lo largo del paseo de Sant Joan en tres tramos diferenciados y separados por sendas cámaras. Para tener una idea de los tramos se presenta un esquema explicativo en la Figura 7.

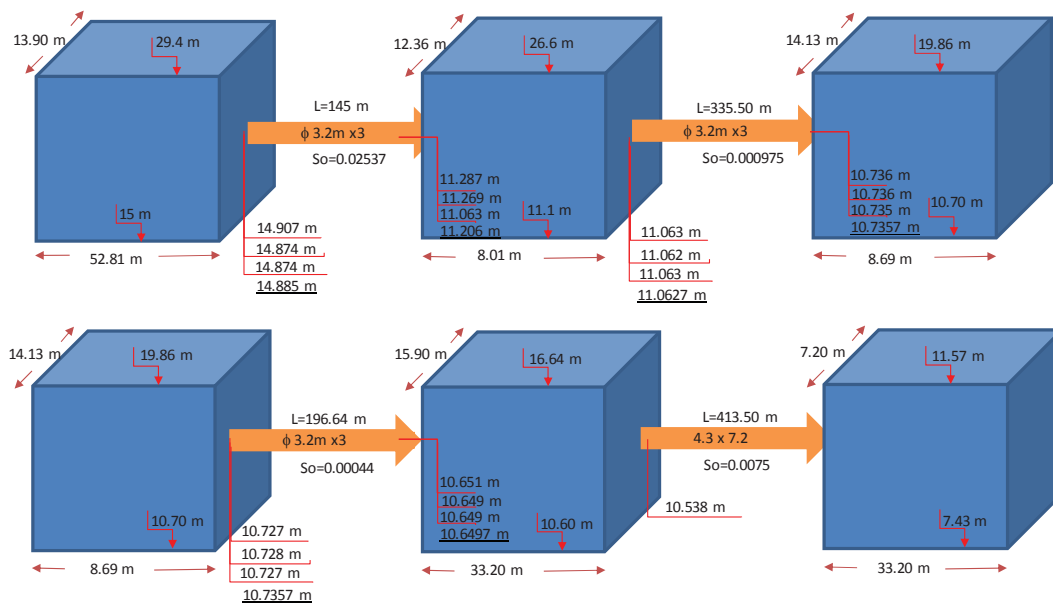


Figura 7. Esquema del tramo tubos. El último tramo es un cajón de 4.3 m de alto por 7.20 m de ancho.

En el esquema se observa que el último tramo es un gran cajón de 4.3 m de altura por 7.20 m de anchura. A la vista de los resultados que se presentan más adelante este cajón tiene una gran capacidad.

El cálculo de la capacidad de los tubos se realiza de manera que siempre estén en lámina libre, se ha utilizado un coeficiente de Manning de 0.018, tal y como quedo reflejado en el apartado de valoración del coeficiente de Manning. El resultado se presenta en la gráfica de la Figura 8, la capacidad de los tubos es el flujo en calado normal. Para caudal de paso se calculó el calado normal, por lo que en el resultado influye la pendiente media que tiene cada tramo: Por ello como los tubos son iguales en diámetro el que tiene menos capacidad tiene menos pendiente. Esto es, los últimos tres tubos tienen menos capacidad. Por lo que aunque los primeros tres tubos tengan mucha capacidad el hecho que los últimos no puedan desaguar bien, el sistema completo se trava.

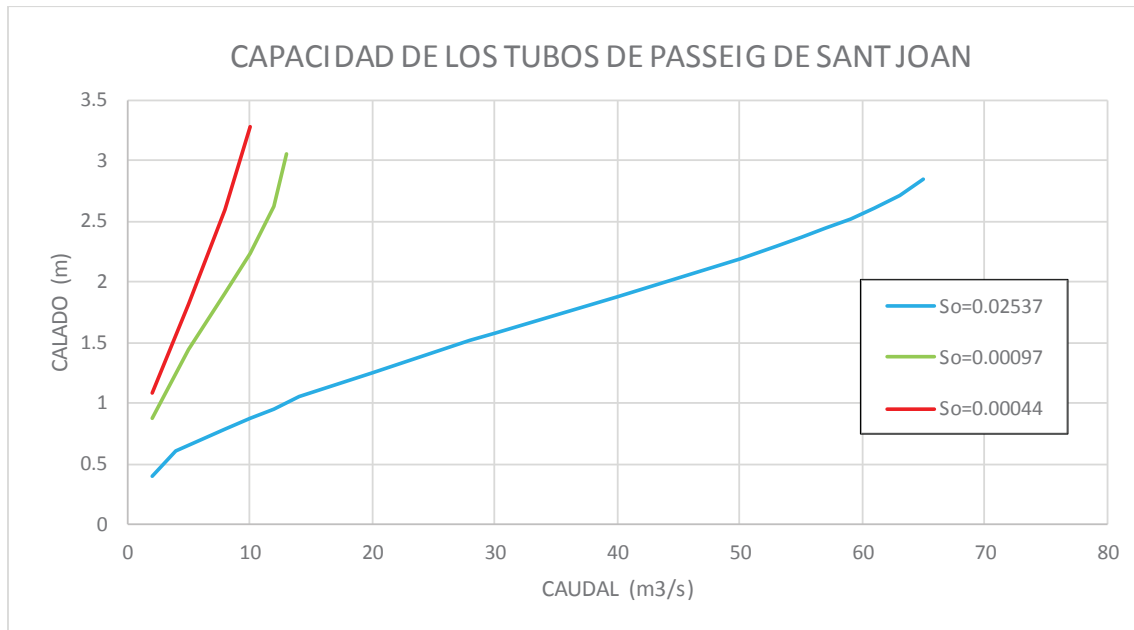


Figura 8. Resultado de la capacidad de los tubos, el tubo de pendiente 0.00044 sólo deja pasar en lámina libre 10 m<sup>3</sup>/s.

Este resultado nos indica que, aunque los tres tubos de aguas arriba puedan dejar pasar 180 m<sup>3</sup>/s los últimos tres no dejan pasar más de 30 m<sup>3</sup>/s (si es que se dejan trabajar en lámina libre).

Trabajando a presión los tubos pueden dejar pasar más agua, por ello en los cálculos que se presentan a continuación se observa como todos los tubos trabajan a presión para dejar pasar el agua. La Figura 9 muestra la capacidad de los tubos respecto a la cota en la cámara de Passeig de Sant Joan. El techo de la cámara tiene una cota de 28 m, en el canto inferior de las vigas. Este punto es el máximo admisible para que el sistema expulse agua hacia la calle lo que deja un caudal de 137 m<sup>3</sup>/s.

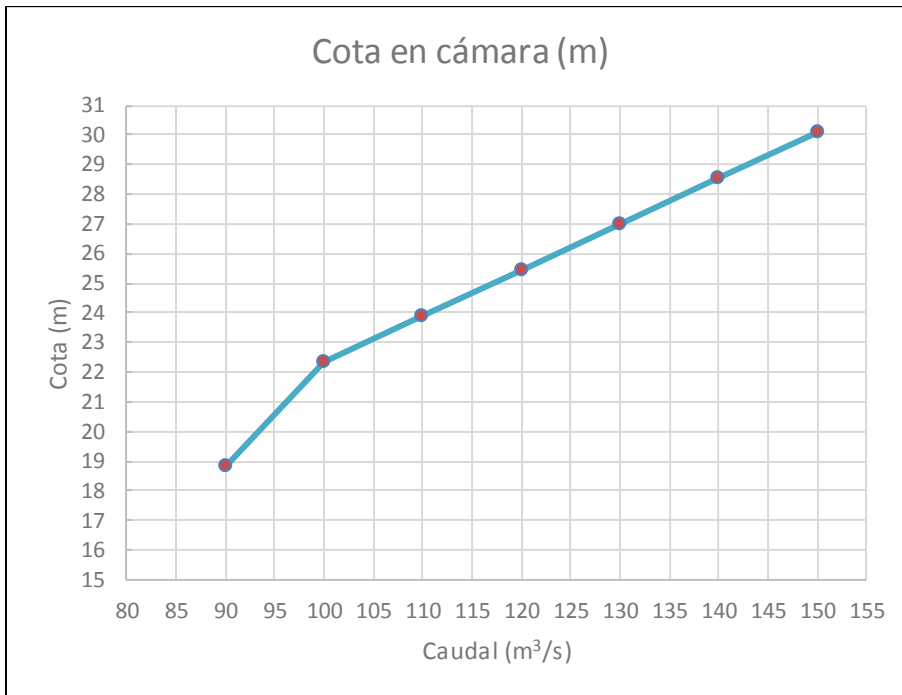


Figura 9. Capacidad del sistema de tubos de Sant Joan respecto de la cámara del Passeig de Sant Joan.

El resultado para 130 m<sup>3</sup>/s es el que se muestra en la Figura 10.

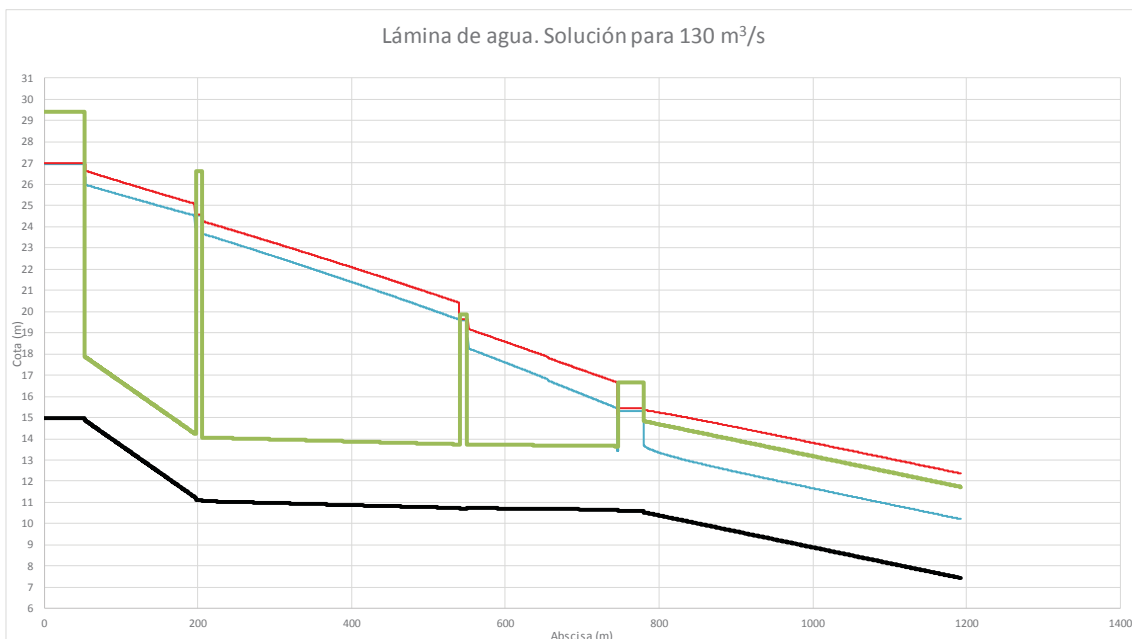


Figura 10. Es el resultado de la lámina de agua para 130 m<sup>3</sup>/s. En línea roja se muestra la energía del sistema.

Para 130 m<sup>3</sup>/s el sistema funciona bien en carga, para 140 m<sup>3</sup>/s las tapas de la tercera cámara saltan. En la Figura 11 se presentan los resultados para 140 m<sup>3</sup>/s, en esa figura se observa como la lámina de agua está por encima de la cota de las tapas de la cámara.

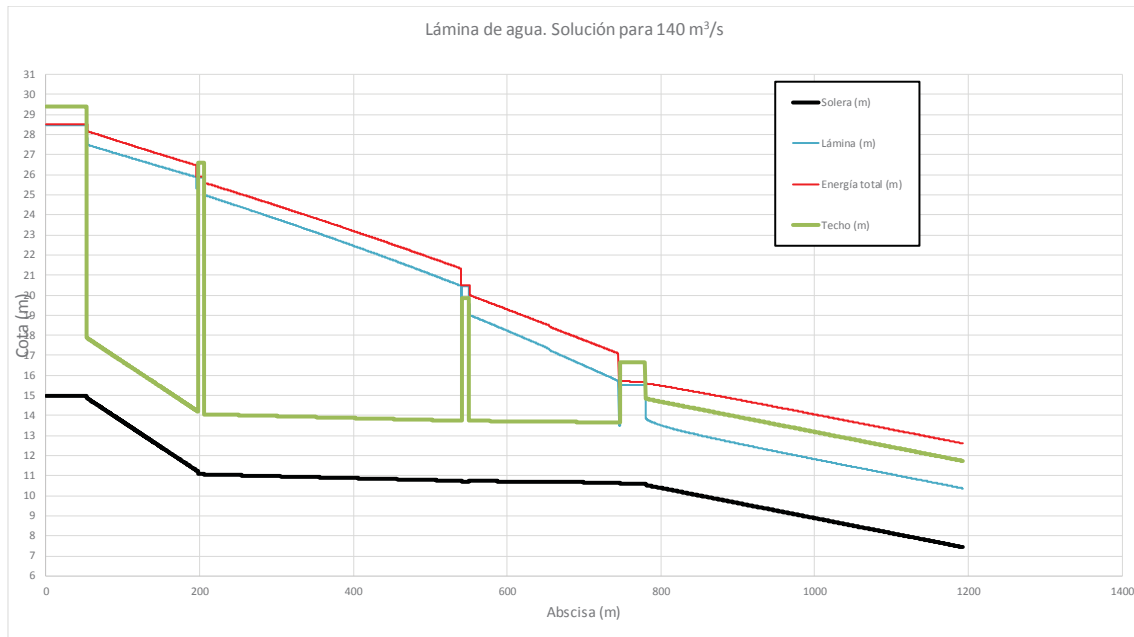


Figura 11. Funcionamiento del sistema de tubos con un caudal de 140 m<sup>3</sup>/s. La tercera cámara se ve desbordada.

## 9 Capacidad del colector nuevo.

En la Figura 1 se observa el trazado en planta del colector nuevo. Este colector tiene algunos diseños especiales, entre los que se encuentra una transición de 3.5m a 5m de anchura, una curva y contra curva a derechas e izquierda la una a continuación de la otra, para poder pasar por encima de la vía del metro de la L4, para finalmente dar a una caída que va desde la cota 25.75 m hasta la 15.50 m.

El tramo de diseño del colector nuevo que discurre paralelo al colector existente T1695, desde la calle Girona hasta Passeig de Sant Joan, tiene una longitud de 275.47 m que va desde el comienzo de la cámara de Girona hasta el comienzo de la caída hacia el colector. La caída al ser un diseño especial se deja su descripción para más adelante.

Así, el cajón de 3.5 m de ancho por 3 m de alto, discurre desde la abscisa 29 m, justo donde termina la cámara de redistribución de caudales. Este cajón va con una pendiente constante de 1.8639%. Para poder pasar por encima de la clave del tren de Metro L4, se hacen dos cosas, la primera ensanchar el colector para disminuir calados y tener espacio en la zona del metro, en segundo lugar, se han realizado una curva y contra curva que permiten enfrentar al flujo con la L4 y así la construcción de las vigas se facilita al ser menor la longitud de las mismas.

El techo tiene un problema de construcción entre las abscisas 214 y 229 m. El cajón pierde altura y para poder mantener y mejorar la capacidad de los colectores se ha hecho un quiebro de la pendiente en la abscisa 200m. Esto permite acelerar el flujo que viene de aguas arriba para luego frenarlo paulatinamente hasta llegar a la caída. El colector puede tener un poco más de capacidad y sortear el problema del techo. La capacidad máxima del colector es de unos 76.3 m<sup>3</sup>/s. El cajón sufre una transición de 3.5 m de anchura hasta 5m desde la abscisa 204 m hasta

la 253 m. Una vez termina la transición el colector permanece de anchura constante hasta llegar a la cámara de Sant Joan.

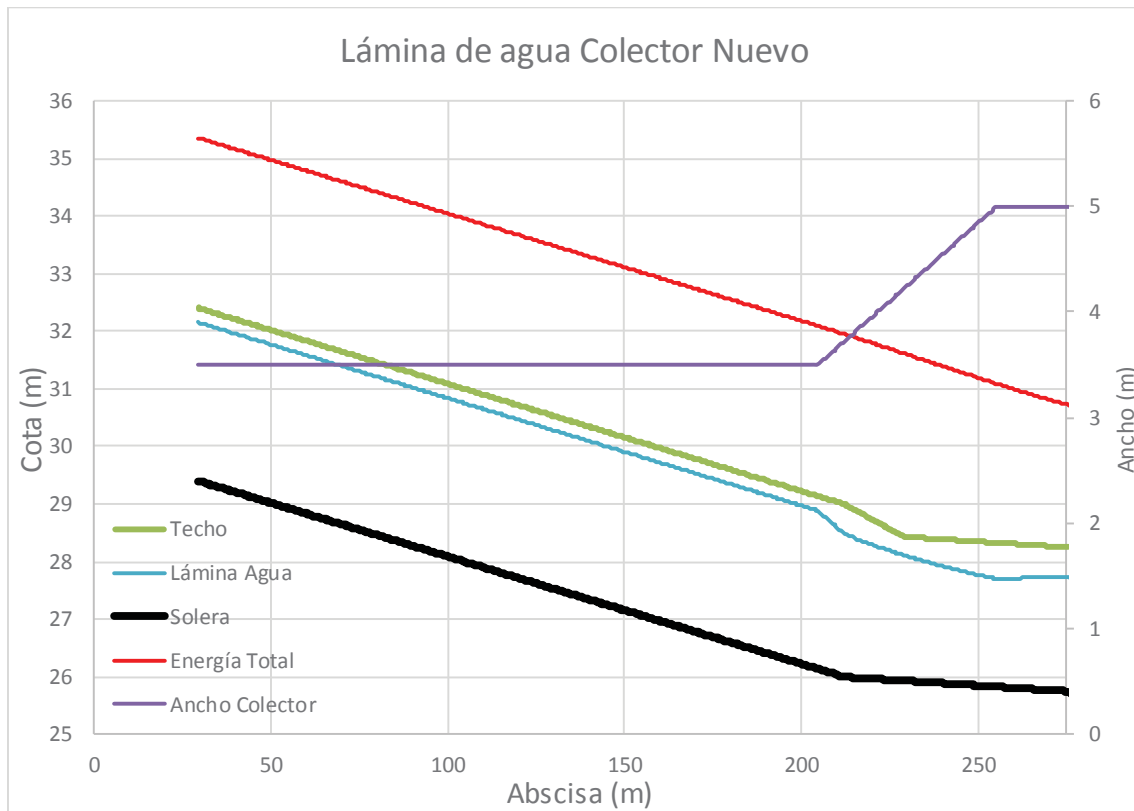


Figura 12. Flujo de 76.3 m<sup>3</sup>/s en el nuevo colector de Diagonal. Cumple las especificaciones de resguardo a lo largo del mismo.

En la Figura 12 se muestra el perfil del colector donde se observa el quiebro en pendiente, la depresión de la lámina se debe al ensanchamiento que sufre el canal a lo largo de la transición.

El número de Froude del tramo nuevo se puede observar en la Figura 13. El Froude está situado dentro de los límites de 1.3 a 1.7, si bien puntual mente llega a 1.8. El resguardo es superior a 0.25m.

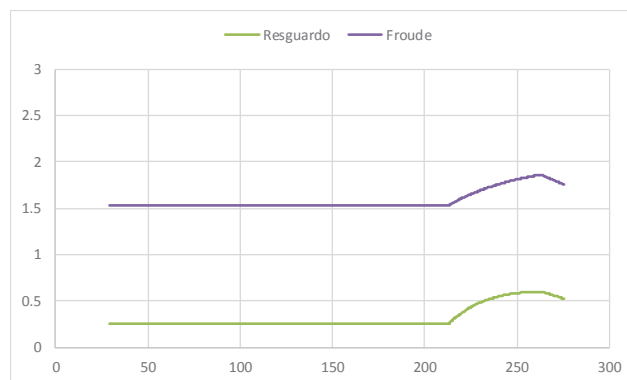
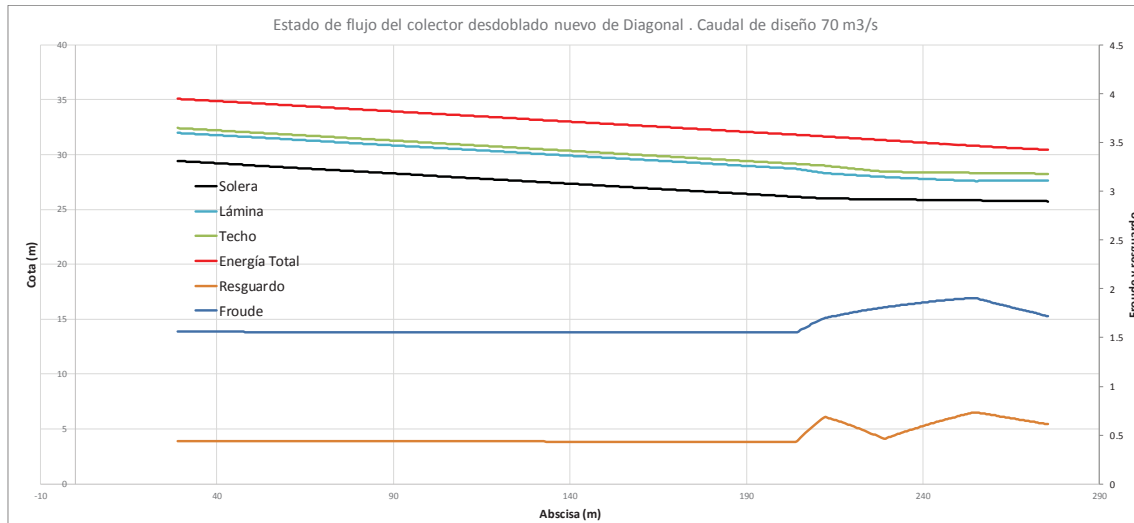


Figura 13. Número de Froude y Resguardo en el tramo nuevo.



Se ha realizado un cálculo adicional para el colector de diagonal para el caudal máximo de 70 m<sup>3</sup>/s, que es el máximo caudal de diseño.



**Figura 14. Estado de flujo del colector desdoblado nuevo de diagonal, para caudal máximo de diseño de 70 m<sup>3</sup>/s**

## 10 Caudales de diseño

Los caudales que se han tenido en cuenta como valores de diseño corresponden a el estado de la situación actual y además direccionado por los estudios que se han hecho en el pasado.

**Tabla 1. Distribución de caudales con la nueva configuración**

CAUDALES EN (m <sup>3</sup> /s)					
Aguas arriba	Colector T1695	Colector Nuevo	Desviación	Chorros	En camara
Caudal/porcentaje	56.3%	43.8%	38.9%	61.1%	78.1%
160	90	70	35	55	125
150	84.4	65.6	32.8	51.6	117.2
140	78.8	61.3	30.6	48.1	109.4
117.6	66.2	51.5	25.7	40.4	91.9
120	67.5	52.5	26.3	41.3	93.8
100	56.3	43.8	21.9	34.4	78.1
90	50.6	39.4	19.7	30.9	70.3
80	45.0	35.0	17.5	27.5	62.5
70	39.4	30.6	15.3	24.1	54.7

En la Tabla 1 se muestra la posible distribución de caudales. En la primera columna se da el caudal que baja por los colectores de diagonal, la distribución que se estima pueden distribuir el colector T1695 y el nuevo corresponde a un 56% y 44% respectivamente. El colector T1695 sufre una bifurcación antes de llegar a la cámara de Sant Joan con una repartición que en régimen rápido corresponde aproximadamente a la parte alícuota de la relación de anchuras en el desvío esto da aproximadamente un 40% continua por diagonal y 60% desviado a la cámara. Por ello respecto al caudal de entrada aguas arriba la cámara en Passeig de Sant Joan es del 78% del total.

Para un caudal total de 160 m<sup>3</sup>/s se desvían por el Passeig de Sant Joan 125 m<sup>3</sup>/s, esta cantidad de agua provoca una carga de agua de 26.5 m aproximadamente. Aún tiene capacidad de desaguar más caudal porque el techo de la cámara se encuentra en la cota 28 m. Por otra parte, el colector nuevo está llevando un caudal de 70 m<sup>3</sup>/s.

## 11 Cámara de distribución de calle Girona

Para el estado inicial del colector desdoblado nuevo de Diagonal, se ha diseñado la cámara de distribución de caudales de la calle Girona.

## 12 Diseño de las caídas

### 12.1 Teoría utilizada en el diseño

La idea se centra en la ecuación de la energía entre dos secciones consecutivas, pero en lugar de usar el método paso a paso, se consigue expresar la ecuación en función de un número importante para el flujo, el número de Froude. Si se conoce el número de Froude se conoce como está funcionando el flujo en cualquier sección.

La ecuación de la energía se escribe de la siguiente manera:

$$\left( z + y + \frac{v^2}{2g} \right)_1 = \left( z + y + \frac{v^2}{2g} \right)_2 + \Delta h_{1-2} \quad (1)$$

En dónde  $z$  es la cota del fondo o Thalweg,  $y$  la profundidad de agua,  $v$  la velocidad media del flujo en la sección,  $g$  la aceleración de la gravedad y  $\Delta h$  es la pérdida de carga o energía en el tramo. Los subíndices 1 y 2 indican la sección situada aguas arriba y aguas abajo respectivamente.

Por otro lado, la ecuación de la energía específica,  $E$ , que es la suma de los términos de energía de presión y cinética se pueden escribir de acuerdo con:

$$E = y + \frac{v^2}{2g} \quad (2)$$

Tanto  $y$  como  $v$  se pueden expresar en función compleja del número de Froude para cauces no rectangulares. Veamos el número de Froude es:

$$Fr = \frac{v}{c} \quad (3)$$

Donde  $c$  es la celeridad de una onda de gravedad que se expresa como:

$$c = \sqrt{g \frac{A}{T}} \quad (4)$$

Donde  $A$  es el área de flujo y  $T$  es el ancho superficial de la sección considerada, por lo que  $c$  es función del calado de agua. Así el calado es una función del número de Froude, ya que la velocidad del flujo es una función del caudal que es una constante para el flujo y el área que depende del calado. Entonces la ecuación de la energía específica se puede expresar como:

$$E(Fr) = Y(Fr) + \frac{Q^2}{2g(A(Fr))^2} \quad (5)$$

En donde  $Q$  es el caudal total en régimen permanente que fluye por la sección. Por lo que conocido el número de Froude, se puede conocer la energía específica, así como las características geométricas del flujo.

La ecuación de la energía se puede entonces expresar de la siguiente forma, despejando el valor de  $z_2$  de la ecuación:

$$z_2 = z_1 + E_1(Fr) - E_2(Fr) - \Delta h_{1-2} \quad (6)$$

Es decir, dado el número de Froude a lo largo del cauce o canal, se puede determinar la cota de aguas abajo una vez conocida la cota de aguas arriba, además de tener el resto de variables geométricas del flujo. Si la cota inicial es  $z_1$  y se quiere llegar a la cota final  $z_2$ , lo único que hay que hacer es aplicar la anterior ecuación, si al llegar al final el cauce la cota resultante es diferente a la deseada,  $z_2$ , entonces se ha de cambiar la geometría mediante métodos de optimización hasta conseguir el resultado deseado. Por ello esta ecuación se puede utilizar para modelar el canal que se requiere para ciertas condiciones impuestas.

El valor del número de Froude se establece partiendo siempre de un valor conocido al inicio del tramo y uno al final del tramo. Esto permite conocer el estado de flujo del canal sin conocer previamente la geometría. Se estableció una variación sinusoidal del número de Froude a lo largo del tramo escogido. Empezando con un valor al que tiene el flujo en la sección de entrada y descargando con un número de Froude adecuado.

Dado que este trabajo no se puede hacer con una herramienta convencional de cálculo hidráulico se construye un modelo a medida programando los diferentes procesos de optimización.

## 12.2 Diseño de la caída de paseo de Sant Joan

De partida los datos provienen de la planta de la Figura 1. La caída tiene una curvatura en planta con un radio de curvatura de 19 m, la anchura tal y como se planteo es de 5 m y se supone constante en todo su desarrollo. La velocidad de llegada del flujo es de 7.64 m/s, con un calado de 1.996. El número de Froude es de 1.73. Para el diseño, como no se quiere cambiar el ancho por ahora, sólo queda una variable que es la cota del canal que debe llegar a ser 15.50 m. El número de Froude se hizo variar en forma sinusoidal.

Aplicando el código "Saltos", el desarrollo de la caída queda como se muestra en la Figura 15. Estas cotas son las utilizadas para la solución final.

La velocidad de llegada a la cámara y el número de Froude son 15.73 m/s y 5.11 para un calado de agua de 0.96 m.

La variación del número de Froude es el que se muestra en la figura, es una distribución cosenoidal, lo que da como resultado una entrada y salida de agua tangente a las soleras de entrada y salida a la caída. Lo cual permite que el flujo no se despegue del fondo y caiga a lo largo de la caída lo más hidrodinámico posible, ya que proviene su diseño de la propia ecuación de la energía.

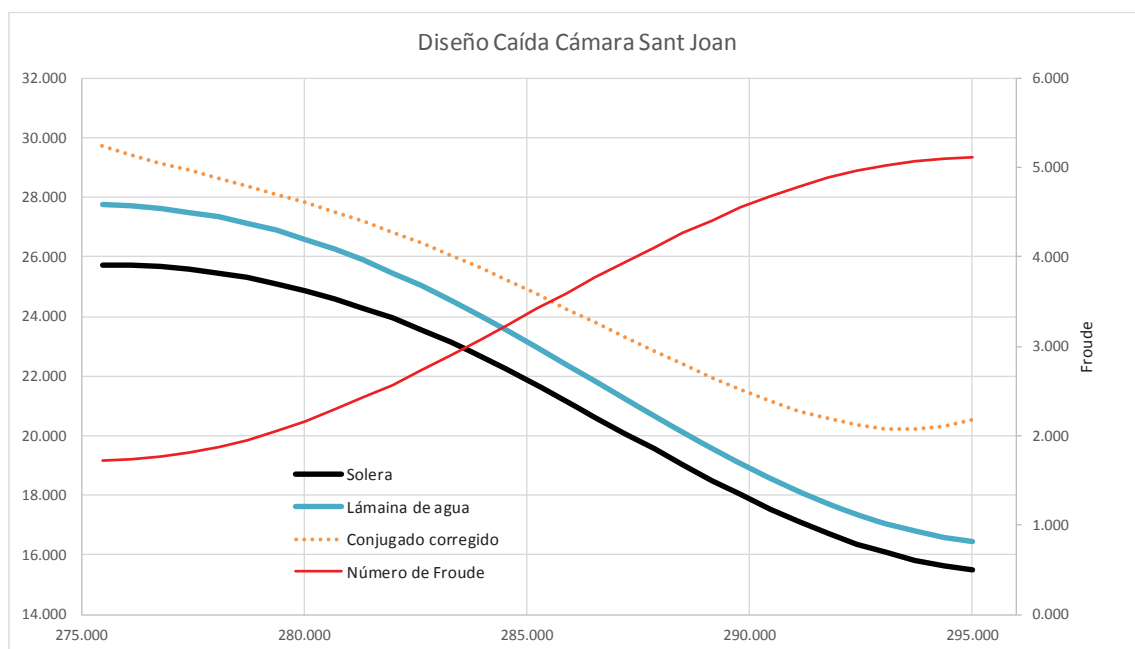


Figura 15. Perfil de la solera diseñada con el código "Saltos"

En la Figura 15 se ha añadido la curva de los calados conjugados, como el canal es rectangular se ha utilizado la ecuación de Belanger corregida para grandes pendientes con la fórmula de

(Kindsvater, 1944) para obtener el calado conjugado. El calado conjugado se puede determinar mediante la ecuación

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{1}{2} \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{8Fr_0^2}{1 + 2 * \phi \sin(\theta)}} \right) \quad (7)$$

En donde  $h_1$  y  $h_2$  son los calados conjugados,  $Fr_0$  el número de Froude inicial,  $\phi$  es un parámetro experimental encontrado por Kingsvater, 1944 y Hickox, 1944,  $\theta$  el ángulo local del canal.

Tabla 2. Datos de diseño de la caída

X (m) (desde inicio caída aguasarriba)	Ancho (m)	Fr (-)	Cota solera (m)	Velocidad media en la sección de cálculo (m/s)	Z+y (m)
275.47	5.00	1.73	25.75	7.64	27.75
276.12	5.00	1.74	25.72	7.67	27.71
276.77	5.00	1.76	25.67	7.75	27.63
277.43	5.00	1.81	25.58	7.89	27.51
278.08	5.00	1.87	25.46	8.07	27.35
278.73	5.00	1.95	25.30	8.30	27.14
279.38	5.00	2.05	25.11	8.57	26.89
280.03	5.00	2.16	24.88	8.88	26.60
280.68	5.00	2.29	24.61	9.22	26.26
281.33	5.00	2.42	24.30	9.58	25.89
281.98	5.00	2.57	23.95	9.97	25.48
282.64	5.00	2.73	23.56	10.37	25.03
283.29	5.00	2.90	23.13	10.79	24.55
283.94	5.00	3.07	22.68	11.21	24.04
284.59	5.00	3.24	22.19	11.63	23.51
285.24	5.00	3.42	21.69	12.05	22.95
285.89	5.00	3.60	21.17	12.46	22.39
286.54	5.00	3.77	20.63	12.86	21.82
287.20	5.00	3.94	20.09	13.25	21.24
287.85	5.00	4.11	19.55	13.62	20.67
288.50	5.00	4.27	19.02	13.97	20.11
289.15	5.00	4.41	18.51	14.29	19.57
289.80	5.00	4.55	18.01	14.58	19.06
290.45	5.00	4.68	17.55	14.85	18.57
291.10	5.00	4.79	17.11	15.08	18.12
291.75	5.00	4.88	16.72	15.29	17.72
292.41	5.00	4.97	16.37	15.45	17.36
293.06	5.00	5.03	16.07	15.58	17.05
293.71	5.00	5.07	15.83	15.68	16.80
294.36	5.00	5.10	15.63	15.74	16.60
295.01	5.00	5.11	15.50	15.76	16.47

Si el flujo en la cámara incluyendo el chorro llegase a tener 125 m<sup>3</sup>/s, el nivel de agua estaría en la cota 26 m. Si miramos en la gráfica de la figura el corte entre la cota 26m y la cota del calado conjugado, obtenemos que la abscisa en donde se encontraría el resalto esta sobre la 283m. Es decir, el resalto se forma dentro de la zona de caída.

En la **Tabla 2** se muestra en la primera columna el valor de la abscisa (m) que esta referenciada respecto el comienzo del nuevo colector al salir de la cámara de distribución de caudales de Girona, abscisa 29 m. La segunda columna indica el valor del ancho de la sección, el tercer valor es el número de Froude. El cuarto valor es la cota de la solera de la caída y es el valor diseñado con la ecuación de energía. El quinto valor es la velocidad media del flujo y la última columna se da la cota de la lámina de agua.

En el caso de la caída no hay que temer por la formación de ondas rodantes pues no hay suficiente longitud para que las inestabilidades energéticas se lleguen a concentrar. Tampoco parece preocupante las ondas cruzadas porque a medida que el flujo va apoyándose a la margen izquierda intentando aumentar el calado, el flujo transfiere energía potencial en energía cinética al caer. Incitando al flujo a tener menor calado. Por otro lado, para caudales altos el resalto hidráulico penetra hasta casi la mitad de la caída como se observó en la imagen de la Figura 15.

### 12.3 Caídas del T1695 de la abscisa 38.3 m y de la abscisa 177.4 m

En la abscisa 38.3m se encuentra un primer salto de 2.55 m, estos saltos como se ha visto impiden el paso del flujo adecuadamente, más que por el salto, debido a que al techo no se le dio en su día suficiente holgura para que el agua pudiese caer de un tramo al siguiente sin chocar con el techo. Esto provoca un freno para el flujo en ciertos caudales, como se demostró en el apartado de capacidades el salto no deja pasar más de 50 m<sup>3</sup>/s con libertad. Se propone un diseño simple de la caída haciendo la caída suave como en el caso anterior o simplemente una transición lineal de la solera, la idea es retranquear hacia atrás la caída sin necesidad de tocar el techo.

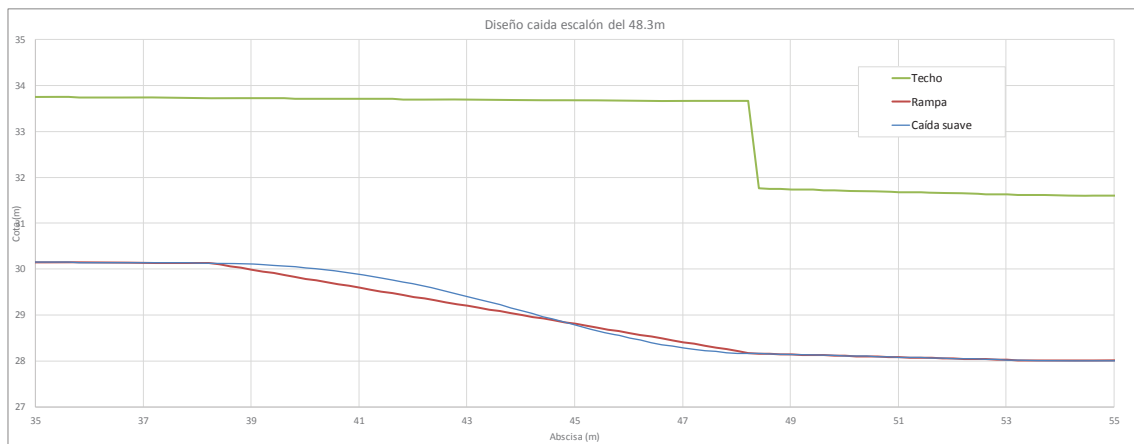


Figura 16. Salto de la sección 48.30 m. Solución suave y en rampa.

En la Figura 1 se observan las dos soluciones. Recordemos que el colector tiene una capacidad del orden de 45 a 50 m<sup>3</sup>/s con los escalones tal como están en la actualidad. Ambas soluciones mejoran el funcionamiento del colector de manera visible. La solución en rampa se ha evaluado con una pendiente 5H:1V. En la Figura 17 se observa la solución para el salto 2. Este salto es sólo de 0.98 m de altura, tiene menos problemas de flujo que el salto 1. Por lo que si el salto 1 funciona el salto 2 también lo hará.

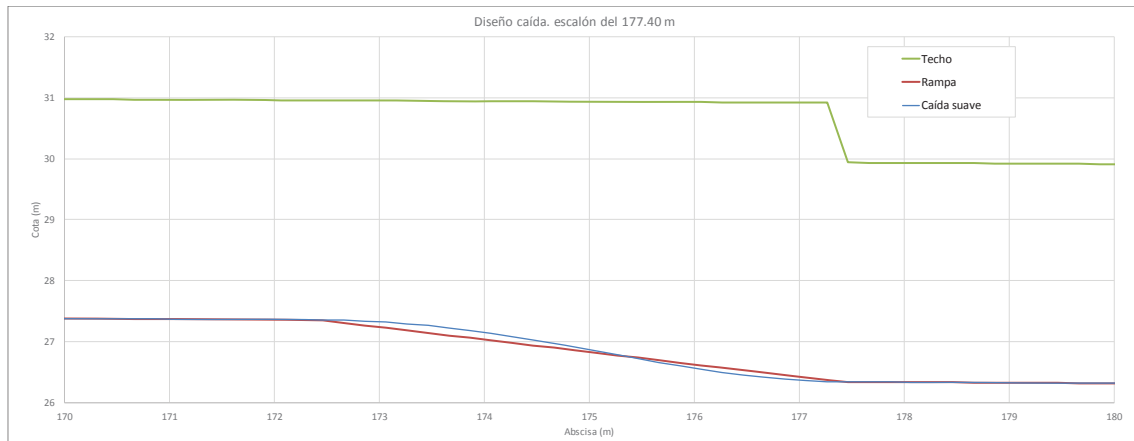


Figura 17. Salto en la sección 177.4m. Solución suave y en rampa.

La capacidad de este colector se ve aumentada bastante, ya que con este diseño el flujo pasa mucho mejor. Al aumentar la holgura en las caídas el caudal máximo que puede soportar este colector es de  $130 \text{ m}^3/\text{s}$ . El diseño utilizado por facilidad de construcción es el de rampa. Los dos diseños tienen la misma capacidad. El techo del colector está dibujado para la capacidad máxima es decir teniendo en cuenta el 93.4% de la bóveda. Así en el dibujo la altura del colector aparecerá más pequeña. El colector ya presenta deficiencias de capacidad en tres tramos diferentes en los cuales además el flujo va en régimen crítico. Realmente el calado normal está muy cercano al crítico.

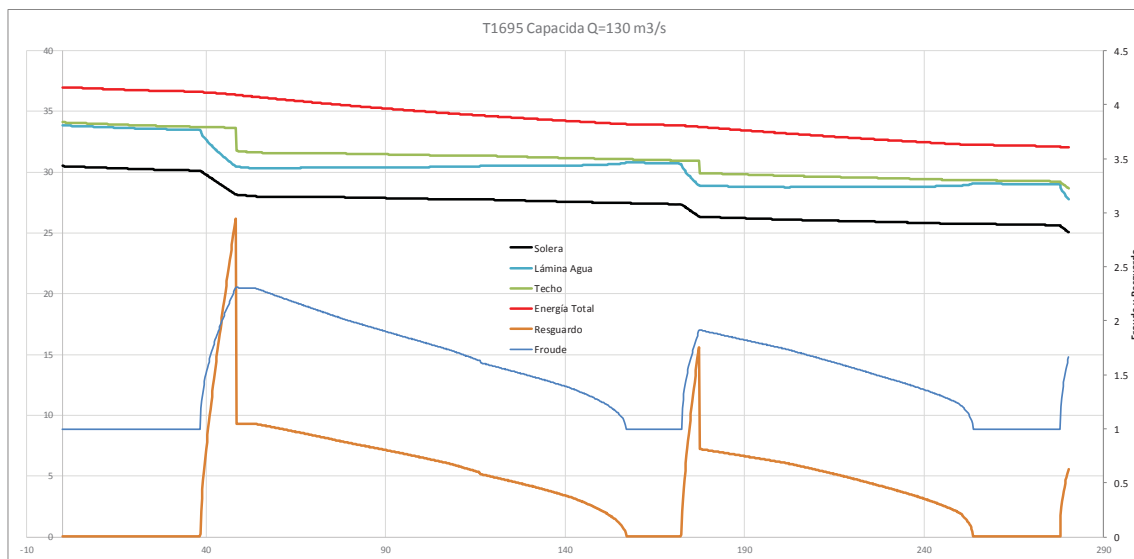


Figura 18. Colector T1695 capacidad máxima con nuevo diseño  $130 \text{ m}^3/\text{s}$

### 13 Diseño de la curvatura

La caída descrita en el capítulo 12 funcionaría perfectamente si fuese recta, pero en cambio la caída contiene una curvatura en planta que cambia las condiciones del flujo. El flujo no es unidimensional sino más tridimensional. Por el momento se realizará un diseño basado en un modelo bidimensional, que no dará el flujo real pero mejor este modelo que otra cosa.

Al ser la curvatura tan pequeña el flujo se recostará en la pared externa. Cambiando la distribución de presiones y ya no será más hidrostática. Por lo que un bi-dimensional no dará los valores correctos pero una aproximación de lo que pueda ocurrir.

Se ha usado el modelo "Iber" un modelo bidimensional que nos dará una primera aproximación y nos permitirá tomar las primeras medidas de corrección de la solución geométrica simple.

Antes de mostrar resultados, se puede hacer un cálculo previo del peralte que debería tener el flujo dadas las condiciones hidráulicas de partida y el radio de curvatura. Teniendo en cuenta la fuerza centrípeta del flujo a lo largo de caída debido a la curvatura, la ecuación que da la sección transversal se puede evaluar según la ecuación:

$$z + \frac{qr}{v_o r_o} + \frac{v_o^2 r_o^2}{2gr^2} = H_o$$

En donde Z es el valor del incremento de cota entre el exterior de la curva y el interior de la curva a lo largo del radio de curvatura, q el caudal unitario,  $v_o$  la velocidad de entrada,  $r_o$  el radio de curvatura de la sección de entrada, r radio de curvatura donde se calcula el valor de z y  $H_o$  la energía total de entrada.

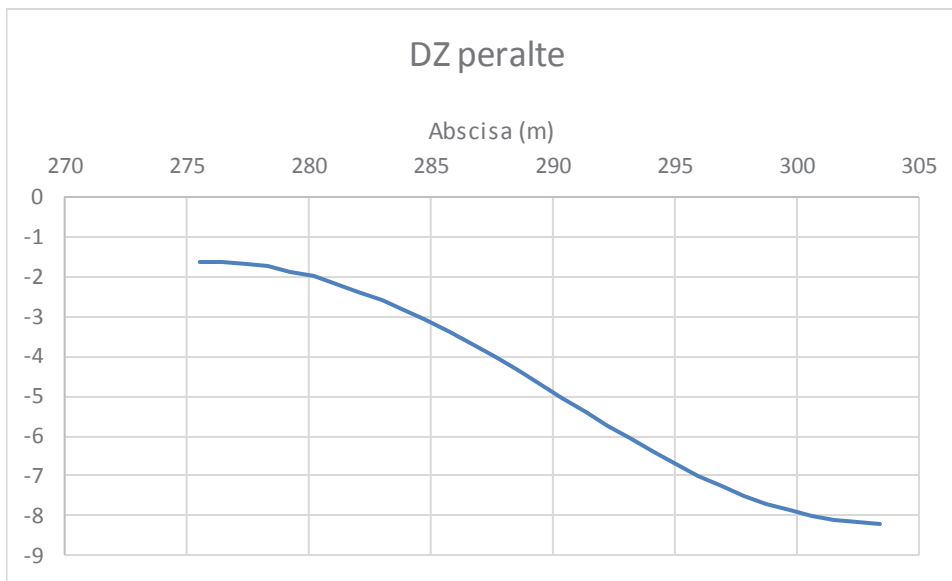


Figura 19. Incremento de cota en el peralte, DZ.



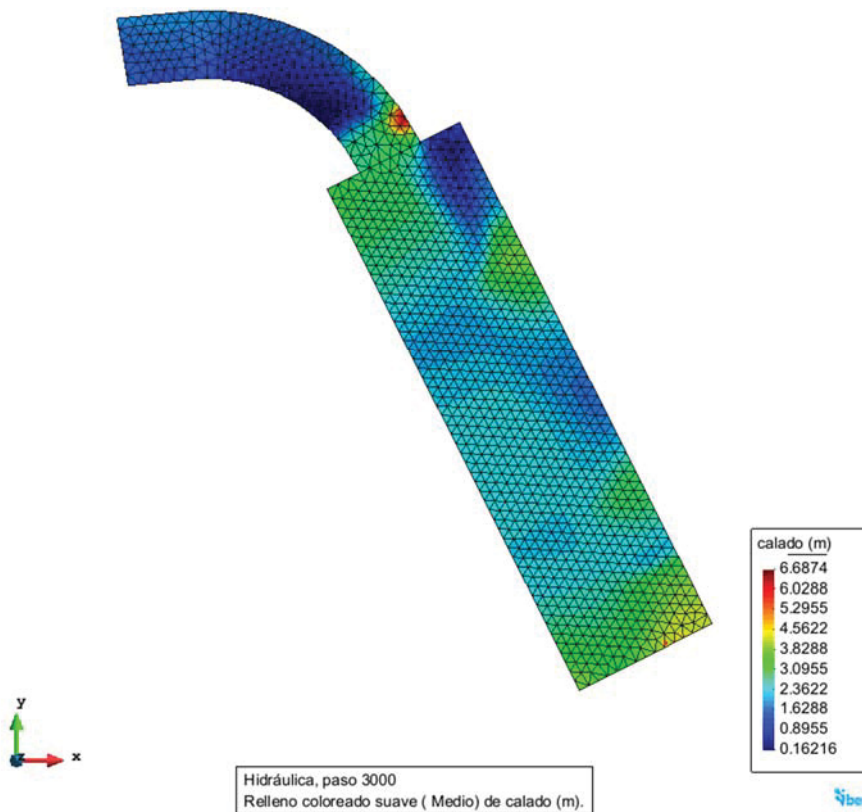


Figura 20. Calados de agua en la caída.

Como puede verse la solución de darle un peralte al canal es absurdo, ya que debería haber en media un incremento de cota a través del canal de 5 metros. Es decir, si el canal es de 5 m de ancho, el peralte es de 45°. Esta solución es inviable constructivamente, por lo que se plantea el cálculo bidimensional a ver qué resultado da y tomar las correspondientes decisiones.

En la Figura 20 se presenta el valor de los calados obtenidos con el modelo Iber, con los datos de entrada igual que en el modelo "Saltos" pero con una condición en la cámara de llegada, se colocó un vertedor de 2 metros de altura al final de la misma (lo que hace el azud triangular existente). No se da ningún peralte en la caída.

Al no haber peralte en la caída y por la imposibilidad de construirlo, el agua se recuesta sobre la pared izquierda, pero a medida que se comienza a recostar el flujo cae por la gran pendiente compensando un efecto con el otro. Sin embargo, cuando llega el flujo a la cámara se observa que hay una sobreelevación enorme del flujo antes de llegar a la cámara. La altura de agua en ese punto concreto es el más alto alcanzado por el flujo a lo largo de toda la estructura. La altura de agua está cerca de los 7 m.

El flujo de agua en cambio en toda la caída tiene una altura bastante baja sobretodo en la margen interior, donde la depresión del flujo es apreciable.

Esta solución nos da una primera idea de corrección de la geometría, un pequeño cambio en la geometría a la llegada de la cámara. Simplemente ensanchando la sección en la margen externa.

La nueva solución se observa en la imagen de la Figura 21. En este caso se observa como el máximo penetra en la margen izquierda de la cámara y la altura de agua máxima es de 5 metros, casi 2 metros menos que en el caso anterior. Además, que se contiene el salto de agua dentro de la cámara.

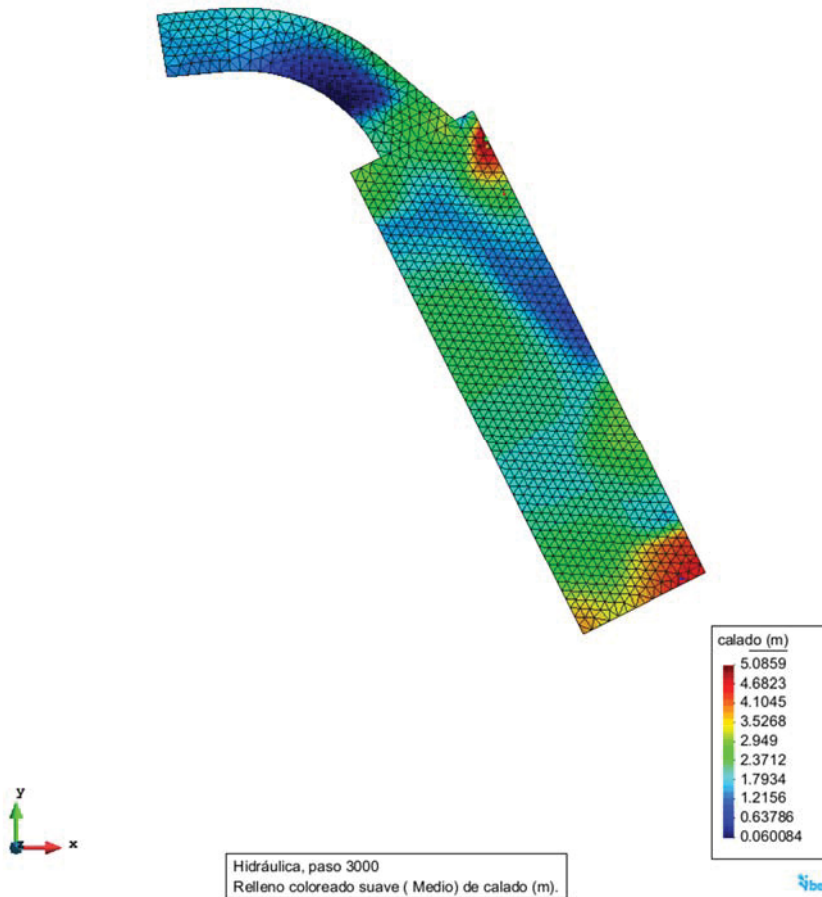


Figura 21. Diseño con expansión a la entrada de la cámara.

## 14 Diseño de todo el colector

Se ha hecho el mismo cálculo de peralte en las curvas de la transición y da como valor medio unos 50 cm de peralte, este valor es mucho más adecuado para ser construido. Sin embargo, antes de realizar cualquier cálculo con el peralte se ha valorado con el Iber los cambios que pueda sufrir la lámina a lo largo del canal con curvas. En la Figura 22, se observa esta solución, la condición de contorno cambia un poco del anterior ejercicio, ahora el valor del calado y la velocidad a la entrada son, las que da el modelo Aguapucha a la entrada de la transición, 2.74 m y 7.93 m/s de calado y velocidad respectivamente y un número de Froude de 1.53. La condición de contorno en la cámara sigue siendo un aliviadero de 2 m de altura.

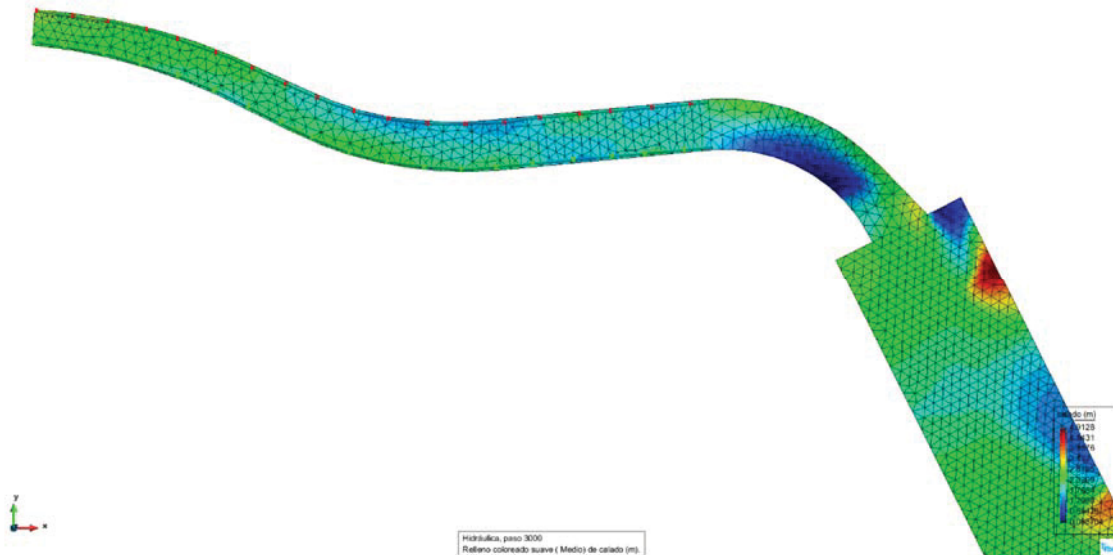


Figura 22. Calados de agua en la última parte del colector de diagonal.

Como puede verse en la Figura 22 no parece haber gran alteración de la lámina a lo largo de la transición. Así se han realizado dos cortes de la lámina a lo largo de las paredes, hasta llegar a la parte recta antes de entrar en las secciones de la L4.

Excepto en la sección de entrada el flujo parece que cabe dentro del cajón. Es evidente que el vaivén del agua o movimiento transversal deje valores por debajo del resguardo deseado. Pero piénsese que esto se da puntualmente en la sección y no la ahoga ya que el resto de la misma esta con valores inferiores al lado contrario. Los vaivenes se presentan disminuidos en el cálculo bidimensional.

Nota: No aparecen más cálculos en este informe preliminar, pero debido a que las alturas de agua son elevadas dentro de la cámara de acuerdo con la Figura 9, los cálculos han de rehacerse con la entrada de la caída en cámara sin el acuerdo propuesto en la sección anterior. Es decir, eliminar el ensanchamiento de la sección de la caída al llegar a la cámara. El resalto se dará totalmente dentro de la caída.

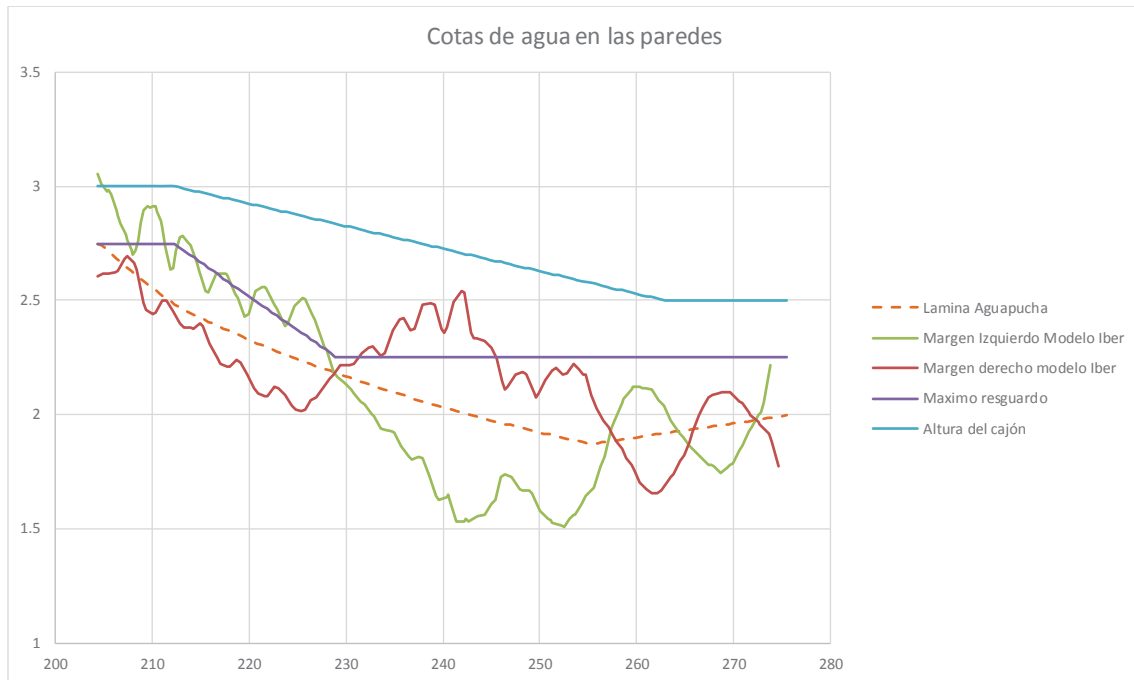


Figura 23. Resultado comparativo de las alturas de agua evaluadas con el modelo Iber.

## 15 Comportamiento del flujo dentro de la caída y diseño de la entrada

Se ha utilizado el caudal de diseño de la cámara, es decir un caudal de salida por los tubos de 125 m<sup>3</sup>/s. Esto implica un calado en cámara de 26 m de cota y un caudal de 70 m<sup>3</sup>/s que bajan por la caída.

La entrada de la caída a la cámara se hará por un agujero que se tendrá que excavar en la pared posterior de la cámara. Para valorar el tamaño del hueco de entrada a la cámara, se realizó con la idea de un paso por un orificio anegado de grandes dimensiones. El estudio de este orificio dio como resultado la gráfica que se presenta en la Figura 24a. En ella se puede valorar la carga dentro de la caída para que el agua pueda salir por el hueco. Por ejemplo, si la cota de agua en la cámara es de 26 m y el hueco de paso es de 5 m de ancho por 3.5 m de alto, la carga en la caída es de 27.76m, este valor es muy alto por lo que el diseño de hueco ha de ser de por lo menos 4.0 m de altura de manera que disminuya la carga en la cámara a un valor de 27.40.

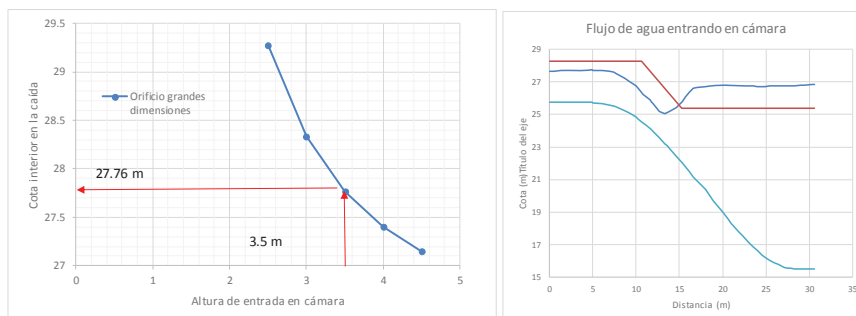


Figura 24. a) Valor de la carga de agua en el paso hacia la cámara según la altura del hueco de paso. b) flujo a la entrada de la cámara.

Debido que la entrada de la caída a la cámara existe una estructura (Cajón para servicios afectados) se ha evaluado el flujo en la entrada de la cámara.

En la Figura 24b se presenta el flujo bajando por la caída y entrando en la cámara de paseo de Sant Joan. El techo queda rebajado a la cota 25.20 m para albergar el cajón de servicios afectados. Se observa que con las condiciones de máximo funcionamiento (125 m<sup>3</sup>/s) este cuarto está sometido a la presión del agua por el suelo y parte por las paredes. Además, el resalto se forma algunos metros hacia aguas arriba provocando las oscilaciones de la superficie del agua y generando fenómenos de presión oscilante.

En la imagen de la Figura 25 se observa el cálculo para un caudal de 70 m<sup>3</sup>/s en la caída y 125 m<sup>3</sup>/s en cámara. Se observa claramente el resalto en medio de la caída, y un flujo de agua en cámara bastante estable. Hay que indicar que es el resultado de un cálculo bidimensional. El coeficiente de Manning es de 0.018 como previsto.

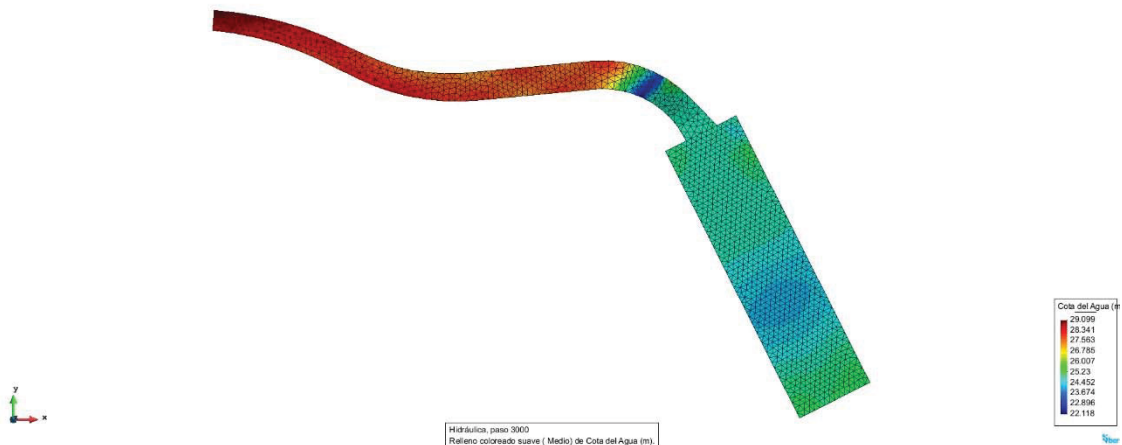


Figura 25. Cota de agua en el sistema de caída cámara de Passeig de Sant Joan.

## 15.1 Análisis de las curvaturas

Tres curvas en planta están diseñadas en el nuevo colector, las abscisas de comienzo de curva son las siguientes: 203.83 m la primera, 237.90 m la segunda y 275.471 m la tercera. Esta última corresponde a la caída de llegada a la cámara de Sant Joan.

Una forma de expresar la intensidad de la curva es el número de curva que es simplemente un parámetro adimensional que mide si la curva es débil o fuerte. Este número de curva se define como:

$$B_0 = \sqrt{b/R_a} F_0 \quad (8)$$

En donde  $B_0$  es el número de curva,  $b$  el ancho medio del canal,  $R_a$  es el radio medio de curvatura y  $F_0$  el número de Froude. Las curvas fuertes el  $B_0$  es mayor de 1.5 y para curvas débiles el valor es menor de 1.5. Para el caso de las tres curvas el valor obtenido para las dos primeras es de

0.08 y 0.16 respectivamente y la tercera curva el Bo tiene un valor de 1.8 que es ligeramente mayor que el límite. Se cree que debido a la fuerte caída que sufre el canal durante la caída la sobre elevación no será grande ya que el valor de la curva número no es excesivo. Además, esta curva para el caudal de diseño funciona anegada, es decir el resalto penetra dentro de la propia caída, por lo que no hay flujo rápido en la mitad inferior del colector.

## 16 Cámara de Girona

La cámara de calle Girona es sólo una conexión lateral entre los dos colectores para transferir parte del caudal de uno a otro. En la fase 0, es decir construcción del colector que va desde la cámara de la calle Girona hasta la cámara de Passeig de Sant Joan, parte del caudal de lluvia que baja por el la T1695 se debe desviar para el nuevo colector, aliviando la propia T1695 en ese tramo.

Se quiere saber cuánta agua puede llegar a derivar esta cámara al colector nuevo. Se han realizado dos cálculos, uno con un caudal medio de 50 m<sup>3</sup>/s y el otro para un caudal de 90 m<sup>3</sup>/s. Para ello se ha simulado un bidimensional que permite conocer más o menos el porcentaje de agua desviado. Los colectores están separados por la propia banqueteta, es decir el agua tiene que sobre pasar un escalón de unos 50 cm de alto para poder verter de uno al otro. Esto hace que la transmisión de caudales no sea tan eficiente.

El resultado para 50 m<sup>3</sup>/s es el que se muestra

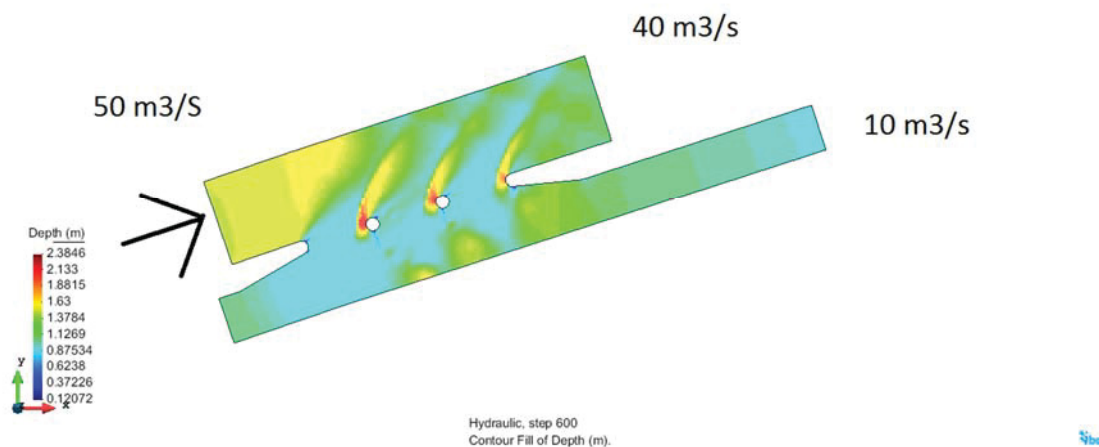
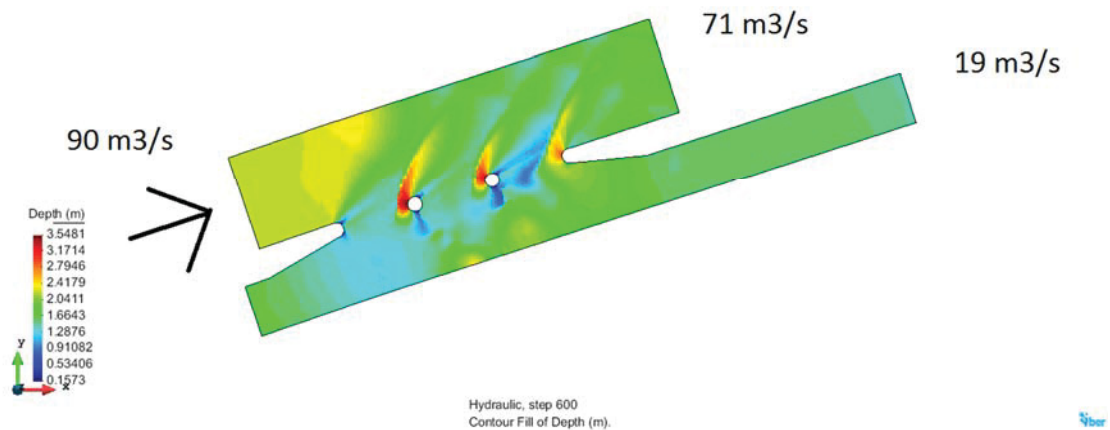


Figura 26. Distribución de caudales en la cámara de Girona para 50 m<sup>3</sup>/s.

El resultado para 90 m<sup>3</sup>/s es el que se muestra



**Figura 27 Distribución de caudales para el máximo de caudal admisible de 90 m<sup>3</sup>/s**

Para un caudal medio de 50 m<sup>3</sup>/s se desvía un caudal del 20% y para el caudal máximo admisible es del 21%. Que en condiciones de trabajo hacia agua abajo ambos colectores funcionaran bien. Tanto por los 71 m<sup>3</sup>/s que bajan por el antiguo como por los 19 m<sup>3</sup>/s que bajan por el nuevo (que es de 70 m<sup>3</sup>/s de diseño).

## 17 Conclusiones

Una vez hecho los cálculos y diseños de los colectores de Diagonal ubicados desde la calle Girona hasta Passeig de Sant Joan se concluye que:

- 1) El colector T1695 tiene capacidad para fluir en lámina libre con una horquilla de caudales que van desde 45 a 50 m<sup>3</sup>/s.
- 2) Se propone una mejora de los escalones existentes en el colector T1695, el de la abscisa 48.3 y el de la abscisa 177.4, de manera que se crea una rampa de caída, cortando el actual colector desde el escalón hacia atrás con una pendiente de 5H:1V. Esta mejora permite que la capacidad del colector llegue a 130 m<sup>3</sup>/s.
- 3) El nuevo colector de Diagonal, discurre paralelo al T1695, con un cajón de 3.5 m de ancho y 3 m de altura. Tiene un problema en el trazado del techo entre la abscisa 212.34 hasta la abscisa 262.64m, necesita ir más bajo.
- 4) Para solventar el problema del techo y del paso por la L4 el cajón se mantiene con la sección inicial hasta la abscisa 212 m, en este punto se propone un ensanchamiento que permita acelerar el flujo y disminuir calados de agua para poder pasar por encima de la L4 y por debajo de la Calle del Passeig de Sant Joan con suficiente holgura. Se pasa de un cajón de 3.5 m de ancho a un cajón de 5 m de ancho, la transición acaba en la abscisa 254 m. Además, se propone un cambio de pendiente en la abscisa 212m pasando de la pendiente de partida de 1.864% a una pendiente baja de 0.395 %. Estos cambios

permiten que el flujo pase por la L4 con holgura y además que pase con resguardo en la zona donde el techo tiene que perder altura.

- 5) Para pasar por la línea L4 de forma que el cajón no atravesase esviado, se han diseñado un par de curvas, curva y contra curva, que permiten al colector enfrentarse al trazado de la L4 lo más normal posible. En estas curvas se producen ondas cruzadas pero la valoración es que no hay afección al flujo. Es posible que una de las ondas cruzadas toque parcialmente el techo.
- 6) El colector que va desde la L4 hasta la cámara se ha diseñado también en curva y cayendo la diferencia de cotas entre la 25.75 m (saliendo de la L4) hasta la cota de cámara en la 15.50 m. En este caso se producen ondas cruzadas que se amortiguan debido a la propia caída del flujo. Es decir, la sobreelevación del flujo por curva se ve disminuida por la aceleración de caída y ese cambio de energía potencial a energía cinética.
- 7) La capacidad del colector nuevo es de 76.3 m<sup>3</sup>/s.
- 8) Se estudió la capacidad de los tubos actuales aguas abajo de la cámara de Sant Joan, como resultado se obtuvo que máximo pueden desaguar en carga un caudal máximo de 130 m<sup>3</sup>/s, a partir de este caudal las tapas intermedias de los tubos empezarán a saltar.
- 9) La tabla de distribución de caudales se presenta a continuación:

CAUDALES EN (m <sup>3</sup> /s)					
Aguas arriba	Colector T1695	Colector Nuevo	Desviación	Chorros	En cámara
Caudal/porcentaje	56.3%	43.8%	38.9%	61.1%	78.1%
160	90	70	35	55	125
150	84.4	65.6	32.8	51.6	117.2
140	78.8	61.3	30.6	48.1	109.4
117.6	66.2	51.5	25.7	40.4	91.9
120	67.5	52.5	26.3	41.3	93.8
100	56.3	43.8	21.9	34.4	78.1
90	50.6	39.4	19.7	30.9	70.3
80	45.0	35.0	17.5	27.5	62.5
70	39.4	30.6	15.3	24.1	54.7

- 10) De la tabla del punto anterior se concluye que los caudales máximos que puede admitir el sistema es de 160 m<sup>3</sup>/s llegando a la cámara de calle Girona y repartiendo 90 m<sup>3</sup>/s por el colector actual (T1695 arreglado) y 70 m<sup>3</sup>/s por el colector nuevo. La bifurcación del T1695 permite que sigan por diagonal 35 m<sup>3</sup>/s y se desvíen 55 m<sup>3</sup>/s por los chorros de caída de la cámara. La unión de los 70 y 55 dan los 125 que pasarían por la cámara tomando en ella una cota de 26 m.
- 11) La cámara de <Girona permite que funcione el sistema Diagonal T1695 y Colector nuevo sin ningún problema para el caudal de 90 m<sup>3</sup>/s.





*Allen Bateman*

Allen Bateman

Profesor Titular

Grupo de Investigación en Transporte de Sedimentos

Universidad Politécnica de Cataluña

[www.gits.ws](http://www.gits.ws)

*V. Medina*

Vicente Medina

PhD Camins

2da parte-. Estudio en modelo Físico a escala reducida del sistema de los colectores de diagonal y su llegada a la cámara de Passeig de Sant Joan.

---

Análisis realizado para  
BCASA

Barcelona, 15 de diciembre de 2017

## 18 Modelo físico a escala reducida

Un modelo físico a escala reducida es una forma de proyectar un prototipo complejo en su forma que hace que la hidrodinámica sea difícil de estudiar por modelos matemáticos. Aunque actualmente existen muchos modelos matemáticos que pretenden describir la hidrodinámica del flujo, estamos aún muy lejos de poder modelar sistemas específicos que se salen de la norma de los modelos matemáticos. En el caso del modelo del paseo de Sant Joan se trata de la recepción de dos chorros que llegan a una cámara de disipación de energía. Ambos chorros actúan concomitantemente, uno entra en caída libre y el otro mediante un ducto que se engrasa a nivel de la base de la cámara. La disipación de la energía en la cámara permite que el flujo pase a desaguar lo más tranquilamente posible hacia los tubos que la llevan la mar. Esta salida se compone de tres tubos de 3 metros de diámetro que desaguan la cámara hacia los colectores que finalmente la llevan hasta el mar, estos colectores están situados a poco menos de 2 km de distancia. Los tubos sin embargo pasan por dos cámaras de aireación que permiten romper la presión del flujo.

Decidir la escala de un modelo es siempre una tarea de optimización de recursos y modelación aceptable de la hidrodinámica. El punto más importante es decidir que fuerzas son las que dominan el flujo en el colector, en el caso de la estructura que nos compete las fuerzas de peso son las más importantes en el flujo del agua por los ductos y cámaras.

Las fuerzas de peso son las que forman una relación con la fuerza de inercia, denominado o conocido como el número de Froude. Este esta relación la que tendremos que mantener entre el modelo y el prototipo. Lo importante es que el modelo físico a escala reducida permita mantener el resto de fuerzas suficientemente pequeñas para que no le quite relevancia a las fuerzas e peso. Para ello se ha de controlar los números que cuando el tamaño del modelo es más pequeño que el prototipo estos se hacen relevantes, por ejemplo, las fuerzas viscosas o bien las fuerzas de tensión superficial.

Por otro lado, la economía juega un papel importante, si el modelo se hace de un tamaño comparable con el prototipo entonces el costo se eleva mucho, los caudales son muy grandes, y los tamaños del modelo también. En el caso que nos compete, logramos una relación de escala geométrica de 1:17.5, que en principio es una escala para el modelo de tamaño importante, eliminando el problema de las fuerzas y con un tamaño proporcionado al coste de la obra en el laboratorio.

## 18.1 Escala del modelo y sus consecuencias en las magnitudes de las variables físicas.

La escala geométrica de 17.5 entre el modelo y el prototipo se traduce en una relación entre las diferentes magnitudes a tratar, como lo son el caudal, las fuerzas y otras magnitudes de interés. Así para esta escala geométrica  $\lambda_g=L_p/L_m=17.5$ , la escala en que se representa el caudal resulta ser  $\lambda_Q=\lambda_g^{5/2}=1281$ , la escala de velocidad resulta ser  $\lambda_v=4.18$ , la escala temporal es también  $\lambda_t=\lambda_g^{1/2}=4.18$ , la escala de rugosidad para Manning será  $\lambda_n=\lambda_g^{1/6}=1.61$ , la escala de fuerzas resulta ser de  $\lambda_f=\lambda_g^3=5360$ .

## 18.2 Dimensiones del modelo

### Longitudes

El colector existente de diagonal quedará con la siguiente sección

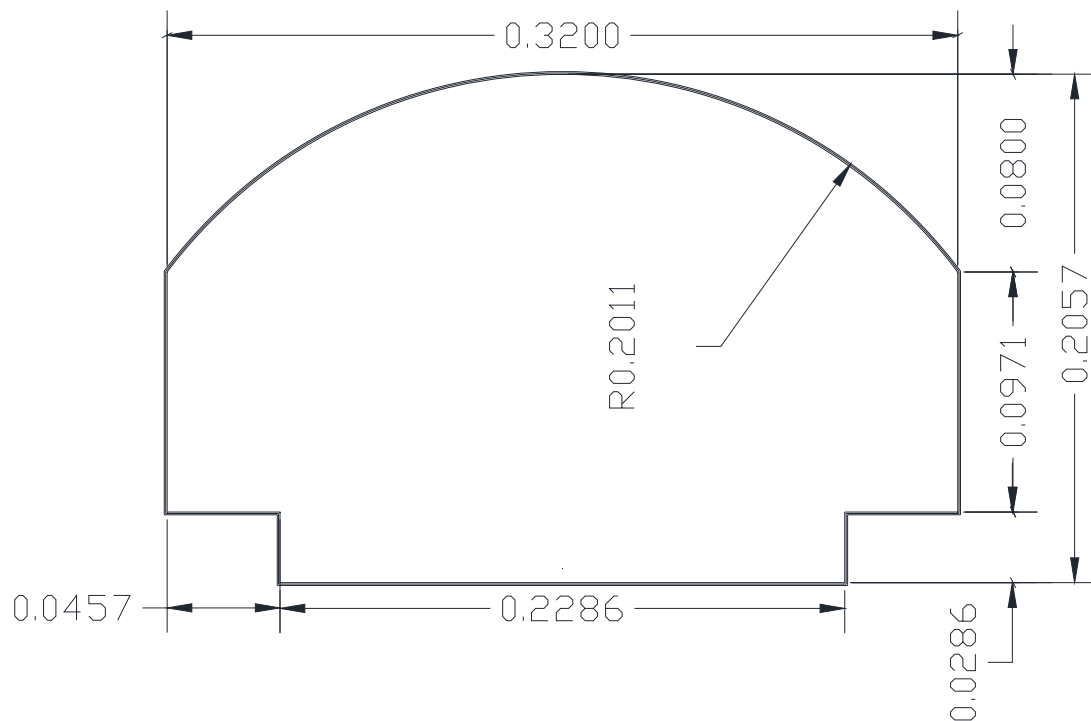


Figura 28. Sección en escala de modelo del colector existente de Diagonal, medidas en metros.

El nuevo colector desdoblado de diagonal es un cajón de 3.5 X 3.0 que en escala de modelo quedará en 20 X 17.14 cm. Luego de la transición el ancho queda de 5 m es decir 28.57 cm.

En el anejo 1 se presentan todas las dimensiones del modelo ya en su propia escala.

### Caudales

En el caso del modelo de Diagonal, el caudal de diseño para 500 años de periodo de retorno, es de 160 m<sup>3</sup>/s. Es decir 90 m<sup>3</sup>/s discurrirán por el tramo de Diagonal existente y 70 por el nuevo colector de desdoblamiento. Los 160 m<sup>3</sup>/s deberán llegar a la cámara de Passeig de Sant Joan y discurrir por los tubos que llevan el agua hacia el mar.

Los 160 m<sup>3</sup>/s se traducen en un valor de 125 l/s, que en un modelo a escala reducida es un caudal importante, es decir un 56.25% seguirán por el colector existente, es decir, 70 l/s y 55 l/s por el nuevo colector desdoblado de Diagonal.

### Velocidades

La escala de las velocidades resulta ser de 4.18, que al analizar las diferentes velocidades máximas obtenidas en el modelo numérico se obtiene la Tabla 3

**Tabla 3. Zona de análisis velocidades modelo numérico velocidades modelo reducido**

Estructura	Velocidad prototipo (m/s)	Velocidad esperada modelo (m/s)
Colector T1695	9.59	2.29
Colector Desdoblado	7.81	1.86
Zona del metro	8.10	1.94
Caída	12.2	2.91

Las velocidades en el modelo son elevadas en el modelo reducido. En la zona de entronque donde se espera el resalto hidráulico la velocidad es de casi 3 m/s.

### Rugosidad

La rugosidad es uno de los puntos claves en un modelo, es más relevante su influencia en longitudes grandes que en cortos espacios. Por ello es más importante que los conductos largos tengan la rugosidad lo más parecida en su escala que en por ejemplo la caída hacia la cámara.

La escala de rugosidad es del orden de 1.61, es decir, poco menos de la mitad del prototipo. En el caso que nos compete, la rugosidad medida en las propias alcantarillas de Barcelona, más exactamente en el colector de diagonal, el valor medido fue de 0.018. Valor que indica que el modelo debe tener un valor de 0.011. Este valor es prácticamente el de un cemento fino o una pared de cemento suave. En términos de grano se puede pensar en grano de D50 de 0.16 mm, arena fina de playa. El plástico puede estar en un valor para el coeficiente de resistencia al flujo de 0.0105, un valor bajo pero cercano al necesario. La propuesta de usar un coeficiente de resistencia en cemento y paredes de plástico puede ser interesante para no bajar mucho su

valor, al usar todas ellas en plástico. Aunque, si bien es difícil modelar exactamente un valor justo, en este caso parece bastante interesante que los valores coincidan con bastante justicia.

### 18.3 Errores en el modelo

Es posible que en la construcción del modelo se puedan cometer errores, por ejemplo, en las propias medidas del modelo. Esto depende de la calidad con que se construya el modelo, si se es muy preciso o no. Independientemente de esto se acepta un error de construcción con cierta holgura. Sin embargo, la problemática más difícil de resolver es la resistencia al flujo. Porque cuando se construye un modelo la escala del coeficiente de resistencia al flujo cambia. Si el modelo es más pequeño que el prototipo, el coeficiente de resistencia al flujo disminuye con cierta proporción potencial a  $1/6$ . Si disminuye mucho es imposible reproducir el coeficiente de resistencia al flujo ya que el mínimo medido en laboratorio lo tiene un cristal pulido, dando lugar a un valor de 0.008. Valores superiores seremos capaces de intentar reproducir. Paredes muy lisas son difíciles de reproducir porque el cristal pulido además de caro es difícil de conseguir. La obra pulida en cemento, puede dar un valor de 0.0105 a 0.012. Esto nos da valores de escala geométrica para este caso de 15 a 30. La escala que hemos escogido para el modelo es de 17.5 que está dentro del rango. Tamaños pequeños dan lugar a otra clase de errores, que son los errores de medida. Por ejemplo, si el tamaño es muy pequeño pocos cm de calado 3 a 5, un error en la medición del calado conllevará un error enorme en la energía cinética y por tanto en medidas del caudal. Por eso cuando el flujo es rápido este error es más visible por lo que en casos con Froude mayor que 1 se intenta realizar modelos más grandes, relaciones de escala más pequeño.

Otro error que analizaremos con detalle es el cometido en la reproducción del coeficiente de resistencia al flujo. Como el material es el que es, puede quedar con un valor diferente del coeficiente de resistencia al flujo. Sin ir más lejos, si en este caso tenemos que reproducir un valor del coeficiente de resistencia al flujo del orden de 0.011 que implica utilizar un grano de la masa de cemento de 0.16 mm, la dificultad radicará en encontrar arena de tamaño adecuado. O bien, por ejemplo, se decide utilizar un plástico en lugar de cemento para reproducir las paredes y el coeficiente lo bajamos a 0.010. En qué afecta a las velocidades o niveles de agua registrados en el modelo y esto como afecta a los resultados en el prototipo teórico.

Lo primero que se hará es realizar el cálculo de cuanto afecta a la escala geométrica un error en el coeficiente de Manning del prototipo y del modelo. Esto es, Que diferencia podría tener la escala geométrica con y sin error.

El coeficiente de Manning es un parámetro físico que se puede expresar como:

$$\begin{aligned} n_m &= n_{0m} + \sigma_{nm} \\ n_p &= n_{0p} + \sigma_{np} \end{aligned} \quad (1)$$

En donde  $n_m$  es el coeficiente que tendría el modelo una vez construido,  $n_p$  el valor del coeficiente estimado del prototipo y las  $\sigma$ , las desviaciones estimadas de cada material.

La determinación de las  $\sigma$  se puede hacer mediante una valoración de los máximos y mínimos valores estimados para cada uno de los parámetros. La desviación típica se puede escribir como;

$$\sigma = \frac{n_{\max} - n_{\min}}{4} \quad (2)$$

Siendo  $n_{\max}$  y  $n_{\min}$ , las valoraciones máximas y mínimas del coeficiente de Manning. En este rango estarán incluidos el 96% de las variaciones posibles.

En el caso del prototipo podemos decir que se estableció un valor del coeficiente de Manning de 0.018, y que se puede esperar valores máximos de 0.020 y mínimos de 0.016. Con lo que la desviación de este parámetro será:

$$\sigma_{np} = \frac{0.020 - 0.016}{4} = 0.001 \quad (3)$$

Para el caso del modelo se puede pensar en que el valor de Manning debe el correcto calculado para la escala escogida. En este caso, podemos establecer que el error está en escoger el grano  $d_{50}$  adecuado. Como será difícil escoger el valor del diámetro se puede optar por darle un error equivalente a la mitad del diámetro por encima y por debajo. Así, la desviación se podrá evaluar de acuerdo a:

$$\sigma_{nm} = \frac{\left(\frac{3}{2}d_{50}\right)^{1/6} - \left(\frac{1}{2}d_{50}\right)^{1/6}}{84} = 0.00213d_{50}^{1/6} \quad (4)$$

$$\sigma_{nm} = 5 \cdot 10^{-4}$$

La escala de Manning se da de acuerdo con la relación siguiente:

$$\lambda_n = \frac{n_p}{n_m} \quad (5)$$

El error total en la escala de Manning debido a un error en los valores de los coeficientes en modelo y prototipo, sería:

$$d\lambda_n = \frac{1}{n_m} dn_p - \frac{n_p}{n_m^2} dn_m \quad (6)$$

Esto da lugar a la siguiente relación,

$$d\lambda_n = \frac{1}{n_m \pm \sigma_{nm}} \sigma_{np} - \frac{n_p \pm \sigma_{np}}{(n_m \pm \sigma_{nm})^2} \sigma_{nm} \quad (7)$$

Lo que da lugar a 4 valores diferentes para el error de la escala del modelo. Lo que da lugar a un error en la escala geométrica para todas las combinaciones de signos, de

$$d\lambda_n = \begin{Bmatrix} 0.015 \\ 0.018 \\ 0.023 \\ 0.009 \end{Bmatrix} \xrightarrow{\text{produce}} d\lambda_g = \begin{Bmatrix} 0.98 \\ 1.18 \\ 1.47 \\ 0.59 \end{Bmatrix} \quad (8)$$

Analizando la relación de la escala geométrica que indica que,

$$\lambda_g = \frac{L_p}{L_m} \quad (9)$$

Y su relación con la escala de Manning que es,

$$\lambda_n = \lambda_g^{1/6} \quad (10)$$

Es decir que un error en la escala de Manning  $d\lambda_n$  conduce a un error en la escala geométrica obtenida por,

$$d\lambda_g = 6\lambda_g^{5/6} d\lambda_n \quad (11)$$

Y, teniendo en cuenta que existen errores en el modelo en su construcción y lo mismo para el prototipo, encontramos que un error en el modelo dado por  $dL_m$  implicaría un error en el prototipo aceptable del orden de  $dL_p$ . Este valor se puede estimar aceptando una desviación de cada una de las medidas tanto en modelo como en prototipo, de esta forma:

$$dL_p = d\lambda_g (L_m \pm \sigma_m) + [\lambda_g] \sigma_m \quad (12)$$

Dado que el error cometido en la construcción no debería ser de más de 3mm por la dificultad de construcción, es decir que las medidas tienen una desviación típica del orden de  $\sigma_m = \pm 1.5mm$ . La desviación típica en las longitudes del prototipo puede ser de algunos cm estimamos que  $\sigma_p = \pm 2.5cm$ .

Así, sí la anchura típica del modelo es de 30 cm y se tiene que construir el modelo con un error en la escala de Manning que produce una variación en la escala geométrica máxima de 1.47 podemos tener una apreciación en el prototipo de 47 cm. Que es mayor que el error aceptado de construcción.



El valor que más incertidumbre ofrece a este análisis es el valor de la desviación típica del coeficiente de Manning del Prototipo. Pero no se puede ajustar más a no ser que se hagan campañas de campo intensivas que disminuyan la incertidumbre de este valor.

Para el caso de la velocidad del flujo y del caudal del flujo las expresiones correspondientes quedan de forma similar a, para la velocidad:

$$\begin{aligned}
 \lambda_u &= \lambda_g^{1/2} \\
 d\lambda_u &= \frac{1}{2} \lambda_g^{-1/2} d\lambda_g \\
 \lambda_u &= \frac{u_p \pm \sigma_{up}}{u_m \pm \sigma_{um}} \\
 du_p &= d\lambda_u (u_m \pm \sigma_{um}) + \lambda_u \sigma_{um}
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

Y para el caudal

$$\begin{aligned}
 \lambda_q &= \lambda_g^{3/2} \\
 d\lambda_q &= \frac{3}{2} \lambda_g^{1/2} d\lambda_g \\
 \lambda_u &= \frac{Q_p \pm \sigma_{qp}}{Q_m \pm \sigma_{qm}} \\
 dQ_p &= d\lambda_q (Q_m \pm \sigma_{qm}) + \lambda_q \sigma_{qm}
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

En las ecuaciones (13) y (14) el signo menos da un valor menor en las variaciones tanto de velocidad como de caudal por lo que solo se tomará en valor positivo.

En la Tabla 4 se da un resumen de los resultados más relevantes.

**Tabla 4. Relaciones de incertidumbres debido a los errores de prototipo y modelo.**

$\lambda g$	17.5						
caso 1	(nm+ $\sigma$ nm) (np+s np)	caso 2	(-nm- $\sigma$ nm) (np-s np)	caso3	(nm- $\sigma$ nm) (np-s np)	caso 4	(-nm+s nm) (np+s np)
d $\lambda n$	0.015	d $\lambda n$	0.018	d $\lambda n$	0.023	d $\lambda n$	0.009
$\sigma$ nm	5.00E-04	$\sigma$ nm	5.00E-04	$\sigma$ nm	5.00E-04	$\sigma$ nm	5.00E-04
$\sigma$ Np	0.001	$\sigma$ Np	0.001	$\sigma$ Np	0.001	$\sigma$ Np	0.001
nm	0.011	nm	0.011	nm	0.011	nm	0.011
np	0.018	np	0.018	np	0.018	np	0.018
d $\lambda g$	0.985	d $\lambda g$	1.182	d $\lambda g$	1.478	d $\lambda g$	0.591
$\sigma$ lm	0.0015	$\sigma$ lm	0.0015	$\sigma$ lm	0.0015	$\sigma$ lm	0.0015
$\sigma$ lp	0.025	$\sigma$ lp	0.025	$\sigma$ lp	0.025	$\sigma$ lp	0.025
Lmy	0.300	Lm	0.300	Lm	0.300	Lm	0.300
dLpy= $\sigma$ Lpy	0.323	dLpy=sLpy	0.383	dLp=sLp	0.472	dLp=sLp	0.204
Lmz	0.100	Lmz	0.100	Lmz	0.100	Lmz	0.100
dLpz= $\sigma$ Lpz	0.1263	dLpz= $\sigma$ Lpz	0.1462	dLpz= $\sigma$ Lpz	0.1763	dLpz= $\sigma$ Lpz	0.0862
d $\lambda u$	0.1178	d $\lambda u$	0.1413	d $\lambda u$	0.1767	d $\lambda u$	0.0706
um	3.000	um	3.000	um	3.000	um	3.000
$\sigma$ um	0.050	$\sigma$ um	0.050	$\sigma$ um	0.050	$\sigma$ um	0.050
dup	0.568	dup	0.640	dup	0.748	dup	0.425
d $\lambda Q$	6.184	d $\lambda Q$	7.418	d $\lambda Q$	9.276	d $\lambda Q$	3.709
Qm	0.125	Qm	0.125	Qm	0.125	Qm	0.125
dqm	0.010	dqm	0.010	dqm	0.010	dqm	0.010
dQp	1.567	dQp	1.733	dQp	1.984	dQp	1.233

Lo que muestra la Tabla 4 es que los errores cometidos en el prototipo y en el modelo constituyen una propagación de los errores y de cómo podemos percibir los valores medidos en el modelo en el prototipo. Es decir, si se cometen errores de construcción en el modelo y en el prototipo y de medida en el modelo, esto implica que el prototipo será valorado con una cierta desviación. La idea es valorar más o menos esta desviación. Es muy fácil observar esto por ejemplo en el caudal con el siguiente razonamiento: Si la valoración del coeficiente de Manning en el prototipo tiene una desviación típica de 0.001 y el modelo se construye con una desviación típica para el coeficiente de Manning de 5.0 e-04, el caudal del prototipo se puede establecer con una desviación típica de máximo 2 m<sup>3</sup>/s. Si el caudal es de 160 m<sup>3</sup>/s el resultado deberá leerse como 160 ± 2 m<sup>3</sup> / s , aceptando que el caudal en el modelo se establece con un valor de 125 ± 0.01 / s . Para el caudal en el prototipo si se mide implica obtener un rango entre 156 y 164 m<sup>3</sup>/s conteniendo el 93% de los caudales.

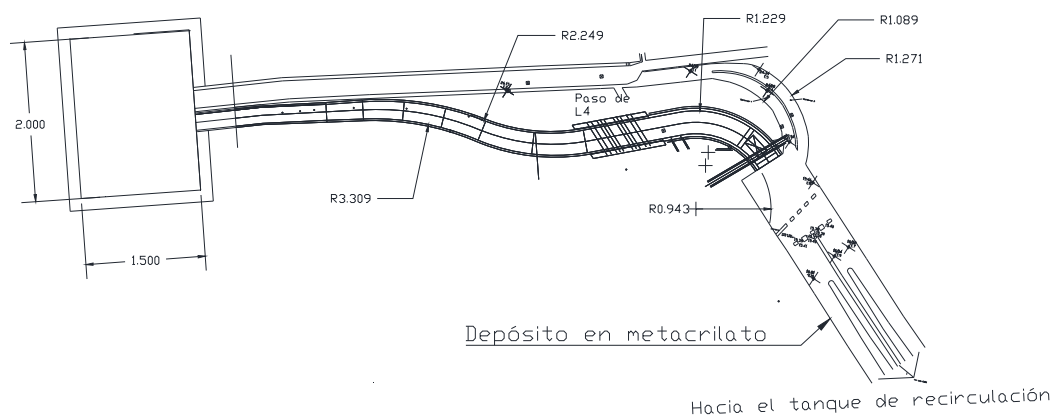
En esta misma dirección, aceptando los rangos de los coeficientes de Manning, el valor medido de los calados en el prototipo tiene una incertidumbre máxima del orden de ±17cm .

Estos rangos se pueden ajustar más, si se conocen los parámetros con menos incertidumbre, sin embargo, los valores que muestran los resultados en la Tabla 4 analizada son aceptables. En color amarillo se observan las desviaciones máximas previstas para cada variable.

## 19 Partes del modelo

El modelo a escala reducida del entronque entre los colectores de Diagonal y Passeig de Sant Joan se representa en la Figura 29. El modelo a escala reducida se compone de varias partes, en primer lugar, el tanque de acceso al modelo, es donde se recibe el agua por una tubería de 40 cm de diámetro. El caudal es de 125 l/s, que es un caudal importante, después se detallaran los elementos del modelo. Este tanque tiene la función de disipar la energía de entrada y repartirla adecuadamente. El siguiente elemento es una transición que permite pasar del tanque al modelo con la suavidad requerida, la transición permite la entrada ordenada del agua al propio modelo. La transición acaba en la división de caudales para que lleguen a los dos colectores los caudales especificados. Estos son 70 l/s y 55 l/s para el colector existente y el colector desdoblado de Diagonal respectivamente. En tercer lugar, está el propio modelo con todos sus detalles, parte de los cuales se pueden observar en la figura, y por último la entrega al depósito de recirculación. Esta entrega simula la condición de contorno de aguas abajo. Esta condición ha sido estudiada y documentada en el primer apartado de este documento.

Esquema del modelo a  
escala reducida del  
entronque diagonal Paseo  
Sant Joan



**Figura 29. Esquema del modelo a escala reducida del entronque entre los colectores de Diagonal y Passeig de Sant Joan. Se detallan las partes del mismo. Las medidas están en metros, la escala respecto al prototipo es de 17.5.**

El resto de partes del modelo lo constituye el propio canal El Cubo de la Agrópolis, que es la forma de alimentar el modelo. Los dos tanques del canal el cubo y el sistema de bombeo serán utilizados para alimentar el modelo de Diagonal. Para poder utilizar este sistema se ha de construir una plataforma elevada en la que descansa el modelo.

## 19.1 Origen de coordenadas del modelo

El origen de coordenadas del modelo se ha escogido de manera que quede fácil organizar estos en obra. La abscisa cero de origen de coordenadas es la sección del modelo que entronca la transición con los dos colectores. En esa sección los colectores no tienen la misma cota porque cada uno tiene sus características geométricas de partida en la cámara de Girona diferentes. También los anchos son diferentes uno tiene 5.6 m y el otro tiene 3.5m.

El otro origen es el de las cotas, se ha escogido la sección de entronque entre la caída nueva del colector desdoblado y la cámara de paseo de Sant Joan. La cota real es de 15.50 m.

Así, de esta forma los colectores quedan asociados por las secciones de inicio y por la base de la cámara. En la Figura 30. El colector nuevo al tener más curvas su desarrollo es más largo y también es importante indicar que en la figura falta dibujar la última curva asociada al colector de Diagonal actual hasta la cámara de PSJ.

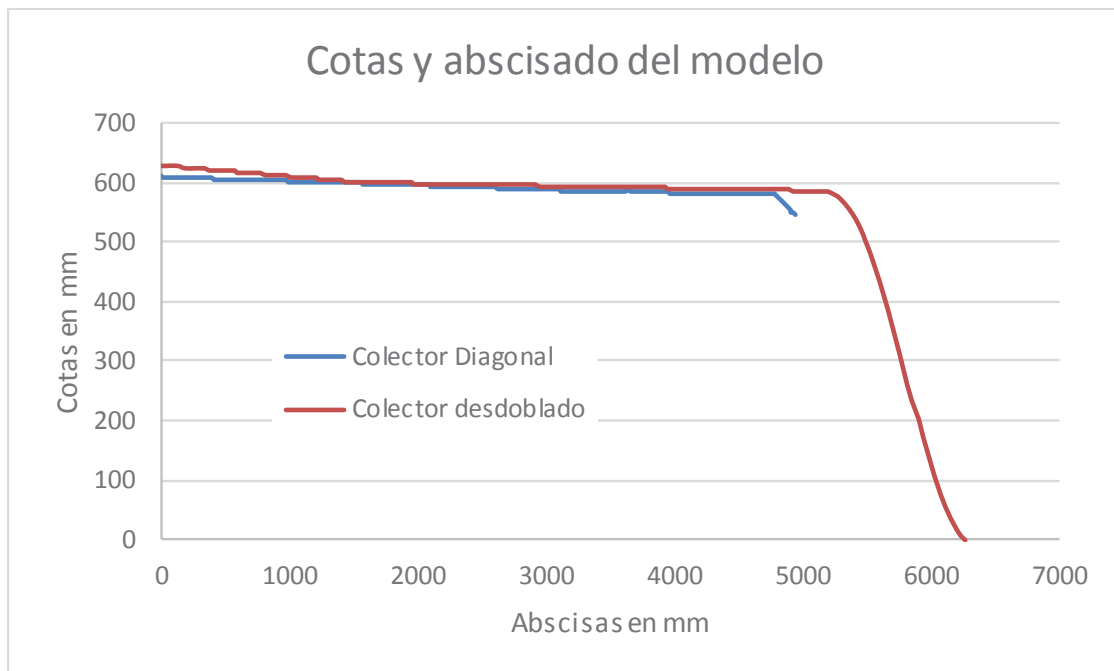


Figura 30. Abscisas y cotas de los colectores basado en los orígenes comentados en el texto.

## 19.2 Encaje del modelo con el canal El Cubo en la Agrópolis

En la Figura 31 se observa el encaje de modelo en el canal El Cubo del Laboratorio de Morfodinámica Fluvial de GITS-UPC en la Agrópolis. Este es un esquema inicial de cómo será el montaje del modelo. El canal el Cubo hace de depósito de recepción y de suministro de agua, al ser el volumen del depósito grande la regulación del modelo queda asegurada.

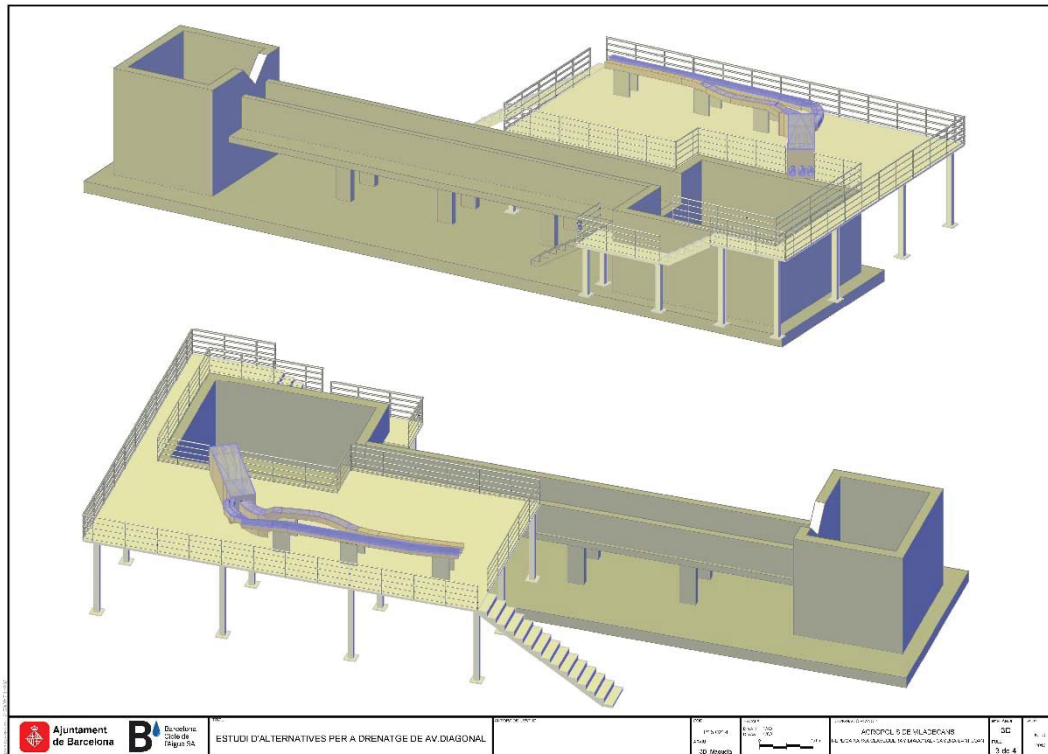
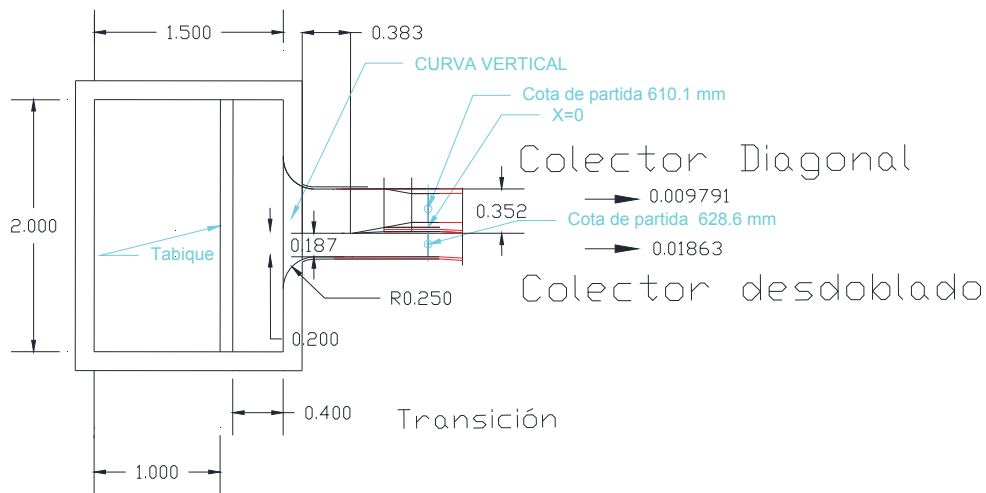


Figura 31. Encaje del modelo a escala reducida con el canal El Cubo del laboratorio de Morfodinámica Fluvial de la Agrópolis.

## 19.3 Depósito de entrada

El depósito de entrada en el modelo tiene la función de recibir el agua que viene de la tubería conectada al sistema de Bombeo, disipar el exceso de energía en un primer tramo de tanque donde se disipa y se distribuye y un segundo elemento que hace de transición donde las velocidades horizontales pasan de tener un valor bajo y un número de Froude menor de uno hasta llegar a embocar a los canales de los colectores antes de la bifurcación donde las velocidades son elevadas con números de Froude por encima de 1.

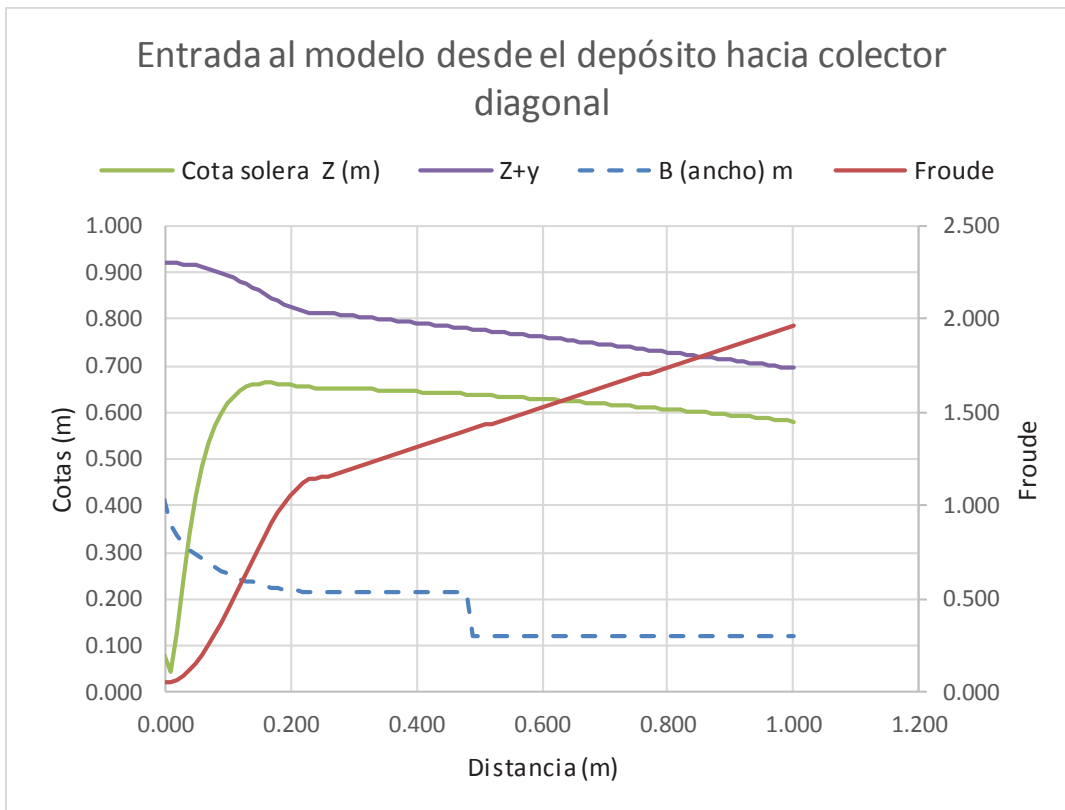
El esquema en planta de la entrada se observa en la Figura 32, la entrada se compone de una boquilla con un radio de curvatura de 25 cm. A los 38 cm se encuentra la división de caudales que reparten proporcionalmente el agua en 70 L/s y 55 l/s con aberturas de 35.2 y 18.7 cm respectivamente. El entronque de la banquetta del colector de Diagonal, se recorta con un ángulo de 22 grados para suavizar la entrada del flujo. La cota de entrada del colector de Diagonal es de 610.1 mm y la cota de entrada del colector Desdoblado es de 628.6 mm. Las cotas y abscisas detalladas de la línea central de los dos colectores están en el anejo 1. Las pendientes que tienen los colectores justo en la sección de partida son de 0.009791 para el colector de Diagonal y de 0.01863 el colector desdoblado.



**Figura 32. Esquema acotado de la entrada al modelo, con las características principales.**

Los valores que toma el nivel de agua en los colectores y el valor de las velocidades y caudales se encuentran en las tablas del Anejo 2.

En la



**Figura 33 Estructura de entrada con la transición al colector de Diagonal.**

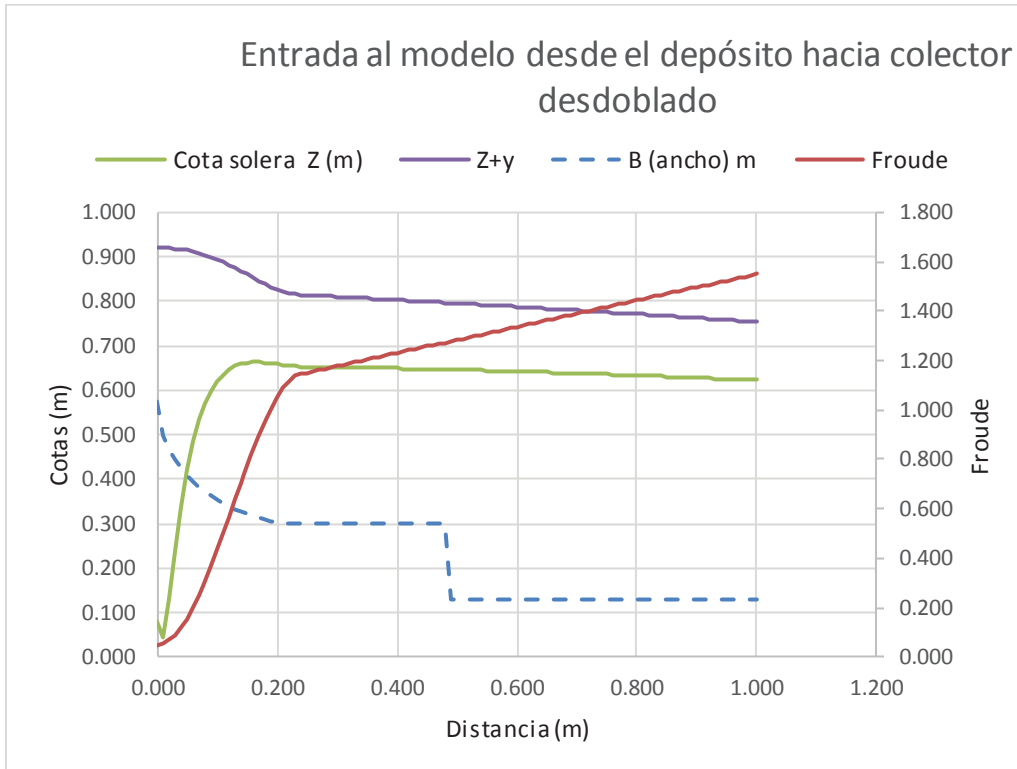


Figura 34 Estructura de entrada con la transición al colector Desdoblado de Diagonal.





# ANEJO 1

---

Colector Diagonal			
X (m)	Z (m)	xmod (mm)	zmod (mm)
193,869	26,178	0,00	610,16
194,069	26,176	11,43	610,04
194,269	26,174	22,87	609,93
194,469	26,172	34,30	609,82
194,669	26,170	45,73	609,71
194,870	26,168	57,16	609,60
195,070	26,166	68,60	609,48
195,270	26,164	80,03	609,37
195,470	26,162	91,46	609,26
195,670	26,160	102,89	609,15
195,870	26,158	114,33	609,04
196,070	26,156	125,76	608,93
196,270	26,154	137,19	608,81
196,470	26,152	148,62	608,70
196,670	26,150	160,06	608,59
196,870	26,148	171,49	608,48
197,070	26,146	182,92	608,37
197,270	26,144	194,36	608,25
197,470	26,142	205,79	608,14
197,671	26,141	217,22	608,03
197,871	26,139	228,65	607,92
198,071	26,137	240,09	607,81
198,271	26,135	251,52	607,69
198,471	26,133	262,95	607,58
198,671	26,131	274,38	607,47
198,871	26,129	285,82	607,36
199,071	26,127	297,25	607,25
199,271	26,125	308,68	607,13
199,471	26,123	320,11	607,02
199,671	26,121	331,55	606,91
199,871	26,119	342,98	606,80
200,071	26,117	354,41	606,69
200,271	26,115	365,84	606,57
200,472	26,113	377,28	606,46
200,672	26,111	388,71	606,35
200,872	26,109	400,14	606,24
201,072	26,107	411,58	606,13
201,272	26,105	423,01	606,01
201,472	26,104	434,44	605,92
201,672	26,102	445,87	605,84
201,872	26,101	457,31	605,76
202,072	26,099	468,74	605,68
202,272	26,098	480,17	605,61
202,472	26,097	491,60	605,53
202,672	26,095	503,04	605,45
202,872	26,094	514,47	605,38
203,072	26,093	525,90	605,30
203,273	26,091	537,33	605,22
203,473	26,090	548,77	605,14

Colector Diagonal			
X (m)	Z (m)	xmod (mm)	zmod (mm)
203,673	26,089	560,20	605,07
203,873	26,087	571,63	604,99
204,073	26,086	583,07	604,91
204,273	26,085	594,50	604,84
204,473	26,083	605,93	604,76
204,673	26,082	617,36	604,68
204,873	26,081	628,80	604,60
205,073	26,079	640,23	604,53
205,273	26,078	651,66	604,45
205,473	26,077	663,09	604,37
205,673	26,075	674,53	604,30
205,873	26,074	685,96	604,22
206,074	26,072	697,39	604,14
206,274	26,071	708,82	604,06
206,474	26,070	720,26	603,99
206,674	26,068	731,69	603,91
206,874	26,067	743,12	603,83
207,074	26,066	754,55	603,76
207,274	26,064	765,99	603,68
207,474	26,063	777,42	603,60
207,674	26,062	788,85	603,52
207,874	26,060	800,29	603,45
208,074	26,059	811,72	603,37
208,274	26,058	823,15	603,29
208,474	26,056	834,58	603,22
208,674	26,055	846,02	603,14
208,875	26,054	857,45	603,06
209,075	26,052	868,88	602,98
209,275	26,051	880,31	602,91
209,475	26,050	891,75	602,83
209,675	26,048	903,18	602,75
209,875	26,047	914,61	602,68
210,075	26,045	926,04	602,60
210,275	26,044	937,48	602,52
210,475	26,043	948,91	602,44
210,675	26,041	960,34	602,37
210,875	26,040	971,78	602,29
211,075	26,039	983,21	602,21
211,275	26,037	994,64	602,14
211,475	26,036	1006,07	602,06
211,676	26,035	1017,51	601,98
211,876	26,033	1028,94	601,90
212,076	26,032	1040,37	601,83
212,276	26,031	1051,80	601,75
212,476	26,029	1063,24	601,67
212,676	26,028	1074,67	601,60
212,876	26,027	1086,10	601,52
213,076	26,025	1097,53	601,44
213,276	26,024	1108,97	601,36
213,476	26,023	1120,40	601,29
213,676	26,021	1131,83	601,21

Colector Diagonal			
X (m)	Z (m)	xmod (mm)	zmod (mm)
213,876	26,020	1143,27	601,13
214,076	26,018	1154,70	601,06
214,276	26,017	1166,13	600,98
214,477	26,016	1177,56	600,90
214,677	26,014	1189,00	600,82
214,877	26,013	1200,43	600,75
215,077	26,012	1211,86	600,67
215,277	26,010	1223,29	600,59
215,477	26,009	1234,73	600,52
215,677	26,008	1246,16	600,44
215,877	26,006	1257,59	600,36
216,077	26,005	1269,02	600,29
216,277	26,004	1280,46	600,21
216,477	26,002	1291,89	600,13
216,677	26,001	1303,32	600,05
216,877	26,000	1314,75	599,98
217,077	25,998	1326,19	599,90
217,278	25,997	1337,62	599,82
217,478	25,996	1349,05	599,75
217,678	25,994	1360,49	599,67
217,878	25,993	1371,92	599,59
218,078	25,991	1383,35	599,51
218,278	25,990	1394,78	599,44
218,478	25,989	1406,22	599,36
218,678	25,987	1417,65	599,28
218,878	25,986	1429,08	599,21
219,078	25,985	1440,51	599,13
219,278	25,983	1451,95	599,05
219,478	25,982	1463,38	598,97
219,678	25,981	1474,81	598,90
219,878	25,979	1486,24	598,82
220,079	25,978	1497,68	598,74
220,279	25,977	1509,11	598,67
220,479	25,975	1520,54	598,59
220,679	25,974	1531,98	598,51
220,879	25,973	1543,41	598,43
221,079	25,971	1554,84	598,36
221,279	25,970	1566,27	598,28
221,479	25,969	1577,71	598,20
221,679	25,967	1589,14	598,13
221,879	25,966	1600,57	598,05
222,079	25,964	1612,00	597,97
222,279	25,963	1623,44	597,89
222,479	25,962	1634,87	597,82
222,679	25,960	1646,30	597,74
222,880	25,959	1657,73	597,66
223,080	25,958	1669,17	597,59
223,280	25,956	1680,60	597,51
223,480	25,955	1692,03	597,43
223,680	25,954	1703,46	597,35
223,880	25,952	1714,90	597,28

Colector Diagonal			
X (m)	Z (m)	xmod (mm)	zmod (mm)
224,080	25,951	1726,33	597,20
224,280	25,950	1737,76	597,12
224,480	25,948	1749,20	597,05
224,680	25,947	1760,63	596,97
224,880	25,946	1772,06	596,89
225,080	25,944	1783,49	596,81
225,280	25,943	1794,93	596,74
225,480	25,942	1806,36	596,66
225,681	25,940	1817,79	596,58
225,881	25,939	1829,22	596,51
226,081	25,938	1840,66	596,43
226,281	25,936	1852,09	596,35
226,481	25,935	1863,52	596,27
226,681	25,933	1874,95	596,19
226,881	25,932	1886,39	596,10
227,081	25,930	1897,82	596,02
227,281	25,929	1909,25	595,93
227,481	25,927	1920,69	595,84
227,681	25,926	1932,12	595,75
227,881	25,924	1943,55	595,66
228,081	25,923	1954,98	595,57
228,281	25,921	1966,42	595,49
228,482	25,919	1977,85	595,40
228,682	25,918	1989,28	595,31
228,882	25,916	2000,71	595,22
229,082	25,915	2012,15	595,13
229,282	25,913	2023,58	595,04
229,482	25,912	2035,01	594,96
229,682	25,910	2046,44	594,87
229,882	25,909	2057,88	594,78
230,082	25,907	2069,31	594,69
230,282	25,906	2080,74	594,60
230,482	25,904	2092,17	594,51
230,682	25,902	2103,61	594,43
230,882	25,901	2115,04	594,34
231,082	25,899	2126,47	594,25
231,283	25,898	2137,91	594,16
231,483	25,896	2149,34	594,07
231,683	25,895	2160,77	593,98
231,883	25,893	2172,20	593,90
232,083	25,892	2183,64	593,81
232,283	25,890	2195,07	593,72
232,483	25,889	2206,50	593,63
232,683	25,887	2217,93	593,54
232,883	25,885	2229,37	593,45
233,083	25,884	2240,80	593,37
233,283	25,882	2252,23	593,28
233,483	25,881	2263,66	593,19
233,683	25,879	2275,10	593,10
233,883	25,878	2286,53	593,01
234,084	25,876	2297,96	592,92

Colector Diagonal			
X (m)	Z (m)	xmod (mm)	zmod (mm)
234,284	25,875	2309,40	592,84
234,484	25,873	2320,83	592,75
234,684	25,872	2332,26	592,66
234,884	25,870	2343,69	592,57
235,084	25,868	2355,13	592,48
235,284	25,867	2366,56	592,40
235,484	25,865	2377,99	592,31
235,684	25,864	2389,42	592,22
235,884	25,862	2400,86	592,13
236,084	25,861	2412,29	592,04
236,284	25,859	2423,72	591,95
236,484	25,858	2435,15	591,87
236,684	25,856	2446,59	591,78
236,885	25,855	2458,02	591,69
237,085	25,853	2469,45	591,60
237,285	25,851	2480,89	591,51
237,485	25,850	2492,32	591,42
237,685	25,848	2503,75	591,34
237,885	25,847	2515,18	591,25
238,085	25,845	2526,62	591,16
238,285	25,844	2538,05	591,07
238,485	25,842	2549,48	590,98
238,685	25,841	2560,91	590,89
238,885	25,839	2572,35	590,81
239,085	25,838	2583,78	590,72
239,285	25,836	2595,21	590,63
239,485	25,834	2606,64	590,54
239,686	25,833	2618,08	590,45
239,886	25,831	2629,51	590,36
240,086	25,830	2640,94	590,28
240,286	25,828	2652,37	590,19
240,486	25,827	2663,81	590,10
240,686	25,825	2675,24	590,01
240,886	25,824	2686,67	589,92
241,086	25,822	2698,11	589,83
241,286	25,821	2709,54	589,75
241,486	25,819	2720,97	589,66
241,686	25,817	2732,40	589,57
241,886	25,816	2743,84	589,48
242,086	25,814	2755,27	589,39
242,286	25,813	2766,70	589,30
242,487	25,811	2778,13	589,22
242,687	25,810	2789,57	589,13
242,887	25,808	2801,00	589,04
243,087	25,807	2812,43	588,95
243,287	25,805	2823,86	588,86
243,487	25,804	2835,30	588,77
243,687	25,802	2846,73	588,69
243,887	25,800	2858,16	588,60
244,087	25,799	2869,60	588,51
244,287	25,797	2881,03	588,42

<b>Colector Diagonal</b>			
<b>X (m)</b>	<b>Z (m)</b>	<b>xmod (mm)</b>	<b>zmod (mm)</b>
244,487	25,796	2892,46	588,33
244,687	25,794	2903,89	588,24
244,887	25,793	2915,33	588,16
245,087	25,791	2926,76	588,07
245,288	25,790	2938,19	587,98
245,488	25,788	2949,62	587,89
245,688	25,787	2961,06	587,80
245,888	25,785	2972,49	587,71
246,088	25,783	2983,92	587,63
246,288	25,782	2995,35	587,54
246,488	25,780	3006,79	587,45
246,688	25,779	3018,22	587,36
246,888	25,777	3029,65	587,27
247,088	25,776	3041,08	587,18
247,288	25,774	3052,52	587,10
247,488	25,773	3063,95	587,01
247,688	25,771	3075,38	586,92
247,888	25,770	3086,82	586,83
248,089	25,768	3098,25	586,74
248,289	25,766	3109,68	586,65
248,489	25,765	3121,11	586,57
248,689	25,763	3132,55	586,48
248,889	25,762	3143,98	586,39
249,089	25,760	3155,41	586,30
249,289	25,759	3166,84	586,21
249,489	25,757	3178,28	586,12
249,689	25,756	3189,71	586,04
249,889	25,754	3201,14	585,95
250,089	25,754	3212,57	585,93
250,289	25,753	3224,01	585,91
250,489	25,753	3235,44	585,90
250,689	25,753	3246,87	585,88
250,890	25,753	3258,31	585,87
251,090	25,752	3269,74	585,85
251,290	25,752	3281,17	585,84
251,490	25,752	3292,60	585,82
251,690	25,752	3304,04	585,80
251,890	25,751	3315,47	585,79
252,090	25,751	3326,90	585,77
252,290	25,751	3338,33	585,76
252,490	25,751	3349,77	585,74
252,690	25,750	3361,20	585,73
252,890	25,750	3372,63	585,71
253,090	25,750	3384,06	585,70
253,290	25,749	3395,50	585,68
253,490	25,749	3406,93	585,67
253,691	25,749	3418,36	585,65
253,891	25,749	3429,80	585,63
254,091	25,748	3441,23	585,62
254,291	25,748	3452,66	585,60
254,491	25,748	3464,09	585,59

Colector Diagonal			
X (m)	Z (m)	xmod (mm)	zmod (mm)
254,691	25,748	3475,53	585,57
254,891	25,747	3486,96	585,56
255,091	25,747	3498,39	585,54
255,291	25,747	3509,82	585,53
255,491	25,746	3521,26	585,51
255,691	25,746	3532,69	585,50
255,891	25,746	3544,12	585,48
256,091	25,746	3555,55	585,46
256,291	25,745	3566,99	585,45
256,492	25,745	3578,42	585,43
256,692	25,745	3589,85	585,42
256,892	25,745	3601,28	585,40
257,092	25,744	3612,72	585,39
257,292	25,744	3624,15	585,37
257,492	25,771	3635,58	586,90
257,692	25,767	3647,02	586,70
257,892	25,764	3658,45	586,51
258,092	25,760	3669,88	586,31
258,292	25,757	3681,31	586,12
258,492	25,754	3692,75	585,92
258,692	25,750	3704,18	585,73
258,892	25,747	3715,61	585,53
259,092	25,743	3727,04	585,34
259,293	25,740	3738,48	585,14
259,493	25,737	3749,91	584,95
259,693	25,733	3761,34	584,75
259,893	25,730	3772,77	584,56
260,093	25,726	3784,21	584,36
260,293	25,723	3795,64	584,17
260,493	25,719	3807,07	583,97
260,693	25,716	3818,51	583,78
260,893	25,713	3829,94	583,58
261,093	25,709	3841,37	583,39
261,293	25,706	3852,80	583,19
261,493	25,704	3864,24	583,07
261,693	25,703	3875,67	583,02
261,893	25,702	3887,10	582,98
262,094	25,701	3898,53	582,94
262,294	25,701	3909,97	582,90
262,494	25,700	3921,40	582,86
262,694	25,699	3932,83	582,81
262,894	25,699	3944,26	582,77
263,094	25,698	3955,70	582,73
263,294	25,697	3967,13	582,69
263,494	25,696	3978,56	582,65
263,694	25,696	3989,99	582,60
263,894	25,695	4001,43	582,56
264,094	25,694	4012,86	582,52
264,294	25,693	4024,29	582,48
264,494	25,693	4035,73	582,43
264,694	25,692	4047,16	582,39



Colector Diagonal			
X (m)	Z (m)	xmod (mm)	zmod (mm)
264,895	25,691	4058,59	582,35
265,095	25,690	4070,02	582,31
265,295	25,690	4081,46	582,27
265,495	25,689	4092,89	582,22
265,695	25,688	4104,32	582,18
265,895	25,687	4115,75	582,14
266,095	25,687	4127,19	582,10
266,295	25,686	4138,62	582,06
266,495	25,685	4150,05	582,01
266,695	25,685	4161,48	581,97
266,895	25,684	4172,92	581,93
267,095	25,683	4184,35	581,89
267,295	25,682	4195,78	581,85
267,495	25,682	4207,22	581,80
267,696	25,681	4218,65	581,76
267,896	25,680	4230,08	581,72
268,096	25,679	4241,51	581,68
268,296	25,679	4252,95	581,64
268,496	25,678	4264,38	581,59
268,696	25,677	4275,81	581,55
268,896	25,676	4287,24	581,51
269,096	25,676	4298,68	581,47
269,296	25,675	4310,11	581,42
269,496	25,674	4321,54	581,38
269,696	25,673	4332,97	581,34
269,896	25,673	4344,41	581,30
270,096	25,672	4355,84	581,26
270,296	25,671	4367,27	581,21
270,497	25,671	4378,70	581,17
270,697	25,670	4390,14	581,13
270,897	25,669	4401,57	581,09
271,097	25,668	4413,00	581,05
271,297	25,668	4424,44	581,00
271,497	25,667	4435,87	580,96
271,697	25,666	4447,30	580,92
271,897	25,665	4458,73	580,88
272,097	25,665	4470,17	580,84
272,297	25,664	4481,60	580,79
272,497	25,663	4493,03	580,75
272,697	25,662	4504,46	580,71
272,897	25,662	4515,90	580,67
273,097	25,661	4527,33	580,63
273,298	25,660	4538,76	580,58
273,498	25,659	4550,19	580,54
273,698	25,659	4561,63	580,50
273,898	25,658	4573,06	580,46
274,098	25,657	4584,49	580,41
274,298	25,657	4595,93	580,37
274,498	25,656	4607,36	580,33
274,698	25,655	4618,79	580,29
274,898	25,654	4630,22	580,25

<b>Colector Diagonal</b>			
<b>X (m)</b>	<b>Z (m)</b>	<b>xmod (mm)</b>	<b>zmod (mm)</b>
275,098	25,654	4641,66	580,20
275,298	25,653	4653,09	580,16
275,498	25,652	4664,52	580,12
275,698	25,651	4675,95	580,08
275,898	25,651	4687,39	580,04
276,099	25,650	4698,82	579,99
276,299	25,649	4710,25	579,95
276,499	25,648	4721,68	579,91
276,699	25,648	4733,12	579,87
276,899	25,647	4744,55	579,83
277,099	25,646	4755,98	579,78
277,299	25,645	4767,42	579,74
277,499	25,645	4778,85	579,70
277,699	25,644	4790,28	579,66
277,899	25,602	4801,71	577,26
278,099	25,557	4813,15	574,67
278,299	25,512	4824,58	572,09
278,499	25,466	4836,01	569,51
278,699	25,421	4847,44	566,93
278,900	25,376	4858,88	564,34
279,100	25,331	4870,31	561,76
279,300	25,286	4881,74	559,18
279,500	25,240	4893,17	556,59
279,700	25,195	4904,61	554,01
279,900	25,150	4916,04	551,43
280,100	25,105	4927,47	548,85
280,300	25,060	4938,90	546,26

Colector desdoblado			
X (m)	Z (m)	xmod (mm)	zmod (mm)
193,869	26,501	0,00	628,65
194,370	26,492	28,63	628,11
194,871	26,483	57,25	627,58
195,372	26,473	85,88	627,05
195,873	26,464	114,50	626,51
196,374	26,455	143,13	625,98
196,875	26,445	171,76	625,44
197,376	26,436	200,38	624,91
197,877	26,427	229,01	624,38
198,378	26,417	257,64	623,84
198,879	26,408	286,26	623,31
199,380	26,399	314,89	622,78
199,881	26,389	343,51	622,24
200,382	26,380	372,14	621,71
200,883	26,371	400,77	621,18
201,384	26,361	429,39	620,64
201,884	26,352	458,02	620,11
202,385	26,343	486,64	619,58
202,886	26,333	515,27	619,04
203,387	26,324	543,90	618,51
203,888	26,315	572,52	617,98
204,389	26,305	601,15	617,44
204,890	26,296	629,77	616,91
205,391	26,287	658,40	616,37
205,892	26,277	687,03	615,84
206,393	26,268	715,65	615,31
206,894	26,259	744,28	614,77
207,395	26,249	772,91	614,24
207,896	26,240	801,53	613,71
208,397	26,231	830,16	613,17
208,898	26,221	858,78	612,64
209,399	26,212	887,41	612,11
209,900	26,203	916,04	611,57
210,401	26,193	944,66	611,04
210,902	26,184	973,29	610,51
211,403	26,175	1001,91	609,97
211,904	26,165	1030,54	609,44
212,405	26,156	1059,17	608,90
212,906	26,146	1087,79	608,37
213,407	26,137	1116,42	607,84
213,907	26,128	1145,05	607,30
214,408	26,118	1173,67	606,77
214,909	26,109	1202,30	606,24
215,410	26,100	1230,92	605,70
215,911	26,090	1259,55	605,17
216,412	26,081	1288,18	604,64
216,913	26,072	1316,80	604,10
217,414	26,062	1345,43	603,57
217,915	26,053	1374,05	603,04

Colector desdoblado			
X (m)	Z (m)	xmod (mm)	zmod (mm)
218,416	26,044	1402,68	602,50
218,917	26,034	1431,31	601,97
219,418	26,025	1459,93	601,44
219,919	26,016	1488,56	600,90
220,420	26,006	1517,19	600,37
220,921	25,999	1545,81	599,96
221,422	25,997	1574,44	599,85
221,923	25,995	1603,06	599,74
222,424	25,993	1631,69	599,63
222,925	25,991	1660,32	599,51
223,426	25,989	1688,94	599,40
223,927	25,988	1717,57	599,29
224,428	25,986	1746,19	599,17
224,929	25,984	1774,82	599,06
225,429	25,982	1803,45	598,95
225,930	25,980	1832,07	598,83
226,431	25,978	1860,70	598,72
226,932	25,976	1889,32	598,61
227,433	25,974	1917,95	598,49
227,934	25,972	1946,58	598,38
228,435	25,970	1975,20	598,27
228,936	25,968	2003,83	598,16
229,437	25,966	2032,46	598,04
229,938	25,964	2061,08	597,93
230,439	25,962	2089,71	597,82
230,940	25,960	2118,33	597,70
231,441	25,958	2146,96	597,59
231,942	25,956	2175,59	597,48
232,443	25,954	2204,21	597,36
232,944	25,952	2232,84	597,25
233,445	25,950	2261,46	597,14
233,946	25,948	2290,09	597,02
234,447	25,946	2318,72	596,91
234,948	25,944	2347,34	596,80
235,449	25,942	2375,97	596,69
235,950	25,940	2404,60	596,57
236,451	25,938	2433,22	596,46
236,951	25,936	2461,85	596,35
237,452	25,934	2490,47	596,23
237,953	25,932	2519,10	596,12
238,454	25,930	2547,73	596,01
238,955	25,928	2576,35	595,89
239,456	25,926	2604,98	595,78
239,957	25,924	2633,60	595,67
240,458	25,922	2662,23	595,55
240,959	25,920	2690,86	595,44
241,460	25,918	2719,48	595,33
241,961	25,916	2748,11	595,21
242,462	25,914	2776,73	595,10
242,963	25,912	2805,36	594,99
243,464	25,910	2833,99	594,88

Colector desdoblado			
X (m)	Z (m)	xmod (mm)	zmod (mm)
243,965	25,908	2862,61	594,76
244,466	25,906	2891,24	594,65
244,967	25,904	2919,87	594,54
245,468	25,902	2948,49	594,42
245,969	25,900	2977,12	594,31
246,470	25,898	3005,74	594,20
246,971	25,896	3034,37	594,08
247,472	25,894	3063,00	593,97
247,973	25,893	3091,62	593,86
248,474	25,891	3120,25	593,74
248,974	25,889	3148,87	593,63
249,475	25,887	3177,50	593,52
249,976	25,885	3206,13	593,41
250,477	25,883	3234,75	593,29
250,978	25,881	3263,38	593,18
251,479	25,879	3292,01	593,07
251,980	25,877	3320,63	592,95
252,481	25,875	3349,26	592,84
252,982	25,873	3377,88	592,73
253,483	25,871	3406,51	592,61
253,984	25,869	3435,14	592,50
254,485	25,867	3463,76	592,39
254,986	25,865	3492,39	592,27
255,487	25,863	3521,01	592,16
255,988	25,861	3549,64	592,05
256,489	25,859	3578,27	591,93
256,990	25,857	3606,89	591,82
257,491	25,855	3635,52	591,71
257,992	25,853	3664,14	591,60
258,493	25,851	3692,77	591,48
258,994	25,849	3721,40	591,37
259,495	25,847	3750,02	591,26
259,996	25,845	3778,65	591,14
260,496	25,843	3807,28	591,03
260,997	25,841	3835,90	590,92
261,498	25,839	3864,53	590,80
261,999	25,837	3893,15	590,69
262,500	25,835	3921,78	590,58
263,001	25,833	3950,41	590,46
263,502	25,831	3979,03	590,35
264,003	25,829	4007,66	590,24
264,504	25,827	4036,28	590,13
265,005	25,825	4064,91	590,01
265,506	25,823	4093,54	589,90
266,007	25,821	4122,16	589,79
266,508	25,819	4150,79	589,67
267,009	25,817	4179,42	589,56
267,510	25,815	4208,04	589,45
268,011	25,813	4236,67	589,33
268,512	25,811	4265,29	589,22
269,013	25,809	4293,92	589,11

Colector desdoblado			
X (m)	Z (m)	xmod (mm)	zmod (mm)
269,514	25,807	4322,55	588,99
270,015	25,805	4351,17	588,88
270,516	25,803	4379,80	588,77
271,017	25,801	4408,42	588,65
271,518	25,799	4437,05	588,54
272,019	25,798	4465,68	588,43
272,519	25,796	4494,30	588,32
273,020	25,794	4522,93	588,20
273,521	25,792	4551,56	588,09
274,022	25,790	4580,18	587,98
274,523	25,788	4608,81	587,86
275,024	25,786	4637,43	587,75
275,525	25,784	4666,06	587,64
276,026	25,782	4694,69	587,52
276,527	25,780	4723,31	587,41
277,028	25,778	4751,94	587,30
277,529	25,776	4780,56	587,18
278,030	25,774	4809,19	587,07
278,531	25,772	4837,82	586,96
279,032	25,770	4866,44	586,85
279,533	25,768	4895,07	586,73
280,034	25,766	4923,69	586,62
280,535	25,764	4952,32	586,51
281,036	25,762	4980,95	586,39
281,537	25,760	5009,57	586,28
282,038	25,758	5038,20	586,17
282,539	25,756	5066,83	586,05
283,040	25,754	5095,45	585,94
283,541	25,752	5124,08	585,83
284,041	25,750	5152,70	585,71
284,041	25,750	5152,70	585,71
284,693	25,722	5189,92	584,14
285,344	25,666	5227,14	580,90
285,995	25,578	5264,36	575,91
286,647	25,458	5301,58	569,04
287,298	25,303	5338,80	560,18
287,949	25,111	5376,02	549,19
288,601	24,880	5413,24	535,97
289,252	24,608	5450,46	520,48
289,903	24,297	5487,68	502,68
290,555	23,946	5524,89	482,64
291,206	23,558	5562,11	460,43
291,857	23,134	5599,33	436,21
292,509	22,678	5636,55	410,17
293,160	22,195	5673,77	382,55
293,811	21,689	5710,99	353,63
294,463	21,165	5748,21	323,72
295,114	20,630	5785,43	293,16
295,765	20,090	5822,65	262,30
296,417	19,552	5859,87	231,53
297,068	19,021	5897,08	201,23

Colector desdoblado			
X (m)	Z (m)	xmod (mm)	zmod (mm)
297,719	18,506	5934,30	171,77
298,371	18,012	5971,52	143,53
299,022	17,545	6008,74	116,88
299,673	17,113	6045,96	92,17
300,325	16,720	6083,18	69,71
300,976	16,371	6120,40	49,80
301,627	16,072	6157,62	32,68
302,279	15,825	6194,84	18,57
302,930	15,634	6232,06	7,64
303,581	15,500	6269,28	0,00

# Anejo 2

---



COLECTOR DIAGONAL											
xmod (mm)	ymod (mm)	zmod (mm)	Froude	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Rh (mm)	Enesp (mm)	Energia (mm)	Sf	Z+y (mm)	So
0,0	116,5	610,2	1,96	2,026	0,070	62,7	325,7	935,9	0,021	726,7	0,009792
11,4	116,6	610,0	1,96	2,025	0,070	62,7	325,6	935,6	0,021	726,6	0,009792
22,9	116,6	609,9	1,96	2,024	0,070	62,7	325,5	935,4	0,021	726,5	0,009791
34,3	116,7	609,8	1,96	2,023	0,070	62,7	325,3	935,2	0,020	726,5	0,009792
45,7	116,7	609,7	1,96	2,023	0,070	62,8	325,2	934,9	0,020	726,4	0,009792
57,2	116,7	609,6	1,96	2,022	0,070	62,8	325,1	934,7	0,020	726,3	0,009791
68,6	116,8	609,5	1,96	2,021	0,070	62,8	325,0	934,5	0,020	726,3	0,009792
80,0	116,8	609,4	1,96	2,020	0,070	62,8	324,8	934,2	0,020	726,2	0,009791
91,5	116,9	609,3	1,96	2,019	0,070	62,8	324,7	934,0	0,020	726,1	0,009792
102,9	116,9	609,1	1,95	2,019	0,070	62,8	324,6	933,8	0,020	726,1	0,009792
114,3	117,0	609,0	1,95	2,018	0,070	62,9	324,5	933,5	0,020	726,0	0,009791
125,8	117,0	608,9	1,95	2,017	0,070	62,9	324,4	933,3	0,020	725,9	0,009792
137,2	117,0	608,8	1,95	2,016	0,070	62,9	324,2	933,1	0,020	725,9	0,009792
148,6	117,1	608,7	1,95	2,015	0,070	62,9	324,1	932,8	0,020	725,8	0,009791
160,1	117,1	608,6	1,95	2,015	0,070	62,9	324,0	932,6	0,020	725,7	0,009792
171,5	117,2	608,5	1,95	2,014	0,070	62,9	323,9	932,4	0,020	725,6	0,009791
182,9	117,2	608,4	1,95	2,013	0,070	62,9	323,8	932,1	0,020	725,6	0,009792
194,4	117,3	608,3	1,95	2,012	0,070	63,0	323,6	931,9	0,020	725,5	0,009792
205,8	117,3	608,1	1,94	2,012	0,070	63,0	323,5	931,7	0,020	725,4	0,009791
217,2	117,3	608,0	1,94	2,011	0,070	63,0	323,4	931,4	0,020	725,4	0,009792
228,7	117,4	607,9	1,94	2,010	0,070	63,0	323,3	931,2	0,020	725,3	0,009792
240,1	117,4	607,8	1,94	2,009	0,070	63,0	323,2	931,0	0,020	725,2	0,009791
251,5	117,5	607,7	1,94	2,008	0,070	63,0	323,1	930,8	0,020	725,2	0,009792
263,0	117,5	607,6	1,94	2,008	0,070	63,0	322,9	930,5	0,020	725,1	0,009791
274,4	117,6	607,5	1,94	2,007	0,070	63,1	322,8	930,3	0,020	725,0	0,009792
285,8	117,6	607,4	1,94	2,006	0,070	63,1	322,7	930,1	0,020	725,0	0,009792
297,2	117,6	607,2	1,93	2,005	0,070	63,1	322,6	929,8	0,020	724,9	0,009791
308,7	117,7	607,1	1,93	2,004	0,070	63,1	322,5	929,6	0,020	724,8	0,009792
320,1	117,7	607,0	1,93	2,004	0,070	63,1	322,4	929,4	0,020	724,7	0,009792
331,5	117,8	606,9	1,93	2,003	0,070	63,1	322,2	929,2	0,020	724,7	0,009796
343,0	117,8	606,8	1,93	2,002	0,070	63,1	322,1	928,9	0,020	724,6	0,009792
354,4	117,9	606,7	1,93	2,001	0,070	63,2	322,0	928,7	0,020	724,5	0,009791
365,8	117,9	606,6	1,93	2,001	0,070	63,2	321,9	928,5	0,020	724,5	0,009792
377,3	117,9	606,5	1,93	2,000	0,070	63,2	321,8	928,2	0,020	724,4	0,009792
388,7	118,0	606,4	1,93	1,999	0,070	63,2	321,7	928,0	0,020	724,3	0,009791
400,1	118,0	606,2	1,92	1,998	0,070	63,2	321,6	927,8	0,020	724,3	0,009792
411,6	118,1	606,1	1,92	1,998	0,070	63,2	321,4	927,6	0,020	724,2	0,009792
423,0	118,1	606,0	1,92	1,997	0,070	63,3	321,3	927,3	0,020	724,1	0,009791
434,4	118,2	605,9	1,92	1,996	0,070	63,3	321,2	927,1	0,020	724,1	0,008697
445,9	118,2	605,8	1,92	1,995	0,070	63,3	321,0	926,9	0,020	724,0	0,006748
457,3	118,3	605,8	1,92	1,994	0,070	63,3	320,9	926,7	0,020	724,0	0,006743
468,7	118,3	605,7	1,92	1,993	0,070	63,3	320,8	926,4	0,020	724,0	0,006748
480,2	118,4	605,6	1,92	1,992	0,070	63,3	320,6	926,2	0,020	724,0	0,006748
491,6	118,4	605,5	1,91	1,991	0,070	63,4	320,5	926,0	0,020	724,0	0,006743
503,0	118,5	605,5	1,91	1,990	0,070	63,4	320,3	925,8	0,020	723,9	0,006748
514,5	118,5	605,4	1,91	1,989	0,070	63,4	320,2	925,5	0,020	723,9	0,006748
525,9	118,6	605,3	1,91	1,988	0,070	63,4	320,0	925,3	0,020	723,9	0,006743
537,3	118,6	605,2	1,91	1,987	0,070	63,4	319,9	925,1	0,019	723,9	0,006748
548,8	118,7	605,1	1,91	1,986	0,070	63,5	319,7	924,9	0,019	723,8	0,006748
560,2	118,8	605,1	1,91	1,985	0,070	63,5	319,6	924,7	0,019	723,8	0,006743
571,6	118,8	605,0	1,90	1,984	0,070	63,5	319,4	924,4	0,019	723,8	0,006748

COLECTOR DIAGONAL											
xmod (mm)	ymod (mm)	zmod (mm)	Froude	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Rh (mm)	Enesp (mm)	Energia (mm)	Sf	Z+y (mm)	So
583,1	118,9	604,9	1,90	1,983	0,070	63,5	319,3	924,2	0,019	723,8	0,006748
594,5	118,9	604,8	1,90	1,982	0,070	63,5	319,2	924,0	0,019	723,8	0,006748
605,9	119,0	604,8	1,90	1,981	0,070	63,6	319,0	923,8	0,019	723,7	0,006743
617,4	119,0	604,7	1,90	1,980	0,070	63,6	318,9	923,5	0,019	723,7	0,006748
628,8	119,1	604,6	1,90	1,979	0,070	63,6	318,7	923,3	0,019	723,7	0,006748
640,2	119,1	604,5	1,90	1,978	0,070	63,6	318,6	923,1	0,019	723,7	0,006743
651,7	119,2	604,4	1,89	1,977	0,070	63,6	318,4	922,9	0,019	723,6	0,006748
663,1	119,3	604,4	1,89	1,976	0,070	63,7	318,3	922,7	0,019	723,6	0,006748
674,5	119,3	604,3	1,89	1,975	0,070	63,7	318,2	922,4	0,019	723,6	0,006743
686,0	119,4	604,2	1,89	1,974	0,070	63,7	318,0	922,2	0,019	723,6	0,006748
697,4	119,4	604,1	1,89	1,973	0,070	63,7	317,9	922,0	0,019	723,6	0,006748
708,8	119,5	604,1	1,89	1,972	0,070	63,7	317,7	921,8	0,019	723,5	0,006743
720,3	119,5	604,0	1,89	1,971	0,070	63,7	317,6	921,6	0,019	723,5	0,006748
731,7	119,6	603,9	1,88	1,970	0,070	63,8	317,4	921,4	0,019	723,5	0,006748
743,1	119,6	603,8	1,88	1,969	0,070	63,8	317,3	921,1	0,019	723,5	0,006743
754,6	119,7	603,8	1,88	1,968	0,070	63,8	317,2	920,9	0,019	723,4	0,006748
766,0	119,7	603,7	1,88	1,967	0,070	63,8	317,0	920,7	0,019	723,4	0,006748
777,4	119,8	603,6	1,88	1,966	0,070	63,8	316,9	920,5	0,019	723,4	0,006748
788,9	119,9	603,5	1,88	1,965	0,070	63,9	316,7	920,3	0,019	723,4	0,006743
800,3	119,9	603,4	1,88	1,964	0,070	63,9	316,6	920,1	0,019	723,4	0,006748
811,7	120,0	603,4	1,87	1,964	0,070	63,9	316,5	919,8	0,019	723,3	0,006748
823,2	120,0	603,3	1,87	1,963	0,070	63,9	316,3	919,6	0,019	723,3	0,006743
834,6	120,1	603,2	1,87	1,962	0,070	63,9	316,2	919,4	0,019	723,3	0,006748
846,0	120,1	603,1	1,87	1,961	0,070	64,0	316,1	919,2	0,019	723,3	0,006748
857,4	120,2	603,1	1,87	1,960	0,070	64,0	315,9	919,0	0,019	723,3	0,006743
868,9	120,2	603,0	1,87	1,959	0,070	64,0	315,8	918,8	0,019	723,2	0,006748
880,3	120,3	602,9	1,87	1,958	0,070	64,0	315,6	918,6	0,019	723,2	0,006748
891,7	120,4	602,8	1,87	1,957	0,070	64,0	315,5	918,3	0,019	723,2	0,006743
903,2	120,4	602,8	1,86	1,956	0,070	64,0	315,4	918,1	0,019	723,2	0,006748
914,6	120,5	602,7	1,86	1,955	0,070	64,1	315,2	917,9	0,019	723,1	0,006748
926,0	120,5	602,6	1,86	1,954	0,070	64,1	315,1	917,7	0,019	723,1	0,006743
937,5	120,6	602,5	1,86	1,953	0,070	64,1	315,0	917,5	0,019	723,1	0,006748
948,9	120,6	602,4	1,86	1,952	0,070	64,1	314,8	917,3	0,019	723,1	0,006748
960,3	120,7	602,4	1,86	1,951	0,070	64,1	314,7	917,1	0,019	723,1	0,006748
971,8	120,7	602,3	1,86	1,950	0,070	64,2	314,6	916,9	0,018	723,0	0,006743
983,2	120,8	602,2	1,85	1,949	0,070	64,2	314,4	916,6	0,018	723,0	0,006748
994,6	120,8	602,1	1,85	1,948	0,070	64,2	314,3	916,4	0,018	723,0	0,006748
1006,1	120,9	602,1	1,85	1,947	0,070	64,2	314,2	916,2	0,018	723,0	0,006743
1017,5	121,0	602,0	1,85	1,946	0,070	64,2	314,0	916,0	0,018	722,9	0,006748
1028,9	121,0	601,9	1,85	1,945	0,070	64,3	313,9	915,8	0,018	722,9	0,006748
1040,4	121,1	601,8	1,85	1,944	0,070	64,3	313,8	915,6	0,018	722,9	0,006743
1051,8	121,1	601,8	1,85	1,943	0,070	64,3	313,6	915,4	0,018	722,9	0,006748
1063,2	121,2	601,7	1,84	1,943	0,070	64,3	313,5	915,2	0,018	722,8	0,006748
1074,7	121,2	601,6	1,84	1,942	0,070	64,3	313,4	915,0	0,018	722,8	0,006743
1086,1	121,3	601,5	1,84	1,941	0,070	64,3	313,2	914,8	0,018	722,8	0,006748
1097,5	121,3	601,4	1,84	1,940	0,070	64,4	313,1	914,5	0,018	722,8	0,006748
1109,0	121,4	601,4	1,84	1,939	0,070	64,4	313,0	914,3	0,018	722,8	0,006743
1120,4	121,5	601,3	1,84	1,938	0,070	64,4	312,8	914,1	0,018	722,7	0,006748
1131,8	121,5	601,2	1,84	1,937	0,070	64,4	312,7	913,9	0,018	722,7	0,006748
1143,3	121,6	601,1	1,84	1,936	0,070	64,4	312,6	913,7	0,018	722,7	0,006748
1154,7	121,6	601,1	1,83	1,935	0,070	64,5	312,5	913,5	0,018	722,7	0,006743

COLECTOR DIAGONAL											
xmod (mm)	ymod (mm)	zmod (mm)	Froude	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Rh (mm)	Enesp (mm)	Energia (mm)	Sf	Z+y (mm)	So
1166,1	121,7	601,0	1,83	1,934	0,070	64,5	312,3	913,3	0,018	722,6	0,006748
1177,6	121,7	600,9	1,83	1,933	0,070	64,5	312,2	913,1	0,018	722,6	0,006748
1189,0	121,8	600,8	1,83	1,932	0,070	64,5	312,1	912,9	0,018	722,6	0,006743
1200,4	121,8	600,7	1,83	1,931	0,070	64,5	311,9	912,7	0,018	722,6	0,006748
1211,9	121,9	600,7	1,83	1,930	0,070	64,6	311,8	912,5	0,018	722,6	0,006748
1223,3	121,9	600,6	1,83	1,929	0,070	64,6	311,7	912,3	0,018	722,5	0,006743
1234,7	122,0	600,5	1,82	1,928	0,070	64,6	311,6	912,1	0,018	722,5	0,006748
1246,2	122,1	600,4	1,82	1,928	0,070	64,6	311,4	911,9	0,018	722,5	0,006748
1257,6	122,1	600,4	1,82	1,927	0,070	64,6	311,3	911,7	0,018	722,5	0,006743
1269,0	122,2	600,3	1,82	1,926	0,070	64,6	311,2	911,5	0,018	722,4	0,006748
1280,5	122,2	600,2	1,82	1,925	0,070	64,7	311,0	911,3	0,018	722,4	0,006748
1291,9	122,3	600,1	1,82	1,924	0,070	64,7	310,9	911,1	0,018	722,4	0,006743
1303,3	122,3	600,1	1,82	1,923	0,070	64,7	310,8	910,8	0,018	722,4	0,006748
1314,8	122,4	600,0	1,82	1,922	0,070	64,7	310,7	910,6	0,018	722,4	0,006748
1326,2	122,4	599,9	1,81	1,921	0,070	64,7	310,5	910,4	0,018	722,3	0,006748
1337,6	122,5	599,8	1,81	1,920	0,070	64,8	310,4	910,2	0,018	722,3	0,006743
1349,1	122,5	599,7	1,81	1,919	0,070	64,8	310,3	910,0	0,018	722,3	0,006748
1360,5	122,6	599,7	1,81	1,918	0,070	64,8	310,2	909,8	0,018	722,3	0,006748
1371,9	122,7	599,6	1,81	1,917	0,070	64,8	310,0	909,6	0,018	722,2	0,006743
1383,4	122,7	599,5	1,81	1,917	0,070	64,8	309,9	909,4	0,018	722,2	0,006748
1394,8	122,8	599,4	1,81	1,916	0,070	64,8	309,8	909,2	0,018	722,2	0,006748
1406,2	122,8	599,4	1,81	1,915	0,070	64,9	309,7	909,0	0,018	722,2	0,006743
1417,6	122,9	599,3	1,80	1,914	0,070	64,9	309,5	908,8	0,018	722,2	0,006748
1429,1	122,9	599,2	1,80	1,913	0,070	64,9	309,4	908,6	0,018	722,1	0,006748
1440,5	123,0	599,1	1,80	1,912	0,070	64,9	309,3	908,4	0,017	722,1	0,006743
1451,9	123,0	599,1	1,80	1,911	0,070	64,9	309,2	908,2	0,017	722,1	0,006748
1463,4	123,1	599,0	1,80	1,910	0,070	65,0	309,1	908,0	0,017	722,1	0,006748
1474,8	123,1	598,9	1,80	1,909	0,070	65,0	308,9	907,8	0,017	722,0	0,006743
1486,2	123,2	598,8	1,80	1,908	0,070	65,0	308,8	907,6	0,017	722,0	0,006748
1497,7	123,3	598,7	1,80	1,907	0,070	65,0	308,7	907,4	0,017	722,0	0,006748
1509,1	123,3	598,7	1,79	1,907	0,070	65,0	308,6	907,2	0,017	722,0	0,006748
1520,5	123,4	598,6	1,79	1,906	0,070	65,0	308,4	907,0	0,017	722,0	0,006743
1532,0	123,4	598,5	1,79	1,905	0,070	65,1	308,3	906,8	0,017	721,9	0,006748
1543,4	123,5	598,4	1,79	1,904	0,070	65,1	308,2	906,6	0,017	721,9	0,006748
1554,8	123,5	598,4	1,79	1,903	0,070	65,1	308,1	906,4	0,017	721,9	0,006743
1566,3	123,6	598,3	1,79	1,902	0,070	65,1	308,0	906,2	0,017	721,9	0,006748
1577,7	123,6	598,2	1,79	1,901	0,070	65,1	307,8	906,1	0,017	721,8	0,006748
1589,1	123,7	598,1	1,78	1,900	0,070	65,2	307,7	905,9	0,017	721,8	0,006743
1600,6	123,7	598,0	1,78	1,899	0,070	65,2	307,6	905,7	0,017	721,8	0,006748
1612,0	123,8	598,0	1,78	1,898	0,070	65,2	307,5	905,5	0,017	721,8	0,006748
1623,4	123,9	597,9	1,78	1,898	0,070	65,2	307,4	905,3	0,017	721,8	0,006743
1634,9	123,9	597,8	1,78	1,897	0,070	65,2	307,3	905,1	0,017	721,7	0,006748
1646,3	124,0	597,7	1,78	1,896	0,070	65,2	307,1	904,9	0,017	721,7	0,006748
1657,7	124,0	597,7	1,78	1,895	0,070	65,3	307,0	904,7	0,017	721,7	0,006743
1669,2	124,1	597,6	1,78	1,894	0,070	65,3	306,9	904,5	0,017	721,7	0,006748
1680,6	124,1	597,5	1,77	1,893	0,070	65,3	306,8	904,3	0,017	721,6	0,006748
1692,0	124,2	597,4	1,77	1,892	0,070	65,3	306,7	904,1	0,017	721,6	0,006748
1703,5	124,2	597,4	1,77	1,891	0,070	65,3	306,5	903,9	0,017	721,6	0,006743
1714,9	124,3	597,3	1,77	1,890	0,070	65,4	306,4	903,7	0,017	721,6	0,006748
1726,3	124,3	597,2	1,77	1,889	0,070	65,4	306,3	903,5	0,017	721,5	0,006748
1737,8	124,4	597,1	1,77	1,889	0,070	65,4	306,2	903,3	0,017	721,5	0,006743

COLECTOR DIAGONAL											
xmod (mm)	ymod (mm)	zmod (mm)	Froude	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Rh (mm)	Enesp (mm)	Energia (mm)	Sf	Z+y (mm)	So
1749,2	124,5	597,0	1,77	1,888	0,070	65,4	306,1	903,1	0,017	721,5	0,006748
1760,6	124,5	597,0	1,77	1,887	0,070	65,4	306,0	902,9	0,017	721,5	0,006748
1772,1	124,6	596,9	1,76	1,886	0,070	65,4	305,9	902,7	0,017	721,5	0,006743
1783,5	124,6	596,8	1,76	1,885	0,070	65,5	305,7	902,6	0,017	721,4	0,006748
1794,9	124,7	596,7	1,76	1,884	0,070	65,5	305,6	902,4	0,017	721,4	0,006748
1806,4	124,7	596,7	1,76	1,883	0,070	65,5	305,5	902,2	0,017	721,4	0,006743
1817,8	124,8	596,6	1,76	1,882	0,070	65,5	305,4	902,0	0,017	721,4	0,006748
1829,2	124,8	596,5	1,76	1,882	0,070	65,5	305,3	901,8	0,017	721,3	0,006748
1840,7	124,9	596,4	1,76	1,881	0,070	65,6	305,2	901,6	0,017	721,3	0,006743
1852,1	124,9	596,4	1,76	1,880	0,070	65,6	305,1	901,4	0,017	721,3	0,006748
1863,5	125,0	596,3	1,76	1,879	0,070	65,6	304,9	901,2	0,017	721,3	0,006748
1875,0	125,1	596,2	1,75	1,878	0,070	65,6	304,8	901,0	0,017	721,2	0,007142
1886,4	125,1	596,1	1,75	1,877	0,070	65,6	304,7	900,8	0,017	721,2	0,007722
1897,8	125,2	596,0	1,75	1,876	0,070	65,6	304,6	900,6	0,017	721,2	0,007727
1909,3	125,2	595,9	1,75	1,876	0,070	65,7	304,5	900,5	0,017	721,1	0,007727
1920,7	125,3	595,8	1,75	1,875	0,070	65,7	304,4	900,3	0,017	721,1	0,007722
1932,1	125,3	595,8	1,75	1,874	0,070	65,7	304,3	900,1	0,017	721,1	0,007727
1943,6	125,3	595,7	1,75	1,873	0,070	65,7	304,2	899,9	0,017	721,0	0,007722
1955,0	125,4	595,6	1,75	1,873	0,070	65,7	304,1	899,7	0,016	721,0	0,007727
1966,4	125,4	595,5	1,75	1,872	0,070	65,7	304,0	899,5	0,016	720,9	0,007727
1977,8	125,5	595,4	1,74	1,871	0,070	65,8	303,9	899,3	0,016	720,9	0,007722
1989,3	125,5	595,3	1,74	1,870	0,070	65,8	303,8	899,1	0,016	720,9	0,007727
2000,7	125,6	595,2	1,74	1,869	0,070	65,8	303,7	898,9	0,016	720,8	0,007727
2012,1	125,6	595,1	1,74	1,869	0,070	65,8	303,6	898,8	0,016	720,8	0,007722
2023,6	125,7	595,0	1,74	1,868	0,070	65,8	303,5	898,6	0,016	720,7	0,007727
2035,0	125,7	595,0	1,74	1,867	0,070	65,8	303,4	898,4	0,016	720,7	0,007722
2046,4	125,8	594,9	1,74	1,866	0,070	65,8	303,3	898,2	0,016	720,7	0,007727
2057,9	125,8	594,8	1,74	1,866	0,070	65,9	303,2	898,0	0,016	720,6	0,007727
2069,3	125,9	594,7	1,73	1,865	0,070	65,9	303,1	897,8	0,016	720,6	0,007722
2080,7	125,9	594,6	1,73	1,864	0,070	65,9	303,0	897,6	0,016	720,5	0,007727
2092,2	126,0	594,5	1,73	1,863	0,070	65,9	302,9	897,4	0,016	720,5	0,007722
2103,6	126,0	594,4	1,73	1,862	0,070	65,9	302,8	897,3	0,016	720,5	0,007727
2115,0	126,1	594,3	1,73	1,862	0,070	65,9	302,7	897,1	0,016	720,4	0,007727
2126,5	126,1	594,2	1,73	1,861	0,070	65,9	302,6	896,9	0,016	720,4	0,007722
2137,9	126,2	594,2	1,73	1,860	0,070	66,0	302,5	896,7	0,016	720,3	0,007727
2149,3	126,2	594,1	1,73	1,859	0,070	66,0	302,4	896,5	0,016	720,3	0,007727
2160,8	126,3	594,0	1,72	1,859	0,070	66,0	302,4	896,3	0,016	720,3	0,007722
2172,2	126,3	593,9	1,72	1,858	0,070	66,0	302,3	896,2	0,016	720,2	0,007727
2183,6	126,4	593,8	1,72	1,857	0,070	66,0	302,2	896,0	0,016	720,2	0,007722
2195,1	126,4	593,7	1,72	1,856	0,070	66,0	302,1	895,8	0,016	720,1	0,007727
2206,5	126,5	593,6	1,72	1,856	0,070	66,0	302,0	895,6	0,016	720,1	0,007727
2217,9	126,5	593,5	1,72	1,855	0,070	66,0	301,9	895,4	0,016	720,1	0,007722
2229,4	126,6	593,5	1,72	1,854	0,070	66,1	301,8	895,2	0,016	720,0	0,007727
2240,8	126,6	593,4	1,72	1,853	0,070	66,1	301,7	895,0	0,016	720,0	0,007722
2252,2	126,7	593,3	1,71	1,853	0,070	66,1	301,6	894,9	0,016	719,9	0,007727
2263,7	126,7	593,2	1,71	1,852	0,070	66,1	301,5	894,7	0,016	719,9	0,007727
2275,1	126,8	593,1	1,71	1,851	0,070	66,1	301,4	894,5	0,016	719,9	0,007722
2286,5	126,8	593,0	1,71	1,850	0,070	66,1	301,3	894,3	0,016	719,8	0,007727
2298,0	126,9	592,9	1,71	1,849	0,070	66,1	301,2	894,1	0,016	719,8	0,007727
2309,4	126,9	592,8	1,71	1,849	0,070	66,2	301,1	893,9	0,016	719,8	0,007722
2320,8	127,0	592,7	1,71	1,848	0,070	66,2	301,0	893,8	0,016	719,7	0,007727

COLECTOR DIAGONAL											
xmod (mm)	ymod (mm)	zmod (mm)	Froude	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Rh (mm)	Enesp (mm)	Energia (mm)	Sf	Z+y (mm)	So
2332,3	127,0	592,7	1,71	1,847	0,070	66,2	300,9	893,6	0,016	719,7	0,007722
2343,7	127,1	592,6	1,70	1,846	0,070	66,2	300,8	893,4	0,016	719,6	0,007727
2355,1	127,1	592,5	1,70	1,846	0,070	66,2	300,7	893,2	0,016	719,6	0,007727
2366,6	127,2	592,4	1,70	1,845	0,070	66,2	300,6	893,0	0,016	719,6	0,007722
2378,0	127,2	592,3	1,70	1,844	0,070	66,2	300,6	892,9	0,016	719,5	0,007727
2389,4	127,3	592,2	1,70	1,843	0,070	66,2	300,5	892,7	0,016	719,5	0,007722
2400,9	127,3	592,1	1,70	1,843	0,070	66,3	300,4	892,5	0,016	719,4	0,007727
2412,3	127,4	592,0	1,70	1,842	0,070	66,3	300,3	892,3	0,016	719,4	0,007727
2423,7	127,4	592,0	1,70	1,841	0,070	66,3	300,2	892,1	0,016	719,4	0,007722
2435,2	127,5	591,9	1,69	1,840	0,070	66,3	300,1	892,0	0,016	719,3	0,007727
2446,6	127,5	591,8	1,69	1,840	0,070	66,3	300,0	891,8	0,016	719,3	0,007727
2458,0	127,6	591,7	1,69	1,839	0,070	66,3	299,9	891,6	0,016	719,2	0,007722
2469,5	127,6	591,6	1,69	1,838	0,070	66,3	299,8	891,4	0,016	719,2	0,007727
2480,9	127,7	591,5	1,69	1,837	0,070	66,3	299,7	891,2	0,016	719,2	0,007722
2492,3	127,7	591,4	1,69	1,837	0,070	66,4	299,6	891,1	0,016	719,1	0,007727
2503,8	127,7	591,3	1,69	1,836	0,070	66,4	299,5	890,9	0,016	719,1	0,007727
2515,2	127,8	591,2	1,69	1,835	0,070	66,4	299,5	890,7	0,016	719,0	0,007722
2526,6	127,8	591,2	1,68	1,834	0,070	66,4	299,4	890,5	0,016	719,0	0,007727
2538,0	127,9	591,1	1,68	1,834	0,070	66,4	299,3	890,3	0,016	719,0	0,007722
2549,5	127,9	591,0	1,68	1,833	0,070	66,4	299,2	890,2	0,016	718,9	0,007727
2560,9	128,0	590,9	1,68	1,832	0,070	66,4	299,1	890,0	0,016	718,9	0,007727
2572,3	128,0	590,8	1,68	1,831	0,070	66,4	299,0	889,8	0,016	718,8	0,007722
2583,8	128,1	590,7	1,68	1,831	0,070	66,5	298,9	889,6	0,016	718,8	0,007727
2595,2	128,1	590,6	1,68	1,830	0,070	66,5	298,8	889,5	0,016	718,8	0,007727
2606,6	128,2	590,5	1,68	1,829	0,070	66,5	298,7	889,3	0,016	718,7	0,007722
2618,1	128,2	590,5	1,67	1,828	0,070	66,5	298,6	889,1	0,015	718,7	0,007727
2629,5	128,3	590,4	1,67	1,828	0,070	66,5	298,6	888,9	0,015	718,7	0,007722
2640,9	128,3	590,3	1,67	1,827	0,070	66,5	298,5	888,7	0,015	718,6	0,007727
2652,4	128,4	590,2	1,67	1,826	0,070	66,5	298,4	888,6	0,015	718,6	0,007727
2663,8	128,4	590,1	1,67	1,826	0,070	66,5	298,3	888,4	0,015	718,5	0,007722
2675,2	128,5	590,0	1,67	1,825	0,070	66,6	298,2	888,2	0,015	718,5	0,007727
2686,7	128,5	589,9	1,67	1,824	0,070	66,6	298,1	888,0	0,015	718,5	0,007722
2698,1	128,6	589,8	1,67	1,823	0,070	66,6	298,0	887,9	0,015	718,4	0,007727
2709,5	128,6	589,7	1,66	1,823	0,070	66,6	297,9	887,7	0,015	718,4	0,007727
2721,0	128,7	589,7	1,66	1,822	0,070	66,6	297,9	887,5	0,015	718,3	0,007722
2732,4	128,7	589,6	1,66	1,821	0,070	66,6	297,8	887,3	0,015	718,3	0,007727
2743,8	128,8	589,5	1,66	1,820	0,070	66,6	297,7	887,2	0,015	718,3	0,007727
2755,3	128,8	589,4	1,66	1,820	0,070	66,6	297,6	887,0	0,015	718,2	0,007722
2766,7	128,9	589,3	1,66	1,819	0,070	66,7	297,5	886,8	0,015	718,2	0,007727
2778,1	128,9	589,2	1,66	1,818	0,070	66,7	297,4	886,6	0,015	718,1	0,007722
2789,6	129,0	589,1	1,66	1,817	0,070	66,7	297,3	886,5	0,015	718,1	0,007727
2801,0	129,0	589,0	1,66	1,817	0,070	66,7	297,3	886,3	0,015	718,1	0,007727
2812,4	129,1	589,0	1,65	1,816	0,070	66,7	297,2	886,1	0,015	718,0	0,007722
2823,9	129,1	588,9	1,65	1,815	0,070	66,7	297,1	885,9	0,015	718,0	0,007727
2835,3	129,2	588,8	1,65	1,815	0,070	66,7	297,0	885,8	0,015	717,9	0,007722
2846,7	129,2	588,7	1,65	1,814	0,070	66,7	296,9	885,6	0,015	717,9	0,007727
2858,2	129,3	588,6	1,65	1,813	0,070	66,8	296,8	885,4	0,015	717,9	0,007727
2869,6	129,3	588,5	1,65	1,812	0,070	66,8	296,7	885,2	0,015	717,8	0,007722
2881,0	129,4	588,4	1,65	1,812	0,070	66,8	296,7	885,1	0,015	717,8	0,007727
2892,5	129,4	588,3	1,65	1,811	0,070	66,8	296,6	884,9	0,015	717,8	0,007727
2903,9	129,5	588,2	1,64	1,810	0,070	66,8	296,5	884,7	0,015	717,7	0,007722

COLECTOR DIAGONAL											
xmod (mm)	ymod (mm)	zmod (mm)	Froude	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Rh (mm)	Enesp (mm)	Energia (mm)	Sf	Z+y (mm)	So
2915,3	129,5	588,2	1,64	1,809	0,070	66,8	296,4	884,6	0,015	717,7	0,007727
2926,8	129,6	588,1	1,64	1,809	0,070	66,8	296,3	884,4	0,015	717,6	0,007722
2938,2	129,6	588,0	1,64	1,808	0,070	66,8	296,2	884,2	0,015	717,6	0,007727
2949,6	129,7	587,9	1,64	1,807	0,070	66,9	296,2	884,0	0,015	717,6	0,007727
2961,1	129,7	587,8	1,64	1,807	0,070	66,9	296,1	883,9	0,015	717,5	0,007722
2972,5	129,8	587,7	1,64	1,806	0,070	66,9	296,0	883,7	0,015	717,5	0,007727
2983,9	129,8	587,6	1,64	1,805	0,070	66,9	295,9	883,5	0,015	717,4	0,007722
2995,4	129,9	587,5	1,64	1,804	0,070	66,9	295,8	883,4	0,015	717,4	0,007727
3006,8	129,9	587,4	1,63	1,804	0,070	66,9	295,7	883,2	0,015	717,4	0,007727
3018,2	130,0	587,4	1,63	1,803	0,070	66,9	295,7	883,0	0,015	717,3	0,007722
3029,7	130,0	587,3	1,63	1,802	0,070	66,9	295,6	882,8	0,015	717,3	0,007727
3041,1	130,1	587,2	1,63	1,802	0,070	67,0	295,5	882,7	0,015	717,2	0,007727
3052,5	130,1	587,1	1,63	1,801	0,070	67,0	295,4	882,5	0,015	717,2	0,007722
3064,0	130,2	587,0	1,63	1,800	0,070	67,0	295,3	882,3	0,015	717,2	0,007727
3075,4	130,2	586,9	1,63	1,799	0,070	67,0	295,2	882,2	0,015	717,1	0,007722
3086,8	130,3	586,8	1,63	1,799	0,070	67,0	295,2	882,0	0,015	717,1	0,007727
3098,2	130,3	586,7	1,62	1,798	0,070	67,0	295,1	881,8	0,015	717,1	0,007727
3109,7	130,4	586,7	1,62	1,797	0,070	67,0	295,0	881,7	0,015	717,0	0,007722
3121,1	130,4	586,6	1,62	1,797	0,070	67,0	294,9	881,5	0,015	717,0	0,007727
3132,5	130,5	586,5	1,62	1,796	0,070	67,0	294,8	881,3	0,015	716,9	0,007722
3144,0	130,5	586,4	1,62	1,795	0,070	67,1	294,8	881,1	0,015	716,9	0,007727
3155,4	130,6	586,3	1,62	1,794	0,070	67,1	294,7	881,0	0,015	716,9	0,007727
3166,8	130,6	586,2	1,62	1,794	0,070	67,1	294,6	880,8	0,015	716,8	0,007722
3178,3	130,7	586,1	1,62	1,793	0,070	67,1	294,5	880,6	0,015	716,8	0,007727
3189,7	130,7	586,0	1,62	1,792	0,070	67,1	294,4	880,5	0,015	716,7	0,007727
3201,1	130,8	585,9	1,61	1,792	0,070	67,1	294,4	880,3	0,015	716,7	0,007722
3212,6	130,9	585,9	1,61	1,790	0,070	67,1	294,2	880,1	0,015	716,8	0,001699
3224,0	130,9	585,9	1,61	1,789	0,070	67,2	294,1	880,0	0,015	716,9	0,001350
3235,4	131,0	585,9	1,61	1,788	0,070	67,2	293,9	879,8	0,015	716,9	0,001350
3246,9	131,1	585,9	1,61	1,786	0,070	67,2	293,8	879,6	0,015	717,0	0,001355
3258,3	131,2	585,9	1,60	1,785	0,070	67,2	293,6	879,5	0,015	717,1	0,001350
3269,7	131,3	585,9	1,60	1,783	0,070	67,3	293,5	879,3	0,015	717,2	0,001355
3281,2	131,4	585,8	1,60	1,782	0,070	67,3	293,3	879,1	0,014	717,3	0,001350
3292,6	131,5	585,8	1,60	1,781	0,070	67,3	293,2	879,0	0,014	717,3	0,001350
3304,0	131,6	585,8	1,59	1,779	0,070	67,3	293,0	878,8	0,014	717,4	0,001355
3315,5	131,7	585,8	1,59	1,778	0,070	67,3	292,9	878,6	0,014	717,5	0,001350
3326,9	131,8	585,8	1,59	1,777	0,070	67,4	292,7	878,5	0,014	717,6	0,001350
3338,3	131,9	585,8	1,59	1,775	0,070	67,4	292,6	878,3	0,014	717,7	0,001355
3349,8	132,0	585,7	1,59	1,774	0,070	67,4	292,4	878,2	0,014	717,8	0,001350
3361,2	132,1	585,7	1,58	1,773	0,070	67,4	292,3	878,0	0,014	717,8	0,001350
3372,6	132,2	585,7	1,58	1,771	0,070	67,5	292,1	877,8	0,014	717,9	0,001355
3384,1	132,3	585,7	1,58	1,770	0,070	67,5	292,0	877,7	0,014	718,0	0,001350
3395,5	132,4	585,7	1,58	1,769	0,070	67,5	291,8	877,5	0,014	718,1	0,001355
3406,9	132,5	585,7	1,57	1,767	0,070	67,5	291,7	877,3	0,014	718,2	0,001350
3418,4	132,6	585,7	1,57	1,766	0,070	67,6	291,5	877,2	0,014	718,3	0,001350
3429,8	132,7	585,6	1,57	1,764	0,070	67,6	291,4	877,0	0,014	718,3	0,001355
3441,2	132,8	585,6	1,57	1,763	0,070	67,6	291,2	876,9	0,014	718,4	0,001350
3452,7	132,9	585,6	1,56	1,762	0,070	67,6	291,1	876,7	0,014	718,5	0,001350
3464,1	133,0	585,6	1,56	1,760	0,070	67,6	290,9	876,5	0,014	718,6	0,001355
3475,5	133,1	585,6	1,56	1,759	0,070	67,7	290,8	876,4	0,014	718,7	0,001350
3487,0	133,2	585,6	1,56	1,758	0,070	67,7	290,7	876,2	0,014	718,8	0,001355

COLECTOR DIAGONAL											
xmod (mm)	ymod (mm)	zmod (mm)	Froude	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Rh (mm)	Enesp (mm)	Energia (mm)	Sf	Z+y (mm)	So
3498,4	133,3	585,5	1,56	1,756	0,070	67,7	290,5	876,1	0,014	718,8	0,001350
3509,8	133,4	585,5	1,55	1,755	0,070	67,7	290,4	875,9	0,014	718,9	0,001350
3521,3	133,5	585,5	1,55	1,753	0,070	67,8	290,2	875,7	0,014	719,0	0,001355
3532,7	133,6	585,5	1,55	1,752	0,070	67,8	290,1	875,6	0,014	719,1	0,001350
3544,1	133,7	585,5	1,55	1,751	0,070	67,8	289,9	875,4	0,014	719,2	0,001350
3555,6	133,8	585,5	1,54	1,749	0,070	67,8	289,8	875,3	0,014	719,3	0,001355
3567,0	133,9	585,4	1,54	1,748	0,070	67,8	289,7	875,1	0,014	719,4	0,001350
3578,4	134,0	585,4	1,54	1,747	0,070	67,9	289,5	874,9	0,014	719,5	0,001350
3589,9	134,1	585,4	1,54	1,745	0,070	67,9	289,4	874,8	0,014	719,5	0,001355
3601,3	134,2	585,4	1,54	1,744	0,070	67,9	289,2	874,6	0,014	719,6	0,001350
3612,7	134,3	585,4	1,53	1,742	0,070	67,9	289,1	874,5	0,014	719,7	0,001355
3624,2	134,4	585,4	1,53	1,741	0,070	68,0	288,9	874,3	0,014	719,8	0,001350
3635,6	135,7	586,9	1,50	1,724	0,070	68,2	287,3	874,2	0,013	722,6	-0,133518
3647,0	135,7	586,7	1,50	1,725	0,070	68,2	287,3	874,0	0,013	722,4	0,017074
3658,4	135,7	586,5	1,51	1,725	0,070	68,2	287,3	873,9	0,013	722,2	0,017069
3669,9	135,6	586,3	1,51	1,726	0,070	68,2	287,4	873,7	0,013	721,9	0,017074
3681,3	135,6	586,1	1,51	1,726	0,070	68,2	287,4	873,6	0,013	721,7	0,017074
3692,7	135,6	585,9	1,51	1,726	0,070	68,2	287,5	873,4	0,013	721,5	0,017074
3704,2	135,5	585,7	1,51	1,727	0,070	68,2	287,5	873,2	0,013	721,3	0,017074
3715,6	135,5	585,5	1,51	1,727	0,070	68,2	287,6	873,1	0,013	721,0	0,017074
3727,0	135,5	585,3	1,51	1,728	0,070	68,2	287,6	872,9	0,013	720,8	0,017074
3738,5	135,4	585,1	1,51	1,728	0,070	68,2	287,6	872,8	0,013	720,6	0,017069
3749,9	135,4	584,9	1,51	1,729	0,070	68,2	287,7	872,6	0,013	720,3	0,017074
3761,3	135,4	584,8	1,51	1,729	0,070	68,2	287,7	872,5	0,013	720,1	0,017074
3772,8	135,3	584,6	1,51	1,729	0,070	68,1	287,8	872,3	0,013	719,9	0,017074
3784,2	135,3	584,4	1,51	1,730	0,070	68,1	287,8	872,2	0,013	719,7	0,017074
3795,6	135,3	584,2	1,51	1,730	0,070	68,1	287,9	872,0	0,013	719,4	0,017074
3807,1	135,2	584,0	1,51	1,731	0,070	68,1	287,9	871,9	0,013	719,2	0,017074
3818,5	135,2	583,8	1,51	1,731	0,070	68,1	287,9	871,7	0,013	719,0	0,017069
3829,9	135,2	583,6	1,52	1,732	0,070	68,1	288,0	871,6	0,013	718,7	0,017074
3841,4	135,1	583,4	1,52	1,732	0,070	68,1	288,0	871,4	0,013	718,5	0,017074
3852,8	135,1	583,2	1,52	1,732	0,070	68,1	288,1	871,3	0,013	718,3	0,017074
3864,2	135,1	583,1	1,52	1,732	0,070	68,1	288,0	871,1	0,013	718,2	0,010826
3875,7	135,2	583,0	1,51	1,731	0,070	68,1	287,9	870,9	0,013	718,2	0,003684
3887,1	135,3	583,0	1,51	1,730	0,070	68,1	287,8	870,8	0,013	718,3	0,003679
3898,5	135,4	582,9	1,51	1,729	0,070	68,2	287,7	870,6	0,013	718,3	0,003684
3910,0	135,5	582,9	1,51	1,728	0,070	68,2	287,6	870,5	0,013	718,4	0,003679
3921,4	135,6	582,9	1,51	1,726	0,070	68,2	287,5	870,3	0,013	718,4	0,003684
3932,8	135,6	582,8	1,51	1,725	0,070	68,2	287,4	870,2	0,013	718,5	0,003679
3944,3	135,7	582,8	1,50	1,724	0,070	68,2	287,3	870,0	0,013	718,5	0,003684
3955,7	135,8	582,7	1,50	1,723	0,070	68,3	287,1	869,9	0,013	718,5	0,003679
3967,1	135,9	582,7	1,50	1,722	0,070	68,3	287,0	869,7	0,013	718,6	0,003684
3978,6	136,0	582,6	1,50	1,721	0,070	68,3	286,9	869,6	0,013	718,6	0,003679
3990,0	136,1	582,6	1,50	1,720	0,070	68,3	286,8	869,4	0,013	718,7	0,003679
4001,4	136,2	582,6	1,49	1,719	0,070	68,3	286,7	869,3	0,013	718,7	0,003684
4012,9	136,3	582,5	1,49	1,717	0,070	68,3	286,6	869,1	0,013	718,8	0,003679
4024,3	136,3	582,5	1,49	1,716	0,070	68,4	286,5	869,0	0,013	718,8	0,003684
4035,7	136,4	582,4	1,49	1,715	0,070	68,4	286,4	868,8	0,013	718,9	0,003679
4047,2	136,5	582,4	1,49	1,714	0,070	68,4	286,3	868,7	0,013	718,9	0,003684
4058,6	136,6	582,4	1,49	1,713	0,070	68,4	286,2	868,5	0,013	719,0	0,003679
4070,0	136,7	582,3	1,48	1,712	0,070	68,4	286,1	868,4	0,013	719,0	0,003684

COLECTOR DIAGONAL											
xmod (mm)	ymod (mm)	zmod (mm)	Froude	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Rh (mm)	Enesp (mm)	Energia (mm)	Sf	Z+y (mm)	So
4081,5	136,8	582,3	1,48	1,711	0,070	68,5	286,0	868,2	0,013	719,1	0,003679
4092,9	136,9	582,2	1,48	1,710	0,070	68,5	285,8	868,1	0,013	719,1	0,003684
4104,3	137,0	582,2	1,48	1,708	0,070	68,5	285,7	867,9	0,013	719,2	0,003679
4115,8	137,1	582,1	1,48	1,707	0,070	68,5	285,6	867,8	0,013	719,2	0,003679
4127,2	137,2	582,1	1,47	1,706	0,070	68,5	285,5	867,6	0,013	719,3	0,003684
4138,6	137,2	582,1	1,47	1,705	0,070	68,5	285,4	867,5	0,013	719,3	0,003679
4150,1	137,3	582,0	1,47	1,704	0,070	68,6	285,3	867,3	0,013	719,3	0,003684
4161,5	137,4	582,0	1,47	1,703	0,070	68,6	285,2	867,2	0,013	719,4	0,003679
4172,9	137,5	581,9	1,47	1,702	0,070	68,6	285,1	867,0	0,013	719,4	0,003684
4184,3	137,6	581,9	1,46	1,701	0,070	68,6	285,0	866,9	0,013	719,5	0,003679
4195,8	137,7	581,8	1,46	1,699	0,070	68,6	284,9	866,7	0,013	719,5	0,003684
4207,2	137,8	581,8	1,46	1,698	0,070	68,6	284,8	866,6	0,013	719,6	0,003679
4218,6	137,9	581,8	1,46	1,697	0,070	68,7	284,7	866,4	0,013	719,6	0,003684
4230,1	138,0	581,7	1,46	1,696	0,070	68,7	284,6	866,3	0,013	719,7	0,003679
4241,5	138,1	581,7	1,46	1,695	0,070	68,7	284,5	866,2	0,013	719,7	0,003684
4252,9	138,2	581,6	1,45	1,694	0,070	68,7	284,4	866,0	0,013	719,8	0,003679
4264,4	138,3	581,6	1,45	1,693	0,070	68,7	284,3	865,9	0,013	719,8	0,003679
4275,8	138,3	581,6	1,45	1,691	0,070	68,8	284,2	865,7	0,013	719,9	0,003684
4287,2	138,4	581,5	1,45	1,690	0,070	68,8	284,1	865,6	0,013	719,9	0,003679
4298,7	138,5	581,5	1,45	1,689	0,070	68,8	284,0	865,4	0,013	720,0	0,003684
4310,1	138,6	581,4	1,44	1,688	0,070	68,8	283,9	865,3	0,013	720,1	0,003679
4321,5	138,7	581,4	1,44	1,687	0,070	68,8	283,8	865,1	0,013	720,1	0,003684
4333,0	138,8	581,3	1,44	1,686	0,070	68,8	283,7	865,0	0,013	720,2	0,003679
4344,4	138,9	581,3	1,44	1,685	0,070	68,9	283,6	864,9	0,013	720,2	0,003684
4355,8	139,0	581,3	1,44	1,683	0,070	68,9	283,5	864,7	0,013	720,3	0,003679
4367,3	139,1	581,2	1,44	1,682	0,070	68,9	283,4	864,6	0,013	720,3	0,003684
4378,7	139,2	581,2	1,43	1,681	0,070	68,9	283,3	864,4	0,012	720,4	0,003679
4390,1	139,3	581,1	1,43	1,680	0,070	68,9	283,2	864,3	0,012	720,4	0,003684
4401,6	139,4	581,1	1,43	1,679	0,070	69,0	283,1	864,1	0,012	720,5	0,003679
4413,0	139,5	581,0	1,43	1,678	0,070	69,0	283,0	864,0	0,012	720,5	0,003679
4424,4	139,6	581,0	1,43	1,677	0,070	69,0	282,9	863,9	0,012	720,6	0,003684
4435,9	139,7	581,0	1,42	1,675	0,070	69,0	282,8	863,7	0,012	720,6	0,003679
4447,3	139,8	580,9	1,42	1,674	0,070	69,0	282,7	863,6	0,012	720,7	0,003684
4458,7	139,9	580,9	1,42	1,673	0,070	69,0	282,6	863,4	0,012	720,7	0,003679
4470,2	140,0	580,8	1,42	1,672	0,070	69,1	282,5	863,3	0,012	720,8	0,003684
4481,6	140,1	580,8	1,42	1,671	0,070	69,1	282,4	863,2	0,012	720,9	0,003679
4493,0	140,2	580,8	1,41	1,670	0,070	69,1	282,3	863,0	0,012	720,9	0,003684
4504,5	140,3	580,7	1,41	1,669	0,070	69,1	282,2	862,9	0,012	721,0	0,003679
4515,9	140,4	580,7	1,41	1,667	0,070	69,1	282,1	862,7	0,012	721,0	0,003684
4527,3	140,5	580,6	1,41	1,666	0,070	69,1	282,0	862,6	0,012	721,1	0,003679
4538,8	140,6	580,6	1,41	1,665	0,070	69,2	281,9	862,5	0,012	721,1	0,003679
4550,2	140,7	580,5	1,40	1,664	0,070	69,2	281,8	862,3	0,012	721,2	0,003684
4561,6	140,8	580,5	1,40	1,663	0,070	69,2	281,7	862,2	0,012	721,3	0,003679
4573,1	140,9	580,5	1,40	1,662	0,070	69,2	281,6	862,0	0,012	721,3	0,003684
4584,5	141,0	580,4	1,40	1,660	0,070	69,2	281,5	861,9	0,012	721,4	0,003679
4595,9	141,1	580,4	1,40	1,6593	0,070	69,3	281,4	861,8	0,012	721,4	0,003684
4607,4	141,2	580,3	1,40	1,6581	0,070	69,3	281,3	861,6	0,012	721,5	0,003679
4618,8	141,3	580,3	1,39	1,6570	0,070	69,3	281,2	861,5	0,012	721,5	0,003684
4630,2	141,4	580,2	1,39	1,6558	0,070	69,3	281,1	861,3	0,012	721,6	0,003679
4641,7	141,5	580,2	1,39	1,6546	0,070	69,3	281,0	861,2	0,012	721,7	0,003684
4653,1	141,6	580,2	1,39	1,6535	0,070	69,3	280,9	861,1	0,012	721,7	0,003679



COLECTOR DIAGONAL											
xmod (mm)	ymod (mm)	zmod (mm)	Froude	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Rh (mm)	Enesp (mm)	Energia (mm)	Sf	Z+y (mm)	So
4664,5	141,7	580,1	1,39	1,6523	0,070	69,4	280,8	860,9	0,012	721,8	0,003684
4676,0	141,8	580,1	1,38	1,6511	0,070	69,4	280,7	860,8	0,012	721,9	0,003679
4687,4	141,9	580,0	1,38	1,6499	0,070	69,4	280,6	860,7	0,012	721,9	0,003679
4698,8	142,0	580,0	1,38	1,6488	0,070	69,4	280,5	860,5	0,012	722,0	0,003684
4710,3	142,1	580,0	1,38	1,6476	0,070	69,4	280,4	860,4	0,012	722,0	0,003679
4721,7	142,2	579,9	1,38	1,6464	0,070	69,4	280,3	860,3	0,012	722,1	0,003684
4733,1	142,3	579,9	1,37	1,6452	0,070	69,5	280,3	860,1	0,012	722,2	0,003679
4744,5	142,4	579,8	1,37	1,6440	0,070	69,5	280,2	860,0	0,012	722,2	0,003684
4756,0	142,5	579,8	1,37	1,6429	0,070	69,5	280,1	859,8	0,012	722,3	0,003679
4767,4	142,6	579,7	1,37	1,6417	0,070	69,5	280,0	859,7	0,012	722,4	0,003684
4778,8	142,7	579,7	1,37	1,6405	0,070	69,5	279,9	859,6	0,012	722,4	0,003679
4790,3	142,8	579,7	1,36	1,6393	0,070	69,5	279,8	859,4	0,012	722,5	0,003684
4801,7	140,4	577,3	1,41	1,6672	0,070	69,1	282,1	859,3	0,012	717,6	0,209900
4813,1	138,1	574,7	1,46	1,6950	0,070	68,7	284,5	859,2	0,013	712,7	0,225924
4824,6	136,0	572,1	1,50	1,7208	0,070	68,3	286,9	859,0	0,013	708,1	0,225925
4836,0	134,1	569,5	1,54	1,7451	0,070	67,9	289,4	858,9	0,014	703,6	0,225929
4847,4	132,4	566,9	1,58	1,7682	0,070	67,5	291,8	858,7	0,014	699,4	0,225925
4858,9	130,9	564,3	1,61	1,7902	0,070	67,1	294,2	858,5	0,015	695,2	0,225925
4870,3	129,4	561,8	1,65	1,8113	0,070	66,8	296,6	858,4	0,015	691,2	0,225929
4881,7	128,0	559,2	1,68	1,8316	0,070	66,4	299,0	858,2	0,016	687,2	0,225925
4893,2	126,8	556,6	1,71	1,8512	0,070	66,1	301,4	858,0	0,016	683,3	0,225925
4904,6	125,5	554,0	1,74	1,8702	0,070	65,8	303,8	857,8	0,016	679,6	0,225924
4916,0	124,4	551,4	1,77	1,8887	0,070	65,4	306,2	857,6	0,017	675,8	0,225930
4927,5	123,3	548,8	1,79	1,9067	0,070	65,0	308,6	857,4	0,017	672,1	0,225924
4938,9	122,2	546,3	1,82	1,9243	0,070	64,7	311,0	857,2	0,018	668,5	0,225925

COLECTOR DESDOBLADO											
xmod (mm)	ymod (mm)	zmod (mm)	Froude	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Rh (mm)	Enesp (mm)	Energia (mm)	Sf	Z+y (mm)	So
0,0	146,7	628,6	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	952,2	0,019	775,3	0,01864
28,6	146,7	628,1	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	951,6	0,019	774,8	0,01864
57,3	146,7	627,6	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	951,1	0,019	774,2	0,01864
85,9	146,7	627,0	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	950,5	0,019	773,7	0,01864
114,5	146,7	626,5	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	950,0	0,019	773,2	0,01864
143,1	146,7	626,0	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	949,5	0,019	772,6	0,01864
171,8	146,7	625,4	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	948,9	0,019	772,1	0,01864
200,4	146,7	624,9	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	948,4	0,019	771,6	0,01864
229,0	146,7	624,4	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	947,9	0,019	771,0	0,01864
257,6	146,7	623,8	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	947,3	0,019	770,5	0,01864
286,3	146,7	623,3	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	946,8	0,019	770,0	0,01864
314,9	146,7	622,8	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	946,3	0,019	769,4	0,01864
343,5	146,7	622,2	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	945,7	0,019	768,9	0,01864
372,1	146,7	621,7	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	945,2	0,019	768,4	0,01864
400,8	146,7	621,2	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	944,7	0,019	767,8	0,01864
429,4	146,7	620,6	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	944,1	0,019	767,3	0,01864
458,0	146,7	620,1	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	943,6	0,019	766,8	0,01864
486,6	146,7	619,6	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	943,1	0,019	766,3	0,01864
515,3	146,7	619,0	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	942,5	0,019	765,7	0,01864
543,9	146,7	618,5	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	942,0	0,019	765,2	0,01864
572,5	146,7	618,0	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	941,5	0,019	764,7	0,01864
601,1	146,7	617,4	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	940,9	0,019	764,1	0,01864
629,8	146,7	616,9	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	940,4	0,019	763,6	0,01864
658,4	146,7	616,4	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	939,9	0,019	763,1	0,01864
687,0	146,7	615,8	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	939,3	0,019	762,5	0,01864
715,7	146,7	615,3	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	938,8	0,019	762,0	0,01864
744,3	146,7	614,8	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	938,3	0,019	761,5	0,01864
772,9	146,7	614,2	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	937,7	0,019	760,9	0,01864
801,5	146,7	613,7	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	937,2	0,019	760,4	0,01864
830,2	146,7	613,2	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	936,7	0,019	759,9	0,01864
858,8	146,7	612,6	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	936,1	0,019	759,3	0,01864
887,4	146,7	612,1	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	935,6	0,019	758,8	0,01864
916,0	146,7	611,6	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	935,1	0,019	758,3	0,01864
944,7	146,7	611,0	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	934,5	0,019	757,7	0,01864
973,3	146,7	610,5	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	934,0	0,019	757,2	0,01864
1001,9	146,7	610,0	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	933,5	0,019	756,7	0,01864
1030,5	146,7	609,4	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	932,9	0,019	756,1	0,01864
1059,2	146,7	608,9	1,55	1,863	0,055	59,5	323,5	932,4	0,019	755,6	0,01864
1087,8	146,4	608,4	1,56	1,864	0,055	59,5	323,5	931,9	0,019	754,8	0,01864
1116,4	145,3	607,8	1,57	1,870	0,055	59,4	323,5	931,3	0,019	753,2	0,01864
1145,0	144,3	607,3	1,58	1,875	0,055	59,4	323,5	930,8	0,019	751,6	0,01864
1173,7	143,3	606,8	1,59	1,880	0,055	59,4	323,5	930,2	0,019	750,1	0,01864
1202,3	142,3	606,2	1,60	1,885	0,055	59,4	323,5	929,7	0,019	748,6	0,01864
1230,9	141,4	605,7	1,60	1,890	0,055	59,3	323,4	929,1	0,019	747,1	0,01864
1259,5	140,4	605,2	1,61	1,895	0,055	59,3	323,4	928,6	0,019	745,6	0,01864
1288,2	139,5	604,6	1,62	1,899	0,055	59,3	323,4	928,0	0,019	744,1	0,01864
1316,8	138,6	604,1	1,63	1,904	0,055	59,3	323,4	927,5	0,020	742,7	0,01864
1345,4	137,7	603,6	1,64	1,908	0,055	59,2	323,3	926,9	0,020	741,3	0,01864
1374,1	136,8	603,0	1,65	1,913	0,055	59,2	323,3	926,3	0,020	739,9	0,01864
1402,7	136,0	602,5	1,66	1,917	0,055	59,2	323,3	925,8	0,020	738,5	0,01864
1431,3	135,2	602,0	1,67	1,921	0,055	59,2	323,2	925,2	0,020	737,1	0,01864

COLECTOR DESDOBLADO											
xmod (mm)	ymod (mm)	zmod (mm)	Froude	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Rh (mm)	Enesp (mm)	Energia (mm)	Sf	Z+y (mm)	So
1459,9	134,3	601,4	1,68	1,925	0,055	59,1	323,2	924,6	0,020	735,8	0,01864
1488,6	133,5	600,9	1,69	1,929	0,055	59,1	323,2	924,1	0,020	734,4	0,01864
1517,2	132,7	600,4	1,69	1,933	0,055	59,1	323,1	923,5	0,020	733,1	0,01864
1545,8	132,0	600,0	1,70	1,935	0,055	59,1	322,9	922,9	0,020	732,0	0,01408
1574,4	131,5	599,9	1,70	1,936	0,055	59,1	322,5	922,3	0,020	731,3	0,00395
1603,1	130,9	599,7	1,71	1,936	0,055	59,1	322,0	921,7	0,020	730,6	0,00395
1631,7	130,4	599,6	1,71	1,937	0,055	59,1	321,5	921,2	0,020	730,0	0,00395
1660,3	129,8	599,5	1,72	1,937	0,055	59,1	321,1	920,6	0,020	729,3	0,00395
1688,9	129,3	599,4	1,72	1,937	0,055	59,2	320,6	920,0	0,020	728,7	0,00395
1717,6	128,8	599,3	1,72	1,938	0,055	59,2	320,1	919,4	0,020	728,1	0,00395
1746,2	128,3	599,2	1,73	1,938	0,055	59,2	319,7	918,8	0,020	727,4	0,00395
1774,8	127,8	599,1	1,73	1,938	0,055	59,2	319,2	918,2	0,020	726,8	0,00395
1803,4	127,3	598,9	1,73	1,938	0,055	59,2	318,7	917,7	0,020	726,2	0,00395
1832,1	126,8	598,8	1,74	1,938	0,055	59,2	318,3	917,1	0,020	725,6	0,00395
1860,7	126,3	598,7	1,74	1,938	0,055	59,2	317,8	916,5	0,020	725,0	0,00395
1889,3	125,8	598,6	1,74	1,938	0,055	59,3	317,3	915,9	0,020	724,4	0,00395
1918,0	125,3	598,5	1,75	1,939	0,055	59,3	316,8	915,3	0,020	723,8	0,00395
1946,6	124,8	598,4	1,75	1,939	0,055	59,3	316,4	914,8	0,020	723,2	0,00395
1975,2	124,4	598,3	1,76	1,939	0,055	59,3	315,9	914,2	0,020	722,6	0,00395
2003,8	123,9	598,2	1,76	1,939	0,055	59,3	315,4	913,6	0,020	722,1	0,00395
2032,5	123,4	598,0	1,76	1,939	0,055	59,3	315,0	913,0	0,020	721,5	0,00395
2061,1	123,0	597,9	1,76	1,938	0,055	59,3	314,5	912,4	0,020	720,9	0,00395
2089,7	122,5	597,8	1,77	1,938	0,055	59,3	314,0	911,9	0,020	720,4	0,00395
2118,3	122,1	597,7	1,77	1,938	0,055	59,3	313,6	911,3	0,020	719,8	0,00395
2147,0	121,7	597,6	1,77	1,938	0,055	59,3	313,1	910,7	0,020	719,2	0,00395
2175,6	121,2	597,5	1,78	1,938	0,055	59,4	312,6	910,1	0,020	718,7	0,00395
2204,2	120,8	597,4	1,78	1,938	0,055	59,4	312,2	909,5	0,020	718,2	0,00395
2232,8	120,4	597,3	1,78	1,938	0,055	59,4	311,7	909,0	0,020	717,6	0,00395
2261,5	119,9	597,1	1,79	1,937	0,055	59,4	311,2	908,4	0,020	717,1	0,00395
2290,1	119,5	597,0	1,79	1,937	0,055	59,4	310,8	907,8	0,020	716,5	0,00395
2318,7	119,1	596,9	1,79	1,937	0,055	59,4	310,3	907,2	0,020	716,0	0,00395
2347,3	118,7	596,8	1,79	1,937	0,055	59,4	309,8	906,6	0,020	715,5	0,00395
2376,0	118,3	596,7	1,80	1,936	0,055	59,4	309,4	906,1	0,020	715,0	0,00395
2404,6	117,9	596,6	1,80	1,936	0,055	59,4	308,9	905,5	0,020	714,5	0,00395
2433,2	117,5	596,5	1,80	1,936	0,055	59,4	308,5	904,9	0,020	714,0	0,00395
2461,8	117,1	596,3	1,81	1,935	0,055	59,4	308,0	904,3	0,020	713,5	0,00395
2490,5	116,7	596,2	1,81	1,935	0,055	59,4	307,5	903,8	0,020	713,0	0,00395
2519,1	116,3	596,1	1,81	1,934	0,055	59,4	307,1	903,2	0,020	712,5	0,00395
2547,7	116,0	596,0	1,81	1,934	0,055	59,4	306,6	902,6	0,020	712,0	0,00395
2576,4	115,6	595,9	1,82	1,934	0,055	59,4	306,1	902,0	0,020	711,5	0,00395
2605,0	115,2	595,8	1,82	1,933	0,055	59,4	305,7	901,5	0,020	711,0	0,00395
2633,6	114,8	595,7	1,82	1,933	0,055	59,4	305,2	900,9	0,020	710,5	0,00395
2662,2	114,5	595,6	1,82	1,932	0,055	59,4	304,7	900,3	0,020	710,0	0,00395
2690,9	114,1	595,4	1,83	1,932	0,055	59,4	304,3	899,7	0,020	709,5	0,00395
2719,5	113,7	595,3	1,83	1,931	0,055	59,4	303,8	899,2	0,020	709,1	0,00395
2748,1	113,4	595,2	1,83	1,931	0,055	59,4	303,4	898,6	0,020	708,6	0,00395
2776,7	113,0	595,1	1,83	1,930	0,055	59,4	302,9	898,0	0,020	708,1	0,00395
2805,4	112,7	595,0	1,84	1,930	0,055	59,4	302,4	897,4	0,020	707,7	0,00395
2834,0	112,3	594,9	1,84	1,929	0,055	59,4	302,0	896,9	0,020	707,2	0,00395
2862,6	112,0	594,8	1,84	1,928	0,055	59,4	301,5	896,3	0,020	706,8	0,00395
2891,2	111,6	594,6	1,84	1,928	0,055	59,4	301,1	895,7	0,020	706,3	0,00395

COLECTOR DESDOBLADO											
xmod (mm)	ymod (mm)	zmod (mm)	Froude	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Rh (mm)	Enesp (mm)	Energia (mm)	Sf	Z+y (mm)	So
2919,9	111,3	594,5	1,84	1,927	0,055	59,4	300,6	895,1	0,020	705,8	0,00395
2948,5	111,0	594,4	1,85	1,926	0,055	59,4	300,1	894,6	0,020	705,4	0,00395
2977,1	110,6	594,3	1,85	1,926	0,055	59,4	299,7	894,0	0,020	705,0	0,00395
3005,7	110,3	594,2	1,85	1,925	0,055	59,4	299,2	893,4	0,020	704,5	0,00395
3034,4	110,0	594,1	1,85	1,924	0,055	59,4	298,8	892,8	0,020	704,1	0,00395
3063,0	109,7	594,0	1,85	1,924	0,055	59,4	298,3	892,3	0,020	703,6	0,00395
3091,6	109,4	593,9	1,86	1,923	0,055	59,4	297,8	891,7	0,020	703,2	0,00395
3120,2	109,0	593,7	1,86	1,922	0,055	59,4	297,4	891,1	0,020	702,8	0,00395
3148,9	108,7	593,6	1,86	1,922	0,055	59,4	296,9	890,6	0,020	702,4	0,00395
3177,5	108,4	593,5	1,86	1,921	0,055	59,4	296,5	890,0	0,020	701,9	0,00395
3206,1	108,1	593,4	1,86	1,920	0,055	59,4	296,0	889,4	0,020	701,5	0,00395
3234,8	107,8	593,3	1,87	1,919	0,055	59,3	295,6	888,9	0,020	701,1	0,00395
3263,4	107,5	593,2	1,87	1,919	0,055	59,3	295,1	888,3	0,020	700,7	0,00395
3292,0	107,2	593,1	1,87	1,918	0,055	59,3	294,7	887,7	0,020	700,3	0,00395
3320,6	106,9	593,0	1,87	1,917	0,055	59,3	294,2	887,2	0,020	699,9	0,00395
3349,3	106,6	592,8	1,87	1,916	0,055	59,3	293,7	886,6	0,020	699,4	0,00395
3377,9	106,3	592,7	1,88	1,915	0,055	59,3	293,3	886,0	0,020	699,0	0,00395
3406,5	106,0	592,6	1,88	1,915	0,055	59,3	292,8	885,5	0,020	698,6	0,00395
3435,1	105,7	592,5	1,88	1,914	0,055	59,3	292,4	884,9	0,020	698,2	0,00395
3463,8	105,4	592,4	1,88	1,913	0,055	59,3	291,9	884,3	0,020	697,8	0,00395
3492,4	105,2	592,3	1,88	1,912	0,055	59,3	291,5	883,8	0,020	697,4	0,00395
3521,0	104,9	592,2	1,88	1,911	0,055	59,3	291,0	883,2	0,020	697,0	0,00395
3549,6	104,6	592,0	1,89	1,910	0,055	59,3	290,6	882,6	0,020	696,7	0,00395
3578,3	104,3	591,9	1,89	1,909	0,055	59,3	290,1	882,1	0,020	696,3	0,00395
3606,9	104,1	591,8	1,89	1,908	0,055	59,2	289,7	881,5	0,020	695,9	0,00395
3635,5	103,8	591,7	1,89	1,907	0,055	59,2	289,2	880,9	0,020	695,5	0,00395
3664,1	103,5	591,6	1,89	1,907	0,055	59,2	288,8	880,4	0,020	695,1	0,00395
3692,8	103,3	591,5	1,89	1,906	0,055	59,2	288,3	879,8	0,020	694,7	0,00395
3721,4	103,0	591,4	1,89	1,905	0,055	59,2	287,9	879,3	0,020	694,4	0,00395
3750,0	102,7	591,3	1,90	1,904	0,055	59,2	287,4	878,7	0,020	694,0	0,00395
3778,6	102,5	591,1	1,90	1,903	0,055	59,2	287,0	878,1	0,020	693,6	0,00395
3807,3	102,2	591,0	1,90	1,902	0,055	59,2	286,5	877,6	0,020	693,2	0,00395
3835,9	102,0	590,9	1,90	1,901	0,055	59,2	286,1	877,0	0,020	692,9	0,00395
3864,5	101,7	590,8	1,90	1,900	0,055	59,2	285,6	876,4	0,020	692,5	0,00395
3893,2	101,4	590,7	1,90	1,899	0,055	59,1	285,2	875,9	0,020	692,1	0,00395
3921,8	101,2	590,6	1,90	1,898	0,055	59,1	284,8	875,3	0,020	691,8	0,00395
3950,4	101,0	590,5	1,91	1,897	0,055	59,1	284,3	874,8	0,019	691,4	0,00395
3979,0	100,9	590,4	1,90	1,894	0,055	59,1	283,9	874,2	0,019	691,3	0,00395
4007,7	101,1	590,2	1,90	1,891	0,055	59,2	283,4	873,7	0,019	691,4	0,00395
4036,3	101,3	590,1	1,89	1,888	0,055	59,3	283,0	873,1	0,019	691,4	0,00395
4064,9	101,5	590,0	1,89	1,885	0,055	59,3	282,5	872,6	0,019	691,5	0,00395
4093,5	101,6	589,9	1,88	1,882	0,055	59,4	282,1	872,0	0,019	691,5	0,00395
4122,2	101,8	589,8	1,88	1,879	0,055	59,4	281,7	871,5	0,019	691,6	0,00395
4150,8	102,0	589,7	1,88	1,876	0,055	59,5	281,3	870,9	0,019	691,6	0,00395
4179,4	102,1	589,6	1,87	1,872	0,055	59,6	280,8	870,4	0,019	691,7	0,00395
4208,0	102,3	589,4	1,87	1,869	0,055	59,6	280,4	869,8	0,019	691,8	0,00395
4236,7	102,5	589,3	1,86	1,866	0,055	59,7	280,0	869,3	0,019	691,8	0,00395
4265,3	102,6	589,2	1,86	1,863	0,055	59,7	279,6	868,8	0,019	691,9	0,00395
4293,9	102,8	589,1	1,85	1,860	0,055	59,8	279,1	868,3	0,018	691,9	0,00395
4322,5	103,0	589,0	1,85	1,857	0,055	59,8	278,7	867,7	0,018	692,0	0,00395
4351,2	103,2	588,9	1,84	1,854	0,055	59,9	278,3	867,2	0,018	692,0	0,00395

COLECTOR DESDOBLADO											
xmod (mm)	ymod (mm)	zmod (mm)	Froude	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Rh (mm)	Enesp (mm)	Energia (mm)	Sf	Z+y (mm)	So
4379,8	103,3	588,8	1,84	1,851	0,055	60,0	277,9	866,7	0,018	692,1	0,00395
4408,4	103,5	588,7	1,83	1,848	0,055	60,0	277,5	866,2	0,018	692,2	0,00395
4437,1	103,7	588,5	1,83	1,845	0,055	60,1	277,1	865,6	0,018	692,2	0,00395
4465,7	103,8	588,4	1,82	1,842	0,055	60,1	276,7	865,1	0,018	692,3	0,00395
4494,3	104,0	588,3	1,82	1,838	0,055	60,2	276,3	864,6	0,018	692,3	0,00395
4522,9	104,2	588,2	1,82	1,835	0,055	60,2	275,9	864,1	0,018	692,4	0,00395
4551,6	104,4	588,1	1,81	1,832	0,055	60,3	275,5	863,6	0,018	692,5	0,00395
4580,2	104,5	588,0	1,81	1,829	0,055	60,4	275,1	863,1	0,018	692,5	0,00395
4608,8	104,7	587,9	1,80	1,826	0,055	60,4	274,7	862,6	0,018	692,6	0,00395
4637,4	104,9	587,8	1,80	1,823	0,055	60,5	274,3	862,1	0,017	692,6	0,00395
4666,1	105,1	587,6	1,79	1,820	0,055	60,5	273,9	861,6	0,017	692,7	0,00395
4694,7	105,2	587,5	1,79	1,817	0,055	60,6	273,6	861,1	0,017	692,8	0,00395
4723,3	105,4	587,4	1,78	1,814	0,055	60,7	273,2	860,6	0,017	692,8	0,00395
4751,9	105,6	587,3	1,78	1,811	0,055	60,7	272,8	860,1	0,017	692,9	0,00395
4780,6	105,8	587,2	1,78	1,808	0,055	60,8	272,4	859,6	0,017	692,9	0,00395
4809,2	105,9	587,1	1,77	1,805	0,055	60,8	272,0	859,1	0,017	693,0	0,00395
4837,8	106,1	587,0	1,77	1,802	0,055	60,9	271,7	858,6	0,017	693,1	0,00395
4866,4	106,3	586,8	1,76	1,799	0,055	60,9	271,3	858,1	0,017	693,1	0,00395
4895,1	106,5	586,7	1,76	1,796	0,055	61,0	270,9	857,7	0,017	693,2	0,00395
4923,7	106,6	586,6	1,75	1,793	0,055	61,1	270,6	857,2	0,017	693,2	0,00395
4952,3	106,8	586,5	1,75	1,791	0,055	61,1	270,2	856,7	0,017	693,3	0,00395
4980,9	107,0	586,4	1,74	1,788	0,055	61,2	269,8	856,2	0,017	693,4	0,00395
5009,6	107,2	586,3	1,74	1,785	0,055	61,2	269,5	855,8	0,016	693,4	0,00395
5038,2	107,3	586,2	1,74	1,782	0,055	61,3	269,1	855,3	0,016	693,5	0,00395
5066,8	107,5	586,1	1,73	1,779	0,055	61,3	268,8	854,8	0,016	693,6	0,00395
5095,5	107,7	585,9	1,73	1,776	0,055	61,4	268,4	854,4	0,016	693,6	0,00395
5124,1	107,9	585,8	1,72	1,773	0,055	61,5	268,1	853,9	0,016	693,7	0,00395
5152,7	108,0	585,7	1,72	1,770	0,055	61,5	267,7	853,4	0,016	693,8	0,00395



Allen Bateman

Profesor Titular  
 Grupo de Investigación en Transporte de Sedimentos  
 Universidad Politécnica de Cataluña  
[www.gits.ws](http://www.gits.ws)

