



## **Proyecto de Investigación**

# **DESARROLLO DE NUEVAS BOCAS DE TORMENTAS ETAPA II**

## **INFORME FINAL**

Febrero 2004

**AUTORIDADES:**

- ***PRESIDENTE INA:***  
Ing. Oscar V. LICO.
  
- ***DIRECTOR INA - CENTRO REGIONAL LITORAL***  
Ing. Carlos PAOLI.
  
- ***DIRECTOR INA – LABORATORIO DE HIDRÁULICA APLICADA***  
Ing. Julio C. DE LIO.

**EQUIPO DE TRABAJO:**

- ***DIRECTOR PROYECTO:***  
Ing. Alejandro SECCHI

***Por INA-CRL:***

Ing. Alejandro Secchi  
Ing. Rosana Mazzón

***Por INA-LHA:***

Ing. Jorge D. Bacchiega  
Ing. Claudio Fattor  
Ing. Héctor D. Barrionuevo  
Téc. Rodolfo Calabro  
Téc. Ricardo Vargas

## ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN GENERAL .....</b>	<b>3</b>
-----------	-----------------------------------	----------

### PARTE I

<b>PI.1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN PARTE I.....</b>	<b>5</b>
<b>PI.2.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
<b>PI.3</b>	<b>DESCRIPCION DEL MODELO FISICO.....</b>	<b>5</b>
PI.3.1.	Aspectos Generales.....	5
PI.3.2.	Circuito de Alimentación y Retorno.....	6
PI.3.3.	Instrumental de Medición .....	7
<b>PI.4.</b>	<b>METODOLOGÍA DE TRABAJO .....</b>	<b>7</b>
<b>PI.5.</b>	<b>ANALISIS DE LA CAPACIDAD DE CAPTACIÓN DE REJAS DE FONDO.....</b>	<b>8</b>
PI.5.1.	Tipos de Rejas ensayadas.....	8
PI.5.2.	Análisis de la Capacidad de Captación.....	9
PI.5.2.a.	Evaluación del Funcionamiento con Restricción en el Ingreso de Calle .....	9
PI.5.2.b.	Evaluación del Funcionamiento sin Restricción en el Ingreso de Calle.....	11
PI.5.3.	Configuración del Flujo en el Entorno de la Estructura de Captación. ....	11
<b>PI.6.</b>	<b>COMPARACIÓN CUALITATIVA DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS REJAS O.S.N. Y REJAS INA-INDUPAG CON PRESENCIA DE BASURAS .....</b>	<b>15</b>
<b>PI.7.</b>	<b>EVALUACIÓN DE EFICIENCIA REJA INA – INDUPAG.....</b>	<b>16</b>
<b>PI.8.</b>	<b>READECUACIÓN DEL MODELO PARA LA EVALUACIÓN SISTEMÁTICA DE UN DISEÑO BÁSICO DE BOCAS DE TORMENTA.....</b>	<b>17</b>
<b>PI.9.</b>	<b>CONCLUSIONES PARTE I .....</b>	<b>18</b>

### PARTE II

<b>PII.1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN PARTE II.....</b>	<b>20</b>
<b>PII.2.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
<b>PII.3.</b>	<b>METODOLOGÍA DE TRABAJO .....</b>	<b>20</b>
<b>PII.4.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS VARIANTES ANALIZADAS .....</b>	<b>22</b>

<b>PII.5. EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE LOS SUMIDEROS SIN PRESENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS.....</b>	<b>23</b>
PII.5.1. Sumidero mixto con rejas de fondo libres.....	23
PII.5.2. Sumidero mixto con rejas de fondo tipo O.S.N. ....	26
PII.5.3. Sumidero mixto con rejas de fondo tipo INA-Indupag – Variante 1 ....	27
PII.5.4. Sumidero mixto con rejas de fondo tipo INA-Indupag. - Variante 1 con distintos grados de obstrucción.....	30
PII.5.5. Sumidero mixto con rejas de fondo tipo INA-Indupag – Variante 2 .....	33
PII.5.6. Sumidero mixto con rejas de fondo tipo INA-Indupag – Variante 3 .....	35
<b>PII.6. ANÁLISIS GLOBAL DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO .....</b>	<b>37</b>
PII.6.1. Análisis del conjunto de variantes para $i=0.1\%$ .....	37
PII.6.2. Análisis del conjunto de variantes para $i=0.5\%$ .....	38
PII.6.3. Evaluación comparativa para las dos pendientes consideradas .....	39
<b>PII.7. EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS SUMIDEROS CON PRESENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS .....</b>	<b>39</b>
<b>PII.8. CONCLUSIONES PARTE II .....</b>	<b>44</b>
<b>II. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>47</b>

## I - INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS GENERALES DEL PROYECTO:

Este proyecto surgió a partir de la necesidad de mejorar la bocas de tormentas que existen en la actualidad, y que en muchos casos son muy ineficientes en la captación del flujo. Esto hace que frecuentemente se produzcan inundaciones en las calles aún cuando los desagües pluviales tengan capacidad suficiente para conducir el flujo.

El objetivo principal de este trabajo, que ha sido iniciado en su primera etapa mediante el trabajo realizado durante el proyecto de Investigación "Desarrollo de Nuevas Bocas de Tormenta" realizado en el INA (Instituto Nacional del Agua y del Ambiente) con un subsidio otorgado por el CONICET y con la colaboración de las Municipalidades de Santa Fe y Rosario, consiste en desarrollar nuevos tipos de bocas de tormentas, con el propósito de mejorar la capacidad de captación respecto de las bocas de tormentas empleadas en la actualidad y perfeccionar la derivación y/o almacenamiento de los residuos urbanos que afectan el normal funcionamiento de estos dispositivos durante las precipitaciones de cierta magnitud.

Es importante incluir en esta introducción un breve resumen del informe correspondiente a esta mencionada Etapa I, para un mejor seguimiento del estudio.

**Resumen Etapa I:** Durante el desarrollo de esta etapa, se analizaron las bocas de tormenta convencionales existentes y en uso en la actualidad, con el fin evaluar su comportamiento y poder realizar los nuevos diseños que mejoren los distintos aspectos a optimizar, y probar los prototipos mediante ensayos en un modelo físico escala 1:1 en el Laboratorio de Hidráulica del INA.

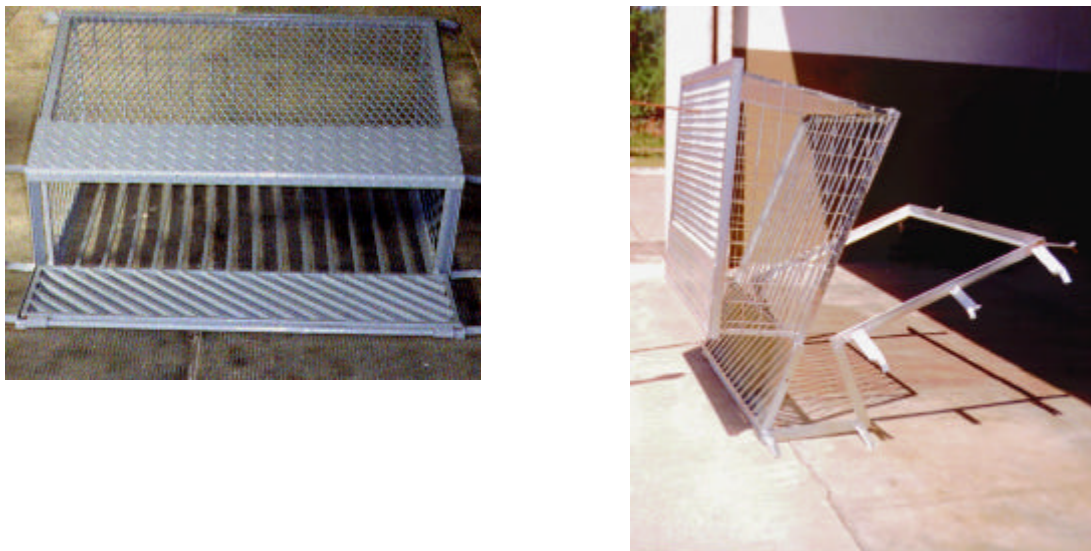
Para lograr esto se diseñaron distintos tipos de Bocas de tormenta, que contemplen los siguientes aspectos: la mayoría de los sistemas de drenaje el agua de lluvia caída en una cuenca urbana escurre primero por el cordón cuneta de las calles para luego ingresar por medio de las bocas de tormenta a los desagües pluviales, muchas veces ocurre que los sumideros no tienen capacidad suficiente para captar el flujo y otras si tienen capacidad pero se encuentran obstruidos debido a la basura, lo que los hace prácticamente ineficientes. Se pudo observar que las bocas de tormenta actuales poseen ventanas laterales sobre el cordón con una abertura suficiente que deja pasar la basura hacia las conexiones con los desagües pluviales, esto produce taponamientos que luego son muy difíciles de remover por encontrarse los mismos fuera de la visual de una persona y también lejos del alcance de las máquinas desobstructoras.

En cambio las bocas mixtas con rejas horizontales ubicadas en el cordón cuneta no dejan pasar la basura pero se tapan fácilmente debido al poco espaciamiento que existe entre las barras. Se tapan con hojas o artículos de plásticos de reducidas dimensiones y si no son limpiadas a la brevedad se terminan obstruyendo con tierra compactada que luego es muy difícil de remover.

Por lo expuesto anteriormente es que en esta etapa se trató de diseñar nuevas bocas de tormenta que retengan la basura en la calle evitando que se produzca el taponamiento inicial como ocurre con las bocas convencionales, quienes se ven afectadas por este fenómeno durante las tormentas intensas, las cuales producen un arrastre de la basura durante los primeros minutos de la lluvia tapando los sumideros en la sección de ingreso del flujo.

Con los nuevos diseños se busca captar o derivar la basura, conservando y mejorando la capacidad de captación de las bocas convencionales, buscando además que sean fáciles de instalar, fáciles de limpiar, económicas, resistentes y no muy pesadas.

Sobre la base de estos objetivos se pensaron una serie de variantes a las bocas convencionales, de las cuales fue seleccionada una variante como la mas apropiada, la misma que se presenta en la **Figura 1** y para la cual se ha realizado el prototipo y se realizaron los primeros ensayos de laboratorio, cuyos resultados se presentaron en el informe correspondiente Etapa I



**Figura 1**

Finalmente la boca de tormenta diseñada en esta primera etapa, está conformada por una sola estructura de hierro la cual esta provista de un sistema articulado que facilita la limpieza de la misma. Tiene 1m de ancho por 1m de largo y parte de esta boca se instala sobre vereda y parte sobre calle. La porción que se instala sobre calle tiene 1m de largo por 30 cm de ancho. Las rejas están compuestas por barras horizontales de sección rectangular espaciadas 3 cm y soldadas a 45 grados con respecto al cordón para mejorar el ingreso del flujo.

La porción que se ubica sobre la vereda esta formada por una estructura con forma de cajón de 0.7 m de ancho por 1 m de largo. En su parte inferior cuenta con rejas para evitar la introducción de basura al desagüe. Y en su parte superior tiene una tapa enrejada que permitirá ver cuando la boca este llena de basura.

Como conclusiones de la Etapa I, se ha considerado que tanto la nueva boca de tormenta diseñada como las experiencias y ensayos realizados cumplieron los objetivos del proyecto en cuanto a la faz operativa y de su funcionamiento hidráulico. No así en cuanto a su resistencia estructural que deberá ser mejorada. En la Etapa II se plantea la optimización y experimentación de las nuevas bocas de tormenta y sus componentes para verificar su comportamiento hidráulico con nuevas pendientes de calles y mejorar su resistencia estructural, como así también la realización de un análisis detallado de sus aspectos económicos - constructivos serán necesarios para extender su utilización a organismos públicos y privados.

## **PARTE I: EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUAS PLUVIALES- REJAS DE FONDO**

### **P.I.1. INTRODUCCIÓN PARTE I**

Dentro del marco de los proyectos de investigación internos desarrollados con el sustento de fondos de fortalecimiento institucional del INA, se han llevado a cabo una serie de trabajos de investigación de sumideros, en los cuales se ha incorporado como parte del análisis el criterio de captación de la basura antes de su ingreso a la red pluvial propiamente dicha. El presente informe detalla los aspectos fundamentales relacionados al estudio, desarrollado fundamentalmente de manera experimental, permitiendo encontrar algunas conclusiones significativas en cuanto al funcionamiento de las distintas geometrías de bocas de tormenta.

A partir de estos estudios iniciales mencionados en el punto anterior y atendiendo la necesidad de efectuar una evaluación integral de las estructuras de captación, se desarrollaron una serie de estudios en primer lugar para rejas de fondo, los cuales se presentarán a continuación, y se planteó la necesidad de avanzar en un análisis más exhaustivo para bocas de tormenta de fácil limpieza con captación sobre cordón y sobre cuneta. Los objetivos planteados para ambos casos se presentan en adelante.

Los estudios para el análisis de la eficiencia hidráulica de los dispositivos considerados se efectuaron sobre un modelo físico que representa media calzada vehicular en escala 1:1; en el punto 3 se presenta una descripción del modelo.

### **P.I.2. OBJETIVOS PARTE I**

Con el propósito de optimizar el diseño hidráulico de las estructuras de captación de las aguas pluviales (bocas de tormenta), se plantearon dos líneas de trabajo, la primera se presenta a continuación y la segunda en la parte II del presente informe.

- ***Análisis de la capacidad de captación de rejas de fondo***

Este propósito guarda una estrecha vinculación con la necesidad de mensurar la eficiencia de diseños alternativos de rejas de fondo, respecto de los que actualmente se encuentran instalados en la ciudad de Buenos Aires. Este planteo surge de la posibilidad de reemplazar las actuales rejas de fundición por otro diseño que iguale o mejore la eficiencia hidráulica, que posea la resistencia adecuada, que resulte constructivamente más simple y económica, y que no sea de fácil extracción (robo). Cabe destacar que el diseño optimizado de rejas de fondo serán los utilizados en la experimentación de las nuevas Bocas de tormenta.

### **P.I.3. DESCRIPCIÓN DEL MODELO FÍSICO**

#### **P.I.3.1 Aspectos Generales**

El modelo físico se ubica en la Nave 1 del Laboratorio de Hidráulica del INA, la cual permitió, sobre la base del espacio existente y en virtud de los objetivos del estudio, la realización del modelo en escala 1:1. En la **Figura 2** se observa la ubicación del modelo dentro de la planta de la Nave 1, exhibiéndose en la **Figura 3** las dimensiones y características principales del modelo.

El modelo representa un tramo recto de calle, con media calzada y una boca para la captación de las aguas, presentando un ancho de calzada de 3.50 m, una longitud aproximada de 16 m. La boca se encuentra ubicada a unos 10 m de la cámara de alimentación, distancia en la que se procura la estabilización del flujo en calle previo a ser captado por la boca. Teniendo en cuenta este concepto el tramo de aguas abajo tiene una longitud suficiente como para establecer un flujo no perturbado.

La cámara de alimentación se construyó en mampostería con una superficie aproximada de 20 m<sup>2</sup> y una altura de 1.70 m, disponiéndose en su interior un aquietador para disipar la energía del flujo proveniente del tanque de alimentación y lograr la uniformidad del flujo al ingreso al modelo.

A los efectos de captar el agua para los distintos tipos de dispositivos a evaluar, se ha conformado una estructura sobre la cual apoyan los distintos dispositivos, de manera que una vez que parte del flujo circulante por la calle es captado, el mismo ingresa a los canales de aforo (o sólo a uno si se trabaja con la reja de fondo). Estos se ubican paralelamente a la calle, presentando 0.40 m de ancho, 0.80 m de altura y aproximadamente 5.00 m de longitud, efectuándose el aforo por medio de una placa vertedero de pared delgada. El dispositivo de aforo cumple con los requisitos de la British Standard 3680 (Part 4A) lo que garantiza el correcto aforo, con un margen de error que no excede  $\pm 1\%$ . El flujo que no es captado por el dispositivo es vertido en una cámara de salida que ocupa todo el ancho de calle, para ser restituido finalmente a la cisterna.

Con respecto a las pendientes del modelo, se ha conformado la media calzada con una pendiente longitudinal mínima de 0.1% y una pendiente transversal del 2%. Los laterales del modelo, en correspondencia con el cordón de margen izquierda y el centro de calle, tienen una altura tal que resulta posible efectuar una serie de estudios sucesivos con pendiente longitudinales crecientes de hasta el 2.5%, pudiendo incrementarse la pendiente longitudinal si se incorporan modificaciones adicionales al modelo físico.

Los aspectos singulares del modelo físico en relación con el estudio de las rejillas de fondo y con el análisis de bocas de tormenta con captación por cordón y por cuneta, serán presentados en el momento de analizar cada una de estas estructuras de captación.

#### **P.I.3.2. Circuito de alimentación y retorno**

La alimentación de agua al modelo se efectúa mediante un sistema de provisión por bombeo, a partir de una bomba que cubre ampliamente el rango de caudales a modelar, de 9 m de salto nominal y 500 lts/s de caudal. La misma es accionada con un motor 795 rpm y 90 CV. El sistema se alimenta a partir de una cisterna que permite el almacenamiento y retorno del flujo de modo de lograr un circuito cerrado.



La conducción de agua hacia el modelo se realiza mediante una cañería de 10" proveniente de un tanque de nivel constante el cual es alimentado por la bomba anteriormente descrita. La regulación de dicho caudal se realiza mediante una válvula que descarga en una cámara, en la que se realiza el aquietamiento del flujo, para luego pasar al modelo.

El circuito se completa con una cámara de retorno ubicada aguas abajo de la boca de tormenta que recibe el agua no captada por aquella y descarga directamente a la cisterna.

### P.I.3.3. Instrumental de medición

Para la ejecución de los ensayos, se ha recurrido al uso del instrumental de medición que se describe a continuación:

a) **Medición de caudales.** Tal como se expresara anteriormente se cuenta con un canal de aforo para la medición de caudales captados por la boca de calle, utilizándose una placa vertedero cuya expresión de gasto esta dada por:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot C_d \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot B \cdot h^{3/2}$$

donde :

Cd es el coeficiente de descarga ( $C_d = 0.602 + 0.083 \cdot h/p$ )

p= altura del vertedero (m)

g= aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ )

B= ancho del vertedero (m)

h= es la altura de agua sobre el vertedero (m)

Por otro parte, el caudal a la entrada del modelo se mide con un tubo de Pitot ubicado en el centro de la tubería de 10", que permite mediciones con una precisión de  $\pm 1\%$  y con una repetibilidad de  $\pm 0,1\%$ .

b) **Medición de niveles de agua estáticos y tirantes.** Todos los niveles de agua serán medidos mediante limnómetros tipo Delft o su equivalente nacional, con movimiento a cremallera y nonius de 0,1 mm de precisión de lectura. Los niveles serán tomados en lagunas secciones de la calle, poniendo especial énfasis en las proximidades de la boca de tormenta.

c) **Fotografía y video.** La documentación fotográfica de los ensayos se realiza mediante cámaras de alta definición que posee el Laboratorio. Además, se utiliza una cámara de video que permite contar con documentación gráfica acorde a las necesidades del estudio.

### P.I.4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Con los objetivos básicos del estudio claramente delineados, y teniendo en cuenta que el mismo se desarrollará fundamentalmente a partir de los resultados que se extraigan del modelo físico, se estableció una metodología de trabajo para el desarrollo de los mismos.

Dicho procedimiento radica, fundamentalmente, en la evaluación de los siguientes parámetros:

- Capacidad de captación de los dispositivos frente al caudal proveniente por calle ( $Q_i/Q$ ).
- Configuración del flujo en el entorno de la estructura de captación.
- Evaluación cualitativa del comportamiento de las bocas de tormenta con presencia de basura transportada por el escurrimiento en la cuneta.

Si bien la longitud de calle prevista aguas arriba de la boca de tormenta resulta suficiente como para asegurar adecuadas condiciones de borde, se implementó un sistema de ajuste para cada caudal a fin de no distorsionar las condiciones de llegada del flujo a la boca de tormenta. En consecuencia, para cada caudal ensayado, se calculó el ancho superficial del escurrimiento por calle correspondiente a un régimen uniforme escurriendo en un canal de sección transversal definido por el cordón de calle y la pendiente transversal de la misma. Con este dato se efectuó una restricción a la salida de la cámara de alimentación para evitar la expansión del flujo en el ingreso a la calle.

En consecuencia se establecieron dos condiciones de ensayo principales:

1. Con restricción del flujo en el ingreso al modelo, con el objeto de concentrar el escurrimiento en la cuneta de la calle.
2. Sin restricción del flujo de ingreso, de manera que el escurrimiento ocupa el ancho de calle necesario.

La condición con restricción al flujo corresponde a la instalación de una placa de metal en la zona de ingreso del flujo con el fin de orientar y concentrar el escurrimiento hacia el cordón cuneta. Para ambas condiciones de ensayos el máximo caudal por calle ensayado fue del orden de los 100 lts/seg.

## **P.I.5. ANALISIS DE LA CAPACIDAD DE CAPTACION DE REJAS DE FONDO**

Como se expresara en el delineamiento de los objetivos del presente estudio, se planteó la posibilidad de reemplazar parcialmente las actuales rejas de fondo (tipo O.S.N.) de la ciudad de Buenos Aires. Esta posibilidad se estableció debido a que un gran número de ellas (cerca de 2200 de acuerdo a las autoridades de la ciudad de Buenos Aires), fue removida, optándose como primera medida por taparlas con tapas de hormigón armado.

Esto dio lugar al desarrollo de una reja de fondo, diseñada por el INA y la firma INDUPAG, cuyo criterio prevaleciente fue conformar una estructura resistente, más liviana y con mayor dificultad para ser extraída por manos anónimas, la que será posteriormente descripta.

### **P.I.5.1. Tipos de Rejas Ensayadas**

En la presente etapa del estudio, se evaluó el funcionamiento hidráulico de varias rejas de fondo, siendo el objetivo primordial analizar la eficiencia de cada uno de estos dispositivos. Los distintos tipos de rejas de fondo ensayados fueron los siguientes:

- **Reja OSN:** Esta reja es la de mayor uso en las redes de captación superficial de desagües pluviales, observándose en la **Figura 4** un esquema de la misma. Sus dimensiones son de 520 mm de longitud en la dirección paralela al cordón y 490 mm en la dirección normal, con un espesor de 68 mm. El material con el cual están construidas es fundición, teniendo de esta forma características resistentes a las cargas externas (debido al paso vehicular). La sección de paso del flujo se consigue por medio de 16 huecos de 26.5 mm de ancho y 195.5 mm de longitud, siendo sus extremos redondeados. De esta forma, el área total de huecos es de 805.1 cm<sup>2</sup>, es decir un 31.6% del área total de la reja.
- **Reja Tipo R1.** Este tipo de reja ha sido utilizado en la ciudad de Rosario (provincia de Santa Fé), de manera provisoria y alternativa como reposición de rejillas faltantes se han construido en madera dura, presentando dimensiones externas de 500 mm por lado. La sección de paso del flujo queda conformada por cuatro huecos de 39 mm x 352 mm, separados por barras de 68 mm, tal como se aprecia en la **Figura 5**. Esto arroja un área neta de huecos de 549 cm<sup>2</sup>, es decir un 22 % del área total de la reja.
- **Reja Tipo R2.** Es la misma reja descrita en el punto anterior, pero disponiendo las barras en sentido perpendicular al cordón de vereda.
- **Reja Modelo INA-INDUPAG.** El diseño de esta reja presenta una disposición de barras a 45° respecto al cordón de la vereda. Además, las barras presentan un desnivel para lograr una mejora en la capacidad de captación de la reja. Un detalle constructivo adicional es el redondeo de la cresta de las barras con el objeto de interferir lo menos posible con el escurrimiento y hacer más eficiente la captación. La superficie libre de paso es de 1261cm<sup>2</sup> sobre un área total de reja de 2548 cm<sup>2</sup>, es decir que la misma representa el 49.52% de la superficie total. En la **Figura 6** se puede apreciar un esquema con las dimensiones principales de este tipo de reja.

### P.I.5.2. Análisis de la capacidad de captación

La metodología de trabajo previamente expuesta fue seguida para evaluar el funcionamiento de las rejillas descritas. En todos los casos analizados, estos dispositivos de captación del flujo en calle están conformados sólo por una apertura en la superficie de la calzada en el fondo de la cuneta, ubicándose dichas rejillas de forma paralela, perpendicular o diagonalmente al cordón de vereda. Además, en esta serie de ensayos se mantuvo la pendiente longitudinal de la calle en 0.1%, mientras que la pendiente transversal fue del 2%, sin una depresión perimetral que favorezca la captación del flujo, por lo que las condiciones de aproximación resultaron ser más exigentes en cuanto a la captación del flujo.

Por otra parte, y como también fuera expresado en la presentación de la metodología experimental, se evaluó el comportamiento hidráulico de las rejillas para las dos posibles condiciones de ingreso del flujo (con y sin restricción).

#### P.I.5.2.a. Evaluación del funcionamiento con restricción en el ingreso a la calle

En virtud de la serie de ensayos realizada para cada reja con esta condición de ingreso, se relevaron el caudal por calle (Q) y el caudal captado por la reja (Qi), determinándose la *eficiencia de captación del dispositivo* a través de la relación:

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

Las siguientes tablas presentan los resultados principales de los ensayos realizados para cuatro rejillas descriptas anteriormente:

Reja OSN			Reja Indupag		
<i>Q</i> (lts/s)	<i>Q<sub>i</sub></i> (lts/s)	Eficiencia (%)	<i>Q</i> (lts/s)	<i>Q<sub>i</sub></i> (lts/s)	Eficiencia (%)
31.76	20.77	65.40	18.76	13.84	73.82
37.51	22.55	60.12	24.21	17.79	73.46
44.65	25.30	56.66	31.76	21.67	68.25
48.91	26.89	54.98	38.74	24.46	63.13
54.36	28.12	51.73	43.85	26.11	59.53
59.90	30.22	50.45	48.43	27.52	56.83
65.15	31.92	48.99	52.83	29.08	55.05
73.76	34.51	46.79	61.25	32.09	52.38
83.46	37.13	44.49	67.10	33.78	50.34
90.86	38.34	42.20	73.92	36.03	48.75
100.54	41.57	41.33	82.61	38.07	46.08
			91.37	40.19	43.99
			101.0	43.91	43.48

Reja Tipo R1			Reja Tipo R2		
<i>Q</i> (lts/s)	<i>Q<sub>i</sub></i> (lts/s)	Eficiencia (%)	<i>Q</i> (lts/s)	<i>Q<sub>i</sub></i> (lts/s)	Eficiencia (%)
30.63	19.12	62.43	20.55	14.81	72.06
37.20	21.42	57.58	29.06	17.99	61.91
45.94	23.78	51.75	39.04	21.02	53.85
53.71	25.56	47.60	47.20	22.88	48.48
62.02	27.52	44.37	49.86	23.25	46.64
69.00	29.65	42.97	55.85	23.74	42.51
72.48	30.10	41.53	59.31	24.42	41.17
82.61	32.00	38.74	66.75	25.18	37.72
90.21	33.35	36.97	72.80	26.22	36.02
102.84	36.69	35.68	82.61	26.69	32.31
			91.24	27.28	29.90
			100.77	27.88	27.66

En todos los casos se observa un aumento sostenido del caudal captado con relación al caudal circulante por calle, aunque con una tasa de crecimiento menor. En este sentido, comparando en forma relativa la respuesta de cada una de las rejillas ensayadas, surge como más eficiente el diseño de la rejilla INA - INDUPAG, tal como lo expresa la **Figura 7**.

Por otra parte, con el propósito de apreciar la mayor eficiencia de una rejilla respecto a otra, la **Figura 8** presenta la variación de la eficiencia ( $Q_i/Q$ ) con la relación caudal por calle respecto del máximo caudal ( $Q/Q_{m\acute{a}x}$ ). Tal como se puede apreciar se observa una mayor eficiencia del modelo de rejilla INA - INDUPAG, que resulta levemente mejor que la rejilla O.S.N y sensiblemente superior a los dos esquemas de las rejillas tipo R1 y R2 (empleadas en la ciudad de Rosario).

De manera complementaria, la reja de mayor eficiencia en su capacidad de captación, es decir la de INA - INDUPAG, fue comparada con la situación ideal, que queda definida por la sección de la reja totalmente libre. El resultado de este análisis se observa en las **Figuras 9 y 10**, destacándose que este diseño permite captar prácticamente el caudal máximo, lo que indica que las diagonales que la conforman no generan prácticamente interferencia en el ingreso del flujo proveniente por calle.

Reja OSN			Reja INDUPAG		
<i>Q (lts/seg)</i>	<i>Qi (lts/seg)</i>	<i>Eficiencia (%)</i>	<i>Q (lts/seg)</i>	<i>Qi (lts/seg)</i>	<i>Eficiencia (%)</i>
17.46	12.81	73.37	18.76	14.59	77.80
24.21	16.39	67.69	24.21	17.41	71.93
31.76	19.61	61.74	32.12	20.73	64.56
37.20	21.82	58.66	38.13	22.62	59.33
44.65	24.34	54.52	44.65	25.29	56.66
50.56	26.50	52.41	49.62	27.12	54.66
54.36	27.96	51.43	54.14	28.75	53.11
60.87	29.44	48.37	62.20	31.12	50.04
66.93	31.67	47.32	66.75	32.59	48.83
74.24	33.78	45.50	74.55	34.77	46.64
83.32	36.25	43.51	83.60	36.69	43.89
90.73	38.20	42.11	90.34	38.60	42.74
95.63	39.10	40.89	94.65	39.60	41.84
102.27	40.88	39.97	101.70	41.25	40.56
121.16	45.39	37.46	120.87	47.07	38.94
136.11	48.10	35.34	136.54	50.56	37.03

### P.I.5.2.b. Evaluación del funcionamiento sin restricción en el ingreso a la calle

Para la situación sin restricción al ingreso del flujo en calle en el modelo, se ensayaron sólo las rejatas de OSN y el diseño INA - INDUPAG, presentándose en la siguiente tabla los resultados obtenidos en los ensayos:

Tal como se puede apreciar en los valores expuestos en la tabla anterior no se aprecia una diferencia significativa entre una reja y otra. Sin embargo, nuevamente, el diseño de la reja INA - INDUPAG presenta valores levemente superiores a los correspondientes a la reja de OSN. En la **Figura 11** se presentan las curvas de captación para cada caso, observándose la escasa diferencia entre las rejatas.

### P.I.5.3. Configuración del flujo en el entorno de la estructura de captación

Un aspecto adicional considerado en la evaluación de los distintos tipos de rejatas es el relacionado con la configuración del flujo en el entorno de la estructura de captación.

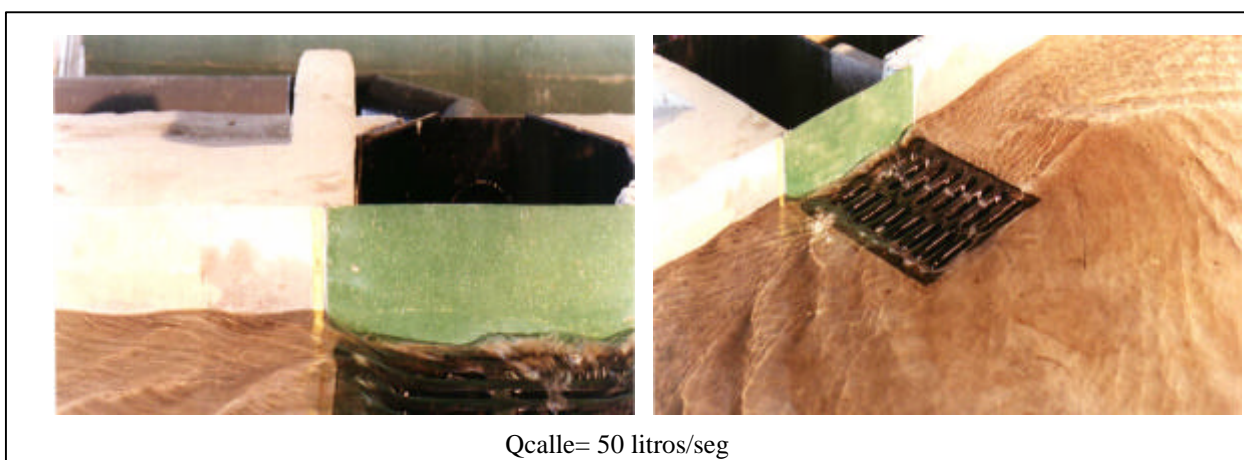
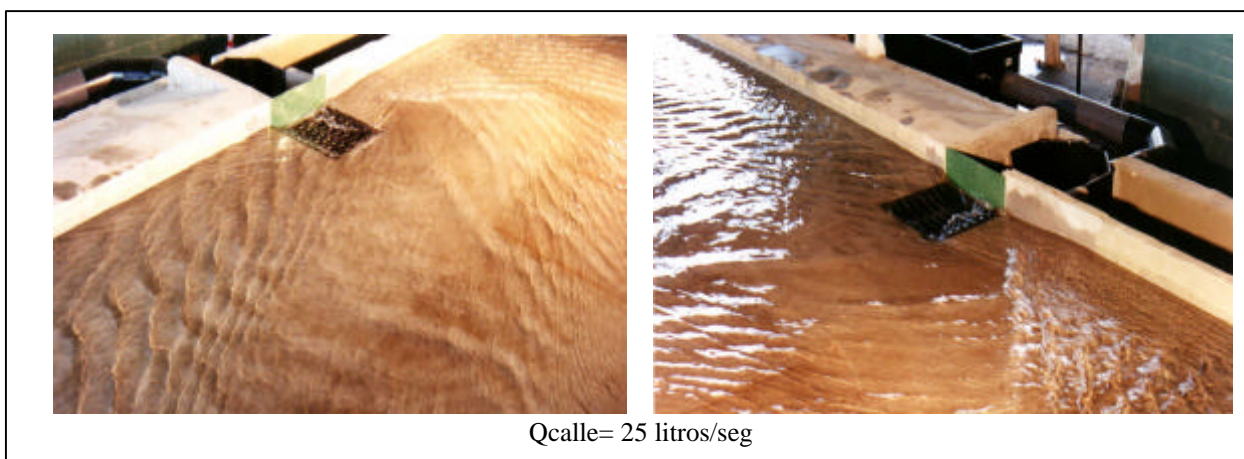
En líneas generales, la configuración del flujo aguas arriba de las rejatas es el mismo, para un caudal por calle dado, para todas las rejatas de fondo evaluadas. De todas maneras, cabe la

posibilidad de evaluar independientemente las condiciones derivadas de la restringir o no el flujo de ingreso en la cabecera de la calle.

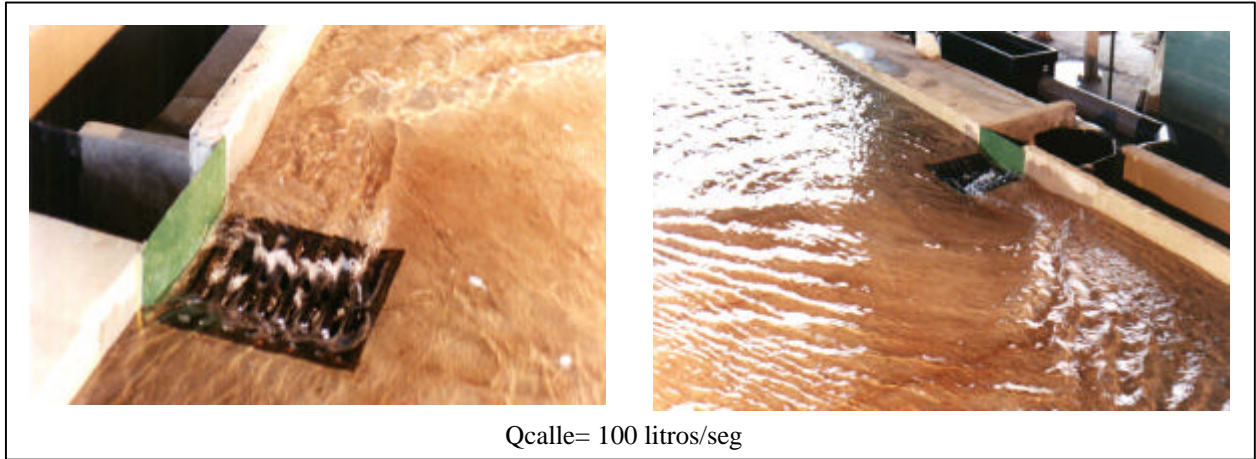
Cuando no se restringe el flujo de ingreso, para caudales levemente superiores a los 30 lts/seg el flujo tiende a ocupar el ancho total (3.50 m), adquiriendo mayor carga para caudales crecientes, y no es dirigido directamente hasta la sección de ingreso de la reja. Cuando el flujo de ingreso es restringido, lo que se hace es permitir que el mismo pase solamente por una sección, que guarda relación con el caudal en la cabecera, por lo que se encuentra más concentrado sobre la cuneta. Esta diferencia en la condición de ingreso y en la configuración del flujo, resulta así mismo en una diferente capacidad de captación, mayor para la condición con flujo restringido, situándose esta diferencia en el orden del 5%.

Sobre la reja de fondo propiamente dicha, las características que adquiere la configuración del flujo dependen directamente de la geometría de la reja y del caudal circulante, siendo posible observar en las fotografías adjuntas el comportamiento observado para cada una de las rejillas con los caudales circulantes por calle que se indican al pie de las mismas.

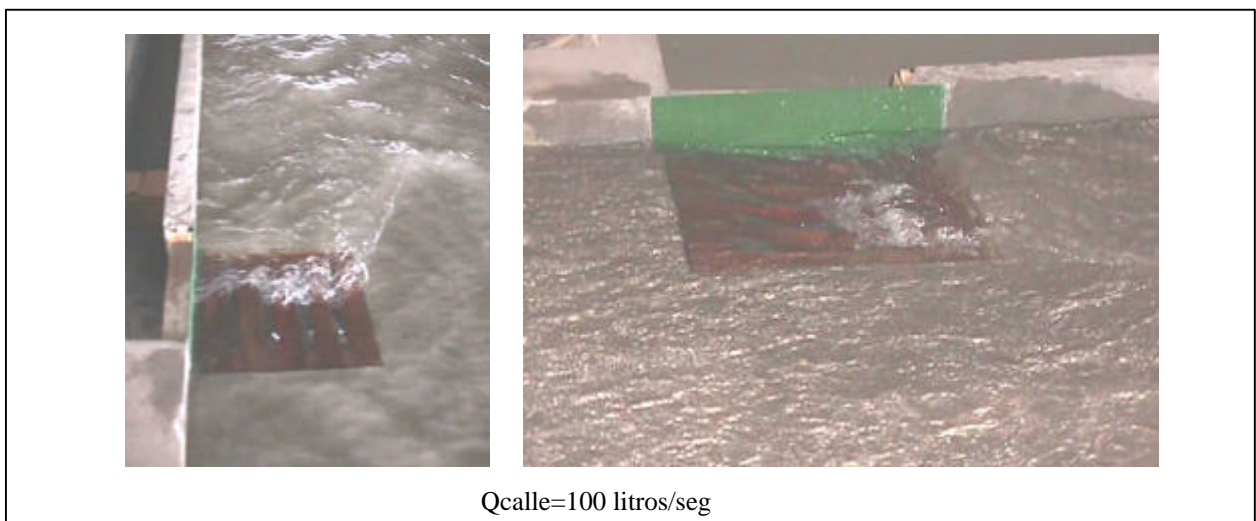
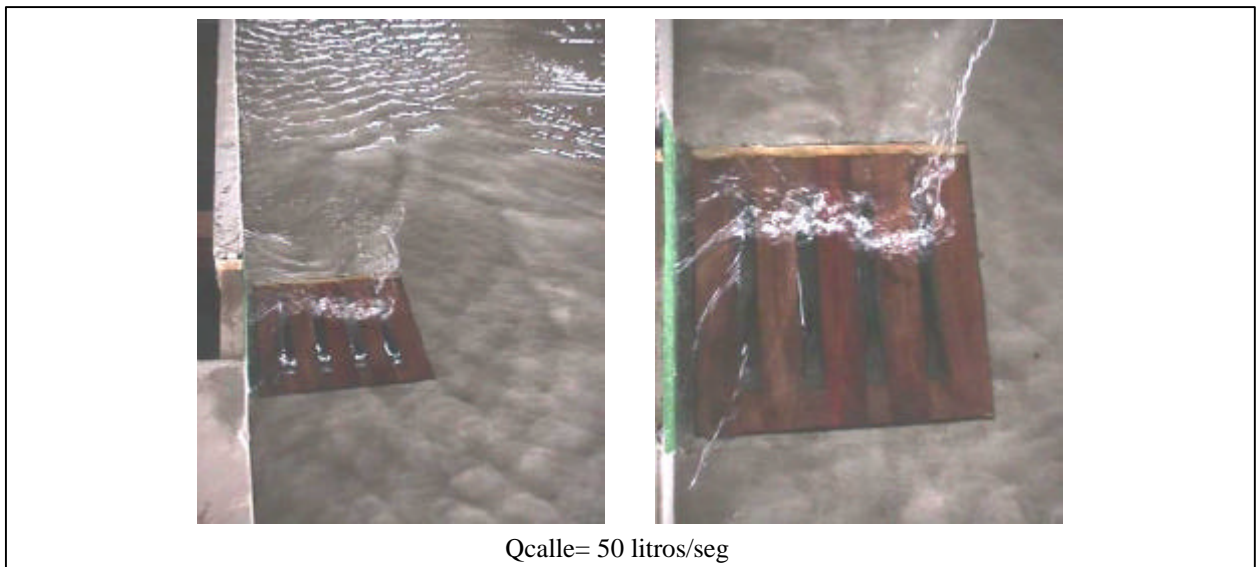
**Reja Tipo O.S.N.**



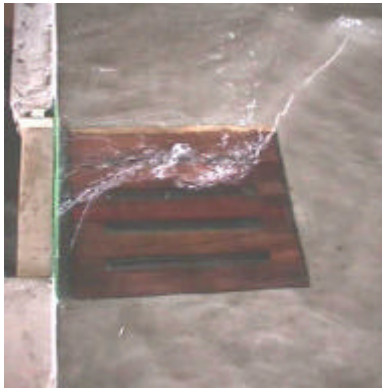




**Reja Tipo R1**



**Reja Tipo R2**



Qcalle=50 litros/seg

Qcalle=100 litros/seg



**Reja INA – INDUPAG**



Qcalle=150 litros/seg



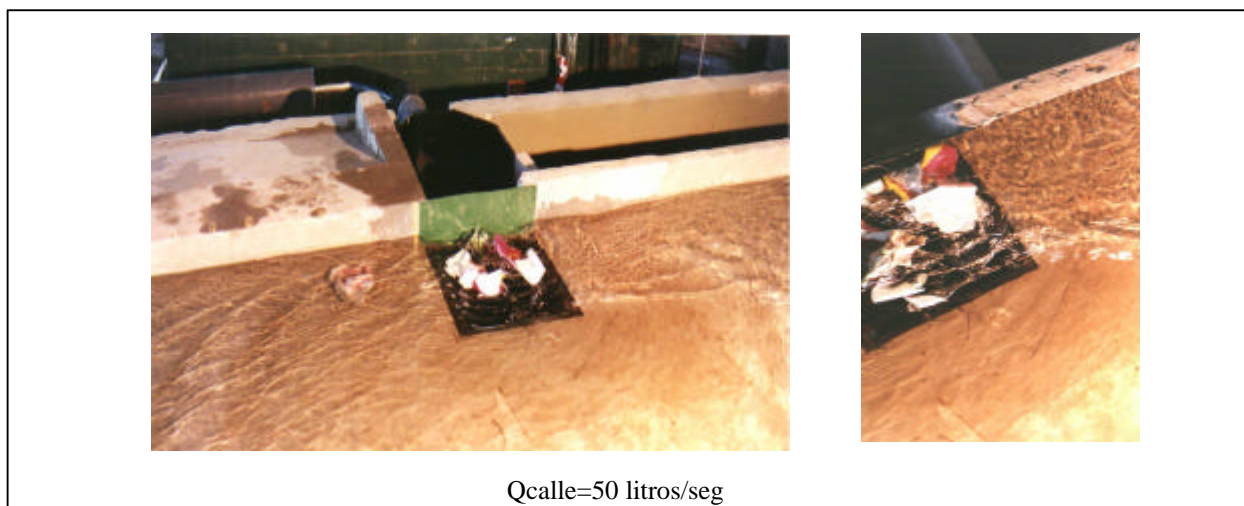
En el caso de la reja del tipo INA - INDUPAG, se observa que debido a la inclinación de las barras diagonales y a la alternancia de las mismas con respecto a su altura, el ingreso del flujo se produce con mayor facilidad que en otros casos.

#### **P.I.6. COMPARACIÓN CUALITATIVA DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS REJAS O.S.N. E INA-INDUPAG CON PRESENCIA DE BASURA**

De forma complementaria a los ensayos efectuados para determinar la eficiencia hidráulica de rejas de fondo que puedan resultar alternativas válidas de las convencionales (O.S.N.), se efectuaron una serie de ensayos tendientes a evaluar cualitativamente el comportamiento de las rejas O.S.N. Y las rejas INA - INDUPAG cuando el flujo sobre la cuneta transporta basura en suspensión. El propósito de esta experiencia es verificar la interacción de la basura sobre la reja, visualizar si este hecho reduce o no la capacidad de captación de las mismas, y observar si la basura arrojada tiende a trabarse sobre la reja, sigue su recorrido sobre la cuneta o es incorporada a la red de desagües pluviales.

De esta forma, para la serie de caudales por calle representativos (25, 50 y 100 lts/s), se arrojó aleatoriamente basura consistente en papel y segmentos de bolsas y elementos de plástico, cuya dimensión mayor no excedía las medidas de las rejas. El método de lanzamiento de la basura sobre el flujo en la zona de la cuneta, en relación con la cantidad y periodicidad del mismo, no respondió a un criterio de probada eficiencia.

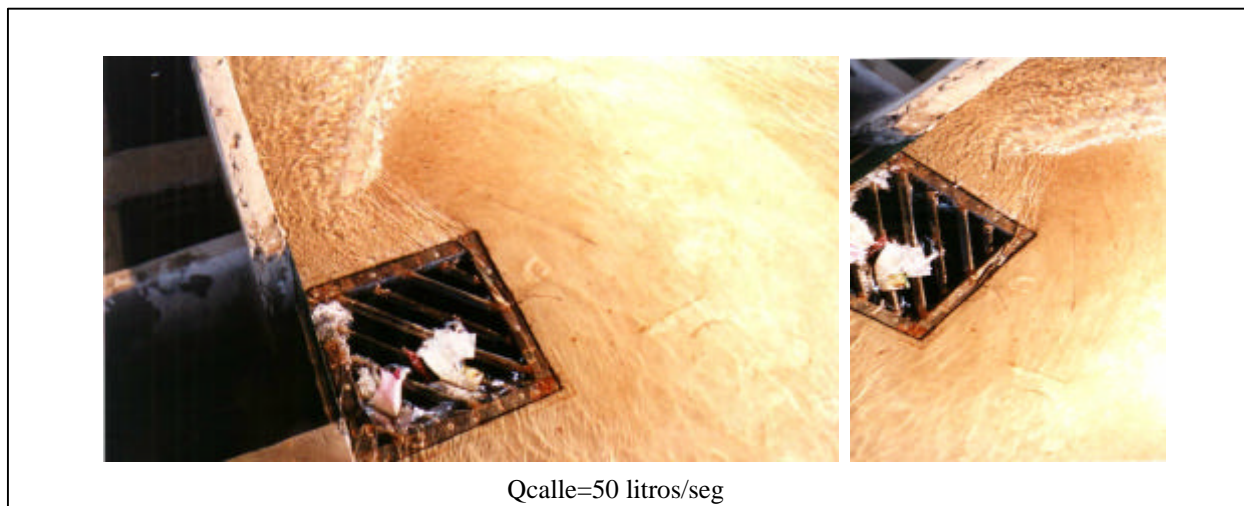
Las experiencias llevadas a cabo para la reja del tipo O.S.N. mostraron que los papeles y bolsas o segmentos de plástico tienden a pegarse sobre la superficie de la reja, por lo que la capacidad de captación de las mismas se ve fuertemente reducida. En aquellas bocas de tormenta donde se cuente con boca sobre cordón, parte del flujo será captada por el mismo, pero la eficiencia global del sistema será menor y los niveles de agua en la calle resultarían más elevados. En las fotografías adjuntas es posible apreciar el comportamiento observado en el modelo.



En el caso de las rejas de fondo del tipo INA - INDUPAG, la basura arrojada es parcialmente trabada por las barras (dispuestas a 45° respecto del cordón e inclinadas, además, respecto de la vertical) mientras que el resto es desplazado por el flujo sobre la cuneta o va hacia los desagües pluviales. En este sentido, aún cuando esto podría pensarse como beneficioso para una

lluvia puntual, ya que no se manifiesta una tendencia marcada en cerrar la sección de paso hacia el sistema de drenaje pluvial, no resulta sustentable admitir el paso de basura hacia la red de desagües. Este hecho podría dar lugar, con el transcurso del tiempo, a una obstrucción gradual de algún conducto de la red de desagües y ocasionar problemas de carácter ambiental debido a la presencia de basura que puede ser retenida en el interior de los conductos o se arroje al cuerpo receptor final.

En las fotografías adjuntas es posible apreciar el comportamiento observado en el modelo.



### P.I.7. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA REJA INA - INDUPAG

A partir de las experiencias realizadas por algunos investigadores, en especial la correspondiente al grupo de trabajo de la Universidad Politécnica de Catalunya, con la finalidad de establecer una relación entre las características geométricas de las rejatas de fondo y su eficiencia de captación, es posible definir una relación netamente empírica que posibilite obtener una idea del comportamiento de estos dispositivos previo a su verificación mediante ensayos sobre modelo físico.

De esta manera, resulta posible realizar un análisis de la eficiencia efectivamente verificada en el modelo físico y la que resultaría de las expresiones empíricas mencionadas.

Respecto a este último punto, las investigaciones realizadas en la Universidad Politécnica de Catalunya consistieron en la evaluación de la capacidad de captación de nueve rejatas de fondo diferentes, determinándose además el coeficiente de desagüe de cada una de ellas. Con los datos obtenidos de esta investigación se efectuó un ajuste entre la eficiencia de captación y la relación dada por el cociente  $Q/y$ , proponiéndose una expresión de tipo potencial:

$$E = A \cdot \left( \frac{Q}{y} \right)^{-B}$$

donde:

- E: eficiencia de captación de la reja.
- Q: caudal circulante por la calle (l/s).

y: tirante de agua inmediatamente antes de la reja (mm)  
 A, B: parámetros de ajuste.

Este ajuste se efectuó para cada una de las rejillas ensayadas, ajustándose además una correlación entre los parámetros A y B con las características geométricas de las rejillas. De esta forma, los parámetros A y B quedan expresados como:

$$A = \frac{0.39}{A_g^{-0.35} \cdot p^{-0.13}} \cdot (n_t + 1)^{0.01} \cdot (n_l + 1)^{0.11} \cdot (n_d + 1)^{0.03}$$

$$B = 0.36 \cdot \frac{long}{anch}$$

donde:

A<sub>g</sub>: área que engloba todos los huecos.  
 p: porcentaje de área de huecos respecto al área que los engloba a todos (p=100·A<sub>H</sub>/A<sub>g</sub>)  
 n<sub>t</sub>: número de barras transversales.  
 n<sub>l</sub>: número de barras longitudinales.  
 n<sub>d</sub>: número de barras diagonales.  
 long: longitud de la reja.  
 anch: ancho de la reja

Este análisis fue llevado a cabo para la reja de O.S.N., con los resultados que se ilustran en la **Figura 12**, en la que se observa un ajuste relativamente bueno en el rango de relaciones Q/y evaluadas en el modelo físico. De la misma forma, se procedió con la reja INDUPAG, observándose que la eficiencia medida excede los valores estimados. Tal circunstancia podría estar derivada de la inclinación de las rejillas, formando un ángulo de 60° respecto de la horizontal, aspecto que no es contemplado en el estudio de las rejillas llevado a cabo por la U.P.C.

### **P.I.8. READECUACIÓN DEL MODELO PARA LA EVALUACIÓN SISTEMÁTICA DE UN DISEÑO BÁSICO DE BOCAS DE TORMENTA**

Teniendo en cuenta los estudios básicos de un tipo de boca de tormenta, llevados a cabo en el año 1998, y cuyos resultados fueran expuestos en el informe “Diseños Alternativos de Bocas de Tormentas”, se encaró una segunda etapa de análisis de estos dispositivos. En este sentido, al criterio inicial de la boca de tormenta de fácil acceso para su limpieza desde vereda, se le sumó la experiencia adquirida en la evaluación de rejillas de fondo, para la situación descrita en el desarrollo previo de este informe.

Se planteó entonces como objetivo, la determinación de la eficiencia hidráulica de bocas de tormenta, abarcando una gama importante de pendientes longitudinales de calle, establecidas en primera instancia entre 0.5% y 2.5%. El esquema básico de la boca de tormenta, conformada por un sumidero de cordón y sumidero de rejillas en la cuneta, puede observarse en la **Figura 14**, destacándose que las rejillas de fondo adoptadas son las correspondientes al tipo INA - INDUPAG, aún cuando cabe la posibilidad de análisis futuros con otro tipo de rejillas.

En el marco de esta segunda etapa, se procedió al inicio de las tareas de reforma del modelo físico que representa la mitad de una calzada. Estas tareas han consistido en el recrecimiento de la cámara de carga y de los cajeros del canal, incrementando su altura para que sea posible el estudio de pendientes de calle de poco más del 2.5%. Se ha procedido también a la remoción de la estructura soporte de las rejas, encontrándose en desarrollo las tareas de conformación de las cámaras receptoras del flujo derivado por el sumidero de cordón y el derivado por la reja de fondo, así como el moldeo del fondo para la primera pendiente longitudinal a evaluar (0.5%).



Figura N° 14

## P.I.9. CONCLUSIONES PARTE I

En este primer informe de avance y con la finalidad de avanzar en el entendimiento y optimización del comportamiento hidráulico de bocas de tormenta, se han efectuado una serie de investigaciones como complemento de la etapa inicial de estos estudios, que comenzaran en 1998.

Se ha procedido a la evaluación de la eficiencia en la capacidad de captación de sumideros de rejas de diversa naturaleza, incluyendo las rejas convencionales del tipo O.S.N., el diseño de reja provisorio en uso en la ciudad de Rosario y una reja alternativa propuesta y desarrollada por el INA y por la firma Indupag.

En todos los casos, se ha considerado que las rejas de fondo se encuentran a la altura de la cuneta, sin depresión alguna que favorezca las condiciones de ingreso del flujo.

Los estudios se han llevado a cabo, básicamente, en el modelo físico a escala 1:1, especialmente construido en la Nave 1 del Laboratorio de Hidráulica del INA, que representa una media calzada, con pendiente longitudinal del 0.1% y transversal del 2%.

Los estudios efectuados en el modelo físico permitieron observar un comportamiento menos eficiente de las rejas tipo R1 y R2 (utilizadas provisoriamente en la ciudad de Rosario) frente a la reja convencional del tipo O.S.N.

El análisis de la capacidad de captación de la reja INA-Indupag muestra una eficiencia levemente mayor de este dispositivo frente a la reja O.S.N. Este incremento, que en promedio puede estimarse en un 5%, está básicamente asociado a un importante aumento

de la sección libre que alcanza un 49.5% de la sección total de la reja, frente al 31.6% que presenta la reja O.S.N.

Adicionalmente, se efectuó una evaluación expeditiva del comportamiento de las rejatas O.S.N. e INA-Indupag con presencia de basura transportada por el flujo sobre la cuneta, en las que se pudo observar que la reja INA-Indupag genera menor interferencia con el pasaje de basura. Esto, a su vez, genera un mayor ingreso de basura al sistema, lo cual no parece ser una medida razonable, salvo en los que se prevea un sistema de captación de residuos, previo a la descarga a la red pluvial.

Las experiencias llevadas a cabo para la reja del tipo O.S.N. mostraron que los papeles y bolsas o segmentos de plástico tienden a pegarse sobre la superficie de la reja, por lo que la capacidad de captación de las mismas se ve fuertemente reducida.

En el caso de la reja del tipo INA - INDUPAG, se observa que debido a la inclinación de las barras diagonales y a la alternancia de las mismas con respecto a su altura, el ingreso del flujo se produce con mayor facilidad que en otros casos y facilita el ingreso de residuos al interior de la boca de tormenta, de tal forma de no obstruir la sección de paso hacia el interior de la cámara.

Se efectuó un análisis comparativo de las rejatas ensayadas con una expresión de ajuste propuesta por la Universidad Politécnica de Catalunya, la que surge de haber analizado una serie de nueve rejatas de fondo, proponiéndose una valoración previa de su eficiencia a partir de la geometría de las mismas. El análisis muestra una buena concordancia entre la expresión propuesta y el relevamiento llevado a cabo en el modelo para una reja del tipo O.S.N., mientras que para la reja INA-Indupag surge una eficiencia medida mayor a la estimada. En este último caso, la diferencia podría estar derivada de la inclinación de las barras diagonales, lo cual no surge como factor de ajuste en los estudios de la universidad catalana.

Por otra parte, se llevaron a cabo los cambios necesarios en el modelo físico para seguir con el estudio de sistemas de captación de aguas superficiales con sumideros mixtos, siendo un objetivo adicional evaluar la sensibilidad de su comportamiento hidráulico para un rango de pendientes longitudinales entre el 0.5% y el 2.5%.

Para la segunda parte del estudio, y con el fin de completar el trabajo iniciado se instaló la nueva boca de tormenta desarrollada y descrita en el punto anterior y poder realizar los ensayos para las distintas pendientes mencionadas.



## **PARTE II: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE CAPTACIÓN DE SUMIDEROS MIXTOS Y SU INTERACCIÓN CON LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS**

### **P.II. 1. INTRODUCCIÓN PARTE II**

En esta parte del estudio se estudiará la boca de tormenta mixta desarrollada y optimizada por el INA y la empresa INDUPAG. Es necesario destacar que, aún cuando se dispone de algunos antecedentes de estudios experimentales de sumideros mixtos, los mismos no resultan totalmente abarcativos de la amplia gama de variables que intervienen en este fenómeno. Entre las mismas hay variables atribuibles a las características generales de la calzada (rugosidad, pendiente longitudinal, pendiente transversal), variables inherentes a la zona de aproximación circundante al sumidero (pendiente aguas arriba, pendiente aguas abajo, pendiente de aproximación transversal, depresión de la reja de fondo) y variables relacionadas con las características propias del diseño del sumidero. Si a esta gama de variables se le suma la posibilidad de analizar, al menos cualitativamente, cual es el comportamiento de estas bocas de tormenta frente a la presencia de residuos sólidos, el número de parámetros a tener en cuenta se torna realmente considerable.

### **P.II.2. OBJETIVOS PARTE II**

El presente proyecto tiene, entre sus objetivos fundamentales, la finalidad de analizar el funcionamiento integral de la boca de tormenta desarrollada con los diversos esquemas de rejillas de fondo, evaluando dos aspectos básicos:

El comportamiento hidráulico general, donde la eficiencia de captación del sumidero es el parámetro de mayor relevancia.

Incidencia de la basura en el funcionamiento de los sumideros.

En este sentido, aún cuando desde el punto de vista del funcionamiento de una boca de tormenta el aspecto sustancial es el relacionado con la eficiencia hidráulica de la misma, ha aparecido en los últimos tiempos la necesidad de contemplar un aspecto adicional que es el vinculado con la interferencia que la basura, en sus diferentes modalidades, puede provocar en un sistema de captación de aguas pluviales.

### **P.II.3. METODOLOGÍA DE TRABAJO**

A los efectos de dar cumplimiento efectivo a los objetivos planteados se ha empleado como herramienta fundamental un modelo físico a escala 1:1, cuya descripción completa se presenta en el **Anexo II**. En el mismo, se ha representado media calzada de una calle, con un ancho de 3.50 m y una longitud de 16.20 m, de manera que se generen las condiciones para el desarrollo del flujo. A aproximadamente 10 metros de la sección aguas arriba de la calle, se ha previsto un espacio para la colocación de la boca de tormenta que se vaya a analizar, disponiéndose de dos canales de aforo para efectuar la medición aislada de los caudales captados por cordón y por cuneta.

En la realización de los ensayos con la metodología que se expone posteriormente, se han considerado las siguientes condiciones de borde:

## ***I. Calle***

- a. Pendiente longitudinal:
  - i. Caso 1:  $i=0.1\%$
  - ii. Caso 2:  $i=0.5\%$
- b. Pendiente transversal: 2 %
- c. Sección de la cuneta: Triangular
- d. Tipo de superficie: acabado superficial liso (carpeta de mortero)

Un esquema del modelo se aprecia en la **Figura 1**.

## ***II. Caudales***

El rango de caudales analizados se extendió hasta alrededor de 200 l/s como gasto entrante a la media calzada representada en el modelo, sin ningún tipo de restricción en el ancho de la calzada.

Con el objetivo de proceder a la evaluación hidráulica de los distintos tipos de sumideros, se han efectuado una serie de ensayos consistentes en fijar el caudal ingresante por calle ( $Q_c$ ), y efectuar las determinaciones de los caudales captados por cordón o ventana ( $Q_v$ ), caudal captado por cuneta ( $Q_f$ ) y caudal total tomado por la boca de tormenta ( $Q_b$ ). Efectuando estas determinaciones para una amplia gama de caudales por calle, es posible trazar una curva de captación del sumidero analizado para las condiciones de borde particulares dadas por las pendientes de la calle, su rugosidad, las condiciones locales de aproximación y la geometría del sumidero. En todos los casos, se efectuó además un relevamiento del tirante en el borde aguas arriba del sumidero, procurando relacionar este tirante con la capacidad de captación de la boca de tormenta.

De manera complementaria, se realizó un relevamiento de tirantes en el entorno del sumidero con el fin de valorar las condiciones de ingreso y su relación con la eficiencia de las bocas.

Esta metodología permite entonces determinar, para las condiciones singulares analizadas, cual es el mejor dispositivo desde el punto de vista hidráulico.

Por otro lado, se efectuaron algunas determinaciones cualitativas atendiendo a la necesidad de evaluar el comportamiento de una boca de tormenta en relación con la eventual interferencia que provocaría la presencia de basura en la calzada, que sería arrastrada por el escurrimiento superficial. Los residuos que mayores complicaciones generan para el funcionamiento de un sumidero son las clásicas bolsas de residuos, botellas, latas de bebidas ( $354 \text{ cm}^3$ ), diarios, papeles y las hojas grandes de algunos árboles, los que pueden obstaculizar parcial o totalmente la sección de escurrimiento de un sumidero.

Si bien no hay criterios extendidos sobre la modalidad de verificación de tales residuos sobre la eficiencia de una boca de tormenta, se han hecho pruebas expeditivas arrojando basuras sobre la calle en cantidades importantes, y aumentando el caudal desde cero hasta alcanzar alrededor de 150 l/s. El concepto radica en partir de la condición previa a una lluvia, con basura dispuesta arbitrariamente sobre la calle, e ir aumentando lentamente el flujo por calle lo cual da lugar a un escurrimiento superficial. De esta manera, se procede a observar el modo en que se dispone la basura existente más aquella que eventualmente podría seguir viniendo por calle proveniente de sectores más alejados de la cuenca de aporte a un sumidero particular.

Cabe decir que el sistema analizado, el cual se representa en la **Figura 2**, dispone de un

canasto colector para los residuos que pudieran pasar a través de la boca de tormenta, el cual puede retener basura cuyas dimensiones iguallen o superen las dimensiones de una lata de gaseosa. La metodología planteada permitirá determinar, al menos cualitativamente, que sumidero sufre un menor bloqueo por la acción de la basura. Es importante remarcar que el análisis es meramente comparativo, dado que, por ejemplo, la presencia de ramas de árboles puede obstaculizar totalmente el mejor de los sumideros.

#### P.II.4. DESCRIPCION DE LAS VARIANTES ANALIZADAS

Durante el desarrollo del estudio se han contemplado varias alternativas de sumideros mixtos, conformados por la captación por cordón (ventana) y la captación por cuneta a través de rejas de fondo.

1. En primera medida se evaluó la eficiencia del sistema conformado por el sumidero mixto sin rejas de fondo, es decir con la superficie totalmente libre. El objetivo de esta evaluación, cuyo esquema puede observarse en la **Figura 3**, es evaluar la máxima capacidad de captación que puede tener una boca de tormenta con las condiciones de borde que caracterizan esta serie de ensayos.
2. En segundo lugar se evaluó la capacidad de captación del sumidero mixto representado en la **Figura 4**. El mismo, al igual que el anterior y todos los posteriormente testeados, tiene una ventana lateral de 1.03 m de longitud y 0.27 m de altura, los cuales están 0.15 m por encima del nivel de calle y 0.12 m como depresión local generada ad-hoc. En este caso, se disponen dos rejas del tipo O.S.N., con sus secciones de paso ubicadas paralelamente al cordón. Sus dimensiones son de 520 mm de longitud en la dirección paralela al cordón y 490 mm en la dirección normal, con un espesor de 68 mm. El material con el cual están construidas es fundición, teniendo de esta forma características resistentes a las cargas externas (debido al paso vehicular). La sección de paso del flujo se consigue por medio de 16 huecos de 26.5 mm de ancho y 195.5 mm de longitud, siendo sus extremos redondeados. De esta forma, el área total de huecos es de 1610.2 cm<sup>2</sup>, es decir un 31.6% del área total de la reja.
3. La tercera variante analizada es la relacionada con un proyecto de desarrollo de sumideros de rejas en la que participan de manera conjunta el INA (en la faz de su evaluación hidráulica) y la empresa Indupag S.A. (como fabricante). Dicha alternativa se presenta en la **Figura 5** (INA-Indupag: Variante 1), respondiendo su criterio de diseño a la posibilidad de reducir la obstaculización del sumidero que es factible de observar con las rejas del tipo O.S.N., sabiendo de la posibilidad de colocar un dispositivo de recepción de los residuos que puedan atravesar la boca de tormenta (canasto colector). El diseño de esta reja presenta una disposición de barras a 45° respecto al cordón de la vereda y de 30° respecto del plano vertical. Además, las barras presentan un desnivel para lograr una mejora en la capacidad de captación de la reja. Un detalle constructivo adicional es el redondeo de la cresta de las barras con el objeto de interferir lo menos posible con el escurrimiento y hacer más eficiente la captación. La superficie libre de paso es de 2522 cm<sup>2</sup> sobre un área total de reja de 5096 cm<sup>2</sup>, es decir que la misma representa el 49.52% de la superficie total.
4. A partir de la conformación dada en la **Figura 5**, se evaluaron tres posibilidades diferentes en cuanto a obstaculización de la reja de fondo, las cuales quedan



representadas en las **Figuras 6, 7 y 8**. La **Figura 6** presenta una obstrucción completa de la reja de fondo, la **Figura 7** simula el caso de que el 50% de la sección aguas arriba de la reja de fondo quede inhabilitada por la basura, y la **Figura 8** es el caso donde el 50 % de la sección aguas abajo queda obstruida.

5. A partir de los resultados observados, tanto en eficiencia como en caracterización de la configuración del flujo, se definió el esquema de reja de fondo que se aprecia en la **Figura 9** (INA-Indupag: Variante 2), donde el sector de reja próximo a la zona de pendiente longitudinal adversa ha sido modificado. Tal cual se observa, se cambió la orientación de las rejas respecto de su plano vertical, para tratar de favorecer de esa forma la captación del caudal circulante en esta región. Con la presente variante, la superficie libre de paso es de 2187.3 cm<sup>2</sup> sobre un área total de reja de 5098 cm<sup>2</sup>, es decir que la misma representa el 42.9 % de la superficie total.
6. Por último, se evaluó el funcionamiento de un sumidero cuya reja de fondo queda conformada por dos medias rejas cuyas diagonales se orientan a +45° y -45° respecto del cordón (INA-Indupag: Variante 3). Con este diseño se procura incrementar el ingreso de agua, en especial en la mitad aguas abajo, observándose un esquema de la misma en la **Figura 10**. Este esquema de reja de fondo tiene una superficie libre de paso de 2169.1 cm<sup>2</sup> sobre un área total de reja de 5098 cm<sup>2</sup>, lo que arroja el 42.54 % de la superficie total.

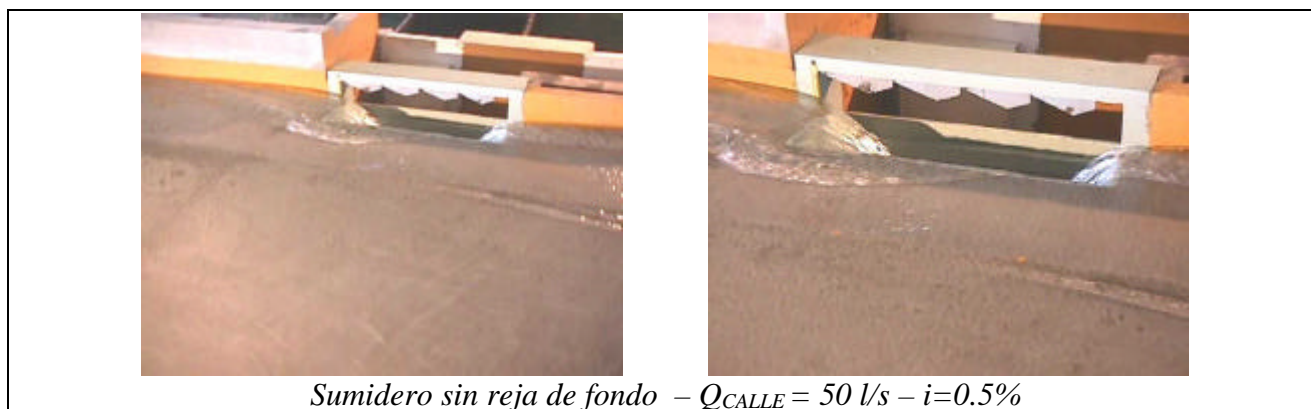
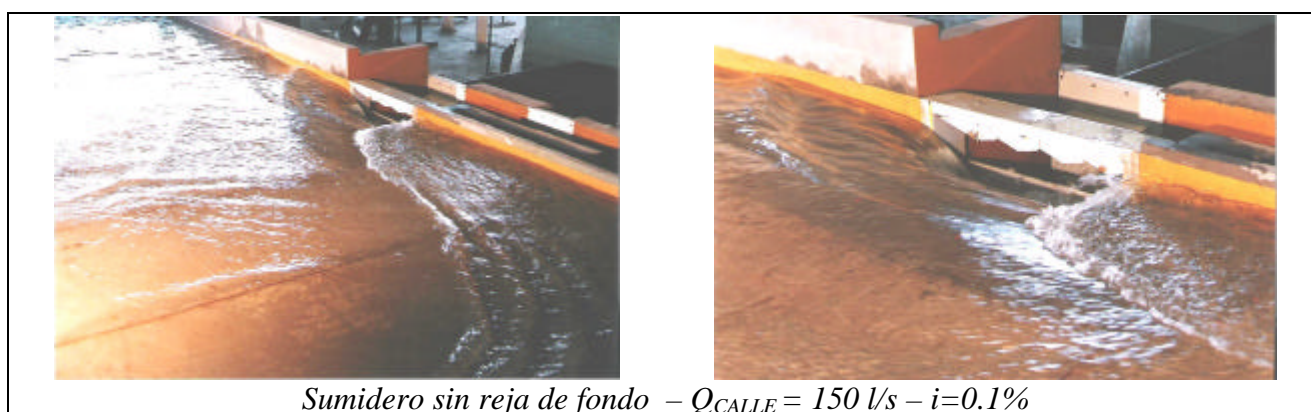
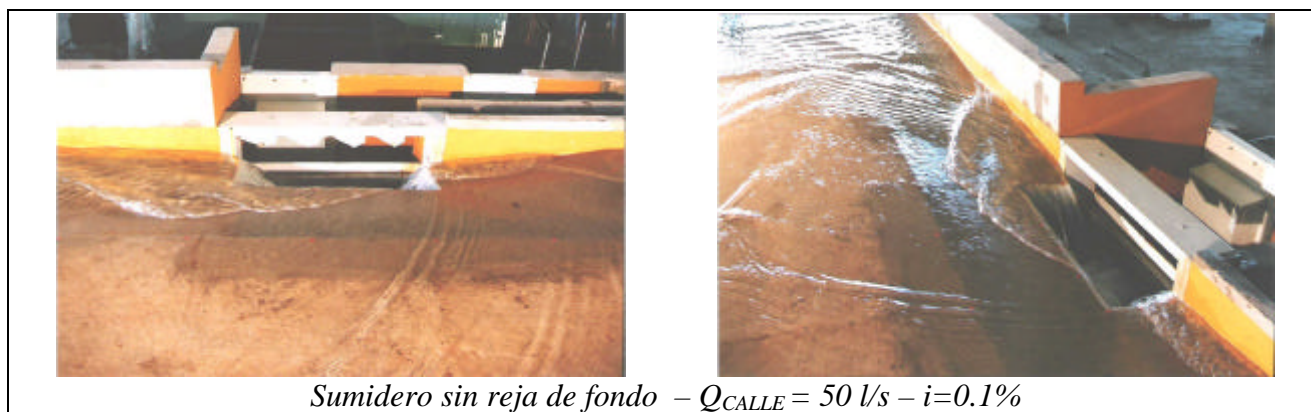
## **P.II.5. EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE LOS SUMIDEROS SIN PRESENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS**

### **P.II.5.1. Sumidero mixto INA-Indupag con rejas de fondo libres**

En primera medida se analizó el funcionamiento sin rejas de fondo sobre la cuneta. La finalidad de esta evaluación fue determinar la máxima capacidad de captación que puede tener el sistema para las condiciones de borde que surgen de la pendiente longitudinal y transversal de la calle, condiciones locales de aproximación, etc.

En cuanto a la configuración del flujo observada en el entorno de la boca de tormenta, se observa que la llamada local producida a causa de la depresión de 12 cm del sumidero respecto del nivel de calle es de marcada significación en cuanto a la eficiencia hidráulica. En efecto, tal como se observa en la **Figura 11**, la llamada se produce mediante una caída del tramo aguas arriba de 0.12 m en 2.00 m, con una pendiente adversa a la salida del sumidero de 0.12 m en 0.90 m de longitud, mientras que la pendiente transversal se produce como causa de una caída de 0.085 m en 0.50 m de longitud.

A los efectos de caracterizar el flujo, se procedió a realizar un relevamiento de tirantes en el límite donde se produce el cambio de pendiente para generar la depresión local y en correspondencia con el perímetro de la zona de captación sobre cuneta. En las **Figuras 12 y 13** se observa la dirección del flujo y los tirantes relevados en 27 puntos, para las pendientes longitudinales de calle del 0.1% y 0.5%. La configuración característica para ambos caudales se distingue por una fuerte llamada originada por la depresión con la cual se dispone la zona de captación de fondo, observándose que en el extremo final del sumidero el ingreso se produce desde aguas abajo, siendo factible apreciar algunos aspectos del funcionamiento en las fotografías adjuntas.



Con el aumento del caudal, se observa además un incremento generalizado de los tirantes, destacándose particularmente que los tirantes más altos tienden a darse en el extremo aguas abajo del sumidero. Esto ocurre como consecuencia de la formación de un resalto hidráulico cuyo frente se alinea prácticamente con la línea recta definida por los puntos 13 y 20. De todas maneras, no se observa ahogamiento de la sección de la ventana sobre cordón, destacándose solamente una leve interferencia con los deflectores a  $45^\circ$  que se observan en la **Figura 2**.



Desde el punto de vista de la determinación de la capacidad de captación, los ensayos para una pendiente longitudinal del 0.1% permitieron verificar que casi la totalidad del caudal es captado por la sección libre de 0.50 m x 1.00 m ubicada sobre la cuneta, tal como surge de la **Figura 14**. En efecto, en el rango de caudales ensayados que se extendió hasta el orden de 200 l/s de aporte por calle, esto es aguas arriba del sumidero, se puede observar que sólo una fracción muy reducida es captada por la ventana sobre cordón. Por caso, para un caudal por calle de 200.4 l/s, el sistema completo capta 135.6 l/s, los cuales se distribuyen como 134.2 l/s por la sección libre sobre la cuneta y sólo 1.4 l/s por la abertura vertical en el cordón.

Con el aumento de la pendiente al 0.5%, se detecta una caída significativa del caudal captado por el sumidero, arrojando la curva que se aprecia en la **Figura 15**. Por caso, para un caudal por calle de 201.6 l/s, el caudal captado por el sumidero sin reja de fondo alcanza sólo 93.0 l/s.

En la **Figura 16** es posible apreciar una comparación de la captación de este esquema para las dos pendientes longitudinales, observándose que tanto la captación de fondo como por cordón es inferior para la mayor pendiente. Tomando nuevamente como referencia un gasto entrante por calle de 200 l/s, la capacidad de captación del sumidero mixto sin rejas de fondo con una pendiente  $i=0.1\%$  es 42 l/s mayor a la que se determina para  $i=0.5\%$ .

Otra medida posible de la eficiencia del esquema de sumidero mixto sin rejas de fondo es mediante el parámetro de eficiencia  $E$ , el cual resulta de la relación del caudal captado por el dispositivo sobre el caudal total por calle ( $E = Q_b/Q$ ). En la **Figura 17** resulta posible apreciar la variación de este parámetro en función de  $Q/Q_{ct}$ , donde  $Q$  es el caudal circulante por calle dividido por el caudal máximo que puede erogarse por la cuneta de sección transversal triangular sin anegar el centro de la calzada, destacándose que la eficiencia es mayor para la menor pendiente ( $i=0.1\%$ ). En la **Figura 18** es posible observar un esquema de dicha sección, con la expresión de cálculo dada por la ecuación de Manning. En términos absolutos, es también posible determinar la evolución del caudal incorporado por el sumidero en función del tirante medido en la sección extrema aguas arriba de la ventana sobre el cordón de la vereda. Esta apreciación reafirma la tendencia manifestada, observándose que para un mismo tirante medido el caudal captado por la boca de tormenta es superior para el esquema inserto en la calle con pendiente longitudinal del 0.1%.

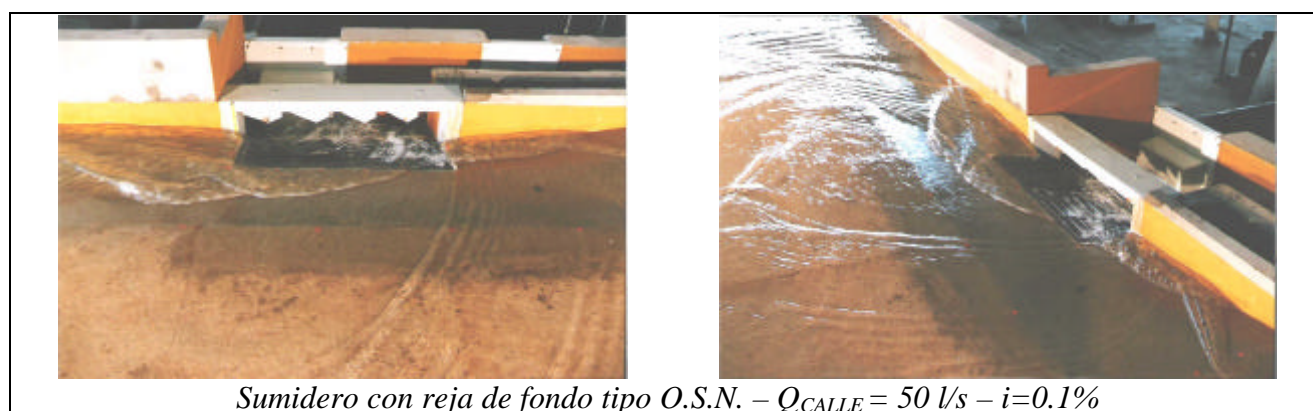


### P.II.5.2. Sumidero mixto INA - Indupag con rejas de fondo tipo O.S.N.

Dado que la gran mayoría de los sumideros cuentan en la actualidad con las rejas de fondo homologadas por la ya desaparecida empresa estatal Obras Sanitarias de la Nación (O.S.N.), se procedió a evaluar el funcionamiento del sistema mixto con la disposición de estas rejas.

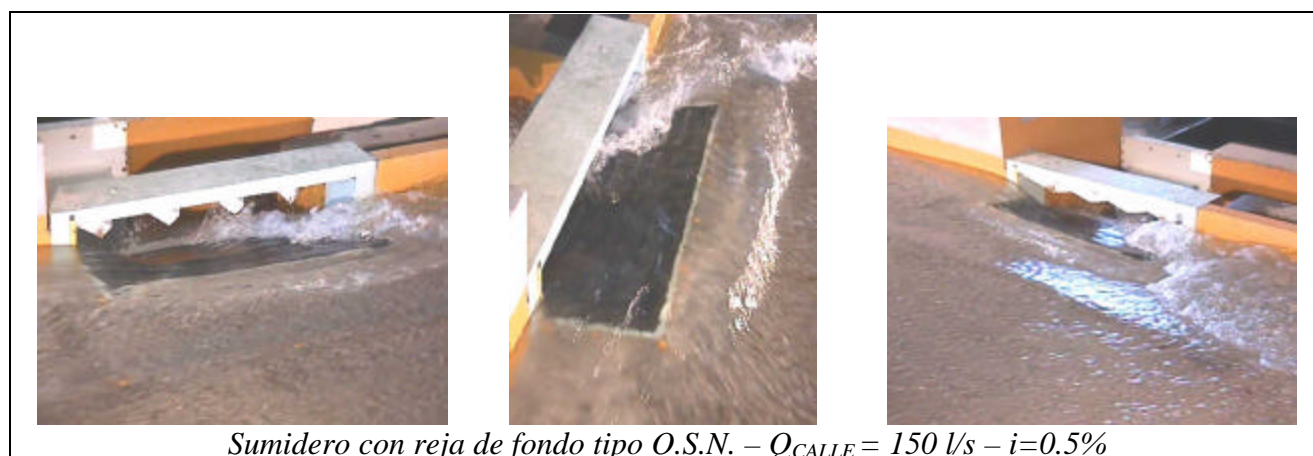


Tanto con la pendiente de calle del 0.1% como con el 0.5%, la configuración del flujo en el entorno del sumidero es muy similar a la descripta para el esquema sin rejas de fondo, tal como surge de la observación de las fotografías adjuntas.



Desde el punto de vista de la capacidad de captación para  $i=0.1\%$ , las curvas determinadas en el modelo se pueden apreciar en la **Figura 19**. Allí se observa que la captación alcanza casi los 120 l/s para un caudal de ingreso en la cabecera de la calle de 200 l/s. Estos 120 l/s son tomados de manera que las rejas de fondo captan alrededor de 102 l/s, mientras que la ventana sobre el cordón recibe sólo 18 l/s. De hecho, en el funcionamiento de este dispositivo se observa que el caudal que ingresa por la ventana vertical es el que resulta de la interacción del flujo de retroceso, en el borde aguas abajo del sumidero, siendo ingresados en el último tercio de la abertura sobre el cordón.

Cuando la pendiente longitudinal de la calle es incrementada hasta 0.5%, la capacidad de captación del sumidero se ve significativamente reducida, observándose por caso, que para un caudal por calle de 200 l/s, el caudal captado total es de 88.6 l/s, siendo 75 l/s tomados por la reja de fondo y 13.6 l/s por la ventana lateral en el cordón. La variación de las curvas de captación se ve reflejada en todo su rango operativo en la **Figura 20**.



A los efectos de realizar una comparación de este aspecto del funcionamiento hidráulico, la **Figura 21** presenta las curvas comparativas de los sumideros para las pendientes longitudinales de calle del 0.1% y el 0.5%. Observándose que la captación por cuneta, cordón y la total es siempre mayor para la menor pendiente. Por caso, para un gasto de referencia de 200 l/s, la capacidad de captación del sumidero mixto con rejas O.S.N. con una pendiente  $i=0.1\%$  es 31 l/s mayor a la que se logra para  $i=0.5\%$ .

En términos de eficiencia, la **Figura 22** refleja que la misma es más elevada para la pendiente del 0.1%, repitiendo la tendencia manifestada en el punto 5.1. De igual modo, la capacidad de captación como función del tirante relevado en el borde aguas arriba del sumidero marca un mejor rendimiento relativo de este esquema cuando la pendiente es del 0.1%.

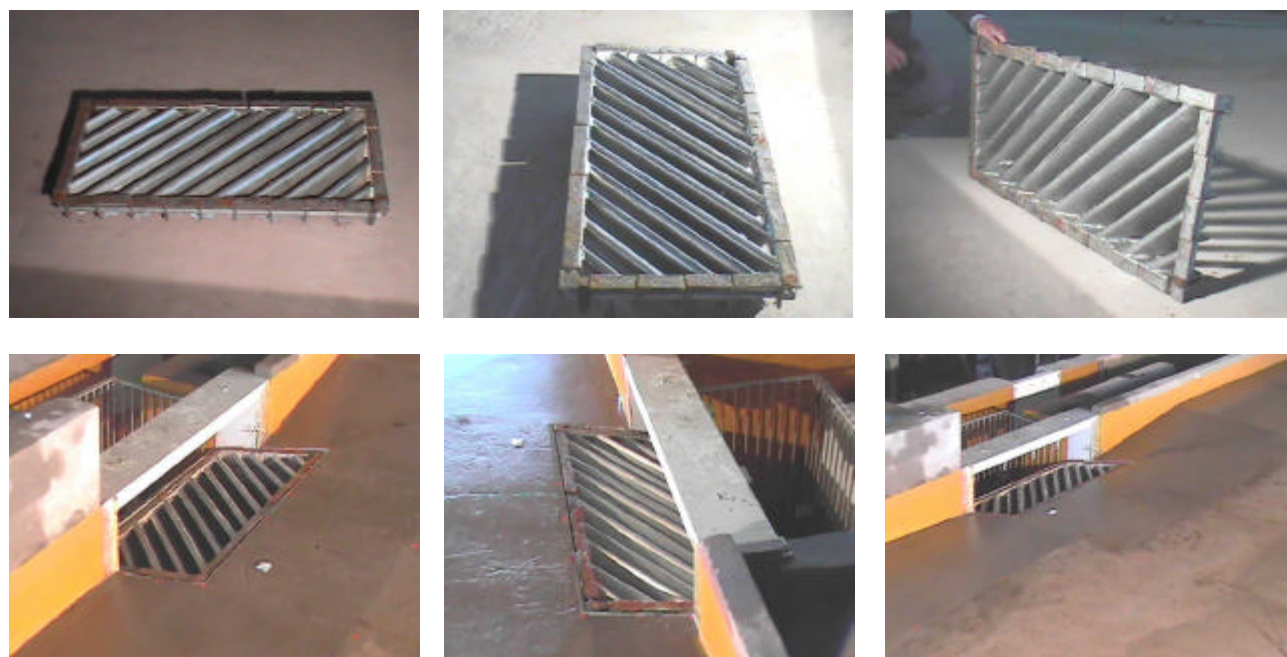
### **P.II.5.3. Sumidero mixto INA-Indupag con rejas de fondo tipo INA-Indupag S.A. – Variante 1**

Atendiendo los objetivos básicos del presente estudio, dados por la evaluación de sumideros que aseguren una buena performance hidráulica y que presenten un comportamiento compatible con



la presencia de residuos sólidos urbanos, se diseñó un modelo de reja de fondo que guarda las características que se aprecian en la **Figura 5**. Este diseño se evaluó oportunamente en un modelo donde se analizó exclusivamente el funcionamiento hidráulico de una reja de fondo de 0.50 m de lado ubicada en una calle de 0.1% de pendiente longitudinal y 2% de pendiente transversal sin ningún tipo de depresión local que favorezca el ingreso del agua a la misma.

El objetivo de esta etapa es extender esta reja a una de mayores dimensiones, es decir de aproximadamente 0.50 m x 1.00 m, la cual formará parte de un sumidero mixto con las características geométricas y de aproximación ya descritas.



Su evaluación hidráulica permite apreciar una configuración del flujo en la zona perimetral a la misma que resulta muy semejante a la que se presentara en 5.1, para las pendientes del 0.1% y 0.5%. Un aspecto característico de esta reja es que por la disposición de las diagonales a 45°, las cuales presentan además un desvío de 30° respecto del plano vertical, el flujo tiende a ser directamente tomado por la reja de fondo, siendo particularmente evidente este aspecto en la mitad aguas arriba. En el tercio inferior de la reja de fondo, como consecuencia del incremento de tirantes en la zona de pendiente adversa, la captación por las rejillas sobre cuneta tiende a ser inferior, tomando más caudal sobre la ventana vertical.

En cuanto a la capacidad de captación, la **Figura 23** permite apreciar su variación con el caudal por calle cuando la misma presenta una pendiente longitudinal del 0.1%, observándose que la boca en su conjunto tiene una eficiencia apenas inferior a la relevada con rejillas de fondo tipo O.S.N. En el presente caso, para un caudal por calle de 200 l/s, el caudal captado es de aproximadamente 117 l/s, contra 120 l/s tomados por el sumidero con rejillas O.S.N. Además, casi el total de la captación se efectúa por la reja de fondo (114 l/s) y sólo 3 l/s son tomados por la ventana sobre cordón.



*Sumidero con reja de fondo INA-Indupag S.A. – Variante 1 –  $Q_{CALLE} = 50 \text{ l/s} - i=0.1\%$*



*Sumidero con reja de fondo INA-Indupag S.A. – Variante 1 –  $Q_{CALLE} = 150 \text{ l/s} - i=0.1\%$*



*Sumidero con reja de fondo INA-Indupag S.A. – Variante 1 –  $Q_{CALLE} = 50 \text{ l/s} - i=0.5\%$*



*Sumidero con reja de fondo INA-Indupag S.A. – Variante 1 –  $Q_{CALLE} = 150 \text{ l/s} - i=0.5\%$*



Con una pendiente del 0.5%, la **Figura 24** muestra que la capacidad de captación se ve disminuida. Tomando como referencia un caudal por calle de 200 l/s, se aprecia que el sumidero toma 85 l/s, de los que 83 l/s son captados por la reja de fondo y sólo 2 l/s por la abertura sobre el cordón.

A los efectos de comparar el funcionamiento hidráulico de este sumidero mixto para las pendientes longitudinales de calle, la **Figura 25** exhibe la capacidad de captación por cuneta, cordón y total, así como el caudal pasante (no captado). En la misma resulta posible observar la diferencia entre ambas situaciones, con una capacidad de captación netamente superior con la pendiente del 0.1%; esto se trasluce, para un caudal por calle de 200 l/s, en una captación 32 l/s superior a la que resulta para la calle con  $i=0.5\%$ .

En relación con la eficiencia del sumidero, expresada en términos de caudal captado sobre caudal por calle, la **Figura 26** permite observar una eficiencia mejor para la menor pendiente. Asimismo, la curva que representa la variación del caudal captado (en l/s) en función del tirante medido en el borde aguas arriba de la ventana sobre cordón, manifiesta, para todo el rango de caudales testeados, un mejor comportamiento con la pendiente inferior.

#### **P.II.5.4. Sumidero mixto INA - Indupag con rejjas de fondo tipo INA - Indupag S.A. - Variante 1 con distintos grados de obstrucción**

Dado que la finalidad del presente estudio incluye una evaluación de la afectación que puede generar la presencia de basura sobre el rendimiento hidráulico de los sumideros, se procedió a determinar la eficiencia de los mismos con rejjas de fondo del tipo INA-Indupag - Variante 1 cuando las mismas sufren distintos grados de obstrucción. Este análisis incluyó una obturación completa de la reja de fondo y dos obturaciones parciales del 50%.

Con una pendiente del 0.1%, la completa obstrucción de la sección de pasaje de las rejjas (**Figura 6**) da lugar a una importante disminución de la captación total. En este caso, para un caudal de aporte de 200 l/s, el caudal captado alcanza los 93 l/s, es decir 24 l/s menos de los que toma la boca en condiciones normales, tal como se observa en la **Figura 27**. Para la pendiente longitudinal del 0.5% y el mismo porcentaje de obturación, la captación del sumidero es menor, tomando sólo 61.5 l/s cuando el gasto que circula por la calzada es de 200 l/s, tal como surge de la **Figura 28**.

Con la finalidad de clarificar este aspecto, la **Figura 29** permite observar conjuntamente las curvas de captación para las dos situaciones analizadas, apreciándose tal disminución en todo el rango operativo.







Para las condiciones de obstrucción del 50% esquematizadas en las **Figuras 7 y 8**, que representan el cierre de la mitad aguas arriba y la mitad aguas abajo de la reja de fondo respectivamente, las curvas de captación en función del caudal de aporte para las pendientes del 0.1% y 0.5% son las dadas por las **Figuras 30, 31, 32 y 33**.



Para el caso en que la calzada presenta una pendiente longitudinal del 0.1%, la curva de captación con la mitad aguas arriba cerrada muestra, en la **Figura 30**, que la capacidad total del sumidero para un gasto entrante de 200 l/s es de 114 l/s, es decir del 97.4% de lo que capta el sistema sin obstrucciones, ingresando 27 l/s por la reja de fondo y los restantes 87 l/s por la sección

abierta sobre el cordón. La **Figura 32** muestra las mismas curvas para la situación derivada de obstruir la mitad aguas abajo de la reja de fondo. De la misma se destaca que la capacidad total es de 111 l/s (94.9% de los que toma el sumidero sin obturación), de los que 80.5 l/s son captados por la cuneta y 30.5 l/s por la abertura en el cordón.





Por otro lado, en el caso en el que la pendiente longitudinal de la calle es del 0.5%, la curva de captación con la obstrucción de la mitad aguas arriba de la reja de fondo (**Figura 31**) indica, como caso testigo, que el sumidero capta 88.1 l/s con  $i=0.1\%$ , disminuyendo este valor a 82.1 l/s para  $i=0.5\%$ .

De este análisis expeditivo con distintos grados de obturación parcial de la reja de fondo, resulta importante remarcar que la capacidad de captación total del sistema se ve apenas disminuida en comparación con el esquema de rejas sin obturar. Una característica relevante que vale la pena remarcar para los casos de cierres parciales analizados, es que se observa un cambio en cuanto al sector de la estructura (cordón o cuneta) que mayor captación logra. En efecto, y tomando por ejemplo el caso correspondiente a  $i=0.1\%$ , cuando se obtura el 50% aguas arriba de la reja de fondo, el 76.3% del caudal captado es tomado por la sección abierta en correspondencia con el cordón; en cambio, cuando se cierra la mitad aguas abajo, sólo el 27.5% es tomada por el cordón, mientras que el 72.5% restante es tomado por la reja de fondo.

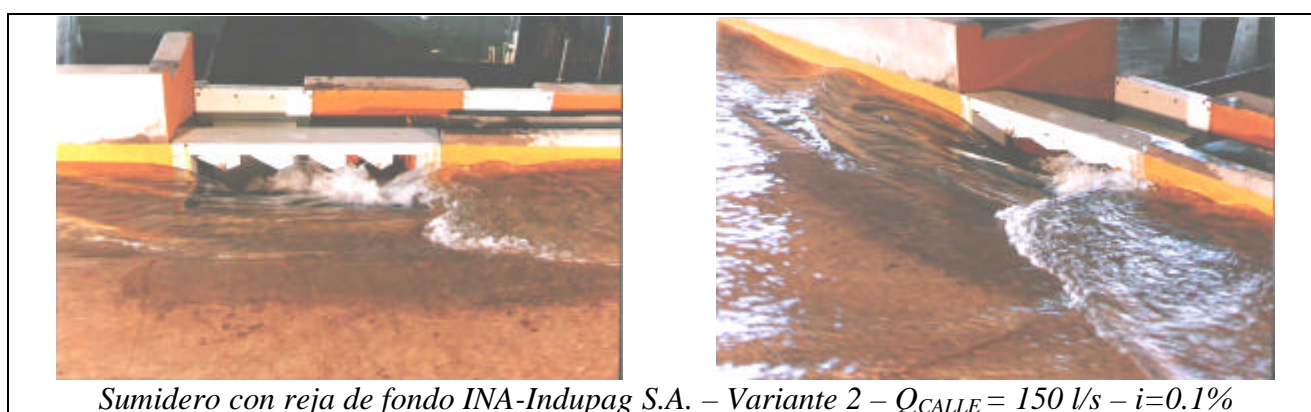
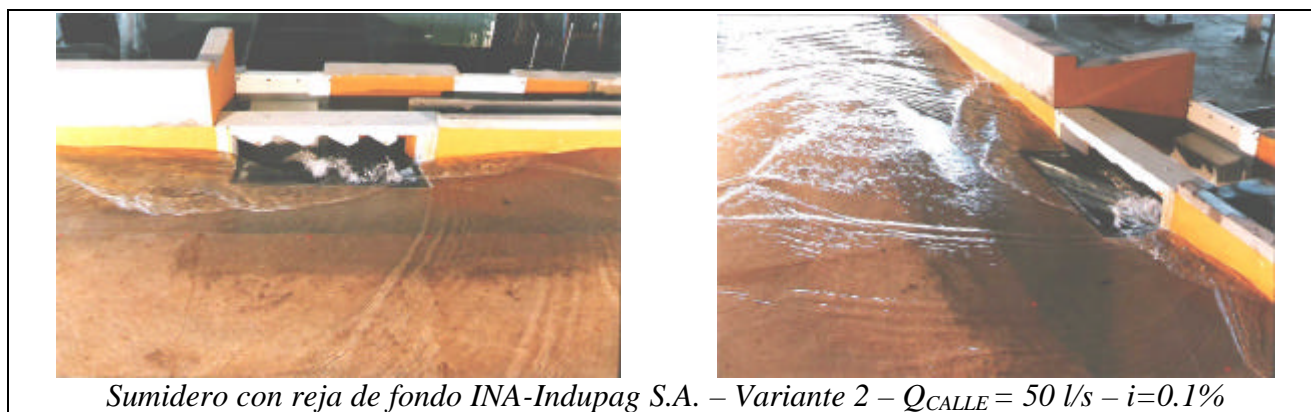
#### **P.II.5.5. Sumidero mixto INA - Indupag con rejas de fondo de doble orientación en el plano vertical Reja INA - Indupag S.A. – Variante 2**

Tras haber evaluado el funcionamiento del sumidero mixto con las rejas de fondo convencionales (tipo O.S.N.) y la variante 1 de las rejas INA-Indupag, se procedió a la evaluación de un esquema levemente diferente a este último, el que se observa en la **Figura 9**. La diferencia radica en un cambio de orientación de las barras diagonales a  $45^\circ$  en el tercio aguas abajo, las que mantienen la misma orientación en planta pero se modifican con respecto a la vertical. El criterio de este cambio estriba en la eventual posibilidad de mejorar la captación en el sector aguas abajo, donde el ingreso está condicionado por la presencia de la sobre elevación del flujo en la zona de pendiente adversa.

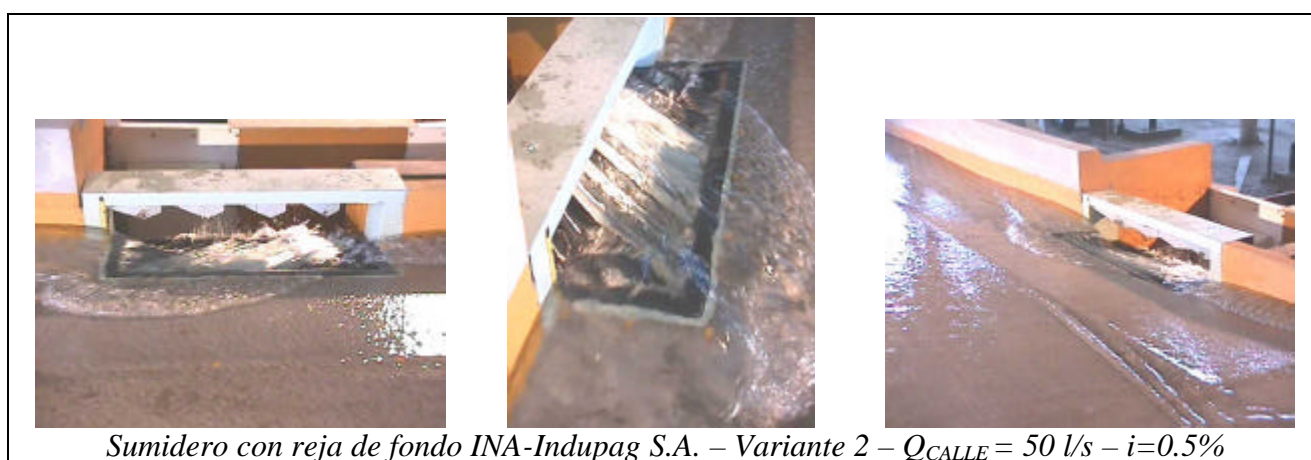


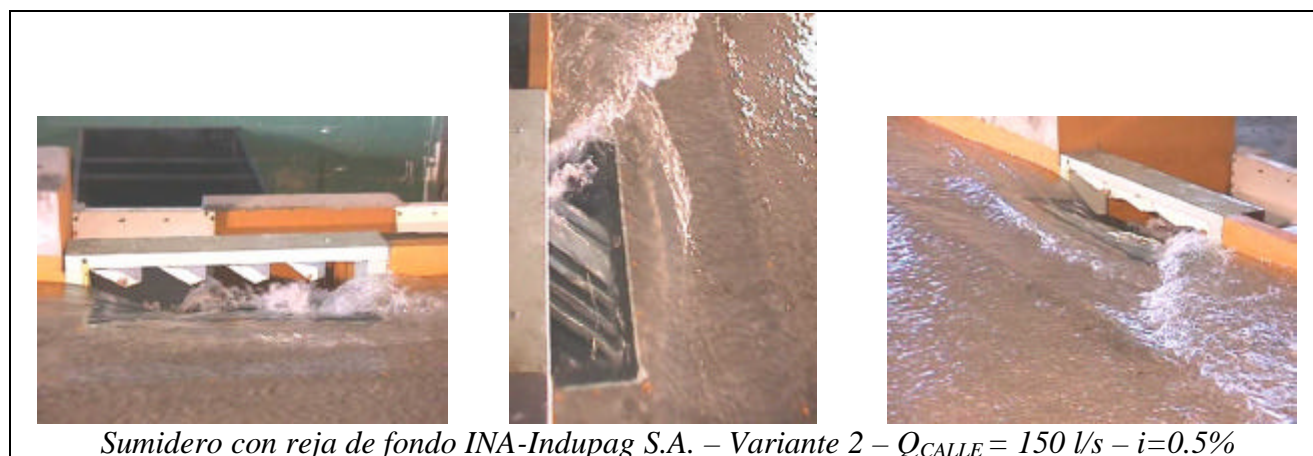
Para  $i=0.1\%$ , los resultados obtenidos con esta variante se pueden visualizar en la **Figura 34**. Tal como se aprecia en la misma, la capacidad de captación alcanza a 120 l/s para un caudal en calle de 200 l/s, lo cual arroja 3 l/s más que el esquema con las rejas O.S.N. y 6 l/s más que la variante 1 de la reja INA-Indupag. De estos 120 l/s, 102 l/s son tomados por la reja de fondo y 18 l/s por la ventana lateral sobre el cordón.

Siendo  $i=0.5\%$ , se obtienen las curvas de captación de la **Figura 35**, de la que es posible extraer, por ejemplo, que para un gasto por calzada de 200 l/s la captación total se ve reducida hasta alcanzar 83 l/s. Se llega a esta cifra mediante la incorporación de un gasto de 71.3 l/s por la reja de fondo y 11.7 l/s por la abertura lateral sobre el cordón.



Para completar el análisis en relación con la captación, la **Figura 36** muestra de modo comparativo las curvas de captación completas para las dos pendientes longitudinales analizadas. Como es característico del caso, el aumento de la pendiente longitudinal repercute en una disminución del caudal captado por el sumidero mixto. De hecho, para el gasto de contraste de 200 l/s por calle, el mismo sumidero capta 47 l/s más si se ubica en una calzada de 0.1% de pendiente longitudinal en lugar de 0.5%, lo cual pone de manifiesto la gran sensibilidad del funcionamiento hidráulico del sistema con este parámetro.



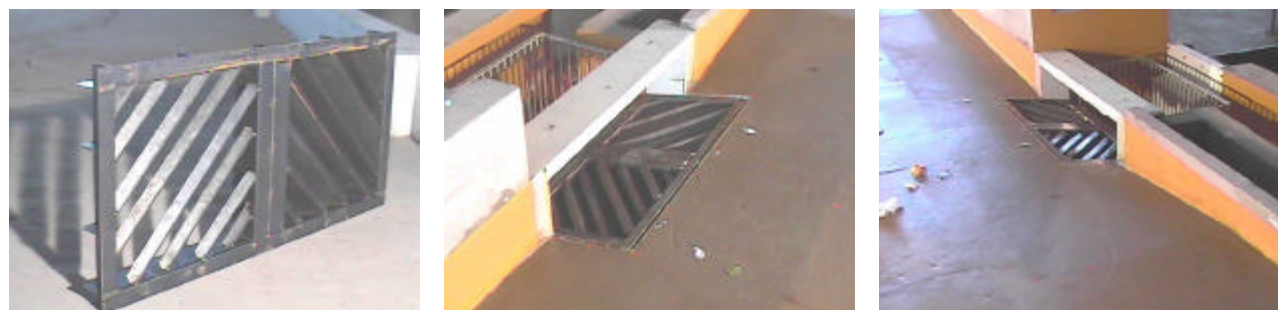


Por último, atendiendo a la posibilidad de evaluar el funcionamiento mediante una evaluación directa de la eficiencia, se aprecia en la **Figura 37** la variación de  $Q/Q_b$  en función de  $Q/Q_{ct}$ , en la que se revalidan los resultados antes expuestos. En efecto, se destaca que la eficiencia es superior, para todo el rango operativo, para la pendiente del 0.1%. Paralelamente, la variación del caudal captado por el sumidero en función del tirante medido en la sección aguas arriba de la abertura lateral sobre el cordón, marca que para un mismo tirante el caudal efectivamente tomado por la boca de tormenta es superior para el caso de menor pendiente de la calzada.

#### **P.II.5.6. Sumidero mixto INA - Indupag con rejas de fondo de doble orientación en el plano horizontal y vertical: Reja INA - Indupag S.A. - Variante 3**

Un último esquema de reja de fondo, integrado a un sumidero mixto, fue evaluado en el modelo físico. El mismo se conforma de dos mitades de 495 mm x 515 mm, en donde barras que conforman las diagonales de la mitad aguas arriba mantienen la orientación de 45° que ha caracterizado mayormente a las rejas evaluadas, mientras que la mitad aguas abajo presenta diagonales de dirección perpendicular a la primera. La **Figura 10** presenta las características de esta reja.

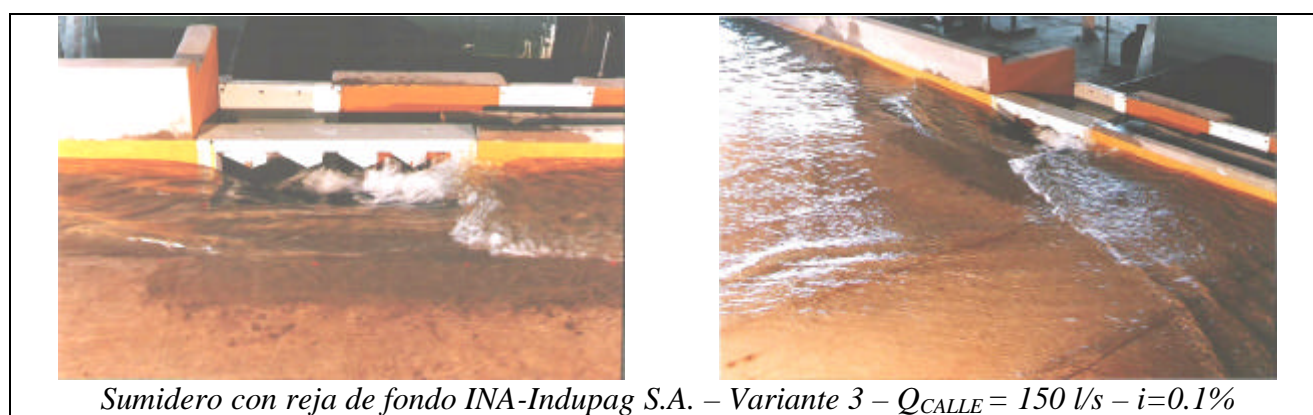
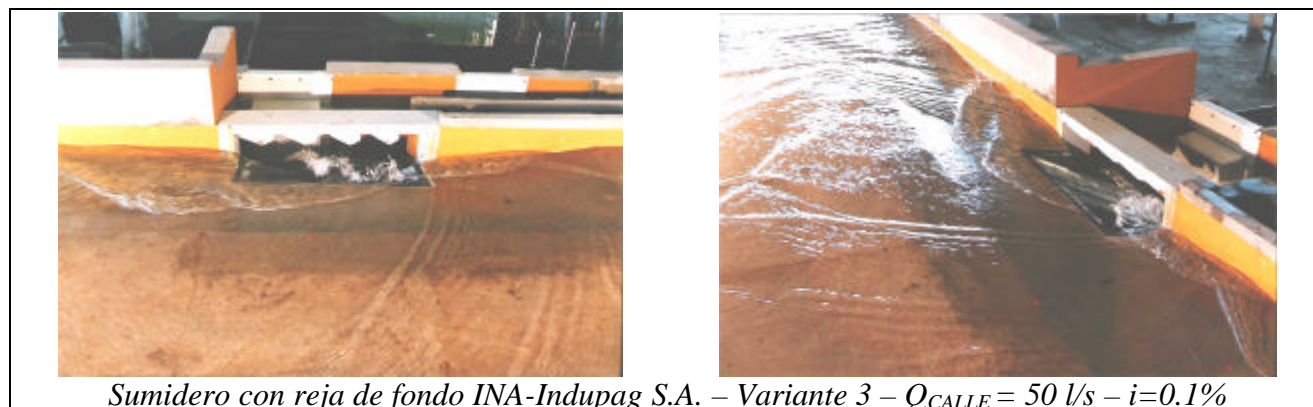
El criterio con el cual se proyectó esta reja se encuentra vinculado con la intención de lograr una mayor captación del escurrimiento en el extremo aguas abajo, es decir en el contacto inmediato con el tramo de pendiente adversa que resulta de la depresión local de la boca de tormenta.



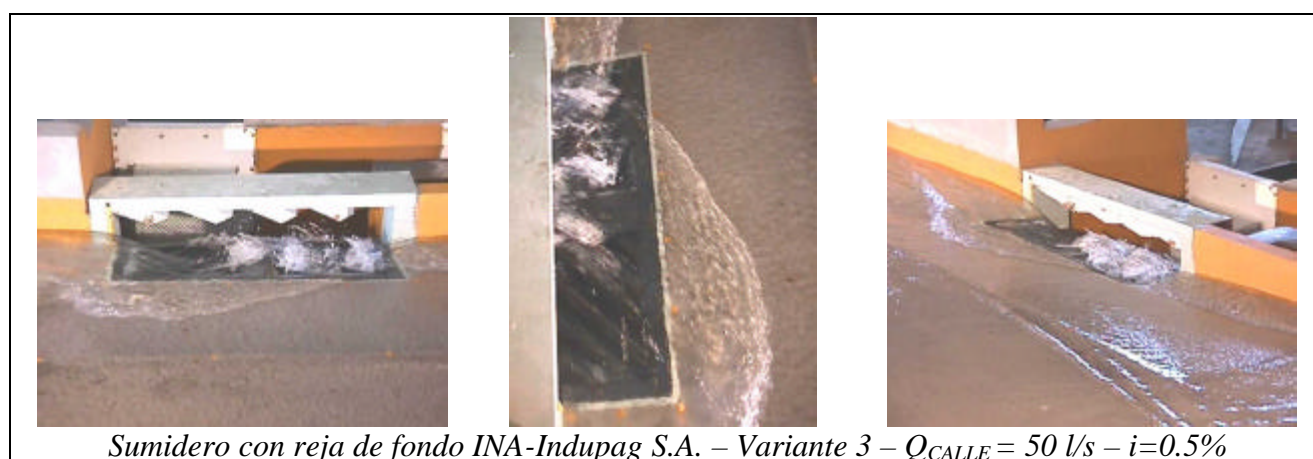
Para una pendiente longitudinal de la calle del 0.1%, la evaluación hidráulica resultante de los ensayos ha mostrado que la eficiencia de estas rejas es levemente inferior a las previamente evaluadas. De todas maneras, para un gasto entrante por calle de 200 l/s, el sumidero capta 117 l/s, de los que 94 l/s son tomados por la reja de fondo sobre la cuneta y 23 l/s por la abertura sobre el

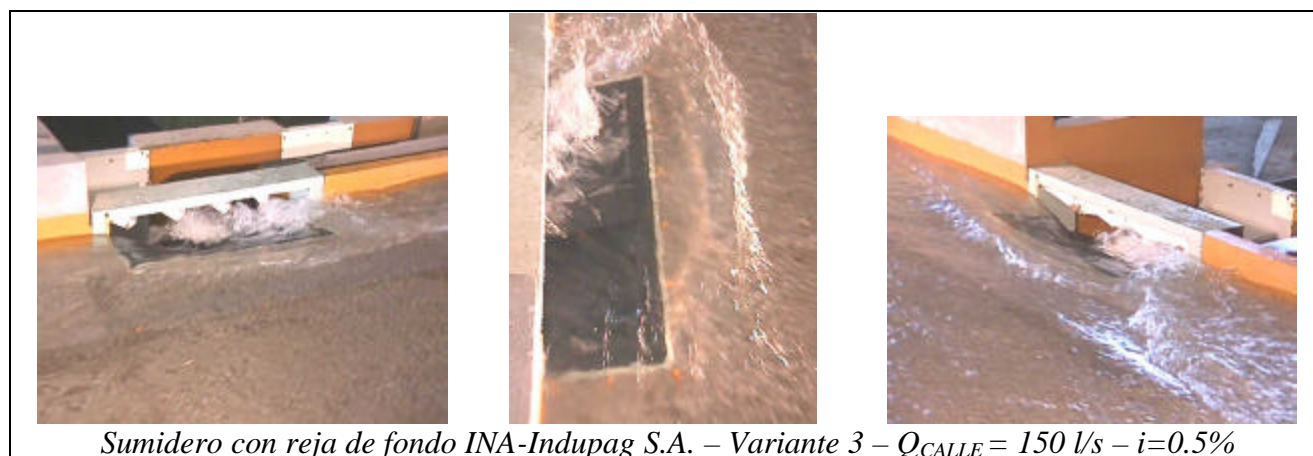


cordón. La **Figura 38** ilustra acerca de la capacidad de este esquema en todo el rango de caudales evaluado.



El aumento de la pendiente hasta el 0.5% arroja las curvas de captación que se observan en la **Figura 39**. De las mismas se observa una disminución del caudal captado, el cual, para un gasto por calle cercano a 200 l/s, asciende a 89 l/s, siendo 67.5 l/s tomados por la reja de fondo y 22.5 l/s por la abertura sobre cordón.





Una evaluación comparativa de este punto del funcionamiento hidráulico, en función de la pendiente de la calzada, se puede apreciar en la **Figura 40**. En este caso, se aprecia con suma claridad que la capacidad de captación con la pendiente del 0.5% es inferior a la que presenta el mismo sumidero con una pendiente del 0.1%. Sólo como ejemplo, cabe decir que la caída asciende a 28 l/s cuando el gasto entrante es de 200 l/s.

Por último, el otro aspecto hidráulico considerado a lo largo de este informe, vinculado a la eficiencia del dispositivo sumidero mixto y a la relación tirante-caudal ingresado, pone de manifiesto un mejor comportamiento general para el sumidero inserto en la calle de menor pendiente. Esto puede ser observado en la **Figura 41**, que muestra esta tendencia en todo el rango analizado, donde para una relación  $Q/Q_{ct}=0.40$ , la eficiencia es de 0.9 y 0.45 para las pendientes del 0.1% y 0.5% respectivamente.

## P.II.6. ANÁLISIS GLOBAL DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO

En el punto 5 se han presentado los resultados de la evaluación hidráulica del sumidero mixto en el cual se han dispuesto distintas rejjas de fondo, analizándose su comportamiento en función de la pendiente longitudinal de la calle. Los resultados expresados permiten ver, en cada uno de los casos presentados, que el comportamiento hidráulico más satisfactorio se logra con la pendiente del 0.1%.

En este punto se efectuará un análisis más global que permita determinar la mejor variante de reja de fondo para el sumidero mixto desarrollado para cada una de las pendientes, así como realizar un análisis comparativo del conjunto de esquemas para las dos pendientes.

### P.II.6.1. Análisis del conjunto de variantes para $i=0.1\%$

A los efectos de analizar el funcionamiento hidráulico del conjunto de variantes de sumideros con distintas rejjas de fondo, resulta factible analizar tanto las curvas de captación así como los parámetros de eficiencia.

En la **Figura 42** es posible observar la capacidad de captación total de cada uno de los esquemas evaluados en función del caudal total circulante por la media calzada representada en el modelo físico. En la misma se observa que la máxima capacidad de captación está dada, como era factible de esperar, por el sumidero sin reja de fondo, el cual no constituye una alternativa real para

su implementación en calle. Entre las variantes evaluadas, se aprecia que la capacidad de captación de los sumideros es muy semejante para todos los esquemas analizados. Por caso, para un caudal por calle de 200 l/s, la diferencia máxima entre el sistema menos eficiente y el esquema sin reja de fondo es de sólo 18 l/s (135 l/s por el esquema sin rejas de fondo y 117 l/s por la variante 2 de las rejas de fondo INA-Indupag S.A.).

En relación con las curvas de eficiencia, la **Figura 43** permite apreciar que la mejor alternativa, excluyendo el esquema sin rejas de fondo, es la dada por el sumidero con rejas O.S.N., mientras que la menos eficiente es la dada por la variante 3 de las rejas INA-Indupag S.A. De todos modos, es preciso aclarar que la diferencia entre ambas alternativas es muy reducida.

Asimismo, la **Figura 44** muestra la relación entre el caudal captado por el sumidero y el tirante medido en el borde aguas arriba de la abertura lateral sobre el cordón. En este caso es posible apreciar que la variante 3 es la que presenta la menor eficiencia, mientras que la variante 1 de la reja INA-Indupag es la que, para un tirante dado, permite captar el máximo caudal.

De esta manera, atendiendo fundamentalmente a los resultados presentados en la **Figura 42**, que exhibe las curvas de captación de todos los esquemas de rejas de fondo evaluados, resulta que en gran parte del rango de caudales captados, los mismos son muy similares entre sí, no existiendo desde el punto de vista hidráulico variaciones significativas para adoptar cualquier tipo de las rejas de fondo ensayadas, por lo cual el análisis y selección de rejas de fondo deberá realizarse mediante la evaluación de otros aspectos, fundamentalmente el relacionado con el funcionamiento de las rejas de fondo con la presencia de residuos sólidos urbanos y considerando también aspectos como los económicos, constructivos y estructurales.

#### **P.II.6.2. Análisis del conjunto de variantes para $i=0.5\%$**

Siguiendo los conceptos vertidos en 6.2., se evalúan en este punto el conjunto de variantes analizadas, haciendo especial énfasis en las curvas de captación. En este sentido, la **Figura 45** presenta las citadas curvas, observándose que la menor capacidad se presenta con la variante 2 de la reja INA-Indupag S.A., con un caudal captado de 83 l/s para un caudal por calle del orden de 200 l/s. Para el mismo caudal por calle, la mejor capacidad de captación con rejas de fondo es de 89 l/s y corresponde al sumidero con rejas O.S.N., siendo la captación sin rejas de fondo de 93 l/s.

Por otra parte, la **Figura 46** presenta las curvas de eficiencia  $E$  en función de  $Q/Q_{ct}$ . En las mismas se observa que las curvas se encuentran muy próximas entre sí, lo que marca una eficiencia muy similar entre ellas. El sumidero con rejas O.S.N. es el que muestra una eficiencia levemente superior, mientras que la variante 2 de las rejas INA-Indupag tiene la menor eficiencia. La curva de caudal total captado en función del tirante en el extremo aguas arriba de la abertura sobre cordón, presentada en la **Figura 47**, muestra un agrupamiento de las curvas que marca un comportamiento medianamente similar entre ellas. Exceptuando la curva derivada del sumidero sin rejas de fondo, que muestra una capacidad de captación mayor para un tirante dado que supera al resto de los esquemas, se aprecia una tendencia cambiante con el rango de tirantes. Para los tirantes más elevados, se aprecia que la menor eficiencia se presenta con la alternativa 2 de la reja INA-Indupag, mientras que la mayor capacidad se consigue con la reja de fondo O.S.N.

De esta forma, haciendo hincapié en los resultados presentados en la **Figura 45**, resulta que en gran parte del rango de caudales la mayor capacidad se logra manteniendo las rejas O.S.N., seguida en capacidad por las variantes 3, 1 y 2 de las rejas INA-Indupag S.A.



Como en el caso anterior, es importante remarcar que la diferencia entre los caudales captados es mínima, no existiendo desde el punto de vista hidráulico variaciones significativas para adoptar cualquier tipo de las rejas de fondo ensayadas, por lo cual el análisis y selección de rejas de fondo deberá realizarse mediante la evaluación de los aspectos mencionados en el punto anterior.

### **P.II.6.3. Evaluación comparativa para las dos pendientes consideradas**

Teniendo en cuenta las consideraciones y comentarios efectuados en el desarrollo del punto 5 y 6, es factible efectuar la evaluación comparativa de los esquemas de sumideros mixtos para las dos pendientes analizadas.

La **Figura 48** permite observar las curvas de captación de los esquemas de sumideros derivados de las cuatro variantes de la reja de fondo con las dos pendientes consideradas. Se aprecia con suma claridad la diferencia entre las dos familias de curvas, correspondiendo las curvas superiores a las curvas de captación con una pendiente longitudinal media de la calle de 0.1%. Cuando la pendiente asciende al 0.5%, la capacidad de captación se reduce sustancialmente en todos los casos.

Del mismo modo, las **Figuras 49 y 50** presentan las curvas de eficiencia en función de  $Q/Q_{ct}$  y de captación total en función del tirante “y”, diferenciándose nuevamente las dos familias de curvas, que remarcan el mejor funcionamiento hidráulico para la menor pendiente.

### **P.II.7. EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS SUMIDEROS CON PRESENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS**

La evaluación de la capacidad de captación de las variantes de sumideros mixtos que surgen de modificar su reja de fondo constituye el aspecto más importante del análisis hidráulico de las mismas. Sin embargo, y tal como se planteara previamente, una evaluación cualitativa de estos esquemas ante la presencia de residuos sólidos en la calzada, los cuales pueden ser arrastrados por la acción del escurrimiento, resulta un aspecto adicional a contemplar.

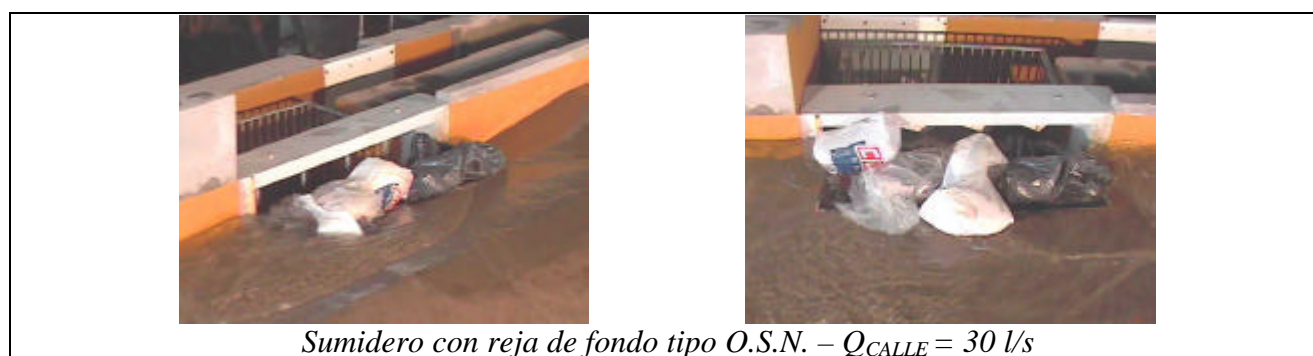
En las inundaciones que se producen en áreas urbanas, además de las precipitaciones de fuerte intensidad, la obstrucción de los sumideros así como la presencia de basura y ramas se ubican entre las principales razones para que se originen tales anegamientos. Tomando como referencia un informe del Ente Regulador de los Servicios Públicos de la Ciudad autónoma de Buenos Aires, el cual se integra al informe en el **Anexo III**, es posible observar que los problemas derivados por sumideros obstruidos así como por la presencia de basura y ramas, y montículos de variadas características, son muy relevantes en ciertas zonas.

Estos aspectos inducirían a pensar, como primera medida, en implementar acciones tendientes a reducir y/o eliminar el vertido de todo tipo de residuos por parte de la población y en mejorar las tareas de limpieza. Alcanzar estas condiciones requeriría la implementación de medidas de carácter no estructural, como campañas de educación y publicitarias, aplicación de multas, etc., cuyos resultados no se traslucirían en el corto plazo. De manera que, aún cuando estas medidas deberían ser rápidamente aplicadas o incrementadas si algunas de ellas se encontrara en vigencia, no resulta desacertado pensar en la adopción de medidas estructurales que permitan acotar los problemas de anegamientos locales que pudieran resultar de obstrucciones de sumideros por la

presencia de residuos sólidos domiciliarios de distintas características. En este marco se encuadra, por consiguiente, la evaluación del funcionamiento de sumideros ante la presencia de basura.

En consecuencia, aún cuando no hay criterios extendidos en la relación con la interferencia que genera la presencia de residuos o la tasa de aporte de los mismos, se realizaron ensayos expeditivos arrojando basura sobre la calle, y aumentando el caudal desde cero hasta alcanzar alrededor de 150 l/s. Los ensayos se realizaron arrojando diversidad de residuos, desde papeles sueltos, bolsas conteniendo papeles y botellas (de peso variado), botellas plásticas de 500 cm<sup>3</sup>, 1500 cm<sup>3</sup> y 2250 cm<sup>3</sup>. Como se expresara con anterioridad, se colocaron algunos de estos elementos sobre la calle antes de hacer circular agua sobre la misma. Luego se fue aumentando progresivamente el caudal, fijándolo para su observación más detallada en 30 l/s, 50 l/s, 100 l/s y 150 l/s. La metodología establecida permite determinar cualitativamente cual es el tipo de sumidero que sufriría un menor bloqueo por la acción de la basura. Es importante remarcar que el análisis es meramente comparativo, dado que, por ejemplo, la presencia de ramas de árboles puede obstaculizar totalmente cualquier tipo de vertedero.

Teniendo en cuenta los aspectos citados, se realizaron los ensayos correspondientes. En las fotografías adjuntas se observa el comportamiento observado para los sumideros mixtos con rejillas de fondo del tipo O.S.N. e INA-Indupag S.A. (Variantes 1, 2 y 3), representativo de las dos pendientes analizadas.





*Sumidero con reja de fondo tipo O.S.N. –  $Q_{CALLE} = 100$  l/s*



*Sumidero con reja de fondo tipo O.S.N. –  $Q_{CALLE} = 150$  l/s*



*Sumidero con la variante 1 de reja de fondo tipo INA – Indupag –  $Q_{CALLE} = 30$  l/s*



*Sumidero con la variante 1 de reja de fondo tipo INA – Indupag –  $Q_{CALLE} = 50$  l/s*



*Sumidero con la variante 1 de reja de fondo tipo INA – Indupag –  $Q_{CALLE} = 100$  l/s*





*Sumidero con la variante 1 de reja de fondo tipo INA – Indupag –  $Q_{\text{CALLE}} = 150 \text{ l/s}$*



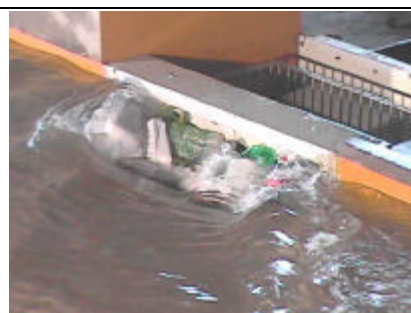
*Sumidero con la variante 2 de reja de fondo tipo INA – Indupag –  $Q_{\text{CALLE}} = 30 \text{ l/s}$*



*Sumidero con la variante 2 de reja de fondo tipo INA – Indupag –  $Q_{\text{CALLE}} = 50 \text{ l/s}$*



*Sumidero con la variante 2 de reja de fondo tipo INA – Indupag –  $Q_{\text{CALLE}} = 100 \text{ l/s}$*



*Sumidero con la variante 2 de reja de fondo tipo INA – Indupag –  $Q_{\text{CALLE}} = 150 \text{ l/s}$*



*Sumidero con la variante 3 de reja de fondo tipo INA – Indupag –  $Q_{CALLE} = 30$  l/s*



*Sumidero con la variante 3 de reja de fondo tipo INA – Indupag –  $Q_{CALLE} = 50$  l/s*



*Sumidero con la variante 3 de reja de fondo tipo INA – Indupag –  $Q_{CALLE} = 100$  l/s*



*Sumidero con la variante 3 de reja de fondo tipo INA – Indupag –  $Q_{CALLE} = 150$  l/s*

Con el inicio del escurrimiento los objetos más livianos son arrastrados hacia aguas abajo, y los que se encuentran muy próximos al sumidero tienden a ser tomados por este. Es en este aspecto donde la geometría de las rejillas de fondo empieza a condicionar en alguna medida el ingreso de residuos por la abertura lateral sobre el cordón así como por la reja de fondo propiamente dicha.

Cuando el sumidero incluye una reja de fondo del tipo O.S.N., los papeles, especialmente aquellos que se encuentran desplegados (asimilable a hojas de diarios u hojas grandes de ciertos árboles), tienden a ser succionados por el fondo, pegándose sobre la reja, y de esta forma comienza a reducir la sección de paso por este sector del sumidero. Con las restantes rejillas, el comportamiento resultaría menos crítico en cuanto a la obstrucción que sufre este sector, ya que la disposición de las

barras, la separación de las mismas y su inclinación respecto del plano vertical tienden a facilitar el escurrimiento, y paralelamente el arrastre de los residuos hacia el canasto colector que se dispone inmediatamente aguas abajo.

Aún cuando se produzca la obstrucción de la reja de fondo, la basura adicional que puede ser arrastrada por el escurrimiento superficial sobre la calzada sufre una fuerte llamada dada por las condiciones locales entorno del sumidero, la que se manifiesta con mayor intensidad con la menor pendiente longitudinal de la calle. En todos los casos analizados, la acumulación de residuos se presenta mayormente sobre la mitad aguas abajo de la abertura sobre cordón, dejando que el ingreso de las aguas pluviales se produzca sobre la mitad aguas arriba. En este sentido, dentro del rango de caudales evaluados y para el tipo, la cantidad y el ritmo de aporte de basura, no se llega en ningún momento a obstaculizar completamente la sección del sumidero, de modo que este es capaz de seguir evacuando, aunque con una menor eficiencia, siempre y cuando el funcionamiento hidráulico del ramal o del sector de la red del cual esta estructura forma parte así lo permita.

## P.II.8. CONCLUSIONES PARTE II

- a) En el marco del proyecto interno desarrollado con fondos que el Instituto dispone a los efectos de realizar proyectos de investigación, se llevaron a cabo una serie de estudios tendientes a evaluar la capacidad de captación del sumidero mixto diseñado con diversos esquemas de rejadas de fondo, analizando además su interacción con la presencia de residuos sólidos domiciliarios.
- b) Dichas evaluaciones fueron llevadas a cabo en un modelo físico a escala 1:1 que reproduce media calzada, incluyéndose en la misma un sumidero mixto conformado por rejadas de fondo y abertura lateral sobre el cordón. De esta manera, se evaluó la capacidad de captación de cada variante analizada en un amplio rango de caudales, caracterizando dicha evolución para dos pendientes longitudinales de calle, dadas por el 0.1% y el 0.5%.
- c) Se evaluó fundamentalmente el sumidero mixto desarrollado por el INA y la empresa Indupag, con cuatro esquemas de rejadas de fondo, en los que se modificó la geometría de la reja de fondo. Uno de los casos verificados corresponde al sumidero mixto mencionado con rejadas de fundición del tipo O.S.N., mientras que los tres restantes son desarrollos conjuntos llevados a cabo por el INA junto con la firma Indupag S.A. Se analizaron además situaciones dadas por la ausencia de rejadas de fondo (sección libre) y obstrucciones parciales o totales de la misma.
- d) La evaluación hidráulica de dichos sumideros se llevó cabo sin considerar la presencia de residuos sólidos en la calzada, ya que la aleatoriedad de tipo, cantidad y distribución de los mismos impediría alcanzar resultados definitivos.
- e) Tanto en los estudios desarrollados con la pendiente del 0.1% como con el 0.5%, muestra que la capacidad de captación de los cuatro esquemas fundamentales es muy semejante, no justificando, en primera instancia, un cambio de las rejadas actualmente en uso.
- f) Los estudios han permitido corroborar que la capacidad de captación de los sumideros y su eficiencia decrece significativamente con el aumento de la pendiente longitudinal.
- g) En relación con la presencia de residuos sólidos domiciliarios en la calzada, se ha evaluado la interacción de los mismos con los sumideros en sus distintas variantes, disponiéndose en todos los casos de un canasto colector inmediatamente aguas debajo de la boca de tormenta. Dicho



canasto ha sido diseñado con el criterio de retener cuerpos con un tamaño igual o superior al de una lata de gaseosa (354 ml).

- h) Dichos ensayos han consistido en disponer bolsas de residuos, papeles y botellas en la calzada, y a partir de ese momento generar el escurrimiento gradual por calle, arrojando más residuos con el incremento paulatino del gasto. Si bien estos ensayos deben ser considerados meramente cualitativos, es posible afirmar que las variantes de sumideros mixtos con rejas de fondo denominadas INA-Indupag-Variantes 1 y 2 son las que ofrecen una menor trabazón de la basura sobre el sumidero, dificultando su obstrucción. El esquema de sumidero mixto con rejas del tipo O.S.N. tiende a succionar papeles y las hojas grandes de algunos árboles sobre la reja de fondo, restando capacidad de captación al sumidero en su conjunto.
- i) Las ventajas principales de la boca desarrollada pueden resumirse en los siguientes aspectos, la misma esta conformada por una sola estructura de hierro que contiene en forma fija el marco de la reja de la fondo, es decir que no se puede modificar en su instalación la pendiente de aproximación a la boca , ni tampoco se puede modificar la altura prefijada de la ventana sobre cordón, lo cual hace que se respeten las condiciones de diseño, también la misma estructura cuenta con el marco de las tapas de inspección y mantenimiento sobre vereda. Internamente esta provista de un sistema que permite facilitar la limpieza. Se eliminaron las barras verticales, que fueron reemplazadas por deflectores superiores con el fin achicar la profundidad de la ventana en el cordón y que la misma no sea peligrosa para peatones, con lo cual los residuos ingresan a la boca sin perturbar la entrada del escurrimiento. Se diseño un sistema de rejas interno tipo cajón removible, mediante el cual se capta la basura permitiendo que el flujo ingrese sin residuos sólidos gruesos, ya que la disposición de sus rejas abarcan todo el perímetro y el fondo, lo cual conforma una gran capacidad de descarga, aún conteniendo mucha basura en su interior. Esto ha sido realizado con la finalidad de retener los elementos que obstruyen los tubos conectores a los conductos pluviales.

Con respecto a las rejas de fondo cabe destacar que, como lo muestran los ensayos de laboratorio, si se trata de agua limpia es decir sin residuos urbanos, pueden ser usadas indistintamente cualquiera de las rejas de fondo analizadas, ya que tienen similar capacidad de captación, pero debido a los ensayos cualitativos con residuos, las rejas de fondo desarrolladas por INA-Indupag, presentan una mejor captación debido a que ofrecen una menor trabazón de la basura sobre el sumidero, dificultando su obstrucción. El esquema de sumidero mixto con rejas del tipo O.S.N. tiende a succionar papeles, bolsas y hojas grandes de algunos árboles sobre la reja de fondo, restando capacidad de captación al sumidero en su conjunto.

Otros aspectos importantes que se han considerado en el desarrollo y diseño de las rejas de fondo, y debido a inquietudes de profesionales de la Dirección de Hidráulica del Gobierno de la ciudad de Buenos Aires, son los referidos al robo de rejas de fondo de fundición y también a las frecuentes obstrucciones de los sumideros ( ver Anexo III). Al respecto y para el primer aspecto se han desarrollado las nuevas rejas de fondo en chapa de acero galvanizada en caliente y con una disposición constructiva que soporte las toneladas exigidas por las normas actuales ,en consecuencia el material constructivo es de menor peso a las rejas de fundición y además no tienen un significativo valor de reventa, por lo cual estas nuevas rejas diseñadas no resultarían de interés para su hurto.

El otro aspecto y referido a las obstrucciones, es que estas rejas como se ha mencionado están dispuestas en ángulo de 45 grados respecto de la dirección de flujo y en ángulo de 30 grados respecto de la vertical, para optimizar el funcionamiento hidráulico, a su vez las mismas están alternadas además con diferencias de altura entre sí, para producir un efecto de succión que permita ingresar los elementos planos como papeles , hojas de árboles etc. A su vez, la sección

---

de paso es mayor, tanto en las rejas de fondo como en la ventana sobre cordón, recordando que esta ventana no tiene rejas verticales, facilitando el ingreso de los residuos al interior de la boca de tormenta para ser recibidos en el sistema de rejas interno, y que debe ser mantenido con una frecuencia optima de acuerdo a la zona de instalación. Cabe acotar que las rejas de fondo son articuladas, para producir un ajuste perfecto al marco de soporte, esto es realizado para que en el caso que el marco sufra deformaciones, la rejas no golpeen contra el marco cuando pasan por sobre ellas los vehículos.

## II. BIBLIOGRAFÍA

- Drenaje Urbano,  
Juan J. Bolinaga, Republica de Venezuela, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Instituto Nacional de Obras Sanitarias; Caracas, 1979.
- Análisis del Comportamiento Hidráulico de Rejas y Sumideros,  
Manuel Gómez, Pablo Martínez y Javier González, Universidad Politécnica de Cataluña ; XIX Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Córdoba, Argentina, Octubre 2000; Tomo III, pp 243-252.
- Una Metodología de ensayo de sumideros y de cálculo del caudal captado en viales urbanos,  
Gómez M., González J., Guerra W. y Malgrat P., Universidad Politécnica de Cataluña; XVIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Oaxaca, México, Octubre 1998.
- Manual on Drainage in Urbanized Areas.  
Planning and Design of Drainage Systems.  
W.F. Geiger; J.Marsalek; W.J. Rawls; F.C. Zuidema, Chairman.
- Ingeniería de los Recursos Hidráulicos.  
Rayk Linsley; Joseph b. Franzini.
- Hidráulica de los Canales Abiertos.  
Ven The Chow.
- Dranaige of Highway Pavements  
Hydraulic Engineering, Circular N° 12, Marzo 1984.
- Incidencia de las bocas de tormenta en el Diseño y Dimensionamiento de un Sistema de Drenaje Pluvial Urbano, Jorge Maza.

---

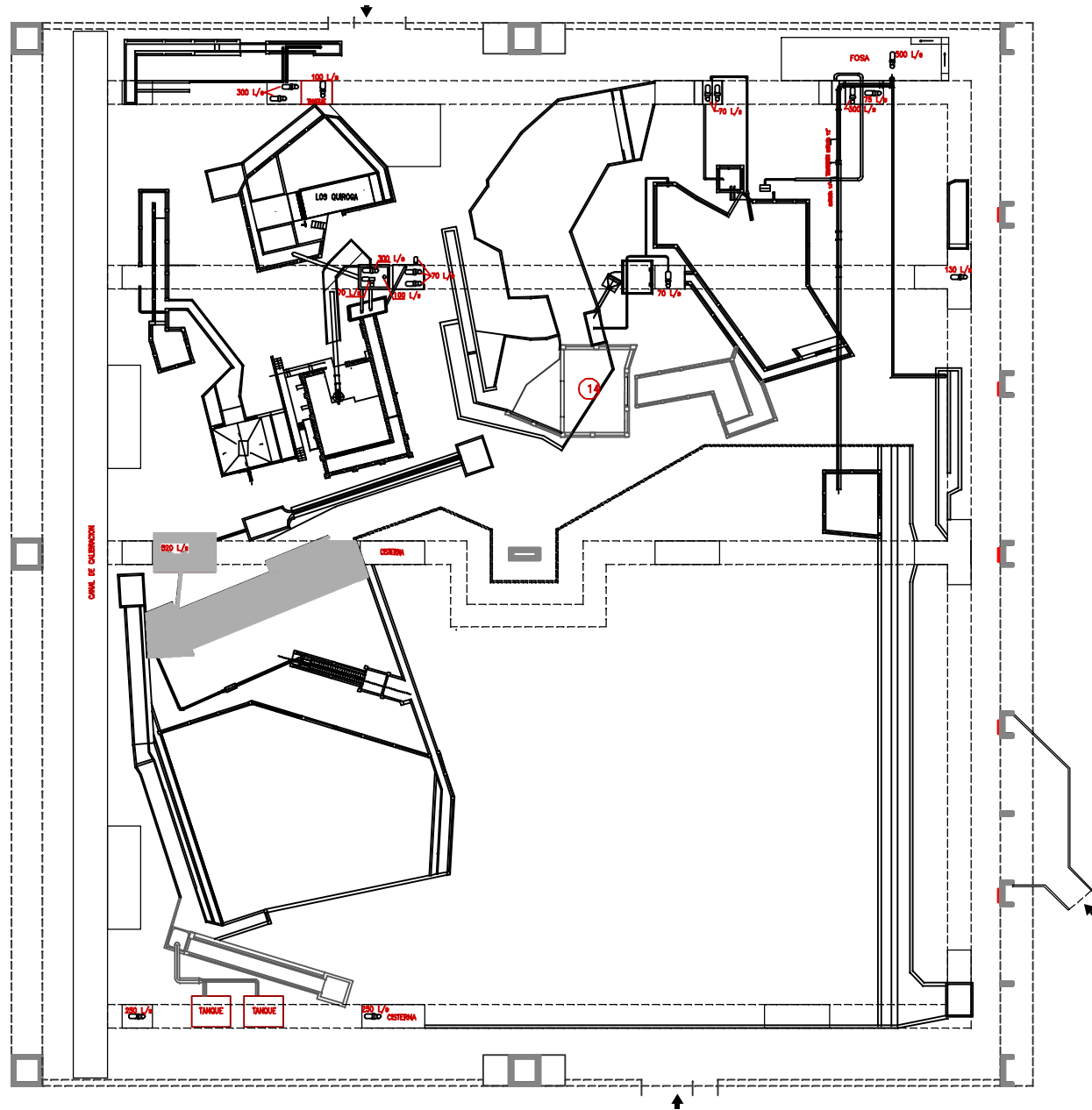
**ANEXO I**

**FIGURAS PARTE I**

---

## INDICE DE FIGURAS

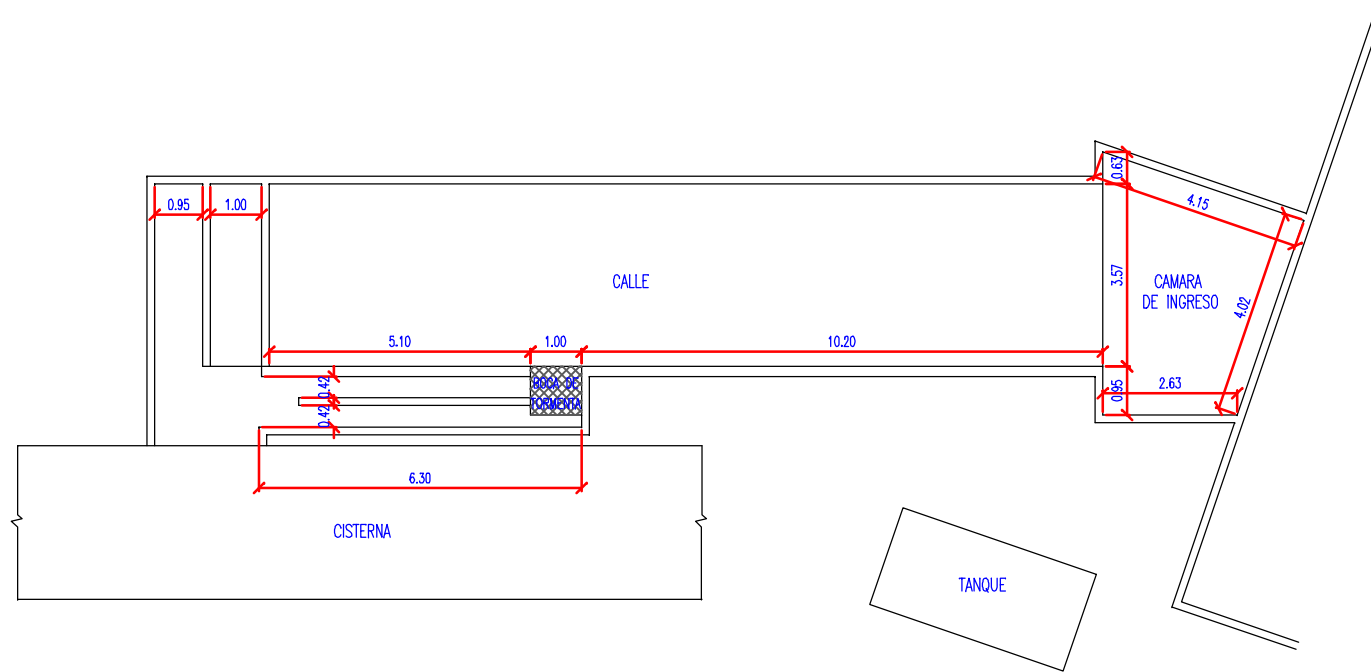
Figura 2	Ubicación del modelo dentro de la planta del Laboratorio.
Figura 3	Dimensiones y características principales del modelo.
Figura 4	Esquema Reja O.S.N.
Figura 5	Esquema Reja tipo R1.
Figura 6	Esquema modelo Reja INA – INDUPAG.
Figura 7	Caudales captados por rejas de fondo aisladas.
Figura 8	Curvas de eficiencia.
Figura 9	Comparación de caudales captados. Reja INA INDUPAG vs SIN REJA.
Figura 10	Comparación de la eficiencia INA vs SIN REJA.
Figura 11	Comparación de caudales captados por rejas de fondo aisladas.
Figura 12	Evaluación de la eficiencia de la reja O.S.N.

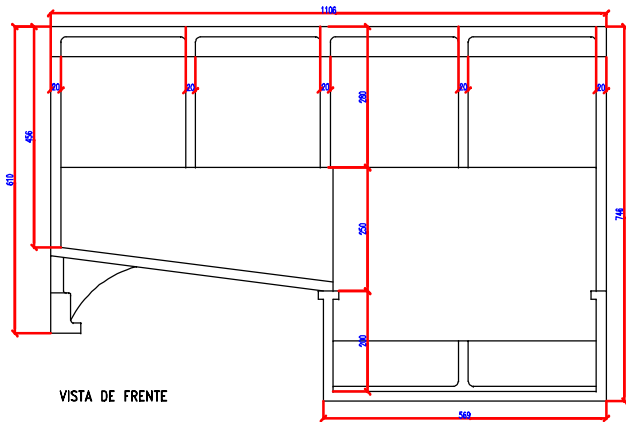


UBICACIÓN DEL MODELO EN LA NAVE 1

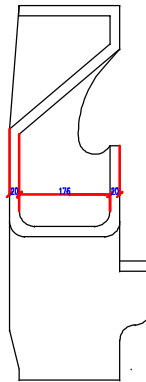
FIGURA N°: 2



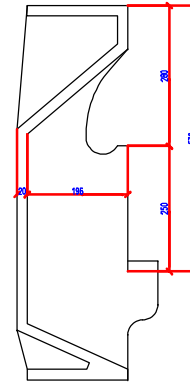




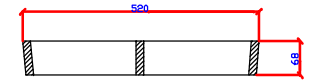
VISTA DE FRENTE



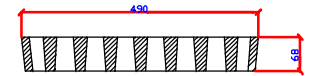
CORTE A-A



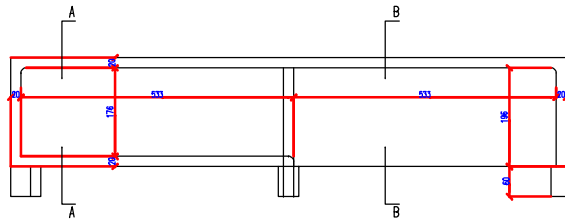
CORTE B-B



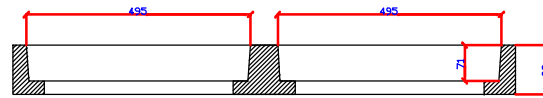
CORTE TRANSVERSAL



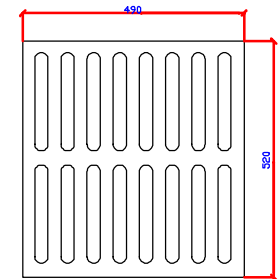
CORTE LONGITUDINAL



PLANTA

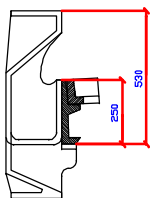


MARCO

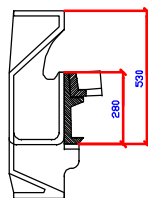


PLANTA

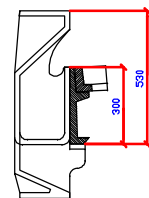
REJA



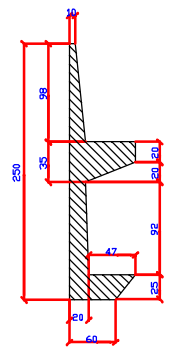
TIPO S1



TIPO S2



TIPO S3



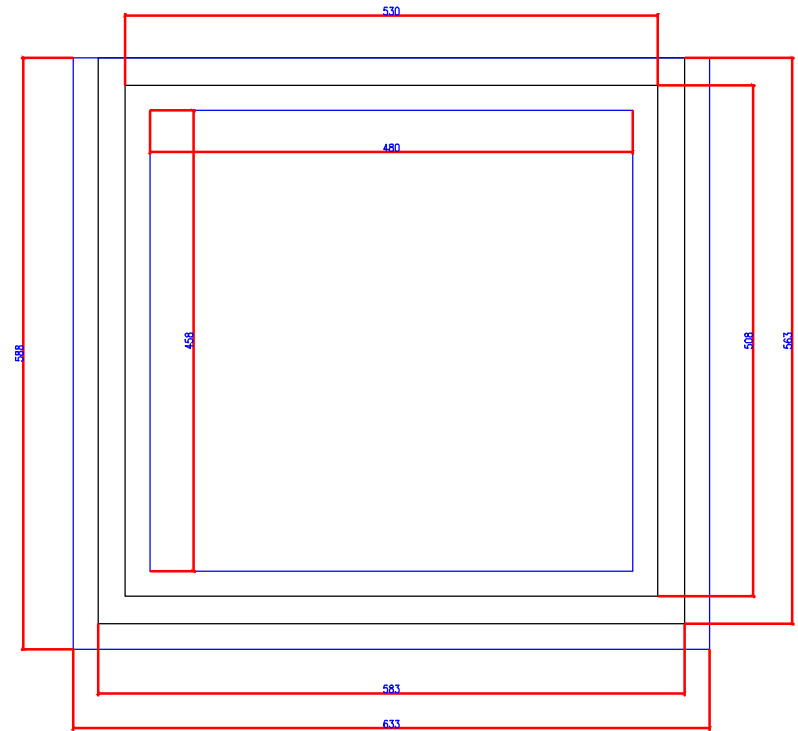
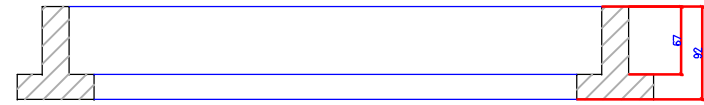
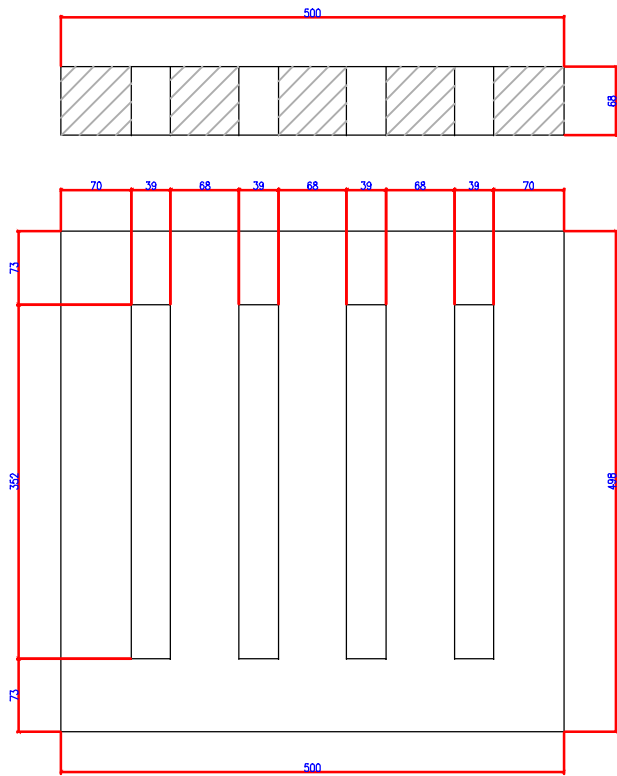
PIEZA SUPLEMENTARIA

COLOCACION DE LA PIEZA SUPLEMENTARIA



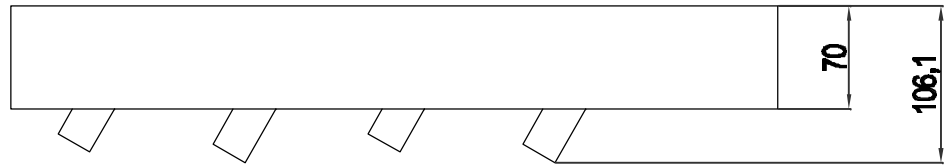
LABORATORIO DE HIDRAULICA

SUMIDERO NORMALIZADO OSN

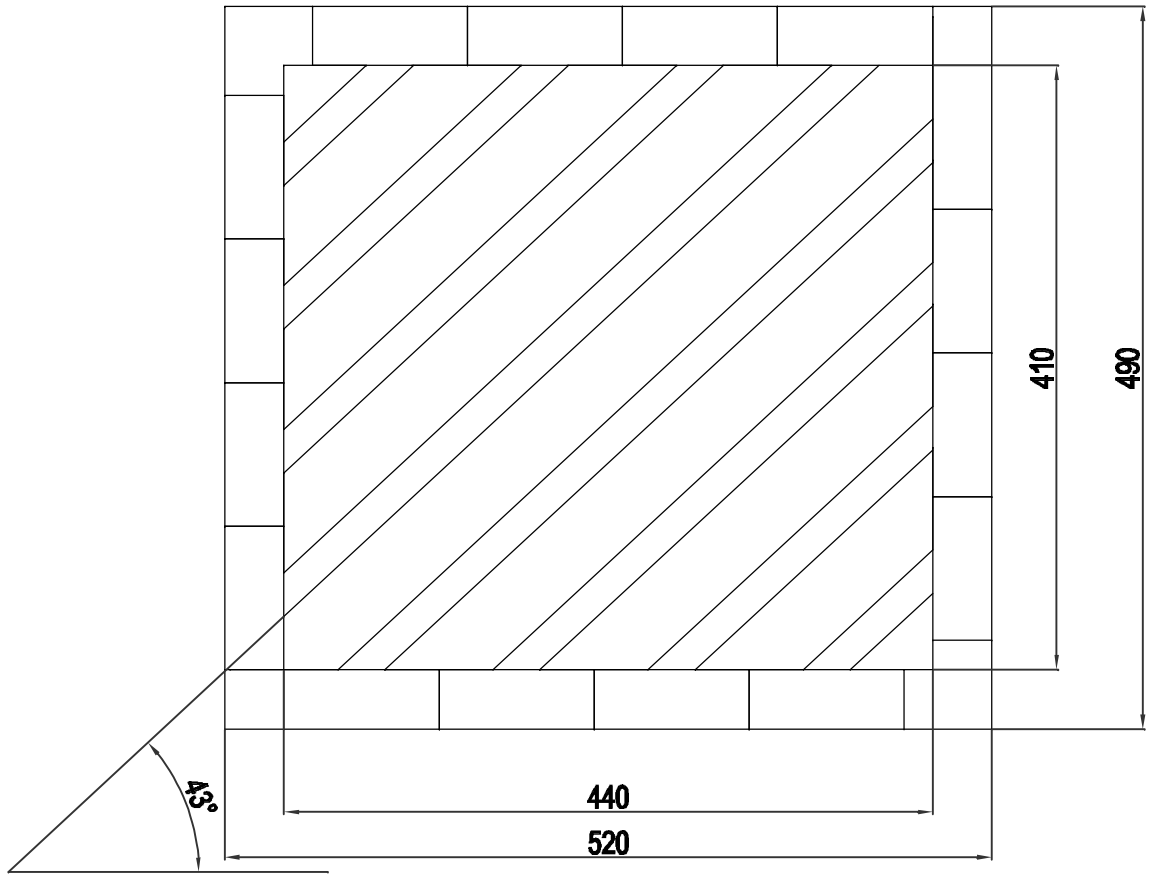


LABORATORIO DE HIDRÁULICA

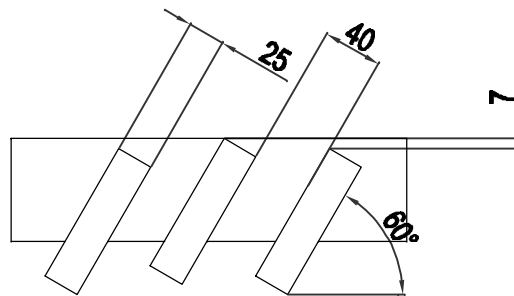
REJAS PARA SUMIDEROS  
DISEÑO MUNICIPALIDAD DE ROSARIO



VISTA



PLANTA



CORTE A-A



**CAUDALES CAPTADOS POR REJAS DE FONDO AISLADAS  
(Con restricción en la condición de ingreso)**

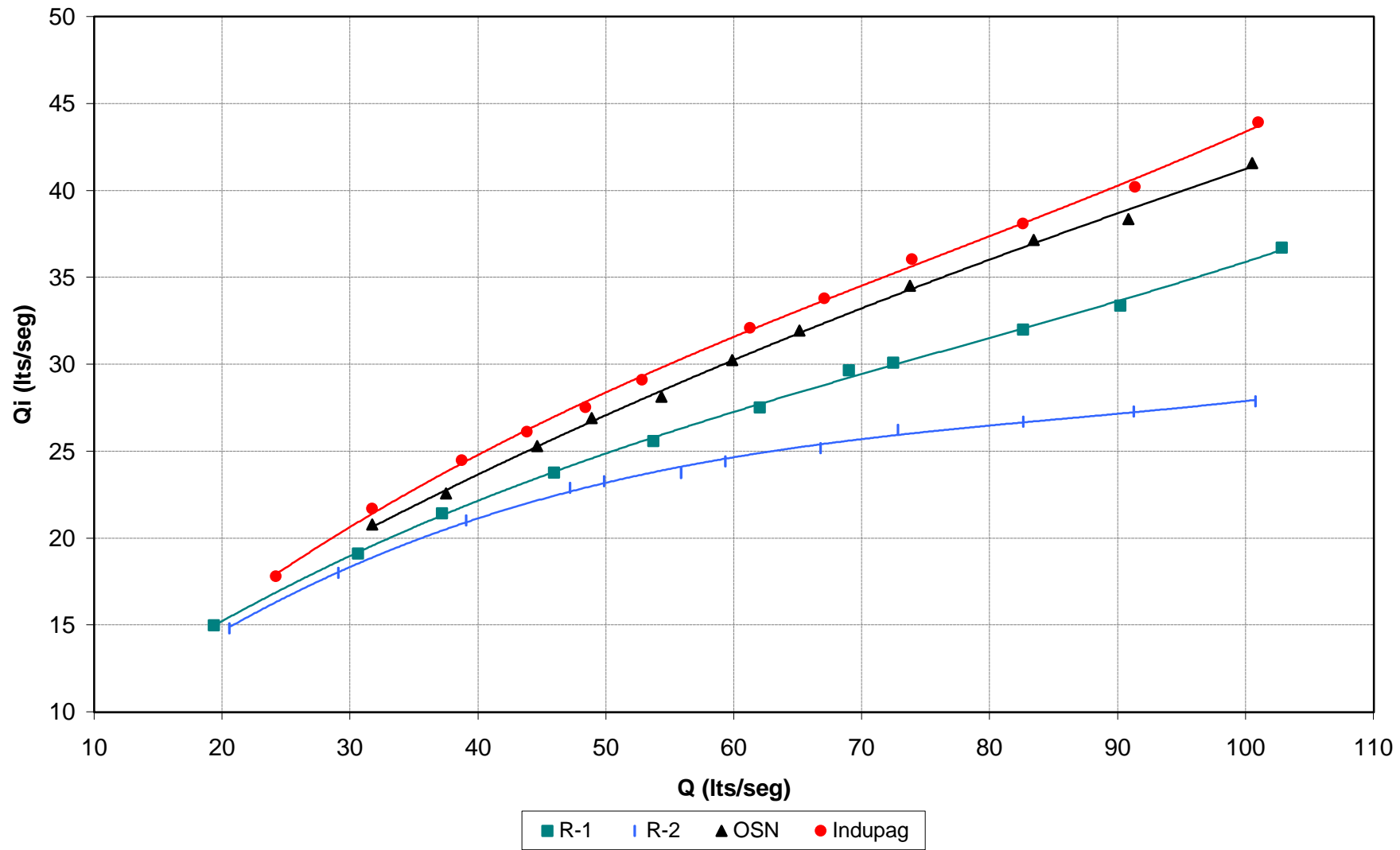


FIGURA 7

Eficiencia (Qi/Q) vs Q/Qmáx

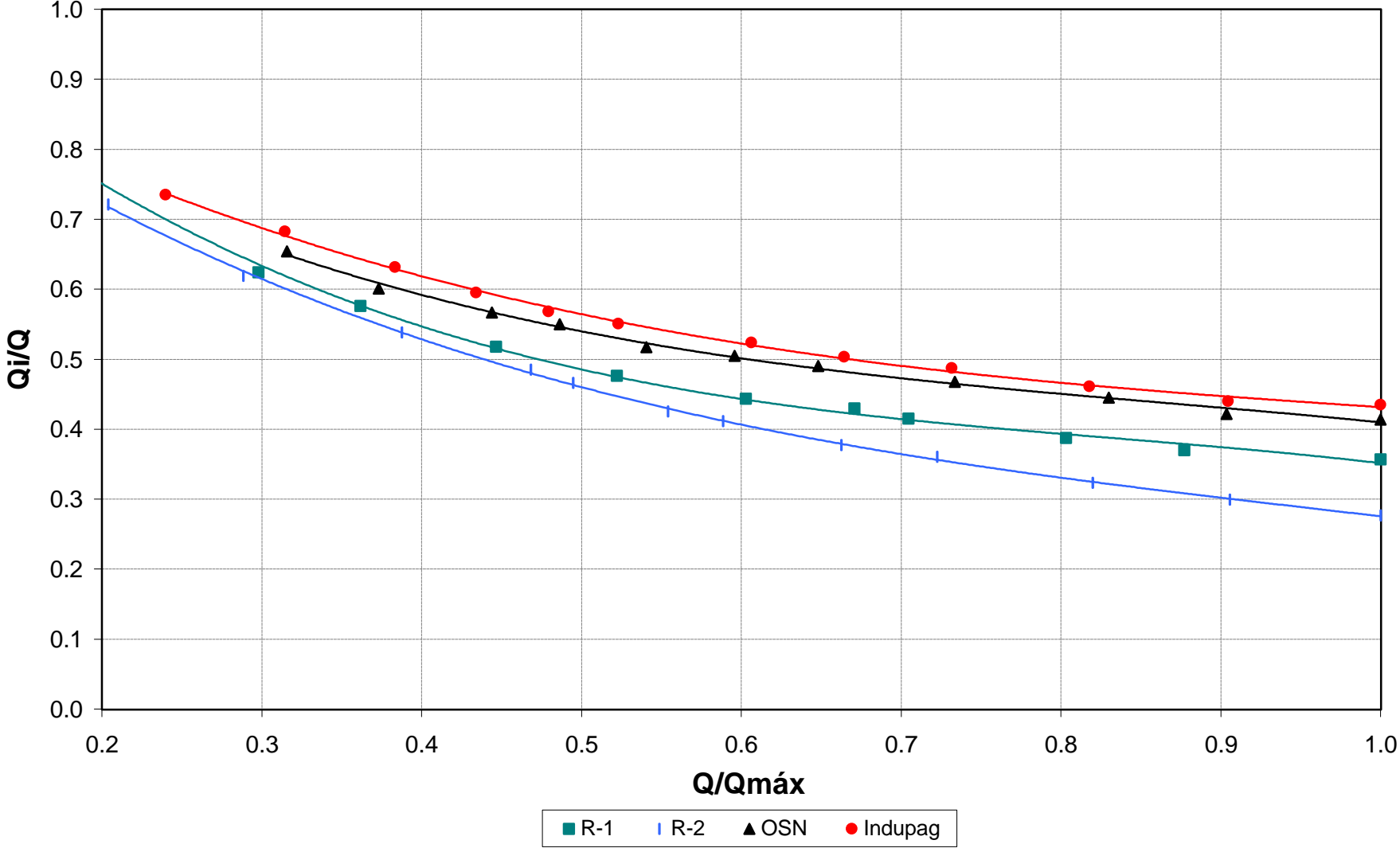


FIGURA 8

**COMPARACIÓN DE LOS CAUDALES CAPTADOS  
REJA INDUPAG vs SIN REJA  
(Con restricción en la condición de ingreso)**

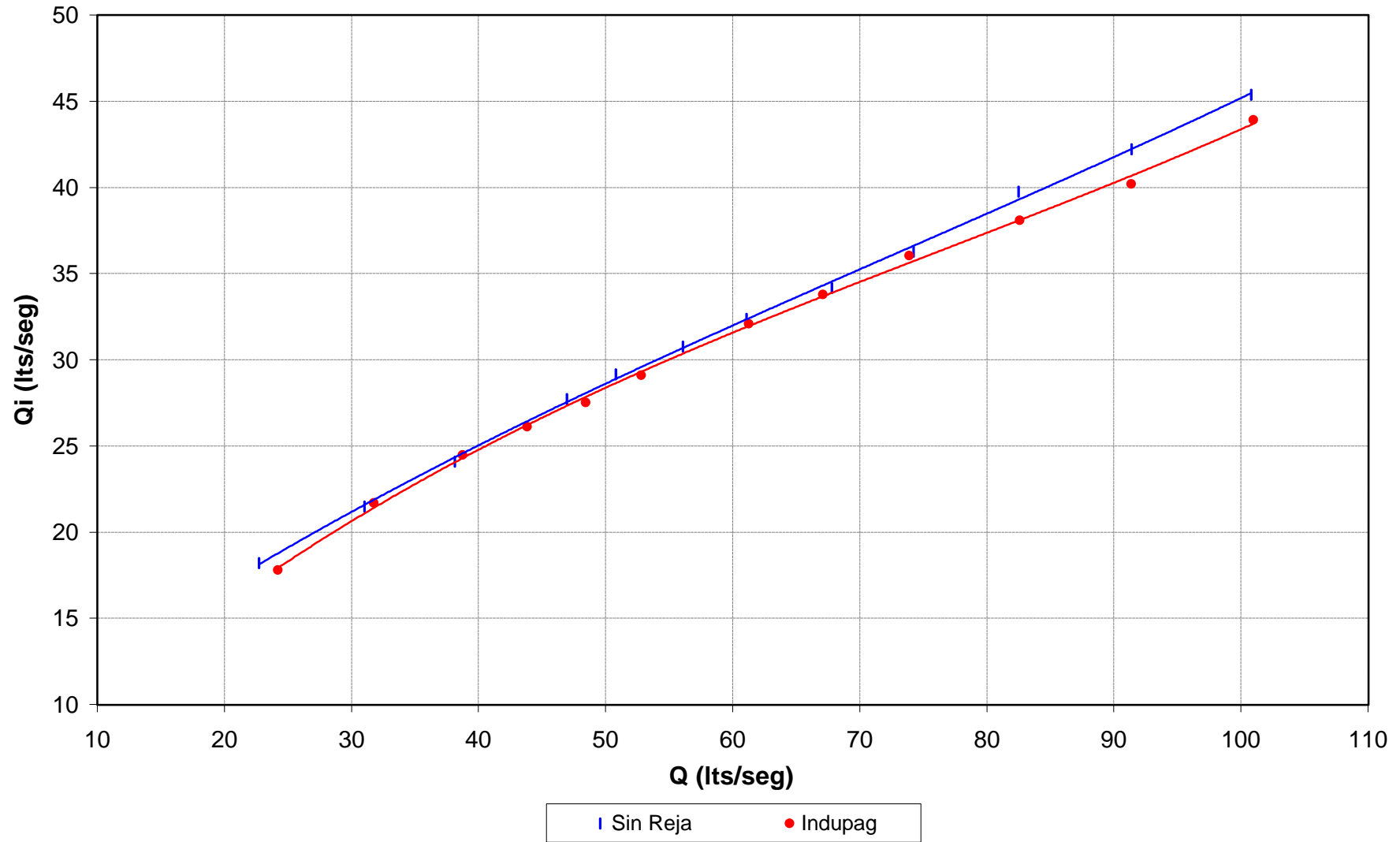


FIGURA 9

Eficiencia (Qi/Q) vs Q/Qmáx

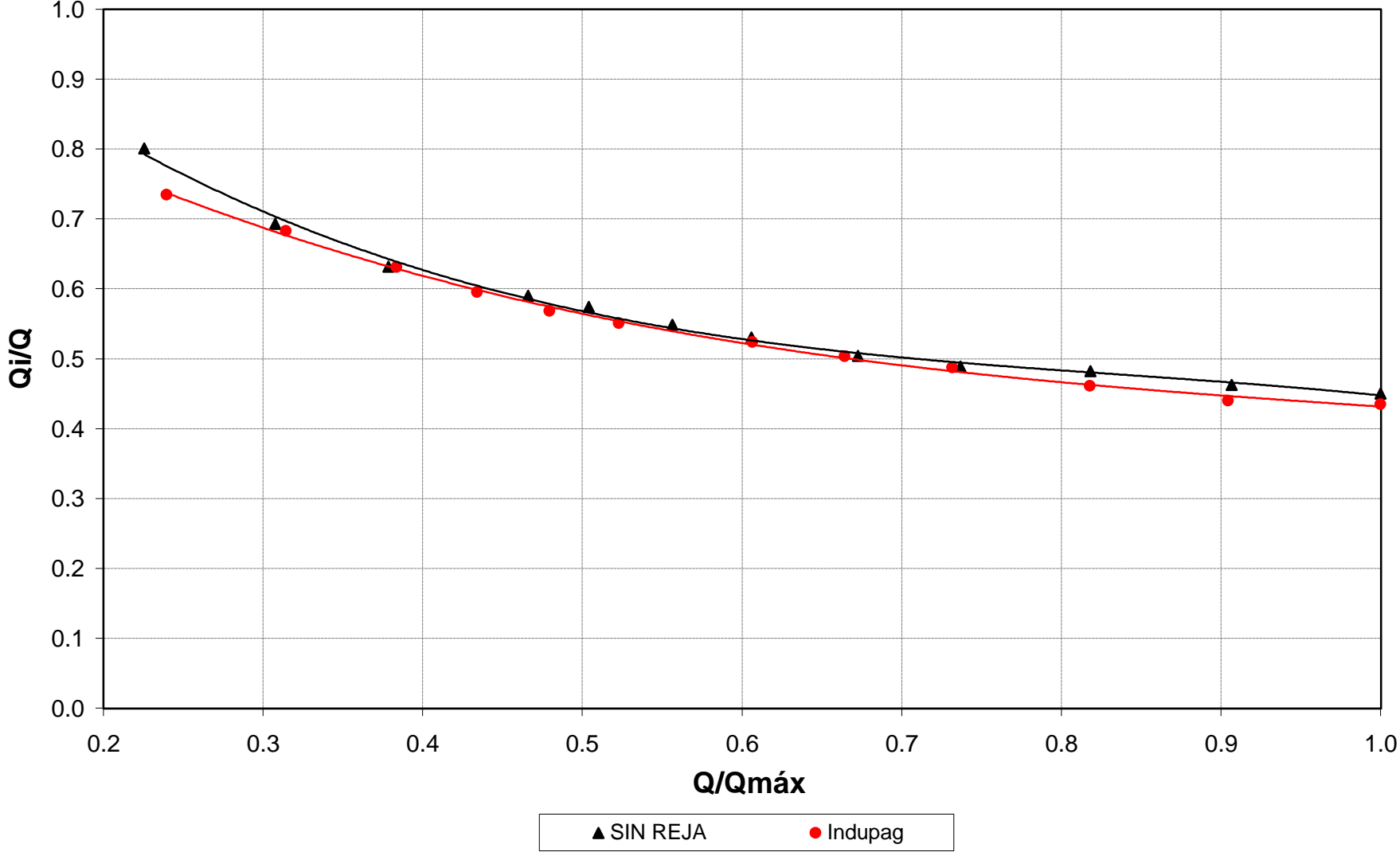


FIGURA 10



**CAUDALES CAPTADOS POR REJAS DE FONDO AISLADAS  
(Sin restricción en la condición de ingreso)**

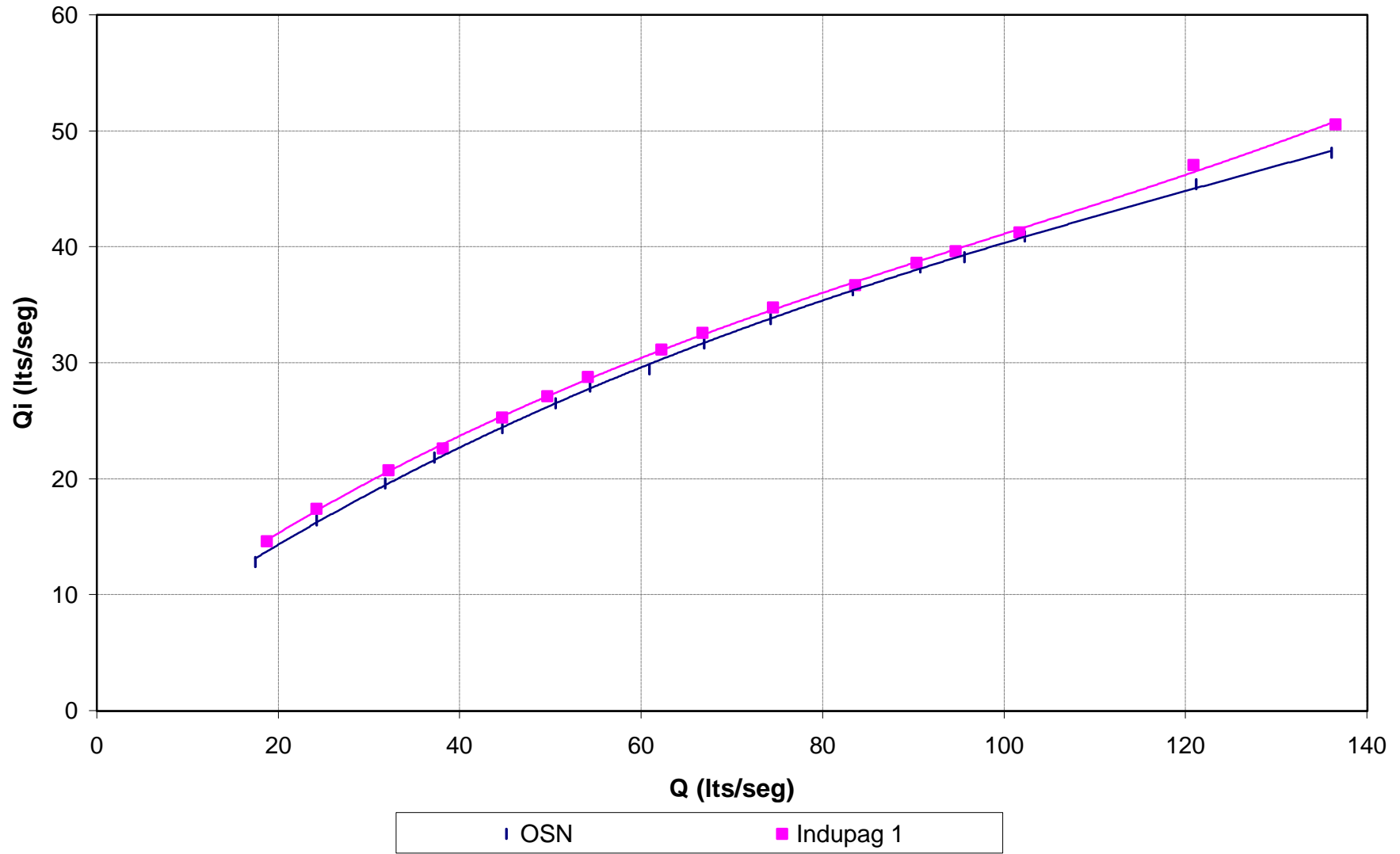


FIGURA 11

### Evaluación de la eficiencia de la reja O.S.N.

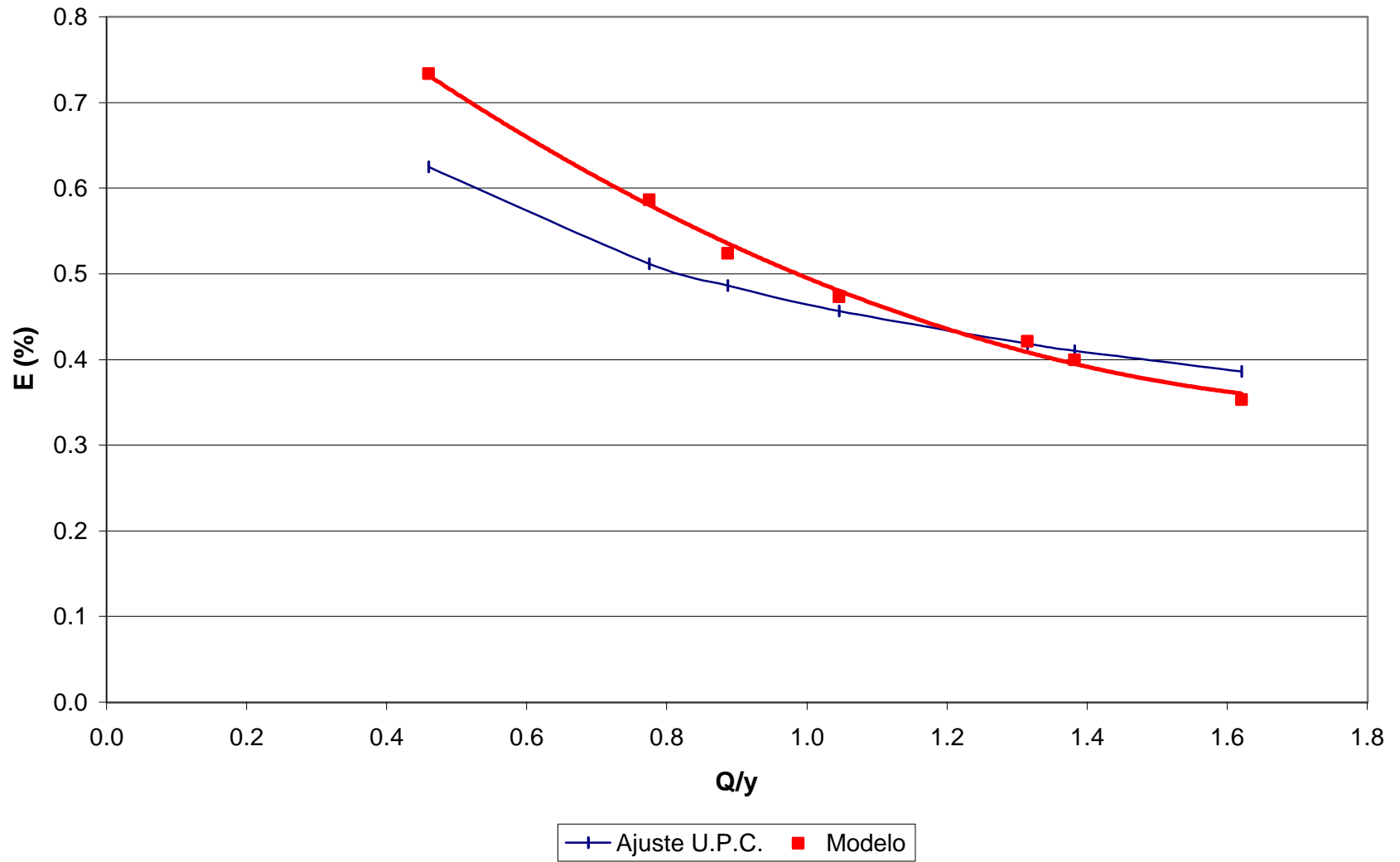


FIGURA 12

**ANEXO II**

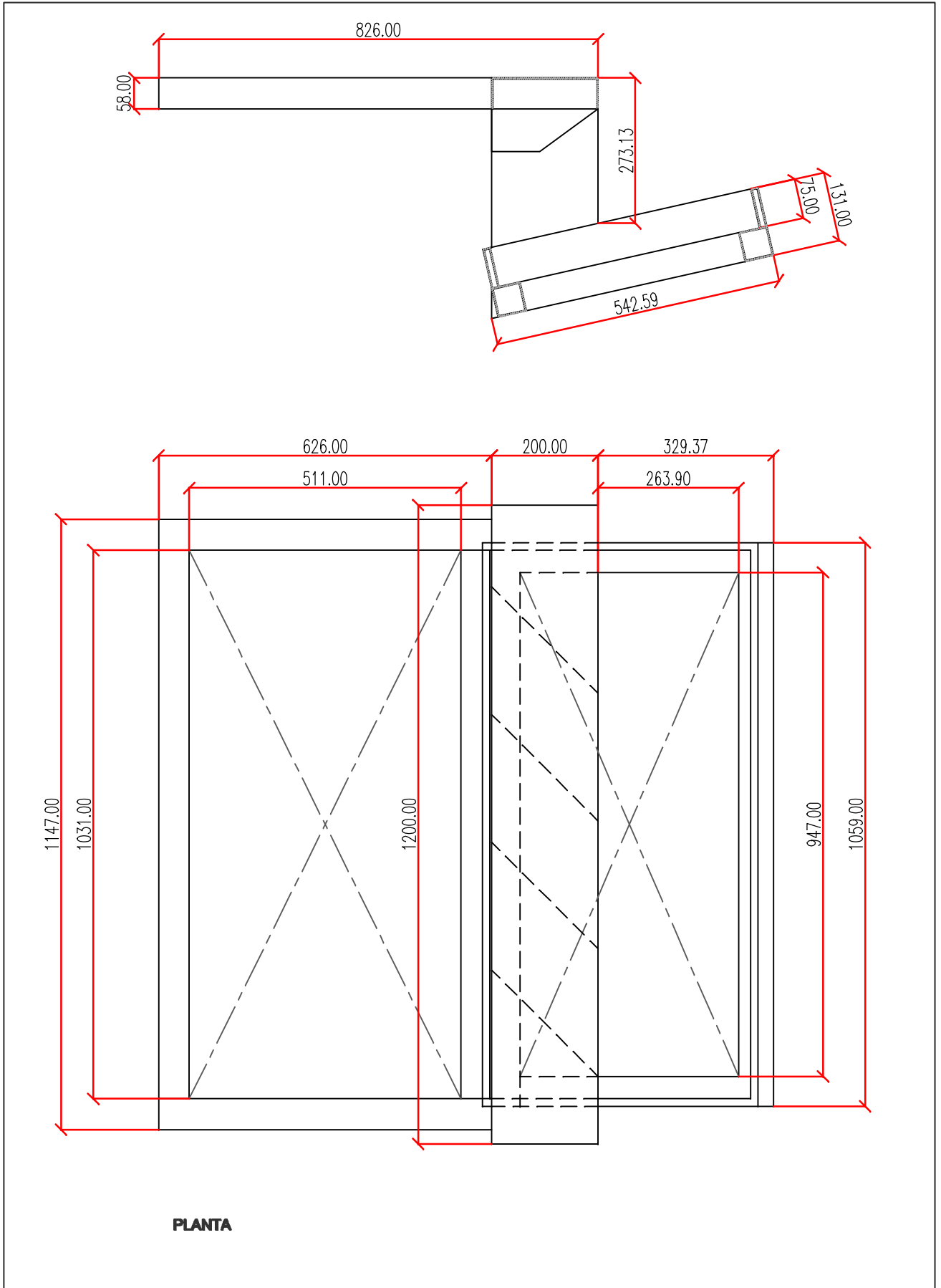
**FIGURAS PARTE II**

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Plano general del modelo físico
Figura 2	Plano general del sumidero mixto
Figura 3	Sumidero mixto sin rejas de fondo
Figura 4	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo O.S.N.
Figura 5	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag - Variante 1
Figura 6	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag - Variante 1 – Obstrucción completa
Figura 7	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag - Variante 1 – 50% obstrucción – Mitad aguas arriba
Figura 8	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag - Variante 1 – 50% obstrucción – Mitad aguas abajo
Figura 9	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag - Variante 2
Figura 10	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag - Variante 3
Figura 11	Delimitación de la zona de aproximación local al sumidero.
Figura 12	Sumidero mixto sin rejas de fondo – Configuración del flujo – $i=0.1\%$
Figura 13	Sumidero mixto sin rejas de fondo – Configuración del flujo – $i=0.5\%$
Figura 14	Sumidero mixto sin rejas de fondo – Curvas de captación – $i=0.1\%$
Figura 15	Sumidero mixto sin rejas de fondo – Curvas de captación – $i=0.5\%$
Figura 16	Sumidero mixto sin rejas de fondo – Curvas de captación – $i=0.1\%$ vs. $i=0.5\%$
Figura 17	Sumidero mixto sin rejas de fondo – Curvas de eficiencia
Figura 18	Esquema de Izzard para el cálculo del caudal por cuneta.
Figura 19	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo O.S.N. – Curvas de captación – $i=0.1\%$
Figura 20	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo O.S.N. – Curvas de captación – $i=0.5\%$
Figura 21	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo O.S.N. – Curvas de captación – $i=0.1\%$ vs. $i=0.5\%$
Figura 22	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo O.S.N. – Curvas de eficiencia
Figura 23	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 1 – Curvas de captación – $i=0.1\%$
Figura 24	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 1 – Curvas de captación – $i=0.5\%$
Figura 25	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 1 – Curvas de captación – $i=0.1\%$ vs. $i=0.5\%$
Figura 26	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 1 – Curvas de eficiencia
Figura 27	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 1 – 100% de obstrucción de la reja de fondo - Curvas de captación – $i=0.1\%$



Figura 28	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 1 – 100% de obstrucción de la reja de fondo - Curvas de captación – $i=0.5\%$
Figura 29	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 1 – 100% de obstrucción de la reja de fondo - Curvas de captación – $i=0.1\%$ vs. $i=0.5\%$
Figura 30	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 1 – 50% de obstrucción de la mitad aguas arriba de la reja de fondo - Curvas de captación – $i=0.1\%$
Figura 31	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 1 – 50% de obstrucción de la mitad aguas arriba de la reja de fondo - Curvas de captación – $i=0.5\%$
Figura 32	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 1 – 50% de obstrucción de la mitad aguas abajo de la reja de fondo - Curvas de captación – $i=0.1\%$
Figura 33	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 1 – 50% de obstrucción de la mitad aguas abajo de la reja de fondo - Curvas de captación – $i=0.5\%$
Figura 34	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 2 – Curvas de captación – $i=0.1\%$
Figura 35	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 2 – Curvas de captación – $i=0.5\%$
Figura 36	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 2 – Curvas de captación – $i=0.1\%$ vs. $i=0.5\%$
Figura 37	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 2 – Curvas de eficiencia
Figura 38	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 3 – Curvas de captación – $i=0.1\%$
Figura 39	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 3 – Curvas de captación – $i=0.5\%$
Figura 40	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 3 – Curvas de captación – $i=0.1\%$ vs. $i=0.5\%$
Figura 41	Sumidero mixto con rejas de fondo del tipo INA-Indupag – Variante 3 – Curvas de eficiencia
Figura 42	Evaluación comparativa de sumideros – Curvas de captación – $i=0.1\%$
Figura 43	Evaluación comparativa de sumideros – Curvas de eficiencia – $i=0.1\%$
Figura 44	Evaluación comparativa de sumideros – $Q_{\text{captado}} = f(y)$ – $i=0.1\%$
Figura 45	Evaluación comparativa de sumideros – Curvas de captación – $i=0.5\%$
Figura 46	Evaluación comparativa de sumideros – Curvas de eficiencia – $i=0.5\%$
Figura 47	Evaluación comparativa de sumideros – $Q_{\text{captado}} = f(y)$ – $i=0.5\%$
Figura 48	Evaluación comparativa de sumideros – Curvas de captación – $i=0.1\%$ vs. $i=0.5\%$
Figura 49	Evaluación comparativa de sumideros – Curvas de eficiencia – $i=0.1\%$ vs. $i=0.5\%$
Figura 50	Evaluación comparativa de sumideros – $Q_{\text{captado}} = f(y)$ – $i=0.1\%$ vs. $i=0.5\%$

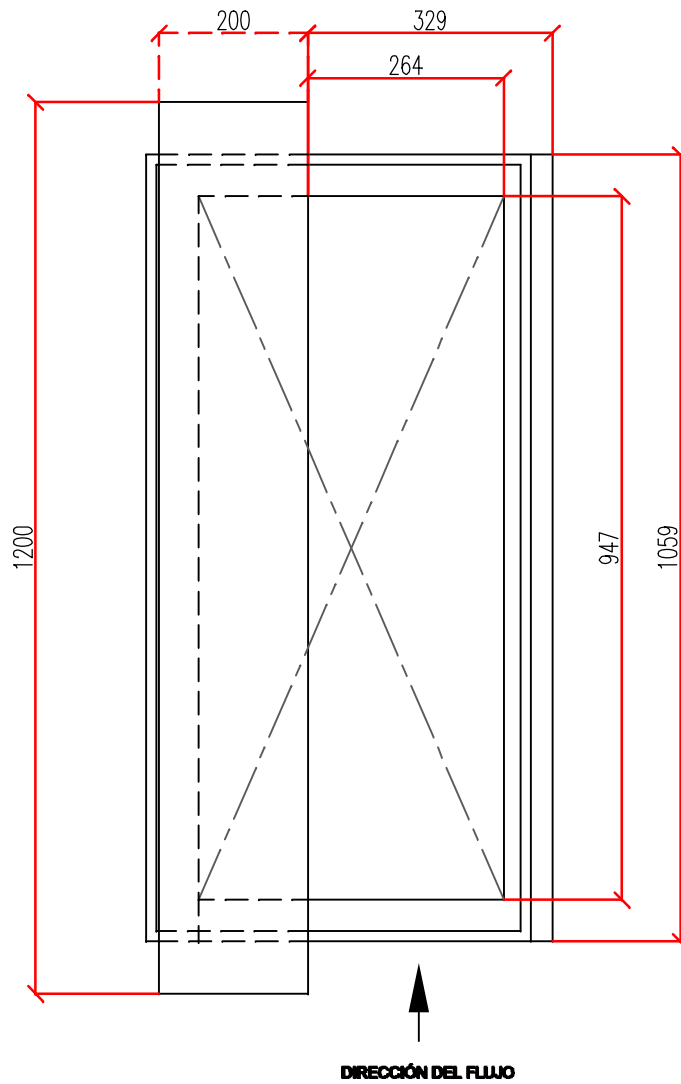
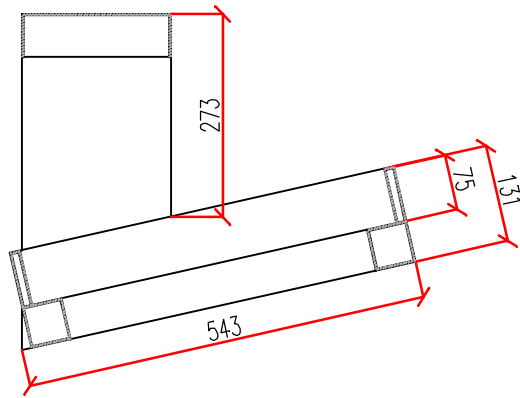


PLANTA



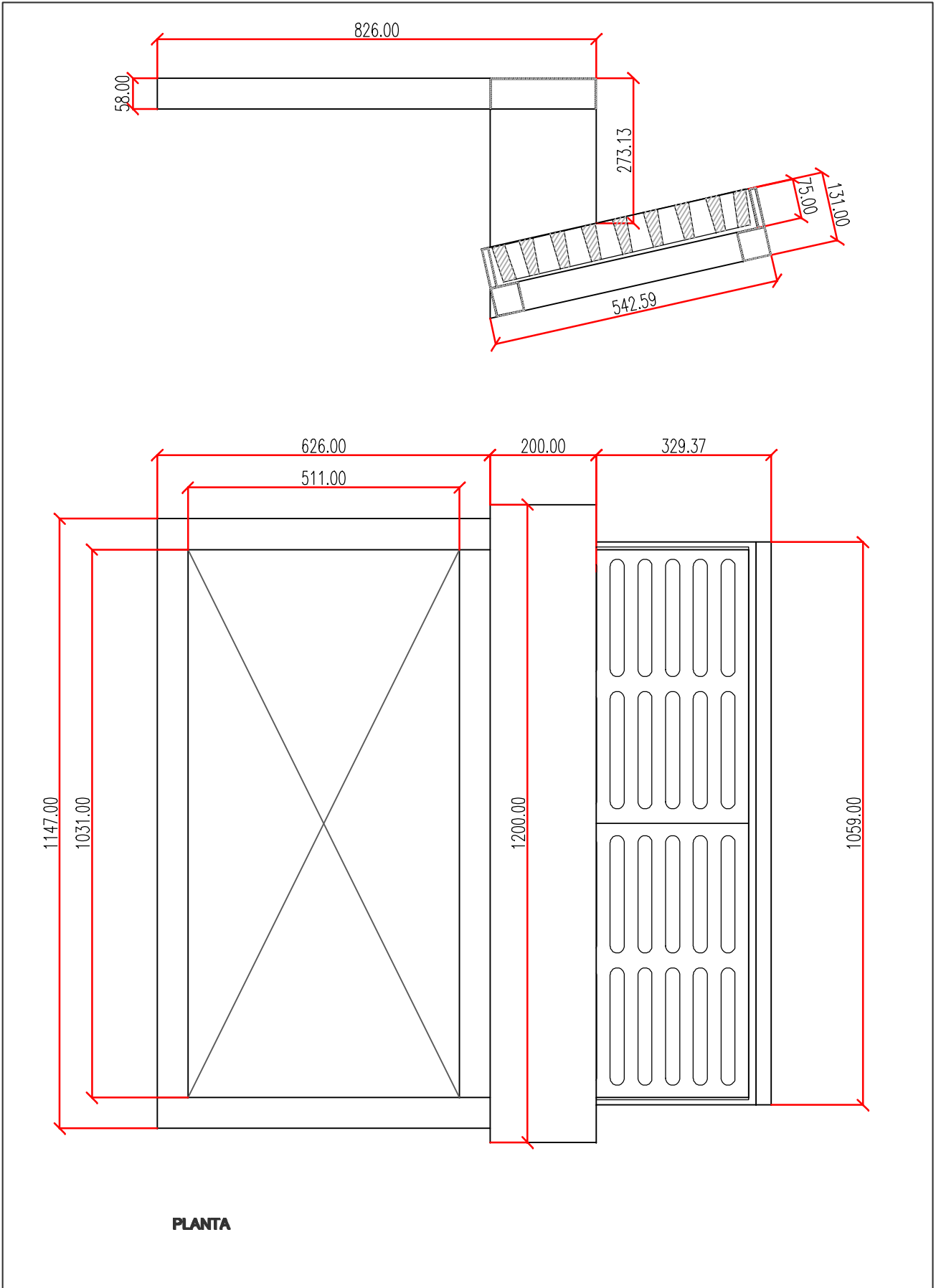
PLANO GENERAL DEL SUMIDERO MIXTO

FIGURA Nº 2



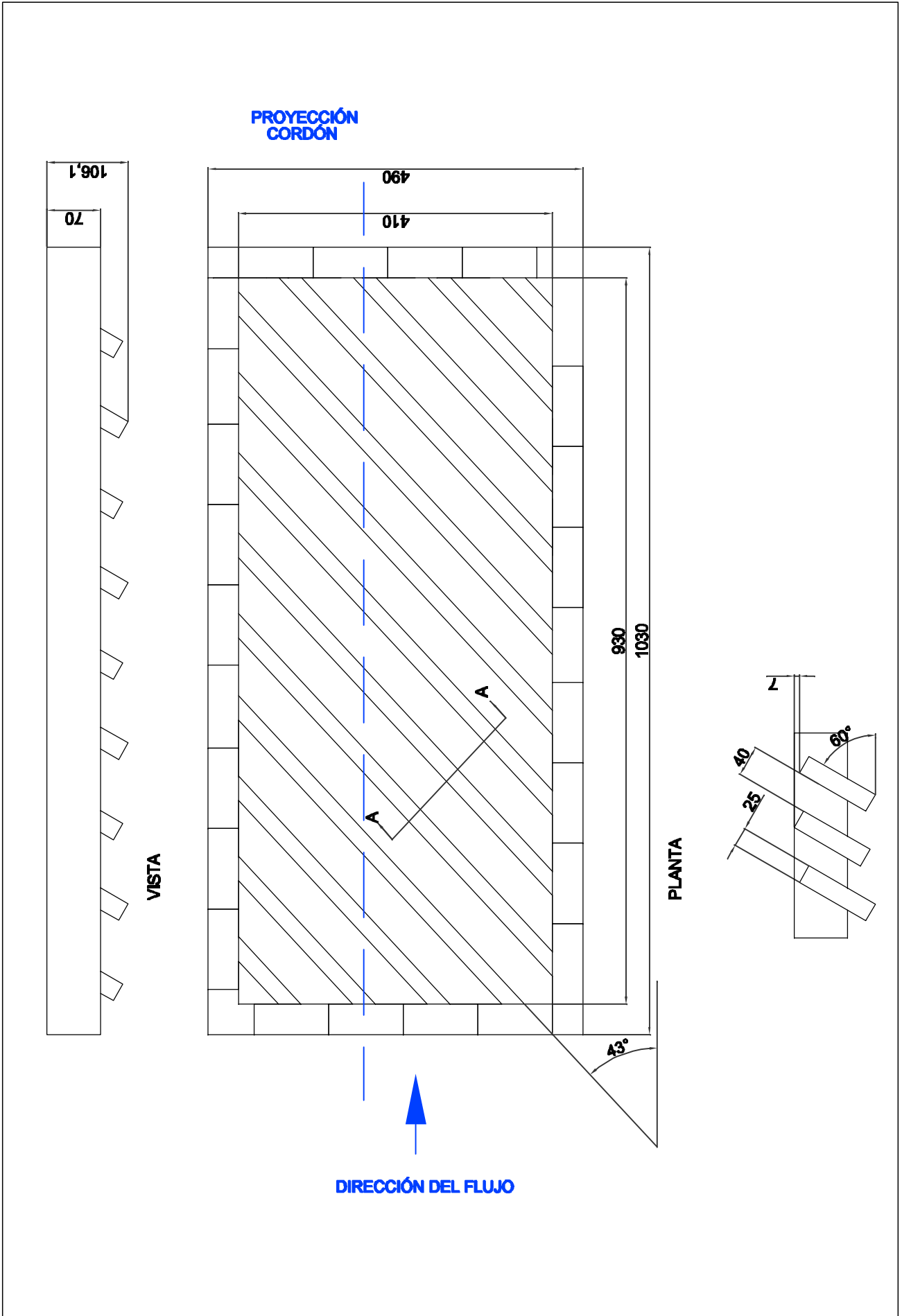
SUMIDERO MIXTO SIN REJA DE FONDO

FIGURA N° 3



SUMIDERO MIXTO CON REJA DE FONDO TIPO OSN

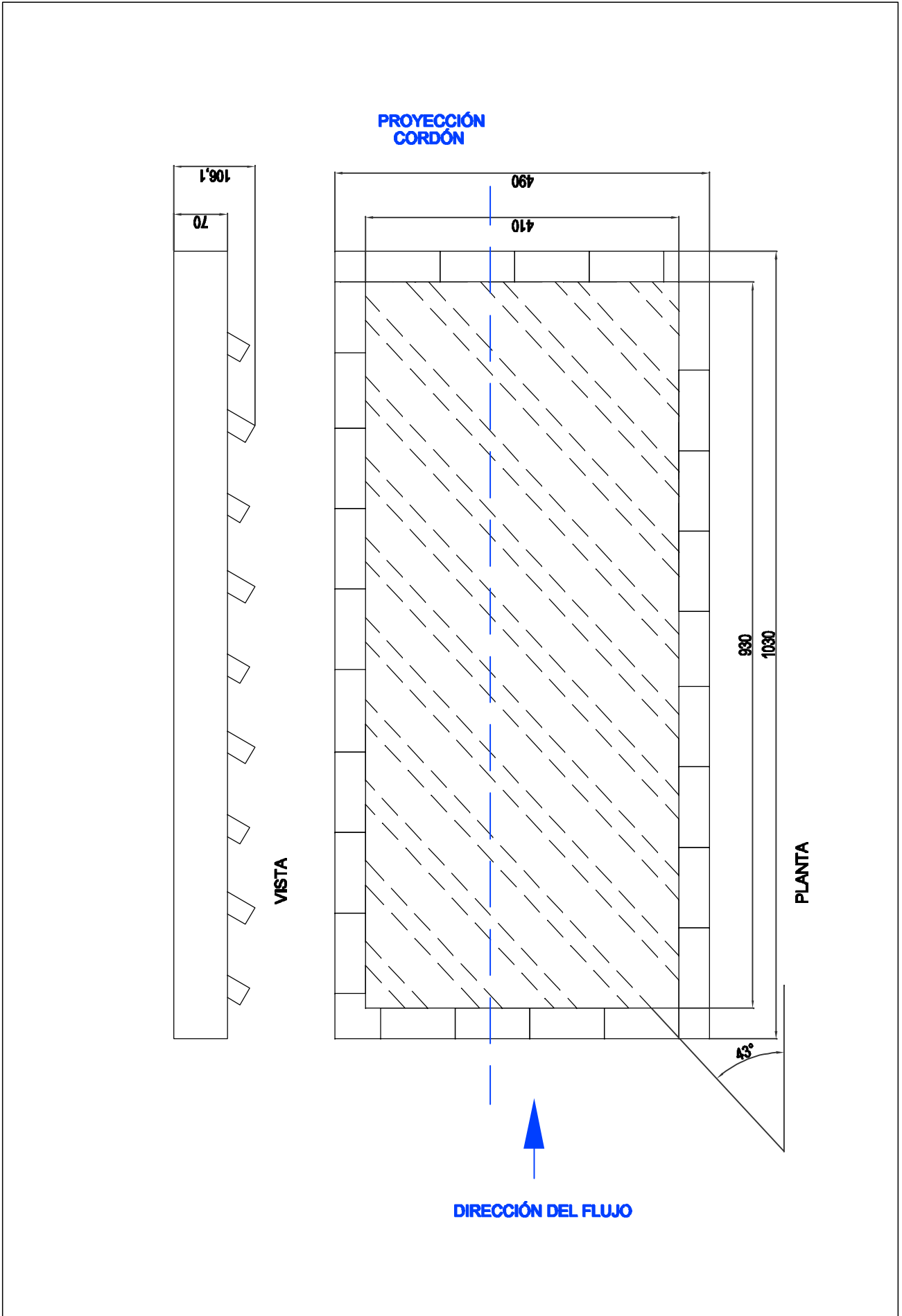
FIGURA Nº 4



REJA PARA SUMIDERO  
TIPO INA - INDUPAG VARIANTE 1

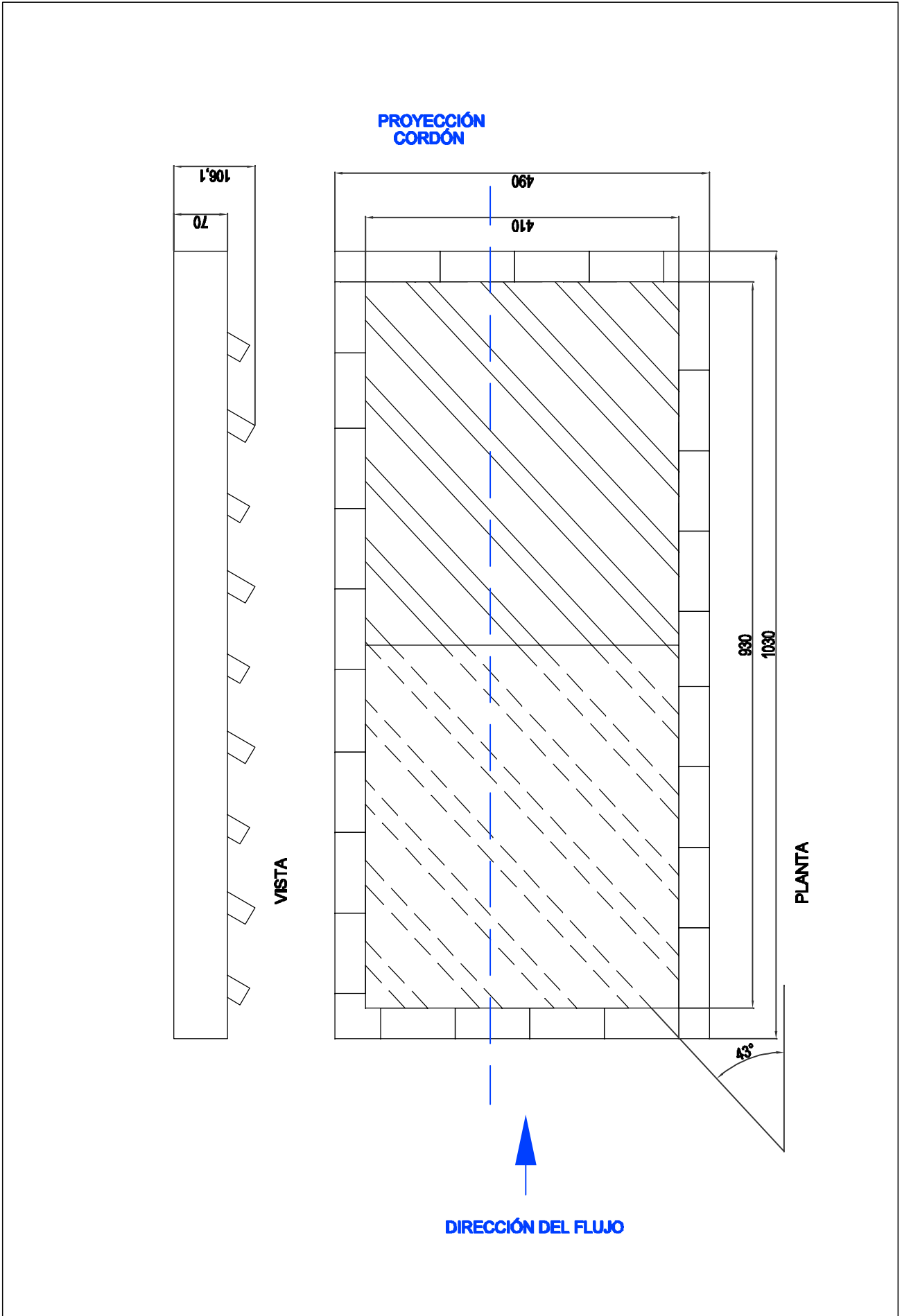
FIGURA N° 5





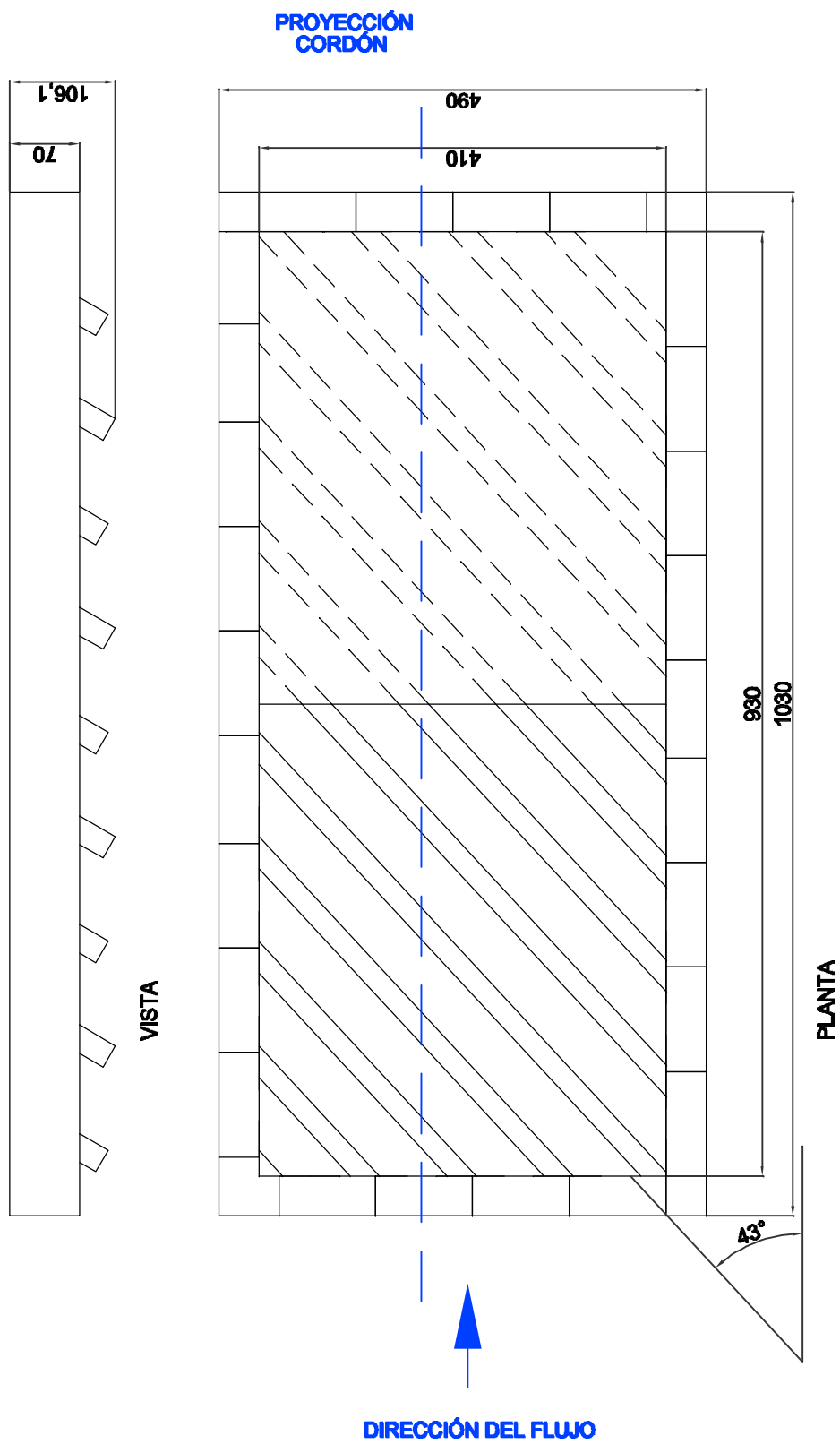
**REJA PARA SUMIDERO  
TIPO INA - INDUPAG VARIANTE 1  
100% Obstruida**

**FIGURA N° 6**



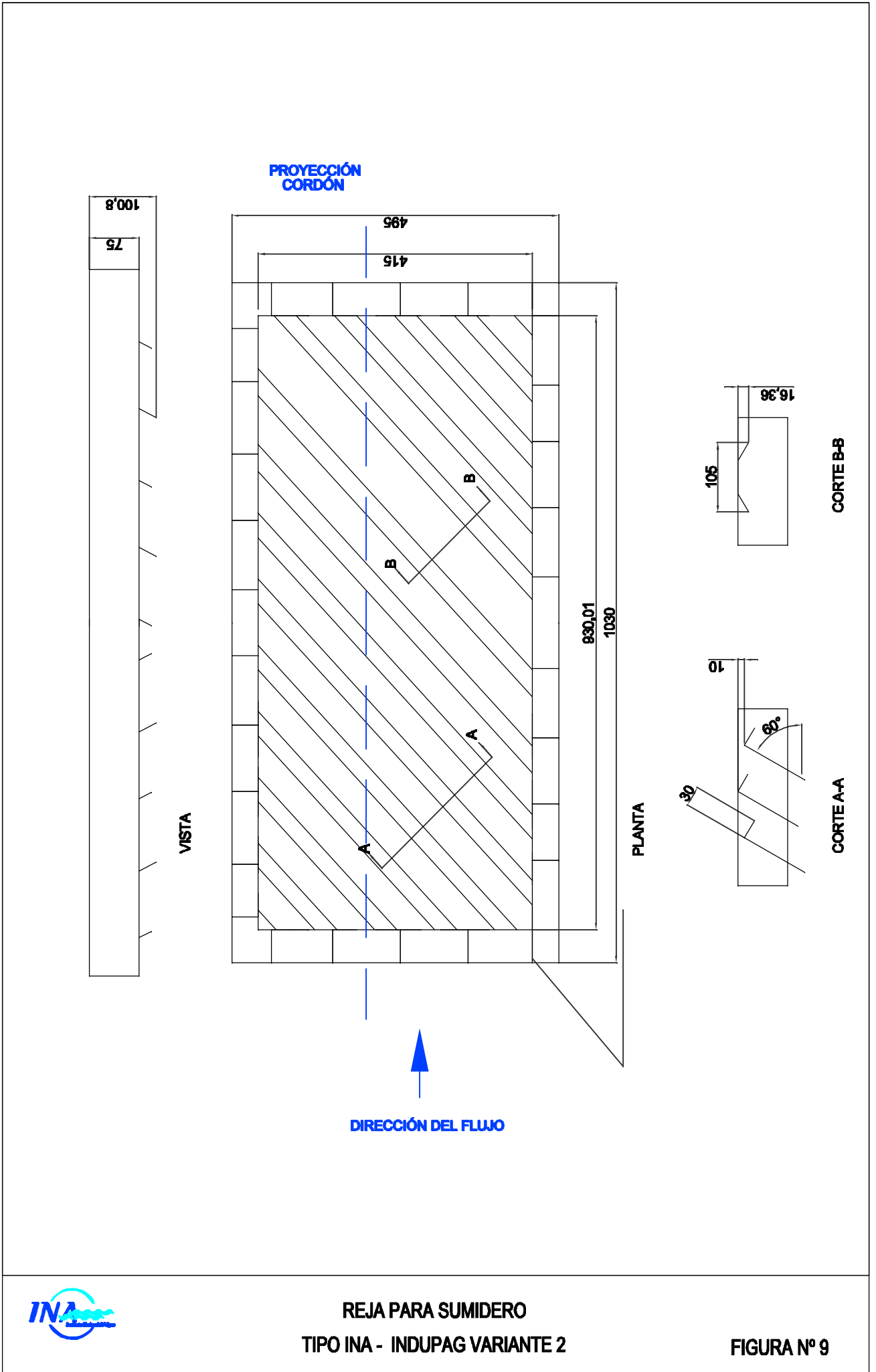
REJA PARA SUMIDERO  
 TIPO INA - INDUPAG VARIANTE 1  
 50% Obstruida aguas arriba

FIGURA N° 7



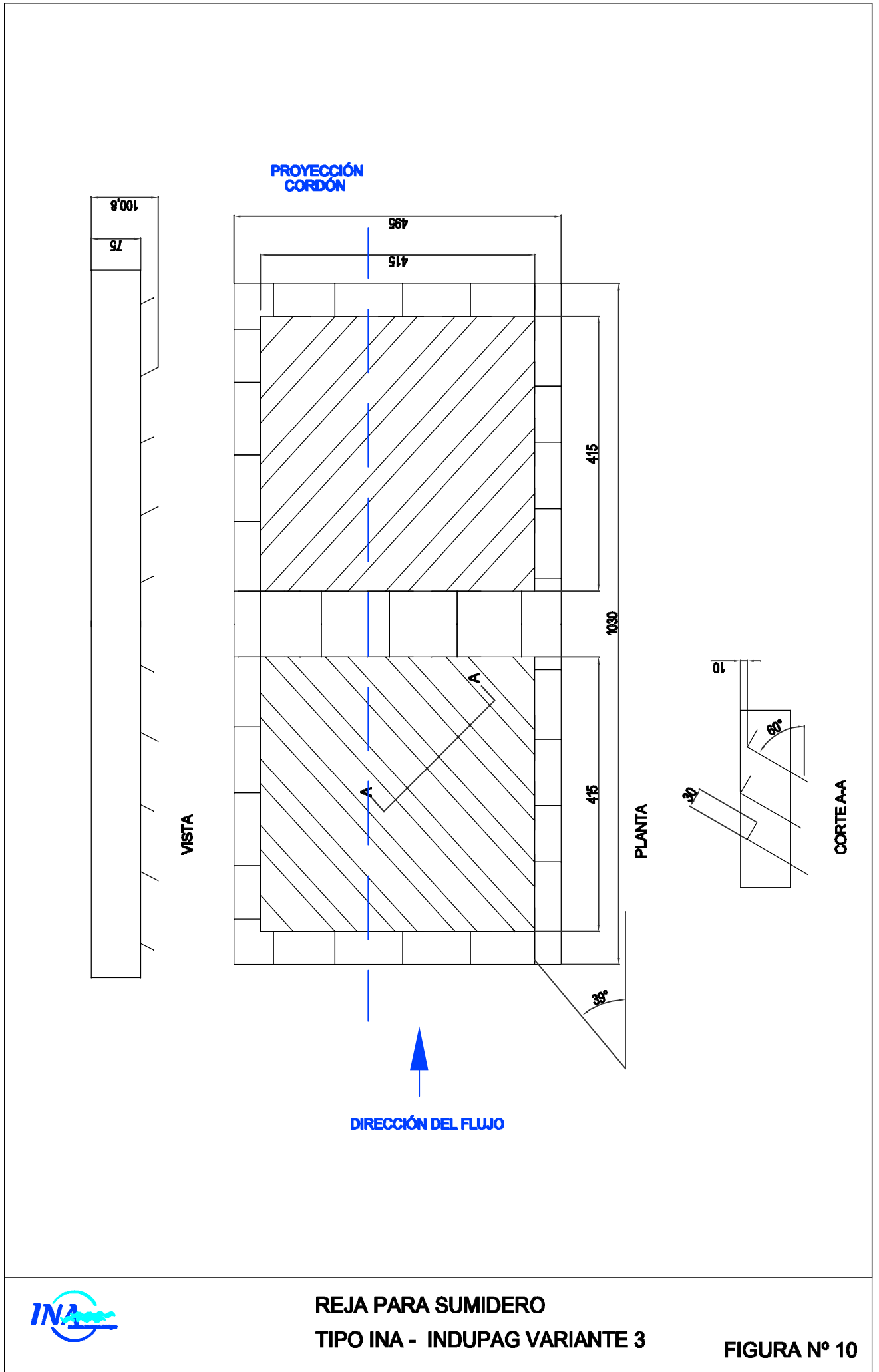
REJA PARA SUMIDERO  
 TIPO INA - INDUPAG VARIANTE 1  
 50% Obstruida aguas abajo

FIGURA N° 8



REJA PARA SUMIDERO  
TIPO INA - INDUPAG VARIANTE 2

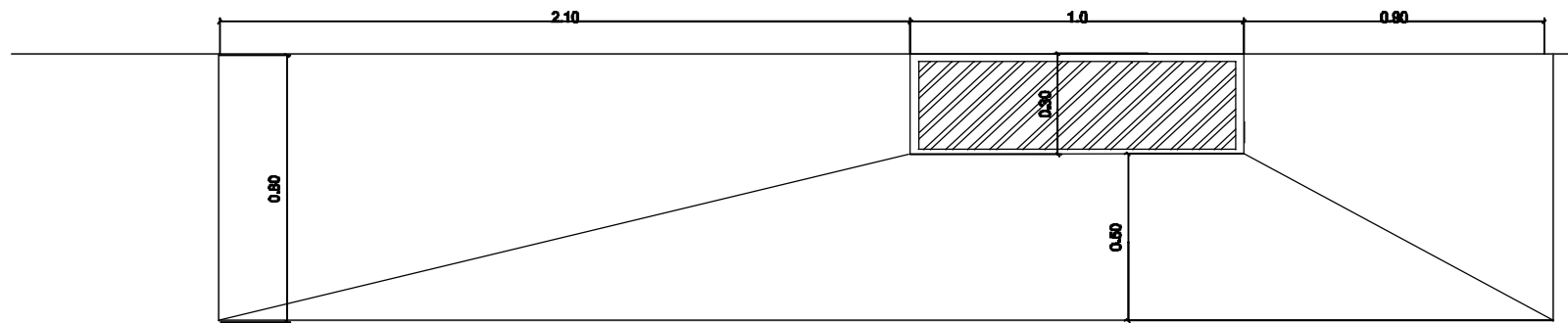
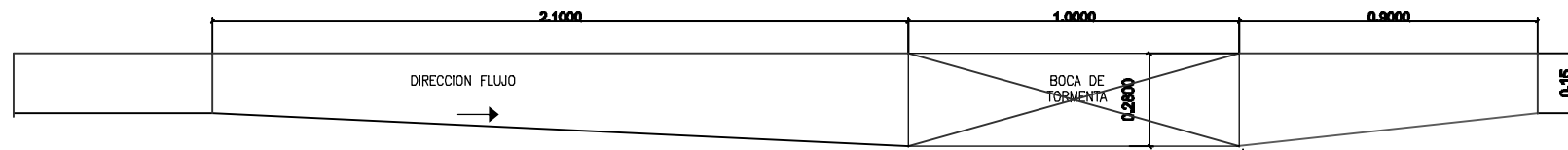
FIGURA Nº 9



**REJA PARA SUMIDERO  
TIPO INA - INDUPAG VARIANTE 3**

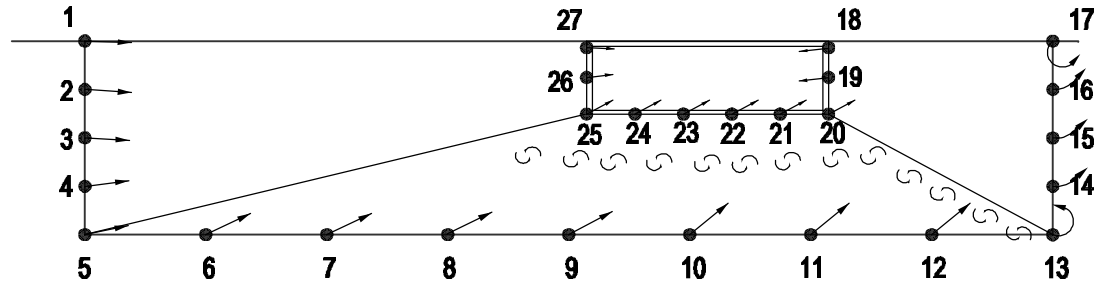
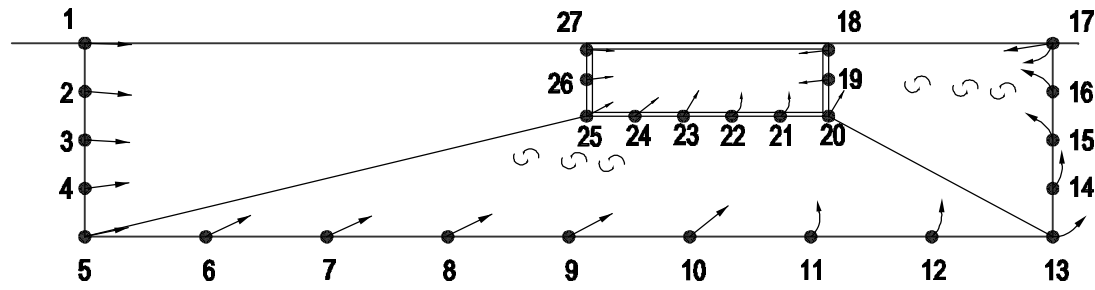
**FIGURA Nº 10**





APROXIMACIÓN AL SUMIDERO

FIGURA Nº 11



Q = 50 l/seg.																											
Punto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Tirante (mm)	51	45	43	42	38	31	22	17	16	14	12	13	11	6	7	6	16	48	14	6	7	15	24	27	59	91	117

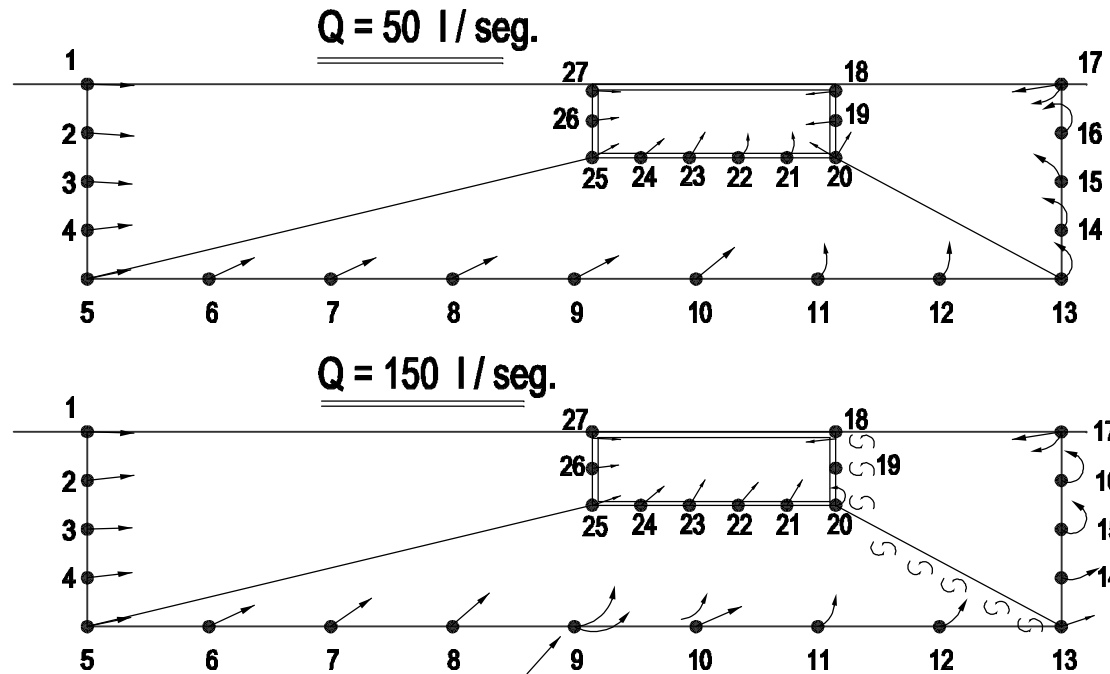
  

Q = 150 l/seg.																											
Punto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Tirante (mm)	79	70	71	69	64	55	51	38	31	28	25	27	27	49	55	59	59	94	72	42	37	42	43	55	101	122	150



CONFIGURACIÓN DE FLUJO  
RELEVAMIENTO DE TIRANTES  
EN EL ENTORNO DEL SUMIDERO

Sumidero sin reja de fondo - Pendiente longitudinal calle. 0.1% FIGURA N° 12



<u>Q = 50 l / seg.</u>																											
Punto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Tirante (mm)	56	58	55	43	49	37	30	17	13	11	10	8	8	5	4	11	13	56	15	5	10	16	17	27	34	88	107

<u>Q = 150 l / seg.</u>																											
Punto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Tirante (mm)	8	89	93	84	82	66	55	34	29	27	20	20	51	52	56	63	65	165	103	45	25	37	44	55	110	124	137



**CONFIGURACIÓN DE FLUJO  
RELEVAMIENTO DE TIRANTES  
EN EL ENTORNO DEL SUMIDERO**  
Sumidero sin reja de fondo - Pendiente longitudinal calle: 0.5%

FIGURA Nº 13

Sumidero INA - Indupag  
Sin reja de fondo -  $i=0.1\%$

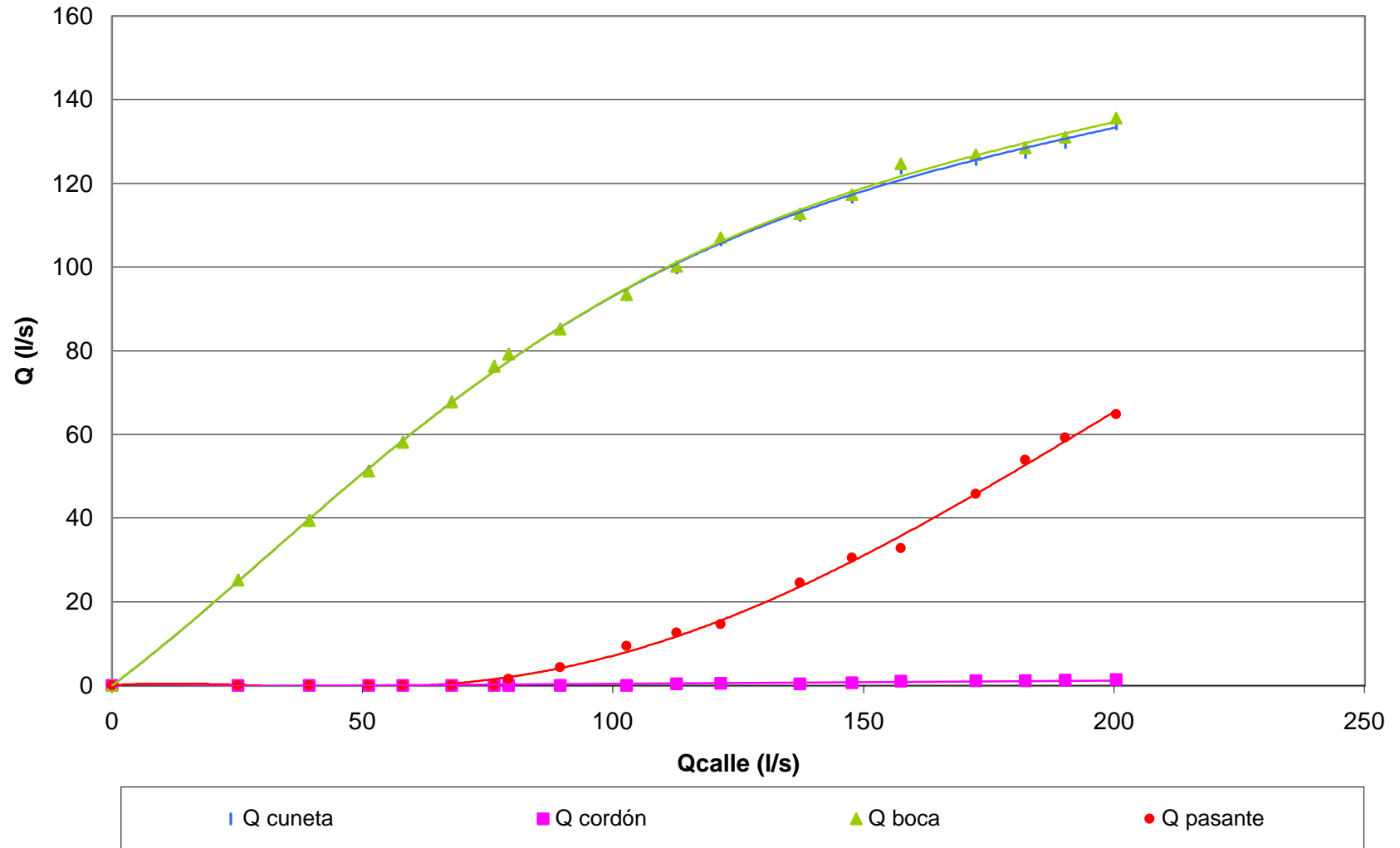


Figura 14

**Sumidero INA - Indupag**  
**Sin reja de fondo -  $i=0.5\%$**

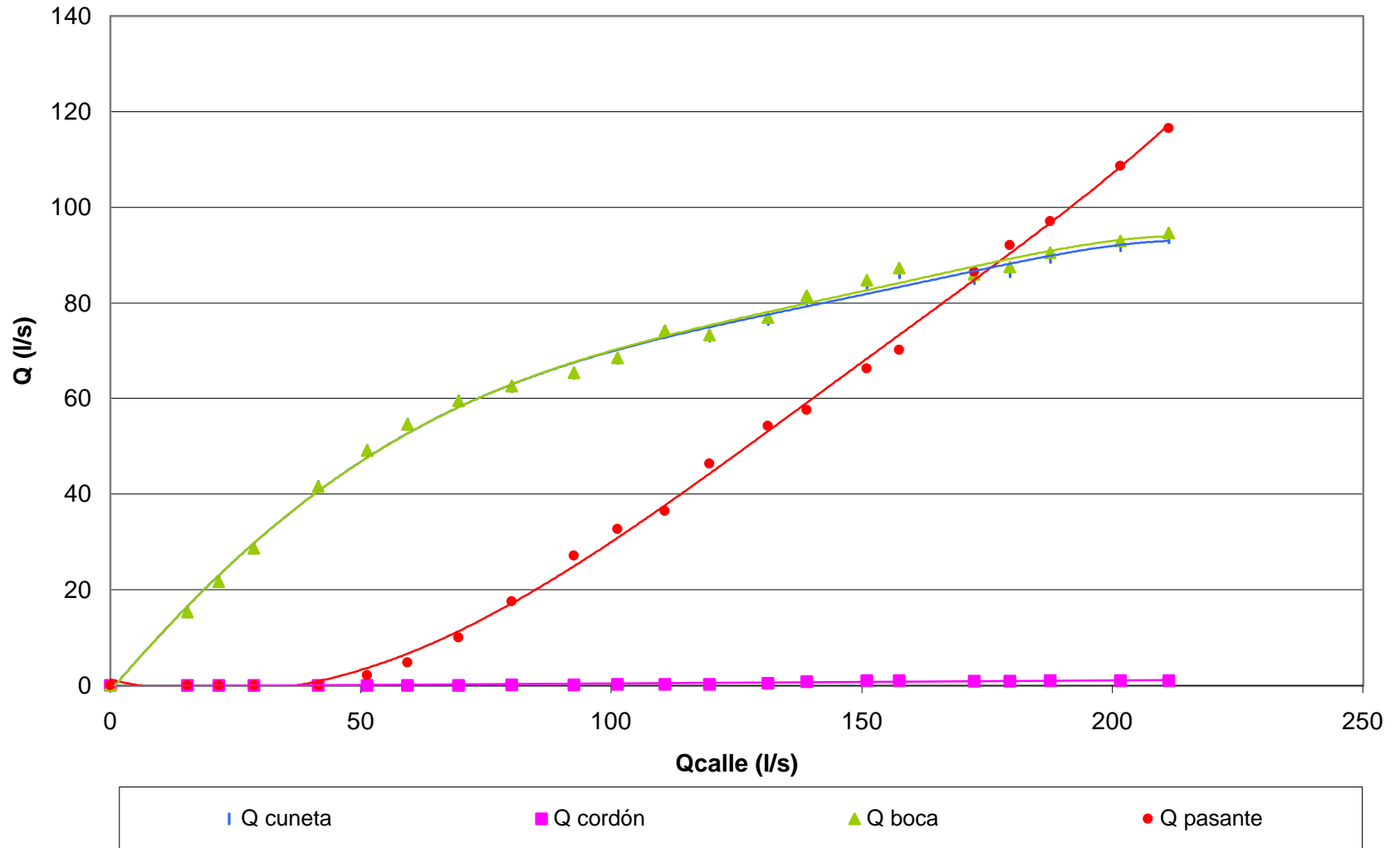


Figura 15



### Sumidero INA - Indupag Sin reja de fondo

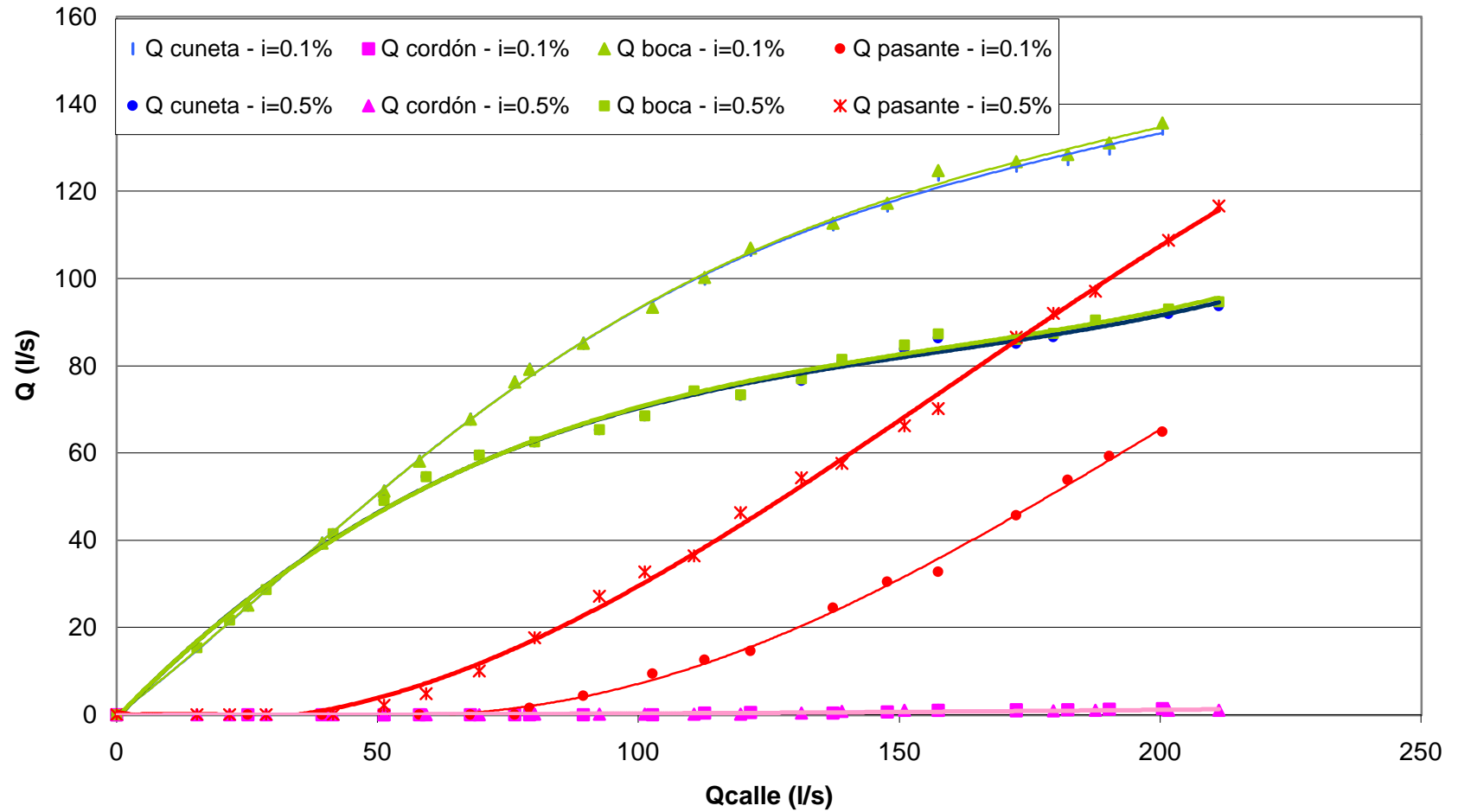


Figura 16

### Sumidero INA - Indupag Sin reja de fondo

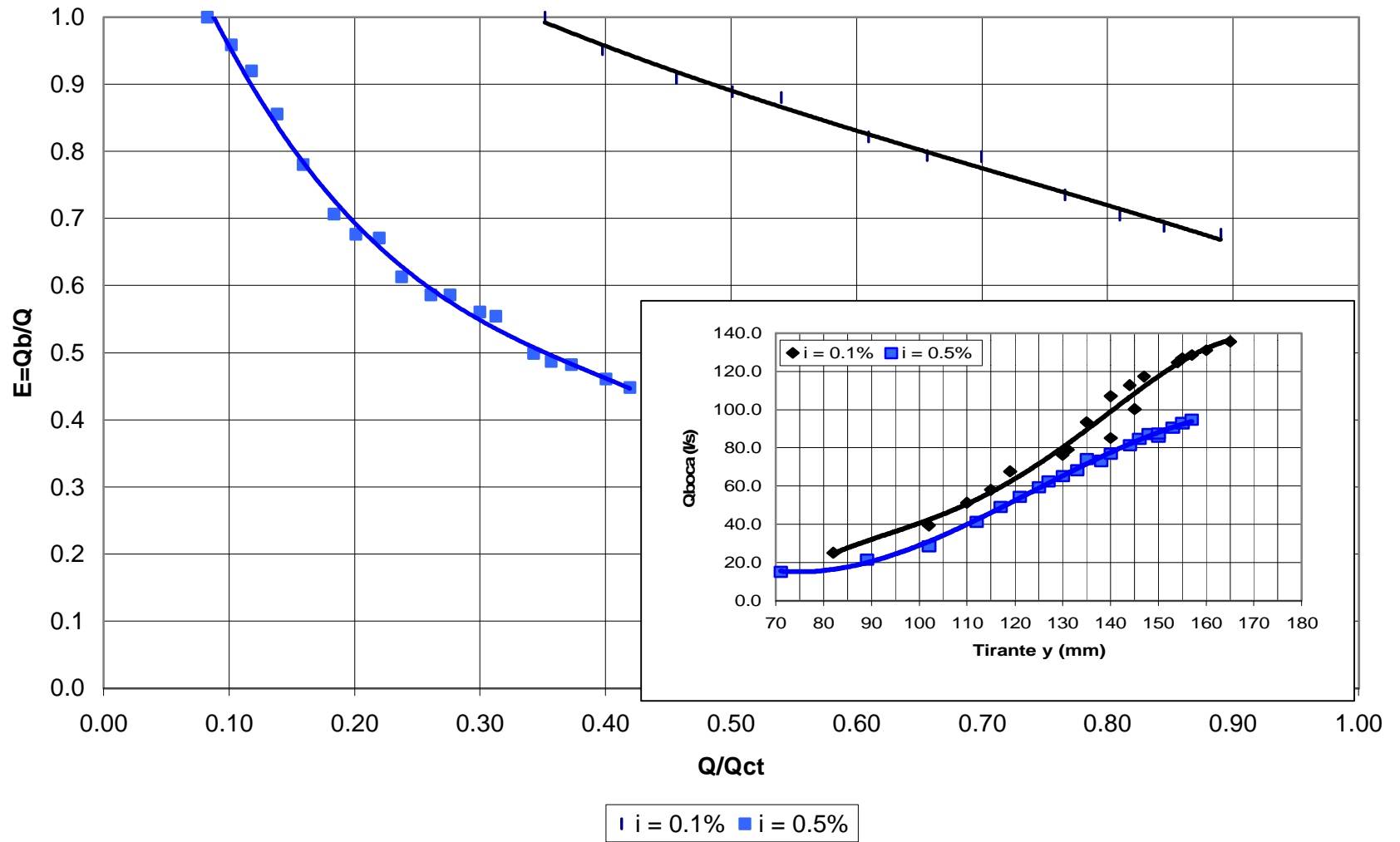
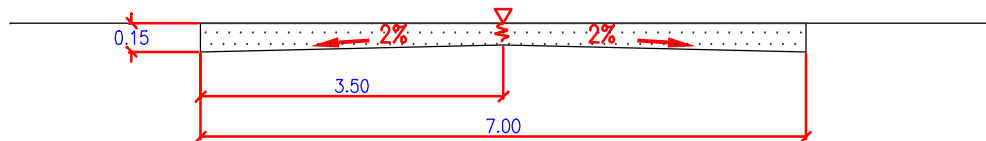


Figura 17



$$Q = \frac{1}{n} \cdot \frac{A^{5/3}}{P_m^{2/3}} \cdot i^{1/2}$$

Q: Caudal

A: Área de la sección transversal

$P_m$ : Perímetro mojado

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

i: Pendiente longitudinal de la calle

Caudal máximo por calle sin desborde		
i (%)	Q (l/s)	Q (l/s) en media calzada
0.1	450.3	225.15
0.5	1006.9	503.45

n= 0.013

### Sumidero mixto con reja de fundición tipo O.S.N. - $i=0.1\%$

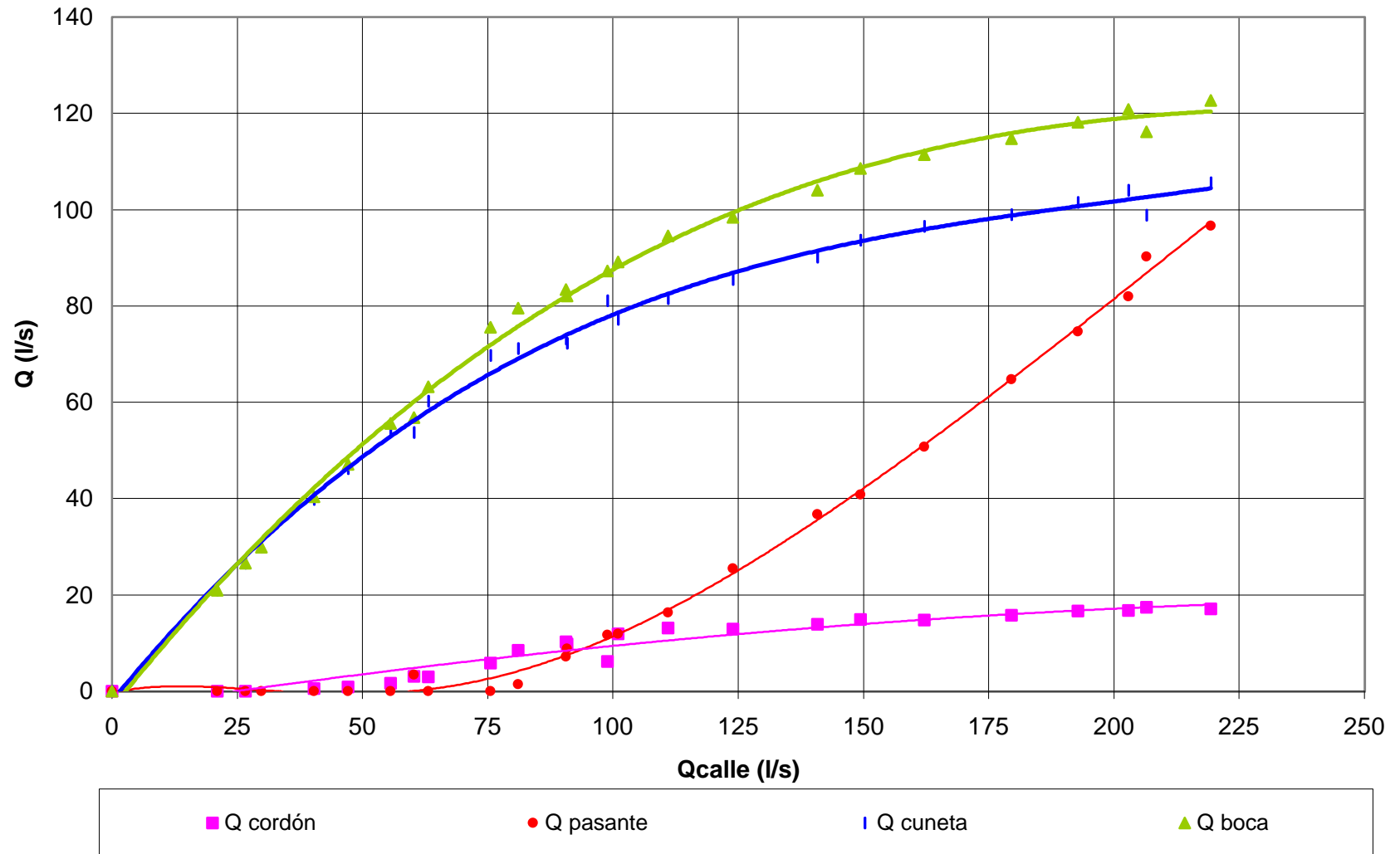


Figura 19

### Sumidero mixto con reja de fundición tipo O.S.N. - $i=0.5\%$

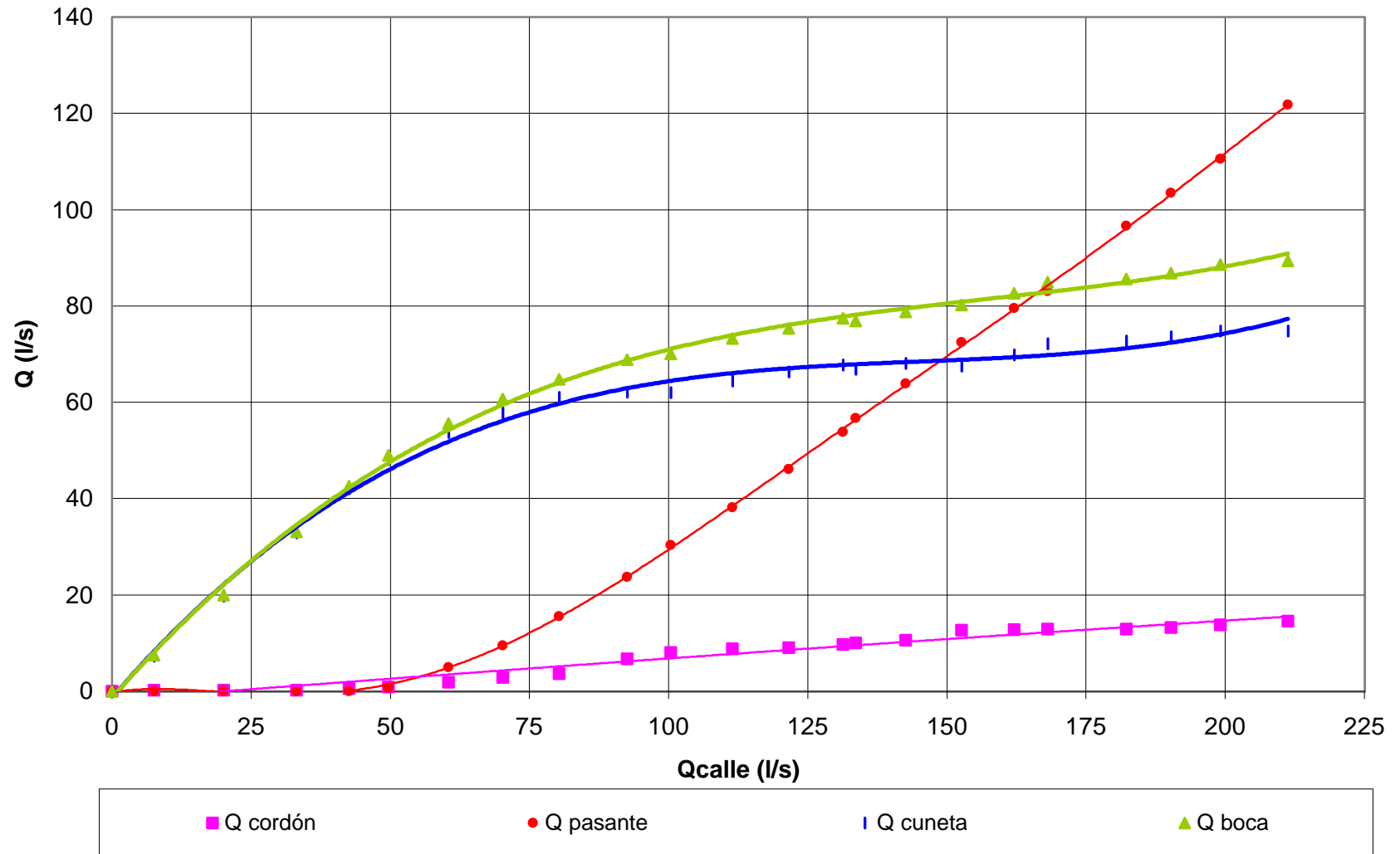


Figura 20



### Sumidero mixto con reja de fundición tipo O.S.N.

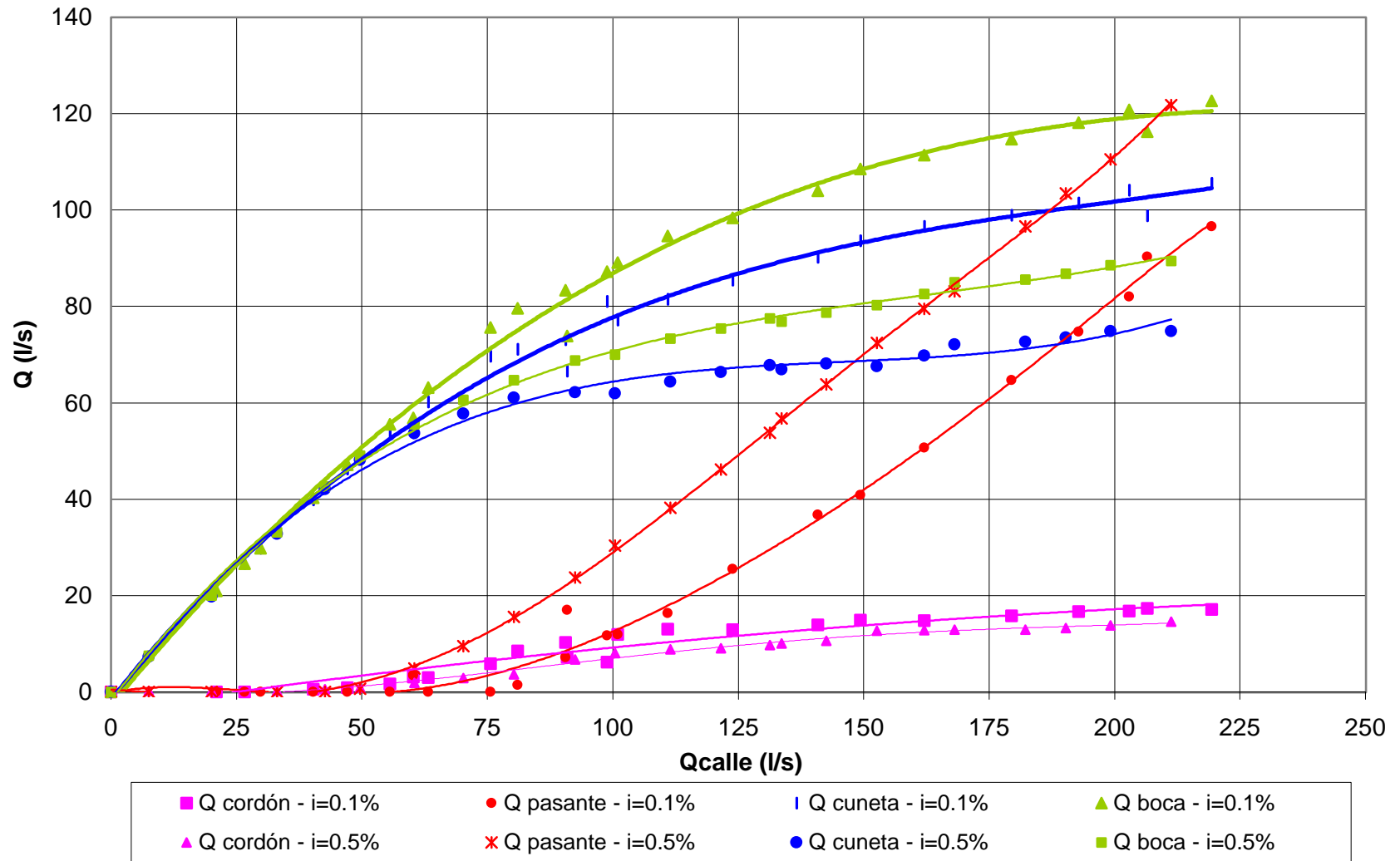


Figura 21

### Sumidero mixto con reja de fundición tipo O.S.N.

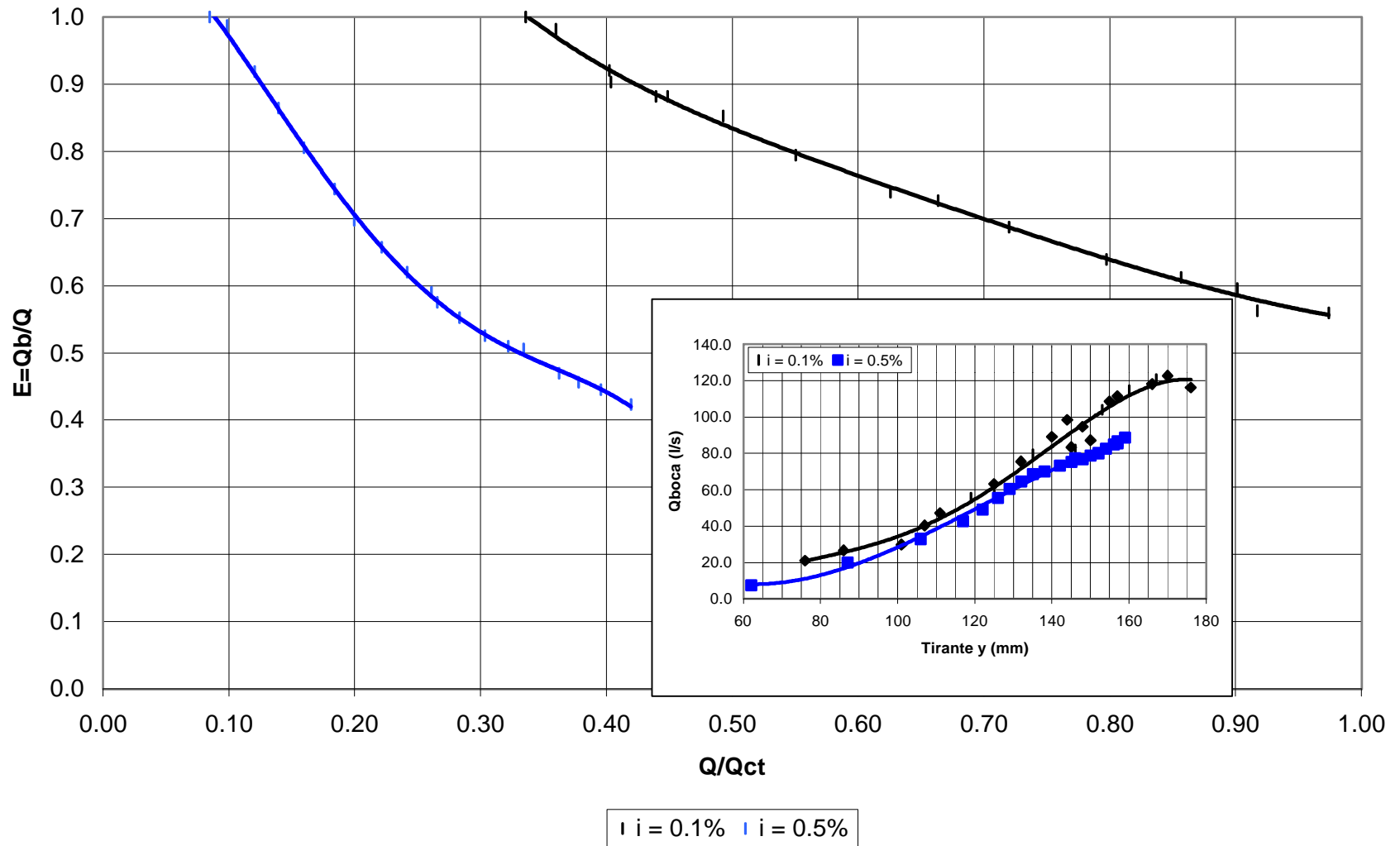


Figura 22

Sumidero INA - Indupag  
Variante 1 - i=0.1%

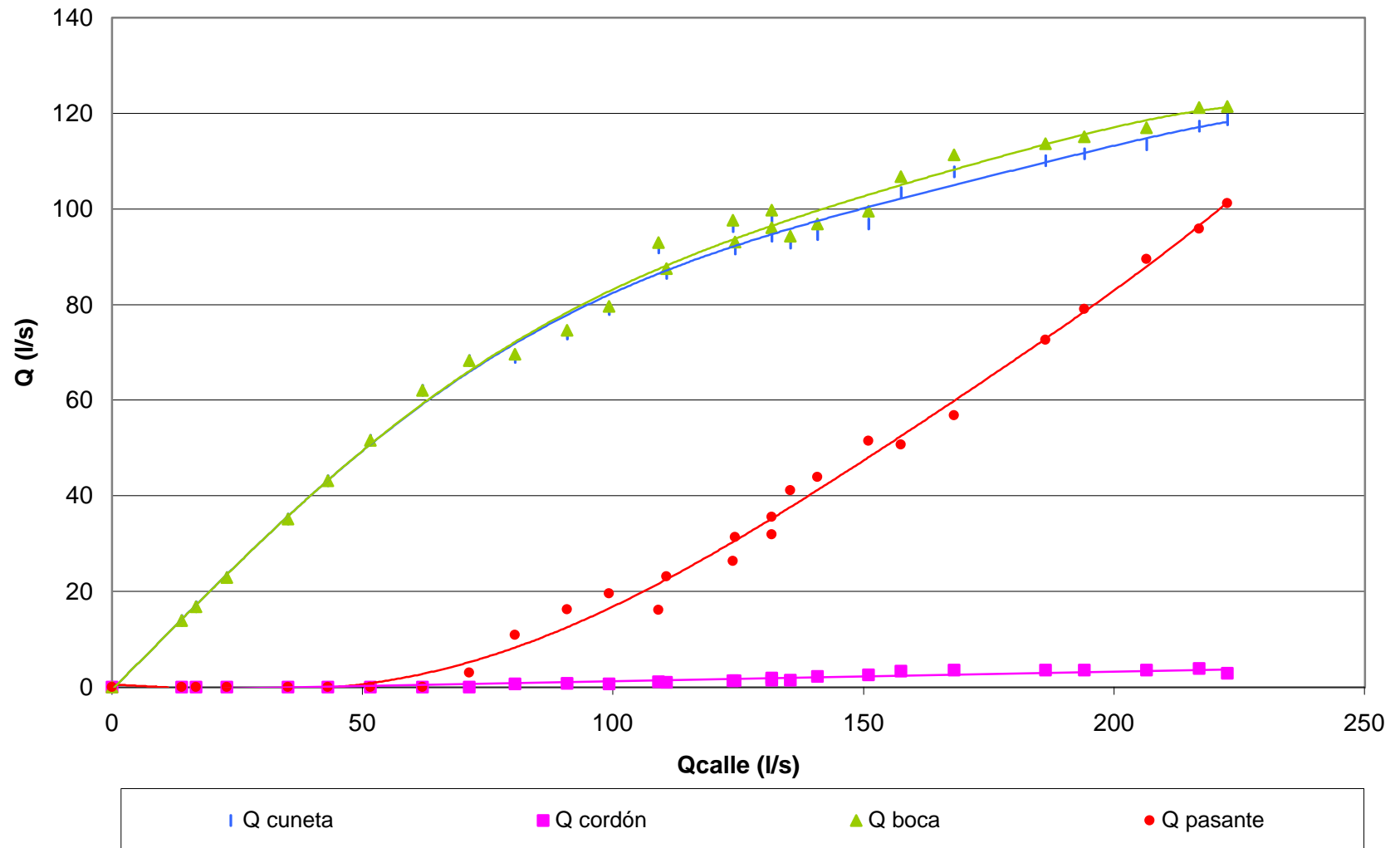


Figura 23

Sumidero INA - Indupag  
Variante 1 - i=0.5%

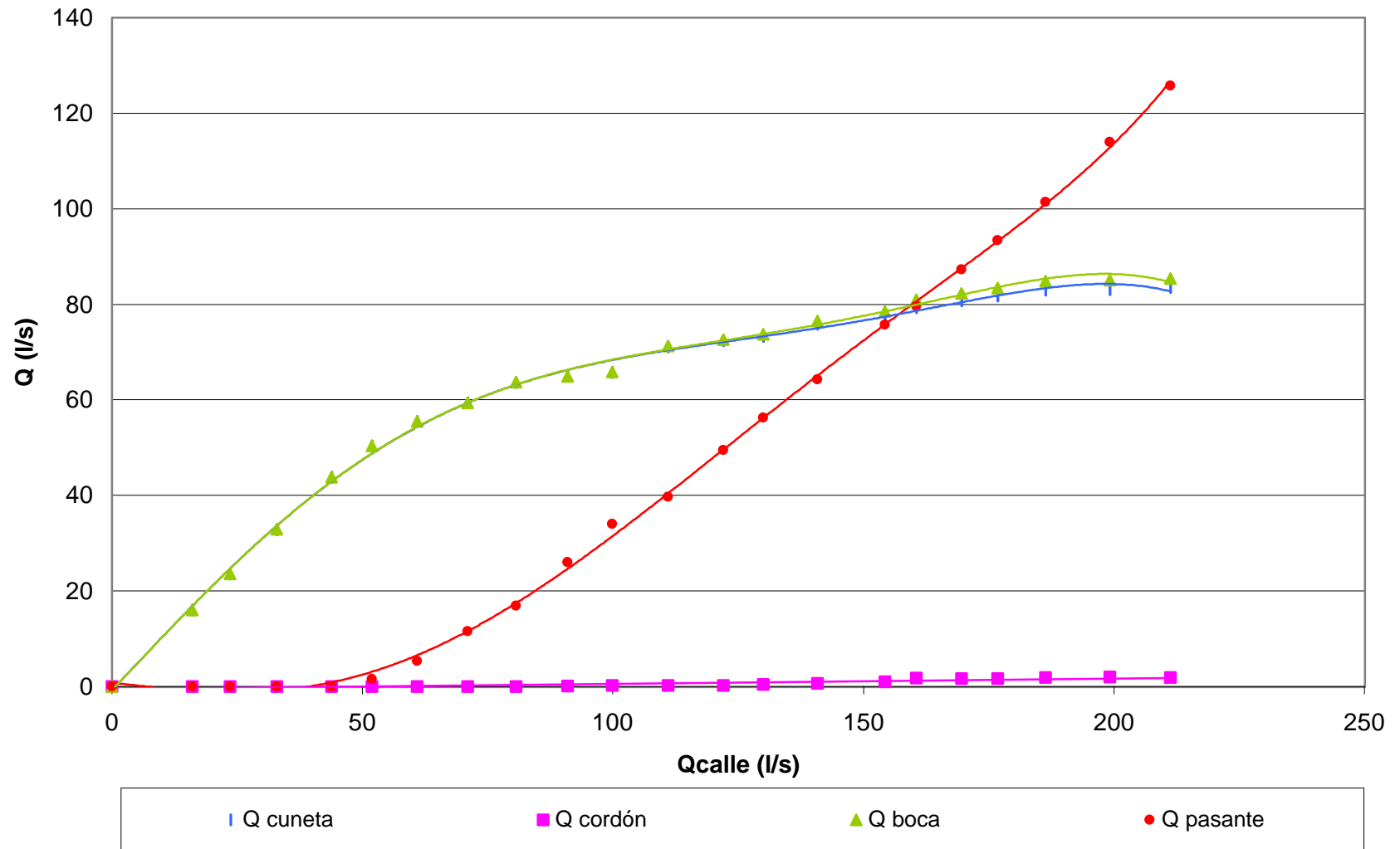


Figura 24

### Sumidero INA - Indupag Variante 1

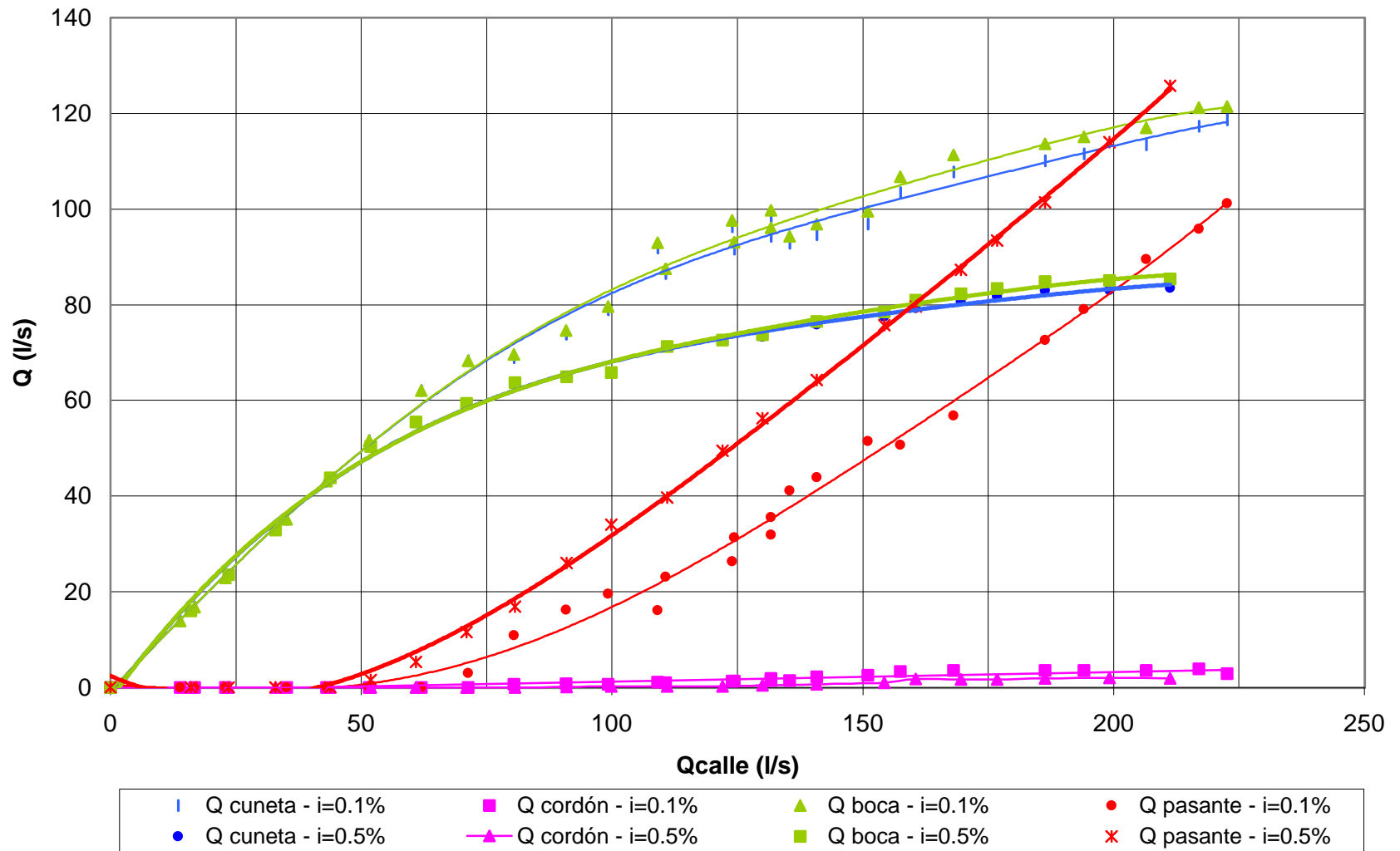


Figura 25

### Sumidero INA - Indupag Variante 1

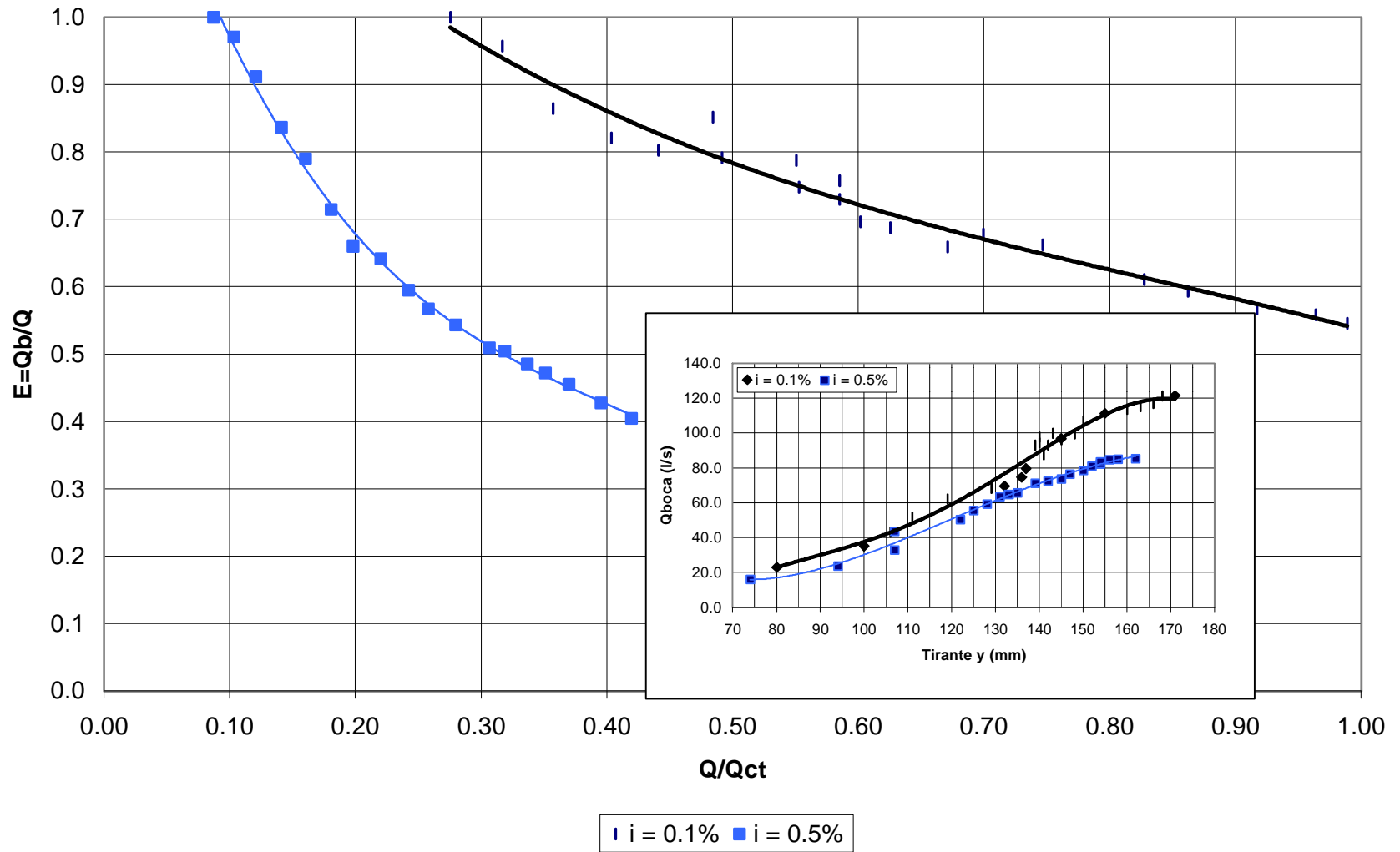


Figura 26



**Sumidero INA - Indupag - Variante 1 -  $i=0.1\%$   
Captación por cordón - Cuneta totalmente cerrada**

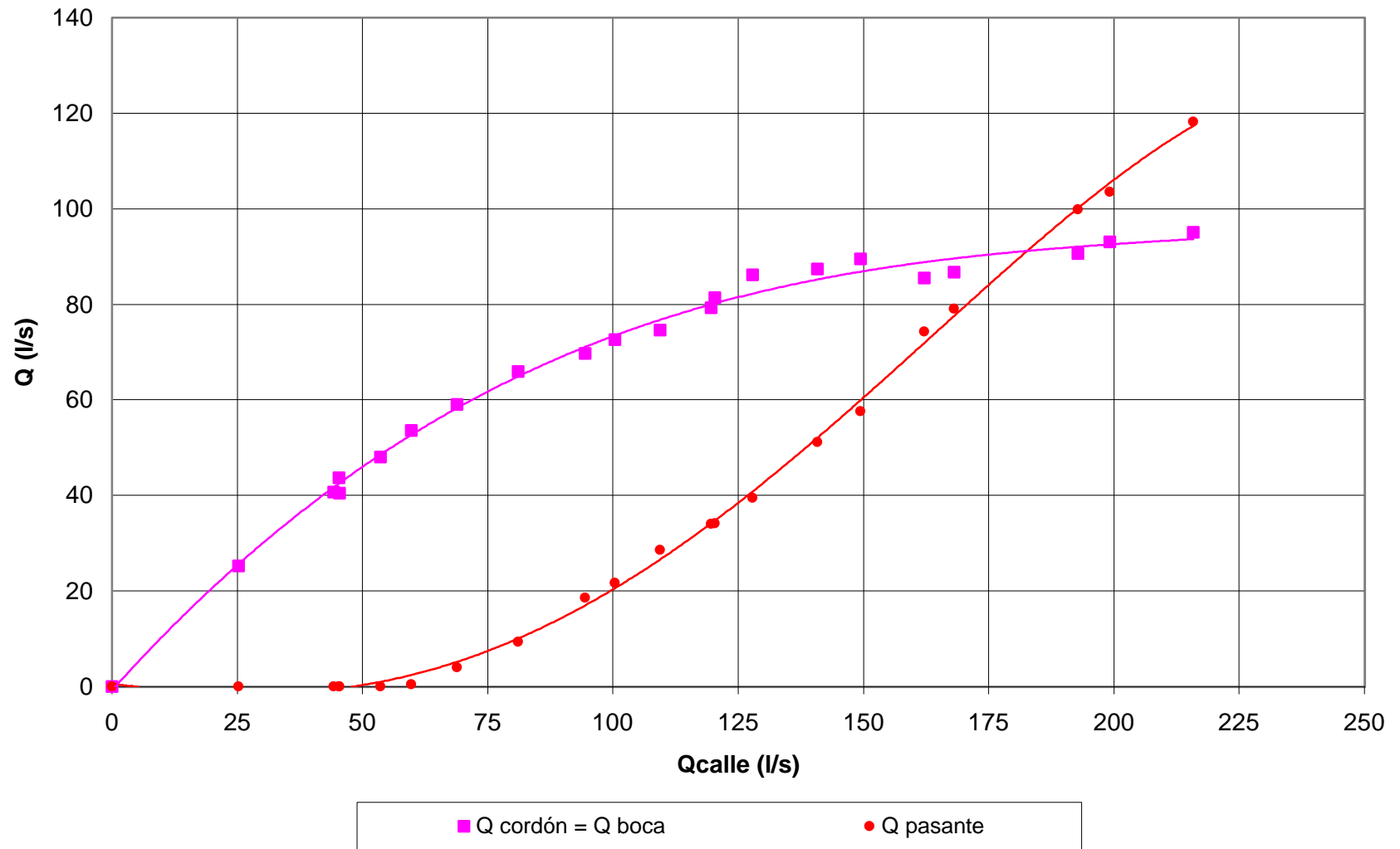


Figura 27

**Sumidero INA - Indupag - Variante 1 - i=0.5%**  
**Captación por cordón - Cuneta totalmente cerrada**

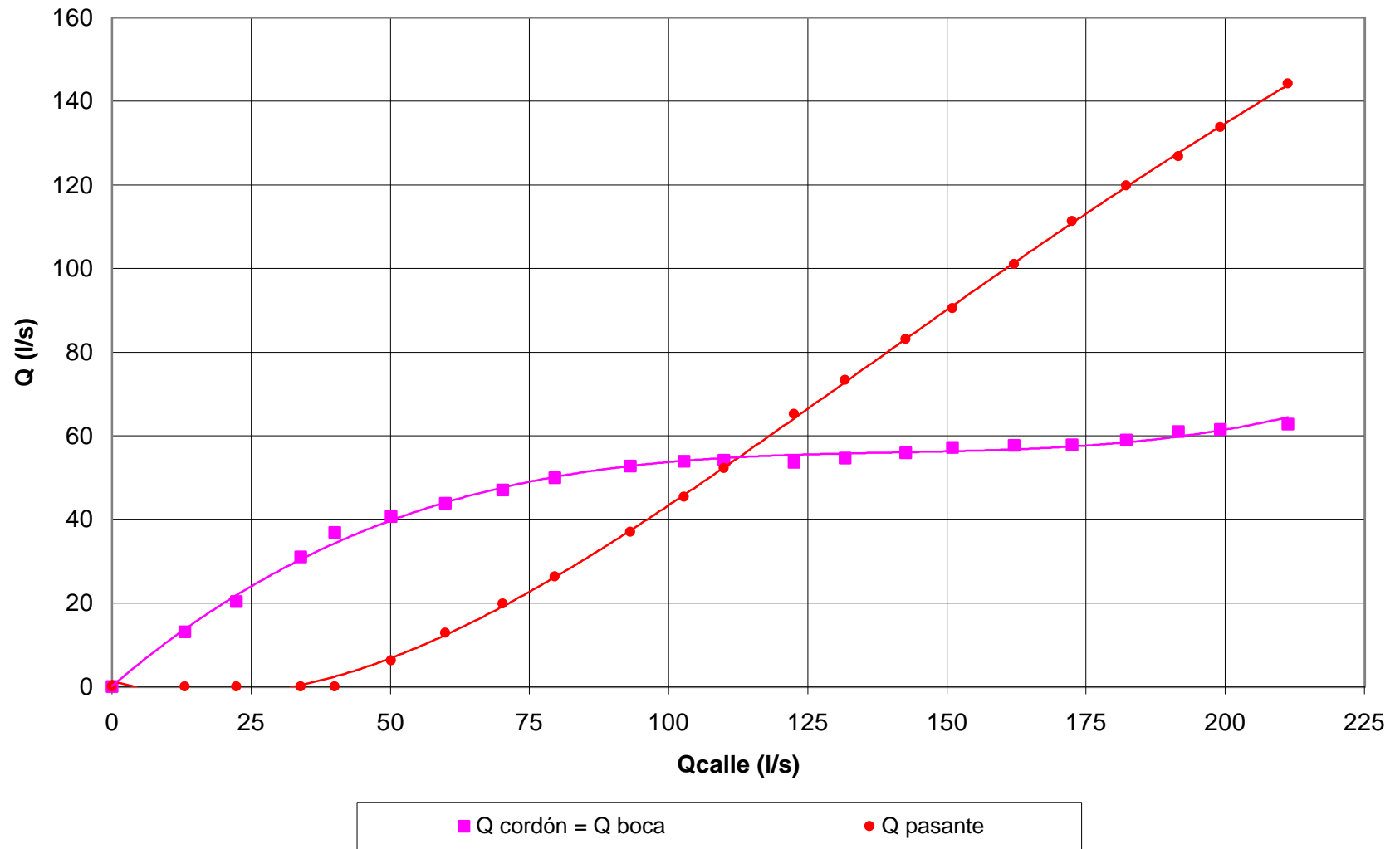


Figura 28

### Sumidero INA - Indupag - Variante 1 Captación por cordón - Cuneta totalmente cerrada

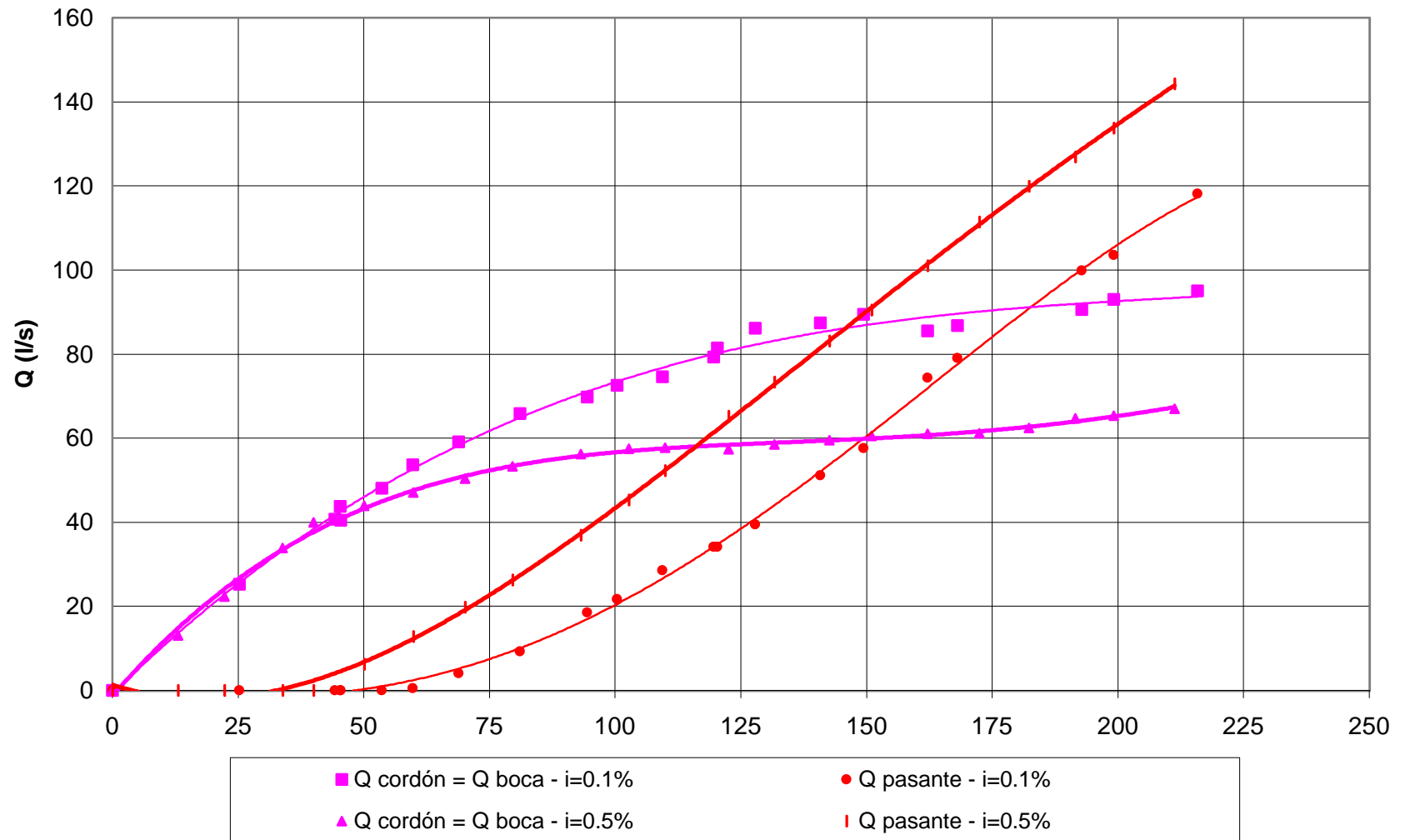


Figura 29

**Sumidero INA - Indupag - Variante 1 -  $i=0.1\%$   
Sección cuneta reducida al 50% - (Mitad aguas arriba cerrada)**

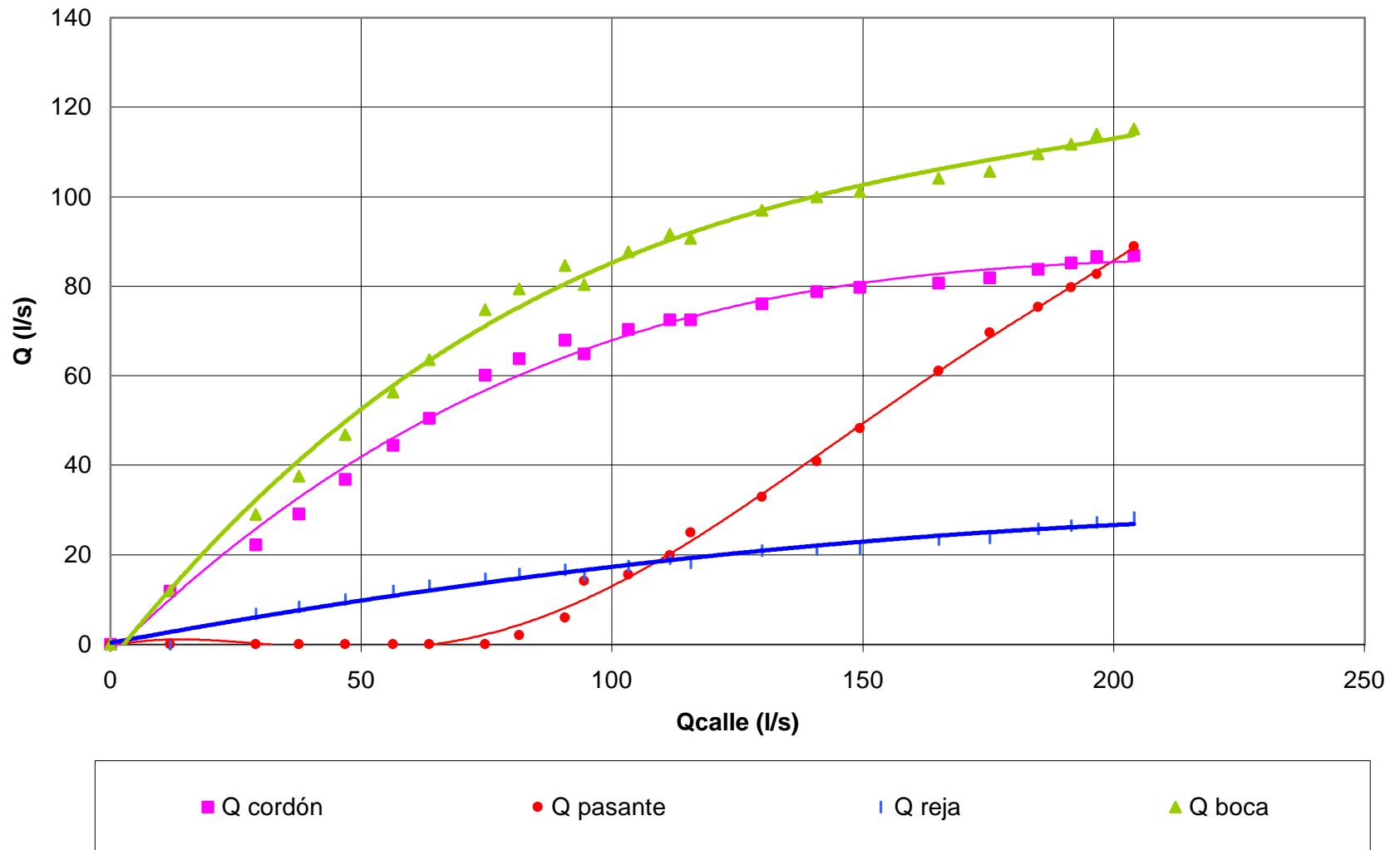


Figura 30

**Sumidero INA - Indupag - Variante 1**  
**Sección cuneta reducida al 50% - (Mitad aguas arriba cerrada)**

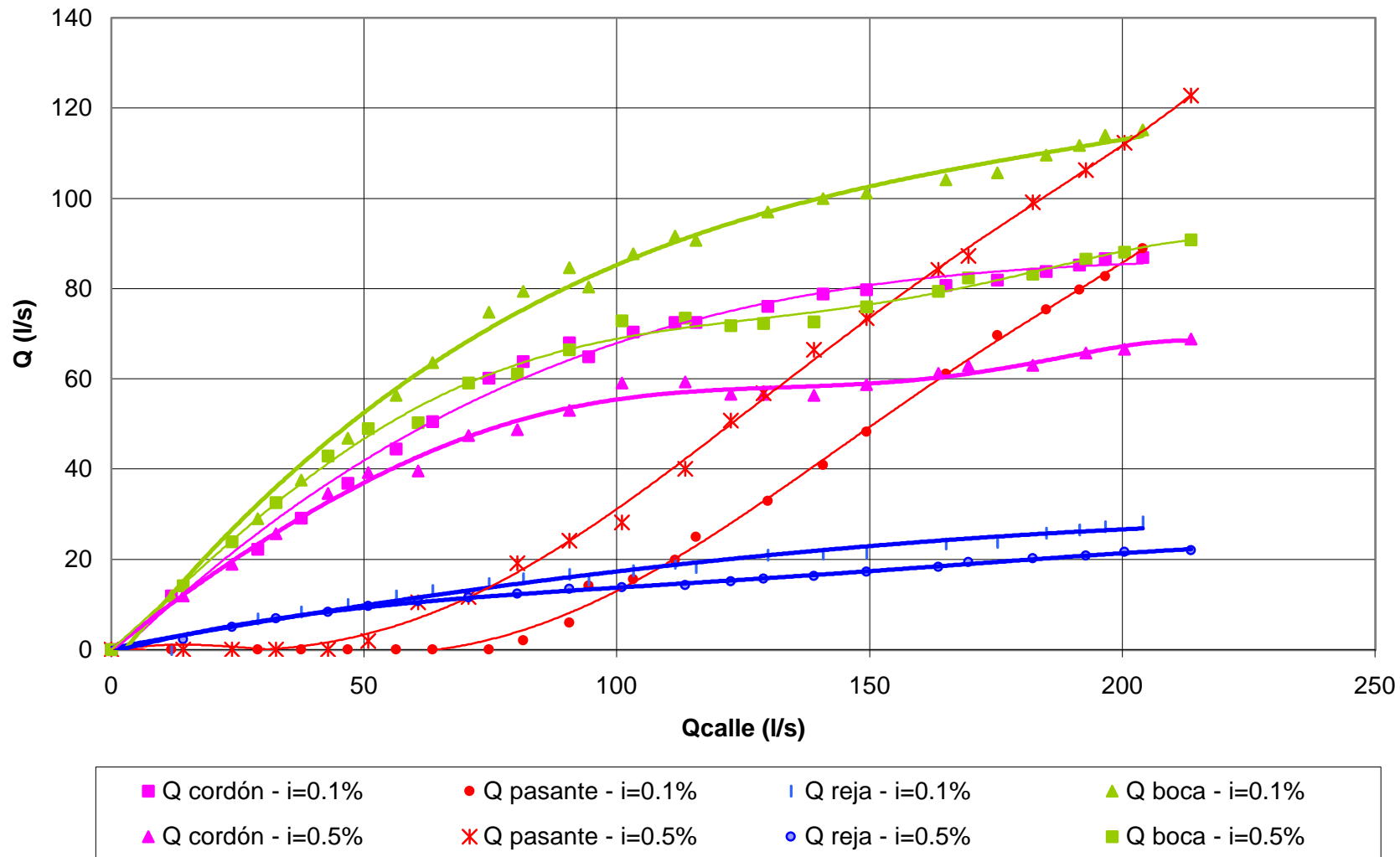


Figura 31A

**Sumidero INA - Indupag - Variante 1 -  $i=0.1\%$   
Sección cuneta reducida al 50% - (Mitad aguas abajo cerrada)**

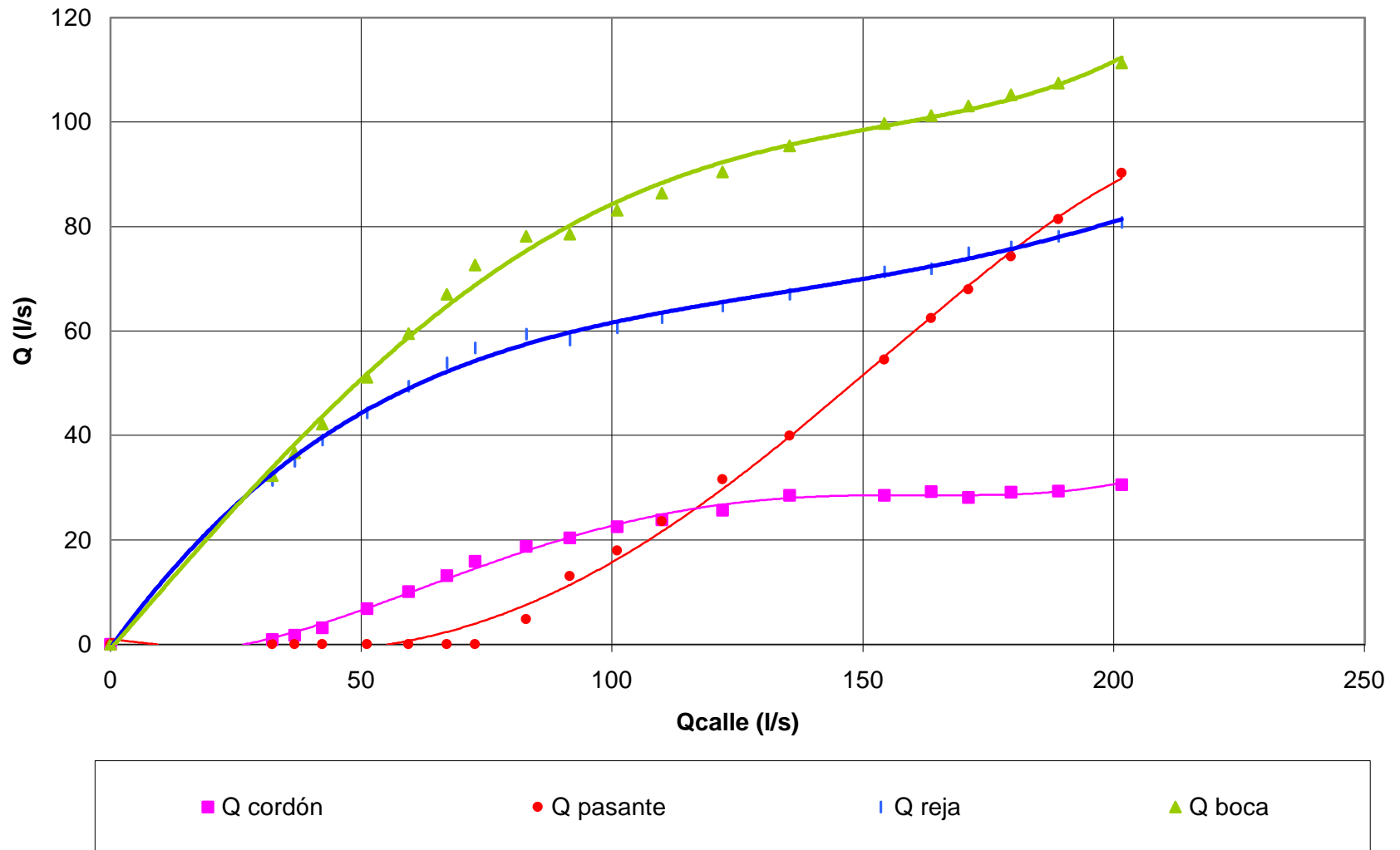


Figura 32

**Sumidero INA - Indupag - Variante 1 - i=0.5%**  
**Sección cuneta reducida al 50% - (Mitad aguas abajo cerrada)**

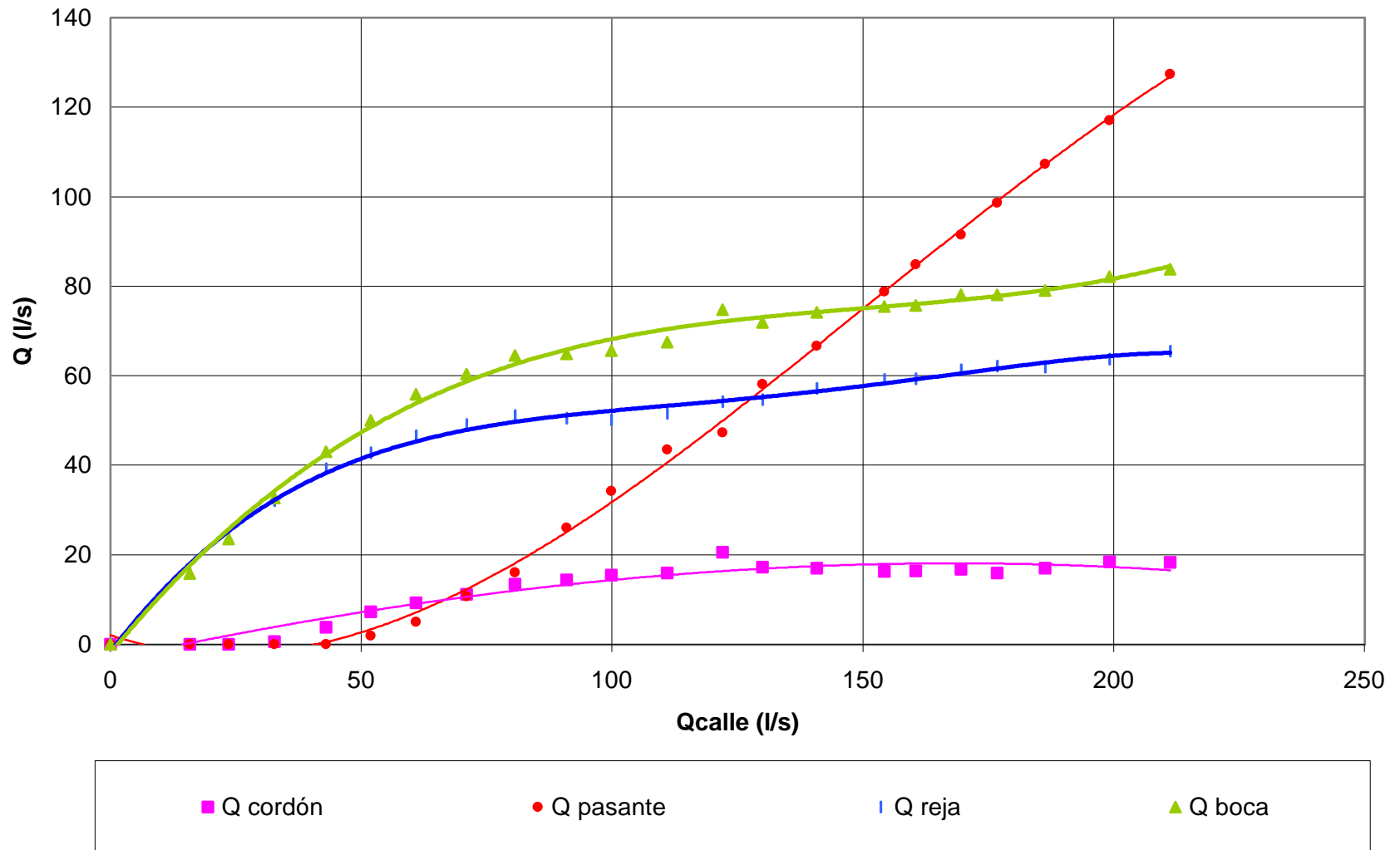


Figura 33



**Sumidero INA - Indupag**  
**Sección cuneta reducida al 50% - (Mitad aguas abajo cerrada)**

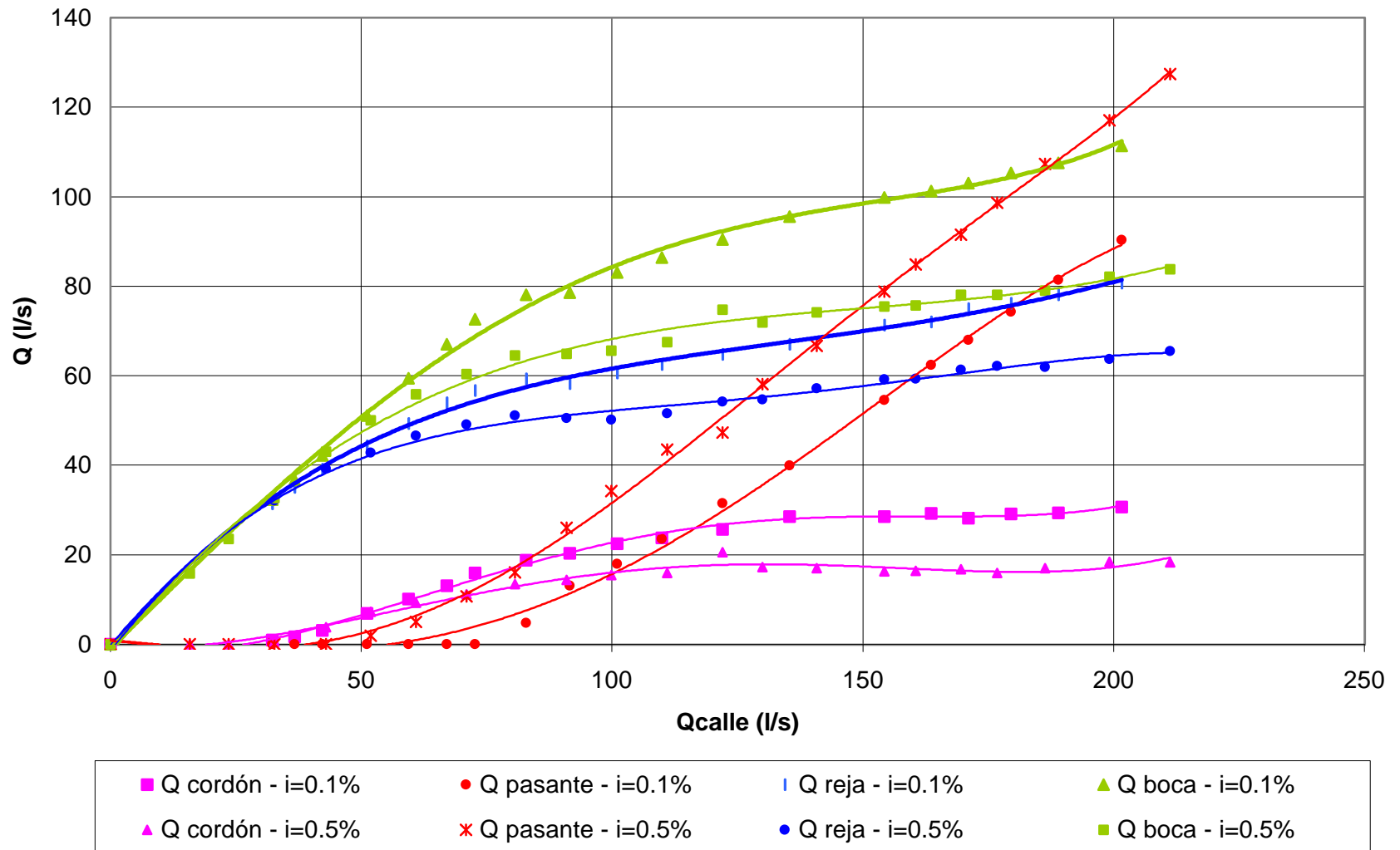
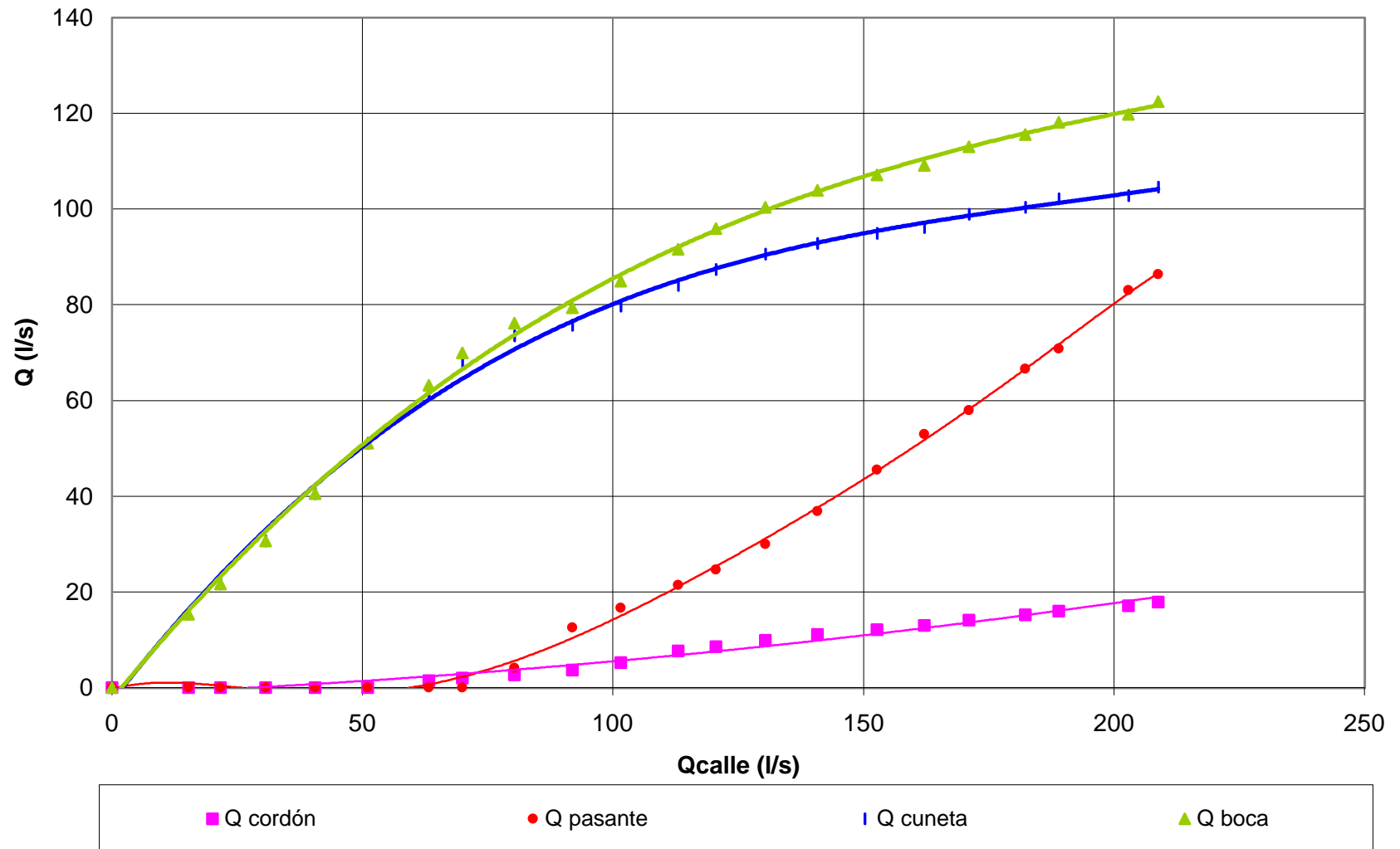


Figura 33A

### Sumidero INA - Indupag Variante 2 - i=0.1%



Sumidero INA - Indupag  
Variante 2 - i=0.5%

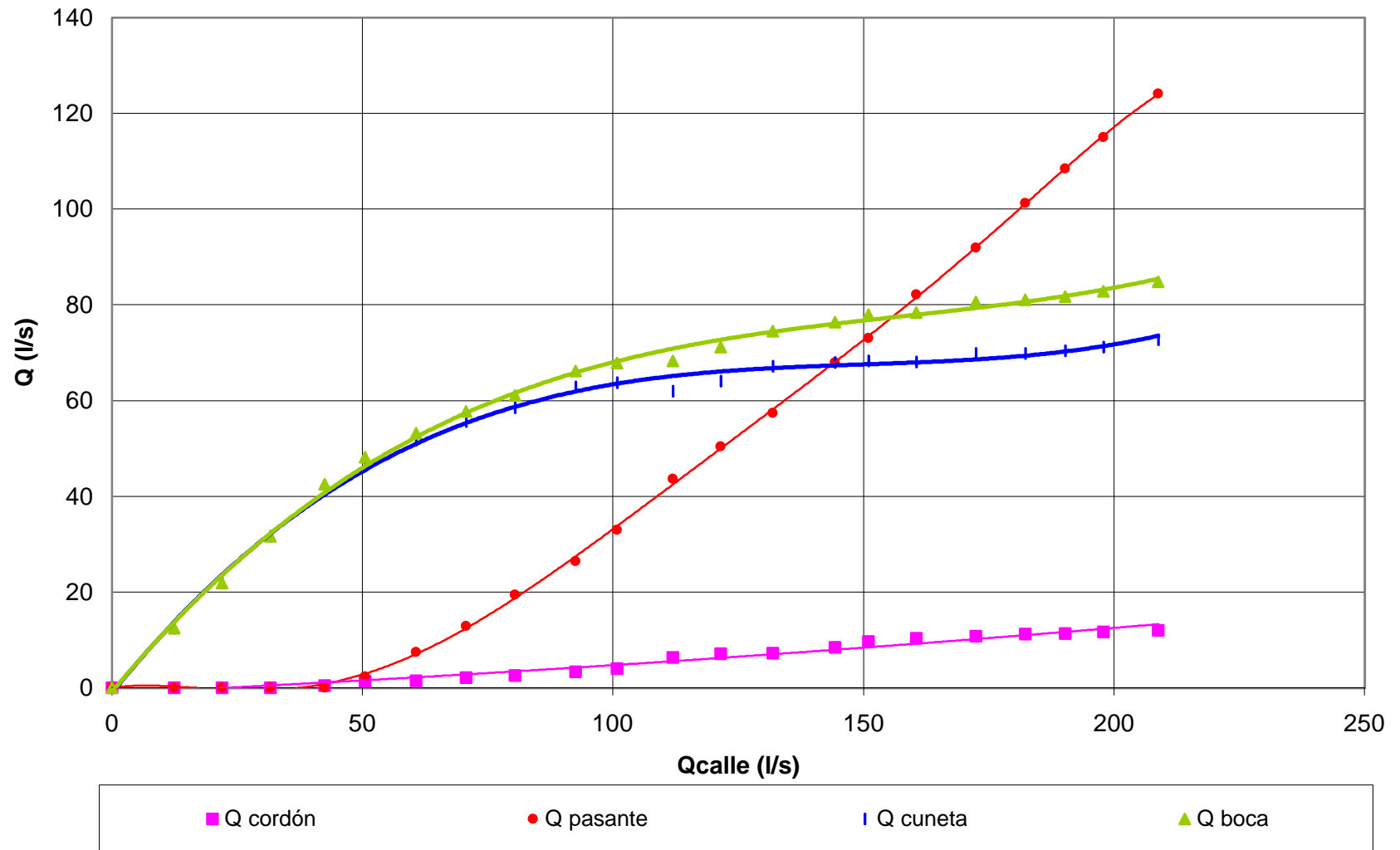


Figura 35

## Sumidero INA - Indupag Variante 2

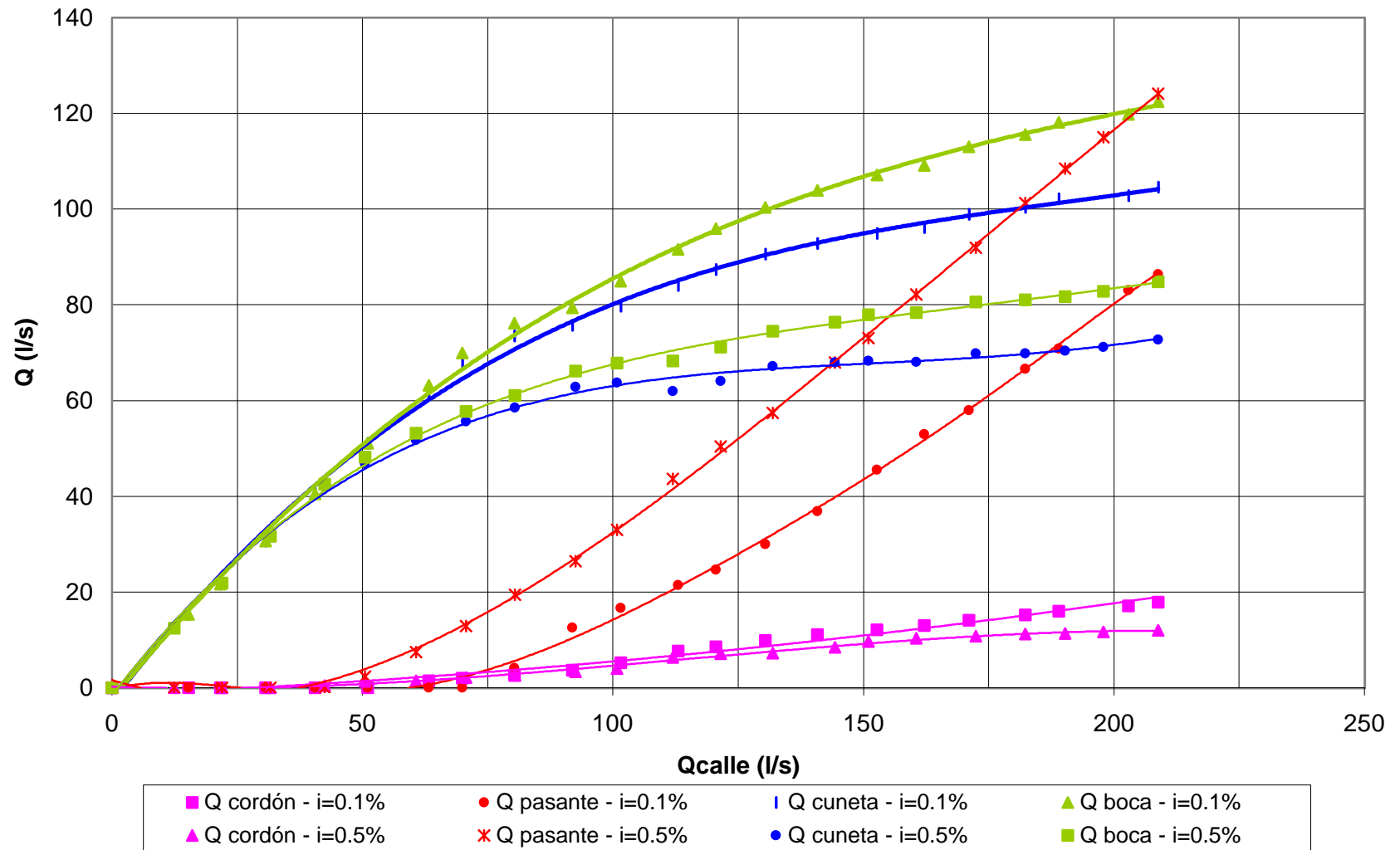


Figura 36

### Sumidero INA - Indupag Variante 2

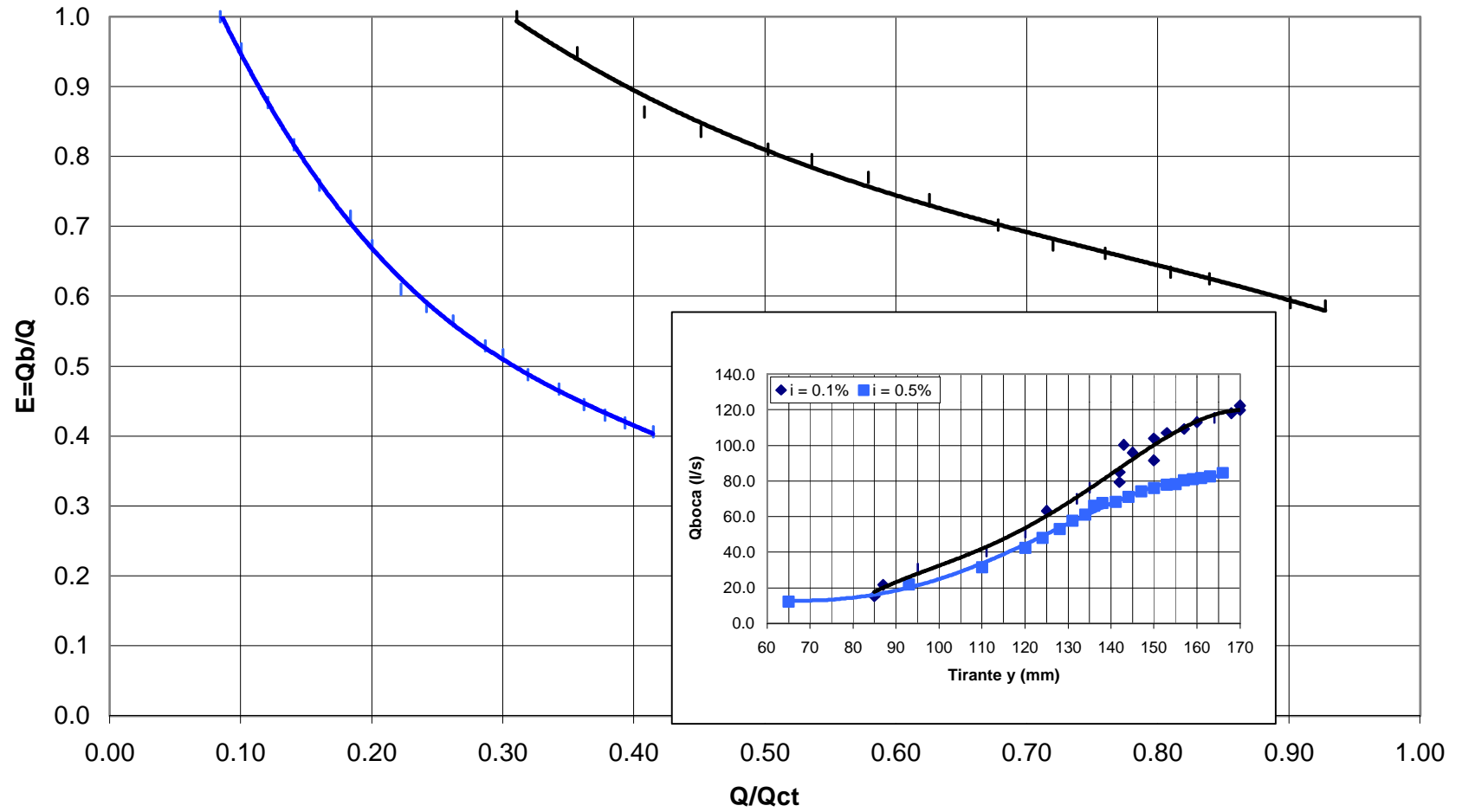


Figura 37

Sumidero INA - Indupag  
Variante 3 -  $i=0.1\%$

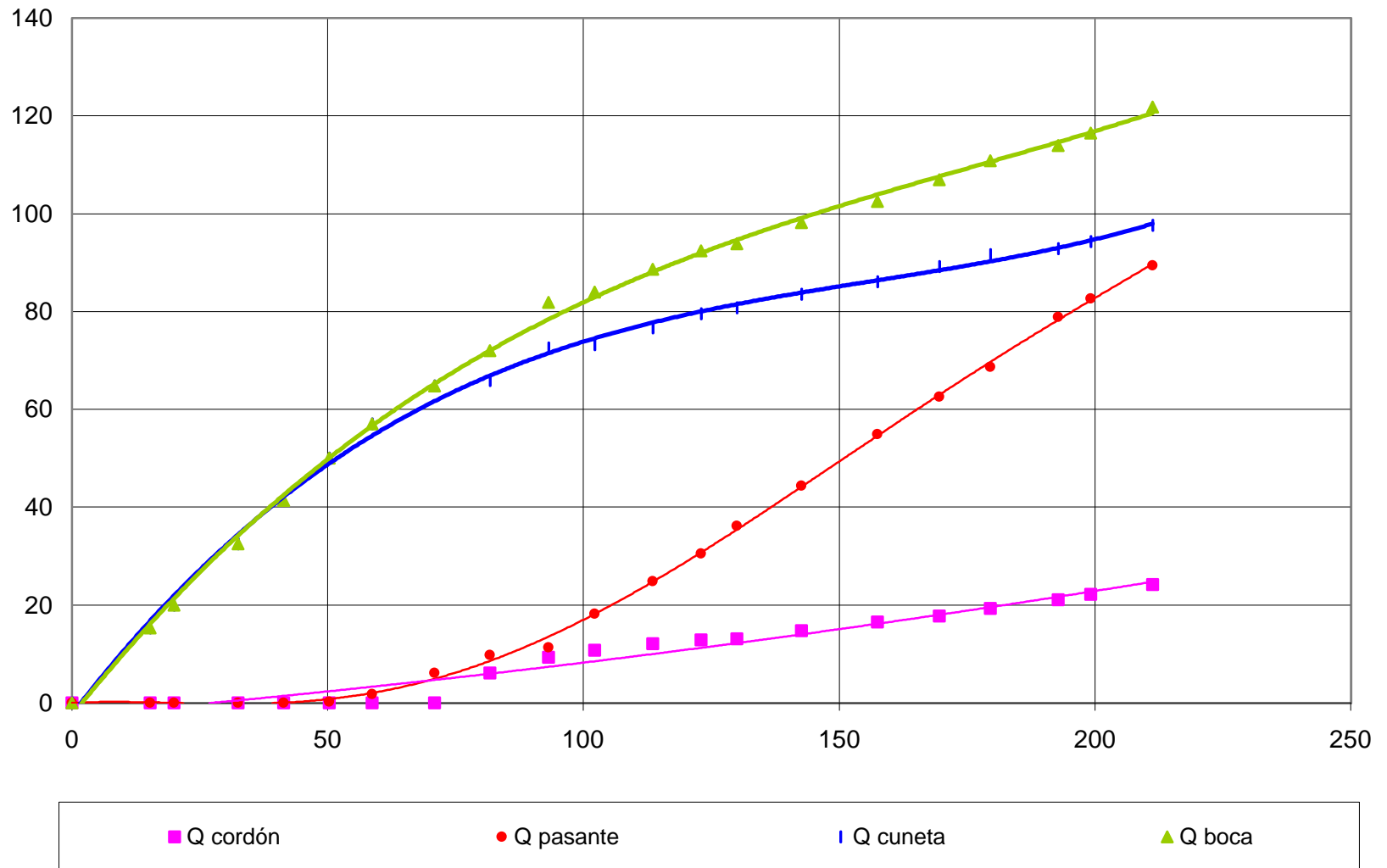


Figura 38

Sumidero INA - Indupag  
Variante 3 -  $i=0.5\%$

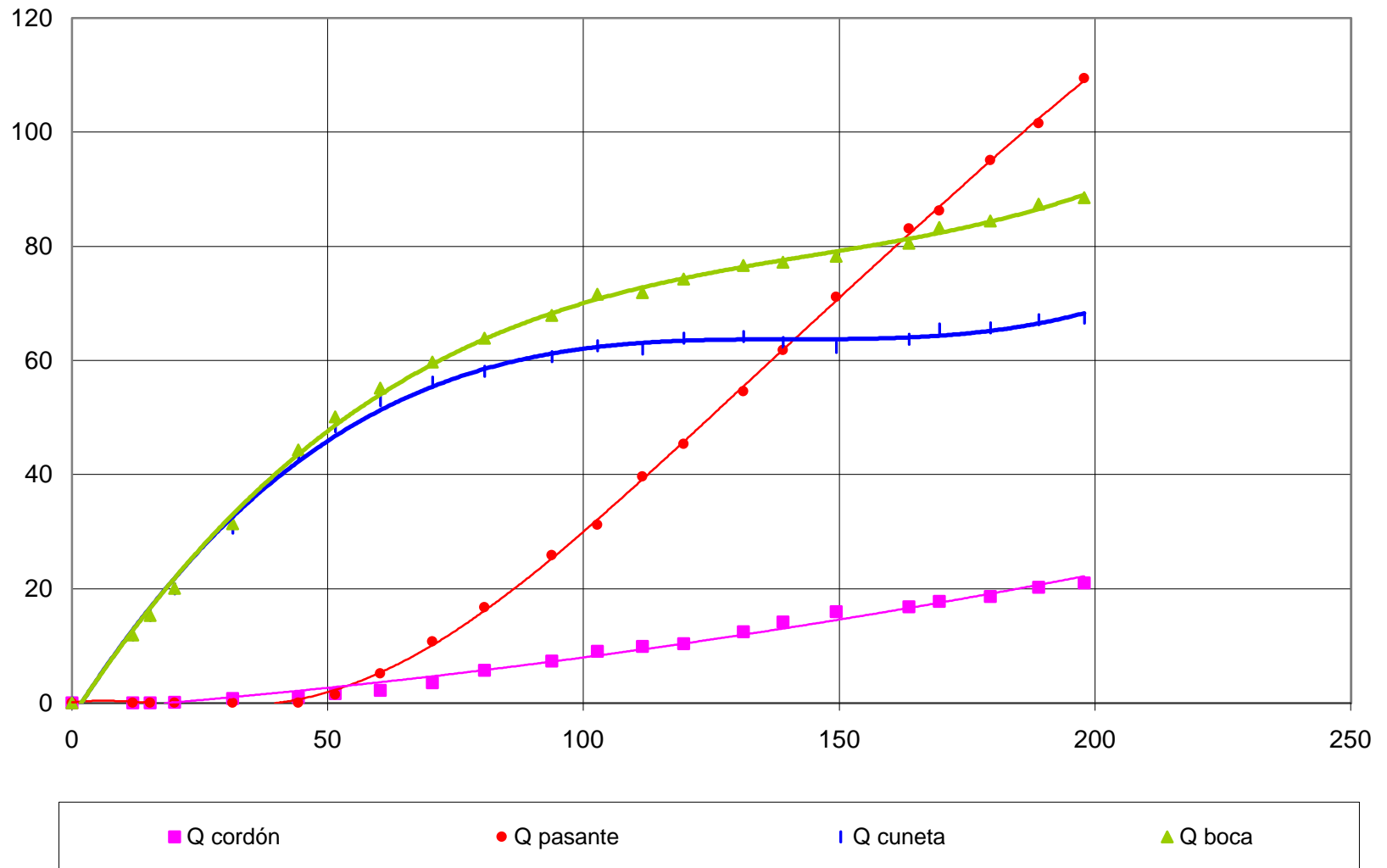


Figura 39



### Sumidero INA - Indupag Variante 3

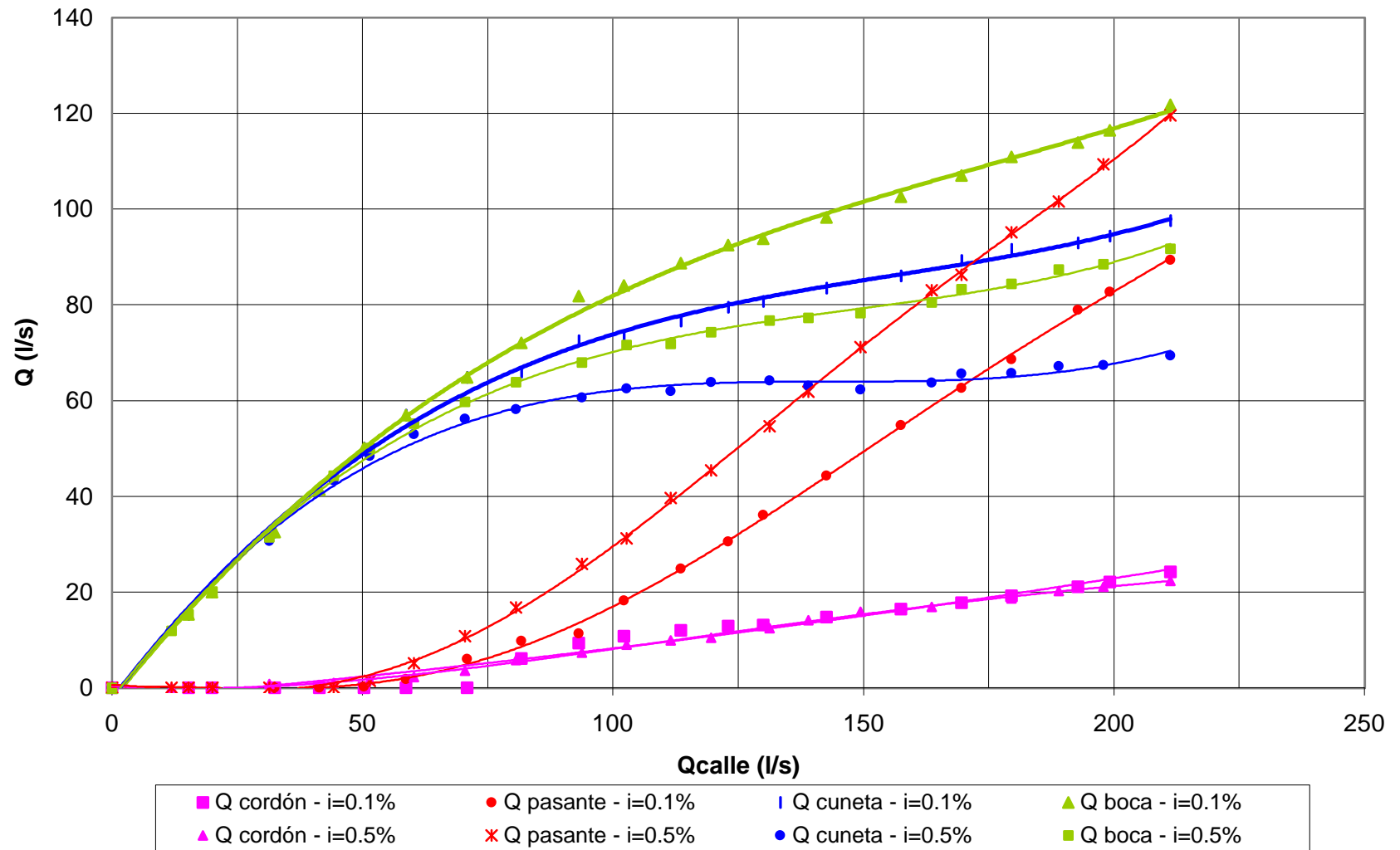


Figura 40

### Sumidero INA - Indupag Variante 3

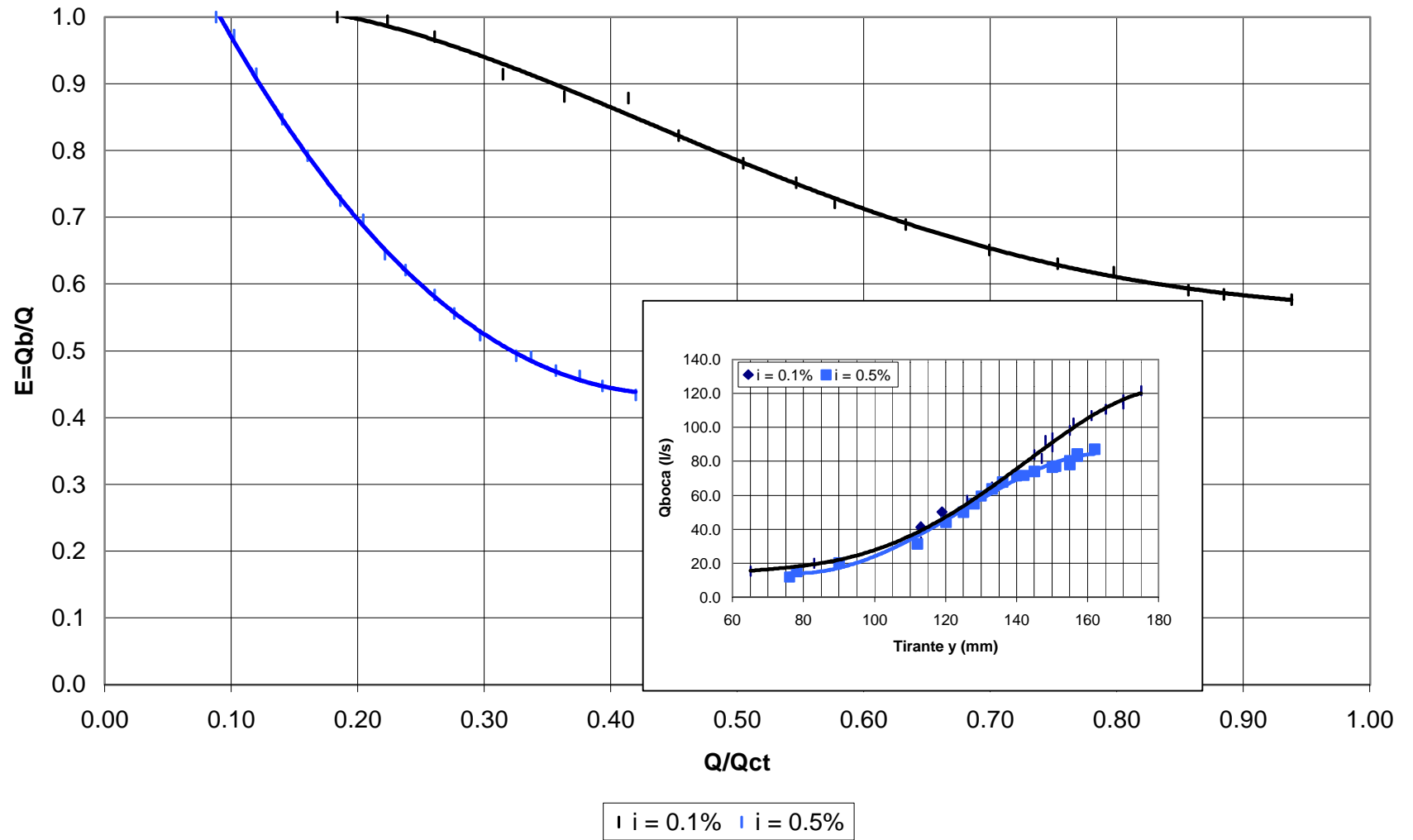


Figura 41

### Comparación de la capacidad de captación total de distintos esquemas de bocas de tormenta - $i=0.1\%$

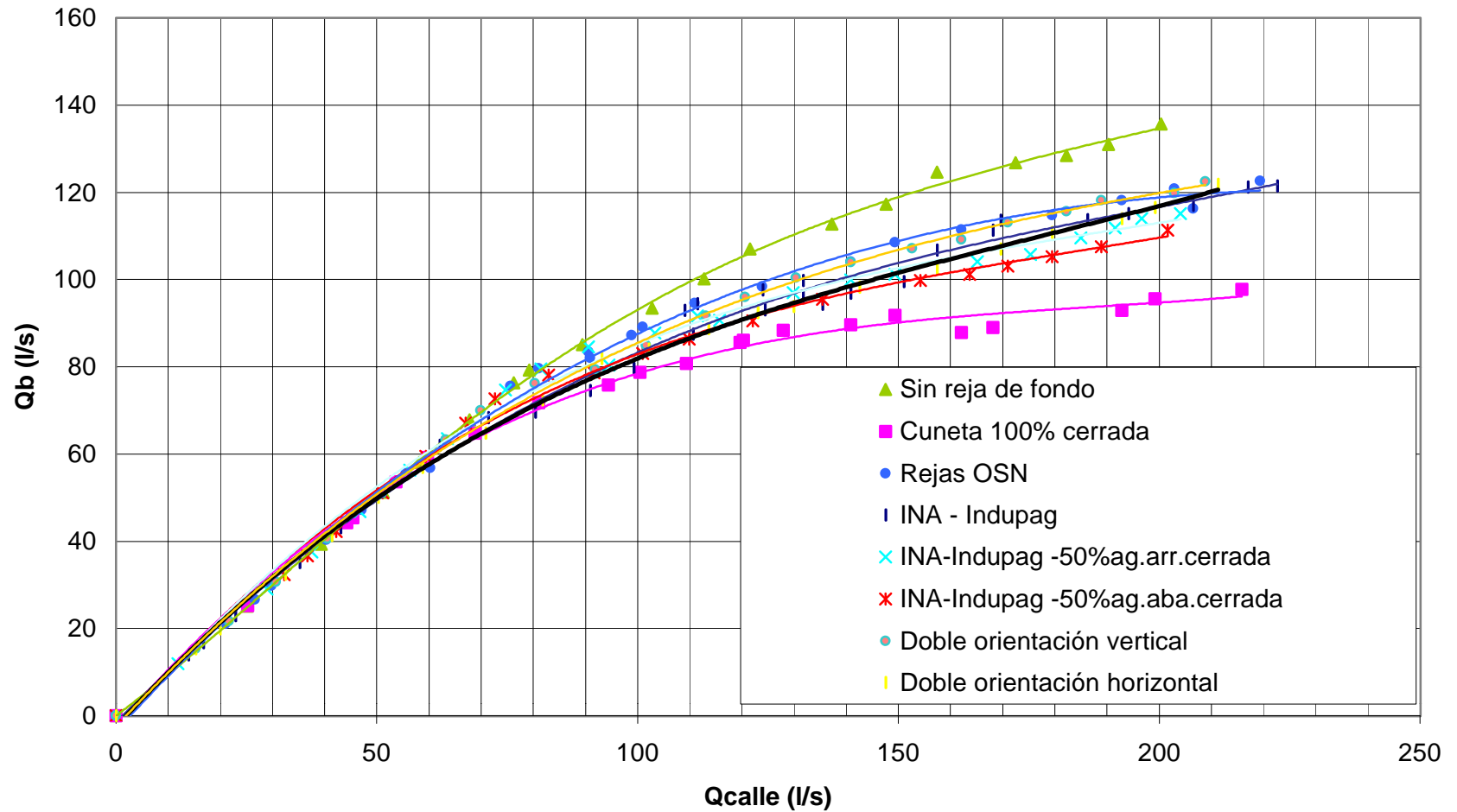


Figura 42

**Ensayos de sumideros mixtos**  
 **$i=0.1\%$  - Evaluación de la eficiencia para distintas variantes**

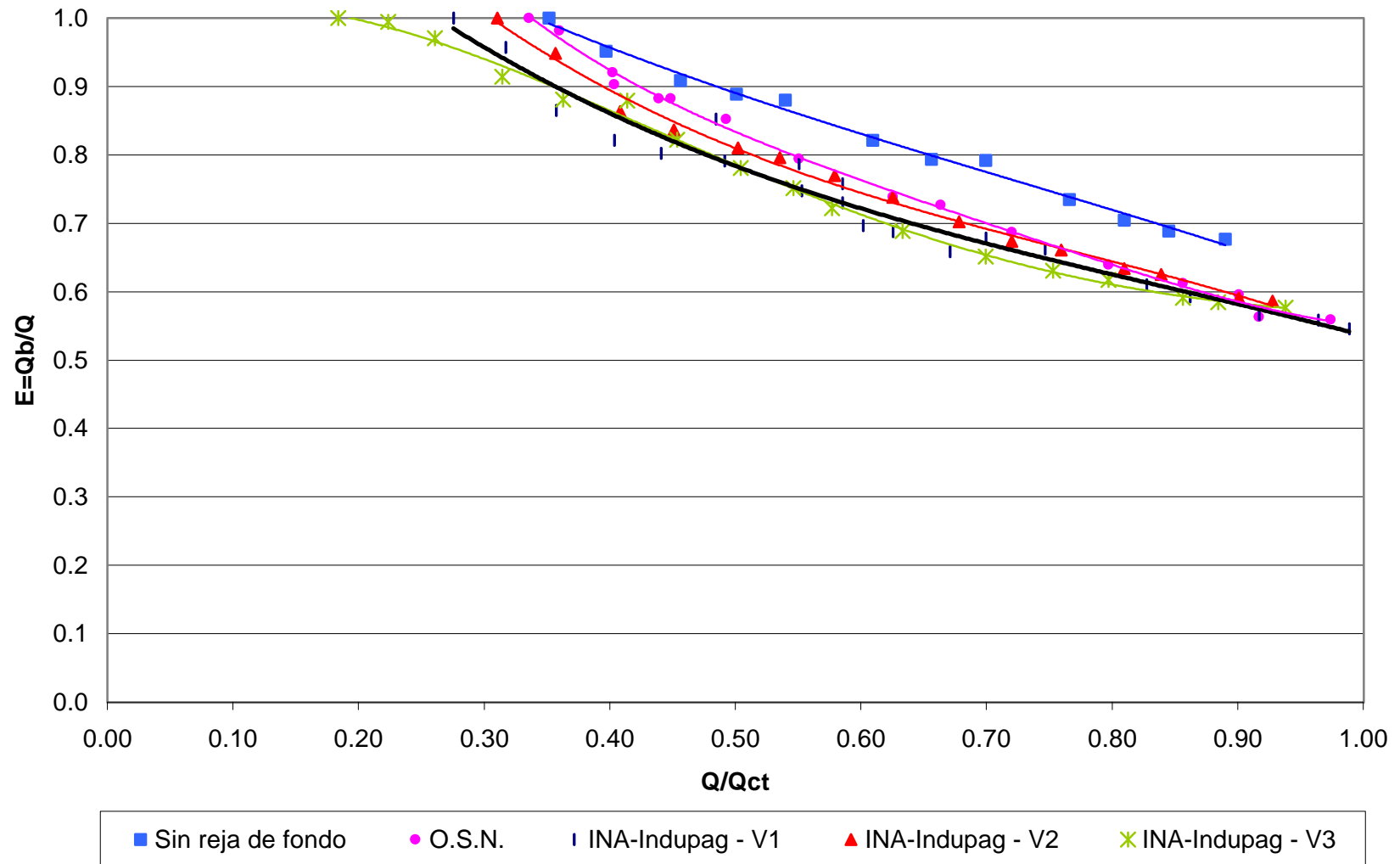


Figura 43

### Ensayos de sumideros mixtos $i=0.1\%$ - Evaluación de la eficiencia para distintas variantes

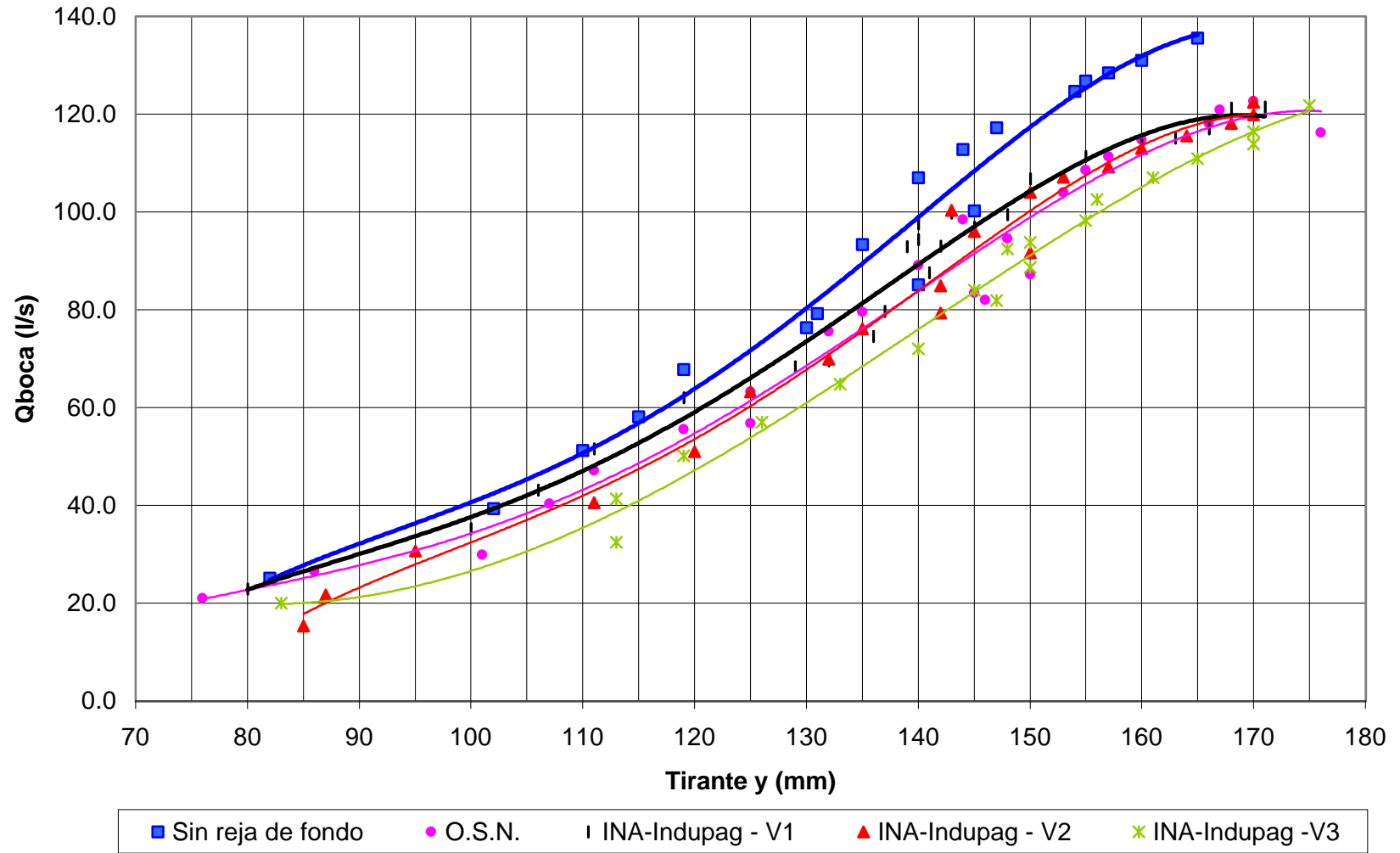


Figura 44

### Comparación de la capacidad de captación total de distintos esquemas de bocas de tormenta - $i=0.5\%$

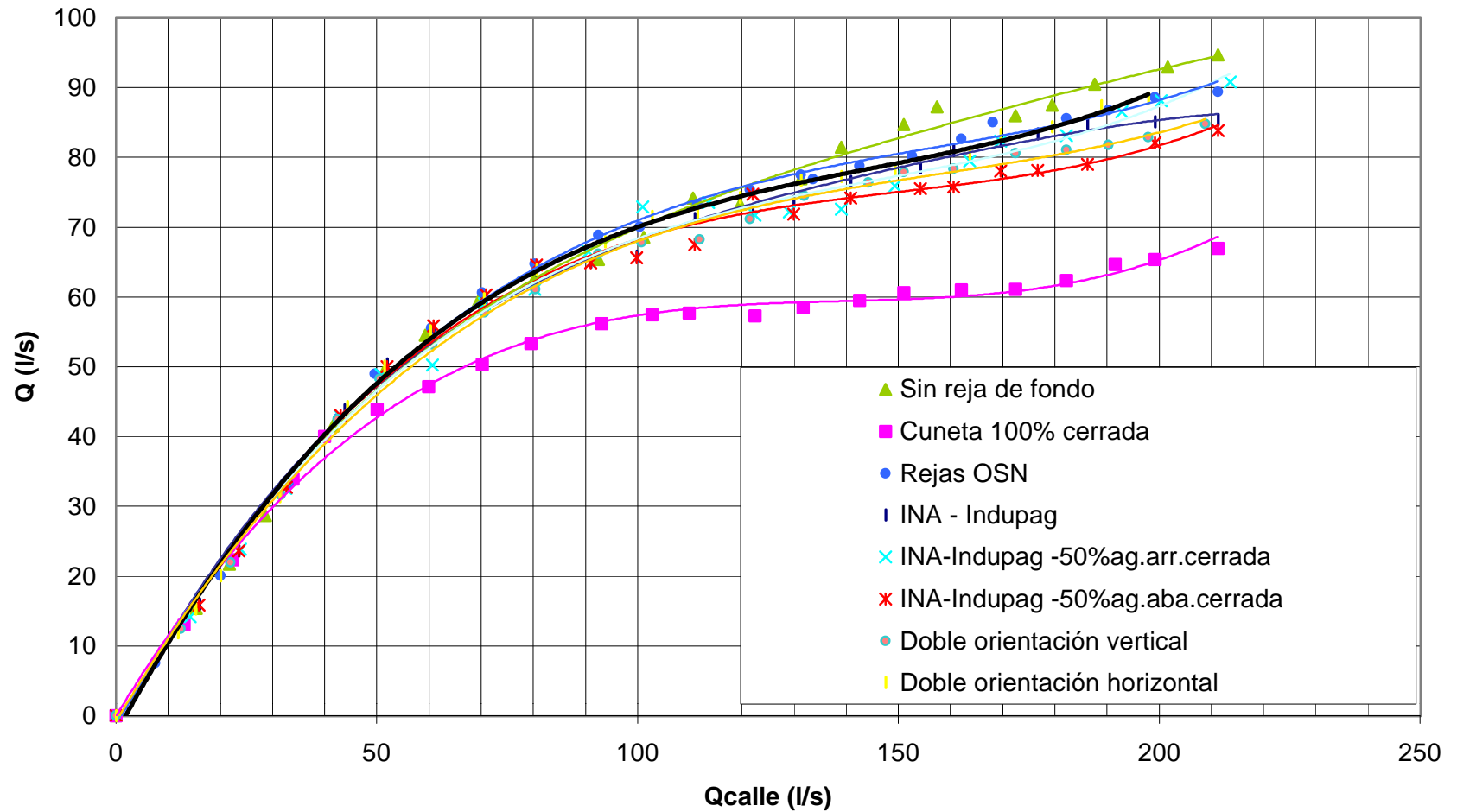


Figura 45

**Ensayos de sumideros mixtos  
i=0.5% - Evaluación de la eficiencia para distintas variantes**

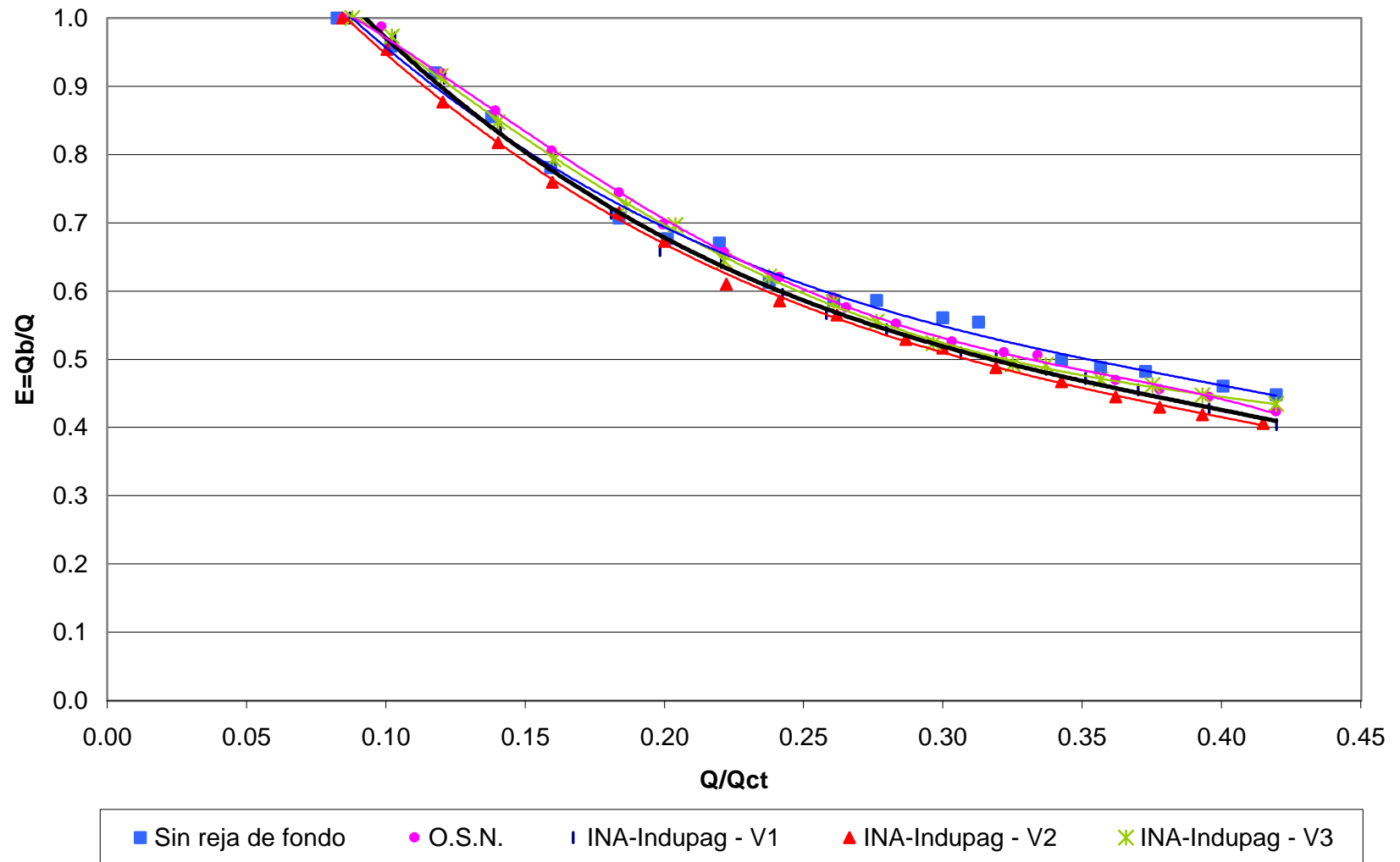


Figura 46



### Ensayos de sumideros mixtos $i=0.5\%$ - Evaluación de la eficiencia para distintas variantes

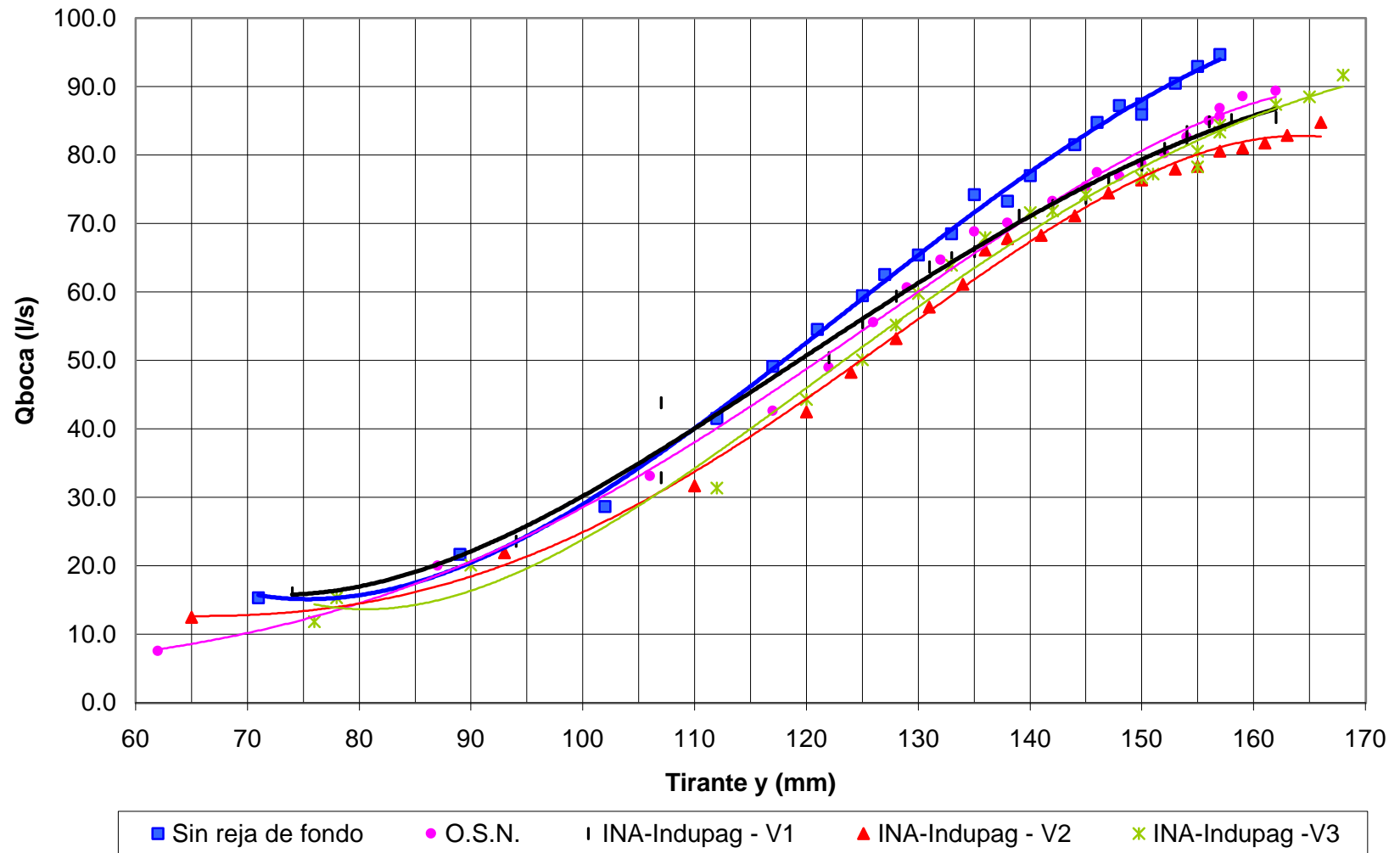


Figura 47

### Comparación de la capacidad de captación total de distintos esquemas de bocas de tormenta

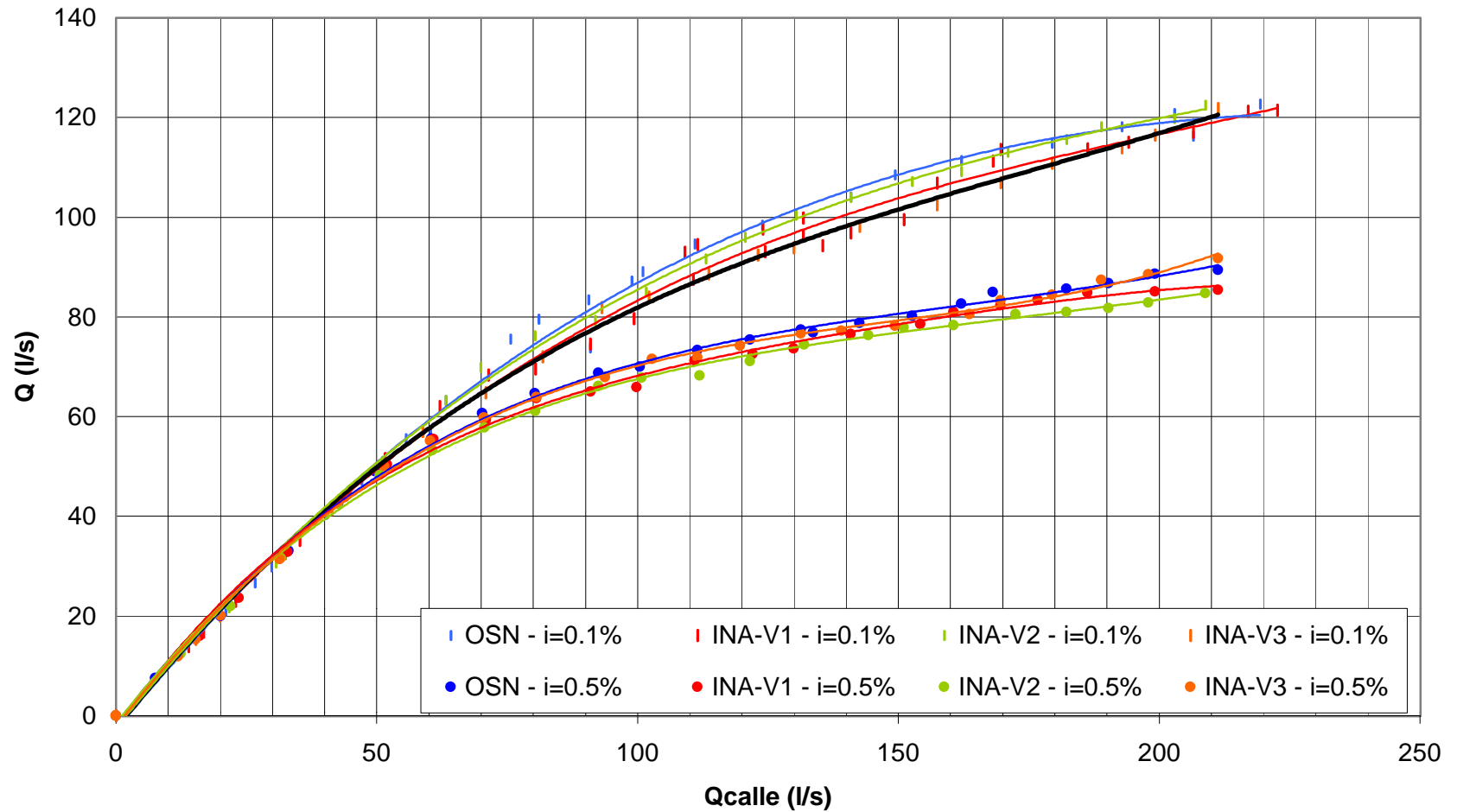


Figura 48

### Ensayos de sumideros mixtos Evaluación de la eficiencia para distintas variantes

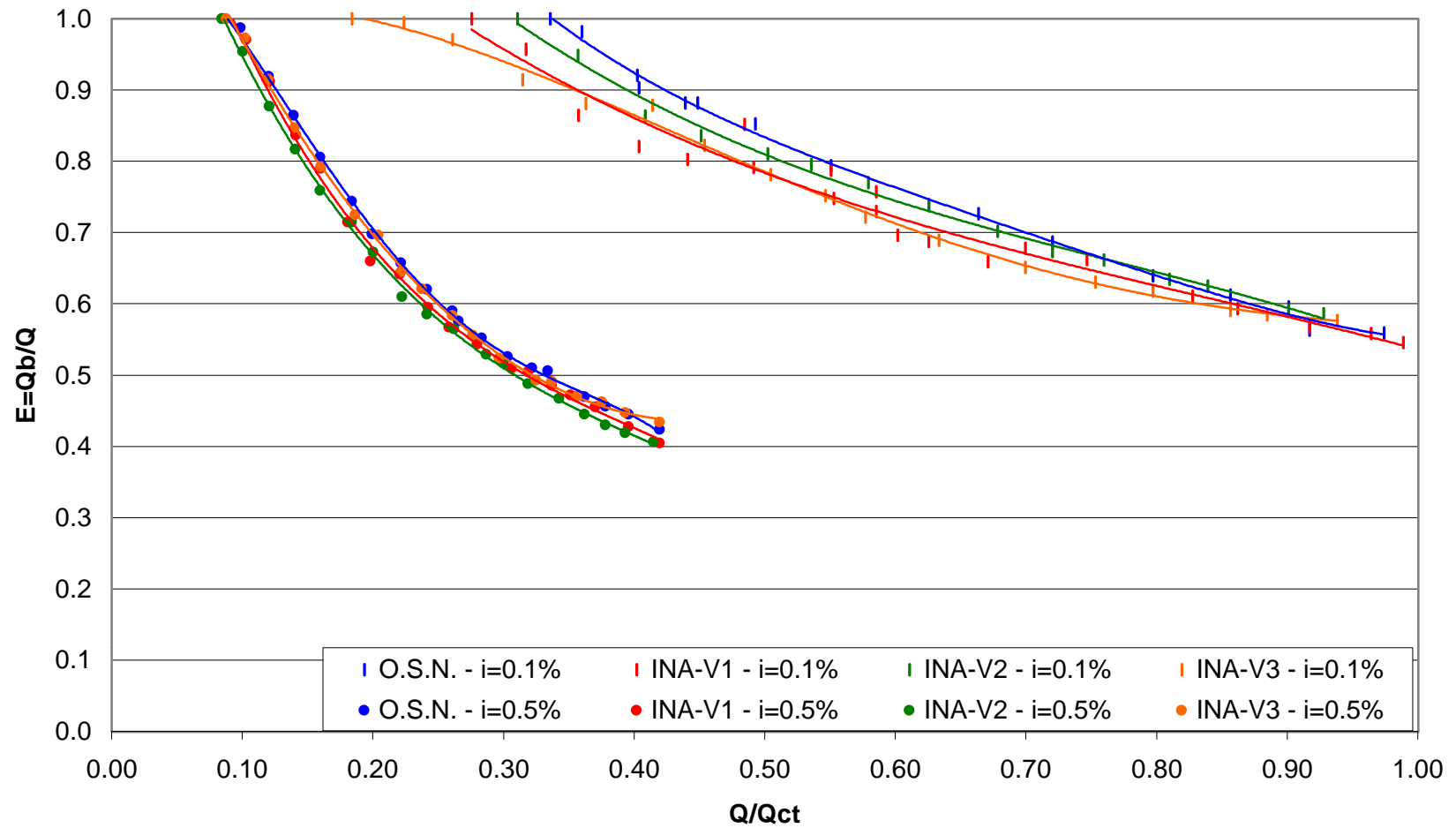


Figura 49

## Ensayos de sumideros mixtos Evaluación de la eficiencia para distintas variantes

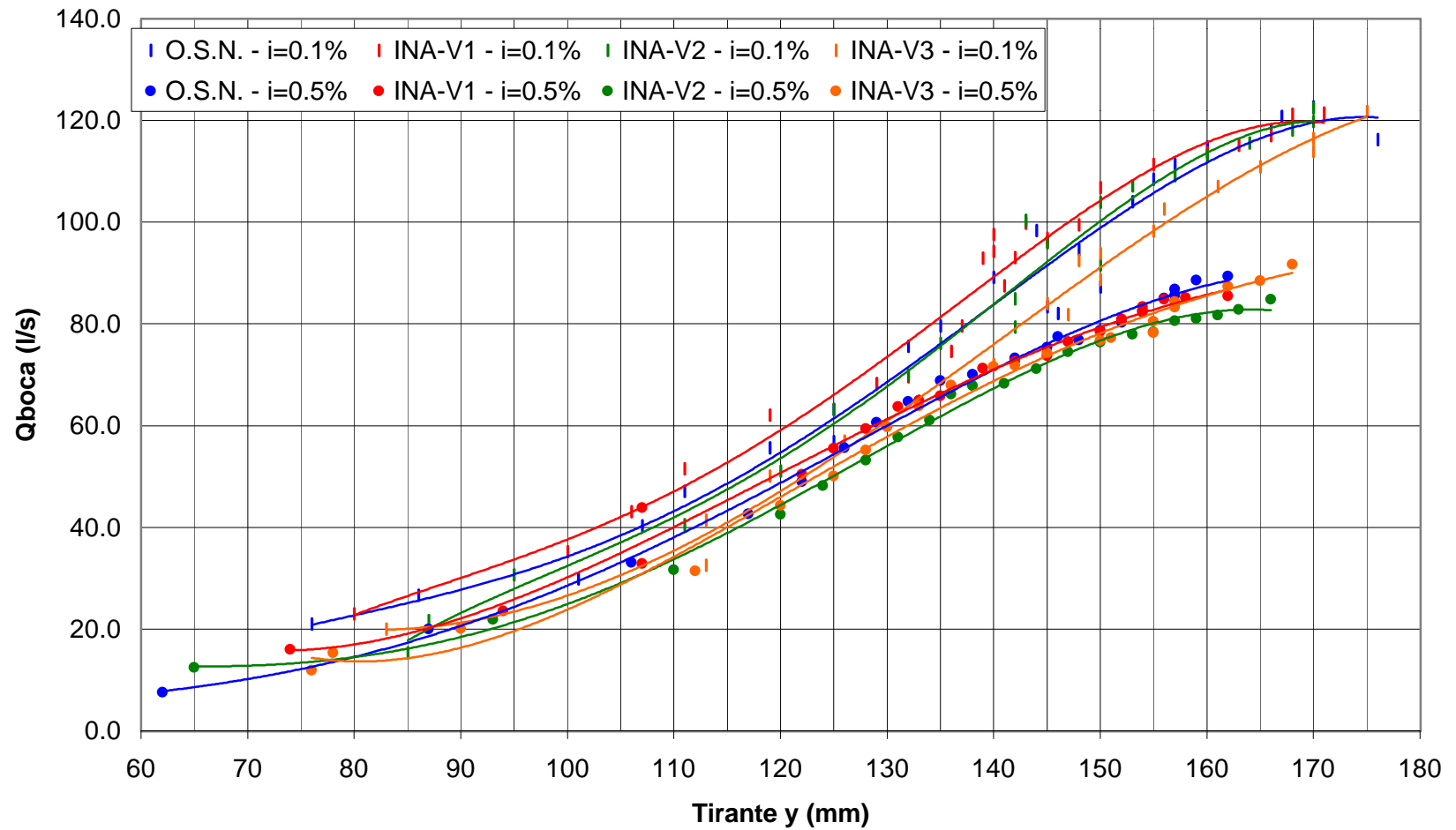


Figura 50

---

**ANEXO III**

**INFORME ENTE REGULADOR DE LOS SERVICIOS DE LA  
CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES**



**ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS  
DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES  
CONTROL DE INUNDACIONES  
RESOLUCIÓN 015-2003 – EXPEDIENTE 88-02  
RESUELVE:**

Resuelve remitir a la Auditoría de la Ciudad los informes sobre **Control de la Calidad del Servicio de Sumideros y Cestos Papeleros en Zonas Anegadas**

Buenos Aires, 19 de febrero de 2003

Visto el Expediente N° 88/EURSPCABA/2002, y

**CONSIDERANDO:**

Que, la Auditoría General de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires solicitó a éste Ente informes sobre control, seguimiento y/o resguardo de la calidad de los servicios públicos desarrollados por el Programa 154.

Que, el Decreto N° 657/2001 establece las competencias de la Secretaría de Obras y Servicios del Gobierno de la Ciudad en cuanto a la manutención y desobstrucción de sumideros y desagües pluviales, la verificación de denuncias y anomalías que se presentan en el plano hídrico, como así también formular e implementar la planificación, ejecución y control del saneamiento e higiene urbana.

Que, los parámetros de control de la calidad del servicio de higiene urbana se establecen en la Licitación 14/97, Arts. 66 y 67 soporte en que se basa el método de fiscalización, de naturaleza estrictamente operativo técnica.

Que, el Area Asuntos Jurídicos ha tomado la intervención que le compete.

Que, la competencia del Ente en el tema ha sido normada por los Arts. 2° y 3° de la Ley N° 210.

Por ello

**EL DIRECTORIO DEL ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS DE  
LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES  
RESUELVE:**

Art. 1°: Remítase a la Auditoría General de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires los informes sobre Control de la Calidad del Servicio de Sumideros y Cestos Papeleros en Zonas Anegadas - Zona 2 y sobre Control de Sumideros y Poda - Zonas 2,3 y 4, los que como Anexo I y II forman parte de la presente resolución.



**ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS  
DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES**

Art. 2°: Regístrese, Comuníquese Auditoría General de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y al Area Servicios Públicos Residuos Domiciliarios y Patogénicos. Cumplido, archívese.

RESOLUCION N°: 15/2003

Firmado: Di Lorenzo, José Luis – Vazquez, Roberto – Martínez Quijano, Nilda – Wais, Irene.



## ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

### ANEXO I

#### Control de la Calidad del Servicio de Sumideros y Cestos Papeleros en Zonas Anegadas - Zona 2

UBICACIÓN	ZONA	OBSERVACIONES
1 Av. Del Libertador y Salguero		Deficiente barrido Sumidero obstruido
2 Cerviño 3752		Cestos en mal estado Deficiente limpieza
3 Ugarteche y Cerviño (esquina)		Sumidero obstruido Deficiente limpieza
4 Aguirre al 700		Estancamiento líquidos pluviales
5 Aguirre al 800 esquina Thames		Deficiente limpieza
6 República Arabe Siria y Seguí		Sumidero obstruido
7 Av. del Libertador y Scalabrini Ortiz		Cestos en mal estado
8 Bonpland al 1800		Estancamiento líquidos pluviales
9 Aguirre al 1600		Deficiente limpieza
10 Aguirre al 1500		Estancamiento líquidos pluviales
11 Aguirre al 800		Estancamiento líquidos pluviales
12 Aguirre al 600		Estancamiento líquidos pluviales
13 Villarroel al 1300 esquina Humboldt		Deficiente barrido
14 Humboldt al 200 (esquina)		Deficiente limpieza
15 Humboldt al 300		Deficiente limpieza
16 Humboldt al 500		Deficiente limpieza
17 Bonpland al 900		Deficiente barrido
18 Bonpland al 1100		Deficiente limpieza
19 Bonpland esquina Av. Cnel. Niceto Vega		Sumidero obstruido Deficiente barrido
20 Gurruchaga al 1077		Deficiente barrido
21 Loyola esquina Acevedo		Cestos en mal estado
22 Loyola esquina Julián Álvarez		Sumidero obstruido Estancamiento líquidos pluviales
23 Villarroel al 1000		Cestos en mal estado
24 Villarroel al 1200 esquina Darwin		Deficiente limpieza
25 Jorge L. Borges 2272		Sumidero obstruido Deficiente barrido
26 Jorge L. Borges 2370		Deficiente limpieza
27 Gurruchaga al 2100		Estancamiento líquidos pluviales Deficiente limpieza
28 Gurruchaga al 1900 y Nicaragua		Deficiente limpieza
29 Gurruchaga al 1500		Cestos en mal estado
30 Gurruchaga al 1100		Falta de cestos
31 Gurruchaga al 1200		Falta de cestos
32 Serrano esquina Castillo		Cestos en mal estado
33 Jorge Luis Borges al 1700		Deficiente barrido
34 Jorge Luis Borges al 1800		Cestos en mal estado
35 Jorge Luis Borges al 2000		Cestos en mal estado Deficiente barrido





**ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS  
DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES**

UBICACIÓN	ZONA	OBSERVACIONES
36 Jorge Luis Borges al 2200		Falta de cestos
37 Jorge Luis Borges al 2270		Falta de cestos
38 Dr. Luis Beláustegui al 800 (esquina)		Cesto en mal estado
39 Dr. Luis Beláustegui al 600		Deficiente barrido
40 Dr. Luis Beláustegui al 400 (esquina)		Deficiente limpieza
41 Serrano al 100		Deficiente barrido
42 Serrano esquina muñecas		Deficiente barrido
43 Serrano al 300		Cesto en mal estado
44 Serrano al 400		Cesto en mal estado
45 Valentín Alsina Vereda Club Vilas		Sumidero obstruido
46 Valentín Alsina pasando Club Vilas, frente un hoyo de golf		Sumidero obstruido
47 Valentín Alsina y Olleros, frente cancha de golf		Sumidero obstruido
48 Cucha Cucha al 1600 (esquina)		Cesto en mal estado Deficiente limpieza
49 Cucha Cucha al 1300		Deficiente limpieza
50 Cucha Cucha al 1200 (esquina)		Cesto en mal estado
51 Cucha Cucha al 1100		Sumidero obstruido
52 Olleros y Libertador (del lado del hipódromo)		Deficiente limpieza
53 Olleros y vías del tren		Deficiente limpieza
54 Valentín Alsina (del lado de las vías del tren)		Sumidero obstruido
55 Valentín Alsina (frente plaza rep. De Croacia)		Sumidero obstruido
56 Figueroa Alcorta y Dorrego, parada del colectivo 37 - mano hacia adentro		Deficiente limpieza
57 V. Alsina al 1200, frente a edificios, mano del golf		Deficiente limpieza
58 Valentín Alsina 1231		Sumidero obstruido
59 Cabello y República Árabe Siria		Sumidero obstruido
60 República Árabe Siria y Cerviño		Falta de cestos
61 Ugarteche y Cerviño (esquina)		Sumidero obstruido Deficiente limpieza
62 Av. Del Libertador del 2500 al 2300		Deficiente barrido
63 Av. Cnel. Díaz y Cerviño		Sumidero obstruido
64 Av. Cnel Díaz al 2500		Deficiente barrido
65 Bulnes y Cerviño (esquina Hospital Fernández)		Deficiente barrido Falta de sumideros
66 Cabello y Bulnes		Falta de sumideros
67 Ruggieri 2734		Falta de cestos
68 Godoy Cruz 280		Deficiente barrido
69 Godoy Cruz y Av. Del Libertador		Cestos en mal estado
70 Seguí y Fray Justo Santa María de Oro		Cestos en mal estado
71 Fray justo Santa María de Oro 2800		Deficiente barrido
72 Cerviño entre F. J. Santa María de Oro y Godoy Cruz		Sumidero obstruido Cestos en mal estado
73 Cerviño 4721		Falta de cestos
74 República Árabe Siria y Seguí		Sumidero obstruido
75 Av. Del Libertador y Salguero		Deficiente barrido Sumidero obstruido
76 Cabello y República Árabe Siria		Sumidero obstruido



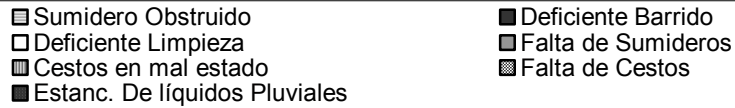
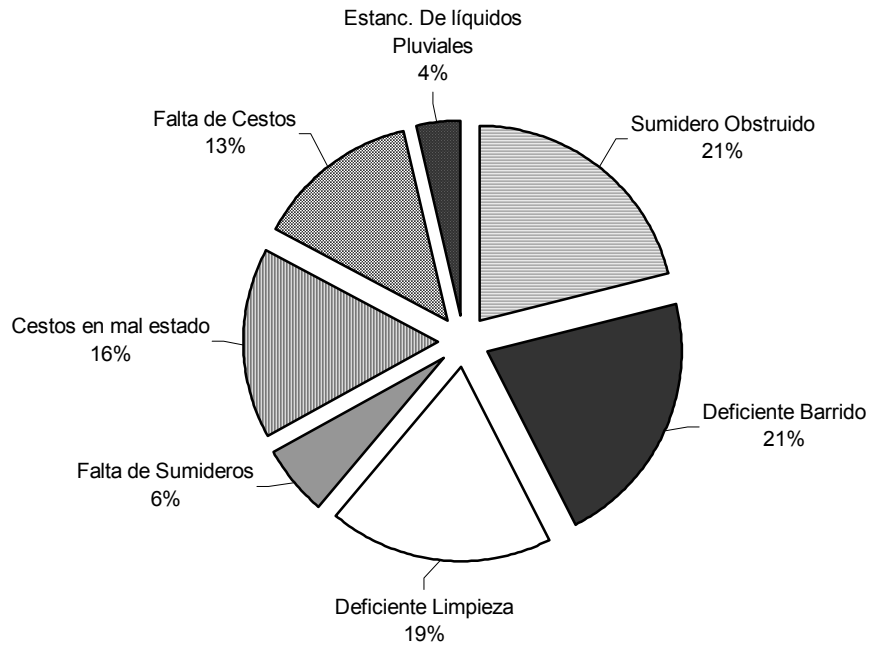
**ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS  
DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES**

<b>UBICACIÓN</b>	<b>ZONA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
77 República Árabe Siria y Cerviño		Falta de cestos
78 Ugarteche y José María Gutiérrez		Cestos en mal estado
79 Ugarteche y Cabello		Falta de cestos Deficiente limpieza
80 Av. Cnel. Díaz y Av. Del Libertador		Sumidero obstruido Deficiente barrido
81 Av. Cnel. Díaz y Cerviño		Sumidero obstruido
82 Bulnes y Cerviño (esquina Hospital Fernández)		Deficiente barrido Falta de sumideros
83 Ruggieri y Cerviño ( esquina Hospital Fernández)		Cestos en mal estado Deficiente limpieza
84 Salguero y Av. Las Heras		Deficiente barrido Sumidero obstruido
85 Fray Justo Santa María de Oro y Av. Sta. Fe		Sumidero obstruido Deficiente limpieza
86 Godoy Cruz y Demaria		Sumidero obstruido
87 Godoy Cruz y Av. Del Libertador		Falta de cestos Deficiente limpieza
88 Fray Justo santa María de Oro 2800		Deficiente barrido
89 Cerviño entre F. J. Santa María de Oro y Godoy Cruz		Sumidero obstruido Falta de cestos
90 Cerviño 4721		Falta de cestos
91 Bullrich entre Cerviño y Av. Del Libertador		Deficiente barrido Sumidero obstruido
92 Dorrego 3300		Deficiente barrido Falta de cestos
93 Cnel Freyre entre infanta Isabel y Dorrego		Deficiente barrido Falta de cestos
94 Fray Justo Santa María de Oro 2600 y 2700		Cestos en mal estado Deficiente limpieza
95 Sinclair 3000 y 3100		Deficiente limpieza Falta de sumideros
96 Fray Justo Santa Maria de Oro 2600 y 2700		Cestos en mal estado Deficiente limpieza



## ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

### ZONA 2 AEBA





**ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS  
DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES  
ANEXO II**

**CONTROL DE SUMIDEROS Y PODA - ZONAS 2, 3 y 4**

	<b>UBICACIÓN</b>	<b>ZONA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Bucarelli 2973	2	Ramas sobre vereda y cuneta Obstrucción de escurrimiento pluvial
2	Bucarelli 2994	2	Ramas sobre vereda y cuneta Obstrucción de escurrimiento pluvial
3	Bucarelli 3357	2	Ramas sobre vereda y cuneta Obstrucción de escurrimiento pluvial
4	Manuela Pedraza y Bucarelli	2	Montículos de ramas y basura Obstrucción de escurrimiento pluvial
5	Pirán y Bucarelli	2	Montículos de ramas y basura Obstrucción de escurrimiento pluvial
6	Pirán y Núñez	2	Montículos de ramas y basura Obstrucción de escurrimiento pluvial
7	Triunvirato y Núñez	2	Montículos de ramas y basura Obstrucción de visión para el conductor
8	Triunvirato 5960	2	Montículos de ramas
9	Triunvirato 5643	2	Montículos de ramas y basura Obstrucción de visión para el conductor
10	Triunvirato y Tamborín	2	Montículos de ramas y basura
11	Triunvirato 5514	2	Montículos de ramas y basura
12	Lavoisier 3040	2	Montículos de ramas y basura Obstrucción paso peatonal
13	Lavoisier 3115	2	Montículos de ramas y basura
14	Lavoisier y Tamborín	2	Montículos de ramas y basura Obstrucción de escurrimiento pluvial
15	Manuela Pedraza 5947	2	Montículos de ramas y basura
16	Manuela Pedraza y Burela	2	Montículos de ramas
17	Pirán y Beethoven	2	Montículos de ramas y basura
18	Pirán 5772	2	Montículos de ramas y basura
19	Manuela Pedraza y Andonaégui	2	Montículos de ramas y basura
20	Bucarelli esquina Pedraza	2	Montículos de ramas y basura
21	Manuela Pedraza 5383	2	Montículos de ramas y basura
22	Manuela Pedraza 5331	2	Montículos de ramas
23	Manuela Pedraza y Pacheco	2	Montículos de ramas y basura. Obstrucción de escurrimiento pluvial Obstrucción paso peatonal Obstrucción de visión para el conductor
24	Pacheco y Quesada	2	Montículos de ramas y basura.
25	Alvarez Jonte y Espinoza	3	Montículos de ramas y basura.
26	Alvarez Jonte 2040	3	Montículos de ramas



**ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS  
DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES**

	UBICACIÓN	ZONA	OBSERVACIONES
			Obstrucción de visión para el conductor
27	A. P. Carranza y Bufano	3	Montículos de ramas
28	Terrero y Bufano (sobre Terrero )	3	Montículos de ramas Obstrucción paso peatonal
29	Pedro Moran (altura 3100)	3	Montículos de ramas Obstrucción paso vehicular Obstrucción paso peatonal Podas clandestinas
30	Asunción y Av. San Martín	3	Montículos de ramas Obstrucción paso vehicular
31	Cuenca y Asunción	3	Montículos de ramas y basura.
32	Cuenca y Gutemberg (vías del ferrocarril)	3	Montículos de ramas Obstrucción paso vehicular
33	Ricardo Gutiérrez y Emilio Lamarca	3	Montículos de ramas Obstrucción paso vehicular
34	Melincué 3738	3	Montículos de ramas
35	Marcos Sastre y Joaquín V. González	3	Montículos de ramas
36	Joaquín V. González y A. M. Cervantes	3	Montículos de ramas y basura. Podas clandestinas
37	R. de Escalada de San Martín y Cuenca	3	Montículos de ramas y basura.
38	Emilio Lamarca y Beláustegui	3	Montículos de ramas y basura. Obstrucción paso vehicular
39	Emilio Lamarca y Tres Arroyos	3	Montículos de ramas y basura. Obstrucción paso vehicular Obstrucción paso peatonal
40	E. Lamarca y R. Escalada de San Martín	3	Montículos de ramas
41	A. M. Cervantes y Bernárdez	3	Montículos de ramas y basura.
42	A. M. Cervantes y Moliere	3	Montículos de ramas y basura. Obstrucción de escurrimiento pluvial Obstrucción paso vehicular
43	Alcaraz y Moliere (toda la plaza)	3	Montículos de ramas y basura.
44	Víctor Hugo y Alvarez Jonte	3	Montículos de ramas
45	Sánchez y Jonte	3	Montículos de ramas y basura.
46	Barzana y Constantinopla	3	Montículos de ramas y basura.
47	Moliere al 700	3	Montículos de ramas y basura.
48	César Díaz y Bolivia	3	Montículos de ramas y basura.
49	Santo Tomé y J. V. González	3	Montículos de ramas y basura.
50	Nueva York y Argerich	3	Montículos de ramas y basura.
51	Zamudio y Asunción	3	Montículos de ramas y basura.
52	Campana y Habana	3	Montículos de ramas y basura.
53	Campana y José Cubas	3	Montículos de ramas y basura.
54	Juan A. García y Sánchez	3	Montículos de ramas y basura.
55	Terrero y San Blas	3	Montículos de ramas y basura.



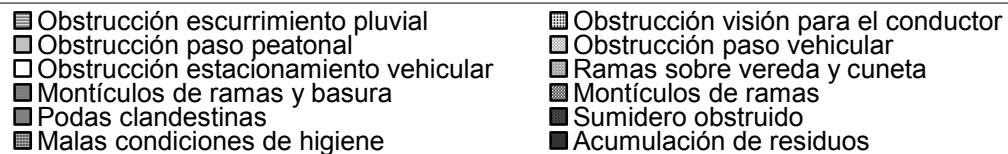
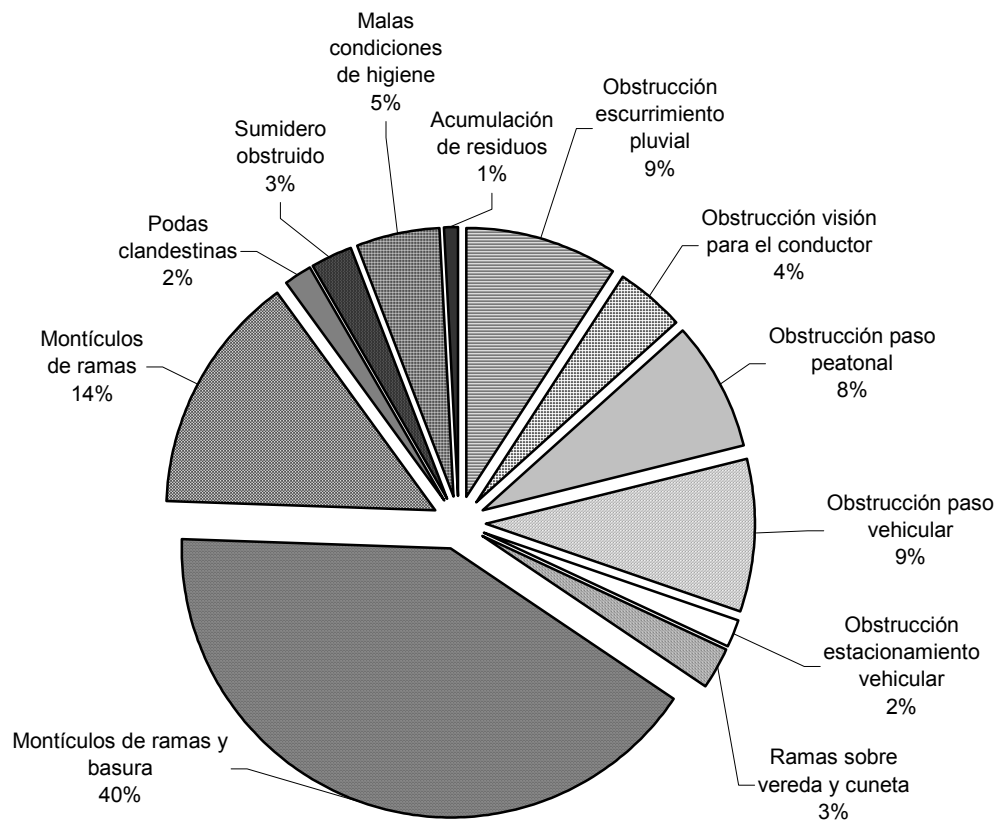
**ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS  
DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES**

	<b>UBICACIÓN</b>	<b>ZONA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
56	San Blas y Bufano	3	Montículos de ramas y basura.
57	Helguera y San Blas	3	Montículos de ramas y basura.
58	Juan A. García 1866	3	Montículos de ramas y basura.
59	Cucha Cucha y Juan A. García	3	Montículos de ramas y basura.
60	Sánchez y Camarones	3	Montículos de ramas y basura.
61	Juan A. García y terrero	3	Montículos de ramas y basura.
62	Somellera 1114/17	4	Montículos de ramas Obstrucción paso vehicular Obstrucción estacionamiento vehicular
63	Somellera 1117	4	Montículos de ramas Obstrucción paso vehicular Obstrucción estacionamiento vehicular
64	Somellera 1100	4	Montículos de ramas Obstrucción paso vehicular Obstrucción paso peatonal
65	24 de Noviembre y Cátulo Castillo	4	Sumidero obstruido Obstrucción de escurrimiento pluvial
66	Mármol y Las Casas	4	Montículos de ramas y basura Malas condiciones de higiene
67	Camilo Torres 2081	4	Obstrucción escurrimiento pluvial Sumideros obstruido Malas condiciones de higiene
68	Camilo Torres 2100	4	Malas condiciones de higiene Sumidero obstruido
69	Correa 1700	4	Montículos de ramas y basura Malas condiciones de higiene
70	Juan Bautista Alberdi y Lacarra	4	Montículos de ramas y basura Malas condiciones de higiene Obstrucción paso vehicular Obstrucción paso peatonal
71	Helguera y Av. Juan B. Justo	4	Malas condiciones de higiene Acumulación de residuos
72	Galicia y Artigas	4	Montículos de ramas y basura Obstrucción paso peatonal
73	Galicia y Nicasio Oroño	4	Montículos de ramas y basura Obstrucción paso peatonal Obstrucción de la visión para el conductor



## ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

### Relevamiento Zonas 2, 3 y 4





## ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

### RELEVAMIENTO ZONA 2

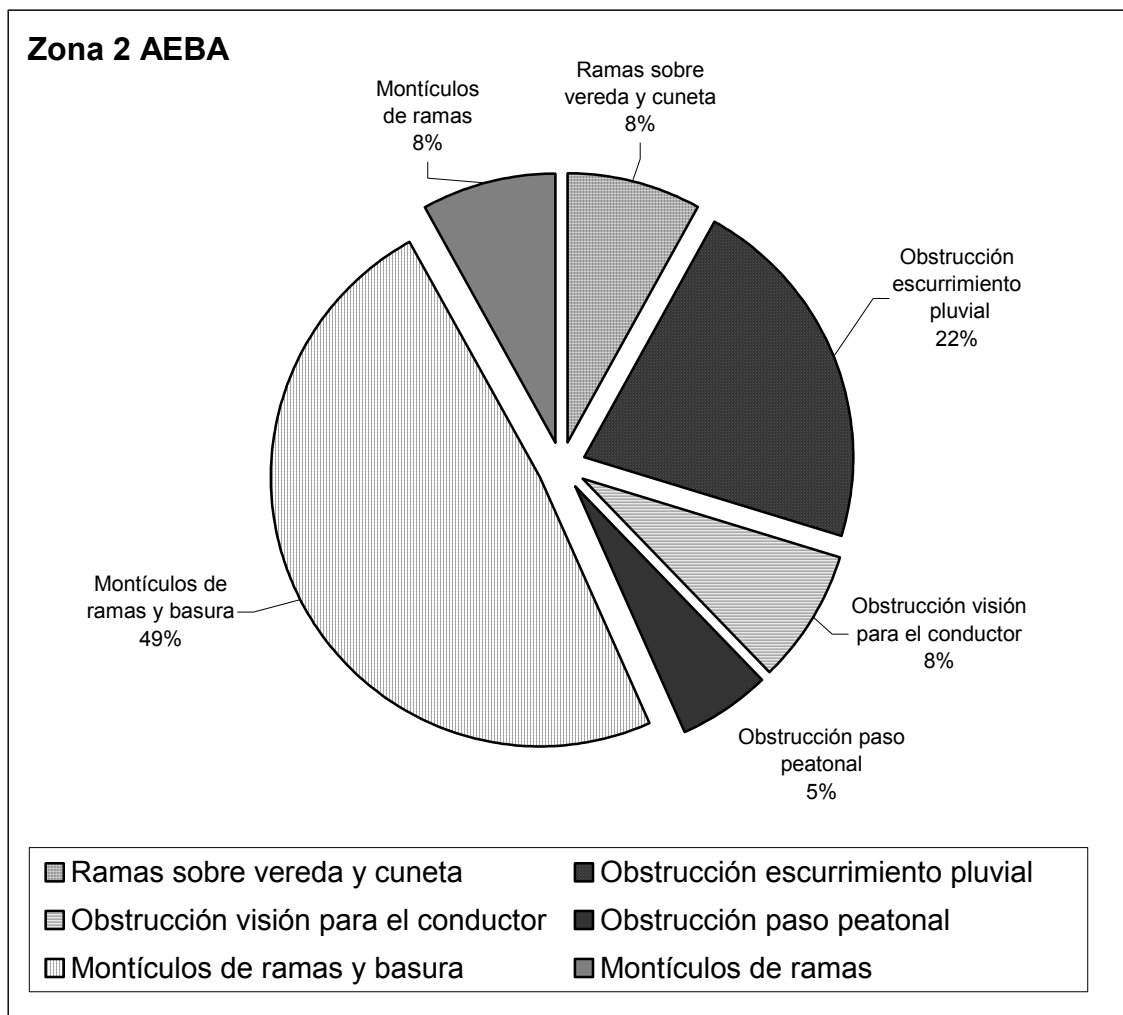
	UBICACIÓN	ZONA	OBSERVACIONES
1	Bucarelli 2973	2	Ramas sobre vereda y cuneta Obstrucción de escurrimiento pluvial
2	Bucarelli 2994	2	Ramas sobre vereda y cuneta Obstrucción de escurrimiento pluvial
3	Bucarelli 3357	2	Ramas sobre vereda y cuneta Obstrucción de escurrimiento pluvial
4	Manuela Pedraza y Bucarelli	2	Montículos de ramas y basura Obstrucción de escurrimiento pluvial
5	Pirán y Bucarelli	2	Montículos de ramas y basura Obstrucción de escurrimiento pluvial
6	Pirán y Núñez	2	Montículos de ramas y basura Obstrucción de escurrimiento pluvial
7	Triunvirato y Núñez	2	Montículos de ramas y basura Obstrucción de visión para el conductor
8	Triunvirato 5960	2	Montículos de ramas
9	Triunvirato 5643	2	Montículos de ramas y basura Obstrucción de visión para el conductor
10	Triunvirato y Tamborín	2	Montículos de ramas y basura
11	Triunvirato 5514	2	Montículos de ramas y basura
12	Lavoisier 3040	2	Montículos de ramas y basura Obstrucción paso peatonal
13	Lavoisier 3115	2	Montículos de ramas y basura
14	Lavoisier y Tamborín	2	Montículos de ramas y basura Obstrucción de escurrimiento pluvial
15	Manuela Pedraza 5947	2	Montículos de ramas y basura
16	Manuela Pedraza y Burela	2	Montículos de ramas
17	Pirán y Beethoven	2	Montículos de ramas y basura
18	Pirán 5772	2	Montículos de ramas y basura





## ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

19	M. Pedraza y Andonaégui	2	Montículos de ramas y basura
20	Bucarelli esquina Pedraza	2	Montículos de ramas y basura
21	Manuela Pedraza 5383	2	Montículos de ramas y basura
22	Manuela Pedraza 5331	2	Montículos de ramas
23	Manuela Pedraza y Pacheco	2	Montículos de ramas y basura.
			Obstrucción de escurrimiento pluvial
			Obstrucción paso peatonal
			Obstrucción de visión para el conductor
24	Pacheco y Quesada	2	Montículos de ramas y basura.





## ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

### RELEVAMIENTO ZONA 3

	UBICACIÓN	ZONA	OBSERVACIONES
1	Alvarez Jonte y Espinoza	3	Montículos de ramas y basura
2	Alvarez Jonte 2040	3	Montículos de ramas Obstrucción de visión para el conductor
3	A. P. Carranza y Bufano	3	Montículos de ramas
4	Terrero y Bufano (sobre Terrero )	3	Montículos de ramas Obstrucción paso peatonal
5	Pedro Moran (altura 3100)	3	Montículos de ramas Obstrucción paso vehicular Obstrucción paso peatonal Podas clandestinas
6	Asunción y Av. San Martín	3	Montículos de ramas Obstrucción paso vehicular
7	Cuenca y Asunción	3	Montículos de ramas y basura
8	Cuenca y Gutemberg (vías del ferrocarril)	3	Montículos de ramas Obstrucción paso vehicular
9	Ricardo Gutiérrez y Emilio Lamarca	3	Montículos de ramas Obstrucción paso vehicular
10	Melincué 3738	3	Montículos de ramas
11	Marcos Sastre y Joaquín V. González	3	Montículos de ramas
12	Joaquín V. González y A. M. Cervantes	3	Montículos de ramas y basura Podas clandestinas
13	R. Escalada de San Martín y Cuenca	3	Montículos de ramas y basura
14	Emilio Lamarca y Beláustegui	3	Montículos de ramas y basura Obstrucción paso vehicular

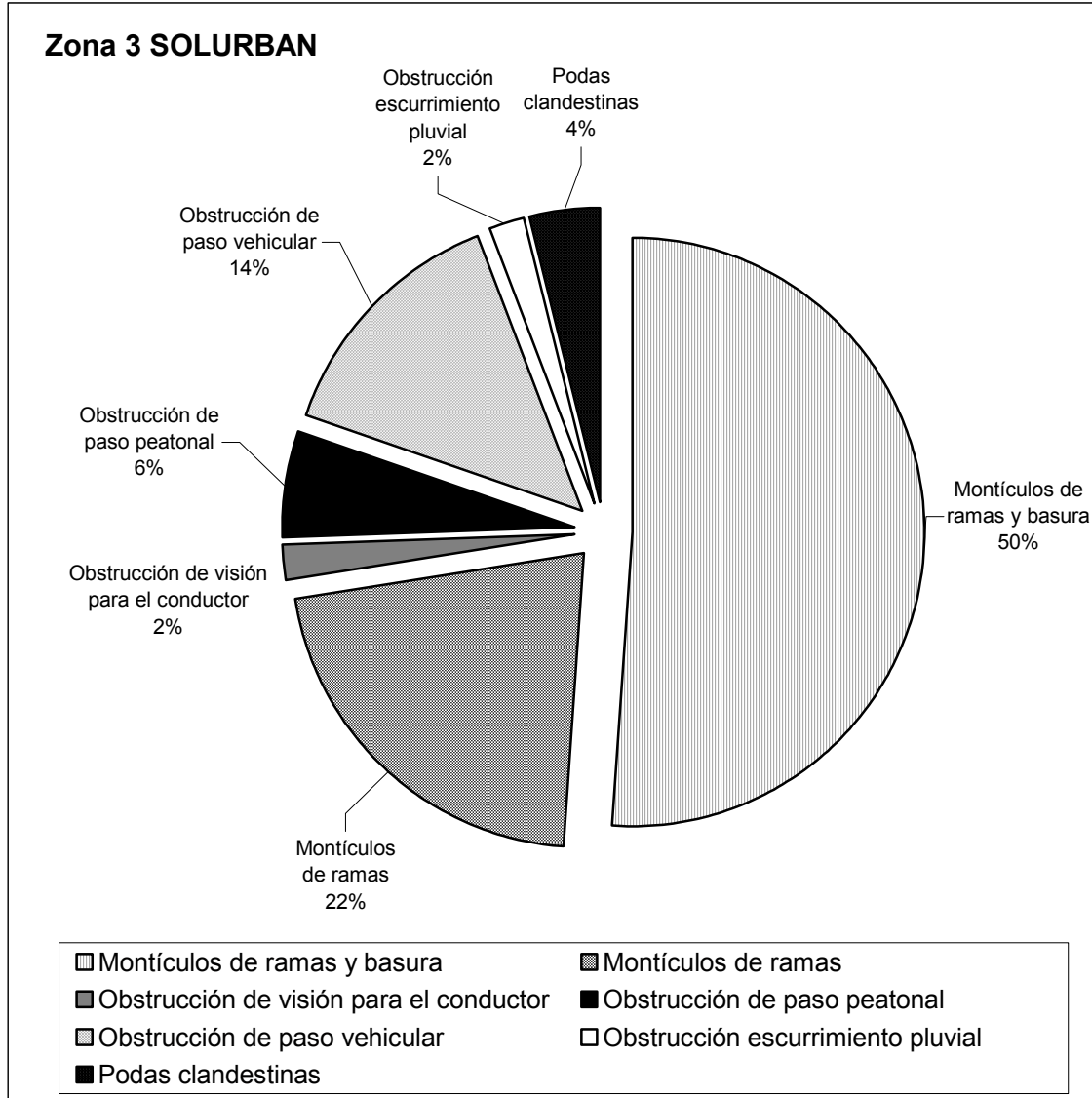


**ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS  
DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES**

	<b>UBICACIÓN</b>	<b>ZONA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
15	Emilio Lamarca y Tres Arroyos	3	Montículos de ramas y basura Obstrucción paso vehicular Obstrucción paso peatonal
16	E. Lamarca y R. Escalada de San Martín	3	Montículos de ramas
17	A. M. Cervantes y Bernárdez	3	Montículos de ramas y basura
18	A. M. Cervantes y Moliere	3	Montículos de ramas y basura Obstrucción de escurrimiento pluvial Obstrucción paso vehicular
19	Alcaraz y Moliere (toda la plaza)	3	Montículos de ramas y basura
20	Víctor Hugo y Alvarez Jonte	3	Montículos de ramas
21	Sánchez y Jonte	3	Montículos de ramas y basura
22	Barzana y Constantinopla	3	Montículos de ramas y basura
23	Moliere al 700	3	Montículos de ramas y basura
24	César Díaz y Bolivia	3	Montículos de ramas y basura
25	Santo Tomé y J. V. González	3	Montículos de ramas y basura
26	Nueva York y Argerich	3	Montículos de ramas y basura
27	Zamudio y Asunción	3	Montículos de ramas y basura
28	Campana y Habana	3	Montículos de ramas y basura
29	Campana y José Cubas	3	Montículos de ramas y basura
30	Juan A. García y Sánchez	3	Montículos de ramas y basura
31	Terrero y San Blas	3	Montículos de ramas y basura
32	San Blas y Bufano	3	Montículos de ramas y basura
33	Helguera y San Blas	3	Montículos de ramas y basura
34	Juan A. García 1866	3	Montículos de ramas y basura
35	Cucha Cucha y Juan A. García	3	Montículos de ramas y basura
36	Sánchez y Camarones	3	Montículos de ramas y basura
37	Juan A. García y Terrero	3	Montículos de ramas y basura



**ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS  
DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES**



RELEVAMIENTO ZONA 4

UBICACIÓN	ZONA	OBSERVACIONES
1 Somellera 1114/17	4	Montículos de ramas
		Obstrucción paso vehicular
		Obstrucción estacionamiento vehicular
2 Somellera 1117	4	Montículos de ramas
		Obstrucción paso vehicular
		Obstrucción estacionamiento vehicular



**ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS  
DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES**

3	Somellera 1100	4	Montículos de ramas Obstrucción paso vehicular Obstrucción paso peatonal
4	24 de Noviembre y Cátulo Castillo	4	Sumidero obstruido Obstrucción de escurrimiento pluvial
5	Mármol y Las Casas	4	Montículos de ramas y basura Malas condiciones de higiene
6	Camilo Torres 2081	4	Obstrucción escurrimiento pluvial Sumideros obstruido Malas condiciones de higiene
7	Camilo Torres 2100	4	Malas condiciones de higiene Sumidero obstruido
8	Correa 1700	4	Montículos de ramas y basura Malas condiciones de higiene
9	Juan Bautista Alberdi y Lacarra	4	Montículos de ramas y basura Malas condiciones de higiene Obstrucción paso vehicular Obstrucción paso peatonal
10	Helguera y Av. Juan B. Justo	4	Malas condiciones de higiene Acumulación de residuos
11	Galicia y Artigas	4	Montículos de ramas y basura Obstrucción paso peatonal
12	Galicia y Nicasio Oroño	4	Montículos de ramas y basura Obstrucción paso peatonal Obstrucción de la visión para el conductor



## ENTE UNICO REGULADOR DE LOS SERVICIOS PUBLICOS DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

### Zona 4 ECOHABITAT

