



La sensorización de la red de alcantarillado de la ciudad de Mataró

a partir del análisis hidráulico de los aliviaderos

Enric Corbella

Director de Operaciones en Aigües de Mataró

Almudena Barona

Water Leader en Arup Spain

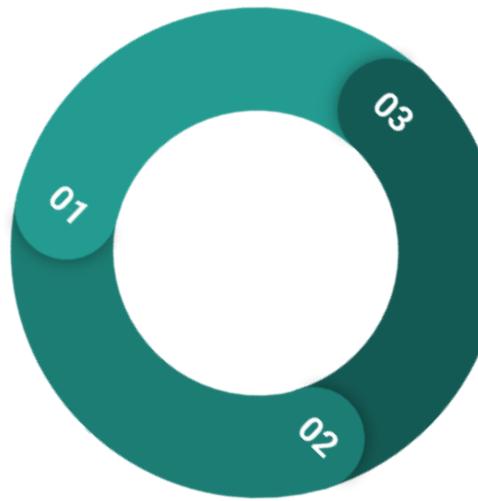
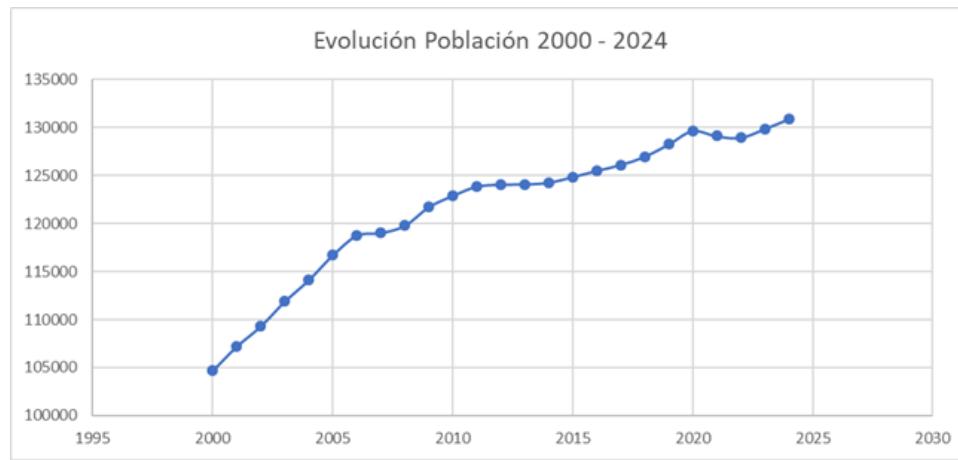
CONAMA



**Diputació
Barcelona**

Antecedentes

Aumento de la población y de superficie impermeable (20% en 25 años)

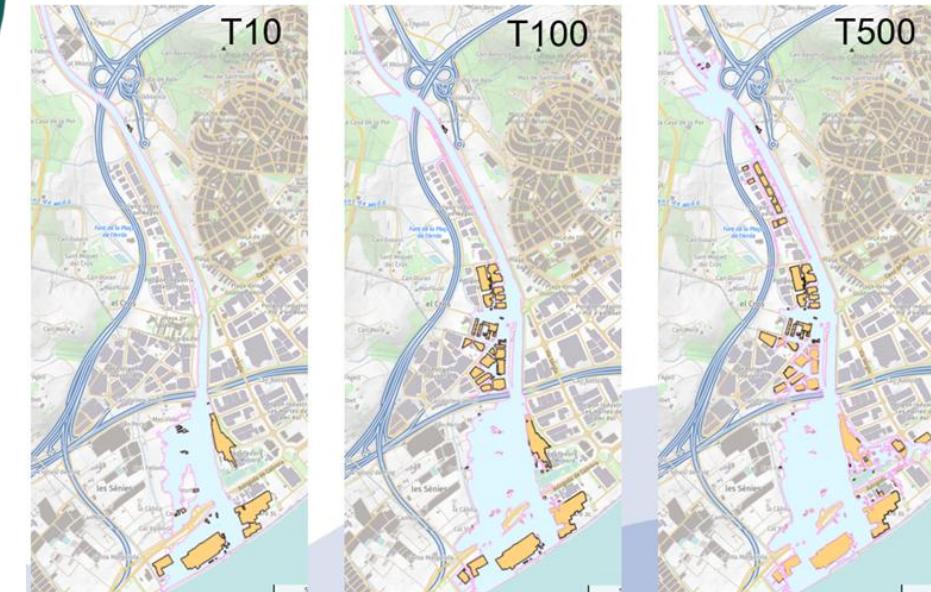


2024 (inicio 3r cicle de planificación):

L'ACA propone al ayuntamiento de Mataró declararse como ARPSI pluvial. Obligación de realizar los MAPRI de la ciudad de Mataró.

Marco Normativo
RD 665/2023 + TER/4244/2024

Control de las DSU y vertidos
Redacción de los PIGSS
RD 903/2010
Clasificación como ARPSI fluvial y costanera
Realización de los MAPRI



Contenido

Objetivos y organización del proyecto

Fase 1: Estudio hidráulico y de monitorización

- 1.1** Contexto, objetivos y métodos
- 1.2** Modelización 0D
- 1.3** Modelización 1D
- 1.4** Modelización 3D
- 1.5** Modelización COACH
- 1.6** Conclusiones

Fase 2: Proyecto de instalación de sensores y digitalización

RD 665/2023 Mod. RDPH

Control de vertidos debidos a desbordamientos del sistema de saneamiento durante episodios de lluvia

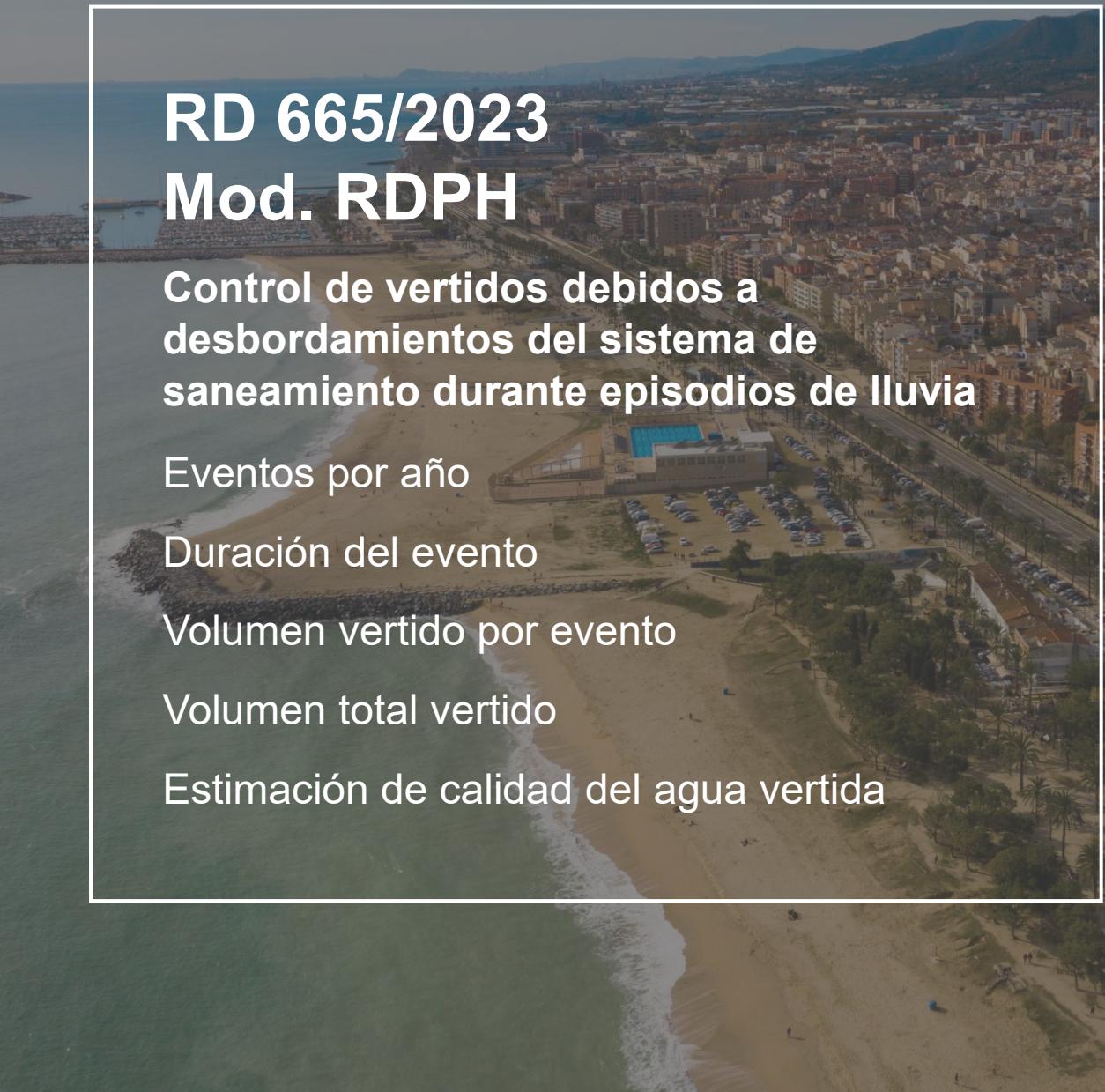
Eventos por año

Duración del evento

Volumen vertido por evento

Volumen total vertido

Estimación de calidad del agua vertida



Objetivos del Proyecto

Instrumentar 41 puntos de la red de alcantarillado con una solución metrológica que cumpla adecuadamente los requisitos de la normativa.

Finalmente, se ha redactado un **Proyecto Ejecutivo para la instalación de los sensores**.



Para cada punto, los objetivos del estudio son:

- Determinar la ubicación exacta, el tipo y el número de sensores necesarios para permitir **mediciones fiables y accesibles para el operador**.
- Establecer la **ley hidráulica** para evaluar el caudal y el volumen descargados.
- Evaluar las **incertidumbres** asociadas a los cálculos del caudal descargado.
- Definir y presupuestar las **obras civiles** necesarias para la instalación de los sensores en los puntos de control.

Método de trabajo



Puntos analizados

41 puntos de alivio

Riera de Sant Simó

11 puntos

Riera d'Argentona

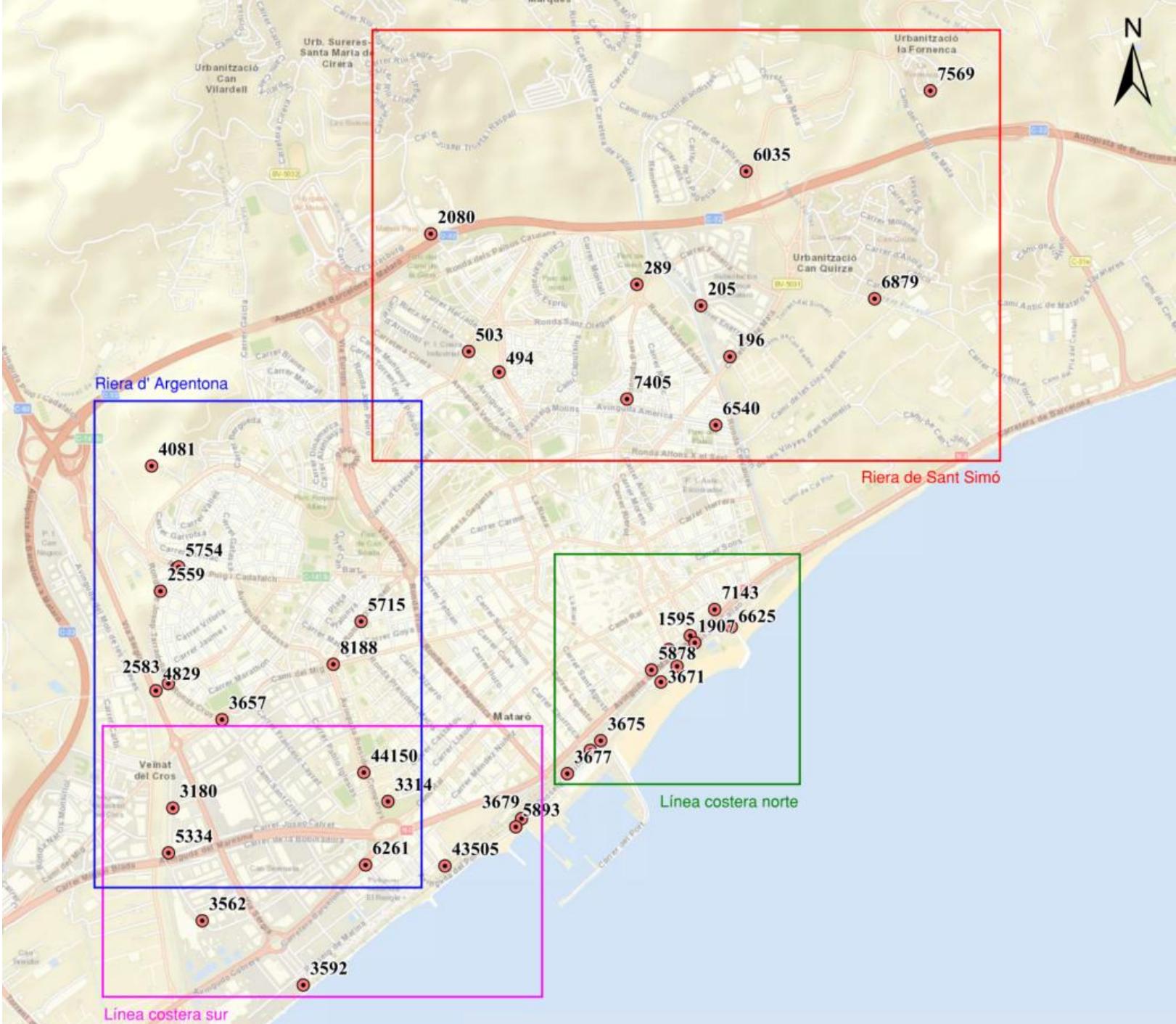
12 puntos

Línea Costera Sur

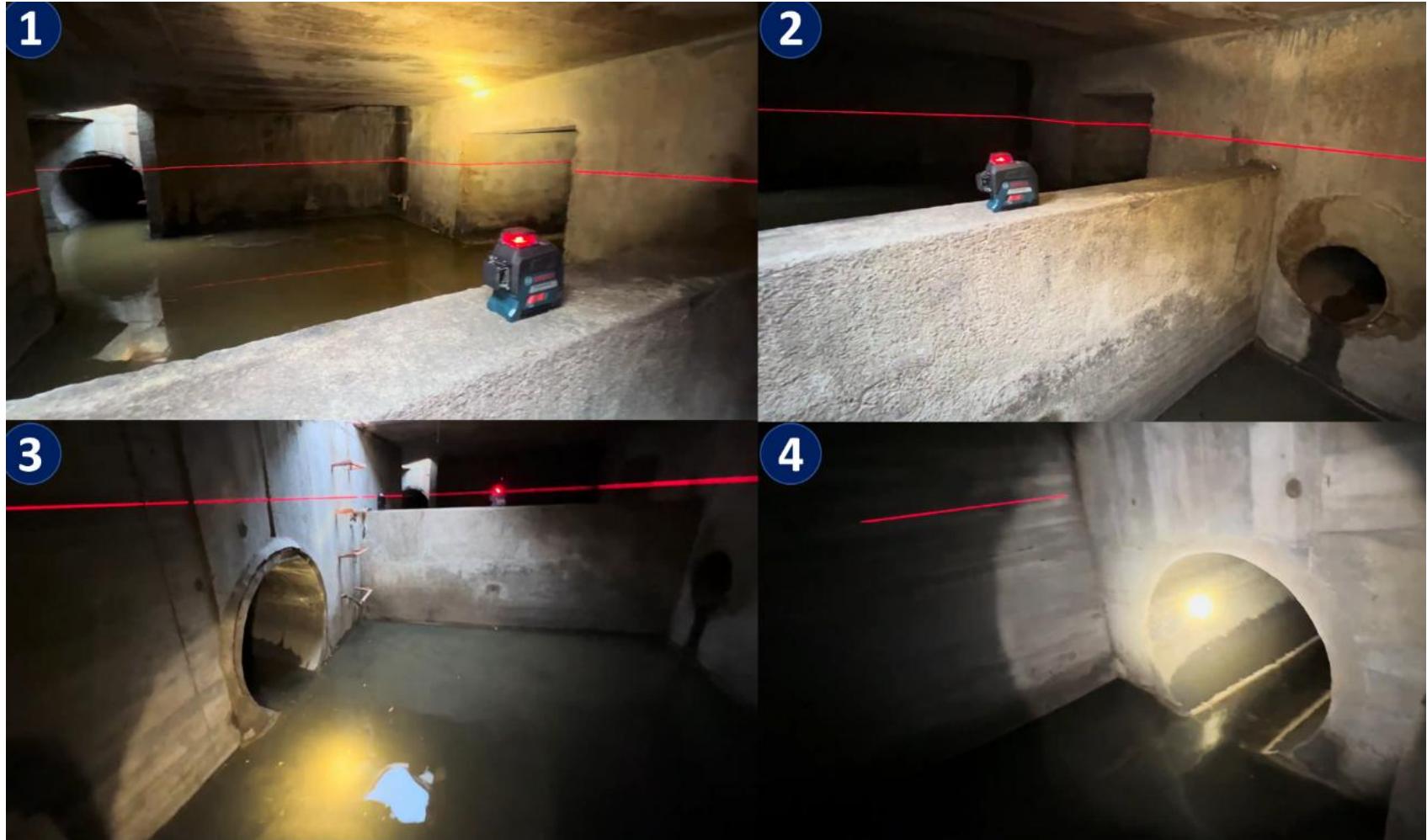
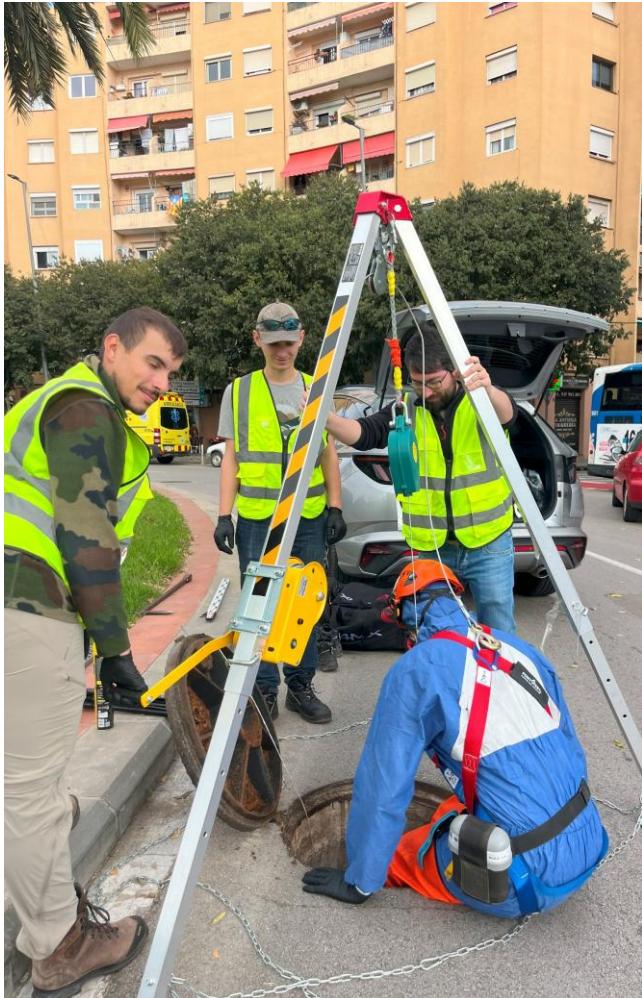
8 puntos

Línea Costera Norte

10 puntos



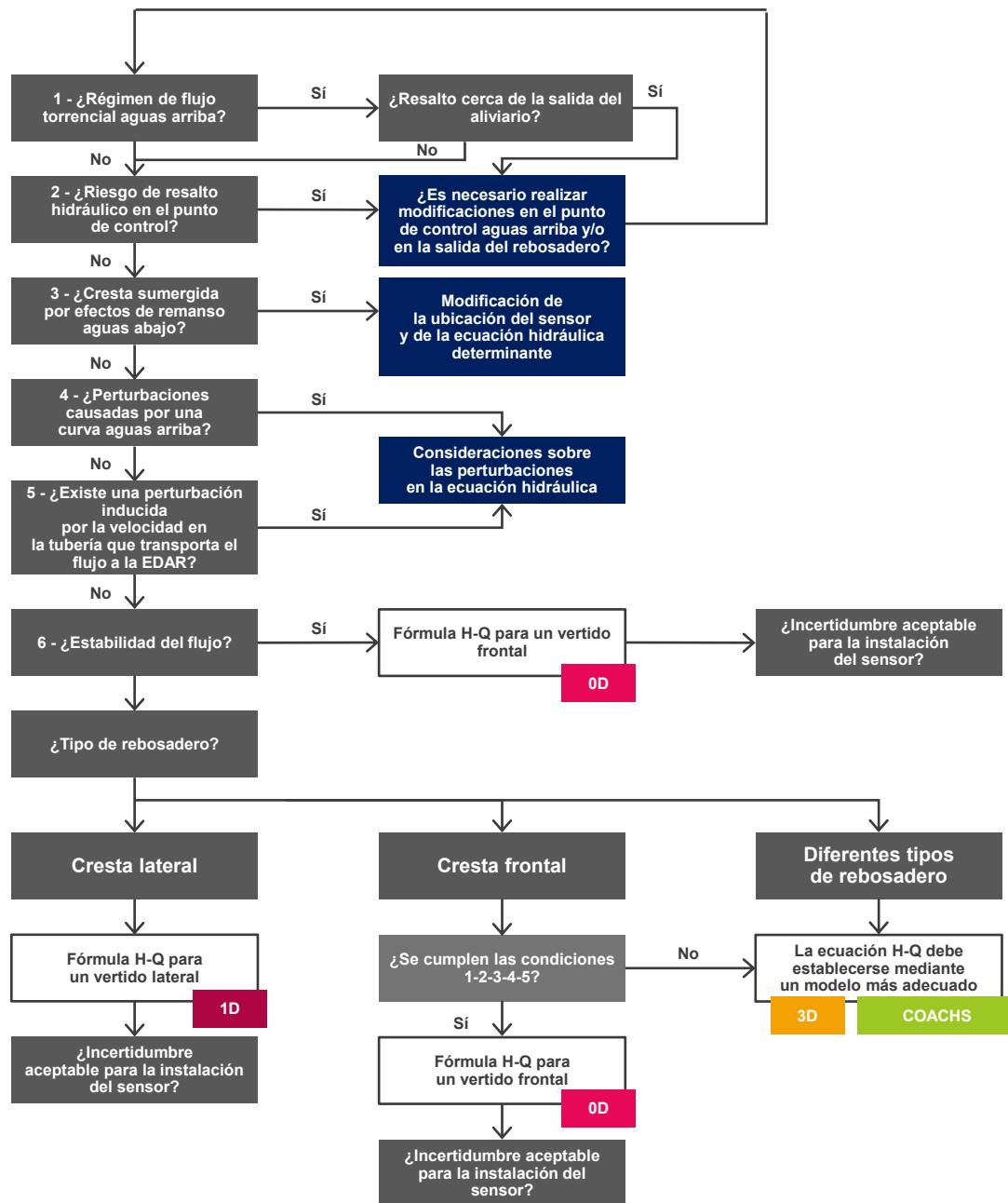
Visitas al sitio





Aigües de Mataró

ARUP



Métodos de modelización hidráulica

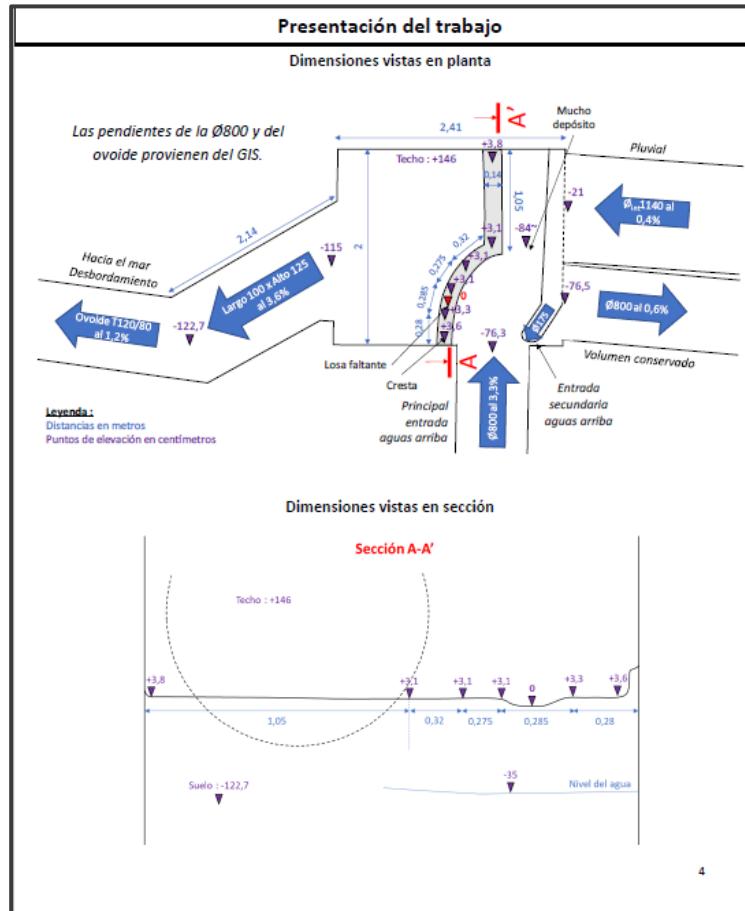
Método empírico
0D

Cálculo de la curva de remanso
1D

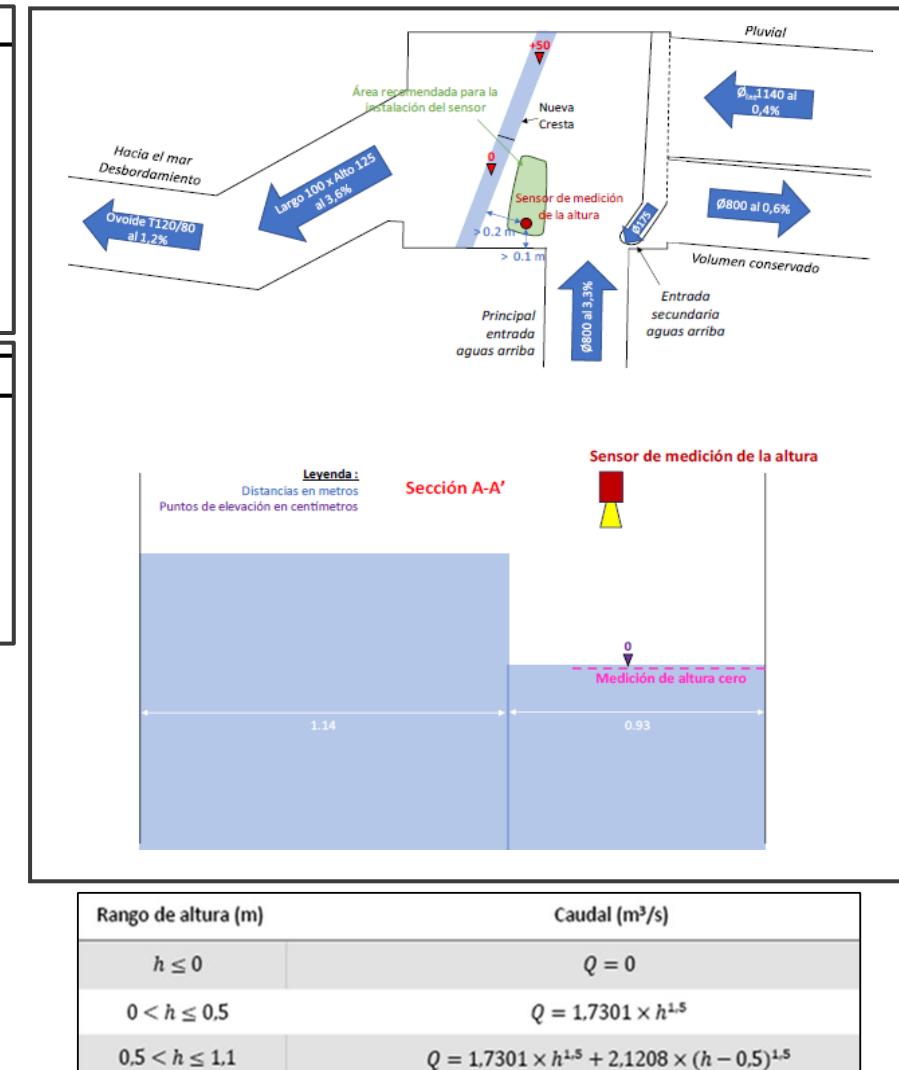
Cálculo específico de la superficie libre
3D

Ley de succión
COACHS

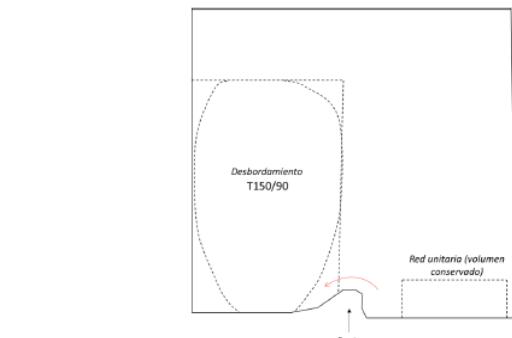
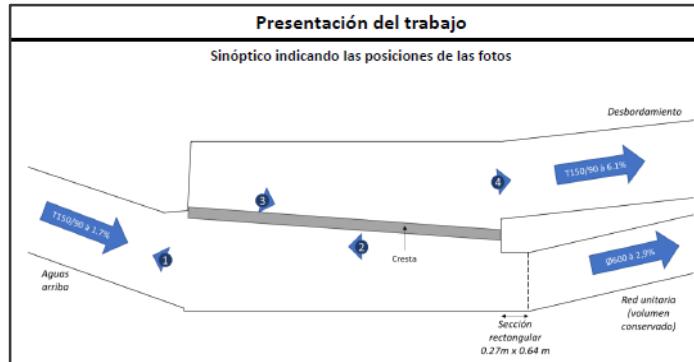
Ejemplo – 0D



Presentación del trabajo																
CRITERIO 1 ¿Régimen de flujo torrencial aguas arriba? SI CRITERIO 2 ¿Riesgo de resalto hidráulico en el punto de control? NO CRITERIO 3 ¿Cresta anegada por influencias aguas abajo? NO CRITERIO 4 ¿Perturbación por un codo aguas arriba? NO CRITERIO 5 ¿Perturbación por la velocidad en conducción volumen derivado a EDAR? Poco riesgo CRITERIO 6 ¿Estabilidad del flujo? NO CRITERIO 7 ¿Incertidumbre compatible con una medición de calidad? Desconocido																
<p>Nota: Se espera que el cruce de las tuberías aguas arriba de la cresta perturbe la línea de agua. Por lo que se necesita realizar trabajos adicionales.</p>																
Propuesta técnica																
Solución de modelado recomendada																
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Instrumentación</th> <th>Método de modelado</th> <th>Trabajo necesario</th> <th>control de instrumentación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SOLUCIÓN 1</td> <td>1 nuevo sensor aéreo (US o radar) para medir la altura aguas arriba de la cresta</td> <td>0D aliviadero frontal</td> <td>-</td> <td>Es necesario bajar dentro del pozo para realizar las actividades de mantenimiento del sensor.</td> </tr> <tr> <td>SOLUCIÓN 2</td> <td>1 nuevo sensor aéreo (US o radar) para medir la altura aguas arriba de la cresta</td> <td>0D aliviadero frontal</td> <td>Instalación de una placa delante de la tubería pluvial</td> <td>Es necesario bajar dentro del pozo para realizar las actividades de mantenimiento del sensor.</td> </tr> </tbody> </table>			Instrumentación	Método de modelado	Trabajo necesario	control de instrumentación	SOLUCIÓN 1	1 nuevo sensor aéreo (US o radar) para medir la altura aguas arriba de la cresta	0D aliviadero frontal	-	Es necesario bajar dentro del pozo para realizar las actividades de mantenimiento del sensor.	SOLUCIÓN 2	1 nuevo sensor aéreo (US o radar) para medir la altura aguas arriba de la cresta	0D aliviadero frontal	Instalación de una placa delante de la tubería pluvial	Es necesario bajar dentro del pozo para realizar las actividades de mantenimiento del sensor.
	Instrumentación	Método de modelado	Trabajo necesario	control de instrumentación												
SOLUCIÓN 1	1 nuevo sensor aéreo (US o radar) para medir la altura aguas arriba de la cresta	0D aliviadero frontal	-	Es necesario bajar dentro del pozo para realizar las actividades de mantenimiento del sensor.												
SOLUCIÓN 2	1 nuevo sensor aéreo (US o radar) para medir la altura aguas arriba de la cresta	0D aliviadero frontal	Instalación de una placa delante de la tubería pluvial	Es necesario bajar dentro del pozo para realizar las actividades de mantenimiento del sensor.												
Fórmula básica	$Q = L \times C_d \times \sqrt{2g} \times h^{1.5}$ Poleni (CETMEF p.24/97)															
Fuente	« Synthèse des lois d'écoulement au droit des seuils et déversoirs » - CETMEF 2005															
Interpolación complementaria	No															
Justificación	Se considera que el vertedero es una cresta recta que puede describirse en su totalidad mediante la fórmula de Poleni.															
Parámetros específicos	$L_1 = 0,93\text{ m}$ $L_2 = 1,14\text{ m}$ $C_d = 0,42$ (considerado fijo)															



Ejemplo – 1D

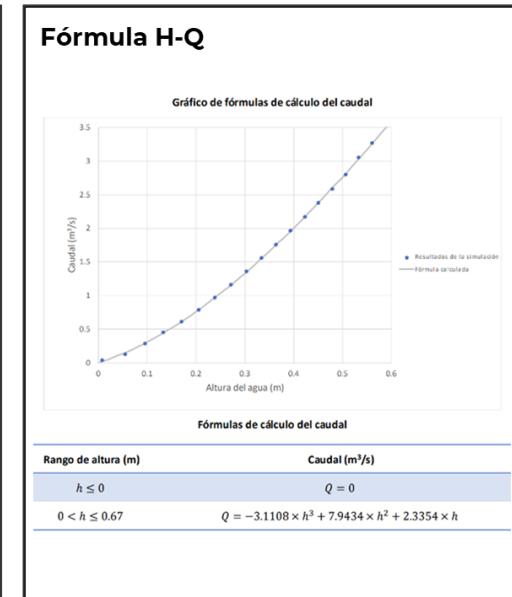
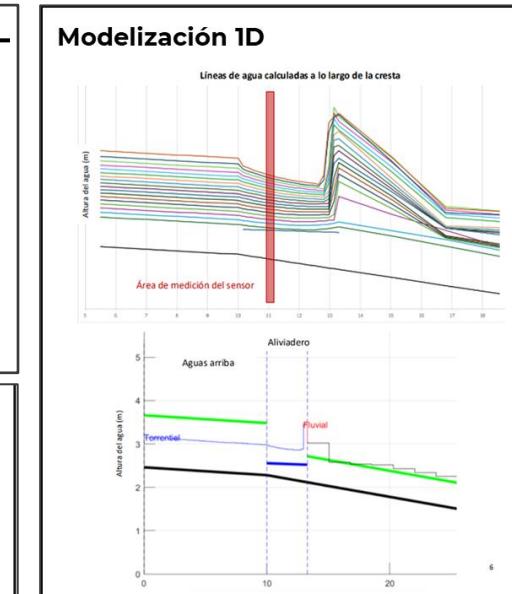
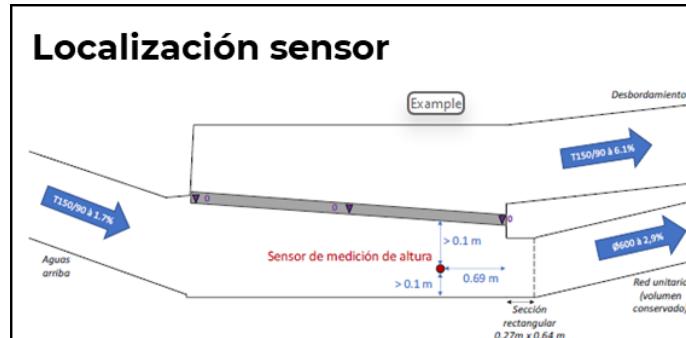
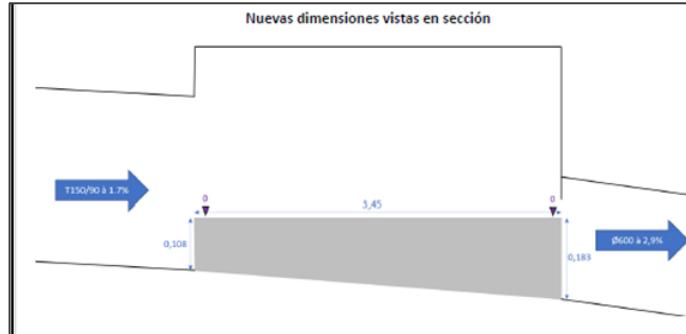


Presentación del trabajo

Conclusión del análisis hidráulico preliminar

CRITERIO 1	Régimen de flujo torrential aguas arriba?	SI
CRITERIO 2	Riesgo de resalto hidráulico en el punto de control?	SI
CRITERIO 3	Cresta anegada por influencias aguas abajo?	NO
CRITERIO 4	Perturbación por un codo aguas arriba?	NO
CRITERIO 5	Perturbación por la velocidad en conducción volumen derivado a EDAR?	Poco riesgo
CRITERIO 6	Estabilidad del flujo?	SI
CRITERIO 7	Incertidumbre compatible con una medición de calidad?	Desconocido

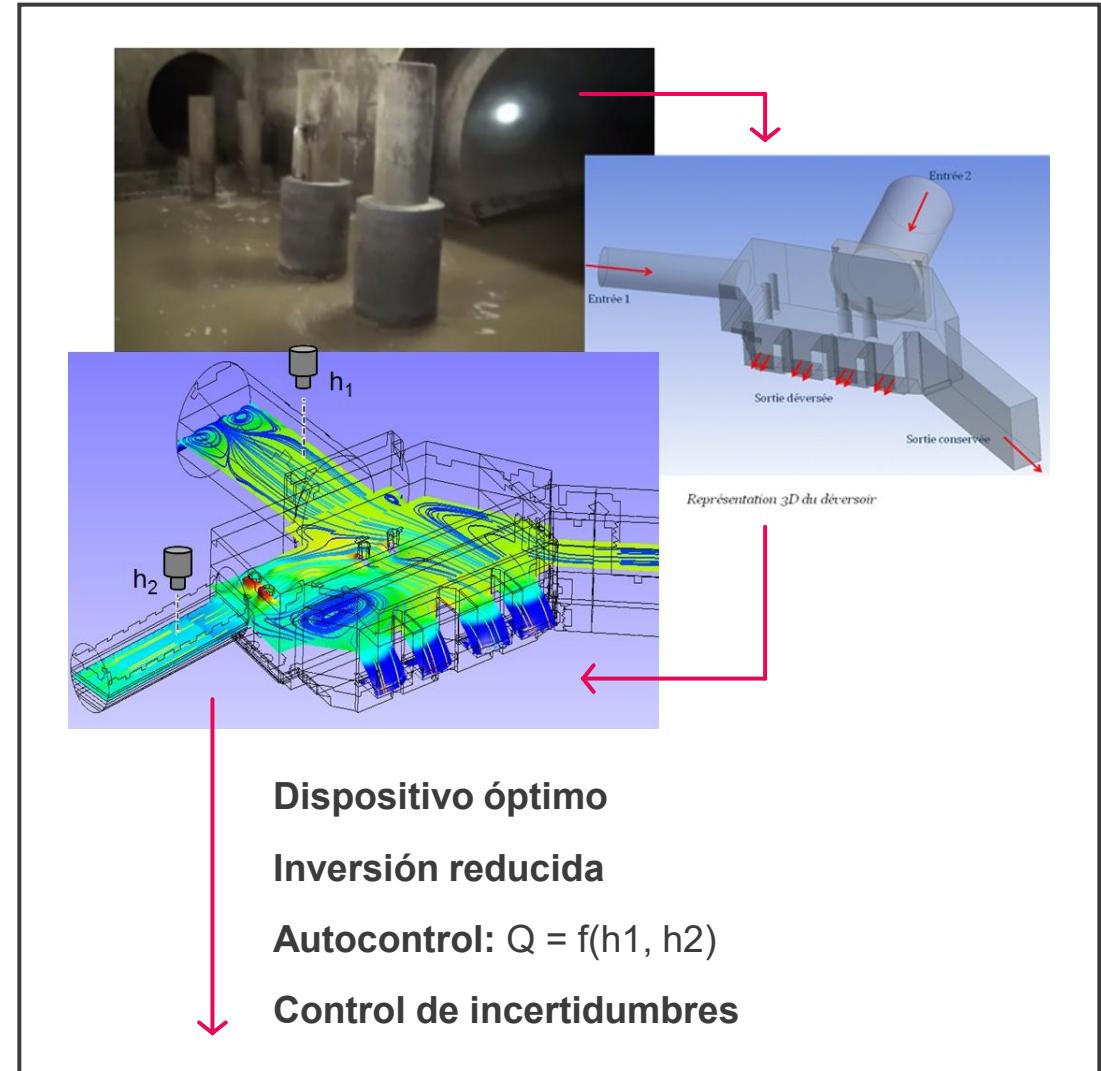
Nota: Se espera que el cruce y la velocidad en las tuberías aguas arriba de la cresta perturbe localmente la linea de agua. Por lo tanto, se debe respetar la posición del sensor.



Ejemplo – 3D

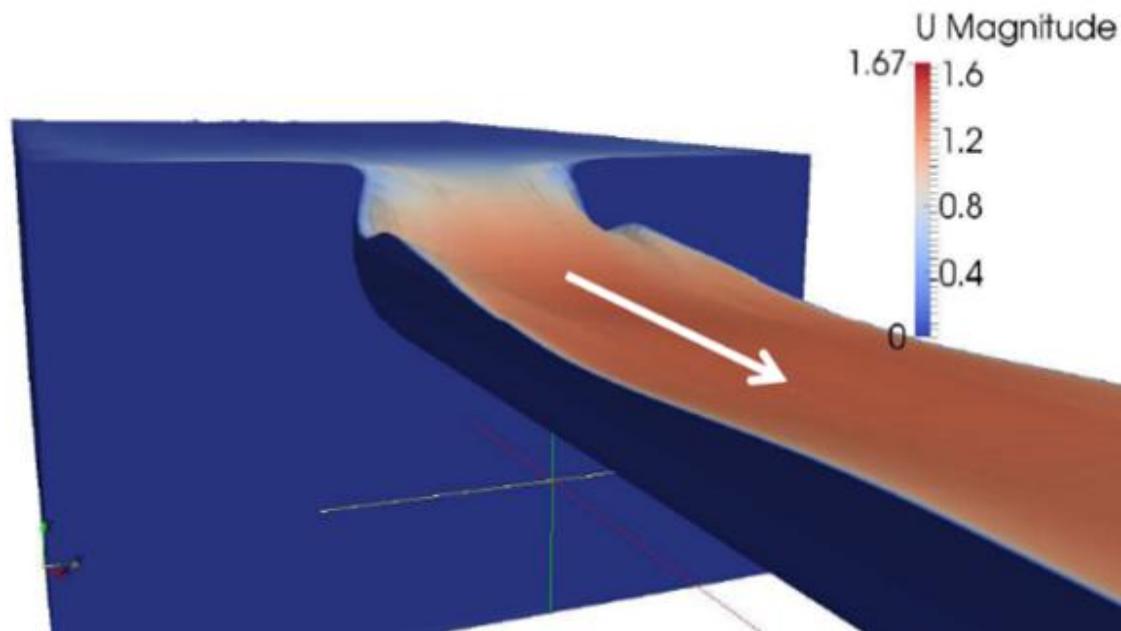
Pasos del modelado

1. Análisis hidráulico preliminar
2. Creación de la geometría del modelo
3. Creación de la malla
4. Lanzamiento de **simulaciones** para flujos:
 - Turbulentos (ecuaciones de Navier-Stokes)
 - Incompresibles y sin transferencia de calor
 - Gravitacionales
 - Inestables
 - Bifásico con presencia de aire y agua

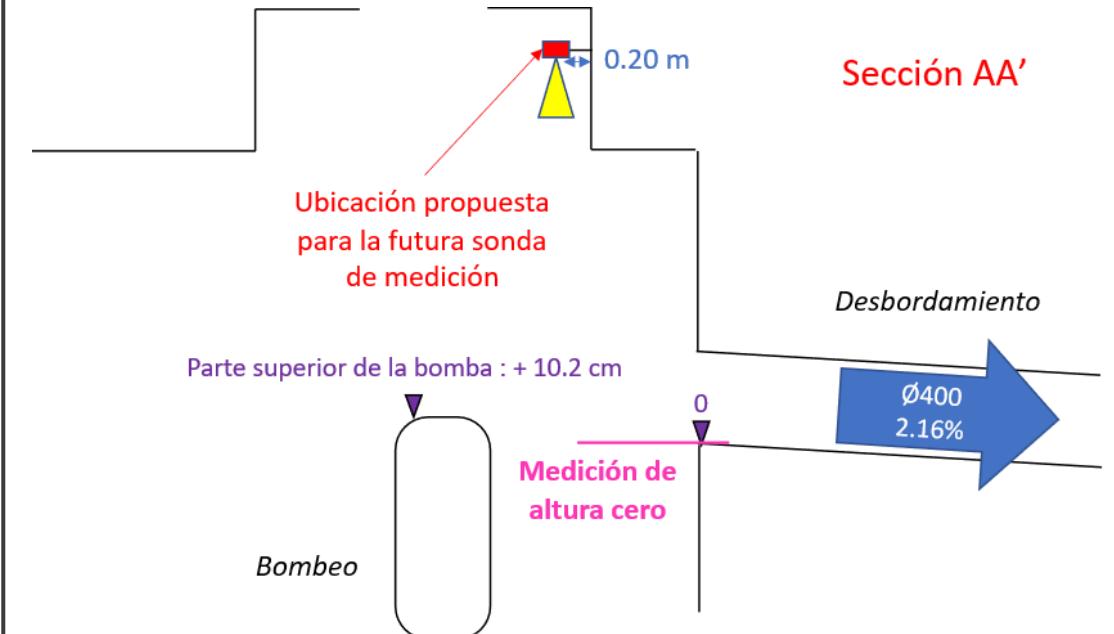


Método COACH

Se modelizan muchos escenarios diferentes obteniendo **ecuaciones para cada tipología de flujo.**



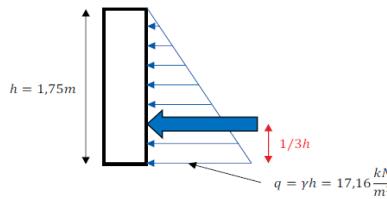
Rango de altura (m)	Caudal (m^3 /s)
$h \leq 0$	$Q = 0$
$0 < h \leq 0,62$	$Q = -0,8381 \times h^3 + 1,0357 \times h^2 + 0,0034 \times h$
$0,62 < h \leq 1,5$	$Q = -0,028 \times h^2 + 0,2904 \times h + 0,0815$



Proyecto de ingeniería civil

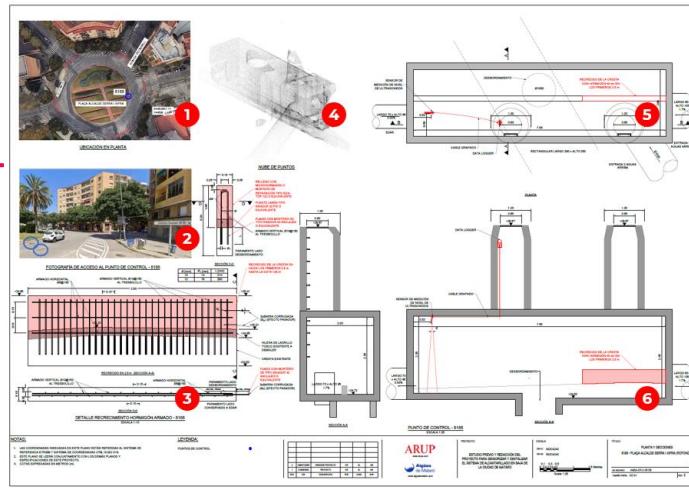
Memoria / Anexos / Planos / Presupuesto

Cálculos estructurales



Empuje hidrostático

Planos



Planificación

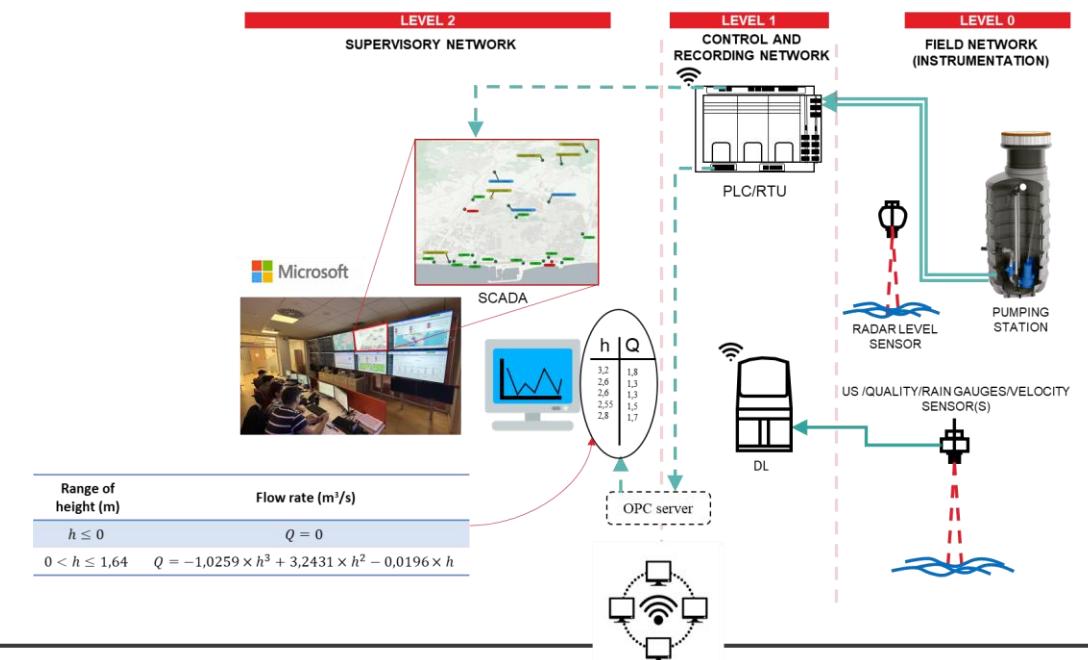
4 meses de trabajo

Automatización - Sensores

Comunicaciones e integración con SCADA

Frecuencia
de captura de datos

Modo seco: cada 15 minutos
Modo húmedo: cada 1 minuto



Conclusiones

1

Visitas de terreno y escaneo láser 3D

Las inspecciones in situ y el uso de escáneres láser 3D con generación de nubes de puntos fueron esenciales para capturar el nivel de detalle requerido.

Las mediciones precisas realizadas sobre el terreno permitieron obtener una representación digital precisa y fiable.



2

Coordinación y claridad organizativa entre los actores implicados

La coordinación eficaz y una organización bien estructurada han sido esenciales entre todas las partes implicadas en el Proyecto para poder cumplir plazos con la calidad y eficiencia requerida.



3

Análisis hidráulico detallado en cada punto

Cada punto de alivio se evaluó utilizando una metodología única adaptada a sus condiciones específicas. Debido a las características y geometrías distintivas de cada punto, era esencial realizar un análisis detallado e individualizado.

Cada punto ha tenido una ley personalizada que finalmente permitirá obtener los datos de medida más robustos y reales posibles.



4

Red preparada a futuro

Gracias al trabajo de estudio hidráulico de cada uno de los alivios podemos preparar los mismos para poder sensorizarlos, de forma que finalmente tendremos un sistema monitorizado de una forma precisa y eficiente, capaz de facilitar datos de la red en tiempo real que nos permitan cumplir con los requisitos del RDPh 665/2023. Esto permitirá una calibración regular del modelo hidráulico 1D, muy importante para diseñar las actuaciones anti inundaciones.





Conecta. Actúa. Transforma

La transición ecológica empieza en tu ciudad

CONAMA

 **Viladecans
2030**



**Diputació
Barcelona**