



# 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**

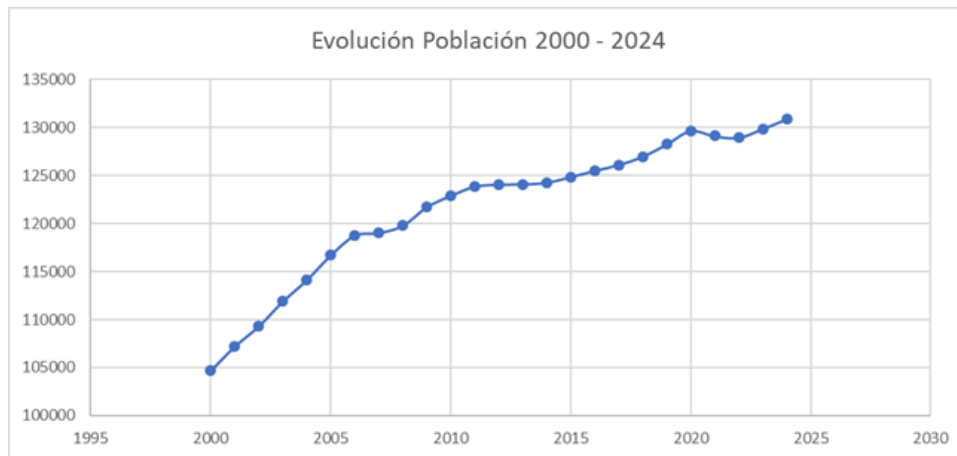
Water Leader en Arup Spain

**CONAMA**



# Antecedentes

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



**2024 (inicio 3r cicle de planificació):**  
L'ACA proposa 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**

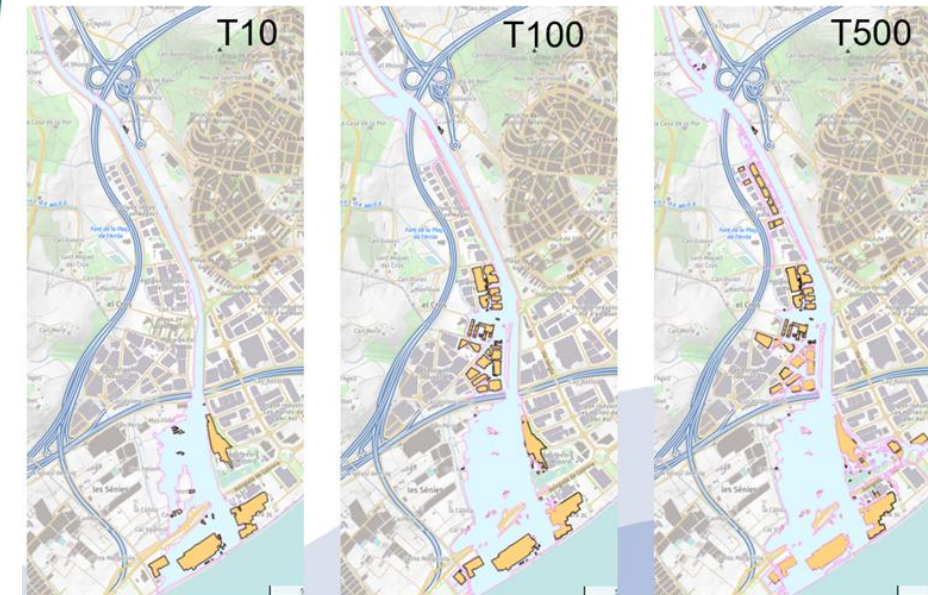
Control de las DSU y vertidos

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

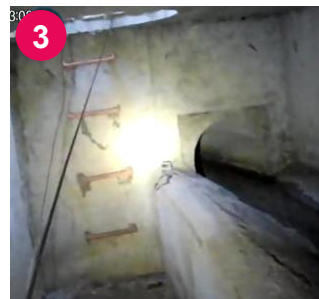
Estimación de calidad del agua vertida



# Objetivos del Proyecto

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

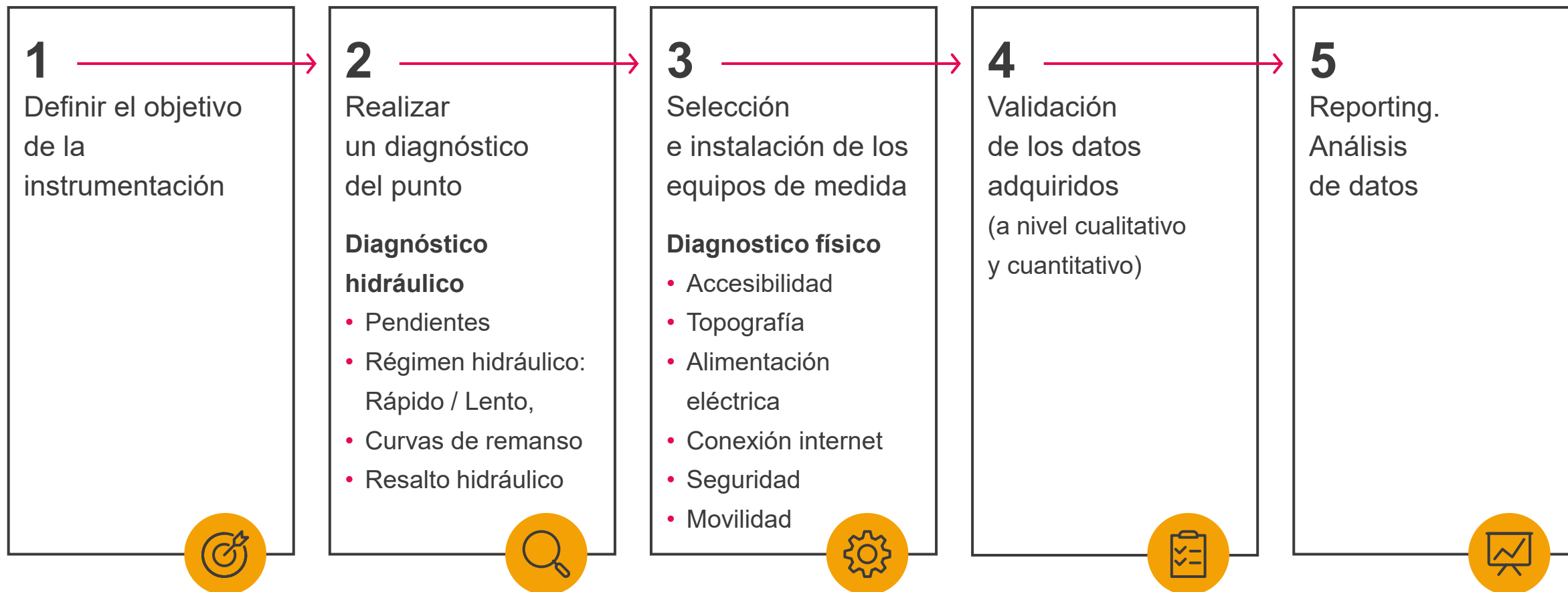
Finalmente, se ha redactado un **Proyecto Ejecutivo para la instalación de los sensores**.



## 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

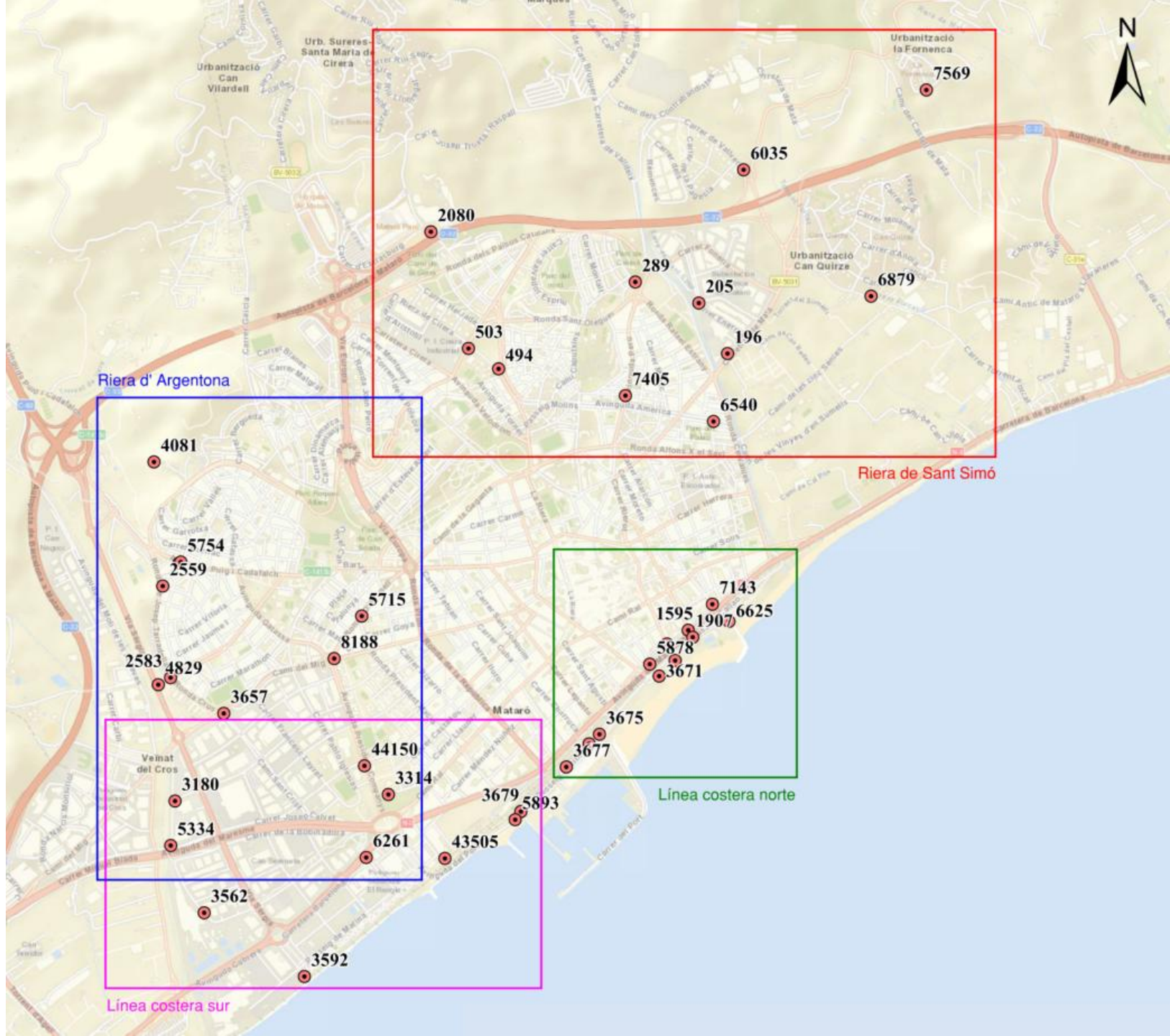
## 41 puntos de alivio

Riera de Sant Simó  
11 puntos

Riera d'Argentona  
12 puntos

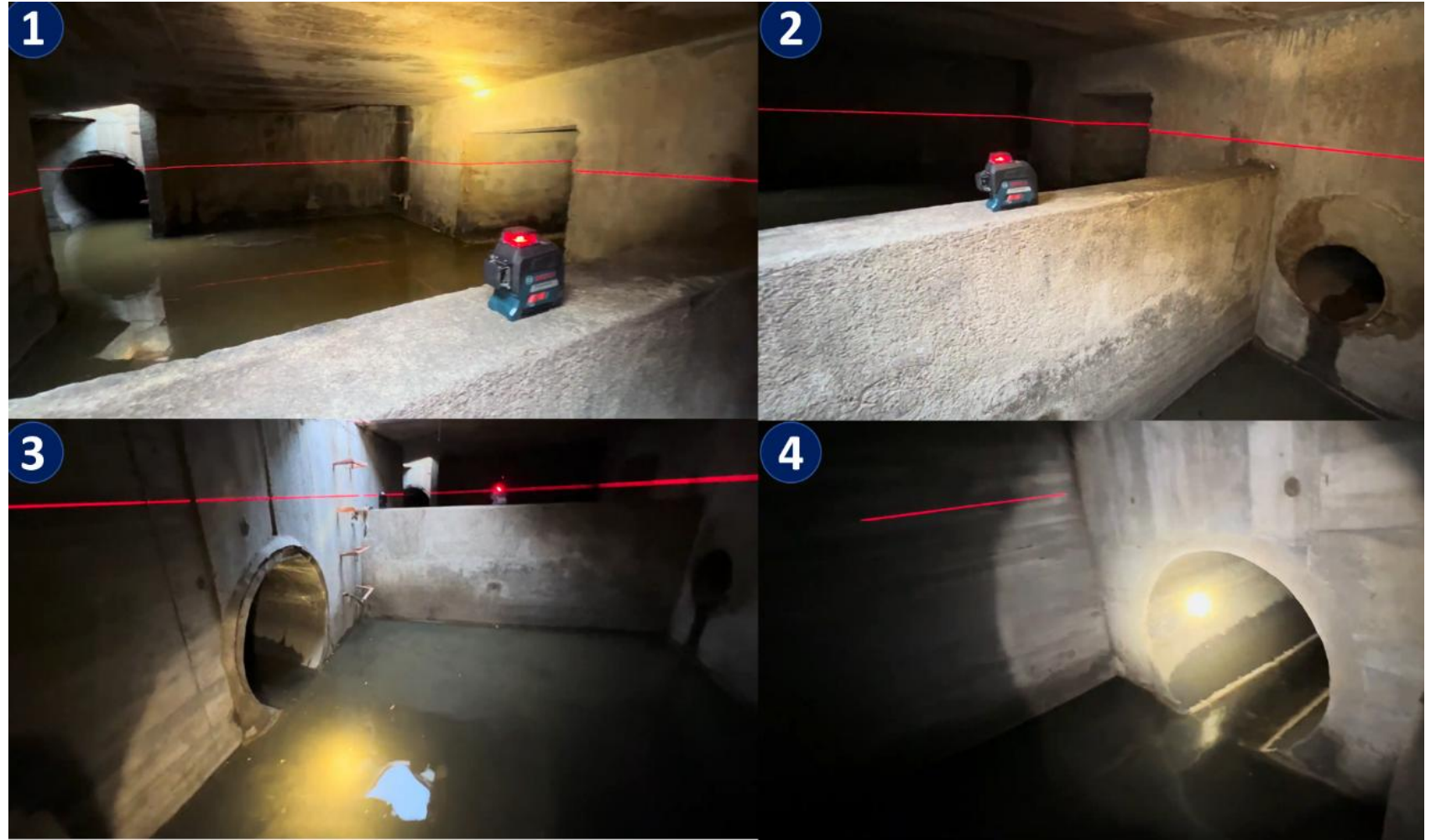
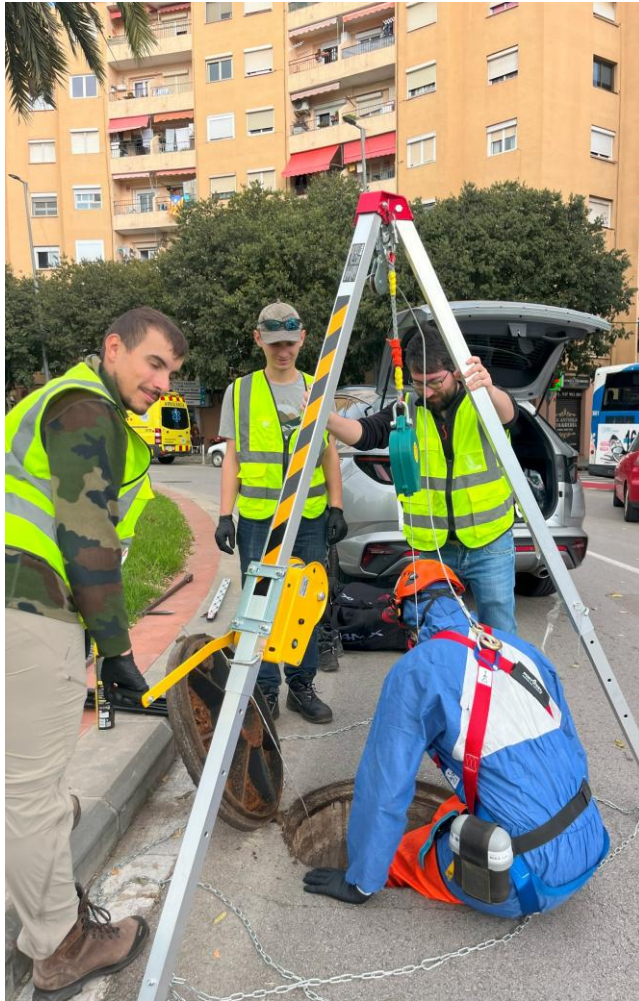
Línea Costera Sur  
8 puntos

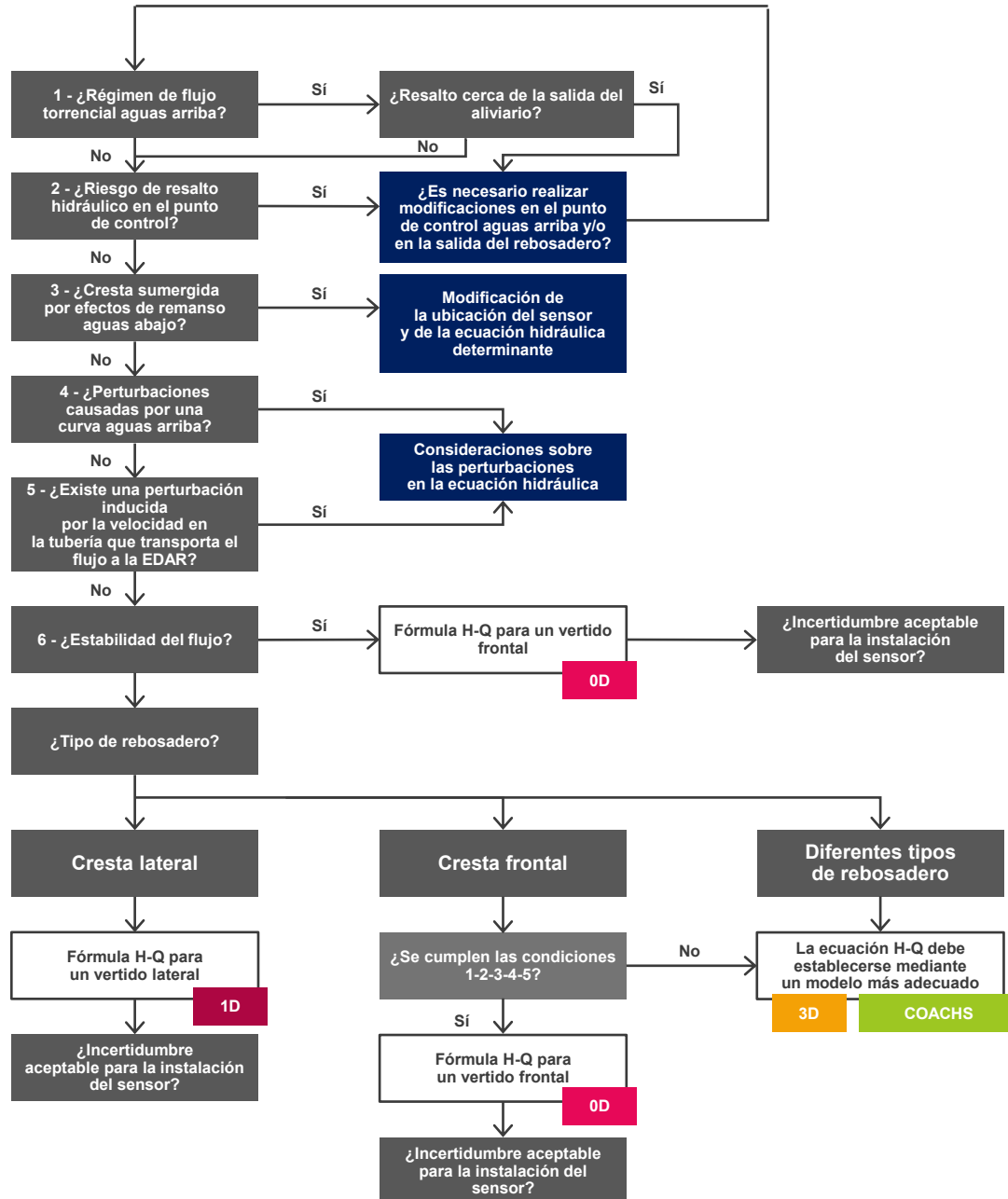
Línea Costera Norte  
10 puntos





## Visitas al sitio





# Métodos de modelización hidráulica

Método empírico  
**0D**

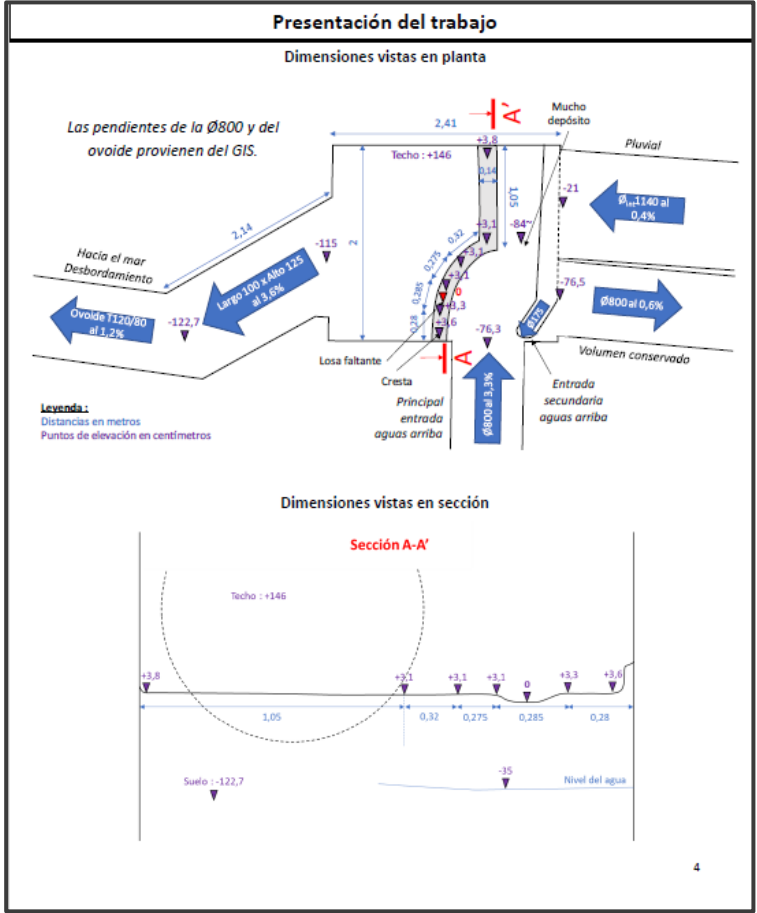
Cálculo de la curva de remanso  
**1D**

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

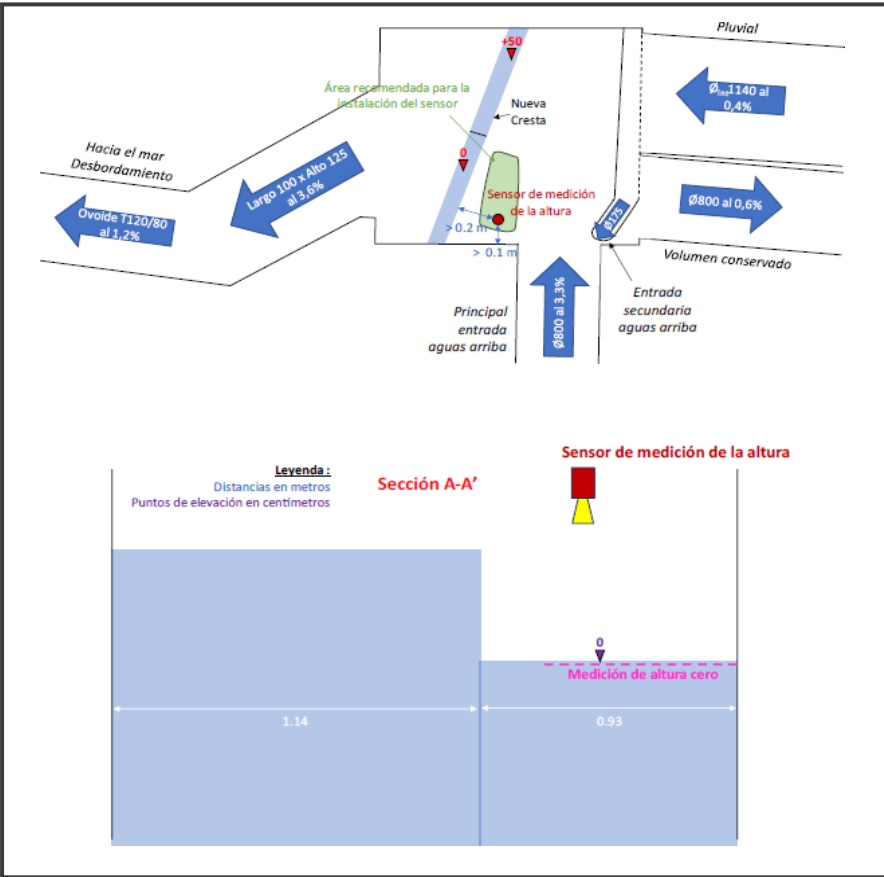
*Nota: Se espera que el cruce de las tuberías aguas arriba de la cresta perturbe la línea de agua. Por lo que se necesita realizar trabajos adicionales.*

**Propuesta técnica**

Solución de modelado recomendada

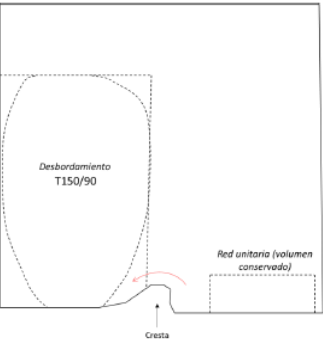
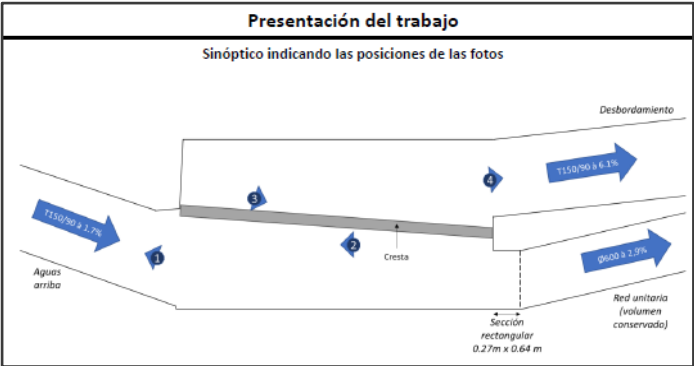
	Instrumentación	Método de modelado	Trabajo necesario	control de instrumentación
SOLUCIÓN 1	1 nuevo sensor aéreo (US o radar) para medir la altura aguas arriba de la cresta	0D aliviadero frontal	-	Es necesario bajar dentro del pozo para realizar las actividades de mantenimiento del sensor.
SOLUCIÓN 2	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)



Rango de altura (m)	Caudal (m³/s)
$h \leq 0$	$Q = 0$
$0 < h \leq 0,5$	$Q = 1,7301 \times h^{1.5}$
$0,5 < h \leq 1,1$	$Q = 1,7301 \times h^{1.5} + 2,1208 \times (h - 0,5)^{1.5}$

# Ejemplo – 1D

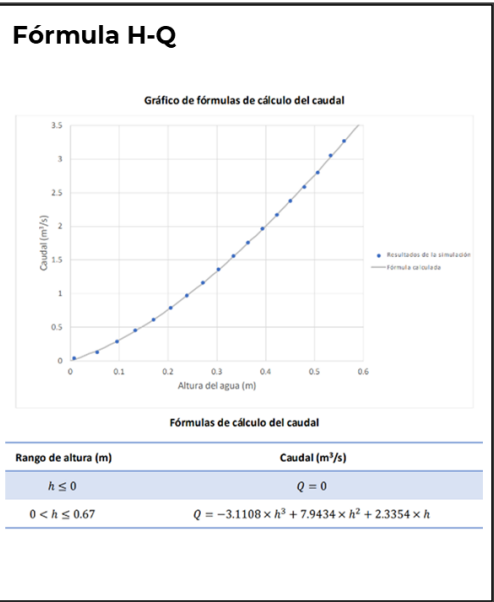
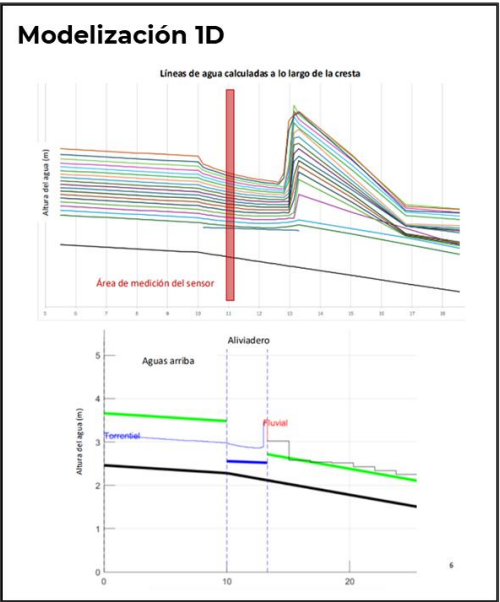
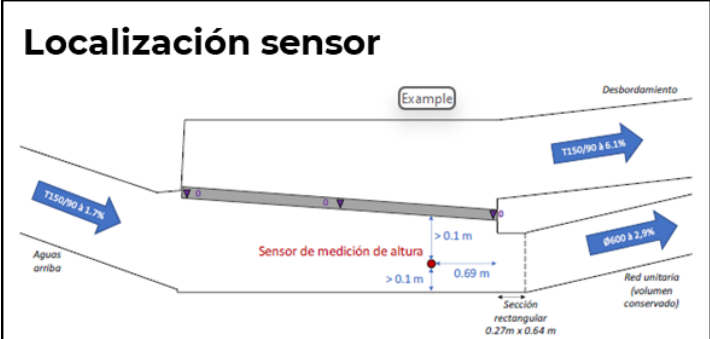
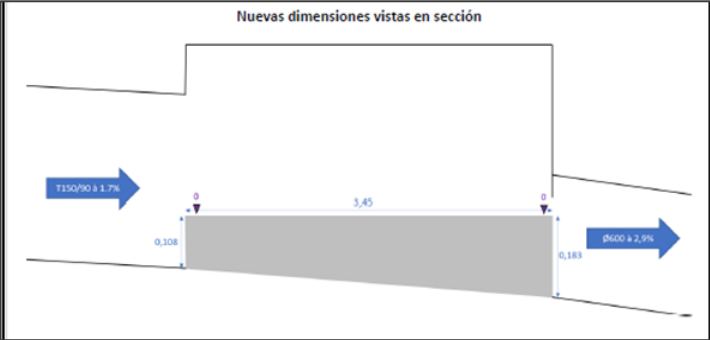


**Presentación del trabajo**

Conclusión del análisis hidráulico preliminar

CRITERIO 1	¿Régimen de flujo torrencial 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 línea de agua. Por lo tanto, se debe respetar la posición del sensor.*

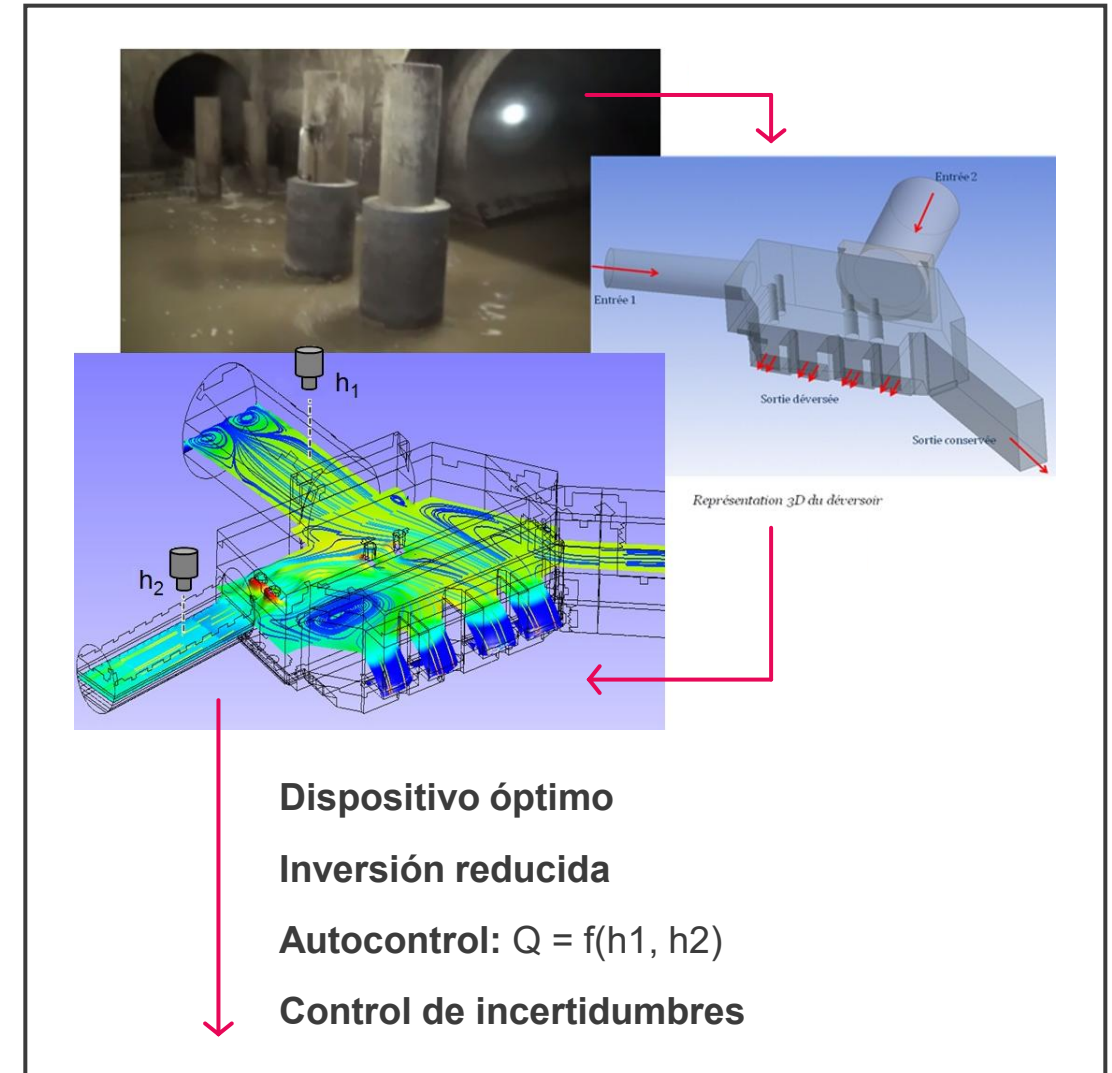




## Ejemplo – 3D

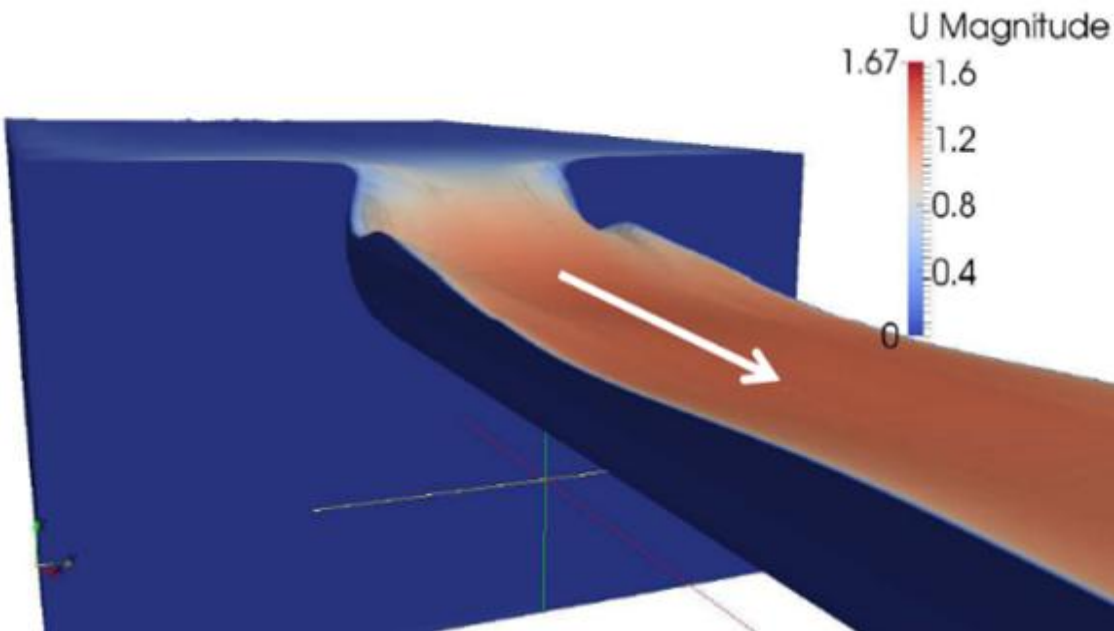
### Pasos del modelado

1. Análisis **hidráulico preliminar**
2. Creación de la **geometría del modelo**
3. Creación de la **mall**
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

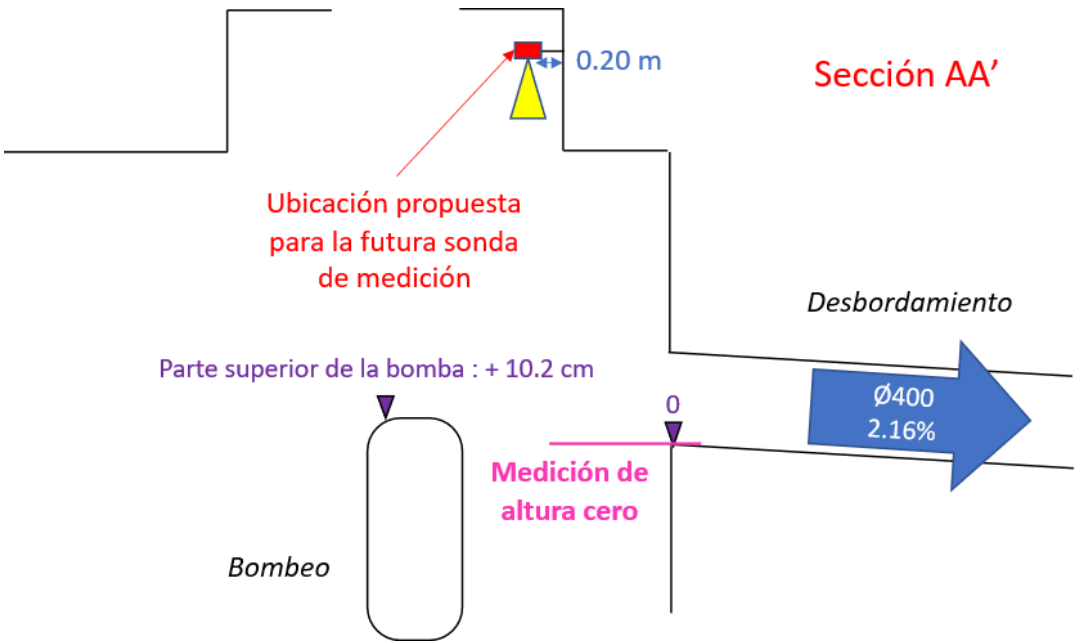


# Método COACH

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



Rango de altura (m)	Caudal (m³ /s)
$h \leq 0$	$Q = 0$
$0 < h \leq 0,62$	$Q = -0,8381 \times h^3 + 1,0357 \times h^2 + 0,0034 \times h$
$0,62 < h \leq 1,5$	$Q = -0,028 \times h^2 + 0,2904 \times h + 0,0815$

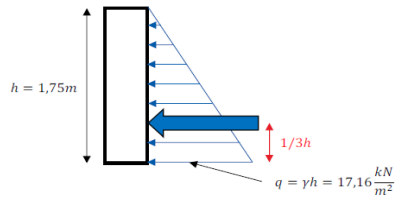




# Proyecto de ingeniería civil

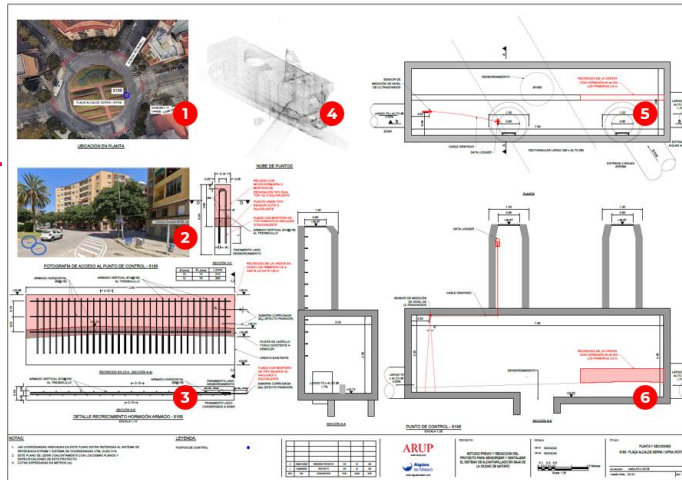
## Memoria / Anexos / Planos / Presupuesto

### Cálculos estructurales



Empuje hidrostático

### Planos



### Planificación

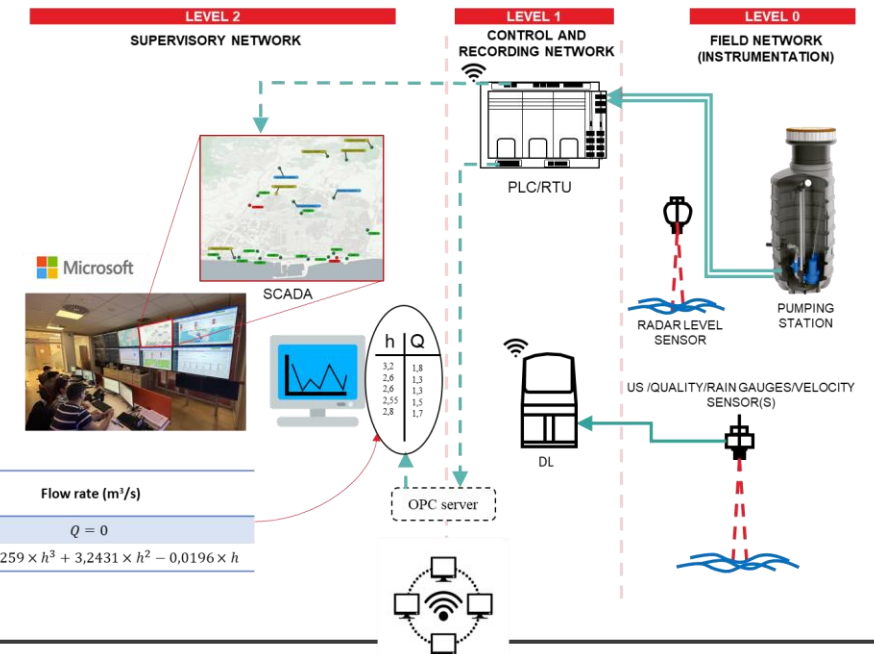
4 meses de trabajo

## Automatización - Sensores

### Comunicaciones e integración con SCADA

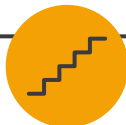
Frecuencia de captura de datos

**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**

