

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS QUE HA  
DE REGIR EN EL CONTRATO DE SERVICIOS DE  
ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA REALIZACIÓN DE  
UN ESTUDIO DE DETALLE DE LA HIDRODINÁMICA Y  
PROCESOS QUE OCURREN EN LAS  
INFRAESTRUCTURAS MEDIANTE MODELOS  
MATEMÁTICOS CFD**

**CONTRATO N º: 85/2023**

Área: Desarrollo de la Innovación  
Fecha: 07 de diciembre de 2023

1. OBJETO.....	3
2. ANTECEDENTES .....	4
3. ALCANCE DE LOS TRABAJOS DE LOS LOTES 1 y 2 .....	5
3.1. Requisitos obligatorios y no puntuables.....	5
3.2. Naturaleza de los estudios .....	5
3.3. Nuevas necesidades en el desarrollo de modelos .....	7
3.4. Requisitos técnicos valorables y puntuables que debe contener la oferta .....	7
3.5. Información disponible .....	10
3.6. Fases de trabajo .....	11
3.6.1. CASO A. INFRAESTRUCTURAS QUE SE ESTUDIARÁN MEDIANTE MODELOS Y SIMULACIONES CFD PARA LOS LOTES 1 Y 2 .....	11
3.6.1.1. Fase inicial .....	11
3.6.1.2. Metodología de modelización.....	12
3.6.2. CASO B. MODELADO GEOMÉTRICO 3D DE INFRAESTRUCTURAS SIN SIMULACIÓN CFD	13
3.6.3. CASO C. GENERACIÓN DE MAQUETADO DE MODELOS A ESCALA REDUCIDA.....	13
4. ENTREGA Y PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS .....	14
4.1. CASOS A. INFRAESTRUCTURAS QUE SE ESTUDIARÁN MEDIANTE MODELOS Y SIMULACIONES CFD PARA LOS LOTES 1 Y 2 .....	14
4.1.1. Requisitos del formato .....	14
4.1.2. Informe inicial de propuesta .....	14
4.1.3. Informe científico de propuesta de desarrollo del modelo .....	14
4.1.4. Informe entregable de desarrollo y resultados .....	14
4.1.5. Ficheros generados .....	15
4.2. CASO B. MODELADO GEOMÉTRICO 3D DE INFRAESTRUCTURAS SIN SIMULACIÓN CFD	15
4.3. CASO C. GENERACIÓN DE MAQUETADO DE MODELOS A ESCALA REDUCIDA.....	15
5. MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.....	15
5.1. CASOS A. INFRAESTRUCTURAS QUE SE ESTUDIARÁN MEDIANTE MODELOS Y SIMULACIONES CFD PARA LOS LOTES 1 Y 2 .....	15
5.2. CASO B. MODELADO GEOMÉTRICO 3D DE INFRAESTRUCTURAS SIN SIMULACIÓN CFD	16
5.3. CASO C. GENERACIÓN DE MAQUETADO DE MODELOS A ESCALA REDUCIDA.....	16
5.4. PROYECTOS TIPO PARA MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS .....	16
6. MEDIOS TÉCNICOS Y HUMANOS .....	17

## 1. OBJETO

En el presente Pliego de Prescripciones Técnicas se describen las condiciones técnicas que regirán la ejecución de los trabajos de simulación CFD (Computational Fluid Dynamics) y simulación de procesos biológicos y/o fisicoquímicos. Este proyecto está enmarcado dentro del marco de gestión y mejora de infraestructuras gestionadas por Canal de Isabel II, por lo que los trabajos generalmente estarán asociados a resolver un problema relativo al comportamiento de uno o más fluidos para obtener una diagnosis detallada tanto sobre la hidrodinámica como de los procesos biológicos y/o fisicoquímicos que ocurren, con el fin de proponer alternativas que optimicen los procesos o funcionamiento de una infraestructura; ya sea mediante modificaciones constructivas, en la operación o para nuevos diseños. Estos estudios persiguen conseguir los siguientes objetivos:

- Optimización de la homogeneización del flujo
- Evaluación del reparto del desinfectante, coagulante
- Optimización del reparto del desinfectante, coagulante
- Evaluación del reparto de un contaminante
- Regulación del reparto de un contaminante
- Evaluación del rendimiento energético en base al comportamiento hidráulico de una infraestructura
- Evaluación de una infraestructura individualmente y su relación con un proceso global de la planta
- Optimización del rendimiento energético en base al comportamiento hidráulico de una infraestructura
- Estudio de detalle de elementos de regulación, agitación u otros elementos en una infraestructura
- Evaluación del comportamiento hidráulico global con cualquiera de los elementos anteriores
- Proponer alternativas que optimicen el funcionamiento de una infraestructura; ya sea mediante modificaciones constructivas, en la operación o para nuevos diseños.
- Otros

Estos estudios pueden ser requeridos en las siguientes fases del ciclo de vida de una infraestructura:

- Estudio de detalle de nuevas infraestructuras
- Estudio de detalle de nuevas modificaciones constructivas
- Estudio de detalle de las soluciones proyectadas
- Mejoras operativas
- Aumentar el conocimiento en la relación entre la hidrodinámica y los procesos
- Mejoras en los criterios de diseño
- Estudios globales de una tipología de infraestructuras enfocados a la parametrización y mejoras de la operativa y construcción a través de pautas de diseño de las mismas y de los elementos que las componen

Se obtendrá como mínimo:

- Diagnosis de detalle del problema en términos hidráulicos y/o calidad
- Metodología de evaluación de resultados avanzada y que incluye las bases teóricas de la hidráulica en el análisis
- Análisis estadísticos que permitan cuantificar las mejoras. Verificación y validación de los resultados
- Soluciones propuestas

Debido a la complejidad y variabilidad de casuísticas a estudiar, este proyecto será ejecutado en los siguientes lotes:

- **Lote 1.** Simulaciones CFD enfocadas a mejorar el conocimiento y optimizar la hidrodinámica de una infraestructura.
- **Lote 2.** Simulaciones CFD enfocadas a mejorar el conocimiento y optimizar tanto la hidrodinámica y/o el proceso de una infraestructura.

El presente contrato de ESTUDIO DE DETALLE DE LA HIDRODINÁMICA Y PROCESOS QUE OCURREN EN LAS INFRAESTRUCTURAS MEDIANTE MODELOS MATEMÁTICOS CFD ha sido diseñado para solventar los problemas mencionados orientados a resolver tanto los problemas a corto plazo como a largo plazo, donde las pautas de diseño podrán ser extensibles al resto de infraestructuras de la misma tipología, fiables y replicables en diversas infraestructuras.

Este proyecto es fomentado por la subdirección de I+D+i requerirá de la aplicación, desarrollo y formas de tratamiento de los datos con nuevas tecnologías. Los proyectos de este contrato serán desarrollados dentro de un marco científico-industrial cuyas condiciones se indican en el PCAP.

## 2. ANTECEDENTES

Canal de Isabel II es la empresa responsable de la gestión de las infraestructuras asociadas al ciclo integral del agua en la Comunidad de Madrid donde da servicio a unos 6,74 millones de habitantes en total. A grandes rasgos, se puede decir que cuenta con las siguientes infraestructuras:

Red de tratamiento	14 estaciones de tratamiento de agua potable (ETAP)
Red de distribución	371 depósitos, 34 de los cuales tienen una capacidad de entre 18000 y 535000 m3 17.787 km de aducción y distribución 131 estaciones elevadoras
Red de saneamiento	157 estaciones depuradoras de agua residual (EDAR) 65 tanques de tormentas 133 estaciones de bombeo de agua residual 14.884 km de red de alcantarillado municipal 869 km de grandes colectores y emisarios
Red de reutilización	33 plantas de reutilización 706 km de red de agua regenerada

Por otro lado, se ha detectado la necesidad de implementar mejoras en los estudios que incluyen el poner en funcionamiento las nuevas tecnologías y metodologías de resolución de los problemas basados en los resultados CFD hidrodinámicos en conjunto con modelos químicos y/o biológicos. La idea es dar una solución completa a las infraestructuras cuyo grado de funcionamiento está relacionado y directamente condicionado por el proceso de tratamiento del agua (potabilización o depuración).

### 3. ALCANCE DE LOS TRABAJOS DE LOS LOTES 1 y 2

Este contrato está enfocado en dar soporte en la resolución del gran volumen de peticiones de modelización que han sido solicitadas desde diferentes departamentos dentro de la empresa, así como las peticiones nuevas que surjan durante la validez del contrato.

#### 3.1. Requisitos obligatorios y no puntuables

A continuación, se indican los requisitos que son de obligado cumplimiento para tener en cuenta una oferta y que no son puntuables. Estos requisitos mínimos serán especificados en el PCAP y el incumplimiento de los mismos será motivo de no tomar en consideración la oferta. Se tendrá en consideración lo siguiente:

- De manera general, los modelos serán desarrollados en herramientas consolidadas, validadas y comerciales. El apartado 5.3.2. del Anexo I del PCAP indica el número mínimo de licencias y tipo de licencias requeridas para los lotes 1 y 2.
- El uso de soluciones en código abierto estará limitado y no se podrá utilizar para el desarrollo de la totalidad del estudio. Podrá ser usado de manera excepcional en las pruebas de simulación inicial o en una parte del estudio, previa autorización de Canal de Isabel II y estará sujeto a los requisitos de validación de la solución que se acuerde con la dirección del proyecto por parte de Canal de Isabel II. Sí se podrá emplear para el análisis avanzado de los resultados.
- Cuando sea necesario, de cara a la fiabilidad de la solución será necesario aplicar técnicas de validación testeadas bajo las condiciones que Canal de Isabel II imponga.
- Al finalizar un estudio, Canal de Isabel II recibirá los ficheros tanto en bruto como tratados del preprocesado y postprocesado, y se incluirá los ficheros usados para realizar los cálculos. Cuando se solicite un procesado de detalle de los resultados, la empresa licitadora también entregará una breve descripción de este.

#### 3.2. Naturaleza de los estudios

Se modelizarán tanto casuísticas de flujo externo como de flujo interno, incluyendo estudios en tuberías a presión y estudios donde el comportamiento de la lámina de agua es de especial relevancia. Además, puede ocurrir que para un mismo estudio se requiera evaluar una situación estacionaria, así como alguna operación de maniobra y por lo tanto se deba incluir un estudio transitorio para el mismo proyecto. Los fluidos pueden ser tanto newtonianos como no newtonianos en una única fase o multifásicos y con variación de temperatura. Por último, el análisis de algunas infraestructuras de depuración requerirá de la simulación de procesos biológicos y físicos de ocurrencia que deberán ser estudiados mediante el uso de herramientas de simulación de procesos como BLOWIN o equivalente.

A continuación, se indica las casuísticas que se podrían incluir en las simulaciones y que han sido agrupadas en las siguientes clasificaciones:

#### **Clasificación según la complejidad de las simulaciones:**

- Depósito de lámina de agua fija
- Depósito de lámina de agua variable
- Depósito con fluido no newtoniano
- Depósito con lamelas o equivalentes
- Depósito con lamelas y partes móviles o equivalentes
- Depósitos con componentes móviles sin simplificaciones geométricas
- Aliviadero
- Tanque bifásico agua-aire o trifásico (agua-aire-fango)
- Tubería a presión monofásico o bifásico
- Infraestructura con transferencia de calor
- Evaluación de una infraestructura individualmente y su relación con un proceso global de la planta

- Dispersión y convección de gases contaminantes para flujos exteriores e interiores
- Tanque con agitación mecánica o con partes móviles
- Tanques donde interese el estudio hidrodinámico y de procesos biológicos
- Otros

#### Clasificación según la tipología de las infraestructuras:

- Reactores biológicos de EDAR con/sin agitación y con/sin recirculaciones
- Decantadores
  - Estáticos
  - Lamelares
  - Multipisos
  - Accelerator
  - ActiFlo
  - Pulsátor
- Digestores anaerobios
- Evaluación de procesos
- Tuberías a presión
- Sifones
- Canales
- Bombeos
- Aliviaderos
- Difusión y dispersión de gases contaminantes emitidos a la atmósfera
- Depósitos de almacenamiento
- Depósitos de almacenamiento con agitación
- Otros

A efectos del desarrollo de los trabajos, los estudios estarán agrupados en los siguientes casos:

#### Caso A: Infraestructuras que se estudiarán mediante modelos y simulaciones CFD

Caso	Proyecto tipo	Infraestructura
A	1	Reactores biológicos
	2	Reactores biológicos - procesos biológicos
	3	Decantadores simples
	4	Decantadores complejos hidráulicamente
	5	Decantadores complejos - procesos sedimentación
	6	Digestores anaerobios complejos - procesos
	7	Bombeos
	8	Aliviaderos
	9	Vertidos - procesos afección bioquímica
	10	Depósitos
	11	Conducciones
	12	Emisiones a la atmósfera - procesos ambientales

Los estudios que se solicitarán durante el contrato son estudios a escala real.

#### Caso B: Modelado geométrico 3D de infraestructuras sin simulación CFD

Caso	Proyecto tipo	Infraestructura
B	13.1	Geometría simple
	13.2	Geometría singular simple

13.3 Geometría singular compleja

Además, se incluye una partida presupuestaria para la representación geométrica tridimensional. Estas geometrías no serán simuladas por la empresa licitadora sino únicamente modeladas geoméricamente.

**Caso C: Generación de maquetado de modelos a escala reducida**

Caso	Proyecto tipo	Infraestructura
C	14	Modelo a escala reducida

3.3. Nuevas necesidades en el desarrollo de modelos

Se valorará la propuesta de implementación de técnicas innovadoras para el desarrollo de los estudios.

3.4. Requisitos técnicos valorables y puntuables que debe contener la oferta

En este apartado se enumeran los criterios valorables por juicio de valor y por fórmulas que no corresponden a la parte económica. La descripción detallada se puede consultar en el PCAP correspondiente.

Existe un conjunto de criterios enfocados a formular una oferta técnica para la resolución de tres tipologías de estudio para cada lote. Ambos lotes comparten los mismos criterios de evaluación para los tres planteamientos. Si un lote requiere una evaluación específica, se dejará constancia en la definición del criterio. los licitadores deberán incluir en su proposición técnica los siguientes requisitos que serán objeto de valoración:

- Definición del problema y enfoque del estudio
- Criterios y técnicas de toma de decisiones para las propuestas de mejora del funcionamiento
- Técnicas de verificación y validación
- Postprocesado de los resultados

Además de los 4 requisitos mencionados referidos a cada estudio, los licitadores deberán incluir en su proposición los siguientes requisitos que son objeto de valoración conforme a lo indicado en el mencionado apartado 8 del Anexo I del PCAP:

- Metodología de presentación de los resultados
- Propuesta de implementación de técnicas innovadoras
- Metodología para el desarrollo y maquetado de modelos reducidos

**LOTE 1**

En la siguiente tabla se indican los estudios propuestos a modo de ejemplo para valorar este lote 1:

Nombre	Código	Título	Descripción
Estudio 1	CL1_E1	Depósito de lámina de agua variable	Un depósito de agua potable con variación diaria de la lámina de agua presenta problemas de calidad a pesar de una dosificación adecuada del desinfectante. Se busca medidas para eliminar los problemas de calidad y su cuantificación.
Estudio 2	CL1_E2	Digestor anaerobio de EDAR	La generación de biogás en EDAR no es óptima o acorde a lo esperado. Se busca estudiar el motivo, así como proponer mejoras que optimicen su funcionamiento.

Estudio 3	CL1_E3	Decantador lamelar con partes móviles o equivalentes	Se observa generación de caminos preferentes y retroceso del flujo a través de las lamelas que no permiten que el decantador cumpla su función de manera óptima. Se busca reducir/anular el problema, así como cuantificar esa mejora.
-----------	--------	--	--

Los criterios técnicos valorables son los siguientes:

	Límite	Criterios	Título
MERA APLICACIÓN DE FÓRMULA	25	CL1_1	Experiencia en publicaciones del perfil Responsable: Nº publicaciones en revistas científicas indexadas
		CL1_2	Experiencia en participación en congresos nacionales e internacionales del perfil Responsable
		CL1_3	Número de licencias Ansys CFD Solver (Fluent o CFX) adicionales
		CL1_4	Número de licencias de Ansys Meshing y Ansys Spaceclaim adicionales
		CL1_5	Soporte de perfiles académicos de investigación y desarrollo que pertenezcan a universidades o centros de investigación
		CL1_6	Número estudios CFD desarrollados por el perfil Responsable en el ámbito del contrato
		CL1_7	Formación del perfil Responsable
	TOTAL	7 criterios	
JUICIO DE VALOR	45	CL1_E1_1	Definición del problema y enfoque del estudio
		CL1_E1_2	Criterios y técnicas de toma de decisiones para las propuestas de mejora del funcionamiento
		CL1_E1_3	Técnicas de verificación y validación
		CL1_E1_4	Postprocesado de los resultados
		CL1_E2_1	Definición del problema y enfoque del estudio
		CL1_E2_2	Criterios y técnicas de toma de decisiones para las propuestas de mejora del funcionamiento
		CL1_E2_3	Técnicas de verificación y validación
		CL1_E2_4	Postprocesado de los resultados
		CL1_E3_1	Definición del problema y enfoque del estudio
		CL1_E3_2	Criterios y técnicas de toma de decisiones para las propuestas de mejora
		CL1_E3_3	Técnicas de verificación y validación
		CL1_E3_4	Postprocesado de los resultados
		CL1_8	Metodología de presentación de los resultados
		CL1_9	Propuesta de implementación de técnicas innovadoras
		CL1_10	Metodología para el desarrollo y maquetado de modelos reducidos
	TOTAL	15 criterios	
TOTAL N ° CRITERIOS		22 criterios	

## LOTE 2

En la siguiente tabla se indican los estudios propuestos a modo de ejemplo para valorar este lote 2:



Nombre	Código	Título	Descripción
Estudio 1	CL2_E1	Aliviadero lateral de la red de drenaje	Se quiere conocer el funcionamiento del aliviadero para los eventos pluviométricos que causan vertido y caracterizar su funcionamiento ante ellos
Estudio 2	CL2_E2	Digestor anaerobio de EDAR	La generación de biogás en EDAR no es óptima o acorde a lo esperado. Se busca estudiar el motivo, así como proponer mejoras que optimicen su funcionamiento
Estudio 3	CL2_E3	Reactor biológico de EDAR	Se busca optimizar la eliminación de nitrógeno y fósforo en el reactor, así como cuantificar esa optimización

Los criterios técnicos valorables son los siguientes:

	Límite	Criterios	Título
MERA APLICACIÓN DE FÓRMULA	25	CL2_1	Nº de estudios del ámbito realizados por el perfil Modelizador de procesos
		CL2_2	Experiencia en publicaciones del perfil Responsable: Nº publicaciones en revistas científicas indexadas
		CL2_3	Experiencia en participación en congresos nacionales e internacionales del perfil Responsable
		CL2_4	Número de licencias Ansys CFD solver (Fluent o CFX) adicionales
		CL2_5	Número de licencias de Ansys Meshing y Ansys Spaceclaim adicionales
		CL2_6	Soporte de perfiles académicos de investigación y desarrollo que pertenezcan a universidades o centros de investigación
		CL2_7	Número de estudios CFD desarrollados por el perfil Responsable en el ámbito del contrato
		CL2_8	Formación del perfil Responsable
	TOTAL	8 criterios	
JUICIO DE VALOR	45	CL2_E1_1	Definición del problema y enfoque del estudio
		CL2_E1_2	Criterios y técnicas de toma de decisiones para las propuestas de mejora del funcionamiento
		CL2_E1_3	Técnicas de verificación y validación
		CL2_E1_4	Postprocesado de los resultados
		CL2_E2_1	Definición del problema y enfoque del estudio
		CL2_E2_2	Criterios y técnicas de toma de decisiones para las propuestas de mejora del funcionamiento
		CL2_E2_3	Técnicas de verificación y validación
		CL2_E2_4	Postprocesado de los resultados
		CL2_E3_1	Definición del problema y enfoque del estudio
		CL2_E3_2	Criterios y técnicas de toma de decisiones para las propuestas de mejora del funcionamiento
		CL2_E3_3	Técnicas de verificación y validación
		CL2_E3_4	Postprocesado de los resultados

		CL2_9	Metodología de presentación de los resultados
		CL2_10	Propuesta de implementación de técnicas innovadoras
		CL2_11	Metodología para el desarrollo y maquetado de modelos reducidos
	TOTAL	15 criterios	
TOTAL N ° CRITERIOS		23	

### 3.5. Información disponible

Canal de Isabel II puede disponer de la siguiente información, que se considera de utilidad para la realización del trabajo, y se pondrá a disposición del contratista, en las condiciones y reservas de confidencialidad expuestas en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del Contrato:

- Cartografía de las infraestructuras del Canal de Isabel II en soporte ArcGIS que incluye información de las características físicas, hidráulicas y topológicas de las infraestructuras y elementos asociados.
- Registros de operación de las infraestructuras.
- Planos y datos interiores de las infraestructuras a analizar.
- Planos de detalle de la infraestructura y/o visitas con acceso limitado a campo para completar la información.
- Características de su funcionamiento y valores asimilables a condiciones de contorno facilitados.

Puede ocurrir que no se cuente con parte de la información mencionada o no sea fiable o no sea suficiente. Es por ello por lo que la entrega de estos datos no exime al adjudicatario de la necesidad de asegurar la validez de los datos y de completar los mismos en caso de ser necesarios.

### 3.6. Fases de trabajo

#### 3.6.1. CASO A. INFRAESTRUCTURAS QUE SE ESTUDIARÁN MEDIANTE MODELOS Y SIMULACIONES CFD PARA LOS LOTES 1 Y 2

Los lotes 1 y 2 del presente contrato están diseñados para proyectos independientes de diversa naturaleza hidrodinámica y de procesos. Las fases de trabajo han sido orientadas al desarrollo de cada uno de los proyectos de manera independiente, salvo que se especifique lo contrario. De manera general, dado un proyecto, las fases de desarrollo seguirán la siguiente programación de trabajos.

##### 3.6.1.1. Fase inicial

El estudio de una infraestructura del lote 1 y 2 se iniciará con una reunión entre Canal de Isabel II y la empresa adjudicataria donde se plantea el objeto del estudio, se indican los datos de partida y se acuerdan los documentos que será necesario entregar. Tras el análisis de la petición, la empresa contratista recopilará la información necesaria para el desarrollo del proyecto, así como realizará las visitas de campo oportunas con el fin de completar los datos de partida. En esta reunión inicial, Canal de Isabel II nombrará a un responsable del Área de Desarrollo de la Innovación de canal de Isabel II que se encargará de gestión del proyecto asignado.

En esta fase o en las siguientes, Canal de Isabel II puede proponer el desarrollo/implementación de otras técnicas de simulación, postprocesado, validación o de análisis de los resultados mediante el uso de nuevas tecnologías (hardware/software) innovadoras que pueden incluir el testeo de nuevos equipos o técnicas de machine learning en CFD. El alcance será definido conjuntamente entre la empresa adjudicataria y Canal de Isabel II.

En esta fase se comentará la definición del problema, la tipología de resultados esperados, los escenarios de simulación y cualquier inconveniente que surja, así como las hipótesis más significativas y de las que Canal deberá estar informado.

Las problemáticas que se pueden plantear para un proyecto son las siguientes:

- Optimización de la homogeneización del flujo
- Evaluación del reparto del desinfectante, coagulante
- Optimización del reparto del desinfectante, coagulante
- Evaluación del reparto de un contaminante
- Regulación del reparto de un contaminante
- Evaluación de los procesos biológicos y físicos que ocurren en un sistema de estudio
- Evaluación del rendimiento energético en base al comportamiento hidráulico de una infraestructura
- Evaluación de una infraestructura individualmente y su relación con un proceso global de la planta
- Optimización del rendimiento energético en base al comportamiento hidráulico de una infraestructura
- Estudio de detalle de elementos de regulación, agitación u otros elementos en una infraestructura
- Evaluación del comportamiento hidráulico global con cualquiera de los elementos anteriores

- Proponer alternativas que optimicen su funcionamiento; ya sea mediante modificaciones constructivas, en la operación o para nuevos diseños.
- Otros

Estos estudios pueden ser requeridos en las siguientes fases del ciclo de vida de una infraestructura:

- Estudio de detalle de nuevas infraestructuras
- Estudio de detalle de nuevas modificaciones constructivas
- Estudio de detalle de las soluciones proyectadas
- Mejoras operativas
- Aumentar el conocimiento en la relación entre la hidrodinámica y los procesos
- Mejorar los criterios de diseño
- Estudios globales de una tipología de infraestructuras enfocado en la parametrización y con foco en mejoras de la operativa y construcción más generalista.

Se obtendrá como mínimo:

- Diagnóstico de detalle del problema en términos hidráulicos y/o calidad
- Metodología de evaluación de resultados avanzada y que incluye las bases teóricas de la hidráulica en el análisis
- Verificación y validación de los resultados
- Soluciones propuestas. Se realizarán como mínimo tres simulaciones adicionales a la diagnosis.

Todas las simulaciones a realizar y por lo tanto a abonar deberán ser previamente aprobadas por el responsable del proyecto.

Se indicarán las herramientas informáticas a emplear y las variables de interés que se procesarán y que servirán para diagnosticar la situación actual y resolver el problema. Por último, se acordará la idoneidad de las simulaciones entre ambas partes.

En esta fase también se definirán los criterios de postprocesado para evaluar los resultados y comparar entre ellos: interés en una zona particular del dominio, variable de interés relevante, variable como valor limitante del comportamiento óptimo de infraestructura, variable como rango de funcionamiento óptimo de infraestructura, etc. Además, los métodos estadísticos de tratamiento de resultados que se consideren oportunos, así como la tecnología/herramientas informáticas/técnicas que se emplearán para el postprocesado.

La organización de los ficheros será aprobada por Canal.

### 3.6.1.2. Metodología de modelización

#### *Desarrollo*

En esta fase la dirección del proyecto de Canal de Isabel II será informada sobre los avances durante el desarrollo del proyecto, así como de los cambios en las hipótesis que puedan surgir respecto de lo propuesto en la fase inicial y los detalles sobre la discretización del dominio.

Aquí se incluirá información relativa a los modelos a desarrollar (hidrodinámicos, procesos biológicos, fisicoquímicos, otros) y las variables de interés a estudiar. El informe de esta fase deberá contener al menos información sobre lo siguiente:

- Escenarios de estudio
- Técnicas de validación del modelo. En este apartado del informe se propondrá la técnica o técnicas de validación del modelo de estudio.

En esta fase o en las siguientes, Canal de Isabel II puede proponer otras técnicas de simulación, postprocesado, validación o de análisis de los resultados mediante el uso de nuevas técnicas innovadoras aplicadas a estudios CFD. El alcance será definido conjuntamente entre la empresa adjudicataria y Canal de Isabel II.

#### *Postprocesado*

En esta fase se entregará un informe que detalle la metodología de postprocesado de los resultados que se ha seguido, incluyendo proceso de extracción de datos brutos, herramientas a emplear, análisis estadísticos empleados (cada vez que se emplee uno nuevo se hará una breve descripción detallada), etc. Todos los resultados entregados serán organizados con el nombre de la infraestructura y de la empresa, de tal manera que sea posible evaluar la trazabilidad del estudio.

Cuando se trate de un estudio de una batería de simulaciones o una batería de infraestructuras en el mismo proyecto, se especificará la organización de los resultados entregados, de tal manera que se puedan entregar de manera ordenada y sin dar lugar a confusión.

#### **3.6.2. CASO B. MODELADO GEOMÉTRICO 3D DE INFRAESTRUCTURAS SIN SIMULACIÓN CFD**

Canal de Isabel II requerirá la representación de geometrías sin simulación. La empresa adjudicataria será responsable de recopilar toda la información correspondiente para el desarrollo correcto de los trabajos.

La nomenclatura de los elementos de la infraestructura será definida en una reunión inicial, si fuera necesario.

Esta casuística de caso B será de aplicación para los lotes 1 y 2.

#### **3.6.3. CASO C. GENERACIÓN DE MAQUETADO DE MODELOS A ESCALA REDUCIDA**

Estos estudios irán asociados a los proyectos mencionados en el caso A de esta sección.

Este desarrollo consistirá en lo siguiente:

- Petición explícita por parte de Canal de Isabel II
- Propuesta metodológica e informe de unos resultados preliminares
- Validación de la propuesta y conformidad con el desarrollo por parte de Canal de Isabel II. La validación y grabación de vídeos se realizará conjuntamente.
- Maquetación e impresión 3D de la propuesta

El material que emplear para la impresión tiene que ser aprobado por Canal de Isabel II.

Esta casuística de caso C será de aplicación para los lotes 1 y 2.

## 4. ENTREGA Y PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS

### 4.1. CASOS A. INFRAESTRUCTURAS QUE SE ESTUDIARÁN MEDIANTE MODELOS Y SIMULACIONES CFD

#### 4.1.1. Requisitos del formato

De manera general, no se aceptarán entrega de resultados en papel (formato impreso). Únicamente se aceptarán en formato digital editable. Todos los ficheros generados, informes incluidos, serán subidos a un directorio alojado en la nube en propiedad de Canal de Isabel II. La dirección de proyectos puede decidir la limitación de documento que se suben de manera puntual.

#### 4.1.2. Informe inicial de propuesta

Este documento contendrá el desarrollo del subapartado 3.6.1 del presente pliego.

#### 4.1.3. Informe científico de propuesta de desarrollo del modelo

El informe estará particularizado para cada proyecto y contendrá información detallada de al menos lo siguiente:

- ✓ Método numérico aplicado
- ✓ Hipótesis y simplificaciones usadas y justificación
- ✓ Software y arquitectura hardware empleada
- ✓ Geometría y selección del dominio de estudio, cuando sea relevante
- ✓ Problemas detectados: de computación, de toma de datos, de dificultades en la simulación
- ✓ Discretización del dominio
- ✓ Propuesta de error esperable
- ✓ Tiempos empleados
- ✓ Otros

Este documento está asociado a la fase indicada en el subapartado 3.6.2 del presente pliego.

#### 4.1.4. Informe entregable de desarrollo y resultados

El informe contendrá como mínimo la siguiente información, no necesariamente en el orden indicado:

- ✓ Definición del problema
- ✓ Contenido resumido y relevante del informe 6.3
- ✓ Método numérico y solución
- ✓ Presentación de resultados
  - Visualizaciones estáticas y dinámicas (imágenes 3D, vídeos, otros)
  - Gráficos con cambios de rangos de variables

- Cambios de magnitudes y variables mediante la interfaz gráfica
- ✓ Explicación de la validación y/o contraste de los resultados que incluya el error alcanzado
- ✓ Desarrollo de postprocesado mediante Paraview o código en el mismo informe
- ✓ Propuestas de mejora en base a los resultados
- ✓ Incluirá la metodología de desarrollo de postprocesado de datos

#### 4.1.5. Ficheros generados

Desde el inicio del proyecto se generará un directorio accesible por las dos partes, cuyo formato se acordará con la dirección de proyecto de Canal de Isabel II, que contendrá información relativa al proyecto y permitirá identificar la infraestructura y ver el progreso de éste.

Además, Canal de Isabel II recibirá tanto los ficheros de preprocesado, setup o configuración de la simulación como el fichero o ficheros de resultados empleado para el postprocesado y el mismo postprocesado de cada proyecto.

#### 4.2. CASO B. MODELADO GEOMÉTRICO 3D DE INFRAESTRUCTURAS SIN SIMULACIÓN CFD

Canal de Isabel II recibirá, como mínimo, los siguientes ficheros:

- \*.dwg, o \*.dxf de la geometría definitiva
- \*.stl y \*.step de la geometría definitiva
- \*.scdoc del documento de trabajo
- Representación cad en pdf editable que contenga las vistas principales donde se identifique claramente las dimensiones y una representación tridimensional de la infraestructura.

#### 4.3. CASO C. GENERACIÓN DE MAQUETADO DE MODELOS A ESCALA REDUCIDA

Canal de Isabel II podrá, a lo largo de cualquier fase de este CASO A, solicitar el desarrollo de un modelo a escala reducida para esta infraestructura.

Los entregables de esta casuística de problemas son:

- Informe
- Cálculos de reducción de la modelo aplicada
- Geometría resultante
- Maqueta impresa

Canal de Isabel II asignará un espacio en la nube para la transferencia de la documentación.

### 5. MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

#### 5.1. CASOS A. INFRAESTRUCTURAS QUE SE ESTUDIARÁN MEDIANTE MODELOS Y SIMULACIONES CFD

Para cada proyecto asignado del caso A, se abonará por subunidades como a continuación se indica:

Subunidad para estudios CFD proyecto tipo hipotético 1, 3, 7, 8, 10 y 11	% del coste unitario
<b>1. Definición, modelo CFD de diagnosis y modelo con una alternativa de mejora CFD. Incluye la entrega de informes correspondientes</b>	75%
<b>2. Segunda alternativa de mejora CFD. Incluye la entrega de informes correspondientes</b>	15%
<b>3. Tercera alternativa de mejora CFD. Incluye la entrega de informes correspondientes</b>	10%

Subunidad para estudios CFD con procesos: proyecto tipo hipotético 2, 4, 5, 6, 9 y 12	% del coste unitario
<b>1. Definición, modelo CFD de diagnosis y modelo con tres alternativas de mejora CFD. Incluye la entrega de informes correspondientes</b>	50%
<b>2. Definición, recolección de datos de partida, diagnosis y alternativas de mejora de procesos. Incluye la entrega de informes correspondientes</b>	50%

En caso de requerirse más de tres (3) simulaciones adicionales a la diagnosis, cada simulación extra será abonada de acuerdo con la subunidad 3.

La computación de todas y cada una de las simulaciones alternativas a la diagnosis deberán ser aprobadas con antelación por Canal de Isabel II. No se abonará aquellas simulaciones no aprobadas previamente por el responsable de los proyectos.

## 5.2. CASO B. MODELADO GEOMÉTRICO 3D DE INFRAESTRUCTURAS SIN SIMULACIÓN CFD

Para el caso B de desarrollo de geometrías 3D sin estudio CFD, el 100% de cada unidad de proyecto tipo será abonado tras la finalización y entrega de los ficheros según se indica en el apartado 4.

## 5.3. CASO C. GENERACIÓN DE MAQUETADO DE MODELOS A ESCALA REDUCIDA

Para el caso C de desarrollo de modelos a escala reducida, el 100 %de cada unidad de proyecto tipo será abonado tras la finalización y entrega de los ficheros según se indica en el apartado 4.

## 5.4. PROYECTOS TIPO PARA MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

Las infraestructuras tipo para los estudios a desarrollar durante el proyecto se indican a continuación:

Caso	Proyecto tipo	Infraestructura
A	1	Reactores biológicos
	2	Reactores biológicos - procesos biológicos
	3	Decantadores simples
	4	Decantadores complejos hidráulicamente
	5	Decantadores complejos - procesos sedimentación
	6	Digestores anaerobios complejos - procesos
	7	Bombeos
	8	Aliviaderos
	9	Vertidos - procesos afección bioquímica
	10	Depósitos



	11	Conducciones
	12	Emisiones a la atmósfera - procesos ambientales
B	13.1	Geometría simple
	13.2	Geometría singular simple
	13.3	Geometría singular compleja
C	14	Modelo a escala reducida

## 6. MEDIOS TÉCNICOS Y HUMANOS

El Adjudicatario nombrará a un responsable de los trabajos, que deberá contar con experiencia en trabajos similares. Las características de dicho representante son las que figuran en el apartado 5 del Anexo I del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

El formato de propuesta de juicio de valor (SOBRE 2) viene indicado en el apartado 6 del Anexo I del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

En cuanto a los medios humanos requeridos en el apartado 5.3.1 del Anexo I **NO** se deberá indicar ningún dato sobre su experiencia en el Sobre 2, ya que ésta es objeto de valoración mediante criterios cuantificables mediante la mera aplicación de fórmulas.

En este sentido, de conformidad con lo indicado en la cláusula 11 del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, los licitadores sólo deberán incluir la documentación relativa a los criterios cuantificables mediante la mera aplicación de fórmulas en el Sobre 3. En caso de incluir dicha documentación en cualquiera de los restantes sobres de la oferta, la oferta del licitador no será tomada en cuenta en el presente procedimiento de licitación.

Asimismo, el adjudicatario presentará una relación con los medios materiales que empleará para este trabajo, así como su grado de dedicación estimado.

Para un correcto seguimiento de la ejecución del proyecto, resolución de posibles incidencias y aseguramiento del cumplimiento de objetivos y plazos, se programarán reuniones quincenales, con asistencia del Coordinador General de los trabajos por parte de la empresa adjudicataria y del director del proyecto por parte de Canal de Isabel II.

Firma:

Firmado electronicamente por: Antonio  
Lastra de la Rubia  
En la fecha y hora 18.12.2023 11:56:22  
Antonio Lastra de la Rubia  
Jefe Área Desarrollo de la Innovación

Firma:

Firmado electronicamente por: Jaime  
Flores Cabeza  
En la fecha y hora 18.12.2023 12:41:53  
Jaime Flores Cabeza  
Subdirector de Investigación, Desarrollo  
e Innovación

Firma:

Firmado electronicamente por: JUAN  
SÁNCHEZ GARCÍA  
En la fecha y hora 20.12.2023 13:54:00  
Juan Sánchez García  
Director de Innovación e Ingeniería