

## INFORME DE VALORACIÓN DE CRITERIOS DEPENDIENTES DE UN JUICIO DE VALOR

---

**Nº Expediente:** CO-SU-23-008

**Objeto del contrato:** SERVICIO DE INGENIERÍA PARA MODELIZAR EL FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA Y SIMULAR EL TRANSPORTE DE SOLUTOS EN VARIAS ZONAS DEL C.A. EL CABRIL E INTEGRACIÓN DE RESULTADOS EN EL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD.

### 1. OBJETO

El objeto de este informe es valorar la documentación contenida en el Archivo Electrónico B (criterios de ponderación que dependen de un juicio de valor) relativa al procedimiento abierto, publicado en la Plataforma de Contratación del Sector Público el 14 de enero de 2024, convocado por la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A., S.M.E. (en adelante Enresa), con el nº de expediente y objeto descritos anteriormente.

### 2. OFERTAS SOMETIDAS A VALORACIÓN

La apertura del Archivo Electrónico A tuvo lugar el día 15 de febrero de 2024.

La documentación aportada por las dos empresas que han presentado oferta fue aceptada por el Comité de Asistencia Técnica, por lo que se procedió a la apertura del Archivo Electrónico B, en la misma sesión.

En el presente informe, se pasan a valorar las memorias técnicas presentadas en el archivo electrónico B de las ofertas correspondientes a las siguientes empresas:

1. WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN, S.A.U. (en adelante WES).
2. AMPHOS 21 CONSULTING, S.L. (en adelante AMPHOS).

### 3. VALORACIÓN DE CRITERIOS DEPENDIENTES DE UN JUICIO DE VALOR

Para la valoración de los criterios de adjudicación dependientes de un juicio de valor, se han asignado hasta un máximo de 48 puntos tal y como se indica en el apartado H.1 del Anexo 1 al Pliego Tipo de Cláusulas Administrativas.

El reparto de estos puntos entre los diferentes criterios, la puntuación obtenida por cada licitador y su justificación se recogen en los próximos apartados.

### **3.1. REVISIÓN DE LAS OFERTAS**

Con carácter previo a la valoración se han analizado las proposiciones para comprobar que ninguna de ellas ha adelantado información relativa a los criterios valorables de forma automática, cuya valoración corresponde a la siguiente fase.

La oferta presentada por la empresa AMPHOS incluye, en el apartado 5.3 de Organigrama y experiencia del equipo, un CV resumido del personal que tiene previsto a participar en la ejecución del contrato, identificado por sus iniciales. La memoria no incluye información sobre la experiencia profesional de los perfiles de Experto de Hidrogeología y de Especialista Senior de Hidrogeología. Por tanto, analizada la oferta de AMPHOS se concluye que no adelanta información susceptible de ser valorada en la segunda fase.

La oferta presentada por la empresa WES incluye, en el punto 1 “Organización y equipo de trabajo” de su apartado 7 información sobre las funciones y tareas de los distintos perfiles que formarían parte del equipo de trabajo. No indica sus nombres y no incluye información sobre su experiencia profesional. Por tanto, analizada la oferta de WES se concluye que no adelanta información susceptible de ser valorada en la segunda fase.

### **3.2. CRITERIOS DE VALORACIÓN**

El apartado F del Anexo 1 al Pliego Tipo de Cláusulas Administrativas (PTCA) indica que el Archivo Electrónico B debe incluir una Memoria Técnica en la que se describa las actividades previstas realizar en el contrato, detallando:

- El enfoque metodológico propuesto para la implementación conceptual y numérica de los distintos modelos y actividades de integración de resultados en el Análisis de Seguridad, poniendo especial atención en el grado de detalle de los contenidos de los diferentes informes de documentación de los trabajos y demás entregables.
- El sistema de calidad de los trabajos.
- Los medios, técnicas y programas de cálculo previstos emplear.
- El programa de trabajo de todas la actividades y organización de la gestión del proyecto.

Siendo el total de puntos a asignar de 48, la distribución de dichos puntos entre los criterios de valoración indicados en el apartado H.1 del Anexo 1 al Pliego Tipo de Cláusulas Administrativas, se plantea del modo siguiente:

**1. Metodología de trabajo para la incorporación de información geológica, hidrogeológica, hidrogeoquímica y meteorológica en los distintos modelos conceptuales y numéricos en medios de baja permeabilidad. Máximo 7 puntos.**

Se valorará el nivel de detalle, el grado de coherencia y adecuación de la metodología propuesta por el licitador para el proceso de incorporación en los diferentes modelos matemáticos de los datos de interés suministrados.

**2. Metodología de trabajo para el estudio de la heterogeneidad de la recarga natural y características hidráulicas de los terrenos. Máximo 7 puntos.**

Se valorará el nivel de detalle, el grado de coherencia y adecuación de la metodología propuesta por el licitador para la elaboración de un estudio sobre la heterogeneidad de la recarga natural y características hidráulicas del terreno, incluyendo una descripción del tipo de datos a utilizar, métodos de análisis a emplear y motivación de su utilización, y resultados esperables. También se valorará el grado de detalle del contenido de los entregables de documentación de los trabajos previstos en el Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT) para esta actividad (Actividad 2).

**3. Descripción y enfoque metodológico propuesto para la implementación conceptual y numérica de balance hídrico y estimación de la recarga en medios de alta heterogeneidad (métodos no paramétricos mediante la aplicación de sistemas de autoaprendizaje (machine learning)). Máximo 7 puntos.**

Se valorará el nivel de detalle, el grado de coherencia y adecuación de la metodología propuesta por el licitador para el proceso de incorporación de los resultados obtenidos en el estudio y heterogeneidad de la recarga natural y características hidráulicas de los terrenos, en los modelos numéricos, así como en la elaboración de los balances hídricos.

**4. Descripción metodológica y numérica de la interpretación de ensayos hidráulicos en sondeos en medios fracturados de baja permeabilidad y justificación del método propuesto. Máximo 5 puntos.**

Se valorará el nivel de detalle, el grado de coherencia y adecuación de la metodología propuesta por el licitador para la interpretación numérica de ensayos hidráulicos, indicando los modelos de flujo previstos a utilizar y su justificación.

**5. Propuestas metodológicas para la calibración de los modelos a escala regional y local. Máximo 7 puntos.**

Se valorará el nivel de detalle, el grado de coherencia y adecuación de la metodología propuesta por el licitador para el proceso de calibración de los diferentes modelos. También se valorará el grado de detalle de la documentación del proceso de calibración (trabajos realizados y resultados obtenidos) dentro de los diferentes entregables previstos en el PPT para las actividades 3, 4, 5, y 6.

**6. Metodología de trabajo para el desarrollo de los modelos numéricos con el código MODFLOW 6. Máximo 9 puntos.**

Se valorará el nivel de detalle, el grado de coherencia y adecuación de la metodología propuesta por el licitador para el proceso de migración de la información de los diferentes modelos al código MODFLOW 6, poniendo especial atención a las mejoras que se tienen previstas obtener respecto a los modelos actualmente operados con MODFLOW 2005. También se valorará el grado de detalle de la documentación de este proceso (trabajos realizados y resultados obtenidos) dentro de los informes de desarrollo y actualización de los modelos locales previstos en el PPT (actividades: 4 y 6).

**7. Programa de trabajo y organización del proyecto. Máximo 6 puntos.**

Se valorará la coherencia y adecuación del programa de trabajo de acuerdo con las actividades definidas por Enresa en el PPT, el nivel de detalle del programa en cuanto a la definición de tareas, la lógica de las relaciones o vínculos entre tareas, la propuesta de hitos y su relación con los entregables, y la idoneidad en la definición del camino crítico, así como la organización del equipo de trabajo y su asignación y dedicación prevista en cada una de las tareas indicadas en dicho programa.

**3.3. VALORACIÓN DE LA MEMORIAS TÉCNICAS**

**3.3.1. AMPHOS 21 CONSULTING, S.L. (AMPHOS)**

**3.3.1.1 Justificación de las valoraciones**

La memoria técnica presentada por AMPHOS se estructura conforme al esquema de criterios dependientes de un juicio de valor que se indican en el apartado F del Anexo 1 al Pliego Tipo de Cláusulas Administrativas, incluyendo, además del enfoque metodológico, una descripción del sistema de calidad de los trabajos, una descripción de los medios, técnicas y programas

a utilizar, y un programa de actividades con la organización del proyecto y el equipo de trabajo adscrito al mismo.

A continuación, se pasa a valorar la memoria técnica presentada por AMPHOS, conforme a los criterios expuestos en el apartado 3.1 de este informe.

**1. Metodología de trabajo para la incorporación de información geológica, hidrogeológica, hidrogeoquímica y meteorológica en los distintos modelos conceptuales y numéricos en medios de baja permeabilidad. Máximo 7 puntos.**

**Análisis de la oferta:**

La oferta incluye, en su apartado 2.1, su propuesta metodológica para la incorporación de los datos de interés hidrogeológico a los diferentes modelos numéricos existentes.

El proceso de incorporación de la información de interés a los modelos que proponen se estructura en varios apartados:

Revisión e integración de información histórica disponible. En ella se incluye una completa descripción del tipo de información a revisar y analizar (topografía, características constructivas de la instalación, información geológica-estructural, hidrogeológica, ensayos hidráulicos, hidrogeoquímica, datos meteorológicos y foronómicos, y modelos conceptuales y numéricos ya existentes), proponiendo la creación de una geodatabase, y la revisión y filtrado de datos mediante un método de Aprendizaje Automático, con un código desarrollado específicamente por el licitador mediante Python.

Definición del modelo conceptual. Con estos datos, la oferta propone la revisión y actualización del modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico de la zona a escala regional y local, contemplando diversos aspectos: definición de zonas hidrogeológicas y sus relaciones, parámetros hidráulicos y su distribución, integración de toda la información en una geometría 3D y elaboración de un balance hídrico.

Definición de los modelos numéricos. Se oferta la revisión y actualización de los modelos numéricos desde varios puntos de vista: sus límites y dominios, discretización espacial y temporal, condiciones de borde, zonificación y parametrización, condiciones iniciales, puntos de control piezométrico e hidrogeoquímico, y regímenes de simulación (estacionario y transitorio).

Elaboración de una propuesta justificada de nuevas investigaciones. En base a la información disponible y su análisis, contemplan la elaboración de un plan de recomendaciones para la mejora de la información mediante la realización de nuevos estudios.

Debate y planteamiento de las bases para la realización de nuevas simulaciones. La oferta propone, como etapa final del proceso, estudiar y definir las bases para el planteamiento de nuevos escenarios de simulación.

### **Valoración**

En general la oferta describe con bastante detalle el tipo de información prevista a gestionar, así como las tareas a desarrollar dentro los trabajos de recopilación, verificación, análisis y su integración en los diferentes modelos numéricos.

El grado de coherencia e interrelación temporal de las actividades a realizar es bueno, empezando con la recopilación de la información y su verificación, siguiendo con el análisis de datos y definición de un modelo de funcionamiento hidrogeológico, el cual quedará finalmente representado en el modelo numérico.

Se considera, a la vista de la oferta, que la metodología propuesta para el tratamiento de la información suministrada es adecuada para el cumplimiento de este proceso con éxito. En este sentido, la oferta incluye una sistemática para la valoración de la información existente y la necesidad de realizar nuevos reconocimientos para la mejora de los modelos.

Considerando lo anterior, la puntuación total obtenida en este apartado es de **6,3 puntos**.

## **2. Metodología de trabajo para el estudio de la heterogeneidad de la recarga natural y características hidráulicas de los terrenos. Máximo 7 puntos.**

### **Análisis de la oferta:**

La oferta incluye, en su apartado 2.1, su propuesta metodológica para el estudio de la recarga natural (en zona no saturada) y de la conductividad hidráulica (en zona saturada).

La oferta hace hincapié en la heterogeneidad del medio rocoso en el que se encuentra el C.A. El Cabril y postula la realización de modelos geoestadísticos para la mejora del conocimiento de la recarga natural de la zona y su distribución espacial, así como de las propiedades hidráulicas de la roca en zonas no saturada. Para ello distinguen dos procesos de actuación:

1º La definición de semivariogramas. La oferta explica en qué consiste, cómo realizarlos y qué aplicación está prevista utilizar para ello (Stanford Geoestadistical Modeling).

2º La estimación de mapas de distribución espacial. La oferta describe los métodos previstos a utilizar (Kriging y anamorfosis gaussiana), así como su implementación.

### **Valoración:**

En general, la exposición del procedimiento a seguir es acertada y coherente con los resultados esperables. No obstante, se echa en falta algo de detalle respecto al tipo de datos a utilizar y el proceso de validación de los mismos, lo que se valora negativamente.

No se incluye ninguna información sobre el contenido de los entregables previstos a elaborar en el punto 1 del apartado F del Anexo 1 del PTCA, lo que se también se valora negativamente.

Considerando lo anterior, la puntuación total obtenida en este apartado es de **4,8 puntos**.

### **3. Descripción y enfoque metodológico propuesto para la implementación conceptual y numérica de balance hídrico y estimación de la recarga en medios de alta heterogeneidad (métodos no paramétricos mediante la aplicación de sistemas de autoaprendizaje (machine learning). Máximo 7 puntos.**

#### **Análisis de la oferta:**

La oferta describe, en su apartado 2.3, la metodología propuesta para la estimación del balance hídrico en cada uno de los sistemas de auto aprendizaje y su implementación en los modelos numéricos.

Dentro de este apartado se plantea, de forma detallada, la aplicación de algoritmos desarrollados por el licitador basados en el Aprendizaje Automático, en combinación con métodos clásicos como el cálculo de la ETP mediante el método de la ecuación Penman-Monteith extendida, desarrollado con el código Python. La oferta propone revisar los datos de la recarga mediante el código EasyBal 10.8, realizándose un análisis estadístico preliminar utilizando el coeficiente de correlación de Pearson. Posteriormente, la oferta propone la realización de una estimación de la distribución espacial de la recarga mediante el método no paramétrico de autoaprendizaje desarrollado por AMPHOS con el código iML.

#### **Valoración:**

Analizada la oferta, se considera que el procedimiento de actuación es adecuado y coherente, ya que se hace una primera estimación de la recarga mediante un método empírico, seguido por un análisis estadístico, para ajustarla, posteriormente, con un código numérico. En la propuesta se comenta la utilización de un método Autoaprendizaje Automático para la determinación distributiva de las zonas de recarga, pero no se explica en que consiste, por lo

que se valora negativamente. También se echa de menos una mejor estructuración de la propuesta que indique claramente los pasos a seguir, así como el personal asignado a este grupo de tareas y su dedicación, restando la valoración de este criterio.

Considerando lo anterior, la puntuación total obtenida en este apartado es de **5,2 puntos**

#### **4. Descripción metodológica y numérica de la interpretación de ensayos hidráulicos en sondeos en medios fracturados de baja permeabilidad y justificación del método propuesto. Máximo 5 puntos.**

##### **Análisis de la oferta:**

La oferta presenta, en su apartado 2.4, la metodología propuesta para la interpretación de ensayos hidráulicos realizados en sondeos.

Se considera la sistemática de interpretación de los ensayos de bombeo, pero no la de los ensayos de pulso y slug. La propuesta metodológica para la interpretación de los ensayos de bombeo incluye dos fases de actuación:

1º Interpretación preliminar mediante soluciones analíticas. La oferta plantea interpretar los ensayos por separado, indicando los métodos concretos a utilizar en cada una de las fases (fase de extracción y fase de recuperación), utilizando métodos clásicos de interpretación.

2º Estimación de parámetros hidráulicos mediante calibración estocástica. La oferta contempla la obtención definitiva de los parámetros hidráulicos empleando la modelación numérica con el código MODFLOW y la herramienta de calibración estocástica PEST, así como la interfaz gráfica Groundwater Vistas v.8., definiendo detalladamente el procedimiento a seguir.

##### **Valoración:**

A pesar de que el procedimiento de actuación es coherente y está suficientemente detallado para los ensayos de bombeo, no se especifica ningún método de interpretación para los ensayos de pulso y slug, siendo estos los más utilizados en las campañas de caracterización hidráulica realizados en el C.A. El Cabril. Debido a la relevancia de esta circunstancia, se considera que la propuesta de este criterio está significativamente incompleta, lo que se valora muy negativamente.

Considerando lo anterior, la puntuación total obtenida en este apartado es de **2,1 puntos**



## 5. Propuestas metodológicas para la calibración de los modelos a escala regional y local. Máximo 7 puntos.

### Análisis de la oferta:

En el apartado 2.5 de la oferta se incluye su propuesta metodológica para la calibración de los modelos numéricos. En él se plantea con detalle el procedimiento a seguir para la calibración de los modelos previstos a desarrollar, describiendo el método a utilizar y la aplicación informática para ello (PEST).

La secuencia de actuación a seguir incluye:

#### 1º Trabajos previos a la calibración:

- ✓ Discretización zonal con diferentes características hidráulicas
- ✓ Definición del periodo de calibración y validación del modelo
- ✓ Puntos de observación a utilizar para la calibración

#### 2º Parámetros a calibrar:

- ✓ Los valores y distribución de conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento
- ✓ La recarga
- ✓ Otros parámetros consensuados por Enresa, como: caudales y niveles prescritos, coeficientes de goteo de cauces o elementos laterales, conductancia de drenes, entre otros.

3º Proceso de calibración. La oferta propone utilizar el método estocástico de calibración automática mediante Puntos Piloto. Dicha calibración se llevaría a cabo con PEST, utilizando la herramienta SVD-Assit de MODFLOW 6.

4º Evaluación de los resultados de la calibración. Una vez calibrados, la oferta postula la evaluación de la robustez de los modelos en función de:

- ✓ La coherencia con los resultados de ensayos hidráulicos
- ✓ El grado de ajuste con la evolución piezométrica medida realmente. Expone los indicadores estadísticos previstos a utilizar (coeficiente de determinación, error medio, máximo y mínimo residual)
- ✓ La coherencia del balance hídrico

### Valoración:

En resumen, la oferta presenta una metodología suficientemente detallada y estructurada, siendo muy adecuada debido a la heterogeneidad del medio en el que se encuentra la

instalación. No obstante, se echa en falta la asignación del personal para la realización de estas actividades y su dedicación, restando valoración a este criterio

Tampoco se incluye ninguna información sobre el contenido de los entregables previstos a elaborar para la documentación de este proceso, conforme se recoge en el punto 1 del apartado F del Anexo 1 del PTCA., lo que penaliza la valoración de este criterio.

Considerando lo anterior, la puntuación total obtenida en este apartado es de **5,0 puntos**

## **6. Metodología de trabajo para el desarrollo de los modelos numéricos con el código MODFLOW 6. Máximo 9 puntos.**

### **Análisis de la oferta:**

La oferta incluye, en su apartado 2.6, la metodología para el desarrollo de los diferentes modelos numéricos de las aguas subterráneas del C.A. El Cabril con el código de simulación matemática MODFLOW 6.

El apartado se inicia haciendo referencia a la migración específica de los dos modelos que se piden en el PPT, el Modelo Hidrogeológico Local de la Plataforma Este (MHLPE) y el Modelo Hidrogeológico Local de la Plataforma Sureste (MHLPSE).

La propuesta postula conceptualmente las siguientes acciones de mejora para la migración de estos dos modelos al código de simulación numérica MODFLOW 6:

Mejora en la discretización espacial definida en los modelos numéricos. La oferta describe la posibilidad de mejorar y refinar el mallado de las anteriores versiones, indicando módulos específicos del nuevo código de modelación MODFLOW 6 (Quadtree Refinement y Algomesh).

Mejora en la discretización temporal. El nuevo código admite pasos de tiempo adaptativos.

Mejora en la representación de las condiciones de contorno. La oferta expone brevemente la variedad de nuevas opciones de condiciones de contorno existentes, como: el paquete Multi-Node o el Multi-Aquifer Well.

Mejora en la representación de la anisotropía de la conductividad hidráulica. La oferta indica la nueva formulación de diferencias finitas que ofrece el paquete XTD de MODFLOW 6.

Disminución en el coste computacional. La oferta explica la posibilidad de ejecutar en paralelo el proceso de modelación, permitiendo el uso de múltiples procesadores que posibilitan mejorar significativamente la eficiencia de la simulación de los modelos.

Mejora en el cálculo de balance hídrico. La oferta especifica los motivos de la mayor precisión de cálculo de MODFLOW 6, la estabilidad numérica y los esquemas de solución mediante el “solver iterativo” IMS.

### **Valoración:**

En general, aunque la oferta no contempla ningún procedimiento específico de cómo llevar a cabo la migración, sí se hace una descripción detallada de las mejoras que se tienen previstas obtener con el nuevo código de simulación MODFLOW 6, respecto al actual MODFLOW 2005, como se recoge en el punto 1 del apartado F del Anexo 1 del PTCA, lo que se valora positivamente.

No obstante, dentro de propuesta no se incluye ninguna información sobre el contenido de los entregables previstos a elaborar para la documentación de este proceso, como se pedía en el punto 1 del apartado F del Anexo 1 del PTCA, restando puntuación en la valoración de este criterio.

En base a esta valoración, la puntuación total obtenida en este apartado es de **5,5 puntos.**

## **7. Programa de trabajo y organización del proyecto. Máximo 6 puntos.**

### **Análisis de la oferta:**

La oferta incluye, en su apartado 5, el programa de trabajo y organización del proyecto.

El programa de ejecución de los trabajos y su planificación se presenta en un cronograma en el que se contemplan todas las actividades previstas a realizar y su duración acorde con lo estipulado en el Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT). En él se incluyen todos los entregables programados a elaborar en el transcurso del contrato. El cronograma se documenta textualmente con una explicación del orden en que se tiene previsto llevar a cabo cada una de las actividades y su relación entre ellas.

Respecto a la organización del proyecto se presenta un organigrama del personal adscrito al contrato implicado en el contrato, indicando su función dentro de cada una de las actividades a realizar en el marco del contrato.

### **Valoración:**

En general, la planificación de los trabajos presentado es acorde al programa de actividades presentado en el PPT, sin embargo, se echa de menos una mayor especificación de los trabajos a realizar dentro de cada uno de los grupos de tareas, así como de los recursos implicados en cada una de ellas y su tiempo de dedicación, lo que se valora negativamente.

Se describe la interrelación de tareas, aunque no se ha diferenciado las actuaciones críticas de cada uno de los procesos, lo que se valora negativamente.

Dentro del cronograma se han incluido todos los entregables previstos.

Respecto a la organización del grupo de trabajo y sus dedicaciones, se considera que han sido expuestas adecuadamente, incluyendo, además de los perfiles recogidos en los pliegos y su interrelación entre ellos, otros perfiles auxiliares, como el técnico de calidad y un administrativo.

Considerando lo anterior, la puntuación total obtenida en este apartado es de **4.2 puntos**.

### **3.3.2. WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN, S.A.U. (WES)**

#### **3.3.2.1 Justificación de las valoraciones**

La memoria técnica presentada por WES se estructura exclusivamente conforme al esquema de criterios dependientes de un juicio de valor que se indican en el apartado F del Anexo 1 al Pliego Tipo de Cláusulas Administrativas, no contemplando algunos de los aspectos que se pedía se incluyera en la oferta, como: la descripción del sistema de calidad de los trabajos y la descripción de medios, técnica y programas de cálculo.

A continuación, se pasa a valorar la memoria técnica presentada por WES, conforme a los criterios expuestos en el apartado 3.1 de este informe.

#### **1. Metodología de trabajo para la incorporación de información geológica, hidrogeológica, hidrogeoquímica y meteorológica en los distintos modelos conceptuales y numéricos en medios de baja permeabilidad. Máximo 7 puntos.**

##### **Análisis de la oferta:**

La oferta incluye, en su apartado 1, su propuesta metodológica para la incorporación de los datos de interés hidrogeológico a los diferentes modelos numéricos existentes.

La oferta describe de forma diferenciada cada tipo de información prevista a tratar:

Información geológica. La oferta indica el tipo de información necesaria y su interés para la modelización hidrogeológica como: disposición y características de la roca, estructuras constructivas, límites impermeables y la elaboración de mapas geológicos.

Información hidrológica (superficial). Describe la relación entre el modelo hidrológico e hidrogeológico y los factores más relevantes a considerar para su configuración (definición y caracterización del área de influencia hidrogeológica, recopilación y análisis de información, estimación de la infiltración y de la recarga al sistema, estimación de la descarga por evapotranspiración y el impacto de la escorrentía superficial).

Indica prácticas a seguir para la determinación de la recarga superficial, pero sin especificar cuál se tiene prevista utilizar.

Información hidrogeológica. Define las actividades que conlleva el estudio de las aguas subterráneas de una zona, como son: el análisis de datos piezométricos, y el conocimiento de las características hidráulicas del terreno y su geología. A continuación, se detallan los parámetros más relevantes a considerar dentro de la modelación numérica, como son: los tipos de recarga y sus fuentes, y los parámetros hidrogeológicos, especificando la variabilidad espacial de los mismos y la importancia de su determinación de forma fiable.

### **Valoración:**

En general, se detalla adecuadamente el tipo de información hidrogeológica necesaria para la actualización y desarrollo de los modelos matemáticos objeto de contratación. Pero se trata más de una guía metodológica de buenas prácticas y aspectos a considerar para la modelación numérica hidrogeológica que una propuesta de actividades específicas a realizar dentro del contrato.

Por el mismo motivo, se echa de menos una propuesta metodológica clara para el tratamiento de la información suministrada. Esta ausencia metodológica dificulta la valoración de este criterio respecto al grado de coherencia y adecuación de la misma.

Considerando lo anterior, la puntuación total obtenida en este apartado es de **4,5 puntos.**

## 2. Metodología de trabajo para el estudio de la heterogeneidad de la recarga natural y características hidráulicas de los terrenos. Máximo 7 puntos.

### Análisis de la oferta:

La oferta incluye, en su apartado 2, su propuesta metodológica para el estudio de la recarga natural y de la conductividad hidráulica de los terrenos.

En este apartado se expone la gran heterogeneidad del medio rocoso en el que se encuentra el C.A. El Cabril, proponiendo realización de 3 tipos de análisis:

Análisis de la recarga. La oferta postula la realización de modelos empíricos clásicos para la obtención de datos sobre la capacidad de infiltración natural del terreno como es el cálculo de la Evapotranspiración Potencial (ETP) mediante el método de Hargreaves. Considera la recarga antrópica, proponiendo su estimación mediante la delimitación de zonas antropizadas en la que se realicen análisis detallados de la recarga individual de cada elemento que lo componen, no especificando la metodología a emplear.

La oferta explica que esta metodología puede dar como resultado una sobreestimación de la recarga, por lo que en ella se propone corregirla mediante diferentes métodos:

- ✓ Imágenes satelitales (Pedretti et al., 2011)
- ✓ Caracterización textural del suelo con formulaciones estocásticas (Armengol et al., 2014)
- ✓ Estudio de la dependencia de la escala de los parámetros hidráulicos en medio fracturados mediante funciones de transferencia (Pedretti, 2016)

Análisis crítico de la conectividad hidráulica. En la oferta se hace una disertación divulgativa sobre la conectividad hidráulica, su relación con la transmisividad del medio y la complejidad de determinarla. En el último párrafo de este apartado propone obtener el valor del coeficiente de almacenamiento estimado con el método de interpretación de Cooper-Jacob, como indicador de la conectividad dinámica de flujo.

Análisis de sensibilidad. La oferta expone una serie de postulados sobre el análisis de sensibilidad en la queda claro la motivación de incluirlo en este proceso.

### Valoración:

En general, el detalle de la descripción de la metodología que se propone no es del todo aclaratorio, no indicando, de forma específica y secuencial, las actividades previstas a realizar para el estudio de la heterogeneidad de la recarga natural y características hidráulicas de los

terrenos, así como los recursos asignados para su ejecución y la dedicación de los perfiles adscrito a este proceso o grupo de tareas. En este apartado se incluyen referencias a estudios metodológicos sin ser trazables, se echa en falta un apartado de referencias. Todo ello da lugar a una valoración negativa de este criterio.

Se aboga por la utilización de una metodología clásica (estimación empírica del balance hídrico) como valor inicial para la determinación de la recarga natural y su posterior calibración con el modelo numérico según el comportamiento piezométrico de los puntos control.

Para la estimación de la recarga natural, la oferta no propone la realización de un estudio geoestadístico de datos experimentales de inyectabilidad procedente de los numerosos ensayos de inyectabilidad realizados (ensayos Lugeon), como se contempla en la descripción de la Actividad 2 en el apartado 3.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas del expediente de licitación. Lo mismo ocurre con la obtención de los valores y distribución espacial de las propiedades hidráulicas del terreno en la zona saturada. Esta última metodología es más acorde con el modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico de medios heterogéneos como en el que se encuentra las instalaciones del C.A. El Cabril.

No se incluye ninguna información sobre el contenido de los entregables previstos a elaborar para la documentación de los trabajos de esta actividad, como se pedía en el punto 1 del apartado F del Anexo 1 del PTCA, lo cual se valora negativamente.

Considerando lo anterior, la puntuación total obtenida en este apartado es de **3,8 puntos**.

**3. Descripción y enfoque metodológico propuesto para la implementación conceptual y numérica de balance hídrico y estimación de la recarga en medios de alta heterogeneidad (métodos no paramétricos mediante la aplicación de sistemas de autoaprendizaje (machine learning)). Máximo 7 puntos.**

**Análisis de la oferta:**

La oferta técnica contempla, en su apartado 3, la metodología propuesta para la estimación del balance hídrico en cada uno de los sistemas y su implementación en los modelos numéricos.

Después de relatar la importancia de la fiabilidad del parámetro de recarga para la modelación numérica de las aguas subterráneas y los métodos clásicos de su determinación, en la oferta se aboga por la utilización de métodos no paramétricos para su estimación. A continuación, se hace una enumeración de estos métodos y una somera descripción de las características

generales de algunos de ellos (Support Vector Machines, Random Forest y Redes Neuronales), sin especificar cuál se tiene previsto utilizar, ni su procedimiento de aplicación.

### **Valoración:**

En general, aunque se nombran algunas técnicas de estimación de la recarga, no se especifica cuál de ellas se propone utilizar, no detallando suficientemente sus características ni el procedimiento de aplicación (secuencia prevista de las tareas a realizar, equipamiento y personal previsto para su ejecución, así como la dedicación de este último). Esta circunstancia dificulta la evaluación de la coherencia de la metodología a emplear, así como su adecuación para cumplir satisfactoriamente los objetivos marcados, lo que se valora negativamente.

En base a esta valoración, la puntuación total obtenida en este apartado es de **2,0 puntos**.

#### **4. Descripción metodológica y numérica de la interpretación de ensayos hidráulicos en sondeos en medios fracturados de baja permeabilidad y justificación del método propuesto. Máximo 5 puntos.**

##### **Análisis de la oferta:**

La oferta expone, en su apartado 4, la metodología propuesta para la interpretación de ensayos hidráulicos realizados en sondeos.

Se relata extensamente (en 12 páginas), y por tipo de ensayo, la metodología a emplear para la interpretación de cada uno de los tipos de pruebas realizados en el C.A. El Cabril (bombeo, slug y pulso), así como sus características.

Evaluación de ensayos de slug. Contempla el siguiente contenido:

- ✓ Descripción del ensayo
- ✓ Métodos clásicos de interpretación. Incluye metodología y algoritmos de interpretación
- ✓ Aplicación al caso de El Cabril. Hace un extenso análisis sobre la mejora de resultados mediante la reinterpretación de los ensayos ya existentes, aplicando un modelo de flujo diferente (modelo de flujo esférico) al realizado.

Ensayos de bombeo. Considera los siguientes métodos de interpretación, no especificando cual se tiene previsto aplicar:



- ✓ Basado en la conectividad hidráulica. Incluye el concepto de conectividad hidráulica y su uso como método novedoso de avance en la calibración de medios muy heterogéneos y anisótropos como en el que se encuentra el C.A: Cabril.
- ✓ Basados en la capacidad específica.
- ✓ Técnicas novedosas para la reinterpretación de ensayos de trazadores, como el empleo de la teoría de Multirate Mass Transfer mediante el código CXTFIT2 operado por la aplicación STANMOD.

### **Valoración:**

Dentro de la oferta se hace una detallada y crítica descripción de algunos procedimientos de interpretación para todos los tipos de ensayos hidráulicos realizados hasta el momento, aunque no se tiene del todo claro el procedimiento específico de actuación en caso de contratación, lo que se valora negativamente. Se considera que la metodología propuesta es aplicable, pero mejorable. Se echa de menos los pasos a seguir para la realización de este proceso o grupo de tareas y quien lo va a realizar, indicando su dedicación.

Considerando lo anterior, la puntuación total obtenida en este apartado es de **3,5 puntos**.

### **5. Propuestas metodológicas para la calibración de los modelos a escala regional y local. Máximo 7 puntos.**

#### **Análisis de la oferta:**

La oferta presenta, en su apartado 5, la metodología propuesta para la interpretación de ensayos hidráulicos realizados en sondeos.

El apartado se estructura en tres partes:

Enfoque general de la calibración de modelos hidrogeológicos. En este apartado se describe una visión general sobre la calibración de modelos hidrogeológicos en el que se relata los parámetros previstos a calibrar (recarga, transmisividad y coeficiente de almacenamiento). Posteriormente se explica la metodología numérica general de la calibración incluyendo conceptos como: la definición de la función objetivo para el ajuste del proceso y el grado de correlación previa necesario entre los parámetros objeto de la calibración, para pasar a describir genéricamente la metodología prevista a utilizar para la calibración de los modelos numéricos existente dentro del Programa de Vigilancia Hidrogeológica del C.A. El Cabril. La metodología propuesta es la siguiente:

1. Construir un modelo no calibrado que funcione.
2. Definir los parámetros susceptibles de modificación
3. Proporcionar una lista de observaciones
4. Determinar correlaciones entre parámetros
5. Asignar pesos a las observaciones
6. Definir con todo lo anterior la función objetivo
7. Encontrar los valores de los parámetros elegidos que tengan el mayor ajuste

Como última fase del proceso de calibración propone su evaluación mediante la realización de análisis de sensibilidad de cada uno de los parámetros sujetos a calibración.

Validación de los modelos. En esta parte se expone la validación del modelo considerando las siguientes salidas del sistema del flujo subterráneo del emplazamiento del C.A. El Cabril y su entorno (dirección del flujo subterráneo, drenes y subdrenes de las celdas, y arroyos y ríos).

Calibración y tratamiento de la heterogeneidad con MODFLOW 6 y PEST. En esta sección se describe genéricamente en qué consiste una calibración, reiterándose en el concepto de función objetivo y los parámetros susceptibles de calibración. Se define que es y el uso de la herramienta PEST (método inverso iterativo) y su acoplamiento al código de modelación MODFLOW 6.

### **Valoración:**

En general, en la oferta se hace una extensa descripción de los aspectos a considerar en el proceso de calibración: parámetros a calibrar, características de calibración de cada uno de ellos, método y algoritmos de calibración previstos. No obstante, se echa de menos una mejor estructuración de este apartado, indicando los pasos a seguir de forma cronológica, así como los perfiles responsables de la realización de cada una de las tareas y su dedicación, lo que resta puntos para su valoración.

Tampoco se hace referencia sobre el contenido de los entregables previstos a elaborar para la documentación de este proceso, como se pedía en el punto 1 del apartado F del Anexo 1 del PTCA, lo cual se valora negativamente.

En base a esta valoración, la puntuación total obtenida en este apartado es de **4,9 puntos.**

## **6. Metodología de trabajo para el desarrollo de los modelos numéricos con el código MODFLOW 6. Máximo 9 puntos.**

### **Análisis de la oferta:**

La oferta incluye, en su apartado 6, la metodología para el desarrollo de los diferentes modelos numéricos de las aguas subterráneas del C.A. El Cabril con el código de simulación matemática MODFLOW 6.

Se inicia este apartado haciendo un repaso de las actividades previstas a realizar para el tratamiento de la heterogeneidad de los parámetros hidráulicos y de la recarga con el código MODFLOW 6:

1. Realización de estudios geoestadísticos de los datos experimentales existentes
2. Representación en el modelo de la heterogeneidad resultante en el paso anterior
3. Calibración de los parámetros mediante método inverso, mediante la herramienta PEST acoplada a MODFLOW 6.
4. Realización de sucesivas calibraciones a lo largo del contrato

Seguidamente expone una breve descripción de algunas nuevas herramientas de MODFLOW 6 que podrían mejorar la robustez de los modelos en varios aspectos, como es: la estimación de flujo en zona no saturada (Unsaturated Zone Flow) o en la determinación de la descarga proveniente de la escorrentía hipodérmica (Streamflow Routing Package).

### **Valoración:**

En general, el procedimiento propuesto para el tratamiento de la heterogeneidad es algo genérico. Se echa en falta una descripción más específica de los pasos a seguir para el desarrollo de cada modelo, así como la dedicación prevista de cada uno de los perfiles, lo que influye negativamente en la valoración de este criterio.

Sí se presenta algunas bondades del código de simulación MODFLOW 6 respecto al actual MODFLOW 2005, aunque de forma somera.

Dentro de la propuesta no se incluye ninguna información sobre el contenido de los entregables previstos a elaborar para la documentación de este proceso, como se pedía en el punto 1 del apartado F del Anexo 1 del PTCA, lo cual se valora negativamente.

Considerando lo anterior, la puntuación total obtenida en este apartado es de **3,8 puntos.**

## **7. Programa de trabajo y organización del proyecto. Máximo 6 puntos.**

### **Análisis de la oferta:**

En el apartado 7 del documento se incluye el programa de trabajo y organización del proyecto.

El programa de ejecución de los trabajos y su planificación se presenta en un cronograma en el que se contemplan todas las actividades previstas a realizar—sin especificar los trabajos a realizar en cada uno de ellos— y su duración acorde con lo estipulado en el Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT). En él se incluyen todos los entregables programados a elaborar en el transcurso contrato. El cronograma no viene acompañado de ninguna documentación textual sobre: los trabajos a realizar dentro de cada una las actividades, y los recursos implicados en su ejecución y su dedicación. Tampoco se indica las actividades críticas que pudieran afectar al cumplimiento de los diferentes hitos del contrato.

Respecto a la organización del proyecto, en la oferta se presenta un organigrama con los perfiles profesionales implicados, indicando su función dentro de cada una de las actividades a realizar en el marco del contrato

### **Valoración:**

En general, la planificación de los trabajos presentado es acorde al programa de tareas presentado en el PPT, sin embargo, no se incluye ningún desglose de actividades para llevarlas a cabo, ni los recursos necesarios y dedicación para su ejecución, restando valoración en este criterio de la oferta.

No se describe la interrelación de las tareas, ni tampoco se han diferenciado las actuaciones críticas de cada uno de los procesos o grupo de tareas, lo que se valora negativamente.

Dentro del cronograma se han incluido de forma detallada todos los entregables previstos.

Respecto a la organización del grupo de trabajo y sus dedicaciones, se considera que han sido expuestas someramente, ya que no se indica la previsión de dedicación de los perfiles en cada una de las 9 actividades contempladas en el apartado 3 del PPT, por lo que se valora de forma negativa.

Considerando lo anterior, la puntuación total obtenida en este apartado es de **3.6 puntos.**

### 3.4. RESUMEN DE LA VALORACIÓN TOTAL

En el siguiente cuadro, se recoge un resumen de las puntuaciones parciales obtenidas por cada una de las empresas, valoradas conforme a los criterios dependientes de un juicio de valor establecidos para la presente licitación, así como la puntuación total obtenida.

PUNTUACIÓN	VALORACIÓN DE CRITERIOS DEPENDIENTES DE UN JUICIO DE VALOR							
	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	Criterio 6	Criterio 7	TOTAL
<b>MÁXIMA</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>48</b>
AMPHOS	6,3	4,8	5,2	2,1	5,0	5,5	4,2	<b>33,1</b>
WES	4,5	3,8	2,0	3,5	4,9	3,8	3,6	<b>26,1</b>