

<p style="text-align: center;">PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS</p> <p>PARA LA CONTRATACIÓN DE LOS SERVICIOS DE INGENIERÍA PARA EL “ESTUDIO EXPERIMENTAL PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TECNOLÓGICO DE ELEMENTOS SINGULARES DE HORMIGÓN”</p> <p style="text-align: center;">(Expediente nº 079-CO-DT-2018-0001)</p>	<p>Clave: 079-ES-DT-0001</p> <p>Páginas: 22</p>
--	---

ÍNDICE

1. NÚMERO DEL EXPEDIENTE Y TÍTULO DEL CONTRATO	2
2. INTRODUCCIÓN	2
3. OBJETO	3
4. ALCANCE	4
5. ORGANIZACIÓN DEL SERVICIO	15
5.1. GENERAL	15
5.2. DESARROLLO DEL SERVICIO	16
5.3. EQUIPO DE TRABAJO	16
5.4. MEDIOS MATERIALES	18
5.5. PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS	19
5.6. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE ACTIVIDADES Y COSTES	19
5.7. IDIOMA OFICIAL	20
5.8. PROPIEDAD.....	20
5.9. GARANTÍA DE CALIDAD.....	20

Clave: 079-ES-DT-0001	Revisión: 0	Fecha: Octubre 2018	Página: 2
--------------------------	----------------	------------------------	--------------

1. NÚMERO DEL EXPEDIENTE Y TÍTULO DEL CONTRATO

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas forma parte del Expediente de Contratación 079-CO-DT-2018-0001 y lleva por título *“Estudio experimental para el análisis del comportamiento tecnológico de elementos singulares de hormigón”*.

2. INTRODUCCIÓN

La Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (en adelante ENRESA) tiene entre sus cometidos *“buscar emplazamientos, concebir, construir y operar los centros para el almacenamiento temporal y definitivo de residuos de alta, baja y media actividad”*, de acuerdo a lo indicado en el artículo 2º del Real Decreto 1522/1984, de 4 de julio, por el que se autoriza la constitución de la “Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A. (ENRESA)”.

En cumplimiento de ello, ENRESA dispone actualmente del Centro de Almacenamiento de El Cabril (C.A. El Cabril) para el almacenamiento de los residuos de media, baja y muy baja actividad y que se localiza en la provincia de Córdoba. En dicho centro, está previsto en un futuro próximo la construcción de nuevas celdas para el almacenamiento de residuos de baja y media actividad. Además, ENRESA tiene encomendada la realización del proyecto y construcción de instalaciones para el almacenamiento de residuos de alta actividad y residuos especiales (ATIs).

Este tipo de instalaciones nucleares se caracterizan por la necesidad de cumplir ciertos requisitos particulares asociados a los elementos estructurales de hormigón, tales como:

- Garantizar la protección radiológica proporcionando el blindaje radiológico adecuado.
- Soportar temperaturas elevadas generadas por los residuos radiactivos que se almacenan.
- Garantizar el comportamiento elástico de las estructuras frente a elevadas cargas mecánicas, en particular para las cargas de accidente bajo las cuales se diseñan los edificios de las instalaciones nucleares. Estas estructuras deben garantizar el confinamiento estático para evitar emisiones al exterior.

Todo ello obliga a la construcción de elementos estructurales que presentan claras singularidades respecto de los elementos convencionales. En concreto, la singularidad geométrica asociada al empleo de elementos con elevados espesores puede provocar, por un parte, incrementos de temperatura durante su ejecución hasta niveles muy elevados y, por otra parte, gradientes térmicos que pueden desencadenar fisuraciones.

El empleo de estos elementos estructurales presenta retos en diferentes ámbitos, como son el tecnológico, constructivo y del comportamiento a corto y medio plazo de la estructura. Así, los

Clave:	Revisión:	Fecha:	Página:
079-ES-DT-0001	0	Octubre 2018	3

resultados de este proyecto permitirán desarrollar en profundidad los siguientes aspectos que resultan muy beneficiosos de cara a futuros trabajos en instalaciones nucleares:

- El desarrollo de metodologías avanzadas para el proyecto y construcción de este tipo de elementos especiales de hormigón.
- El desarrollo de procedimientos específicos para la construcción e inspección de este tipo de elementos, en los que la experiencia tanto nacional como internacional es limitada.
- El análisis experimental del comportamiento de elementos estructurales, como los requeridos para instalaciones nucleares, tanto a edades tempranas como a medio y largo plazo sobre prototipos a escala real en laboratorio.
- El uso de los resultados obtenidos en los procesos de fabricación y ejecución de hormigones de este tipo para su aplicación a futuros proyectos de ENRESA. En este sentido, ENRESA podría emplear a corto y medio plazo los criterios y metodologías derivadas de los resultados de este proyecto.

En definitiva, se trata de realizar un proyecto de I+D relativo a sistemas y procedimientos para la ejecución, inspección y control de elementos constructivos singulares de hormigón para instalaciones nucleares, buscando dar un salto cualitativo respecto a los procedimientos convencionales utilizados actualmente en nuestro entorno, con el consiguiente avance tecnológico en lo que respecta a solventar algunas de las necesidades específicas que surgen en este tipo de elementos. Entre otros, se espera una mejora en los siguientes aspectos:

- Avance del conocimiento sobre los procesos de generación de calor en grandes volúmenes de hormigón.
- Avance del conocimiento sobre el comportamiento estructural de elementos singulares de hormigón para instalaciones nucleares frente a las situaciones tensionales generadas tanto durante la fase de construcción como de servicio.
- Desarrollo de criterios para optimizar factores como la productividad, fiabilidad, repetitividad, etc., durante la construcción de este tipo de elementos estructurales.
- Análisis de la potencial generación de ettringita diferida y, en su caso, la identificación de medidas para evitar dicho peligro.

3. OBJETO

El objeto del contrato es la prestación de servicios de ingeniería para la realización de un estudio experimental con el objeto de analizar el comportamiento tecnológico a corto y largo plazo de

Clave:	Revisión:	Fecha:	Página:
079-ES-DT-0001	0	Octubre 2018	4

elementos estructurales singulares de hormigón que se emplean habitualmente en las construcciones destinadas a albergar instalaciones nucleares.

El objeto del estudio contempla las siguientes actividades:

- Desarrollo de procedimientos constructivos para los elementos de hormigón más significativos desde el punto de vista tecnológico y estructural.
- Desarrollo de sistemas de inspección y control de la conformidad de la ejecución de elementos constructivos de hormigón para instalaciones nucleares.
- Análisis del comportamiento estructural, especialmente a edades tempranas, de hormigones de uso potencial en instalaciones nucleares al objeto de minimizar la probabilidad de fisuración de los mismos y estudiar otros fenómenos, tales como la potencial generación de ettringita diferida.

4. ALCANCE

Para conseguir el objeto indicado en el apartado anterior, se han identificado los siguientes objetivos tecnológicos y su alcance asociado:

- Ingeniería de materiales para la caracterización del comportamiento de hormigones destinados a instalaciones nucleares.
- Ingeniería de diseño para la modelización del comportamiento de grandes elementos estructurales frente a gradientes térmicos generados por reacciones de hidratación de conglomerantes hidráulicos.
- Ingeniería de diseño para la modelización del comportamiento de grandes elementos frente a las coacciones impuestas en algunos puntos críticos desde el punto de vista estructural de las instalaciones nucleares.
- Análisis experimental del comportamiento en laboratorio sobre prototipos de gran volumen.
- Ingeniería de materiales para el desarrollo de criterios de seguimiento, monitorización y control, de la ejecución de este tipo de elementos.

Estos objetivos se organizarán en un total de cinco (5) Paquetes de Trabajo (PT) que llevarán asociados unos entregables para alcanzar los objetivos del presente contrato. Los Paquetes de Trabajo (PT) se estructuran de la siguiente manera:

- Paquete de Trabajo PT0: Fase de lanzamiento

Clave:	Revisión:	Fecha:	Página:
079-ES-DT-0001	0	Octubre 2018	5

- Paquete de Trabajo PT1: Análisis de la información previa y estado del arte.
- Paquete de Trabajo PT2: Aspectos tecnológicos.
- Paquete de Trabajo PT3: Análisis teóricos.
- Paquete de Trabajo PT4: Estudios experimentales.
- Paquete de Trabajo PT5: Conclusiones.

Dichos Paquetes de Trabajo conllevarán un equipo de trabajo acorde al trabajo a realizar, un presupuesto para los mismos y un programa temporal estimado de realización. Será labor del Adjudicatario organizar el equipo de trabajo acorde al alcance asociado a cada Paquete de Trabajo y establecer un programa temporal para cada Paquete de Trabajo en base a los recursos asignados, cumpliéndose siempre el plazo establecido para el contrato en el Pliego de Cláusulas Administrativas.

El resultado de cada Paquete de Trabajo deberá plasmarse en, al menos, un documento que recoja todos los trabajos y estudios realizados, así como las conclusiones y recomendaciones para su aplicación en las instalaciones nucleares. Dadas sus diferentes necesidades y requerimientos, dentro del alcance de este contrato se estudiarán dos instalaciones nucleares con distinta finalidad: una instalación de almacenamiento para residuos de baja y media actividad y otra instalación de almacenamiento para residuos de alta actividad y residuos especiales.

De acuerdo a lo anteriormente indicado, se propone la siguiente metodología, para acometer los trabajos:

1. PT0. Fase de lanzamiento

Las tareas principales que se llevarán a cabo en este Paquete de Trabajo son las siguientes:

- Elaboración del Programa de Garantía de Calidad y Procedimientos específicos
- Elaboración del listado de entregables por Paquete de Trabajo
- Elaboración de la Programación del proyecto
- Elaboración de un Plan de Formación en hormigones para el equipo de trabajo

Los anteriores documentos de gestión del proyecto deberán elaborarse al inicio del contrato. Dichos documentos podrán ser objeto de revisiones posteriores, en caso de que el desarrollo del proyecto así lo aconseje, pero siempre con el consentimiento previo de ENRESA.

Los Paquetes de Trabajo posteriores (PT1 a PT5) consistirán en trabajos de elevada especialización técnica, que se definen en función de cada una de las fases previstas para el desarrollo del proyecto.

Clave: 079-ES-DT-0001	Revisión: 0	Fecha: Octubre 2018	Página: 6
--------------------------	----------------	------------------------	--------------

2. PT1. Análisis de la información previa y estado del arte

2.1 Fase 1.1. Análisis previo de la documentación existente y reuniones con ENRESA

Se efectuarán reuniones técnicas con la participación de todas las partes implicadas en el proyecto, al objeto de identificar los requisitos derivados del carácter nuclear de las instalaciones para las que se van a emplear los elementos de hormigón a desarrollar.

Para ello, ENRESA pondrá previamente a disposición del Adjudicatario toda la documentación que resulte de aplicación y que deberá ser analizada por el Adjudicatario con anterioridad a la celebración de las mencionadas reuniones.

No se establece un número mínimo de reuniones técnicas, sino que se llevarán a cabo tantas como sea necesario hasta que los objetivos y requisitos del proyecto queden perfectamente definidos de cara a poder acometer adecuadamente las siguientes fases del proyecto.

Con carácter orientativo y dado el volumen de documentación a aportar por ENRESA, se estiman dos semanas de trabajo para esta fase.

2.2 Fase 1.2. Análisis de las estructuras de instalaciones nucleares

A continuación, a partir de la documentación facilitada por ENRESA al inicio del contrato, se realizará un análisis de los elementos estructurales más representativos (muros y losas principalmente) empleados en las instalaciones nucleares, tanto existentes como de futura construcción.

2.3 Fase 1.3. Estado del arte

Paralelamente a las dos fases anteriores, se efectuará un estudio bibliográfico que permita configurar un estado del arte sobre los aspectos tecnológicos y estructurales ligados a elementos de hormigón para instalaciones nucleares. Para la realización de este estudio, se podrán consultar tanto fuentes bibliográficas nacionales como internacionales.

2.4 Fase 1.4. Análisis de instalaciones similares

Finalmente, como última fase de este primer Paquete de Trabajo (PT1), se realizará un análisis en profundidad de alguna de las instalaciones nucleares más recientes construidas a nivel internacional y que guarden similitudes técnicas con las existentes o previstas en España.

3. PT2. Aspectos tecnológicos

3.1 Fase 2.1. Identificación de prestaciones para el hormigón

Dentro de este Paquete de Trabajo (PT2), en primer lugar, se procederá a la identificación de las prestaciones que deben exigirse a un hormigón que se pretenda emplear en elementos para instalaciones nucleares, sobre las que, previamente de acuerdo con ENRESA, se deberán centrar las fases experimentales de este proyecto.

Para ello, ENRESA dispone de estudios ya realizados que han permitido la identificación de los materiales más adecuados para la fabricación de los hormigones a emplear en la construcción de

Clave: 079-ES-DT-0001	Revisión: 0	Fecha: Octubre 2018	Página: 7
--------------------------	----------------	------------------------	--------------

los elementos estructurales de las instalaciones nucleares. Además, ENRESA podrá proporcionar documentación de otra índole, tales como informes donde se abordan otros requisitos de carácter técnico que deban cumplir las estructuras de hormigón de las instalaciones nucleares.

De este modo, ENRESA facilitará al Adjudicatario toda la documentación que resulte de interés para acometer esta tarea. El Adjudicatario deberá realizar un contraste y análisis de la información disponible sobre los resultados de estos estudios.

Como resultado de esta fase, se deberán seleccionar diferentes tipologías de hormigón para cada instalación nuclear, teniendo en cuenta que podrán emplearse diferentes tipos de áridos (calizos o silíceos) y diferentes tipos de cementos. No se establece un número mínimo de tipologías de hormigón para cada instalación, sino que su selección dependerá de las que se hayan definido previamente en los estudios aportados por ENRESA.

3.2 Fase 2.2. Selección de tipologías de hormigón

Posteriormente y de forma consecuente con las tipologías estructurales identificadas en la Fase 1.2 y, en su caso, sus requerimientos tensionales, se procederá al estudio de las alternativas más idóneas desde el punto de vista funcional y tecnológico de los hormigones que pudieran emplearse para la construcción dentro de los objetivos de este trabajo.

Como resultado de este estudio, deberán seleccionarse aquellas tipologías de hormigón que se consideren más representativas de entre las definidas en la Fase 2.1. El número mínimo de tipos de hormigón (dosificaciones) a considerar será de tres (3) para cada instalación nuclear objeto de estudio, siendo el total de al menos seis (6) dosificaciones.

3.3 Fase 2.3. Fabricación y caracterización de hormigones en laboratorio

A partir de la Fase 2.2, se procederá a reproducir en laboratorio las dosificaciones seleccionadas para los hormigones de las instalaciones nucleares.

Adicionalmente, deberá llevarse a cabo una caracterización de los hormigones tanto desde el punto de vista mecánico como de otras propiedades físicas que puedan afectar al comportamiento del hormigón en el ámbito objeto de estudio.

Sin carácter limitativo, deberán abordarse ensayos para la obtención de los siguientes parámetros característicos del hormigón:

- Resistencia a compresión simple
- Resistencia a flexotracción
- Resistencia a tracción indirecta
- Módulo de elasticidad
- Coeficiente de Poisson

Clave:	Revisión:	Fecha:	Página:
079-ES-DT-0001	0	Octubre 2018	8

- Coeficiente de dilatación térmica
- Absorción de agua
- Penetración de agua

3.4 Fase 2.4. Fabricación y caracterización de hormigones en central

Una vez caracterizadas en laboratorio (Fase 2.3) las dosificaciones potencialmente utilizables, se pasará a una fase de prototipo de producción a escala industrial. Para ello, se seleccionará una central de hormigonado que pueda colaborar en esta fase.

Como resultado de esta fase, será posible analizar las modificaciones en el comportamiento de los hormigones fabricados, en la central de hormigonado, respecto a los caracterizados en la fase experimental en laboratorio. Para llevar a cabo este estudio, se realizarán al menos los mismos tipos de ensayos indicados en la fase anterior (Fase 2.3).

Deberán fabricarse tantos prototipos como dosificaciones de hormigón se han seleccionado para cada instalación nuclear, siendo el mínimo de tres (3) para cada instalación nuclear objeto de estudio, siendo el total de al menos seis (6) dosificaciones.

3.5 Fase 2.5. Contraste de resultados en la caracterización del hormigón

Posteriormente, se procederá a realizar un análisis y contraste de la caracterización de los hormigones fabricados industrialmente (con las dosificaciones seleccionadas), basado en todos aquellos parámetros que tengan influencia en el desarrollo de temperaturas durante la hidratación.

Para llevar a cabo este análisis y contraste, se compararán como mínimo los resultados obtenidos para todos los parámetros seleccionados en las dos fases anteriores (Fases 2.3 y 2.4), al objeto de acotar la influencia que pudiera tener, en su caso, la producción en instalación industrial (central de hormigón), ya que ésta es la que corresponde con la realidad de la obra a ejecutar.

3.6 Fase 2.6. Caracterización del comportamiento resistente a edades tempranas

La Fase 2.5 se complementará con esta fase que comprende un estudio específico del comportamiento mecánico a edades tempranas, de manera que se puedan alimentar los modelos de comportamiento frente a fisuración a desarrollar en el Paquete de Trabajo PT3.

Este estudio deberá ser teórico-experimental. Por un lado, se identificarán los parámetros físico-químicos que pudieran ser determinantes en cuanto al comportamiento de hormigón a edades tempranas (aspectos reológicos, pérdida de trabajabilidad, desarrollo de resistencias a tracción, succión de encofrados, interacción con desencofrantes, tipos de paneles de encofrado, etc.). Por otro lado, se harán determinaciones experimentales para, en su caso, acotar algunos parámetros relevantes en cuanto a su comportamiento a cortas edades, tales como su viscosidad, por ejemplo.

Clave:	Revisión:	Fecha:	Página:
079-ES-DT-0001	0	Octubre 2018	9

3.7 Fase 2.7. Identificación de alternativas para encofrados

El encofrado juega un papel importante debido a su mayor o menor capacidad de aislamiento en el intercambio de calor entre la masa de hormigón y el entorno que la rodea, por lo que tiene una importancia significativa para el objeto de este proyecto.

Dentro de esta fase, se efectuará un estudio de alternativas para posibles encofrados a emplear en este tipo de elementos estructurales y con este tipo de hormigones. Se deberán analizar como mínimo los encofrados de tipo fenólico y madera, aunque sin carácter limitativo ya que podrán incorporarse al estudio otras tipologías que puedan considerarse apropiadas.

4. PT3. Análisis teóricos

4.1 Fase 3.1. Identificación de tipos de elementos estructurales representativos

En función de las conclusiones del PT1, se procederá a la identificación de los diferentes tipos de elementos estructurales que resulten más representativos a los efectos de este proyecto, teniendo en cuenta las características constructivas de cada instalación nuclear.

Como valor de referencia, y sin carácter limitativo, pueden considerarse un total de seis (6) tipos de elementos, con dos tipologías diferentes (muros y losas) y con diferentes dimensiones (por ejemplo, al menos tres (3) espesores característicos de muros y tres (3) espesores característicos de losas), para cada instalación nuclear considerada en el alcance del presente contrato. En cualquier caso, las tipologías de elementos estructurales a considerar deberán ser consensuadas con ENRESA al inicio de los trabajos, una vez el Adjudicatario haya analizado la totalidad de los elementos estructurales incluidos en el proyecto en cuestión.

4.2 Fase 3.2. Identificación de los mecanismos potenciales de daño

Posteriormente, coherentemente con las tipologías de los elementos estructurales definidas en la Fase 3.1, se procederá a la identificación de los mecanismos críticos de daño potencial (térmico, retracción, mecánico, etc.).

Los mecanismos de daño a considerar en el proyecto, como mínimo, deberán ser:

- Gradiente térmico durante la vida de servicio.
- Gradiente térmico durante la construcción.
- Retracción.
- Fluencia.
- Generación de ettringita diferida.

4.3 Fase 3.3. Modelización del comportamiento térmico del hormigón por hidratación

Clave:	Revisión:	Fecha:	Página:
079-ES-DT-0001	0	Octubre 2018	10

Una vez finalizadas las fases anteriores y considerando los resultados obtenidos de la caracterización de los hormigones que se obtiene en la Fase 2.6, se procederá a la modelización (mediante software específico de elementos finitos) del comportamiento térmico de los elementos estructurales seleccionados en la Fase 3.1, como consecuencia de los calores de hidratación del cemento, generados durante las primeras horas, al objeto de analizar la potencial generación de ettringita diferida y, en su caso, la identificación de medidas para evitar dicho peligro. Así mismo, este proceso deberá permitir la deducción de procedimientos de ejecución y parámetros de hormigonado, tales como espesores de tongada, velocidades de hormigonado, tiempos de curado, superficies máximas de hormigonado, maquinaria a emplear, etc. Estos parámetros se definirán en su momento en función de los resultados que se vayan obteniendo del estudio realizado.

4.4 Fase 3.4. Modelización del comportamiento del hormigón frente a gradientes térmicos interior/exterior

Dentro de esta fase, se modelizará (mediante software específico de elementos finitos) otro mecanismo de difusión térmica propio de este tipo de elementos para instalaciones nucleares. Se trata del mecanismo que se produce en las primeras edades como consecuencia del gradiente térmico diferencial entre el interior de la masa y la superficie, que puede provocar tracciones de autoequilibrio con la consiguiente fisuración. Para optimizar la fiabilidad en el análisis de este fenómeno, es muy importante partir de las conclusiones obtenidas en las Fases 2.7 y 3.3.

4.5 Fase 3.5. Modelización del comportamiento del hormigón frente a gradientes térmicos entre caras en fase de servicio

En esta fase, se modelizará (mediante software específico de elementos finitos) otro mecanismo de difusión térmica, además de los ya comentados en las Fases 3.3 y 3.4. Se trata del mecanismo que se produce durante la fase de servicio debido al gradiente térmico entre caras de un mismo elemento, como consecuencia de la temperatura de operación de algunas partes de las instalaciones nucleares (por ejemplo, la temperatura producida durante la refrigeración de los residuos radiactivos).

Para abordar esta fase, ENRESA proporcionará al Adjudicatario la documentación necesaria sobre los cálculos térmicos que se hayan realizado en las instalaciones nucleares objeto del estudio.

4.6 Fase 3.6. Modelización del comportamiento del hormigón frente a coacciones diferenciales en edades tempranas

Además de lo analizado en las fases anteriores, los elementos, por su propia naturaleza y geometría, pueden verse sometidos a esfuerzos reológicos a edades tempranas, que pueden traer consigo una cierta probabilidad de fisuración. Por este motivo, resulta necesario realizar una modelización de dicho comportamiento frente a potenciales coacciones diferenciales que aparecieran a edades tempranas. Este modelo debe ser alimentado con los resultados obtenidos en la Fase 2.7, previamente realizada.

Clave:	Revisión:	Fecha:	Página:
079-ES-DT-0001	0	Octubre 2018	11

Este análisis permitirá identificar y analizar la influencia de distintos factores (geometría, parámetros tecnológicos, etc.), de manera que se puedan obtener conclusiones para minimizar la aparición de fisuras en estos elementos estructurales.

4.7 Fase 3.7. Modelización del comportamiento del hormigón frente a deformaciones impuestas a largo plazo

Los anteriores modelos realizados en las Fases 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6 serán empleados en esta fase para analizar el comportamiento de los elementos estructurales a medio y largo plazo.

Basándose en dichos modelos, se analizarán las evoluciones térmicas y tensionales a lo largo del tiempo, junto con la interacción, en su caso, de las mismas con las acciones de diseño a las que estuvieran sometidas las instalaciones nucleares. Para ello, ENRESA facilitará toda aquella información relevante sobre los proyectos de instalaciones nucleares que sea de utilidad para este análisis.

5. PT4. Estudios experimentales

Una vez finalizadas las fases anteriores, será necesario desarrollar una serie de fases experimentales que permitan contrastar los resultados obtenidos en los paquetes de trabajo PT2 y PT3 sobre los prototipos reales y, en su caso, calibrar los correspondientes modelos.

Para estos trabajos experimentales y teniendo en cuenta que una buena parte de los potenciales problemas en las estructuras de hormigón tienen un origen térmico, es necesario contrastar la generación de calor, que es consecuencia inevitable del proceso de hidratación del cemento. Es por este motivo, que en este Paquete de Trabajo se contemplan una serie de fases enfocadas a este fin y que se exponen a continuación.

5.1 Fase 4.1. Diseño de cámara adiabática

En esta fase, deberá diseñarse y fabricarse una cámara adiabática para el ensayo de bloques de hormigón de gran volumen.

5.2 Fase 4.2. Ensayos de determinación de calor sobre prototipo de hormigón de gran volumen

Esta fase comprende la realización de una campaña experimental de ensayos de determinación de la generación de calor en condiciones adiabáticas (sin intercambio de calor con la atmósfera) de prototipos de hormigón de gran volumen. Para ello, utilizando la cámara desarrollada en la fase anterior (Fase 4.1), se procederá a la fabricación, instrumentación y seguimiento de la evolución de elementos de hormigón de dimensiones mínimas de 100 x 100 x 100 cm³.

Estos ensayos deberán permitir, al menos:

- Evaluar la cota superior de temperatura a alcanzar por las reacciones de hidratación del cemento, ya que no hay transferencia de calor con el exterior.

Clave:	Revisión:	Fecha:	Página:
079-ES-DT-0001	0	Octubre 2018	12

- Calibrar los modelos teóricos con experimentación real, de forma que permita introducir las correcciones necesarias para la prognosis del comportamiento sobre otros elementos con mayores dimensiones.
- Contrastar los modelos teóricos físico-químicos de generación de calor con la realidad experimental.

Se utilizarán dosificaciones de hormigón coherentes con los resultados obtenidos en el PT2 y se fabricarán tantos bloques de hormigón como dosificaciones se hayan establecido para cada una de las instalaciones nucleares objeto de estudio.

5.3 Fase 4.3. Diseño de ensayos para la caracterización del hormigón frente al transporte unidireccional de calor

En esta fase, se procederá al diseño de una campaña de ensayos para la caracterización del comportamiento del hormigón frente a mecanismos unidireccionales de transporte de calor.

Se deberá diseñar una metodología para la evaluación en laboratorio del coeficiente de difusión de calor del hormigón (por ejemplo, con el empleo de termopares) sobre probetas instrumentadas de diferentes tamaños. El número de ensayos será al menos de cinco (5) por cada dosificación seleccionada, todo ello en función de los resultados de las fases anteriores.

La campaña de ensayos deberá ser presentada a ENRESA para su revisión y aceptación antes de pasar a la Fase 4.4.

5.4 Fase 4.4. Ensayos de determinación del coeficiente de difusión de calor del hormigón

El alcance de esta fase comprende la realización de la campaña definida en el Fase 4.3. Entre otros aspectos, esta fase permitirá la calibración de los correspondientes coeficientes reales de difusión de calor en este tipo de hormigones, muy condicionados por el tipo de árido que se haya seleccionado (calizo o silíceo) y que puede introducir notables modificaciones respecto a los valores normalmente manejados en hormigones “convencionales”.

En este sentido, conviene destacar que ENRESA ha llevado a cabo estudios específicos para la definición de los áridos más adecuados a emplear en sus instalaciones nucleares, existentes y futuras. Por tanto, ENRESA pondrá a disposición del Adjudicatario toda la información disponible sobre los áridos seleccionados, así como, sobre sus canteras de origen.

5.5 Fase 4.5. Diseño de experimentación en laboratorio sobre elementos de hormigón de gran volumen.

En esta fase, se deberá plantear el diseño de prototipos de laboratorio a escala real (es decir, con las mismas dimensiones que los elementos de las instalaciones nucleares) que permitan

Clave: 079-ES-DT-0001	Revisión: 0	Fecha: Octubre 2018	Página: 13
--------------------------	----------------	------------------------	---------------

instrumentar y contrastar la mayor parte de los parámetros deducidos en cada una de las fases del proyecto.

Se instrumentarán, al menos, las deformaciones, temperaturas y módulo de elasticidad dinámico (como indicador de la microfisuración), aunque se podrán instrumentar, en su caso, otros factores como, por ejemplo, los empujes sobre encofrados u otros parámetros que pudieran considerarse relevantes para el alcance del presente contrato. Los parámetros a considerar en la instrumentación deberán ser previamente acordados con ENRESA.

Por tanto, este prototipo servirá a modo de experiencia piloto en laboratorio del comportamiento de los elementos estructurales seleccionados y analizados.

Se deberán fabricar tantos prototipos de laboratorio como tipologías de hormigones se hayan seleccionado para esta fase de estudio en cada instalación nuclear alcance del contrato.

5.6 Fase 4.6. Ensayos en laboratorio sobre elementos de hormigón de gran volumen

Finalmente, en esta fase, se procederá a la construcción y auscultación de los prototipos diseñados en la Fase 4.5.

La auscultación deberá ser exhaustiva durante el plazo que se establezca como razonable en la planificación propuesta por el Adjudicatario. Si bien, de conformidad con ENRESA y con la disponibilidad de espacio en el laboratorio seleccionado, se podría mantener la instrumentación durante un periodo mayor al inicialmente establecido al objeto de obtener una medición lo más completa posible.

6. PT5. Conclusiones del estudio

Una vez finalizadas las fases anteriores, se redactarán las conclusiones que irán organizadas de la siguiente manera:

- Fase 5.1. Conclusiones relativas a prescripciones técnicas de los materiales, tanto del propio hormigón como para la selección de sus materias primas.
- Fase 5.2. Conclusiones relativas a procedimientos constructivos de los elementos de hormigón con grandes volúmenes para instalaciones nucleares.
- Fase 5.3. Conclusiones relativas a procedimientos de control e inspección durante la construcción de los elementos de hormigón para instalaciones nucleares.

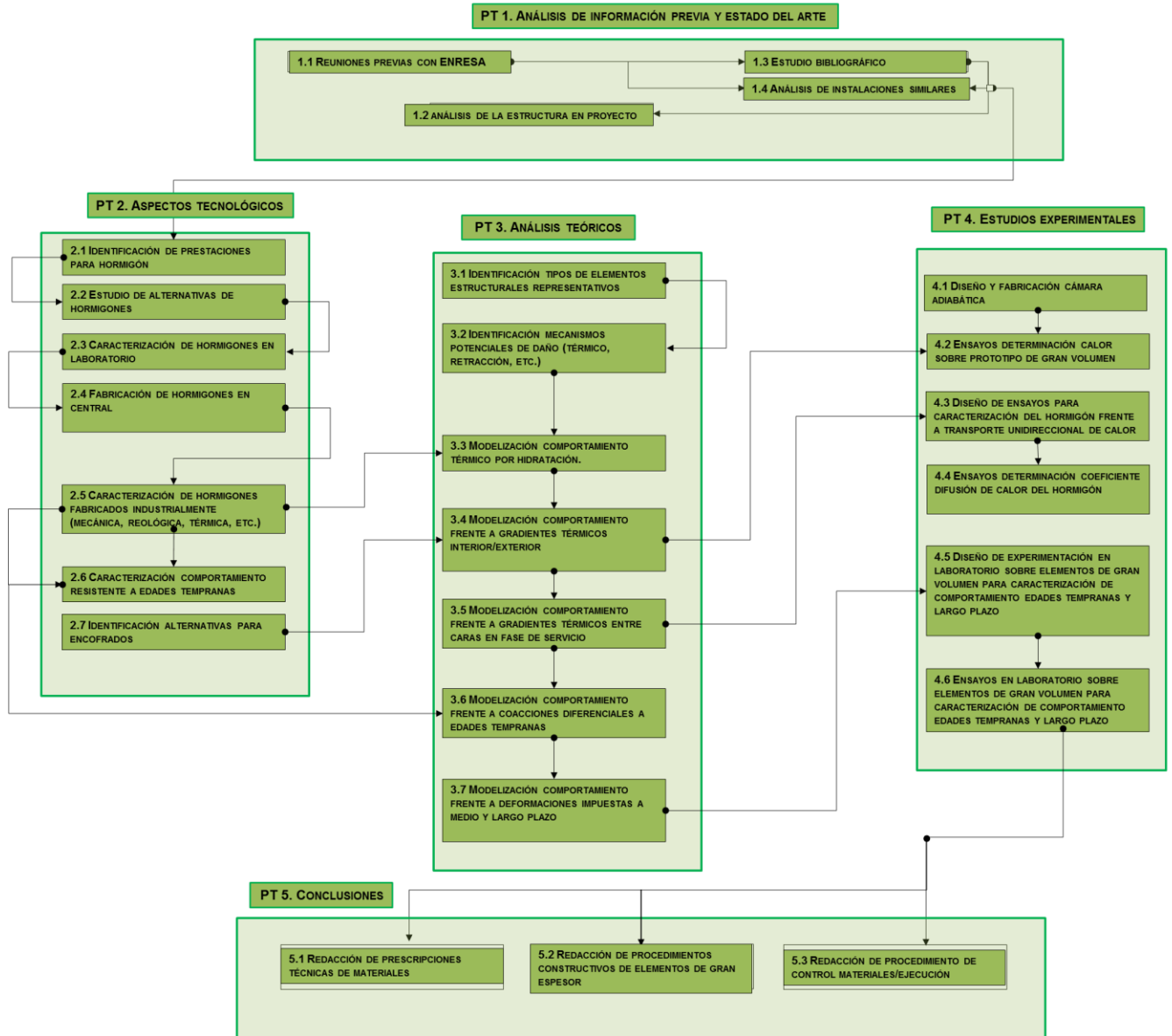
En caso necesario, las conclusiones se estructurarán de forma independiente para cada instalación nuclear objeto de estudio.

7. Resumen de las fases por Paquete de Trabajo

A continuación, se presenta el diagrama de flujo que resume a modo ilustrativo los Paquetes de Trabajo técnicos (PT1 a PT5) y sus correspondientes fases:

Clave: 079-ES-DT-0001	Revisión: 0	Fecha: Octubre 2018	Página: 14
--------------------------	----------------	------------------------	---------------

ACTIVIDADES DEL "ESTUDIO EXPERIMENTAL PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TECNOLÓGICO A CORTO Y LARGO PLAZO DE ELEMENTOS SINGULARES DE HORMIGÓN PARA INSTALACIONES NUCLEARES"



Clave: 079-ES-DT-0001	Revisión: 0	Fecha: Octubre 2018	Página: 15
--------------------------	----------------	------------------------	---------------

5. ORGANIZACIÓN DEL SERVICIO

5.1. GENERAL

El Adjudicatario tendrá la responsabilidad de ejecutar los alcances que se indican en el apartado 4 de este Pliego de Prescripciones Técnicas, conforme a las condiciones establecidas en el mismo.

El Adjudicatario debe garantizar la ejecución de las actividades asociadas a cada fase en los términos establecidos en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas y de acuerdo con la práctica habitual de la industria en servicios similares.

El Adjudicatario deberá realizar cuantos análisis, ensayos y cálculos sean necesarios para la producción de los contenidos exigidos en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas, con el objeto de elaborar los documentos alcance del presente contrato.

El Adjudicatario se desplazará para mantener cuantas reuniones sean necesarias con ENRESA. Tales gastos se consideran incluidos en la oferta que presente el Adjudicatario.

El precio ofertado por el Adjudicatario incluirá los gastos asociados a los desplazamientos (viajes) a las instalaciones nucleares que, en su caso, sean necesarios para mantener reuniones o tomar datos necesarios para la realización del estudio. Igualmente, en el precio ofertado por el Adjudicatario se consideran incluidos los costes del personal dedicado a las labores de dirección, gestión, coordinación y seguimiento de proyectos, garantía de calidad, prevención de riesgos laborales, etc., esto es, todos los costes de personal no vinculados directamente a tareas técnicas.

ENRESA suministrará la documentación necesaria para que el Adjudicatario pueda realizar las actividades asignadas.

Tanto el Adjudicatario como el personal asignado a éste se comprometerán a guardar absoluta reserva sobre instalaciones, procedimientos, incidencias, etc. de ENRESA. Igualmente se obligará a guardar absoluta reserva sobre cualquier dato que pudiera conocer del personal de ENRESA y en general de cualquier persona relacionada con ella. A tal efecto, a todo el personal adscrito al servicio se le facilitarán los procedimientos establecidos en ENRESA concernientes a la protección de datos de carácter personal, para su conocimiento y compromiso por escrito de su cumplimiento y responsabilidad. El Adjudicatario será responsable de la disciplina de su personal y del cumplimiento por el mismo de las normas de régimen interno para el trabajo en ENRESA. Asimismo, se hará solidario de los daños y perjuicios que su personal pudiera ocasionar.

Asimismo, el Adjudicatario se responsabiliza del estricto cumplimiento de las obligaciones en materia de seguridad y salud en el trabajo, y en particular las estipuladas en la ley 31/1 995, de 5 de noviembre, de prevención de riesgos laborales y demás normas reglamentarias al respecto.

Clave: 079-ES-DT-0001	Revisión: 0	Fecha: Octubre 2018	Página: 16
--------------------------	----------------	------------------------	---------------

El Adjudicatario será responsable del cumplimiento estricto de la normativa laboral vigente con carácter general, así como de la específica aplicable a los servicios contratados.

ENRESA se reserva el derecho de verificar si el personal adscrito al servicio que se contrata cumple con los perfiles establecidos en la licitación, obligándose la empresa a relevar a los trabajadores que ENRESA considere que no reúnen los requisitos especificados en el mismo.

El Adjudicatario deberá comunicar a ENRESA, en caso de sustituciones en el personal encargado de la ejecución del servicio, las causas de sustitución y los datos del trabajador que se incorpora, que deberá cumplir con las condiciones solicitadas en los Pliegos. En cualquier caso, el Adjudicatario deberá presentar en el menor plazo posible, la documentación que ENRESA exige para el personal externo.

5.2. DESARROLLO DEL SERVICIO

ENRESA designará un Coordinador o Responsable del seguimiento técnico y económico del proyecto.

ENRESA suministrará la documentación necesaria, a través del coordinador que sea designado, para que sea evaluada por el Adjudicatario. Además, determinará qué otros apoyos sean necesarios para el resto de responsabilidades indicadas en el alcance.

Los trabajos a realizar por el Adjudicatario se estructuran en Paquetes de Trabajo. Cada uno de ellos está formado por varias fases, conforme a lo indicado en el apartado 4 del presente Pliego de Prescripciones Técnicas.

Como resultado del trabajo realizado en cada Paquete de Trabajo, el Adjudicatario hará entrega a ENRESA de uno o varios documentos que deberán ser revisados y aceptados (según el caso) por el responsable del proyecto de ENRESA. Dichos entregables serán, al menos, los presentados por el Adjudicatario en su oferta.

El Adjudicatario es responsable de la edición de los documentos, en soporte digital y/o papel, de todos los Paquetes de Trabajo objeto de contratación, según necesidades de ENRESA.

5.3. EQUIPO DE TRABAJO

El equipo de trabajo a ofertar deberá adaptarse a los trabajos indicados en el alcance del apartado 4 de este Pliego de Prescripciones Técnicas.

El equipo mínimo estará formado por tres Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (o titulación equivalente) con elevado conocimiento en hormigón estructural. Dada la complejidad técnica asociada a los trabajos a realizar, se exige que todo el personal mínimo adscrito al contrato sea altamente cualificado y que sea tanto especialista en hormigón armado como que tenga experiencia en el

Clave: 079-ES-DT-0001	Revisión: 0	Fecha: Octubre 2018	Página: 17
--------------------------	----------------	------------------------	---------------

proyecto, ejecución y control de estructuras de hormigón. De igual modo, el Adjudicatario podrá ofertar más personal del requerido como equipo mínimo, o perfiles / disciplinas distintas a las que aquí se indican, si así lo considera necesario, en función de su programa de actividades.

El equipo mínimo exigido para la ejecución de los trabajos objeto del presente contrato deberá estar a disposición del contrato en todo momento, e intervenir únicamente en caso necesario según el programa de trabajo que finalmente se establezca para el proyecto. Por tanto, dicho personal no tendrá que imputar necesariamente toda su jornada al contrato, sino que lo hará a demanda, según la programación de tareas para cumplir con el alcance de los paquetes de trabajo definidos.

A continuación, se indica el equipo mínimo y sus requisitos, que deben cumplirse para la prestación del servicio:

- Un (1) Director de Proyecto: El Adjudicatario deberá designar un Director de Proyecto que será el responsable directo del servicio, con poderes para adoptar soluciones siempre que sea necesario y que se relacionará con el responsable del contrato por parte de ENRESA para resolver cualquier incidencia que se produzca sobre la ejecución del mismo. Asimismo, será el encargado de la dirección del servicio y de impartir directamente las instrucciones de trabajo al resto de trabajadores del Adjudicatario.

Los requisitos mínimos que debe cumplir este perfil son:

- Titulación universitaria mínima nivel 3^(*): máster en Ingeniería Civil o Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.
 - Experiencia mínima de 3 años en labores de coordinación de proyectos relacionados con la ingeniería estructural.
 - Experiencia mínima de 3 años en labores de coordinación de proyectos de investigación y desarrollo relacionados con las estructuras de hormigón armado.
- Un (1) Ingeniero Senior: El Adjudicatario deberá designar un Ingeniero Senior o Coordinador Técnico, que será el responsable de la organización técnica de los trabajos de ingeniería. Así mismo, será el responsable de la supervisión y seguimiento de los trabajos de laboratorio.

Los requisitos mínimos que debe cumplir este perfil son:

- Titulación universitaria mínima nivel 3^(*): máster en Ingeniería Civil o Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.
- Experiencia mínima de 3 años en proyectos relacionados con la ingeniería estructural y el hormigón armado.

Clave:	Revisión:	Fecha:	Página:
079-ES-DT-0001	0	Octubre 2018	18

- Un (1) Ingeniero Junior: El Adjudicatario deberá designar un Ingeniero Junior, que será el responsable de realizar las modelizaciones del comportamiento del hormigón mediante el empleo de programas de elementos finitos.

Los requisitos mínimos que debe cumplir este perfil son:

- Titulación universitaria mínima nivel 3^(*): máster en Ingeniería Civil o Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.
- Experiencia mínima de 3 años en proyectos relacionados con la ingeniería estructural y el hormigón armado.
- Manejo de herramientas informáticas, tales como ATENA, LUSAS o B4CAST, que permitan la modelización del hormigón armado para los fines objeto de este contrato.

(*) Titulaciones según catálogo de títulos universitarios oficiales según RD 967/2014, de 21 de noviembre.

Todos los perfiles profesionales ofertados por el Adjudicatario deberán estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante, y cumplir con las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión.

El equipo de trabajo podrá completarse con otros perfiles según las actividades que deban realizarse en cada Paquete de Trabajo, pero al menos deberán garantizarse estos requisitos mínimos para asegurar una correcta coordinación de todas las tareas en los diferentes Paquetes de Trabajo.

5.4. MEDIOS MATERIALES

El Adjudicatario aportará los medios materiales precisos para la ejecución del servicio, tales como: ordenadores, material de oficina, programas informáticos, telefonía móvil, etc. En particular, el Adjudicatario deberá disponer para la realización del servicio de un programa informático de elementos finitos tipo ATENA, LUSAS o B4CAST.

El Adjudicatario deberá proporcionar las oficinas donde ubicarse durante la realización del servicio.

Dado que una componente importante de los trabajos a realizar son los ensayos en laboratorio y el diseño, fabricación y empleo de prototipos industriales, el Adjudicatario deberá aportar información del laboratorio o los laboratorios donde se llevarán a cabo estas actividades.

Por otro lado, el Adjudicatario deberá proporcionar información relativa a la central de hormigón donde se fabricarán los prototipos a escala industrial.

Clave:	Revisión:	Fecha:	Página:
079-ES-DT-0001	0	Octubre 2018	19

5.5. PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS

El Adjudicatario debe comprometerse a iniciar las actividades objeto de este Pliego de Prescripciones Técnicas en el momento que tenga lugar la reunión de lanzamiento del contrato y finalizarlas una vez se haya completado el alcance establecido en el apartado 4 de este Pliego de Prescripciones Técnicas, todo ello dentro del plazo establecido para el presente contrato en el Pliego de Cláusulas Administrativas.

La planificación de las tareas deberá ser realista con los requisitos exigidos en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas y con el alcance de los trabajos que deben ser realizados, y siempre cumpliendo con el plazo de ejecución establecido en el Pliego de Cláusulas Administrativas.

El Adjudicatario deberá elaborar un programa que contemple la duración de cada uno de los Paquetes de Trabajo en función de su alcance y de los recursos disponibles. Dicho programa de trabajo será presentado y aprobado en la reunión de lanzamiento del contrato. Este programa podrá ser modificado durante el desarrollo de los trabajos, si las circunstancias así lo hacen necesario, pero siempre con el consentimiento previo de ENRESA.

5.6. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE ACTIVIDADES Y COSTES

Antes del inicio de los trabajos, ENRESA convocará la reunión de lanzamiento del contrato donde se analizará de forma general el objeto del servicio y se expondrá el alcance y la organización de los Paquetes de Trabajo. En dicha reunión, ENRESA hará entrega al Adjudicatario de la documentación necesaria que pueda ser de utilidad para el desarrollo del servicio.

Durante el desarrollo del contrato, se mantendrán reuniones de seguimiento técnico, en las que se revisarán las actividades realizadas y se expondrá la planificación para las siguientes. El responsable del proyecto de ENRESA deberá convocar las reuniones de seguimiento y participar en las mismas.

Las reuniones de seguimiento se convocarán, al menos, con una periodicidad trimestral. No obstante lo anterior, las reuniones podrán modificarse para hacer coincidir las mismas con los hitos previstos para la finalización de cada uno de los Paquetes de Trabajo, pero siempre tratando de respetar la frecuencia mínima establecida.

Con carácter previo a la celebración de dicha reunión, el Adjudicatario deberá elaborar y remitir a ENRESA un informe de seguimiento del periodo sometido a seguimiento, según el formato que sea facilitado por ENRESA o bien acordado con ésta.

Así mismo, a la finalización del contrato, se mantendrá una reunión final de proyecto donde el Adjudicatario hará entrega a ENRESA de toda la documentación generada durante el servicio y expondrá un resumen general de todos los trabajos realizados y los resultados obtenidos.

Clave:	Revisión:	Fecha:	Página:
079-ES-DT-0001	0	Octubre 2018	20

Se levantará acta de todas las reuniones de seguimiento que se celebren y será responsabilidad del Adjudicatario la preparación de la misma. Dicha acta de reunión será enviada a ENRESA para su revisión y aprobación.

Para cada una de estas reuniones, el Adjudicatario deberá preparar una presentación técnica para exponer las actividades realizadas durante el periodo, el estado de los trabajos y los resultados obtenidos. Dicha presentación será anexada al acta de reunión correspondiente.

El Adjudicatario deberá cumplir las normas vigentes en cada momento para la realización del seguimiento técnico y económico de los proyectos de I+D. En particular, será responsable de la cumplimentación de las fichas de seguimiento de proyectos de I+D, las cuales se presentarán trimestralmente (o semestralmente, según la periodicidad que finalmente establezca ENRESA). El formato de estas fichas será el que suministre ENRESA. Además, deberá elaborar la presentación final del proyecto realizado (presentación y poster en formato Power Point o Corel Draw).

El Adjudicatario incluirá en dichos informes de seguimiento los registros de la formación en materia de hormigones llevada a cabo en el periodo anterior, al objeto de que ENRESA pueda hacer el adecuado seguimiento del Plan de Formación propuesto en el Paquete de Trabajo 0 (PT0), considerada condición especial de ejecución del presente contrato.

5.7. IDIOMA OFICIAL

El idioma oficial para el desarrollo de los servicios objeto de este Pliego de Prescripciones Técnicas será el castellano.

Todo el personal que intervenga en la prestación de estos servicios deberá hablar, leer y escribir en castellano.

5.8. PROPIEDAD

Toda la documentación generada y los modelos desarrollados durante la prestación de los servicios objeto de este Pliego de Prescripciones Técnicas serán propiedad de ENRESA.

5.9. GARANTÍA DE CALIDAD

Los trabajos para los que se solicita oferta, son de Nivel RS (Nivel I) de acuerdo con la graduación de requisitos de Garantía de Calidad de ENRESA, por lo que los requisitos de Garantía de Calidad serán acordes con la Guía 10.1, y por tanto con la norma UNE 73.401, así como todas las Guías del CSN de la serie 10 e Instrucciones de Seguridad del CSN que le sean de aplicación o guías equivalentes. De acuerdo con las guías indicadas también serán aceptables sistemas de calidad basados en la norma ANSI-ASME-NQA1, apéndice B del 10CFR50 o el código de práctica de la OIEA 50-C/SG-Q.

Clave:	Revisión:	Fecha:	Página:
079-ES-DT-0001	0	Octubre 2018	21

Plan de calidad específico para los trabajos de ingeniería a realizar:

El Adjudicatario deberá presentar un avance del Plan de Calidad específico para los trabajos que va a realizar. El mismo deberá cumplir con los requisitos de la norma UNE 73.402 “Garantía de Calidad en el diseño de instalaciones nucleares” o un sistema nuclear similar, que sea internacionalmente reconocido, como por ejemplo el ASME NQA1 “*Quality Assurance Program Requirements for Nuclear Facilities*”.

Este Plan de Calidad deberá contener al menos los siguientes aspectos:

- Definición de alcance y organización específica de proyecto propuesta, indicando responsabilidades, interrelaciones y canales de comunicación con ENRESA.
- El plan debe contemplar la formación del personal propuesto.
- Los requisitos de control de diseño de la ingeniería y sus modificaciones cumplirán con los requisitos de la guía 10.6 del CSN y de la norma UNE 73.402.
- El control de documentos se realizará cumpliendo con los requisitos de la Guía 10.2 del CSN y de la norma UNE 73.401.
- Los registros de garantía de calidad se emitirán, clasificarán, almacenarán y dispondrán de acuerdo con los requisitos de la IS-24 y Guía 10.2 del CSN, y la norma ANSI-ASME-NQA-1 de 2008, junto con sus apéndices 17 A-1, y 17 A-2.
- Todos los documentos y registros importantes para la seguridad generados por el Adjudicatario deberán ser transferidos a ENRESA. En el caso de que por razones de propiedad industrial o intelectual no fuera así, se establecerán los requisitos para que dichos documentos y registros sean archivados y conservados por el Adjudicatario. Estos requisitos se establecerán de acuerdo a lo definido en la instrucción IS-24 del CSN, y dicha documentación será puesta a disposición de las autoridades competentes y de ENRESA, cuando éstas así lo requieran.
- En cuanto a aplicaciones informáticas utilizadas en los cálculos de diseño, los requisitos de la Norma UNE 73.404 “Garantía de Calidad en los Sistemas Informáticos Aplicados a Instalaciones Nucleares” y en la Norma ASME NQA- I “*Quality Assurance Requirements for Nuclear Facility Applications*” en su parte II, subparte 2.7 “*Quality Assurance Requirements for Computer Software for Nuclear Facility Applications*”, son aceptables como base para implantar los requisitos para el control del Software.

Clave:	Revisión:	Fecha:	Página:
079-ES-DT-0001	0	Octubre 2018	22

- Procedimiento propuesto para la disposición, revisión y aceptación de No Conformidades. La emisión de elementos no conformes y acciones correctivas se realizará de acuerdo con los requisitos de la norma UNE 73.401.

En el caso que el sistema de calidad evaluado y aplicado para este alcance, no cumpla con algún aspecto de la normativa mencionada y necesite medidas complementarias para completar algún aspecto del sistema de calidad auditado, éstas serán incluidas en el Plan de Calidad o en procedimientos específicos.

Antes del inicio de los trabajos (reunión de lanzamiento del contrato) se acordará con ENRESA el desarrollo de detalle de dicho Plan de Calidad, teniendo que estar aceptado por ENRESA antes del inicio de los trabajos.

Algunos de los aspectos de detalle son:

- Emisión de documentos: Las actividades propias del alcance del contrato estarán previamente descritas en procedimientos aprobados por la organización emisora del mismo, incluidos los relativos a la caracterización, inspección y ensayo. Los procedimientos y otros documentos organizativos del proyecto estarán previamente aceptados por Enresa.
- Pruebas y ensayos: Las pruebas y los ensayos realizados por el Adjudicatario o por laboratorios colaboradores del mismo, estarán previamente procedimentados, asegurando así la correcta definición del alcance de las pruebas o ensayos a realizar, las responsabilidades del personal, el control en la ejecución a través personal no participante en las pruebas o ensayos y los criterios de aceptación establecidos para tal fin. Aquellas pruebas o los ensayos regulados a través de normas nacionales o internacionales (normalizados), serán llevadas a cabo de manera que se asegure, mediante las evidencias oportunas, que dichas actividades han sido llevadas a cabo bajo las pautas normalizadas.
- Equipos de ensayo y medida: Sobre los equipos de ensayo y medida utilizados se llevará a cabo un control e identificación de éstos. Las calibraciones serán iniciales y/o periódicas al menos frente a patrones de trabajo.