

CSN-1076.30

IDENT.: CSN/IEV/CITI/ATC/1505/36

REV: 0

SUPL:

SUPLEMENTOS

TITULO: Evaluación de los estudios de caracterización del emplazamiento del ATC en Villar de Cañas (Cuenca), presentados por Enresa con la solicitud de autorización previa de la instalación.

CÓDIGO DE IMPUTACIÓN: S.02.10.02.03.01

CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA: SI

CONCEPTO (1)	NOMBRE	PUESTO DE TRABAJO	FIRMA	FECHA
AUTORA		Técnico CITI		10/7/2015
AUTOR		Técnico CITI		10/7/2015
AUTOR		Técnico CITI		10/07/15
AUTOR		Técnico CITI		10.07.15
AUTOR		Técnico CITI		10/07/2015
REVISADO		Jefe Área CITI		10/07/2015
APROBADO		Subdirector SIN		10/07/15

(1) AUTOR, REVISADO, APROBADO, VISTO BUENO, CONFORMADO

ID-878889

ÍNDICE

1. OBJETO

2. ALCANCE

3. ANTECEDENTES

4. NORMATIVA APLICABLE Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

5. EVALUACIÓN

5.1. Caracterización geográfica, demográfica y de instalaciones próximas

5.1.1 Trabajos de caracterización realizados y resultados obtenidos

5.1.2 Contribución a las bases de diseño del ATC

5.1.3 Conclusiones de revisión sobre geografía, demografía e instalaciones próximas

5.2. Caracterización geológica y geomorfológica

5.2.1 Trabajos de caracterización realizados y resultados obtenidos

5.2.2 Contribución a las bases de diseño del ATC

5.2.3 Conclusiones de revisión de la caracterización geológica y geomorfológica

5.3. Caracterización sísmológica

5.3.1 Trabajos de caracterización realizados y resultados obtenidos

5.3.2 Contribución a las bases de diseño del ATC

5.3.3 Conclusiones de revisión de la caracterización sísmológica

5.4. Caracterización meteorológica

5.4.1 Trabajos de caracterización realizados y resultados obtenidos

5.4.2 Contribución a las bases de diseño del ATC

5.4.3 Conclusiones de revisión de la caracterización meteorológica

5.5. Caracterización de hidrología superficial

5.5.1 Trabajos de caracterización realizados y resultados obtenidos

5.5.2 Contribución a las bases de diseño del ATC

5.5.3 Conclusiones de revisión de la caracterización de hidrología superficial

5.6. Caracterización hidrogeológica e hidrogeoquímica

5.6.1 Trabajos realizados de caracterización hidrogeológica y resultados obtenidos

5.6.2 Trabajos realizados de caracterización hidrogeoquímica y resultados obtenidos

5.6.3 Contribución a las bases de diseño del ATC

5.6.4 Conclusiones de revisión de la caracterización hidrogeológica

5.6.5 Conclusiones de revisión de la caracterización hidrogeoquímica

5.7. Caracterización geotécnica y de estabilidad del terreno

5.7.1 Trabajos de caracterización realizados y resultados obtenidos

5.7.2 Contribución a las bases de diseño del ATC

5.7.3 Conclusiones de revisión de la caracterización geotécnica y estabilidad

5.8. Otros documentos soporte de la solicitud de autorización previa y relacionados con parámetros del emplazamiento

5.8.1 Declaración de necesidades y justificación del emplazamiento elegido

5.8.2 Descripción de actividades y obras preliminares de infraestructura

6. CONCLUSIONES FINALES DE LA EVALUACIÓN

7. REFERENCIAS

8. ANEXOS

Anexo 1: Documentación de integración y complementaria aportada por Enresa en relación con los trabajos de caracterización del emplazamiento del ATC.

Anexo 2: Actas de reunión CSN-Enresa sobre aspectos específicos de caracterización del emplazamiento del ATC.

Evaluación de los estudios de caracterización del emplazamiento del ATC en Villar de Cañas (Cuenca), presentados por Enresa con la solicitud de autorización previa de la instalación.

1.- OBJETO

En este informe se describe la evaluación realizada en el Área CITI (SIN-DSN) de los estudios de caracterización del emplazamiento del Almacenamiento Temporal Centralizado (ATC), situado en el término municipal de Villar de Cañas (Cuenca), que ha presentado Enresa en apoyo de la solicitud de autorización previa de la instalación, que formuló ante el Ministerio de Industria, Energía y Turismo en enero de 2014, ref. [1]. La documentación de Enresa objeto de esta evaluación es la siguiente:

- *“Estudio de caracterización del emplazamiento del ATC en Villar de Cañas (Cuenca) y de la zona de influencia de la instalación”*, Rev. 1, del 7/Mayo/2015 (Doc. 042-IF-TC-0008). Remitido al CSN con carta de Enresa ref. 042-CR-IS-2015-0016 y fecha 12/05/2015; registro entrada CSN nº 8.079 del 13/05/2015, ref. [2].

También se ha revisado, en lo relativo a parámetros de emplazamiento competencia del Área CITI, de acuerdo con la organización y distribución del trabajo por Áreas indicada en el apartado 4.2 de la Guía de Licenciamiento ref. [5] elaborada por la “coordinación del proyecto ATC”, la información siguiente que acompaña la solicitud de autorización previa de la instalación como documentación preceptiva:

- *“Declaración de necesidades”*, Rev. 2, del 7/Mayo/2015 (Doc. 042-IF-TC-0003). Capítulo 4, *“Emplazamiento”* (justificación del emplazamiento elegido). Documento remitido al CSN con la carta de Enresa ref. 042-CR-IS-2015-0016 antes citada, ref. [3].
- *“Descripción de las actividades y obras preliminares de infraestructura”*, Rev. 2, del 7/Mayo/2015 (Doc. 042-IF-TC-0009). Capítulo 3, *“Justificación de la no afección a las obras principales”*. Documento remitido también con la carta de Enresa antes citada, ref. [4].

2.- ALCANCE

El alcance de esta evaluación está orientado en la guía ref. [5] y corresponde a los documentos del Objeto. Se excluye del alcance de este informe el capítulo 2.9 (Resumen de condiciones del emplazamiento y bases de diseño) del documento ref. [2], cuya revisión se realiza en informe de evaluación aparte, ref. [6].

Forma parte del alcance de esta evaluación toda la información aportada por Enresa durante el proceso de licenciamiento en relación con la caracterización del emplazamiento del ATC:

- Documentación de integración y complementaria aportada por Enresa hasta la fecha de elaboración del presente informe, listada con detalle en el Anexo 1.
- Reuniones específicas sobre aspectos de caracterización del emplazamiento del ATC celebradas con Enresa, cuya información y acuerdos figura recogido en las respectivas “Actas de Reunión”, listadas con detalle en el Anexo 2.
- La inspección realizada en el emplazamiento del ATC por técnicos del Área CITI, Acta ref. [7].

Se han considerado como soporte de esta evaluación los informes elaborados por URS-España para el CSN (contrato núm. expediente SIN/4294/14/227.06, para la revisión de seguridad de los estudios de caracterización del emplazamiento del ATC).

También se han considerado los informes de evaluación previos elaborados por el Área CITI en relación con el diseño genérico y la caracterización del emplazamiento del ATC:

- CSN/IEV/CITI/ATC/0510/05: *“Evaluación de los aspectos de emplazamiento del Estudio de Seguridad del diseño genérico del Almacén Temporal Centralizado (ATC) de combustible gastado”*, ref. [8].
- CSN/NET/CITI/ATC/1310/27: *“Revisión de documentos de la Fase 1 del Plan de Caracterización del Emplazamiento del Almacén Temporal Centralizado (ATC) de combustible gastado”* [9].
- CSN/NET/CITI/ATC/1410/45: *“Aclaraciones e información adicional respecto a la documentación remitida por Enresa al CSN sobre la caracterización del emplazamiento del ATC”*, ref. [10].
- CSN/NET/CITI/ATC/0402/06 (STN/CITI/NET/04/04): *“Evaluación, según factores del emplazamiento, de los criterios básicos propuestos en el ‘Proyecto de Diseño Genérico del ATC’ [CSN/SITE/ARAA/ATC/0307/01]”*, ref. [17], en lo relativo a probabilidades de excedencia de los sucesos contemplados en el diseño.
- CSN/NET/CITI/ATC/0605/20 (STN/CITI/NET/18/06): *“Evaluación de los aspectos de emplazamiento de la Revisión 1 del ‘Estudio Seguridad Diseño Genérico del ATC’ presentada por ENRESA”*, ref. [18].

3.- ANTECEDENTES

- Desde el acuerdo del Consejo de Ministros de Dic/2011 que aprobó la designación del emplazamiento propuesto por el municipio de Villar de Cañas para albergar el ATC, hasta la solicitud de Enresa de autorización previa y de construcción para la instalación (periodo Dic/2011 a Enero/2014).

La actividad de evaluación del Área CITI se dedicó a la valoración inicial del “Plan de Caracterización del Emplazamiento del ATC” que propuso Enresa, tratando de aportar mejoras en objetivos y contenidos del Plan. Durante julio a noviembre de 2012 se mantuvieron varias reuniones con Enresa (Anexo 2); se apuntaron posibles dificultades en el comportamiento del terreno a partir de la información entonces conocida, dificultades que luego se han confirmado como problemas reales.

Luego, durante el año 2013, se revisaron en el Área CITI los avances y resultados parciales de la Fase I del Plan de Caracterización de Enresa, cuya primera entrega formal se realizó en Junio/2013. Se mantuvieron reuniones técnicas específicas dedicadas a debatir los resultados obtenidos y discutir posibles pautas para orientar los trabajos necesarios que permitieran avanzar eficazmente en la caracterización; tratando de resolver y acotar incertidumbres en la definición de las bases de diseño del ATC asociadas a parámetros de emplazamiento.

- Desde la solicitud de Enresa de autorización previa y de construcción para el ATC hasta contar en el Área CITI con el apoyo de URS (Enero a Julio/2014).

Se mantuvieron con Enresa diversas reuniones (Anexo 2) sobre los estudios sísmicos en curso y se valoraron los nuevos estudios y resultados parciales de la Fase II del Plan de Caracterización

que Enresa aportó en Junio/2014. Al final de este periodo se pudo contar con los servicios de asistencia técnica de URS-España, como empresa consultora contratada por el CSN.

Debido a la singularidad del Proyecto ATC, que conlleva evaluar una gran diversidad de parámetros de emplazamiento, con estrecha interrelación entre ellos, y analizar un volumen grande de datos, su proceso de evaluación se preveía muy complejo, considerando además los plazos muy ajustados del programa de licenciamiento. Por este motivo se consideró necesario contar en el Área CITI con el apoyo de un equipo externo de expertos especialistas, con experiencia mayor de diez años en las diversas disciplinas, para poder examinar con detalle el gran volumen de información e interpretar todos los resultados de los estudios realizados por Enresa en las diferentes fases de caracterización del emplazamiento; estudios que a su vez han sido realizados por numerosos equipos de trabajo especializados en los diferentes temas.

La “Memoria Técnica de la Propuesta de Contratación” fue elaborada por el Área CITI en marzo de 2014 (ref. CSN/PRC/14/1225); luego se publicó el anuncio de licitación en el BOE de fecha 10/Abril/2014 (anuncio núm. 13058) y se lanzó el proceso de adjudicación. El Área CITI emitió un informe de valoración técnica de las ofertas presentadas (ref. CSN/EVO/14/108); la Mesa de Contratación propuso a URS España, S.L., como ingeniería consultora seleccionada y, finalmente, se formalizó el *“contrato para la realización de un servicio para la revisión de seguridad de los estudios de caracterización del emplazamiento del ATC”* (núm. expediente SIN/4294/14/227.06) el 16 de julio de 2014.

➤ Desde Julio/2014 hasta la emisión de este informe, contando ya con el apoyo de URS (Julio/2014 a Julio/2015).

El proceso de evaluación progresó más rápidamente con la aportación técnica de la ingeniería URS-España. Se realizaron visitas al emplazamiento del ATC y se mantuvieron múltiples reuniones con Enresa (Anexo 2) sobre las diversas disciplinas involucradas en la caracterización del emplazamiento. También se realizó una inspección al emplazamiento del ATC en Feb/2015 [7], con el apoyo de URS-España, a fin de comprobar los trabajos de caracterización realizados hasta ese momento por Enresa y de conocer los resultados entonces disponibles.

La aportación técnica de la ingeniería URS-España está documentada en los informes siguientes:

- URS España, “Informe Preliminar de Evaluación” (Agosto/2014, Ed. 1); soporte para la elaboración de la PIA-Previa [14].
- URS España, “Informe de Avance de Evaluación” (Oct/2014, Ed. 1); con las primeras valoraciones de la información parcial de caracterización disponible a esa fecha [15].
- URS España, “Informe de Evaluación” (Julio/2015, Ed. 1); informe final de los trabajos realizados por la ingeniería consultora, soporte de la evaluación del Área CITI [16].

Asimismo, URS ha dado apoyo a las visitas, reuniones e inspecciones siguientes:

- Visita técnica al emplazamiento ATC del 28/Julio/2014
- Visita técnica al emplazamiento ATC del 22/Sep/2014
- Visita al laboratorio de [REDACTED] el día 2/Oct/2014, en la que se realizó una presentación del programa de caracterización de laboratorio, con énfasis en la determinación de aquellos parámetros geotécnicos más relevantes (como la expansividad y la mineralogía, entre otros).
- Reunión del 3/Oct/2014 para aclarar los aspectos de la Petición de Información Adicional (PIA) remitida por el CSN a Enresa (CSN/ART/GSNA/ATC/1410/06).

- Reunión del 22/Oct/2014, sobre cuestiones de Hidrología superficial y Meteorología (CSN/ART/GSNA/ATC/1411/07).
- Reunión del 28/Oct/2014, sobre la interacción suelo-estructura y cimentación del ATC (CSN/ART/GSNA/ATC/1411/08).
- Inspección realizada los días 23-24 de febrero de 2015 (CSN/AIN/ATC/15/02).
- Reunión del 14/Abril/2015, sobre los estudios geotécnicos (CSN/ART/GSNA/ATC/1504/03).

En Sept/2014 se remitió a Enresa una Petición de Información Adicional (PIA) específica y detallada sobre caracterización del emplazamiento, requiriendo numerosas aclaraciones e información complementaria, necesarias para resolver las dudas existentes sobre la idoneidad del emplazamiento propuesto para construir el ATC.

Enresa aportó el 15/Oct/2014 un “Plan de Acción Priorizado” para dar respuesta a dicha PIA, escalonando en el tiempo la entrega de documentos y fijando Dic/2014 como plazo final de resolución de aclaraciones e información solicitada. Más tarde, hasta Mayo/2015, Enresa ha seguido aportando información complementaria muy diversa y con múltiples documentos, que revisaba y actualizaba en algunos casos la aportada con anterioridad. Finalmente, Enresa ha aportado el informe [2], que constituye el objeto principal de esta evaluación, como revisión completa del estudio de caracterización del emplazamiento que había presentado como soporte de su solicitud de autorización previa para el ATC un año y medio antes.

4.- NORMATIVA APLICABLE Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Como normativa de referencia y criterios a tener en cuenta en esta evaluación se ha considerado lo siguiente, de acuerdo con lo indicado en la Guía de Licenciamiento ref. [5] y la relación de normativa específica aplicada que Enresa recoge en su documento (apdo. 1.3 de ref. [2]):

- N-1** RD 1836/1999, Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas, RINR (modificado por RD 35/2008 y posteriores), que define el ATC como Instalación Nuclear, requiere la adecuada caracterización de una instalación independiente de almacenamiento de combustible gastado, y establece la documentación que debe acompañar a la solicitud de autorización previa.
- N-2** Instrucción de Seguridad IS-26 (CSN), de 16 de Junio de 2010, sobre requisitos básicos de seguridad nuclear aplicables a las instalaciones nucleares.
- N-3** Instrucción de Seguridad IS-29 (CSN), de 13 de Octubre de 2010, sobre instalaciones de almacenamiento temporal de combustible gastado y residuos radiactivos de alta actividad.
- N-4** OIEA Safety Fundamentals SF-1, “Fundamental Safety Principles” (2006).
- N-5** OIEA Safety Requirements NS-R-3, “Site Evaluation for Nuclear Installations” (2003).
- N-6** OIEA SSG-9, Specific Safety Guide, “Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations”, Agosto/2010.
- N-7** OIEA SSG-18, Specific Safety Guide, “Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations”, Nov/2011.

- N-8** OIEA NS-G-3.6, Safety Guide, "Geotechnical Aspects of Site Evaluation and Foundations for Nuclear Power Plants", Dic/2004.
- N-9** USNRC 10 CFR 72, "Licensing Requirements for the Independent Storage of Spent Nuclear Fuel and High-Level Radioactive Waste" (2003).
- N-10** USNRC NUREG-1567, "Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Facilities" (2000). El capítulo 2 está dedicado a la evaluación de las características del emplazamiento.
- N-11** USNRC RG 1.23, "Meteorological Monitoring Programs for Nuclear Power Plants", Rev. 1, Marzo/2007.
- N-12** USNRC RG 1.59, "Design Basis Floods for Nuclear Power Plants", Rev. 2, Agosto/1977.
- N-13** USNRC RG 1.60, "Design Response Spectra for Seismic Design of Nuclear Power Plants", Rev. 2, Julio/2014.
- N-14** USNRC RG 1.76, "Design Basis Tornado and Tornado Missiles for Nuclear Power Plants", Rev. 1, Marzo/2007.
- N-15** USNRC RG 1.111, "Methods for Estimating Atmospheric Transport and Dispersion of Gaseous Effluents in Routine Releases from Light-Water-Cooled Reactors", Rev. 1, Julio/1977.
- N-16** USNRC ISG-5, Rev. 1 (2008), "Confinement evaluation"; Interim Staff Guidance (Spent Fuel Storage and Transportation). Expone una metodología para la estimación de dispersión atmosférica.
- N-17** USNRC RG 1.132, "Site Investigations for Foundations of Nuclear Power Plants", Rev. 2, Octubre/2003.
- N-18** USNRC RG 1.138, "Laboratory Investigations of Soils and Rocks for Engineering Analysis and Design of Nuclear Power Plants", Rev. 2, Dic/2003.
- N-19** USNRC RG 1.145, "Atmospheric Dispersion Models for Potential Accident Consequence Assessments at Nuclear Power Plants", Rev. 1, Feb/1983.
- N-20** USNRC RG 1.208, "A Performance-Based Approach to Define the Site-Specific Earthquake Ground Motion", Rev. 0, Marzo/2007.
- N-21** USNRC RG 3.48, "Standard Format and Content for the Safety Analysis Report for an Independent Spent Fuel Storage Installation (Dry Storage)", Rev. 1, Agosto/1989.
- N-22** USNRC RG 3.73, "Site Evaluations and Design Earthquake Ground Motion for Dry Cask Independent Spent Fuel Storage and Monitored Retrievable Storage Installations", Octubre/2003.
- N-23** ANSI/ANS 2.8-1992, "Determining Design-Basis Flooding at Power Reactor Sites."
- N-24** RD 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación. En su artículo 5 define el objetivo de realizar una evaluación preliminar del riesgo de inundación en cada demarcación hidrográfica. En los artículos 6 y 7 establece el contenido mínimo y requisitos de esa evaluación preliminar.
- N-25** USNRC RG 1.78, "Evaluating the Hability of a Nuclear Power Plant Control Room during a Postulated Hazardous Chemical Release", Rev. 1, Dic/2001.

N-26 USNRC RG 1.91, "Evaluations of Explosions Postulated to Occur at Nearby Facilities and on Transportation Routes Near Nuclear Power Plants", Rev. 2, Abril/2013.

N-27 USNRC RG 1.217, "Guidance for the Assessment of Beyond-Design-Basis Aircraft Impacts", Agosto/2011.

Además, se han tenido en cuenta los procedimientos aplicables del Sistema de Gestión del CSN, en particular el PG.IV.08, Rev. 2 (2/09/14), "*Evaluación de instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo del combustible*", y el PG.V.02, Rev. 1 (27/11/06), "*Gestión de proyectos de instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo del combustible*".

5.- EVALUACIÓN

De acuerdo con la normativa aplicable y como se resume en la guía ref. [5], la evaluación del estudio de caracterización del emplazamiento del ATC, como cualquier otra instalación nuclear, está orientada a la verificación de la bondad de los parámetros y características del emplazamiento, en relación con la seguridad de la instalación y su interacción con el emplazamiento, que den soporte a:

- 1) La correcta identificación de los fenómenos de origen natural o humano para su incorporación a las bases de diseño de la instalación.
- 2) La correcta caracterización de la población y usos de las tierras y agua afectados por la instalación.
- 3) La correcta caracterización de los procesos posibles de dispersión y transporte de contaminación radiactiva.

En los casos de parámetros y características del emplazamiento que no hayan sido determinadas exactamente por estar aún en periodo de análisis, se verificará que los parámetros empleados como bases de diseño de la instalación están justificados y son envolventes de los finalmente obtenidos.

En este caso concreto del emplazamiento del ATC en Villar de Cañas (Cuenca), según los estudios previos realizados durante el proceso inicial de selección de emplazamientos candidatos, y como se recoge en el informe que elaboró al respecto la Comisión Interministerial del ATC (ref. [13]), ya se identificaron entonces como potenciales dos fenómenos naturales que reclamaban atención, como son la disolución y karstificación de yesos y la deformabilidad del terreno. Por tanto, los estudios de caracterización primero y su evaluación después debían contemplar expresamente y con suficiente detalle el análisis de estos fenómenos.

La evaluación que sigue está orientada a los objetivos antes marcados y revisa los trabajos realizados por Enresa, los resultados de ellos obtenidos y su contribución básica a considerar en las bases de diseño del ATC. Como no podía ser de otra manera, se dedica especial atención a los estudios relacionados con la caracterización de los dos fenómenos singulares antes destacados, la disolución de yesos y la deformabilidad del terreno.

Los razonamientos que se exponen recogen el resultado del trabajo de revisión del Área CITI y la valoración del equipo técnico de URS-España, considerada opinión experta y de alta cualificación, contenida en los informes [14], [15] y [16] que dicha ingeniería ha elaborado y entregado al CSN en el marco del contrato de asistencia técnica formalizado.

El método de evaluación seguido con carácter general ha sido la revisión directa de la información y resultados aportados por Enresa, observando los criterios de la normativa aplicable; pero sin realizar análisis o cálculos paralelos, salvo indicación contraria.

El término “emplazamiento” se utiliza en esta evaluación con significado de extensión geográfica diferente según el parámetro que se trate, como se explica en cada caso. Aunque el significado más común se refiere a la propia parcela de 53 ha en que se propone ubicar las instalaciones del ATC, a veces también se usa para el ámbito local de 8 km alrededor de dicha parcela. El ámbito comarcal se asocia a un radio de unos 40 km y el regional a un radio mayor, hasta un máximo de unos 300 km.

5.1. Caracterización geográfica, demográfica y de instalaciones próximas.

La información sobre la caracterización geográfica, demográfica y de instalaciones próximas que ha realizado Enresa está recogida en la sección 2.1, *Geografía y demografía del emplazamiento*, y en la sección 2.2, *Instalaciones industriales, militares y transportes próximos al emplazamiento*, del documento ref. [2]. El alcance de dicha caracterización está dedicado a la descripción de la localización del emplazamiento, sus características geográficas, la distribución de la población y las tendencias demográficas, vías de transporte del entorno, áreas militares, industriales o tecnológicas; además de otros aspectos fisiográficos y socioeconómicos a tener en cuenta, como usos de las tierras y aguas o áreas de interés estratégico.

5.1.1. Trabajos de caracterización realizados y resultados obtenidos.

Enresa ha completado sus trabajos de caracterización en la zona de estudio, en la que se incluye el emplazamiento, y que abarca una superficie cuadrada de 16 km de lado, circunscrita en la circunferencia de 8 km de radio con respecto al centro geográfico del emplazamiento ATC.

La propuesta de emplazamiento presentada sitúa la futura instalación en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. A nivel provincial, el emplazamiento se localiza en la mitad meridional de la provincia de Cuenca, en la denominada comarca de la Mancha Alta Conquense, en una zona de transición entre las denominadas Llanura Manchega-Manchuela, Sierra de Altomira y Depresión Intermedia.

La descripción del emplazamiento incluye sus límites, forma, ubicación, distancia a núcleos habitados, situación registral y topografía. Su extensión total alcanza las 53 ha de superficie, resultado de la unión de 17 pequeñas parcelas con inscripción registral propia cada una de ellas. Según indica Enresa, el conjunto de estos terrenos fue adquirido por ella misma en septiembre de 2012 y el paraje se denomina como Las Balanzas-Los Boleos. En su interior se ubicará la zona nuclear que, según el proyecto de Enresa, ocupará 26 ha de la totalidad del emplazamiento. Se considera que la descripción presentada es suficiente

Las coordenadas del centro geográfico del emplazamiento del ATC son X= [REDACTED] e Y= [REDACTED]; UTM Huso 30 (ETRS-89). Según indica Enresa, estas coordenadas difieren ligeramente de las utilizadas en los estudios de caracterización, pues estos se iniciaron antes del establecimiento de la ubicación final de la instalación.

Los vértices del emplazamiento (en coordenadas UTM H30 ETRS-89) son:

Coordenadas de las esquinas del emplazamiento ATC		
Vértice	Coord. X	Coord. Y
NO		
NE		
SE		
SO		

En la cartografía oficial el emplazamiento propuesto se sitúa dentro de la hoja topográfica a escala 1:50.000 denominada Villarejo de Fuentes, nº 661 del IGN (Instituto Geográfico Nacional), y en la división nº 22-26 del SGE (Servicio Geográfico del Ejército). Enresa ha presentado las siguientes bases topográficas e imágenes aéreas que la evaluación considera tienen el suficiente detalle para servir de soporte a los trabajos de caracterización. Las escalas de trabajo son:

Imagen de satélite (Escala)	Mapas topográficos	
	Escala	Equidistancia (m)
—	1:1.000.000	—
1:100.000	1:100.000	—
—	1:50.000	20
1:25.000	1:25.000	20
1:10.000	1:10.000	5
1:2.500	1:2.500	1
—	1:1.000	0,2

La altitud media de la zona que rodea al emplazamiento (8 km de radio) es de 849,3 msnm, presentando un máximo de 1.000,23 msnm y un mínimo de 779,80 msnm. La pendiente media de la zona de estudio es del 6,45%. En el emplazamiento la altitud media está en torno a los 810 m, presentando unas pendientes suaves, inferiores al 6%, y cotas entre 802,8 y 818,8 msnm.

El estudio demográfico presentado describe el número de habitantes, su distribución geográfica, además de otros datos socioeconómicos y de una proyección a futuro de la evolución poblacional probable; aunque en esa proyección no se tiene en cuenta la posible influencia de la construcción del ATC. Toda esta información se considera aceptable.

En cuanto a la caracterización geográfica, Enresa ha realizado una revisión documental bastante exhaustiva. El estudio fisiográfico presentado se basa en el análisis del Modelo Digital del Terreno (MDT 1:25.000) y de la ortoimagen de satélite. Se han revisado las siguientes cartografías a escala 1:25.000, todas ellas incluidas en la documentación presentada y relativa al emplazamiento:

- Plano de altimetría, generado a partir del MDT 25.000, para una superficie comprendida dentro del radio de 8 km del emplazamiento.
- Mapa de pendientes a escala.
- Mapa de aspecto del relieve (sombras)
- Modelo de drenaje natural.
- Mapa de usos de suelo.

- Mapa de niveles erosivos.
- Mapa de riesgo potencial de incendios
- Mapa de densidad y distribución de la población por sectores

Asimismo, Enresa ha digitalizado la red de drenaje histórica a partir de las fotografías de los vuelos realizados en España de 1957 y de 1977, y las ha comparado con las fotografías realizadas en el vuelo del 2012 con el objeto de detectar cambios. Los resultados de este estudio son poco concluyentes, debido por un lado a la poca precisión dada por los vuelos más antiguos y, por otro lado, a que no se ha observado ninguna migración lógica de la red de drenaje natural asociada a fenómenos naturales recientes o actuales.

En relación con los trabajos de interferometría radar, Enresa concluye que es una técnica que no da resultados fiables en su aplicación para determinar una posible subsidencia natural con muy baja tasa de hundimiento; por tanto no ha sido tenida en cuenta por Enresa.

La cartografía específica sobre el riesgo de erosión a escala 1:25.000 se ha basado en los resultados de la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo. Los resultados muestran valores previsibles y teóricos de pérdidas de suelo, con valores que varían entre 0 y 25 T/ha*año, que en la bibliografía están considerados como niveles de erosión de muy débil a leve.

Enresa ha presentado un estudio y un mapa de riesgo potencial de incendios que concluye que la zona de estudio presenta un índice medio de peligrosidad de 49 en una escala de 0-1.000; el riesgo medio se determina como muy bajo. En cuanto a la zona del emplazamiento, el índice varía entre 0-150, riesgo muy bajo a bajo.

En relación con las infraestructuras existentes, se describen en la documentación las vías de comunicación (carreteras nacionales, regionales, provinciales, locales, caminos no asfaltados, vías pecuarias, etc.), obras hidráulicas (trasvase Tajo-Segura), líneas eléctricas de alta tensión de Red Eléctrica Española, además de otras de alta y media tensión. El estudio concluye que dentro de los límites de la parcela del emplazamiento, no existen en la actualidad ningún tipo de infraestructuras de las arriba mencionadas.

En cuanto al estudio de los riesgos planteados por instalaciones y vías de transporte cercanas, la A-3 es la única ruta de la zona de estudio definida por la DGT para mercancías peligrosas. El emplazamiento del ATC está a más de 6 km de distancia mínima a la A-3; por ello Enresa considera la inexistencia de riesgo ante accidentes en dicha infraestructura, de acuerdo con la RG 1.91 (ref. normativa N-26). Asimismo, considera que una posible liberación de sustancias tóxicas en la A-3 no representa riesgo significativo para la instalación, de acuerdo con la RG 1.78 (ref. normativa N-25). Dichas consideraciones se valoran en la evaluación como razonables.

En cuanto al resto de la red viaria de menor entidad, no existen vías a menos de 2 km del emplazamiento; por lo que Enresa considera la inexistencia de riesgo ante accidentes en dichas infraestructuras, lo que resulta razonable.

Otras infraestructuras, como gasolineras, se ubican a más de 2 km de distancia mínima al emplazamiento; por lo que se considera la inexistencia de riesgo ante accidentes en dichas infraestructuras como razonable en esta evaluación.

En relación con el análisis de riesgo por impacto de aeronaves los estudios presentados por Enresa concluyen que no implica un riesgo significativo para el ATC. El resultado obtenido da

una probabilidad anual de accidente aéreo, tanto para aviación civil como militar, inferior al nivel de cribado de sucesos externos (10^{-6} /año). El análisis de riesgo presentado por Enresa por impacto de aeronaves ha seguido la metodología descrita en la ref. normativa N-10 (sección 3.5.1.6 "Aircraft Hazards"), metodología aceptada por la NRC para valorar la probabilidad de impacto debida a movimientos aéreos en las instalaciones nucleares americanas. Concluye que no implica un riesgo significativo para el ATC, lo que resulta adecuado para esta etapa de autorización previa.

Adicionalmente, Enresa ha presentado un análisis, como eventos más allá de las bases de diseño, de las consecuencias derivadas de un impacto de avión de acuerdo a la RG 1.217 (ref. normativa N-27). Esto resulta adecuado para esta etapa de autorización previa.

En cuanto a las industrias existentes en la zona de estudio, así como otras consideradas a mayor distancia, son pequeñas o ligeras industrias rurales, tales como talleres y almacenes de construcción (hay una fábrica de explosivos a más de 8,4 km). Existen tres huertos solares a unos 4 km al norte del emplazamiento que no suponen ningún riesgo.

No existen embalses, presas o contenciones de agua sobre el río Záncara ni en Villar de Cañas, ni aguas arriba o abajo del mismo.

No hay presencia de instalaciones militares ni nucleares en la zona de estudio. Tampoco existen áreas de interés estratégico para el aprovechamiento de recursos en el entorno del emplazamiento.

El resto de la descripción presentada por Enresa y relativa a la localización a escala regional se considera aceptable; así como las descripciones de los municipios limítrofes.

Asimismo en relación con los incendios, Enresa ha determinado el riesgo de incendio a partir del análisis de la cubierta vegetal y de las características de la superficie del suelo. Ha presentado una cartografía de riesgo de incendio a escala 1:25.000. Del análisis de Enresa se deduce que el único suceso posible es el incendio forestal en parcelas colindantes o incendios urbanos. Enresa ha comprobado que dicho suceso no implica riesgo; según la información aportada, se considera adecuado para esta etapa de autorización previa.

5.1.2. Contribución a las bases de diseño del ATC.

En los apartados 2.1.5 y 2.2.4, *Consideraciones para las bases de diseño*, del documento [2] aportado por Enresa, se presentan las diferentes características envolventes de tipo geográfico, demográfico y de infraestructuras de actividad industrial y de transporte próximas al emplazamiento, que tienen alguna relevancia para su consideración en el proyecto del ATC. A continuación se muestra un resumen de dichas características envolventes, concluyéndose en esta evaluación que todas ellas resultan aceptables para esta fase de autorización previa de la instalación:

- No existen Espacios Naturales protegidos dentro del ámbito local (radio de 8 km); la Laguna de El Hito, aunque se ha considerado en el estudio, está a más 10 km (fuera del área de influencia local).
- Las vías más próximas al emplazamiento son la carretera autonómica CM-3118 y una serie de caminos rurales (camino del Molino, camino de Cardadores y camino de la Campana), que están siendo acondicionados para permitir el transporte de combustible gastado y residuos al ATC. En el entorno del emplazamiento (radio de 8 km) se identifica una autovía

(A-3), tres carreteras autonómicas (CM-3118, CM-2117 y CM-3009), tres carreteras locales (CUV-3232, CUV-3231 y CUV-7032) y varios caminos rurales.

- En el área de estudio no existe ni está prevista la construcción de ninguna vía férrea.
- En la zona del emplazamiento se identifican 5 pasillos aéreos, 2 pares de espacio aéreo inferior y superior, y otro pasillo de navegación aérea de reactores militares.
- Existen varios canales de drenaje, tanto en las tierras de cultivo de secano como en los escasos regadíos presentes en el entorno del emplazamiento.
- A 10 km al norte del emplazamiento se localiza el trasvase Tajo-Segura, y a 4 km tres huertos solares.
- Próximas al emplazamiento se localizan [REDACTED] líneas de alta tensión (L.A.T.), [REDACTED]. Se encuentran también en el entorno (radio de 8 km) [REDACTED] líneas de media tensión [REDACTED] cuya titularidad, gestión y mantenimiento corresponde a compañías eléctricas privadas.
- No se identifican actividades destacables dentro de los límites del emplazamiento, caracterizándose por una actividad agrícola moderada, una leve actividad ganadera y escasa actividad cinegética.
- El proyecto nuclear contempla anejas otra serie de instalaciones, todas ellas compatibles con la instalación nuclear, y en las que no se llevará a cabo actividad alguna que pueda comprometer la seguridad del ATC.
- A nivel local, en un radio de 8 km, se ubican ocho términos municipales (Villar de Cañas, Alconchel de la Estrella, Cervera del Llano, Montabanejo, Montalbo, Villarejo de Fuentes, Villares del Saz, Zafra de Zánchara). De ellos sólo cinco cuentan con núcleos de población dentro de dicha zona. La población se distribuye exclusivamente en pequeños núcleos de población, no existiendo apenas población dispersa.
- Los núcleos de población más cercanos al emplazamiento son:
 - Villar de Cañas, con 334 hab. y a 2,2 km.
 - Urbanización Casalonga, con 104 hab. y a 3 km.
 - Finca La Carbonera, con 8 hab. y a 5,1 km.
 - Aldea de El Congosto, sin residentes y a 5,4 km.
 - Venta San José, sin residentes y a 6,0 km.
 - Villares de Saz, con 626 hab. y a 7,0 km.
- La densidad de población en la zona de estudio es de 5,56 hab./km² y se observa una tendencia general regresiva (no tiene en cuenta el impacto del ATC en dicha tendencia).
- El abastecimiento de agua en la comarca se consigue mediante la explotación de aguas subterráneas del acuífero Sierra de Altomira en todos los casos, excepto Cervera (Terciario de Alarcón). Además, existe un tipo de abastecimiento "extra" para cuatro de los municipios, con origen en aguas tratadas procedentes de la derivación del trasvase Tajo-Segura. El agua para regadío suele obtenerse de pequeños pozos próximos a la zona de labor.

5.1.3. Conclusiones de revisión sobre geografía, demografía e instalaciones próximas.

El estudio de caracterización aportado por Enresa recopila la información oficial existente del emplazamiento, además de otros estudios propios, que la evaluación considera suficiente para definir y caracterizar el emplazamiento desde el punto de vista geográfico y demográfico. En la

determinación de los riesgos asociados a infraestructuras de transporte cercanas, accidentes aéreos, líneas de energía eléctrica y usos del suelo, incluso erosión e incendios, Enresa ha utilizado metodologías de acuerdo con la normativa aplicable. La evaluación concluye por tanto que la caracterización geográfica, demográfica y de instalaciones próximas del emplazamiento del ATC realizada por Enresa está en conformidad con los criterios de aceptación de la normativa aplicable, y sus resultados son aceptables para la fase de autorización previa de la instalación.

Enresa ha aportado información sobre las características geográficas y fisiográficas del emplazamiento, describiendo su localización y entorno, y presentando la planimetría preliminar de la futura instalación sobre cartografías regionales y locales. Ha presentado también un análisis del terreno empleando como base un modelo digital del terreno (MDT), que lo ha utilizado para la generación y descripción de la altimetría, pendientes, orientaciones y análisis visual.

La descripción geográfica sobre este emplazamiento en cuanto a su localización y descripción fisiográfica se considera correcta.

Conforme a las previsiones del Plan de Caracterización del Emplazamiento del ATC en Villar de Cañas [19], Enresa ha presentado una descripción detallada y un análisis de la red de drenaje natural que se considera aceptable. A partir del análisis de la cubierta vegetal y las características de la superficie del suelo, Enresa ha determinado la valoración de los riesgos de erosión. Además, sobre la base de la información aportada con los estudios de los usos de la tierra, la red de drenaje, la geología (litologías aflorantes) y el análisis de pendientes, Enresa ha realizado una estimación aproximada del grado de erosionabilidad del suelo (mapa de erosión a escala 1:25.000). A este respecto, la evaluación considera que Enresa ha satisfecho adecuadamente las previsiones establecidas en su Plan de Caracterización.

Asimismo, en relación con los incendios, la evaluación considera que las previsiones del Plan de Caracterización también se han satisfecho razonablemente; ya que Enresa, a partir del análisis de la cubierta vegetal y las características de la superficie del suelo, ha determinado la valoración de los riesgos de incendio y ha elaborado un mapa al respecto a escala 1:25.000, para un radio de 8 km del emplazamiento.

5.2. Caracterización geológica y geomorfológica.

El alcance de la caracterización geológica realizada por Enresa, recogida en la sección 2.4, *Geología y geomorfología*, del documento [2], está dedicado fundamentalmente a aspectos en relación con el parámetro sísmico y en menor medida a lo relativo a la geología local propiamente dicha, como la génesis y composición de los materiales presentes y su disposición estructural en el emplazamiento, por su interrelación directa con los parámetros geotécnicos e hidrogeológicos.

En relación a las características geológicas de los materiales sobre los que se ubicará el ATC, hay tres aspectos de principal relevancia a la hora de valorar su incidencia en la seguridad de la instalación y en la protección del medio ambiente: 1) parámetros geológicos; 2) parámetros estructurales y 3) parámetros geomorfológicos. Cabe resaltar que las características más restrictivas de un emplazamiento en relación con la seguridad suelen ser geológicas y sismológicas.

5.2.1. Trabajos de caracterización realizados y resultados obtenidos.

Enresa ha realizado estudios geológico-estructurales y neotectónicos a escala regional (320 a 160 km de radio) y comarcal (40 km de radio), cartografías geológicas y geomorfológicas y estudios asociados de ámbito local (8 km de radio), y un estudio geológico del propio emplazamiento (en torno a 1 km de radio).

La información obtenida por Enresa, a escala regional y comarcal, está contenida en los mapas y memorias correspondientes a los estudios geológicos representados a escalas 1:1.000.000; 1:500.000; 1:100.000 y 1:25.000, correspondientes a las últimas ediciones realizadas por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

El mapa Neotectónico Regional de radio 160 km (E= 1:500.000) aportado es una adaptación y actualización cartográfica del Mapa Neotectónico de España realizado por el IGME (1998) y catalogado en la base de datos QAFI.

En el ámbito comarcal, utilizando como base la cartografía Geode del IGME, Enresa ha elaborado un Mapa Geológico Comarcal (E= 1:100.000) de la zona de 40 km. Este mapa se acompaña de tres cortes geológicos y estructurales representativos. También se ha desarrollado un Mapa Neotectónico Comarcal a la misma escala, y se ha añadido un análisis morfo-neotectónico sobre un modelo digital del terreno de alta resolución.

A escala local y en un radio de 8 km, Enresa ha elaborado una cartografía geológica (E= 1:25.000) y cinco cortes geológicos, uno de ellos sólo del Terciario y los otros cuatro más profundos; un mapa de isobatas del Terciario y su modelo 3D asociado; un Mapa Geomorfológico (E= 1:2.000), y una cartografía geológico-estructural y geomorfológica del sector norte de la cuenca del río Záncara (E= 1:50.000). Asimismo se ha realizado un análisis geomorfológico del paraje de Las Balanzas y un estudio de trincheras. También un análisis topográfico sobre fotografía aérea del año 1966 en el entorno del emplazamiento y la digitalización de la red de drenaje histórica en el emplazamiento.

En el propio emplazamiento Enresa ha realizado un mapa geológico de afloramientos en un radio de 1 km (E= 1:2.500); un estudio sedimentológico, que correlaciona las columnas de los sondeos e incluye un análisis de facies; cuatro cortes geológicos y el modelo geológico 3D asociado; tres perfiles geofísicos (tomografía eléctrica); análisis geoquímicos de muestras de 45 testigos (sondeos SVC y SG), y un estudio petrográfico y mineralógico para la caracterización de las litologías identificadas en los sondeos.

También ha realizado una síntesis de las unidades litoestratigráficas a partir de las trincheras, un Modelo Geológico Interpretativo del conjunto de la cuenca y un Bloque-diagrama 3D del emplazamiento.

En su conjunto, estos estudios aportan una información necesaria y de soporte para acometer otros estudios específicos sobre hidrogeología, geotecnia y sismicidad.

➤ Estudios geológico-estructurales regionales y comarcales

El marco regional presenta una revisión bastante completa de la bibliografía y cartografía existentes, que resulta suficiente para enmarcar el emplazamiento a esa escala. No obstante hay algunos aspectos tectónicos, geológicos y geomorfológicos que conviene remarcar, ya que su falta de información alimenta incertidumbres en cuanto a la caracterización del parámetro sísmico.

- Ausencia de datos de esfuerzos activos en las proximidades del emplazamiento:

En el Informe [2] y referente a los aspectos neotectónicos, se indica que los escasos datos de esfuerzos medidos in situ y procedentes del World Stress Map-Project son algo heterogéneos, con direcciones de esfuerzo que varían entre E-O y NE-SO, debido a que se trata de datos puntuales condicionados por perturbaciones locales del campo de esfuerzos. Estos datos son poco significativos en relación con el campo de esfuerzos regional del proyecto SIGMA, 1998. Además existen otros trabajos sobre los esfuerzos recientes en el área, con mejores datos y de más calidad, que permiten definir el estado de esfuerzos en la corteza superior en un régimen de desgarre NO-SE, como el proyecto PRIOR (CSN-Enresa, 2006), el Proyecto IBERFAULT (2010) y la Base de Datos de Fallas Activas en el Cuaternario (QAFI). Enresa no ha evidenciado que aproveche esta información para elaborar la caracterización del parámetro sísmico.

Enresa no ha realizado, según la información aportada, los ensayos mecánicos y/o geofísicos previstos en su Plan de Caracterización para determinar la interpretación estructural de los esfuerzos tectónicos actuales en el emplazamiento, lo que habría contribuido a reducir incertidumbres. Al carecer de esta información, resulta necesario asumir unas condiciones de esfuerzos activos obtenidos exclusivamente con datos de mecanismos focales de terremotos. Aunque esto es asumible para trabajos regionales, a la escala del emplazamiento es necesario conocer cómo es el estado de esfuerzos cerca de la superficie para una correcta caracterización sismotectónica; de otra manera, hay que asumir que el estado de esfuerzos podría ser el más desfavorable a efectos del diseño.

- Ausencia de fallas “activas” en el área comarcal del emplazamiento, según Enresa:

Esta afirmación debe tomarse con muchas reservas, pues existen evidencias de actividad sísmica en el entorno de 40 km, lo que demuestra que sí existen fuentes sismogénicas. El hecho de que no se hayan observado deformaciones que afecten a unidades sedimentarias recientes y/o en superficie, no implica que no haya fallas con actividad tectónica reciente. Hay dos datos aportados por Enresa que demuestran esta actividad tectónica en el entorno del área de estudio: deformaciones frágiles y dúctiles que afectan a los materiales más recientes y sismicidad reciente.

Conocer la estructura y geometría del techo del basamento, tanto debajo del emplazamiento como en un entorno próximo (especialmente al sur del mismo), es un aspecto fundamental para definir la presencia de fallas “capaces” (que no “activas”) y contribuir al cálculo de la peligrosidad sísmica en el emplazamiento. Concretamente, al norte del emplazamiento está demostrada la presencia de numerosas estructuras de basamento de longitudes superiores a los 10 km, y bien orientadas para ser reactivadas como fallas de desgarre y/o oblicuas bajo el campo de esfuerzos actual.

De hecho, Enresa no ha identificado en las series sísmicas analizadas la fuente origen de esa sismicidad, la cual podría deberse a fallas de basamento sin expresión morfológica ni evidencias superficiales. Sin embargo en el informe aportado por Enresa (“Estudio Neotectónico-Sismotectónico y Paleosísmico de Fuentes Sismológicas”, [REDACTED] 2014) se afirma que el terremoto de Pedro Muñoz (M_w 4.8) y su secuencia de réplicas se debe a la reactivación de una falla de muy pequeña longitud, en el interior de la corteza, que no presenta evidencias en superficie.

- Aspectos relevantes no contemplados en la caracterización geológica aportada:

Como resultado de la evaluación se enumeran a continuación los aspectos que no están contemplados en la caracterización o bien están deficientemente contemplados, de acuerdo con lo especificado en el Plan de Caracterización de Enresa.

- No se hace referencia a las velocidades de deformación regional, elevaciones y subsidencias de la superficie del terreno.
- En las memorias y mapas aportados no quedan descritas con suficiente detalle las características ni la clasificación, en orden de importancia y por familias, de los accidentes tectónicos, fallas, cabalgamientos, pliegues, etc.; sobre todo aquellos localizados en la cuenca donde se ubica el emplazamiento y que puedan generar sismicidad al reactivarse.
- En los mapas neotectónicos falta información de detalle en cuanto a caracterización e importancia de las fallas significativas, que indique su historia, distribución, tamaño (longitud/ancho), orientación, geometría de la zona de falla y sentido de la rotura.
- Enresa no aporta información (reconocimientos de campo) sobre la caracterización de los accidentes tectónicos, en particular de posibles fracturas neotectónicas obtenidas a partir de la superposición de la cartografía 1:50.000 y los modelos digitales del terreno, así como del estudio neotectónico y geomorfológico de todos los materiales del Mioceno Superior.
- Enresa no incluye los datos de campo de los recorridos por ambas márgenes del Záncara, ni tampoco de los levantamientos de columnas de las unidades adyacentes a la parcela de Balanzas.
- Un aspecto no analizado por Enresa son los lineamientos (evidencias de fracturas y fenómenos geomorfológicos asociados) con dirección N-S paralelos al tramo rectilíneo del río Záncara, al norte del emplazamiento (denominado lineamiento del Záncara). En el Mapa Estructural (GE-22 y fig. 2.4-62 del informe [2]), aparece la simbología de dos lineamientos: uno que termina en el propio cauce y otro que continúa hasta el propio almacenamiento, situándose aproximadamente en la zona central.

Para la investigación e interpretación de este lineamiento, junto con otros de aproximadamente la misma dirección y también interpretados como posibles zonas de fractura, Enresa ha realizado trincheras y geofísica, que no han mostrado indicios de fracturación y han llevado a descartarlas como tales. No obstante, como se comentó en la inspección [7], es muy posible que esto se deba a las características de plasticidad de los materiales excavados y a la escasa profundidad de las trincheras realizadas.

➤ Estudio geológico del emplazamiento

Los estudios geológicos realizados en la zona del emplazamiento y sus alrededores están de acuerdo con el alcance general de la normativa aplicable; aunque no llegan a cubrir el alcance adecuado para emplazamientos con características geológico-geotécnicas complejas y difíciles de caracterizar, como es el caso del ATC. Por ejemplo, muchos sondeos realizados por Enresa no alcanzan la profundidad de 50 – 100 m que especificaba su Plan de Caracterización, lo que ha conducido a una caracterización limitada y con grandes incertidumbres de los materiales bajo el emplazamiento.

Por otra parte, en los mapas y memorias aportados en el informe [2], y en su documentación de referencia, se han identificado algunas insuficiencias significativas en la caracterización realizada a la escala local del emplazamiento, de las que se hace a continuación un resumen:

- Existen contradicciones e incertidumbres no acotadas en cuanto a la descripción de fenómenos de karstificación en yesos y de disolución en las denominadas “lutitas superiores de Balanzas, LBS”. Así, mientras que en los informes últimos se especifica que los fenómenos de karstificación son de escasa importancia y que corresponden a fenómenos de disolución superficial, en el informe *“Campaña de trincheras para el análisis de potenciales zonas de disolución de yesos en el paraje de las Balanzas, [REDACTED], Enero/2013”*, se concluía que *“una porción importante del emplazamiento de las Balanzas está afectada por dolinas de subsidencia generadas por la karstificación de los yesos subyacentes”*. Las hipótesis y resultados de este informe fueron posteriormente descartadas por Enresa en un documento¹ sin soporte técnico alternativo al aportado por [REDACTED], indicando que *“la karstificación es prácticamente inexistente, y concentrada en áreas con cierta alteración meteórica en las zonas más bajas y algunas cavidades de tamaño decimétrico cerca de la superficie, sin relevancia para la estabilidad”*; sin embargo, este último documento no facilita el inventario, situación y características de esas cavidades.

Enresa concluye que en la zona no existen depresiones por colapso, indicando que las zonas deprimidas son debidas a disoluciones superficiales de los yesos, en principio por falta de drenaje en dichas zonas.

Por tanto, la evaluación considera que no están caracterizados los procesos de disolución de yesos frente a la posible entrada de agua durante la construcción y operación de la instalación, a través de vías preferentes (p.ej. contactos entre las estructuras de las instalaciones y el terreno, fugas, redes de drenaje, etc.), que podrían ser vías de circulación de aguas de escorrentía y acelerarían estos procesos. Por esta causa resultan de gran importancia las acciones que adopte Enresa para evitar cualquier acceso de agua al subsuelo.

- En la zona SE del emplazamiento, próxima a la zona de almacenamiento en bóvedas, Enresa ha representado una “zona endorreica” que oculta, por superposición, el contacto entre la unidad LBS y la unidad YB-3 inferior (yesos de Balanzas). Pero no explica si esta zona endorreica se debe a disolución de los yesos contenidos en LBS, o bien a disolución en la unidad YB-3 una vez disuelta la unidad superior LBS, o bien a un proceso de disolución continuado en ambas unidades. La relevancia de este aspecto radica en la posibilidad de que en la unidad LBS se estén produciendo actualmente procesos de disolución, con afección también a la YB-3.

En la inspección realizada en febrero de 2015 [7], Enresa expuso que no se ha podido determinar la edad de las zonas endorreicas. A preguntas de la Inspección sobre tres zonas endorreicas localizadas en la proximidad de la zona nuclear del ATC, pero fuera de ella, y cartografiadas en el mapa GE-023 (E: 1:2.000), Enresa respondió que se consideran activas.

- Enresa no ha representado ciertas formas morfológicas que estaban presentes en cartografías previas del IGME, como zonas de dolinas y morfología de cursos fluviales, que podrían aportar información sobre aspectos neotectónicos y procesos activos. Respecto a la evolución del modelado del terreno, tampoco ha realizado un análisis del mismo en

¹ Documento Enresa 042-IF-SU-0015 (31/Oct/2014), *Informe de valoración del informe: “Campaña de trincheras para el análisis de potenciales zonas de disolución de yesos en el paraje de las Balanzas (Villar de Cañas, Cuenca)”*, [REDACTED] Enero/2013.

función de la transferencia de materiales entre las zonas erosionables y las acumulativas; así como un cálculo de las masas transferidas y las tasas de erosión.

- Respecto a la definición de los contactos geológicos, los inspectores [7] constataron que la información de detalle que proporcionan los sondeos no ha sido trasladada a la cartografía geológica de mayor detalle elaborada por Enresa (E= 1:500). También constataron que los contactos de la cartografía geológica próxima del emplazamiento contienen el mismo detalle de información en las diferentes escalas de representación de los mapas consultados, a saber: GE-006 (E= 1:25.000), GE-018 (E= 1:5.000), GE-020 y GE-023 (E= 1:2.000) y GT-001 (E= 1:500). Por tanto, a este respecto, la evaluación evidencia que todas las cartografías fueron realizadas a una misma escala, mayor de 1:500, y que representan la misma información a diferentes escalas, según el ámbito requerido; es decir, la cartografía de mayor detalle (E= 1:500) no representa, en contra de su objetivo, elementos litológicos de orden métrico.
- Hay que reseñar que, del análisis geofísico realizado en el perfil sísmico VCN2D_3, se observan en la zona central del emplazamiento fracturas subverticales que afectando a los yesos no llegan a la superficie, y que son las fallas que se representan en el "Panel de Cortes Geológicos a escala 1:5.000". Sin embargo, Enresa no aporta información de las características de estas fallas en cuanto a su espesor, relleno y eventual circulación de agua. Estas zonas de debilidad pueden constituir zonas de flujo preferente y posible disolución, que podrían llevar asociados movimientos en el terreno.

En la inspección [7] se comprobaron algunos tramos de sondeo que inicialmente se identificaron como fallas, constatando que aunque no parecían zonas de fractura, sí podían ser zonas con mayor permeabilidad que el resto del medio.

A este respecto es importante reseñar la identificación, por parte de Enresa, de la existencia de una zona de fractura de unos 5 m (entre los 45 y 50 m de profundidad) en el sondeo SG-61, reperforado hasta 51 m y situado en la zona nuclear, interpretada a partir del módulo elástico y de una disminución del índice RQD, aunque en el resto de informes Enresa ha afirmado la no existencia de fracturas en la zona. También ha detectado la evaluación en uno de los estudios del titular² que en el sondeo SVC-6, a 14'70 m de profundidad, existe una *junta en torno a la cual hay fragmentos angulosos 'brecha de falla', estrías de falla*, según la propia testificación geológica del sondeo realizada por Enresa.

- Dada la importancia de los posibles fenómenos de subsidencia en el emplazamiento, tras ser comentado desde el inicio del proceso de evaluación en el Área CITI y solicitado en la PIA [11], recientemente Enresa ha realizado estudios topográficos y de comparación de fotografías aéreas de varias fechas; pero éstas no tienen suficiente resolución para deducir conclusiones respecto a movimientos del suelo ocurridos en las últimas décadas.

En este mismo sentido, Enresa indica en su informe [2] que ha establecido una red de 11 puntos de nivelación de alta precisión, de la que no dispone de datos todavía. No obstante, cabe dudar de la efectividad de esta red para detectar movimientos superficiales; ya que los hitos de control se cimentan en dados de hormigón anclados en profundidad (en "suelo firme") y se compacta previamente el terreno de apoyo con maquinaria pesada ([REDACTED], Marzo 2015).

² Documento [REDACTED] Ref. 1206-S, 'Realización de sondeos y estudios en pozo del emplazamiento del almacén temporal centralizado (ATC) de Villar de Cañas', Marzo/2013.

- Por tanto, a pesar de las investigaciones realizadas, se mantienen importantes incertidumbres sobre la estabilidad del terreno, que en la zona del emplazamiento está relacionada con los mecanismos que favorecen los procesos de disolución de yesos, formación de cavidades kársticas y consiguiente circulación de agua a través de zonas de flujo preferente (diaclasas, fracturas o zonas disgregadas especialmente en los materiales yesíferos). En este sentido, se consideran de gran importancia las acciones que se adopten para evitar cualquier acceso de agua al subsuelo.

- Clasificación litoestratigráfica:

Enresa realiza una primera clasificación de los distintos materiales presentes en el emplazamiento, fundamentalmente mediante la integración de la información obtenida de todos los sondeos de investigación geológica, hidrogeológica y geotécnica, complementada con observaciones de superficie y de las trincheras (■■■■■ 2014).

El mayor detalle litoestratigráfico se observa en los cortes geológicos aportados de la zona nuclear, derivado de la observación directa del levantamiento de los testigos; según Enresa, este detalle ha sido imposible trasladarlo a la cartografía geológica de la superficie del emplazamiento por falta de afloramientos. A este respecto, las escasas trincheras realizadas han resultado insuficientes.

Según la interpretación de Enresa (apdo. 2.4.3.4 del informe [2]), las unidades litoestratigráficas definidas en el emplazamiento son las siguientes, de muro a techo (en orden de cota creciente):

- La Unidad UPN, compuesta por arcillas rojas y ocre-amarillentas, limos, areniscas y conglomerados calcáreos de la Unidad Paleogeno-Neógena. No ha sido cortada por ninguno de los sondeos realizados.
- La Unidad Inferior (UI) está conformada por lutitas, margas y areniscas yesíferas. Es una litología de color ocre, más rara o localmente rojizo, compuesta por materiales de diversa composición (dominantemente lutítico-margosa) y en la que resaltan niveles areniscosos. Bajo el emplazamiento esta unidad se encuentra a más de 100 m de profundidad.
- La Unidad LBI (Lutitas de Balanzas Inferiores): lutitas margoso-yesíferas formadas por margas dolomíticas con contenidos variables de minerales de arcilla, dolomita, yeso y algo de cuarzo detrítico. En la zona nuclear del emplazamiento esta unidad está a más de 95 m de profundidad.

El tramo compuesto por estas tres unidades (UPN, UI y LBI) es el más profundo en el emplazamiento y no ha sido objeto de estudio para los fines de la caracterización geotécnica, y solo mínimamente para la caracterización hidrogeológica.

- La Unidad YB (Yesos de Balanzas) está constituida por niveles yesíferos, con intercalaciones de lutitas grises, verdosas y rojizas, comportando una potencia que varía entre 95 m (sondeo SVC-6) y 136 m (sondeo SVC-12, al oeste del emplazamiento), lo que supone, en general, que su potencia aumenta hacia el oeste. En la zona nuclear la profundidad de esta unidad es variable, desde su afloramiento superficial al este hasta algo más de 40 m al oeste (SVC-11).

Enresa, dependiendo de las características texturales de los yesos y de su organización vertical, ha diferenciado tres subunidades dentro de los Yesos de Balanzas, YB1, YB2 e YB3, que figuran indicadas en los cortes representados pero no en su leyenda. La unidad YB1 se compone de niveles lutíticos margosos y yesos alabastrinos; la YB2 son yesos

macrocristalinos, y la unidad YB3 consiste en una intercalación cíclica de yesos, lutitas y margas, con lutitas y margas en la base de cada ciclo y yesos similares a YB2 en el techo.

Además, a efectos geotécnicos, Enresa ha reinterpretado estas subunidades de modo diferente: YB1, YB-B (YB2 + parte inferior de YB3) e YB-A (parte superior de YB3).

- La Unidad LBS (Lutitas de Balanzas Superiores) está compuesta por lutitas yesíferas dolomíticas, que afloran en la parte occidental del emplazamiento y conforman localmente el núcleo del sinclinal, alcanzando unos 40 m de potencia máxima en la zona del sondeo SVC-11, cercano al eje de dicho sinclinal. Debido a la importancia de esta unidad LBS, ya que sobre ella se emplaza directamente el ATC, Enresa ha realizado una mayor distinción en tres "litotipos": LBSlut (50% del total LBS), LBSmac y LBSmic.
 - LBSlut: son lutitas donde el yeso, menos visible, alcanza proporciones inferiores al 30%. Sin embargo, en la tabla 2.4-10 del informe [2] Enresa aporta el dato del 34%.
 - LBSmac: se refiere a litologías en las que la matriz lutítica (con apreciable contenido dolomítico) contiene grandes cristales de yeso (tamaño centimétrico a decimétrico) cuya proporción media es del 30%. Sin embargo, en la tabla 2.4-10 se aporta el dato de casi 36%.
 - LBSmic: contenido margoso-dolomítico, con yeso (tamaño milimétrico) que alcanza hasta un 40%. Sin embargo, en la tabla 2.4-10 se aporta el dato de 53%.

Tabla 2.4-10 (de ref. [2]): Mineralogía media (%) de las muestras analizadas para la unidad LBS y los litotipos (LBSlut, LBSmic, LBSmac y LBSgypsicreta).

	Cuarzo	Feldespato	Yeso	Anhidrita	Calcita	Dolomita	Magnesita	Filosilicatos totales
LBSTotal	5,32	0,22	39,11	0,0	0,0	18,21	0,0	32,23
LBSGypc	0,30	0,02	81,00	0,0	0,0	10,70	0,0	7,7
LBSlut	6,19	0,28	33,91	0,0	0,0	19,25	0,0	37,41
LBSmac	6,35	0,30	35,70	0,0	0,0	19,61	0,0	30,68
LBSmic	2,31	0,00	53,53	0,0	0,0	14,35	0,0	29,53

Además de los "litotipos" anteriores, Enresa ha identificado en varios sondeos una costra métrica de yeso bastante puro, generalmente a menos de 5 m de profundidad, que es interpretada como una gypsicreta, producida por la precipitación de yeso cerca del nivel freático. Esto es un ejemplo de que los cambios del nivel de agua subterránea someten a estos materiales a una alternancia de humedad que da lugar a importantes transformaciones que afectan a sus características. Esta litofacies se ha denominado LBSgypsicreta en el informe [2].

En resumen, Enresa ha intentado realizar dentro de LBS una diferenciación en litotipos, estrechamente ligados a su composición mineralógica y a la presencia o ausencia de agua, y que pudiesen responder a un comportamiento homogéneo en relación a la estabilidad geotécnica. Por las características de los materiales presentes en el emplazamiento esta diferenciación resulta meramente convencional y no resuelve las incertidumbres que pretende, dados los frecuentes cambios laterales y verticales en la distribución de materiales fruto de su elevada heterogeneidad.

Además, Enresa no ha identificado de forma clara las mineralogías y litologías presentes en el emplazamiento. La información presentada sobre las fases minerales es en muchos casos contradictoria. La composición de las muestras tomadas en los sondeos del emplazamiento varía de forma notable según la técnica petrográfica utilizada, y la clasificación de muestras realizada no resulta adecuada.

El estudio de Enresa [2] no ha integrado los datos petrológicos y mineralógicos en el modelo sedimentológico ni en el análisis diagenético realizado. La integración y análisis son clave para caracterizar procesos de disolución de evaporitas y de reemplazamiento mineral, a fin de contribuir a la localización de depósitos con posibles y previsibles impactos constructivos, a saber: yesos, anhidrita y carbonatos, entre otros, en la unidad YB; arcillas expansivas, yesos, carbonatos y otras sales, en mayor o menor porcentaje, en la unidad LBS.

Como se ha venido indicando por parte del Área CITI en ocasiones anteriores (ref. [7] y [10]), dadas las características composicionales de las denominadas por Enresa "lutitas" en la unidad LBS, este término no se corresponde realmente con su significado geológico propiamente dicho, sino que se trata de '*margas dolomíticas yesíferas*' o, en algún caso, yesos margosos con porcentaje variable de dolomías y minerales arcillosos. Así mismo, la transición de la unidad LBS a la YB no es neta como representa Enresa en su documentación; sino que ésta se produce de forma difusa e *indentada*, en horizontal y vertical, dependiendo del porcentaje de yesos y entidad que tengan los materiales.

El contacto entre las unidades LBS e YB (y también sus subunidades) que muestran los mapas geológicos y geotécnicos presentados se ha deducido por parte de Enresa, en esencia, interpolando la información de los sondeos hasta cortar la superficie del terreno. Para ello, ha tenido que adoptar en cada sondeo una cota convencional de la base de la unidad LBS; así Enresa pretende acotar una unidad LBS sin niveles de yesos, por encima de la alternancia de yesos y lutitas que denomina YB3 (YB-A). Tras revisar las columnas gráficas de los sondeos, la evaluación deduce que ese propósito de Enresa no se corresponde con la realidad de los datos aportados. Así, en más de la mitad sur del emplazamiento (figura A) se han identificado niveles de yesos y alternancia yesos-lutitas dentro de la unidad LBS y por encima de YB3; este resultado muestra la inconsistencia del intento de Enresa por sistematizar de modo simplista la secuencia de materiales y su relación geométrica en el emplazamiento.

Por tanto, el propósito de Enresa de definir la unidad LBS mediante litotipos no es resolutivo porque, desde el punto de vista mineralógico, entre ellos no hay diferencias significativas apoyadas en los datos aportados. Tampoco sirve para discriminar tipos de facies (materiales) con posibles dificultades constructivas asociadas; ya que dichos litotipos no reflejan la composición mineral (tipos de minerales de arcilla) ni la representatividad (% en el total de la roca) que hay en cada facies. En consecuencia, de forma conservadora a efectos de diseño, tiene que considerarse la composición y distribución de materiales más desfavorable posible desde el punto de vista geotécnico. Por ejemplo, la presencia de filosilicatos (particularmente esmectitas), de yesos y anhidrita pueden tener un impacto muy desfavorable en la estabilidad del terreno y de las estructuras constructivas que en él apoyan.

Los litotipos que Enresa propone serían representativos si las diferencias porcentuales en yeso y/o arcilla fueran significativas, y si se especificasen los porcentajes de los distintos minerales de la arcilla (esmectitas, paligorskitas, etc.) y sus tipologías, así como la localización en los tipos de facies. Sin embargo, en relación con los fenómenos de hinchamiento, no se identifica si las esmectitas se encuentran con más frecuencia en un litotipo u otro, como habría sido de

utilidad. De hecho, Enresa indica que *“las características de depósito de los tres litotipos (...) responden a microambientes muy locales de muy difícil, si no imposible, correlación”*.



Figura A: Sondeos con niveles de yesos de espesor hasta 5,2 m, registrados en LBS, por encima del techo de YB-A (Yesos de Balanzas). En recuadro discontinuo, sondeos con una alternancia indiferenciada de niveles de yesos-lutitas registrada también en LBS.

- Información geofísica:

Con la información aportada se identifica razonablemente bien la estructura general cerca de la superficie y la disposición de la serie estratigráfica en el entorno del emplazamiento. Sin embargo, en profundidad, no hay información suficiente para establecer la estructura, red de fracturación y posible presencia de rellenos kársticos.

Esta precariedad de información se debe a que en una serie estratigráfica como ésta, con muchos cambios laterales de facies, solamente se ha utilizado un único método de investigación de alta resolución (ERT); puesto que el estudio de sismica de reflexión 2-D aportado tiene escasa resolución y poca penetración vertical.

Para tratar de subsanar la falta de información geofísica, en la PIA-Previa [11] se sugirió el empleo de técnicas geofísicas de alta resolución, como la 'tomografía sísmica', a fin de poder definir fracturas y cavidades que pudieran existir en el emplazamiento, como era uno de los objetivos planteados en el Plan de Caracterización. Los estudios de tomografía sísmica realizados por Enresa, que solo han procesado el 40% del total de la información adquirida, no han logrado identificar la presencia de cavidades; probablemente debido a la limitada resolución del método empleado (10x20x5 m) y a la profundidad investigada (sólo hasta 50 m), por lo que los resultados obtenidos no se pueden considerar concluyentes.

Como resultado final de las investigaciones geológicas y geomorfológicas de carácter regional, comarcal y local, la evaluación ha comprobado que Enresa no adjunta una relación (en memoria y mapa) de todos los condicionantes desfavorables del emplazamiento relacionados con el diseño de las instalaciones del ATC, lo que resulta necesario para una adecuada caracterización del mismo. Dicha relación de condicionantes debería indicar en cada caso el tipo de afección posible (neotectónica, tectónica, inundación, subsidencia por pérdidas de masa, colapso por hundimiento de cavidades, hinchamiento, fenómenos de disolución-karstificación, erosión y sedimentación...), y su clasificación por orden de importancia, como preveía el Plan de Caracterización.

5.2.2. Contribución a las bases de diseño del ATC.

Las consideraciones que aporta Enresa en el apartado 2.4.5 de su informe [2] respecto a lo que propone como 'bases de diseño' no se consideran coherentes con los resultados antes discutidos de los estudios de caracterización geológica y geomorfológica. La evaluación pormenorizada de las propuestas de Enresa se realiza en el informe ref. [6]; a continuación se resumen los argumentos principales:

- La secuencia litológica que aporta Enresa para diferenciar litotipos (materiales agrupados en subunidades) dentro de la unidad LBS no es resolutoria porque, desde el punto de vista mineralógico, entre los distintos litotipos no hay diferencias significativas apoyadas en los datos aportados. Tampoco es coincidente la interpretación hecha en los estudios geológicos con la que se aporta en los estudios geotécnicos.
- No puede aceptarse la ausencia de discontinuidades en los materiales, cuando se han encontrado evidencias en los estudios geofísicos y en algunos de los sondeos (SG-61 reperforado y SVC-6).
- A pesar de las investigaciones realizadas, se mantienen significativas incertidumbres sobre la estabilidad del terreno ligada con los mecanismos que favorecen los procesos de disolución de yesos, formación de cavidades kársticas y consiguiente circulación de agua a través de zonas de flujo preferente (diaclasas, fracturas o zonas disgregadas especialmente en los

materiales yesíferos). A este respecto, se consideran de gran importancia las acciones que se adopten para evitar cualquier acceso de agua al subsuelo

5.2.3. Conclusiones de revisión de la caracterización geológica y geomorfológica.

G-1 El análisis realizado del marco regional y comarcal presenta una revisión bastante completa de la bibliografía y cartografía existentes, que parece suficiente para enmarcar el emplazamiento, salvo en lo relativo a datos de esfuerzos activos y geometría/estructura del techo del basamento.

G-2 Los estudios geológicos realizados en la zona del emplazamiento y sus alrededores están de acuerdo con el alcance general de la normativa aplicable, aunque no llegan a cubrir el alcance adecuado para emplazamientos con características geológico-geotécnicas complejas y difíciles de caracterizar, como es el caso del ATC. Por ello esta caracterización ha resultado limitada y con grandes incertidumbres de los materiales bajo el emplazamiento.

G-3 La denominación “lutitas” que Enresa aplica de modo genérico a la unidad LBS no se corresponde con su significado geológico propiamente dicho, ya que los materiales de esa unidad son margas yesíferas o yesos margosos con porcentaje variable de dolomías y minerales arcillosos. Además, el contacto entre las unidades LBS (denominada lutitas) e YB3 (nivel superior de los yesos) no es neto como establece Enresa; sino que existe una transición difusa e indentada, en horizontal y vertical, dependiendo del porcentaje de yesos y entidad que tengan los materiales. Esto supone que, en contra de lo que propone Enresa, existan niveles de yesos y alternancia yesos-lutitas dentro de la unidad LBS y por encima del contacto “neto” con YB3.

G-4 Los materiales presentes en el emplazamiento muestran una elevada heterogeneidad en composición mineralógica y distribución espacial. Esto hace muy difícil en la práctica agrupar materiales con comportamientos claramente diferenciados, principalmente a efectos geotécnicos, como pretende la caracterización de Enresa forzando la interpretación de los datos disponibles. En este contexto, la caracterización geológica en cuanto a número, distribución y profundidad de sondeos y muestras resulta insuficiente, dada la gran complejidad del emplazamiento para identificar la variabilidad de los parámetros geotécnicos de interés para la seguridad.

G-5 No se han integrado los datos petrológicos y mineralógicos en el modelo sedimentológico ni en el análisis diagenético realizado por Enresa. Esto es clave para la localización de depósitos con posibles y previsibles impactos constructivos, a saber: yesos, anhidrita y carbonatos, entre otros, en la unidad YB; arcillas expansivas, yesos, carbonatos y otras sales, en mayor o menor porcentaje, en la unidad LBS.

G-6 Ante las carencias y dificultades anteriores, la propuesta de Enresa de definir la unidad LBS mediante litotipos no es resolutoria porque, desde el punto de vista mineralógico, entre ellos no hay diferencias significativas apoyadas en los datos aportados. Tampoco sirve para discriminar tipos de facies (materiales) con posibles dificultades constructivas asociadas; ya que dichos litotipos no reflejan la composición mineral (tipos de minerales de arcilla) ni la representatividad (% en el total de la roca) que hay en cada facies.

G-7 La información aportada por Enresa presenta carencias y mantiene incertidumbres en aspectos relevantes que se indican a continuación y que sirven de base a otras áreas de caracterización, esencialmente neotectónica, hidrogeología, hidrogeoquímica y geotecnia:

- En relación con la neotectónica:
 - No se han realizado ensayos mecánicos y geofísicos para determinar la interpretación estructural de los esfuerzos tectónicos actuales en el emplazamiento. Además, el estado tensional de las fracturas N-S por debajo del emplazamiento, puede tener influencia en la permeabilidad de dichas fracturas.
 - No se ha caracterizado la estructura y geometría del techo del basamento y resulta necesario asumir la posible existencia bajo el emplazamiento de una fuente sísmica sin expresión superficial y capaz de generar terremotos de magnitud $M_w \cong 5$.
- En relación con la posible disolución de yesos y la circulación de aguas subterráneas a favor de discontinuidades y fracturas:
 - Aunque se han identificado zonas endorreicas en el emplazamiento y su entorno, no se han caracterizado, particularmente en la zona SE del emplazamiento.
 - No se han caracterizado adecuadamente los lineamientos (evidencias de fracturas y fenómenos geomorfológicos asociados) N-S del río Záncara próximos al emplazamiento.
 - No están caracterizados adecuadamente los procesos de disolución de yesos frente a la posible entrada de agua a través de vías preferentes, como son zonas de dolinas y cavidades. Además, en el emplazamiento se han identificado discontinuidades por métodos geofísicos y la existencia de fracturas en algún sondeo (SVC-6 y, hasta 5 m de espesor, en SG-61), lo que podría favorecer esos procesos de disolución asociados a flujos preferentes de agua.
- En relación con la geotecnia del emplazamiento:
 - Los mapas geológicos de escala de detalle no reflejan la cartografía de la realidad a esa escala, es decir, contienen la misma información que el resto de mapas geológicos de menor precisión (mayor escala).
 - La información aportada no resulta suficiente para establecer la estructura, red de fracturación y posible presencia de oquedades y rellenos kársticos en profundidad, a pesar de la investigación realizada (sísmica de reflexión 2-D, con escasa resolución, y tomografía sísmica parcialmente interpretada).
 - No se ha realizado un análisis del modelado del terreno y su evolución en función de la transferencia de materiales entre zonas de erosión y depósito; así como tampoco se han estimado las masas y tasas de erosión.
 - No se ha logrado realizar una representación espacial adecuada de los materiales susceptibles de experimentar procesos de disolución o hinchamiento.

G-8 Finalmente, la evaluación ha comprobado que Enresa no adjunta una relación (en memoria y mapa) de todos los condicionantes del emplazamiento que pudieran afectar a la seguridad de las instalaciones del ATC, en la actualidad o a futuro; que indique en cada caso el tipo de afección (neotectónica, tectónica, inundación, subsidencia por pérdidas de masa, colapso por hundimiento de cavidades, hinchamiento, fenómenos de disolución-karstificación, erosión y sedimentación...), y su clasificación por orden de importancia, como preveía el Plan de Caracterización.

5.3. Caracterización sismológica.

La información sobre los estudios de caracterización sismológica del emplazamiento se encuentra recogida en la sección 2.5, *Sismología*, del documento [2] elaborado por Enresa. En ella se presentan los estudios de sismicidad regional y próxima, el análisis de fallas en el entorno del emplazamiento y de fuentes sismogénicas; así como la determinación del terremoto base de diseño y la descripción del programa de vigilancia sísmica.

Como consecuencia de la aceptación favorable³ del diseño genérico del ATC que adoptó el pleno del CSN con fecha 28/06/2006, la evaluación del parámetro sísmico está sujeta al criterio de aceptación de la condición tercera de la resolución del CSN. Esta condición se transcribe seguidamente, la cual recoge la propuesta de dictamen técnico CSN/PDT/ARAA/ATC/0605/01, que a su vez incorpora las conclusiones de evaluación del Área CITI de los informes de referencia [8], [17] y [18].

"3. Se considera aceptable para el diseño del ATC la base de diseño sísmico del 10CFR72.102, compatible con los espectros (horizontal y vertical) de la Reg. Guide 1.60 (Design Response Spectra for Seismic Design of Nuclear Power Plants, rev. 1, Diciembre 1973), y determinada de acuerdo a la Reg. Guide 1.165 (Identification and Characterization of Seismic Sources and Determination of Safe Shutdown Earthquake Ground Motion, Marzo 1997), mediante los estudios geológicos, sismológicos, geofísicos y geotectónicos específicos, locales y regionales, y el correspondiente PSHA (análisis probabilista de la peligrosidad sísmica). Según la normativa de referencia aplicable, el terremoto base de diseño tendrá una probabilidad mediana de ocurrencia anual igual o inferior a un suceso en 100.000 años (10E-5)".

Durante el proceso posterior seguido por Enresa para caracterizar el parámetro sísmico, también se han mantenido diversas reuniones entre Julio/2012 y Oct/2014 (ver Anexo 2) para conocer el avance y desarrollo de los trabajos, y clarificar diferentes aspectos de detalle de la normativa aplicable.

5.3.1. Trabajos de caracterización realizados y resultados obtenidos.

Enresa ha abordado de forma específica un estudio neotectónico y paleosísmico en el entorno del emplazamiento que incluye, entre otros, una fotointerpretación de detalle, el reconocimiento geofísico, el análisis de anomalías topográficas y geomorfológicas, y el análisis sismotectónico de las series sísmicas (██████████, Diciembre 2014).

Según la información de Enresa, los resultados de las investigaciones realizadas indican que en la vecindad del emplazamiento hay pocas evidencias de neotectónica, y que no hay fallas sismogénicas con ruptura de la superficie. De forma más concreta, las investigaciones de Enresa no han detectado fallas capaces en el ámbito de 8 km alrededor del emplazamiento, y no han podido asignar eventos sísmicos a ninguna falla o grupos de fallas concretas en el entorno del emplazamiento. El epicentro sísmico catalogado más próximo está a 8 km, y la falla más próxima con sismicidad asociada está a unos 30 km.

En relación con la estructura sismotectónica más profunda, Enresa ha interpretado los perfiles sísmicos que se realizaron en los años 70, junto con la cartografía geológica más reciente del IGME; los análisis realizados deducen que el techo del basamento sísmico está entre 2'5 y 3'5 km de profundidad. Sin embargo, no aportan información nueva y de mejor calidad que

³ Carta ARAA/ATC/06/01, de 29 de junio de 2006 (registro de salida del CSN nº 4333, de fecha 30.06.2006).

permita establecer la geometría del techo del basamento sísmico, y cartografiar las estructuras frágiles más relevantes.

En el ámbito de 40 km del emplazamiento Enresa mantiene operativa una red de vigilancia de la sismicidad compuesta de 9 estaciones, que tiene por objeto mejorar el conocimiento de las fuentes sismogénicas que pudieran influir en la estabilidad del emplazamiento. Según indica Enresa, su operación se mantendrá durante tiempo suficiente para la obtención de la información necesaria.

Así mismo, Enresa indica que, durante la construcción, establecerá un programa para la vigilancia de la instalación que operará durante su vida de servicio. Como elementos principales de ese programa propone: a) dos acelerómetros, uno en la instalación principal y otro en campo libre (centro de datos meteorológicos, sísmicos y medioambientales); b) una especificación técnica de funcionamiento, con las bases, los equipos y la interpretación de registros; y c) procedimientos operativos para el seguimiento y control del plan de vigilancia sísmica del emplazamiento.

El análisis de la peligrosidad sísmica en el emplazamiento del ATC (centro de referencia 41° Oeste y 2° Norte, coincidente con el centro geográfico del emplazamiento), se ha realizado mediante los métodos determinista y probabilista. Con el primero se han obtenido los espectros de respuesta horizontal del terreno, derivados de terremotos de tamaño igual a la magnitud máxima asociada a siete fallas sismogénicas situadas en los ámbitos próximo y lejano. El análisis probabilista ha considerado dos zonaciones sismotectónicas para obtener el espectro de respuesta del terreno de peligrosidad uniforme (UHS), asociado a distintas frecuencias anuales de excedencia; mediante la desagregación del resultado se han obtenido los terremotos de control.

Para identificar las fuentes sismogénicas más significantes en el cálculo de peligrosidad sísmica, Enresa ha considerado que son 'capaces' todas las fallas de la base QUAFI del IGME y las representadas en el Mapa Neotectónico (1:1.000.000). Entre todas ellas se ha retenido un subconjunto según los siguientes criterios: a) en un radio de 40 km, todas las fallas de longitud > 1 km; b) entre 40-80 km, las fallas de longitud > 5 km; y c) en un radio 80-160 km o más, las fallas de longitud > 10 km. El subconjunto resultante queda constituido por las siete fallas seleccionadas.

El método determinista seguido define el terremoto máximo creíble (MCE) como el mayor evento razonablemente esperado en condiciones geológicas y sísmicas análogas a las de la zona del ATC. Para este cálculo, Enresa ha seleccionado como más desfavorables las siete fallas 'capaces' antes mencionadas, deducidas de combinar el mecanismo de la falla, la máxima magnitud potencial y la distancia al emplazamiento. Dos de ellas están en el ámbito próximo (< 25 km); otras dos fallas en el ámbito medio-próximo (25-80 km); dos más en el ámbito medio-lejano (80-160 km); y una en el ámbito lejano (160-320 km).

El espectro de respuesta elástica del terreno más conservador de los obtenidos con este método determinista tiene una $PGA = 0'325$ g (aceleración pico del suelo, PGA) y se deduce considerando una ruptura puntual de magnitud $M_w = 6'0$ en la falla F-123 sita 11'4 km al NNO del emplazamiento, que no da ruptura en la superficie. El resto de fuentes sísmicas con mayores efectos potenciales en el emplazamiento, pero de menor amplitud espectral que la anterior, se localizan a unos 125-130 km al SE del emplazamiento y para magnitud $M_w = 7'1$.

En el método probabilista Enresa considera que las fuentes sismogénicas son 'provincias' o zonas sismotectónicas que tienen condiciones sismogénicas homogéneas. El cálculo ha utilizado dos modelos sismotectónicos con diferente número de zonas (22 y 39), en donde la sismicidad de cada zona se ha caracterizado con los siguientes criterios: a) la distribución espacial de eventos dentro de una zona es homogénea; b) los eventos ocurren con igual probabilidad dentro de ella; c) la distribución temporal de eventos dentro de cada zona es '*poissoniana*' y definida según la ley de Gutenberg-Richter; y d) la magnitud máxima de una zona se deduce de las fallas sismogénicas que inscriba, y en su ausencia se deduce de la máxima M_w catalogada por el IGN en la zona.

Con la metodología probabilista se deduce que el espectro de la respuesta del terreno correspondiente a la predicción mediana de la probabilidad de excedencia de $10E-5$ tiene $PGA = 0'322 \text{ g}$ ($316'3 \text{ cm/s}^2$). Éste es un valor muy próximo al correspondiente a la media obtenida para la misma frecuencia de excedencia: $PGA = 0'329 \text{ g}$ ($322'3 \text{ cm/s}^2$), y también algo menor que la $PGA = 0'325 \text{ g}$ obtenida con el método determinista.

La caracterización sísmica del terremoto base de diseño (*design basis earthquake*, DBE), se define por los espectros elásticos horizontal y vertical de respuesta del terreno según la RG 1.60 (ref. normativa N-13), escalados con una $PGA = 0'325 \text{ g}$, y modificados en la zona de frecuencias altas (punto B' en figura B) según se considera en el proyecto AP1000 (nuevo diseño de central nuclear en EE.UU.). Seguidamente se adjunta la figura B con las dos formas espectrales y una tabla con las correspondientes frecuencias de control (puntos A-E). Enresa también aporta, en el Anexo 2.5-II de su informe [2], la relación completa de las frecuencias consideradas en la definición de los espectros de diseño; en total son 79 frecuencias, los 6 puntos de control y 73 puntos intermedios.

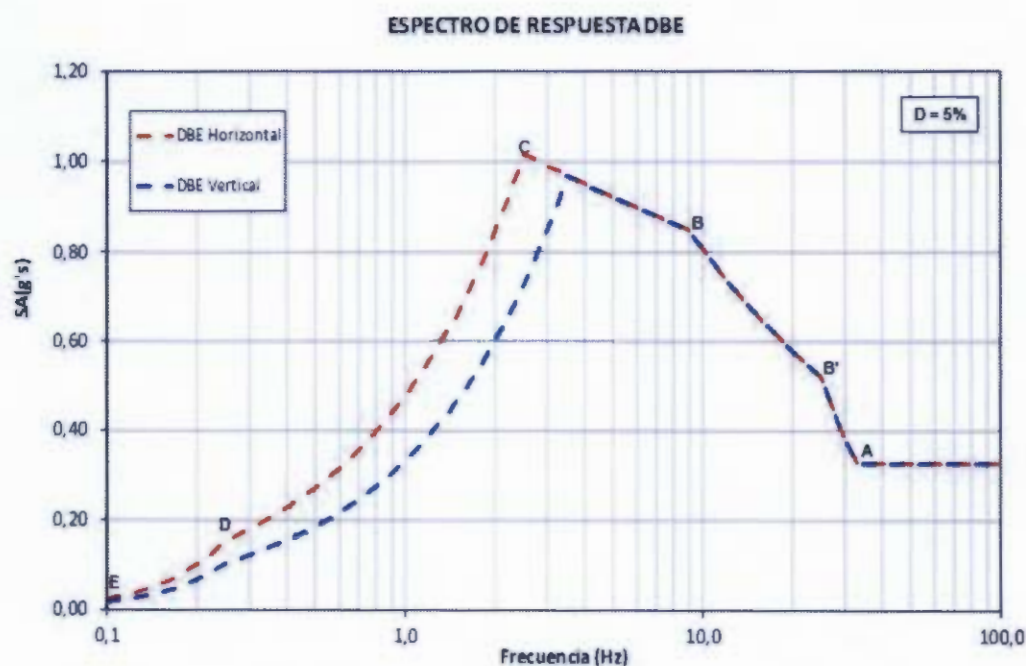


Figura B: Base de diseño sísmico (DBE). Espectros H y V de la respuesta elástica.
 $PGA = 0.325 \text{ g}$ y amortiguamiento del 5%.

DBE HORIZONTAL					DBE VERTICAL				
	f (Hz)	T(s)	Coefic.	SHA (g)		f (Hz)	T(s)	Coefic.	SHA (g)
	100'00	0'01	1'00	0'325		100'00	0'01	1'00	0'325
A	33'00	0'03	1'00	0'325	A	33'00	0'03	1'00	0'325
B'	25'00	0'04	1'60	0'520	B'	25'00	0'04	1'60	0'520
B	9'00	0'11	2'61	0'848	B	9'00	0'11	2'61	0'848
C	2'50	0'40	3'13	1'017	C	3'50	0'29	2'98	0'969
D	0'25	4'00	0'47	0'153	D	0'25	4'00	0'32	0'102
E	0'10	10'00	0'08	0'025	E	0'10	10'00	0'05	0'016

Tras modificar los espectros de la RG 1.60 en la zona de frecuencias altas, el espectro de diseño envuelve a los espectros de respuesta del terreno obtenidos en los análisis determinista y probabilista. Como parte de este análisis, Enresa también ha hecho una comparación de los resultados con las formas espectrales utilizadas como referencia (figuras C y D).



Figura C: Espectro H de repuesta de la RG 1.60 y el modificado. Comparación con los espectros determinista y probabilista. Todos ellos escalados con PGA = 0'325 g.

Como resultado de las actividades de evaluación de la documentación presentada, que incluyen la asesoría de URS-España y las diversas reuniones técnicas con Enresa, además de las visitas e inspección [7] en el emplazamiento, se deducen los comentarios de evaluación más relevantes que se exponen a continuación.



Figura D: Comparación entre formas espectrales del diseño genérico ($PGA = 0'25 \text{ g}$) y de los espectros determinista y probabilista, EU8 (tipos 1 y 2) y RG 1.60, estos para $PGA = 0'325 \text{ g}$.

- Respecto a fuentes sismogénicas, en especial del campo próximo y vecindad regional:

- Enresa utiliza en diversos documentos el término 'falla activa' y según la normativa aplicable los términos actuales de referencia son: 'falla capaz' o 'fuente sismogénica'.
- Enresa no ha podido detectar evidencias claras de terremotos en las zonas investigadas; sin embargo, el catálogo del IGN muestra que existe sismicidad asociada a fallas de basamento sin expresión superficial.
- Debido a la escasa profundidad de las trincheras de observación paleosísmica ($< 2 \text{ m}$) realizadas por Enresa, la mayor parte de los terrenos excavados eran suelos y el resto de litologías tenían un grado de alteración alto; lo que ha dificultado la observación de estructuras próximas a la superficie.
- Las litologías de la cobertera pueden absorber, mediante deformación dúctil, posibles desplazamientos generados en estructuras frágiles que afecten al basamento sísmico.
- Como información geológica y sísmica básica, Enresa no ha incluido en la documentación aportada un mapa de contornos del basamento sísmico, que recoja las estructuras más significantes del mismo, según indica la normativa N-10⁴ para este tipo de instalaciones.
- Enresa no parece haber considerado información disponible, como el Proyecto PRIOR (Enresa-CSN), o publicaciones sobre la estructura del techo del basamento sísmico regional.

⁴ NUREG 1567, criterio 2.4.6.1, 'Basic Geologic and Seismic Information': *Planar and linear features of structural significance such as folds, faults, synclines, anticlines, basins, and domes should be identified on a geologic map showing bedrock surface contours.* Procedimiento de revisión 2.4.6.1, 'Basic Geologic and Seismic Information': *Review the bedrock contour map to confirm that all relevant structural features are accurately represented.*

- No puede descartarse la existencia de fallas de basamento, sin expresión superficial. En el entorno comarcal (< 40 km) hay sismicidad, y también se ha observado deformación frágil en materiales del Mioceno Superior. Así mismo, se han registrado terremotos recientes a distancia < 100 km (Ossa de Montiel, del 23/02/2015, $M_w = 5'2$, a 82 km).

- Respecto al programa de vigilancia sísmica:

- La evaluación considera adecuada la red de vigilancia sísmica instalada en el ámbito de 40 km del emplazamiento. Sin embargo, el tiempo de operación propuesto es genérico; se considera que Enresa debe recoger a este respecto lo que indica la normativa aplicable: IS-26⁵ del CSN y SSG-9⁶ del OIEA (ref. normativas N-2 y N-6).
- Dentro del programa de vigilancia sísmica, pero diferenciado del anterior, Enresa también propone vigilar la instalación en el propio emplazamiento. La evaluación considera que Enresa debe revisar su propuesta según la normativa aplicable, valorando la necesidad de instalar más de un acelerómetro en el campo libre. Así mismo, de acuerdo con la práctica de las II.NN. españolas, el Sistema de Vigilancia Sísmica a instalar deberá disponer, en su momento, de límites de excedencia derivados de la base de diseño, y asociados con Especificaciones de Funcionamiento y con la activación de las categorías del Plan de Emergencia Interior de la instalación.

- Respecto al análisis de la peligrosidad sísmica:

- Los resultados del análisis determinista y la desagregación del probabilista, deducen que las fallas de basamento situadas a menos de 25 km son las fuentes sismogénicas que más contribuyen a la peligrosidad sísmica del emplazamiento. Como resultado de la caracterización que ha realizado Enresa, se desprende que no hay evidencias de rotura en superficie y que la magnitud máxima asociada a esas fuentes es $M_w \leq 6$.
- El análisis determinista realizado por Enresa deduce como peor resultado una $PGA = 0'325$ g, debido a un terremoto de magnitud $M_w = 6$ en la falla neotectónica F-123, localizada a 11'4 km al NNO del emplazamiento. Esta magnitud resulta superior a la considerada en los informes previos de Enresa ($M_w = 5'43$), cubre las características de la sismicidad conocida, y la evaluación considera que es adecuada a las condiciones sismotectónicas conocidas del área del emplazamiento.
- El análisis probabilista realizado por Enresa corresponde al Nivel 1 de la metodología SSHAC de la USNRC, que se caracteriza por modelar de forma limitada la incertidumbre. Obtiene como resultado una $PGA = 0'322$ g, asociada con la predicción mediana para la probabilidad de excedencia $10E-5$.

5 § 4.7, 'Las características del emplazamiento que puedan afectar a la seguridad de la instalación nuclear, los riesgos asociados a sucesos externos ... deberán ser objeto de vigilancia y seguimiento durante todo el ciclo de vida de la instalación, desde el inicio de su construcción hasta la declaración de clausura'.

6 § 3.30, ... 'To acquire more detailed information on potential seismic sources, it is recommended that a network of sensitive seismographs having a recording capability for micro-earthquakes be installed and operated... The minimum monitoring period necessary to obtain meaningful data for seismotectonic interpretation is at least several years for regions of high seismicity, and is much longer for regions of low seismicity' ...

§ 3.32, ... 'A stratigraphic profile with dynamic soil properties below the network stations should be obtained' ...

§ 3.33, ... 'This instrumentation should be appropriately and periodically upgraded and calibrated to provide adequate information in line with updated international operational practice' ...

- El terremoto base de diseño de la instalación está caracterizado por los espectros elásticos de respuesta horizontal y vertical del terreno de la RG 1.60, modificados en la frecuencia de 25 Hz y escalados con $PGA = 0'325$ g. Esta caracterización envuelve, en todas las frecuencias, al espectro resultante del análisis determinista y al espectro de peligrosidad uniforme que resulta del probabilista, para una probabilidad mediana de ocurrencia anual de $10E-5$.
- La caracterización del terremoto base de diseño no incluye posibles acciones inerciales no elásticas, debidas a los efectos de directividad y "flying step", asociadas a sismos con magnitud del orden de $M_w \leq 6$ bajo el emplazamiento, que pueden ser generados por fuentes sísmicas del basamento sin expresión superficial.
- La caracterización dinámica del emplazamiento, necesaria para abordar el análisis del "efecto sitio", se evalúa en el apartado 5.7 de este informe de evaluación.

5.3.2. Contribución a las bases de diseño del ATC.

En este apartado se recoge la evaluación de las conclusiones de Enresa sobre los estudios de sismicidad y peligrosidad sísmica del emplazamiento que se relacionan con las bases de diseño de la instalación, las cuales se presentan en el apartado 2.5.6, *Consideraciones para las bases de diseño*, del documento [2].

Enresa asume una magnitud $M_w = 6$ asociada a la falla capaz F-123 localizada a 11'4 km del emplazamiento, como fuente sísmica más relevante para el cálculo de peligrosidad. Las investigaciones que ha realizado confirman que en la vecindad del emplazamiento no existen fuentes sismogénicas con ruptura de la superficie. El análisis determinista deduce como resultado conservador $PGA = 0'325$ g, debido al terremoto de magnitud $M_w = 6$ indicado. Y el análisis probabilista deduce $PGA = 0'322$ g como valor de la predicción mediana para la probabilidad de excedencia $E10-5$.

Según esos resultados, Enresa propone un terremoto base de diseño caracterizado por los espectros elásticos de respuesta horizontal y vertical del terreno de la RG 1.60, modificados en la frecuencia de 25 Hz y escalados con $PGA = 0'325$ g. Esta caracterización envuelve, en todas las frecuencias, a los espectros resultantes del análisis determinista y del probabilista.

La caracterización del terremoto base de diseño se ajusta a lo requerido por el CSN y se considera aceptable. Sin embargo, el catálogo del IGN muestra que no se puede descartar la existencia de fallas de basamento, sin expresión superficial, que generen en el campo muy próximo eventos con magnitud $M_w < 6$ que pueden inducir acciones inerciales no elásticas, lo que no está considerado en la caracterización realizada.

Por el motivo anterior, la evaluación considera necesario que Enresa verifique la respuesta del diseño del ATC ante la ocurrencia hipotética de ese tipo de terremoto bajo el emplazamiento. Se propone que esta verificación se aborde como suceso creíble, más allá de la base de diseño sísmico, y frente a los acelerogramas registrados durante el terremoto de Lorca de 2011.

Sobre el programa de vigilancia sísmica específico de la instalación (en el propio emplazamiento), es necesario que Enresa revise su propuesta para completar el número de acelerómetros en campo libre y en estructuras, establecer límites de excedencia de la base de diseño, y asociarlos con las Especificaciones de Funcionamiento y con el Plan de Emergencia Interior. Por otra parte, se considera aceptable la red de vigilancia del ámbito de 40 km; pero Enresa debe revisar su propuesta en relación con el tiempo de operación.

5.3.3. Conclusiones de revisión de la caracterización sísmológica.

S-1 El terremoto base de diseño del ATC está caracterizado por los espectros elásticos de respuesta horizontal y vertical del terreno de la USNRC RG 1.60, modificados en la frecuencia de 25 Hz y escalados con $PGA = 0'325$ g. Esta caracterización envuelve, en todas las frecuencias, al espectro resultante del análisis determinista y al espectro de peligrosidad uniforme para una probabilidad mediana de ocurrencia anual de $10E-5$. Esta caracterización es aceptable, cubre lo previsto en el Plan de Caracterización y también lo requerido por el CSN en la apreciación favorable del diseño genérico emitida el 28/06/2006.

S-2 Para cubrir la incertidumbre remanente sobre la existencia bajo el emplazamiento de fallas sísmogénicas de basamento sin expresión superficial, se considera necesario que Enresa verifique la respuesta del ATC frente a los acelerogramas registrados durante el terremoto de Lorca (11/05/2011, EVID 1060340, registrado en la estación EXLO del IGN en sus tres componentes: N30°W; E30°N; y vertical), y situados debajo del emplazamiento. Se propone que este análisis se realice como un suceso creíble más allá de la base de diseño sísmico.

S-3 Sobre el programa de vigilancia sísmica, se considera necesario que Enresa revise su propuesta para: **a)** recoger lo que refiere la IS-26 (§ 4.7) del CSN y la SSG-9 (§ 3.30) del OIEA, en relación con el tiempo de operación de la red de vigilancia sísmica del ámbito de 40 km; **b)** valorar la necesidad de instalar más acelerómetros en campo libre y en las estructuras según lo indicado en la normativa aplicable; y **c)** establecer límites de excedencia de la base de diseño, y asociarlos con las Especificaciones de Funcionamiento y con la activación de las categorías del Plan de Emergencia Interior.

5.4. Caracterización meteorológica.

La información sobre los estudios de la meteorología del emplazamiento figura recogida en la sección 2.3, *Meteorología*, del documento [2] elaborado por Enresa. La normativa identificada en la tabla 1.3 de dicho documento [2] como normativa utilizada para la realización de los estudios meteorológicos, coincide con la incluida en el presente informe de evaluación, apartado 4 (referencias N-7, N-11, N-14, N-15, N-16 y N-19), la cual se ha aplicado como criterio de aceptación.

5.4.1. Trabajos de caracterización realizados y resultados obtenidos.

Para el estudio de la meteorología del emplazamiento, y además del documento [2], Enresa ha presentado al CSN los siguientes informes:

- *Estudio meteorológico del emplazamiento del Almacén Temporal Centralizado (ATC) de Villar de Cañas.* [REDACTED], Rev. 4 de Sep/2013.
- *Actualización de datos meteorológicos locales del emplazamiento del Almacén Temporal Centralizado (ATC) de Villar de Cañas (Cuenca), periodo diciembre 2012-octubre 2014.* Ref. 042-IF-SU-0017. ENRESA, Nov/2014.
- *Informe meteorología local.* Rev. 0 de Mayo/2014.
- *Estudio de diseño de una torre meteorológica en el emplazamiento del ATC de Villar de Cañas (Cuenca).* Rev. 1 de Junio/2014.
- *Análisis Comparativo de los datos meteorológicos de la estación de Villar de Cañas y del observatorio de AEMET de la localidad de Cuenca.* Nota técnica. [REDACTED], Dic/2014.

- *Comparación de rosas del viento observado en Villar de Cañas (Cuenca) con las de otros observatorios de la Agencia Estatal de Meteorología.* [REDACTED]. ENRESA, Nov/2014.
- *Informe resumen de integración para la caracterización del emplazamiento del ATC de Villar de Cañas (Cuenca).* ENRESA, 30/Dic/2014.
- *Estudio de la afección de la avenida máxima probable del río Záncara en el emplazamiento del ATC de Villar de Cañas (Cuenca).* [REDACTED], Rev. 2, Dic/2014.
- 042-L1-FC-P-04000 Ed.1. *Metodología de cálculo del impacto radiológico en el exterior debido a efluentes gaseosos.* Ed.1 de Feb/2015.
- 042-IF-IS-0009 *Respuesta a la petición de información adicional en relación con la solicitud del MINETUR de evaluación de impacto radiológico del ATC para la declaración de impacto ambiental (PIA-DIA).* Rev.0 de Feb/2015.

Para la obtención de los **parámetros meteorológicos característicos del emplazamiento**, en ausencia de datos meteorológicos de una estación local con un periodo de registro suficiente, Enresa ha realizado un análisis regional de las principales variables meteorológicas, en el que se han utilizado los datos de estaciones próximas. Por otra parte, Enresa ha efectuado una estimación de la evolución del clima a largo plazo de acuerdo con los estudios de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y del Observatorio del Cambio Climático de Castilla - La Mancha.

Para la caracterización de la climatología regional Enresa ha recopilado las series históricas de datos meteorológicos hasta un radio de 40 km (cuadrícula de 80×80 km²), centrado en el emplazamiento, procedentes de las siguientes fuentes de información:

- Red de la AEMET: 32 estaciones.
- Estaciones meteorológicas de la red de la Confederación Hidrográfica del Guadiana (CHG): 8 estaciones.
- Estaciones meteorológicas de la red del Sistema de Información para Regantes (SIAR), con un total de 47 estaciones.

En el estudio aportado se han primado las estaciones de la red de AEMET frente a las de SIAR o CHG por la calidad de datos (longitud de las series temporales), dotación de equipos de medida y sistemática de registro.

Para caracterizar la temperatura y precipitación, en el estudio aportado se emplearon todas las estaciones con series de longitud superior a 30 años y situadas a menos de 40 km del emplazamiento. A estas series se añade la de Villar de Cañas, a pesar de no cumplir el criterio de longitud especificado. Esto es adecuado y cumple con los criterios de aceptación de la normativa.

En cuanto al viento, el estudio evaluado ha utilizado las cuatro estaciones completas existentes con series de más de 30 años y a menos de 110 km del emplazamiento (Cuenca, Guadalajara, Madrid y Albacete). Además, se emplean otras cuatro estaciones más próximas con serie más corta. Esto se ha hecho de este modo ya que en el entorno de Villar de Cañas existen tan sólo cuatro estaciones dentro de un radio de 40 km y la longitud de sus series de datos es de 10 años como máximo. Se ha aportado un estudio de la representatividad de sus valores estadísticos de viento; para ello han recurrido a simulaciones realizadas con el modelo numérico de pronóstico meteorológico de alta resolución PROMES, desarrollado por el grupo [REDACTED]

[REDACTED] (Enresa, 2013).

Como se indica más adelante, en la caracterización de la dispersión atmosférica no se han tenido en cuenta los datos de las estaciones próximas.

En el estudio revisado se han construido poblaciones estadísticas sintéticas de los extremos anuales absolutos de las variables meteorológicas de interés, registradas en el conjunto de observatorios disponibles en el territorio de Castilla-La Mancha y Madrid. Se han obtenido resultados para cada variable de interés y distintos periodos de retorno (TR) entre 100 y 10.000 años (Tablas 2.3-6 a 2.3-8 del estudio [2]). Estos resultados se han utilizado para definir las bases de diseño del ATC.

Por otra parte, Enresa afirma que *“cuando el período de registro de los datos meteorológicos del emplazamiento sea suficiente, se modificarán los valores adoptados de acuerdo a esas mediciones”*. Para ello, y para poder mejorar la caracterización con datos en el propio emplazamiento, es necesario implantar en el ATC un programa de medidas meteorológicas. Hasta ahora Enresa ha construido 3 estaciones meteorológicas (una completa y dos satélites), siguiendo las recomendaciones de la OMM, las cuales están en funcionamiento desde noviembre de 2012.

Los valores de las variables observadas en dichas estaciones se registran cada 10 minutos, de acuerdo con la OMM; pero en la futura torre meteorológica que se instale en el ATC se deberán registrar cada 15 minutos, según la RG 1.23 (ref. normativa N-11).

Dentro del documento [12] de Enresa, apartado 11.3, “Plan de vigilancia del emplazamiento del ATC”, se incluye un *“Plan de vigilancia meteorológica”* donde se indica que se recogerán datos de la red de la AEMET, de la red de la CHG, de la red del sistema de información para regantes SIAR, y también de las 3 estaciones que hay ahora en el emplazamiento funcionando desde noviembre de 2012. También se informa que se va a construir una torre meteorológica arriestrada de [REDACTED] m de altura total, con sensores en 3 alturas ([REDACTED] metros), y se describen las características de funcionamiento del sistema. El diseño de la torre meteorológica que se describe sigue las normas de la UNSRC RG 1.23, por lo que desde el punto de vista meteorológico el diseño es correcto. La ubicación final de la torre debe tener en cuenta la dirección de los vientos dominantes y la distancia mínima a edificios requerida por la RG 1.23.

En cuanto a tornados, en España no existe una base de datos semejante a la que soporta la reglamentación americana (RG 1.76, ref. normativa N-14). Enresa ha recopilado la información histórica sobre la ocurrencia de tornados en la zona de estudio (Gayà, Tornados en España 1987-2005: Distribución temporal y espacial. Revista de Climatología, Vol. 5. 2005). El estudio aportado ha considerado un tornado base de diseño definido por la velocidad máxima equivalente a un tornado de la clase F1 en la escala actualizada de Fujita, con rachas de viento comprendidas entre 38 y 49 m/s. La velocidad máxima del tornado base de diseño para el ATC se ha determinado en 49m/s. El resto de parámetros asociados se han calculado siguiendo la metodología y fórmulas indicadas en la RG 1.76. En la Tabla 2.3.9 del informe [2] se presentan los parámetros del tornado adoptados como base de diseño. La caracterización de tornados realizada se ha hecho de acuerdo con la normativa aplicable y se considera adecuada.

En el apartado 2.3.3.2 del informe [2], *“Validación de las bases de cálculo del estudio meteorológico”*, se recoge el análisis comparativo de la evolución de las variables más importantes registradas por la estación meteorológica ER-01, instalada dentro de la parcela ATC, frente a los datos registrados en diferentes estaciones de la AEMET. El periodo de registro analizado ha sido el comprendido entre el 1/12/2012 y el 31/10/2014, casi dos años. Enresa concluye lo siguiente:

- Los valores de precipitación líquida registradas en ambas estaciones, aunque tienen una distribución temporal similar, en ocasiones presentan diferencias significativas en su intensidad.
- Los valores medios, máximos y mínimos de temperatura del aire registrados en ambos observatorios son muy parecidos, presentando una buena correlación entre series registradas durante todo el periodo de estudio.
- Los valores de humedad relativa del aire son bastante coincidentes en su distribución temporal y en valores promedios mensuales. No obstante, se ha observado cierta dispersión en los valores máximos y mínimos puntuales.
- Los valores de presión atmosférica muestran una diferencia sistemática en las medidas debido, lógicamente, a la diferencia de altitud existente entre ambas estaciones. Salvando esta circunstancia, en general se ha observado buena correlación de las medidas de presión analizadas.
- El análisis comparativo de los datos de velocidad y dirección del viento de la estación local ER-01 frente a los datos de las estaciones de la AEMET de Cuenca, Madrid/Barajas y Albacete/Los Llanos, ha permitido concluir que el régimen de vientos predominantes en la región de Villar de Cañas presenta escasa semejanza con el registrado en Cuenca, Albacete-Los Llanos o Barajas (Madrid), en el intervalo temporal considerado.

De acuerdo a estos resultados, que la evaluación considera razonables, se debería repetir la misma comparación de registros, en etapas posteriores del avance del licenciamiento del ATC (eventual fase de construcción), cuando se disponga de suficiente información adicional para deducir el conjunto de valores que mejor se ajuste a las estaciones de registro largo y que deben servir para completar la caracterización del emplazamiento desde el punto de vista meteorológico y para una futura fase de operación de la instalación.

En el apartado 2.3.4 del informe [2], “*Estimación de la difusión atmosférica*”, se recogen los parámetros representativos de las condiciones de dispersión atmosférica a aplicar en los cálculos de dosis en operación normal y sucesos operacionales previstos (difusión rutinaria), y también en accidentes (difusión a corto plazo).

Las características técnicas de la torre ER-01 instalada en el emplazamiento del ATC, que cuenta con una estructura vertical de metros basada en una torre de celosía anclada a tierra mediante vientos, no cumple con los requisitos establecidos en la RG 1.23 (ref. N-11). Por este motivo, Enresa ha seguido las recomendaciones de la NRC reflejadas en la ISG-5 (ref. N-16) para realizar una estimación de la dispersión atmosférica. Además, tal y como se ha comentado anteriormente, tampoco se podrían utilizar los datos de la estación de Cuenca; ya que no son comparables con los registrados hasta la fecha en el propio emplazamiento.

Sobre la metodología de cálculo de la dispersión atmosférica que ha seguido Enresa, la evaluación considera que es aceptable.

El estudio aportado [2] ha realizado una aproximación de la evolución del clima a largo plazo. Al tratarse de una instalación con una vida útil prevista de 100 años, hay que considerar el efecto del cambio climático sobre las variables meteorológicas. Según AEMET, se estima que las temperaturas máximas durante el verano en el último tercio del presente siglo aumentarán entre 4°C y 7°C con una probabilidad del 80%; la duración de las olas de calor se estima que tendrán una duración media mayor, entre 10 y 30 días con una probabilidad del 80%; las temperaturas mínimas durante el invierno en el último tercio del presente siglo aumentarán entre 1,5°C y 3,5°C con una probabilidad del 80%; el número de días con helada experimentará

una disminución entre 10 y 30 días con una probabilidad del 80%. Finalmente, se prevé que las precipitaciones anuales en el último tercio del presente siglo disminuirán entre el 8% y el 20% con una probabilidad del 80%, y los eventos con precipitaciones intensas podrían experimentar un ligero aumento entre -3% y 8% con probabilidad del 80%.

A falta de otra información o estudio sobre el cambio climático, se puede considerar que Enresa con la aproximación realizada, basada en una fuente fiable (AEMET), cumple con lo requerido en la normativa aplicable (IS-29 y SSG-18.8, ref. normativa N-3 y N-7).

5.4.2. Contribución a las bases de diseño del ATC.

En el apartado 2.3.5, *Consideraciones para las bases de diseño*, del documento [2] aportado por Enresa, se presentan las diferentes variables climatológicas utilizadas y los parámetros meteorológicos envolventes del emplazamiento, que servirán para el diseño de las estructuras, sistemas y componentes de la instalación. También en la sección 2.9, *Resumen de condiciones del emplazamiento y bases de diseño*, del mismo documento [2], se muestra una nueva recopilación de las características del emplazamiento respecto a la meteorología.

Enresa ha seguido los siguientes criterios para establecer temperaturas máximas/mínimas de diseño:

- Para condiciones normales y anormales:
 - Se toman las temperaturas registradas y mantenidas durante un determinado periodo de tiempo (7 días para condiciones normales y 6 horas para condiciones anormales).
 - Se ha optado por añadir unos grados con respecto a los valores registrados, como margen de temperaturas para diseño. Esto es conservador.
- Para condiciones de accidente:
 - Se toman las temperaturas extremas extrapoladas a 100 años, obtenidas del estudio meteorológico.

Así, los valores de las temperaturas extremas consideradas para el diseño son:

- Temperaturas máximas

- Operación normal: 28°C (la T^a mínima mantenida durante 7 días es de 23°C).
- Operación anormal: 40°C (la T^a mínima mantenida durante 6 horas es de 37°C).
- Accidentes: 46°C (la T^a máx. extrema para un periodo de retorno de 100 años es de 46°C).

- Temperaturas mínimas

- Operación normal: 0°C (la T^a máxima mantenida durante 7 días es de 2°C).
- Operación anormal: -15°C (la T^a máxima mantenida durante 6 horas es de -13,5°C).
- Accidentes: -21,1°C (la T^a mín. extrema para periodo de retorno 100 años es de -21,1°C).

- Temperatura media anual 14°C (temperatura de Villares del Saz.)

- Extremos de T^a de termómetro húmedo (según la serie histórica de Cuenca)

- T^a máxima absoluta y de termómetro húmedo asociada: $T=39,7^{\circ}\text{C}$ y $T_w=19,4^{\circ}\text{C}$.
- T^a máxima absoluta de termómetro húmedo y asociada: $T_w=25,6^{\circ}\text{C}$ y $T=26,4^{\circ}\text{C}$.
- T^a mínima absoluta de termómetro húmedo y asociada: $T_w=-16,4^{\circ}\text{C}$ y $T=-17,8^{\circ}\text{C}$.
- T^a de termómetro húmedo extrema: 28,4°C ($T_R=100$ años en Cuenca).

Los valores de 'temperatura base de diseño' definidos en el documento de Enresa [2] se derivan razonablemente de la caracterización del emplazamiento y son conservadores, de acuerdo con los resultados de esa caracterización.

- Humedad

A partir de la serie histórica de Cuenca se han definido los parámetros de diseño para evaporación basados en humedad del aire, temperatura y temperatura de termómetro húmedo, de acuerdo a los criterios siguientes:

- Humedad relativa máxima absoluta: 100% (máxima registrada).
- Humedad relativa mínima absoluta: 5% (mínima registrada).
- Correlación temperatura–humedad en verano: $T=36,5^{\circ}\text{C}$ y $H= 7\%$ (mínima humedad diaria y temperatura coincidente en verano).
- Correlación temperatura–humedad en invierno: $T = -17,8^{\circ}\text{C}$ y $H = 91\%$ (máxima humedad diaria y mínima temperatura coincidente en invierno).
- Condiciones más severas de evaporación: $T= 26,8^{\circ}\text{C}$, $T_w= 17,2^{\circ}\text{C}$ y $H= 12,5\%$ (promedios de temperatura, temperatura de termómetro húmedo y humedad en la serie de 30 días consecutivos más desfavorable).

Los valores de ‘correlación humedad–temperatura base de diseño’ definidos en el documento [2] se derivan razonablemente de la caracterización del emplazamiento y son conservadores, de acuerdo con los resultados de esa caracterización.

- Precipitación

En el documento [2] se ha determinado la precipitación diaria máxima para diferentes periodos de retorno, siendo el valor para $T_R=100$ años de 137,6 mm/día; aunque también se han derivado intensidades de precipitación para periodos más cortos a partir de métodos estimativos, a saber: 114,7-133,1 mm/12h; 98,9-109,7 mm/6h y 53,1-57,3 mm/1h.

También se han definido los parámetros de diseño relacionados con la precipitación, de acuerdo a los criterios siguientes:

- Precipitación máxima diaria: 137,6 mm/24h (extremo diario para $T_R=100$ años).
- Precipitación máxima horaria: 57,3 mm/1h (extremo horario según MOPU 1990 para $T_R=100$ años a partir de la precipitación extrema diaria).
- Precipitación máxima probable: 409,7 mm/24h (PMP derivada en el estudio hidrológico que se evalúa más adelante en este informe, apdo. 5.5.1).

Los valores de ‘precipitación base de diseño’ definidos en el documento [2] se derivan razonablemente de la caracterización del emplazamiento y son conservadores, de acuerdo con los resultados de esa caracterización.

- Nieve

La información del documento [2] indica como valor máximo observado en lo relativo a presencia de nieve sobre el suelo espesores entre 10 cm y 50 cm acumulados (06/02/2012); no existiendo registro de precipitación diaria en forma de nieve, ni sobre acumulación de hielo. La carga de nieve inicial se basa en la nieve acumulada sobre el suelo o la tormenta de nieve de periodo de retorno de 100 años; mientras que la precipitación adicional se basa en la precipitación máxima probable en meses de invierno de 48h de duración:

- Máxima precipitación diaria con nieve observada sobre el suelo (27/01/1952): 36,0 mm
- Máxima precipitación acumulada en días consecutivos con nieve observada sobre el suelo (racha de 25/12/1969 a 03/01/1970): 75,3 mm
- Máxima precipitación acumulada en días consecutivos de precipitación en forma de nieve (racha de 19/12/1996 a 07/01/1997): 81,3 mm

También se han definido los parámetros de diseño relacionados con la precipitación acumulada de nieve (asumiendo que el 100% de la precipitación es en forma de nieve) y hielo, de acuerdo a los criterios siguientes:

- Nieve acumulada: 50 cm (máximo del intervalo de observación cualitativa).
- Precipitación de nieve o agua helada: 81,3 mm (máxima precipitación acumulada en 20 días consecutivos de precipitación en forma de nieve).

Los valores relacionados con la 'nieve base de diseño' definidos en el documento [2] se derivan razonablemente de la caracterización del emplazamiento y son conservadores, de acuerdo con los resultados de esa caracterización.

- Viento y tornados

Del análisis estadístico realizado en el apartado 2.2.3, *Fenómenos extremos*, del documento [2] resulta un valor de velocidad máxima de viento de 46,0 m/s para un periodo de retorno de 100 años.

En la tabla 2.3.9 del documento [2] se dan como parámetros del tornado base de diseño los siguientes:

- Velocidad de viento asociada: 49 m/s (72 m/s tornado en la región III de la RG 1.76)
- Velocidad traslacional: 9,8 m/s (frente a 14 m/s tornado en la región III de la RG 1.76)
- Velocidad rotacional máxima: 39,2 m/s (frente a 57 m/s tornado región III de la RG 1.76)
- Radio del tornado: 45,7 m (frente a 45,7 m tornado en la región III de la RG 1.76)
- Caída de presión: 18,8 mbar (frente a 40 mbar tornado en la región III de la RG 1.76)
- Tasa máxima de caída de presión: 4,04 mbar/s (frente a 13 mbar/s, región III RG 1.76)

Los valores definidos por Enresa son menores que los indicados en la RG 1.76 para la región III de EEUU (ref. normativa N-14). En España falta una estadística del fenómeno suficiente para poder definir una norma a seguir. El tornado elegido, F1 en la escala de Fujita, es el que razonablemente puede ocurrir en el emplazamiento del ATC según la documentación existente sobre este fenómeno. De todos modos, los parámetros de diseño relacionados con los proyectiles sí son los indicados en la RG 1.76 para la región III, y son los siguientes:

- Masa y velocidad horizontal de proyectil masivo (vehículo):
- Masa y velocidad horizontal de proyectil rígido penetrante (tubería):
- Masa y velocidad horizontal de proyectil rígido pequeño (rodamiento):

Estos últimos valores son los que se deben utilizar para calcular las cargas debidas a tornado en las ESC del ATC. Por lo tanto, y al coincidir con los valores indicados en la RG 1.76, se consideran aceptables como base de diseño.

- Impactos de rayos

El registro sistemático de impactos de rayos no está disponible en la AEMET. La única información disponible son las efemérides en la región, que indican la existencia de una tormenta con 7.116 rayos caídos en Cuenca (2/9/2004). En el documento [2] se ha adoptado este valor como base de diseño. A falta de otra información, se considera aceptable. En el diseño de la instalación se debe considerar la normativa aplicable de protección contra descargas atmosféricas.

- Evolución del clima a largo plazo

Enresa afirma en su documento [2] que "el efecto cambio climático sobre las variables meteorológicas se tendrá en cuenta como un estudio independiente, únicamente en los

sistemas pasivos y conjuntamente con el decaimiento de combustible a lo largo de los años, y se aplicará para las tres condiciones de operación (normal, anormal y de accidente)". Basándose en estudios de la AEMET, ha estimado los valores siguientes para considerarlos en el diseño:

- Incidencia del cambio climático para temperaturas máximas: +7°C
- Incidencia del cambio climático para temperaturas mínimas: +3,5°C
- Incidencia del cambio climático en precipitación total: rango -8% a -20%

Estos valores relacionados con la evolución del clima a largo plazo no aparecen en la tabla resumen de la sección 2.9 del documento [2]. Los valores se consideran aceptables, a falta de otra información o estudio más fiable sobre el cambio climático.

Además, la evaluación ha comprobado que los valores anteriores definidos por Enresa están dentro de los límites definidos en el diseño genérico del ATC (ref. [8]). Por lo tanto, los valores definidos resultan conservadores y aceptables para la instalación del ATC en el emplazamiento elegido.

5.4.3. Conclusiones de revisión de la caracterización meteorológica.

M-1 El estudio de caracterización aportado por Enresa ha tomado series de datos suficientes para definir los parámetros meteorológicos del emplazamiento, y ha utilizado metodologías de acuerdo con la normativa aplicable. Por tanto, la caracterización de los parámetros y condiciones meteorológicas del emplazamiento del ATC realizada por Enresa está en conformidad con los criterios de aceptación de la normativa aplicable, y sus resultados son aceptables para la fase de autorización previa de la instalación.

M-2 La metodología de cálculo de la dispersión atmosférica aplicada en el estudio de caracterización, según la ISG-5 (ref. normativa N-16), resulta adecuada para esta fase de autorización previa de la instalación.

M-3 Respecto a la evolución del clima a largo plazo, la aproximación realizada por Enresa está basada en una fuente fiable (AEMET) y puede considerarse que cumple con lo requerido en la normativa aplicable (IS-29 y SSG-18.8, ref. normativa N-3 y N-7).

M-4 Los valores base de diseños definidos por Enresa para los parámetros meteorológicos se derivan razonablemente de la caracterización del emplazamiento y son conservadores, de acuerdo con los resultados de esa caracterización.

M-5 De cara a una eventual fase de construcción de la instalación, resulta necesario disponer de un programa de medidas meteorológicas en el emplazamiento, que cumpla los criterios de la RG 1.23 (ref. normativa N-11). La ubicación final de la torre meteorológica debe tener en cuenta la dirección de los vientos dominantes y la distancia mínima a edificios requerida por dicha normativa.

M-6 Se debería repetir, en etapas posteriores del avance del licenciamiento del ATC (eventual fase de construcción), la comparación de los datos meteorológicos registrados localmente con los considerados en fase actual de la caracterización del emplazamiento, cuando se disponga de series más largas de registros para validar la caracterización realizada de condiciones meteorológicas, sobre todo en el estudio de la dispersión atmosférica.

5.5. Caracterización de hidrología superficial.

La información sobre los estudios de este parámetro del emplazamiento, que incluye el análisis de la precipitación máxima probable (PMP), avenidas y nivel de inundación, y dispersión de efluentes, figura recogida en la sección 2.6, *Hidrología de superficie*, del documento [2] elaborado por Enresa. La normativa identificada en la tabla 1.3 de dicho documento [2] como normativa utilizada para la realización de los estudios de hidrología superficial, coincide con la incluida en el presente informe de evaluación, apartado 4 (referencias N-12, N-23 y N-24), la cual se ha aplicado como criterio de aceptación.

5.5.1. Trabajos de caracterización realizados y resultados obtenidos.

Para el estudio de la hidrología superficial del emplazamiento, , Enresa ha presentado al CSN los siguientes informes, además del documento [2]:

- *Estudio hidrológico del emplazamiento del Almacén Temporal Centralizado (ATC) de Villar de Cañas (Cuenca)*. [REDACTED] Rev. 2 de Dic/2013.
- *Estudio de la afección de la avenida máxima probable del río Záncara en el emplazamiento del ATC de Villar de Cañas (Cuenca)*. [REDACTED] Rev. 2, Dic/2014.
- *Estudio meteorológico del emplazamiento del Almacén Temporal Centralizado (ATC) de Villar de Cañas*. [REDACTED], Rev. 4 de Sep/2013.

El informe “*Estudio de la afección de la avenida máxima probable...*, Rev. 2” mencionado se ha elaborado como consecuencia de las aclaraciones y trabajos adicionales solicitados a Enresa en la PIA-Previa [11] y respondidas en el documento “*Enresa, Respuesta a la Petición de Información Adicional (042-IF-SU-0016)*”. Las preguntas y respuestas se analizaron en dos reuniones CSN-Enresa, una general que tuvo lugar el 3/Oct/2014 y otra específica sobre meteorología, hidrología e hidráulica el día 22/Oct/2014.

La descripción hidrológica del documento [2] incluye la consulta de diversas fuentes bibliográficas y la recopilación de series históricas de datos hidrológicos a escala comarcal, hasta 40 km del emplazamiento.

Se aporta el inventario de masas y puntos de agua superficial en el entorno del emplazamiento y los usos principales de las masas de agua (en un radio de 16 km y ampliado al área de influencia de la cuenca hidrográfica del Záncara). Además, Enresa ha generado fichas de inventario para todos los puntos de agua y aforos, e infraestructuras hidráulicas.

La red hidrográfica está formada por arroyos tributarios del río Záncara, en su mayoría drenados por zanjas para facilitar el aprovechamiento agrícola de las tierras.

Para caracterizar los sucesos de inundaciones Enresa ha elaborado, en el ámbito de estudio, un historial de avenidas e inundaciones a partir de información pública existente (C. H. Guadiana, Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas y Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables).

La recopilación del historial de avenidas e inundaciones se ha realizado correctamente y cumple con la normativa. Pero la escala de estudio es demasiado grande y resultan necesarios, a efectos de la caracterización del emplazamiento del ATC, los análisis de mayor detalle realizados por Enresa y que se comentan a continuación.

El emplazamiento no se localiza próximo a la costa ni a grandes masas de agua (presas, lagos, costas). La laguna más próxima es la de El Hito, a más de 10 km; por lo que no aplican los estudios para estos tipos de riesgos.

No hay obras hidráulicas destacables, salvo algunos canales de drenaje de tierras de cultivo y el trasvase del Tajo-Segura, que no afectan al emplazamiento debido a su distancia y caudal de agua que llevan.

El emplazamiento no se localiza en zonas propensas a inundaciones por hielo, por lo que tampoco aplican los estudios para este tipo de riesgos.

En definitiva, la descripción realizada de la hidrología del emplazamiento resulta correcta. Sin embargo hay que destacar el hecho de que el cauce del río Záncara en la zona del emplazamiento no es natural; sino que es un cauce excavado para acomodar su perfil y trazado a las condiciones de riego.

En el apartado 2.6.2.4 del informe [2], *“Efectos por precipitación local intensa”*, se dice que para altas intensidades de precipitación *“existen actualmente sistemas de drenaje que derivan hacia el cauce del río Záncara, solamente se producen pequeñas charcas en áreas de cota baja (inferior a 804 m s.n.m.) mal drenadas”*. La evaluación comparte esta afirmación. Enresa resalta, en su informe [2] y dentro de las últimas etapas de la evolución geomorfológica de la zona, el desarrollo de lapiazes en los extensos afloramientos de niveles de yesos y la formación de suaves dolinas y áreas de encharcamiento promovidas por la disolución de esos mismos materiales.

También en el informe [2] se afirma que los *“criterios de diseño de los drenajes se realizarán conjuntamente con el diseño de la propia instalación”*.

En el apartado 2.6.3 del informe [2], *“Inundación máxima probable en ríos y arroyos”*, se referencia el estudio del impacto de la máxima avenida probable en el río Záncara de Dic/2014. Enresa afirma haber seguido los criterios y metodologías de la norma ANSI/ANS 2.8 (1992) (ref. normativa N-23), que es una de las normas utilizadas en esta evaluación como criterio de aceptación. El ámbito del estudio hidráulico de la inundación máxima probable es local, hasta una distancia de 8 km desde el emplazamiento, desde el punto donde el arroyo de la Fuente del Villar confluye con el río Záncara por la margen izquierda, aguas arriba del emplazamiento, hasta la confluencia con los ríos Blanco y de La Peñuela por la margen derecha, y del río de Lara por margen izquierda. Cabe resaltar, como ya se ha mencionado antes, que el cauce del río Záncara en la zona del emplazamiento no es natural, sino excavado.

El cálculo de la precipitación máxima probable (PMP) en 24 horas en el entorno de Villar de Cañas se ha realizado, según lo recogido en el informe [2], siguiendo las recomendaciones de la norma ANSI/ANS 2.8 (1992) ya citada y de acuerdo a un método determinista, a partir de la transposición y maximización de eventos históricos de máxima precipitación, descrito en *“Manual on Estimation of Probable Maximum Precipitation”* (WMO, 2009). Estas son normas aplicadas como criterio de aceptación.

En el cálculo anterior se deduce que la P77 máxima (eventos de precipitación en 24 horas, entre las 7 am de un día y las 7 am del día siguiente) que se podría observar en Villar de Cañas resulta ser $146,5 \times 2,4751 = 362,6$ mm. Al aplicar a este valor un factor corrector de 1'13, para considerar que la lluvia máxima de 24 horas no ha tenido que empezar necesariamente a las 7 am de un día, resulta el valor final PMP de 24h de 409,7 mm.

La falta de información pluviográfica impide deducir los valores de la PMP para otras duraciones, así como hacer una estimación de curvas intensidad-duración-área. Por ello el estudio de Enresa supone que en la totalidad de la cuenca lloverá con una intensidad uniforme e igual a la máxima asociada con la PMP calculada. Esto es conservador.

A efectos comparativos, en el estudio se han realizado los cálculos de la PMP en 24 h por métodos estadísticos (Hershy y Hershfield). Para la estación de Villares del Saz, situada a 8 km del emplazamiento, resulta de 351,2 mm (inferior al valor 409,7 obtenido por el método determinista). Se ha estimado también el valor de precipitación diaria extrema, para un periodo de retorno de 10.000 años, en 275,3 mm para 24 horas, que resulta inferior a los de PMP obtenidos tanto por métodos deterministas como probabilistas.

La caracterización meteorológica del emplazamiento a partir del análisis estadístico de las series temporales es correcta en términos generales. Cabe destacar que Enresa ha recalculado la PMP de forma más apropiada que en el documento original, teniendo en cuenta 12 tormentas extremas en lugar de cinco. La PMP se estima finalmente en 409,7 mm en 24 horas, muy por encima de los 238,1 mm estimados anteriormente en el documento original y que no era acorde con la magnitud obtenida en las evaluaciones estadísticas.

Como conclusión del cálculo de la PMP, y teniendo en cuenta que los resultados obtenidos sirven como punto de partida al cálculo hidrológico y por lo tanto al hidráulico, la evaluación concluye que el estudio realizado por Enresa es metodológicamente y formalmente correcto. Es suficiente para asegurar la idoneidad del emplazamiento frente al riesgo de inundación, ya que ha seguido los criterios conservadores establecidos en la normativa.

En el apartado 2.6.3.2 del informe [2], "*Estudio Hidrológico*", se incluye la estimación de la avenida máxima probable (AMP), considerada como la máxima avenida esperable suponiendo completa coincidencia de todos los factores que producirían la máxima precipitación y la máxima escorrentía.

La tormenta de duración 24 horas asociada a la PMP diaria tiene una fase álgida con altos valores de intensidad (en las 2 horas más intensas se concentra el 45% de la precipitación), precedida y seguida de una precipitación de fondo (en las primeras 8 horas del evento, al igual que en las 8 últimas, apenas se concentra algo más de un 10% de la precipitación). Sus parámetros más significativos son los siguientes:

- Altura de precipitación acumulada = 410,6 mm
- Intensidad al pico (media 20 minotal) = 276,9 mm/h
- Intensidad media máxima horaria = 151,1 mm/h

La evaluación ha constatado que la discrepancia entre los valores de 410,6 aquí utilizado y el valor de 409,7 definido antes para la PMP, se debe a errores de redondeo en el cálculo; en principio la diferencia no es significativa. Al utilizar Enresa el mayor valor de ambos en el cálculo de la AMP, dicho cálculo se considera aceptable al ser conservador respecto a la caracterización realizada de la PMP.

El hietograma que se emplea en el cálculo, de intensidad máxima, resulta conservador y es aceptable según las normativas vigentes. Enresa ha realizado un análisis de sensibilidad del caudal máximo de avenida con la duración de la tormenta.

Para una primera estimación de la lámina libre en el entorno de Villar de Cañas, se ha utilizado el software de hidráulica de ríos HEC-RAS del US Army Corps of Engineers (USACE), que es un método aceptable.

Enresa adopta como caudal de cálculo el correspondiente a una tormenta de 24 horas de duración, igual a $5.320,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Este valor resulta muy superior al aportado en el informe inicial, que era de $3.040 \text{ m}^3/\text{s}$.

Enresa ha realizado las modificaciones y análisis solicitados en la PIA-Previa [11] y en las reuniones técnicas respecto a los coeficientes de pérdidas, la abstracción inicial y la sensibilidad a la duración de la tormenta.

La definición de la cota máxima de inundación ha sido realizada mediante un modelo hidráulico bidimensional que simula el paso del hidrograma de la AMP en régimen transitorio; con caudales constantes e iguales al máximo del hidrograma en los ríos Záncara, Blanco y Peñuelas. Esta hipótesis de cálculo no se describe explícitamente en el informe [2]; pero los técnicos autores del trabajo aclararon por escrito las dudas planteadas al responder a la PIA-Previa (punto HyM14), y también verbalmente en la Reunión Técnica de 22/Oct/2014. Esta hipótesis es conservadora, del lado de la seguridad, puesto que produce niveles de agua más altos que en una simulación del paso de los hidrogramas. El procedimiento se considera correcto y adecuado para el análisis de un escenario donde se combinan un relieve suave y una avenida de gran magnitud.

La calidad del modelo digital del terreno (MDT) usado como base topográfica para el modelo hidráulico bidimensional se considera suficiente en la evaluación, con 25 a 50 cm de precisión altimétrica.

Los resultados obtenidos por Enresa tras la simulación se presentan de manera gráfica en la Figura 2.6-10 del informe [2], donde se muestra la extensión máxima alcanzada por la lámina libre para la AMP. Se representa además la ubicación de una sección transversal en el entorno de la parcela de Las Balanzas. Numéricamente, junto a la parcela, la cota alcanzada por el agua es la 800,9 m. En cuanto a las velocidades adoptadas por el flujo, junto a la parcela de Las Balanzas, la velocidad media es del orden de 1,3 m/s, mientras que los valores máximos no superan 2,4 m/s. El régimen fluvial resultante es lento, con números de Froude medios del orden de 0,30 en el entorno de la zona de interés.

Enresa ha hecho un análisis de sensibilidad a los coeficientes de rugosidad asignados a la llanura de inundación, cuyos valores base fueron estimados mediante tablas teóricas. Como resumen de este análisis se presentan los resultados para la hipótesis base (en la que, como referencia, el coeficiente de Manning de la llanura de inundación es 0.030) y para dos hipótesis extremas de máximo y mínimo coeficiente, con valores de 0.049 y 0.024 respectivamente. En el entorno de la parcela del ATC, la lámina de agua cuyo valor de cota probable es 800,9 m (apartado de Modelación Hidráulica 2D) oscila entre una cota máxima de 801,8 m (escenario más desfavorable de rugosidades) y 800,6 m (escenario menos conservador de rugosidades). Aún en el escenario más desfavorable de rugosidades, que en promedio supone un incremento de los números de Manning del 60% respecto de los estimados como probables, el incremento de la cota de la lámina libre es de tan sólo 0,9 m. La parcela de "Las Balanzas" tiene una cota mínima natural de 803 m s.n.m.

Enresa afirma que en *"fases posteriores del proyecto, está previsto monitorizar la cuenca para poder calibrar el modelo hidrológico"*.

La cota XXXX m s.n.m. de explanación para las instalaciones del ATC no se vería afectada por la inundación en el caso de que se produjera la avenida correspondiente a la PMP. En el peor de los casos, la cota de agua podría quedar por encima de la cota mínima de excavación (base de

cimentación [REDACTED] m para edificios EAC y [REDACTED] m para edificio MARE-ARO). Sin embargo, la probabilidad de que la PMP se presente en el periodo en que se realizará la excavación es muy baja, por lo que considerar esta última cota como objetivo para la afección implica un conservadurismo que puede considerarse excesivo.

En resumen, el estudio de AMP se ha realizado para el río Zánacara siguiendo las directrices recogidas en la norma ANSI/ANS 2.8-1992, obteniéndose una PMP de 409,7 mm/24h, un caudal de pico en el Río Zánacara asociado a la PMP de 5.321 m³/s, y una cota de inundación inferior a 802 msnm (en el caso más desfavorable de rugosidades del terreno). Por tanto, no habría afección al emplazamiento natural del ATC (cota mínima topográfica [REDACTED] msnm). La evaluación considera que los valores obtenidos son aceptables, toda vez que Enresa ha revisado el cálculo inicial de PMP, el análisis del efecto de la duración de la tormenta y distintas opciones de rugosidad del cauce para la estimación del caudal pico.

Aunque la evaluación no ha comprobado numéricamente los resultados obtenidos, no se han detectado incoherencias en los mismos, por lo que se pueden considerar correctos. Por lo tanto, el estudio realizado por Enresa es adecuado en su planteamiento, hipótesis de cálculo y ejecución. La evaluación acepta la conclusión expresada en el apdo. 5.1 del informe revisado *"Estudio de la afección de la avenida máxima probable..., Rev. 2": "En el escenario de rugosidades más conservador planteada, la lámina libre en el entarno de la parcela de Las Balanzas no supera la cota de inundación de 801,8 m, siendo nula la afección a la parcela, y muy por debajo de una posible cota de explanación a [REDACTED] m"*. Por tanto, el emplazamiento puede considerarse adecuado desde el punto de vista de la inundabilidad.

En el apartado 2.6.8 del informe [2], *"Requisitos de protección contra inundaciones"*, Enresa afirma que *"dadas las características de los terrenos y los estimaciones de altura máxima de lámina de agua, no se consideran necesarios requisitos para inundaciones"*. Esto es razonable; pero en todo caso sí que debe haber un sistema de drenaje en el emplazamiento para evacuar la lluvia que pueda caer en el mismo, especialmente durante el tiempo que duren las excavaciones, para evitar la potencial inundación de los fondos de excavación más profundos.

En el apartado 2.6.9 del informe [2], *"Transporte hidrológico de efluentes"*, se incluye una estimación preliminar del potencial de dispersión de efluentes líquidos del río Zánacara, por considerarse el medio de dispersión más relevante en la zona de estudio. Para llevar a cabo tal estimación se ha recurrido al programa Visual Plumes, desarrollado por la U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), Center for Exposure Assessment Modeling (CEAM).

Los resultados obtenidos son de carácter cualitativo, dada la falta casi absoluta de los datos específicos necesarios para un análisis preciso de la zona, lo que es reconocido en el propio informe de caracterización [2]. La conclusión resultante de que *"en general, el río Zánacara no presenta un potencial de dilución significativo"* se considera correcta en la evaluación y se podría haber deducido sin necesidad de elaborar un modelo matemático. En efecto, tanto por los bajos caudales medios (y mínimos o nulos en estiaje) como por las dimensiones del cauce, sólo se podría producir alguna dilución si el vertido coincidiera con caudales de avenida en el río, lo cual, según valora el informe [2], podría ocurrir en *"menos del 5% del tiempo"*.

El análisis de Enresa se detiene en esa conclusión y no define la magnitud de la afección potencial a los usuarios del agua, que debería ser el objetivo final del estudio de la dispersión. Efectivamente, el Zánacara probablemente no diluya los vertidos; pero no se aborda su transporte posterior, en el caso de que se infiltren a los acuíferos aguas abajo o circulen

movidos por el escaso caudal del río hasta puntos de captación de agua para uso humano o agrícola y a qué población afectarían.

Como conclusión del estudio de la dispersión de vertidos accidentales, la evaluación lo considera aceptable respecto a los objetivos planteados en el estudio; pero incompleto, porque no define la población potencialmente afectada ni la magnitud de la afección, y tendría que ser ampliado para considerar estos aspectos. Esta ampliación no resulta necesaria para esta fase de autorización previa, pero sí debería ser abordada en el contexto de la concesión de autorización de construcción.

En el documento de Enresa ref. [12], en su apartado 11.3, "Plan de vigilancia del emplazamiento del ATC", se incluye un "*Plan de vigilancia hidrogeológica*" que incorpora aspectos de hidrología superficial. Estos aspectos consisten en el control del caudal y la calidad de las aguas superficiales durante la construcción y posteriormente durante la vida operativa de la instalación, el análisis de datos periódicos de la CH del Guadiana, y el control de estaciones de aforo propias. Según indica Enresa, se instalarán dos estaciones de aforo en el río Záncara, una aguas arriba y otra aguas abajo del emplazamiento, que recogerán datos de caudal y velocidad del agua del río y calidad química.

5.5.2. Contribución a las bases de diseño del ATC.

En el apartado 2.6.10, *Consideraciones para las bases de diseño*, del documento [2] aportado por Enresa, se presentan las diferentes variables utilizadas y los parámetros envolventes del emplazamiento respecto a la hidrología superficial, que servirán para el diseño de las estructuras, sistemas y componentes de la instalación. Luego en la sección 2.9, *Resumen de condiciones del emplazamiento y bases de diseño*, del mismo documento [2], Enresa hace una nueva recopilación de las características del emplazamiento respecto a la hidrología superficial

El estudio de AMP que ha realizado Enresa para el río Záncara ha seguido las directrices recogidas en la norma ANSI/ANS 2.8-1992 y ha obtenido como resultados: una PMP de 409,7 mm/24h, un caudal de pico en el Río Záncara asociado a la PMP de 5.321 m³/s, y una cota de inundación inferior a 802 msnm (en el caso más desfavorable de rugosidades del terreno en la llanura de inundación). No habría afección al emplazamiento natural del ATC (cota mínima topográfica [REDACTED] msnm).

Los valores base de diseño definidos en el documento de Enresa [2] para los parámetros hidrológicos, PMP, AMP y nivel máximo de inundación en el emplazamiento, se derivan razonablemente de la caracterización realizada y son conservadores, de acuerdo con los resultados de esa caracterización.

En el apartado 2.6.10 del informe [2], "*Consideraciones para las bases de diseño*", Enresa afirma que "*No aplica calcular cargas por inundación (no se considera que exista inundación)... ni requisitos de protección contra inundaciones*". El análisis de Enresa ha comprobado que es un emplazamiento seco, de acuerdo con la definición de la normativa aplicable; la evaluación considera que en principio es aceptable esta afirmación. No obstante, el emplazamiento deberá disponer de su propia red de drenaje para evacuar pluviales, especialmente durante el tiempo que duren las excavaciones, para evitar la potencial inundación de los fondos de excavación. A este respecto Enresa incluye en el citado apdo. 2.6.10 lo siguiente:

"Alteraciones del drenaje natural por la construcción

Las estructuras, sistemas y componentes (ESC) importantes para la seguridad se deberán proteger de los cambios de los drenajes naturales causados por la construcción, definiendo un

diseño adecuado para el control de las aguas superficiales (sistemas de drenaje y evacuación de pluviales)”.

También afirma Enresa que los *“criterios de diseño de los drenajes se realizarán conjuntamente con el diseño de la propia instalación”*. El diseño de estos drenajes no corresponde a esta fase de autorización previa; se revisará en la fase de evaluación de la autorización de construcción.

5.5.3. Conclusiones de revisión de la caracterización de hidrología superficial.

HS-1 Enresa ha realizado la caracterización hidrológica del emplazamiento, analizando la precipitación máxima probable (PMP), la avenida máxima probable (AMP) y el nivel máximo de inundación, con metodologías de acuerdo con la normativa aplicable y utilizando los datos disponibles.

HS-2 La descripción realizada de la hidrología del emplazamiento resulta correcta. Hay que destacar que el cauce del río Záncara en el entorno del emplazamiento no es natural, sino que ha sido excavado en el pasado para acomodar su perfil y trazado a las condiciones de riego. Esta realidad no altera los resultados de la caracterización efectuada.

HS-3 Los valores base de diseños definidos por Enresa para los parámetros hidrológicos (PMP, AMP y nivel de inundación) se derivan razonablemente de la caracterización del emplazamiento y son conservadores, de acuerdo con los resultados de esa caracterización.

HS-4 Se han obtenido valores de PMP de 409,7 mm/24h, caudal de pico en el río Záncara asociado a la PMP de 5.321 m³/s, y una cota de inundación inferior a 802 m s.n.m. (en el caso más desfavorable de rugosidades del terreno en la llanura de inundación). Estos valores son adecuados, toda vez que Enresa ha revisado el cálculo inicial de PMP, el análisis del efecto de la duración de la tormenta y distintas opciones de rugosidad del cauce para la estimación del caudal pico.

HS-5 El emplazamiento es “seco” de acuerdo con la definición de la normativa aplicable.

HS-6 En esta evaluación no se ha considerado necesario comprobar numéricamente los resultados obtenidos; no se han detectado incoherencias en los mismos, por lo que se suponen correctos. El estudio realizado es adecuado en su planteamiento, hipótesis de cálculo y ejecución. En particular, se acepta la conclusión de Enresa de que *“...la lámina libre en el entorno de la parcela de Las Balanzas no supera la cota de inundación de 801,8 m, siendo nula la afección a la parcela...”*. Además, Enresa afirma también que *“...en fases posteriores del proyecto, está previsto monitorizar la cuenca para poder calibrar el modelo hidrológico...”*; se está de acuerdo con la necesidad de esta calibración del modelo.

HS-7 Sobre el estudio de la dispersión de vertidos accidentales realizado por Enresa, la evaluación lo considera aceptable respecto a los objetivos planteados en el estudio; pero incompleto, porque no define la población potencialmente afectada ni la magnitud de la afección, y tendría que ser ampliado para considerar estos aspectos. Esta ampliación no resulta necesaria para esta fase de autorización previa, pero sí debería ser abordada en el contexto de la concesión de autorización de construcción.

HS-8 El emplazamiento deberá disponer de su propia red de drenaje para evacuar pluviales, especialmente durante el tiempo que duren las excavaciones, para evitar la potencial inundación de los fondos de excavación. Enresa afirma que los *“criterios de diseño de los drenajes se realizarán conjuntamente con el diseño de la propia instalación”*. El diseño de estos

drenajes no corresponde a esta fase de autorización previa; se revisará en la fase de evaluación de la autorización de construcción.

HS-9 Tal y como anticipa Enresa en su documento [12], se deberá implantar un programa de vigilancia hidrológica para el control del caudal y de la calidad química de las aguas superficiales durante la construcción y posteriormente durante la vida operativa de la instalación.

5.6. Caracterización hidrogeológica e hidrogeoquímica.

La información sobre los estudios de estos parámetros del emplazamiento se encuentra recogida en la sección 2.7, *Hidrogeología e hidrogeoquímica*, del documento [2] elaborado por Enresa.

Los objetivos de la caracterización se pueden resumir en el desarrollo de un esquema conceptual de funcionamiento hidrogeológico lo suficientemente sólido como para: 1) definir la interacción del agua con la roca y estructuras constructivas; 2) identificar los mecanismos de migración y transporte de posibles contaminantes desde el emplazamiento hacia las zonas de descarga de las aguas subterráneas.

El estado actual del emplazamiento y su evolución futura tienen una gran importancia en el comportamiento del terreno, ante los cambios en las condiciones del flujo que provocará la construcción de las instalaciones; ya que el agua es el principal mecanismo desencadenante de los fenómenos de hinchamiento y disolución, lo que condiciona el diseño de la obra y la estabilidad a medio y largo plazo.

5.6.1. Trabajos realizados de caracterización hidrogeológica y resultados obtenidos.

➤ Recopilación bibliográfica

La recopilación bibliográfica de la información hidrogeológica se ha llevado a cabo por Enresa sobre bases de datos y documentos del IGME y la Confederación del Guadiana, y la cartografía desarrollada por la propia Enresa (distintos Sistemas de Información Geográfica). Aunque la recopilación realizada se puede considerar aceptable tras responder a las solicitudes incluidas en la PIA [11], hay documentación que, o no se ha consultado por Enresa o, si lo ha hecho, no la ha considerado relevante; esta documentación se comentó en la inspección del Área CITI de Feb/2015 [7] y podría ser una referencia para establecer la conexión del acuífero mesozoico y los materiales terciarios sobre los que se sitúan las instalaciones. Esta información es necesaria para establecer las condiciones de contorno del modelo matemático de simulación y la predicción del comportamiento del terreno ante cambios en el régimen hídrico.

El inventario de puntos de agua existentes realizado por Enresa se considera correcto a escala regional y del emplazamiento; aunque los datos, como se indicó durante la inspección, no se explotan en su totalidad y no han permitido realizar un mapa de la piezometría y flujo superficial y profundo. Por tanto, esta recopilación no tiene una respuesta práctica en el modelo conceptual que realiza Enresa. Como ejemplo, no se ha medido ni se considera relevante por Enresa el pozo de abastecimiento de Villar de Cañas, pese a localizarse en un borde del modelo de simulación.

➤ Marco geológico regional y local

La caracterización geológica de las unidades a escala regional se ha llevado a cabo por Enresa en un marco de 80x80 km y se apoya en mapas y cortes; aunque se pueden considerar aceptables, en algunos casos carecen de leyenda y son de difícil lectura.

La caracterización a escala del emplazamiento se ha realizado en un marco de 16x16 km. A escala de detalle, los cortes hidrogeológicos aportados (figuras HG-009 a HG-013, escala H 1:1000 y vertical 1:500, del documento [2]) han sido simplificados respecto a los cortes geológicos en los que se basan, especialmente en la definición de los niveles de yesos YB, que se consideran como una sola unidad. Según la documentación geológica de Enresa, en la unidad de yesos YB (subunidad YB1) se han localizado porcentajes importantes de anhidrita, que es un mineral de gran relevancia dada su gran capacidad de hinchamiento por acceso de agua.

Las representaciones gráficas a veces no son completas y no se incluyen representaciones 3D de las formaciones hidrogeológicas.

- Campaña de sondeos de caracterización hidrogeológica realizada por Enresa:

Enresa ha realizado un total de 58 sondeos entre mayo de 2012 y junio de 2014. De ellos, solamente 16 (los sondeos SVC-6bis, 7, 8, 9, 9bis, 9C, 10, 11, 11B, 12 a 17 y SG-16) se consideran contruidos con objetivos de caracterización hidrogeológica según la información de Enresa. En el segundo semestre de 2014 se ejecutaron 91 sondeos más en la “zona nuclear” con objetivos fundamentalmente geotécnicos; de los cuales, según se informó durante la inspección [7], 10 han sido entubados (en enero de 2015) para servir como piezómetros superficiales, aunque todavía no se dispone de datos al elaborar este informe.

La localización y realización de los diversos sondeos, así como la toma de muestras, no se han realizado de acuerdo a procedimientos unificados, como se constató durante la inspección [7] en la que Enresa indicó que se habían empleado los procedimientos propios de cada una de las empresas adjudicatarias.

Por razones principalmente geotécnicas, hay una mayor densidad de sondeos hacia la zona en la que se ha previsto la construcción de los edificios e instalaciones del ATC, y también en la zona Este próxima a las instalaciones, en la cual inicialmente se detectaron procesos activos de disolución de yesos. Por tanto, existe evidente carencia de información hacia el O, N y S del emplazamiento, al igual que en las zonas algo más alejadas de las instalaciones, así como en profundidad. Estas carencias dificultan la definición del esquema completo del flujo y las condiciones de contorno del sistema hidrogeológico.

Durante el proceso de evaluación se han evidenciado claras deficiencias en la ejecución de los trabajos de campo siguientes: la construcción de sondeos, toma de muestras de terreno, la instalación de piezómetros, la realización de ensayos de conductividad hidráulica y la toma de muestras de agua. Estas deficiencias restan representatividad a los datos obtenidos en el programa de caracterización hidrogeológica e hidrogeoquímica.

Entre otras prácticas, corroboradas durante la inspección [7], en su mayoría los sondeos realizados han sido perforados con agua, y en otros casos no han sido revestidos (en particular los sondeos en yesos). Por ello, la representatividad de la información hidrogeológica de las distintas unidades obtenida por tramos en los sondeos no se puede garantizar; ya que no se han utilizado centradores y tampoco se ha utilizado aislamiento entre los tramos (con bentonita) y empaque de grava.

Durante la inspección [7] también se comprobó que en la última campaña de 91 sondeos en la “zona nuclear” prevista para ATC, además de utilizar agua durante la perforación y pese a que algunos de ellos se iban a instalar como piezómetros, los sondeos se mantuvieron abiertos sin entubar durante un tiempo superior a tres meses; en ese tiempo el agua de perforación, y la que eventualmente entró por la boca abierta, pudo interaccionar con los distintos niveles de rocas solubles que atravesaban.

Otro defecto de construcción detectado en la evaluación es el ranurado manual de las tuberías piezométricas (no se han utilizado ranurados de fábrica), lo que puede reducir la conexión del piezómetro con la roca, afectando a las medidas y los ensayos realizados en esos sondeos.

El empleo de tubos ranurados en toda la longitud de los sondeos también impide obtener información de piezometría a distintas profundidades, para definir gradientes verticales de flujo o de variaciones de la calidad química de las aguas.

Todas estas prácticas impiden garantizar que no se hayan alterado las características originales de las muestras del terreno, y también del agua, por la posible mezcla del agua que ha tenido lugar entre los distintos tramos de material atravesados por el sondeo, o con el agua de escorrentía superficial que haya entrado en los sondeos no protegidos. El agua de perforación también ha podido producir fenómenos de disolución o hinchamiento de las muestras de terreno extraídas para ensayos geotécnicos y mineralógicos; así como modificar las características naturales de la roca originando hinchamientos locales (observados en testigos) y disoluciones que pueden alterar la permeabilidad original.

En resumen, la red de puntos disponibles en la actualidad no se considera adecuada para caracterizar con la suficiente representatividad el sistema de flujo y la hidrogeoquímica en el emplazamiento, de tal forma que permitan conseguir los objetivos planteados.

- Red piezométrica:

Tras eliminar un importante número de puntos de agua y poner otros en “cuarentena”, por dudar de los datos que aportaban, en el estudio de Enresa se ha dispuesto finalmente de 37 puntos de medida en 31 sondeos (originalmente había 61 puntos de medida piezométrica distribuidos en 36 sondeos). De esos 31 sondeos, solamente 8 se encuentran fuera del “sector nuclear” y concentrados principalmente en el afloramiento yesífero al Este de dicho sector nuclear. Esta distribución resulta ciertamente descompensada para el objetivo de obtener datos de toda el área del emplazamiento y su entorno próximo.

Según la información aportada por Enresa y según se comentó durante la inspección [7], se eliminaron de la red de vigilancia original varios sondeos con piezómetros eléctricos debido a eventuales defectos constructivos o de funcionamiento. En algunos casos, los valores que aportaban dichos piezómetros no se correspondían con los esperados, de acuerdo al modelo conceptual planteado por Enresa. Este es el caso, entre otros, de los puntos SVC-7, SVC-9, SVC-9C, SVC-11 y SVC-12. Por ejemplo, los tres últimos puntos aportaban datos de nivel más bajos de lo esperado, que no eran compatibles con la aseveración de que la única posibilidad de descarga hacia el Oeste es el río Záncara, y de que no hay flujos descendentes y zonas de descarga más alejadas.

Los motivos aducidos por Enresa en la eliminación de esta elevada proporción de puntos no quedan claramente justificados, y los datos aportados por algunos de estos puntos podrían modificar el esquema conceptual de flujo en el que se basa Enresa.

Se puede observar en la figura E adjunta (cuadrícula de 250x250 m) que el número de puntos actualmente considerado como válido por Enresa es muy limitado en extensión y en profundidad, de forma que la densidad resultante es insuficiente para definir los límites del dominio de flujo, las condiciones de borde y el esquema de flujo en el emplazamiento del ATC.

Como ya se ha comentado, aunque hay una mayor densidad de puntos en la zona prevista para las instalaciones, es muy reducida en las zonas exteriores; lo que impide completar la definición del esquema de flujo y las direcciones de transporte de solutos en el área de estudio del dominio hidrogeológico.



Figura E: Distribución de piezómetros en el área de estudio. En cada celda de 250x250 m se resalta el número de piezómetros operativos y los que hay en cuarentena.

- Parámetros hidrogeológicos:

A escala regional, como indica Enresa en su documento, *"la información existente sobre los parámetros hidrogeológicos de los depósitos del Terciario es muy escasa... La elevada heterogeneidad y los importantes cambios laterales de facies apuntan a una gran variabilidad de las características hidrogeológicas. Los únicos materiales que pueden tener una permeabilidad relativamente significativa son, fundamentalmente, los de tipo detrítico y carbonatado así como los niveles de yeso cuando están karstificados"*

Enresa dispone de solamente 35 ensayos realizados en 27 sondeos para la valoración de la conductividad hidráulica en materiales calificados como de "elevada heterogeneidad litológica". Enresa aporta datos de otros 71 ensayos de inyectabilidad tipo Lugeon, que como ella misma indica no pueden considerarse *"cuantitativamente fiables"*.

Los ensayos hidráulicos se han realizado en su mayoría en sondeo único y en un tramo ranurado muy amplio, lo que aporta información local en las inmediaciones del sondeo (24 slug-test, 3 de pulso y 8 de bombeo/inyección). Se ha realizado un único ensayo de bombeo de transferencia (SG-16), en el cual la evaluación ha detectado errores en la ficha del ensayo, así como en la elaboración de los datos (comentado durante la inspección de Feb/2015, [7]). La evaluación también ha observado algunas irregularidades en la realización de los ensayos de tipo *Slug* (tiempos de vaciado muy elevados) y en los de bombeo en sondeo único.



Figura F: Distribución de ensayos hidráulicos en sondeos. En cada celda de 250x250 m se resalta el número total de ensayos realizados.

Con la información de que se dispone, Enresa califica la conductividad hidráulica en el emplazamiento como baja, con valores entre 10^{-3} y 10^{-9} m/d. Sin embargo, los datos aportados en sus documentos contradicen esta afirmación, ya que incluyen valores más altos (Tabla 2.7.4 del informe [2]) que llegan a 100 m/día en la unidad de Yesos de Balanzas (sondeo SG-16); aunque Enresa califica el caso como asociado a una “*formación acuífera superficial de poca entidad*” que responde a fenómenos locales de vaciado por disolución de yesos.

La presencia de estos valores tan elevados hace pensar que puedan repetirse con similar entidad en otras zonas del emplazamiento asociado a disoluciones o a discontinuidades (fracturas o diaclasas), que se han detectado en la zona de edificios (reciente sondeo SG-61 reperforado y SVC-6) y en la información geofísica aportada (discontinuidades con dirección N-S). Durante la inspección realizada por el Área CITI [7] Enresa argumentó que las discontinuidades no se habían detectado en los sondeos (no se tenía entonces la información del SG-61 reperforado ni se había detectado la del SVC-6), ni en las trincheras realizadas.

La evaluación considera que los sondeos verticales difícilmente pueden detectar discontinuidades subverticales y que las trincheras realizadas son de escasa profundidad (no llegan a 3 m) para los fines propuestos.

Enresa asigna a las Lutitas Superiores de Balanzas (LBS) un valor medio de conductividad hidráulica *"en general inferior a 10^{-5} m/día, y relativamente homogénea"*. Si se observa la tabla 2.7.4 del informe [2], los ensayos realizados (6 ensayos *slug* y 1 de bombeo en sondeo único), aportan valores entre $2,5 \times 10^{-1}$ m/día y 10^{-3} m/día. Hay solamente un valor de 8×10^{-5} m/día. La media aritmética de los datos aportados para esta Unidad es de $1,4 \times 10^{-1}$ m/día; y la media geométrica 10^{-2} m/día.

Para el caso de los Yesos de Balanzas (YB), Enresa indica que *"el rango de variación de la conductividad hidráulica es de 10^{-7} a 10^{-3} m/día"*. Ya se ha indicado que se han obtenido valores superiores a 100 m/día en la vaguada Este. La información aportada no recoge ensayos representativos justo debajo de las instalaciones. Debe resaltarse la identificación, en el área de las instalaciones, de una zona de fractura a 45 m de profundidad (sondeo SG-61 reperforado) y otra a unos 15 m (sondeo SVC-6), cuya conductividad hidráulica no ha sido evaluada.

No se dispone de datos que cuantifiquen la anisotropía del medio; aunque, al describir el funcionamiento hidráulico del sistema, Enresa indica que se trata de *"un medio poroso, heterogéneo y anisótropo"* y que los resultados del modelo de simulación que ha elaborado son muy sensibles a cualquier variación en la conductividad hidráulica.

En lo relativo a los coeficientes de almacenamiento, los valores utilizados por Enresa son bibliográficos y no se justifica el valor utilizado en cada caso.

En resumen, la evaluación cuestiona la representatividad de los resultados aportados por el estudio, y considera que no son suficientes para caracterizar el sistema de flujo en un emplazamiento con una alta heterogeneidad, tanto en superficie como en profundidad, y con tan reducida densidad de puntos. Además, las metodologías empleadas en los ensayos tampoco se pueden considerar completas, ya que la mayoría son ensayos en sondeo único que aportan información muy local. En algunos casos, los ensayos se han realizado con procedimientos que introducen errores en los resultados.

- Resultados de piezometría:

En el caso de la construcción del ATC la piezometría es un aspecto clave en el diseño, ya que afecta a la interacción del agua subterránea con los materiales sobre los que se apoyan las instalaciones. Además, permite establecer las condiciones para un hipotético transporte de contaminantes desde la instalación.

Se han identificado componentes verticales de flujo de agua subterránea en la zona, por tanto el sistema debe tratarse como tridimensional. Para ello, es necesario definir los gradientes verticales sobre la base de datos piezométricos medidos a distintas profundidades.

A escala regional, la documentación presentada incluye solamente un plano piezométrico de un modelo que abarca todo el alto Guadiana, pese a que están disponibles otras fuentes bibliográficas consultadas por Enresa.

A escala del emplazamiento y zona nuclear, la información se apoya en los puntos antes indicados (37 puntos en 31 sondeos). El registro máximo en el tiempo es de 2 años en tres sondeos. En 21 puntos se dispone de registro de 1 año y medio, y en 7 puntos se dispone de 6 meses (sondeos Dg en el sector nuclear). Concretamente, en el sector nuclear se aporta una

descripción “semicuantitativa”, que se apoya en los registros de 12 sondeos (7 de esos sondeos son los Dgs) con un total de 25 puntos de medida dentro de la red de control piezométrico actual.

Con esta fuente de datos, tanto a escala del emplazamiento como en el sector nuclear, la información aportada por Enresa se considera claramente insuficiente en espacio y en tiempo.

Con la información disponible Enresa ha elaborado dos planos piezométricos con direcciones de flujo (HG-007 y 8) correspondientes a dos fechas en 2014. No obstante, la propia Enresa apunta que *“no ha sido posible dibujar unas isopiezas fiables en el mapa hidrogeológico”*. Esto es evidente, ya que la superficie en que la piezometría y las líneas de flujo no son supuestas nunca es superior a 1 km², en un área total de 6 km², que abarca el dominio del sistema hidrogeológico considerado en conexión con la instalación.

Enresa también aporta cortes hidrogeológicos E-O, transversales a la estratificación, y N-S (figuras HG-009 a HG-013, a escalas 1:500 o 1:100). En estos cortes se representa la piezometría superficial, no se encaja la piezometría medida a distintas profundidades y tampoco se incluyen las líneas de flujo.

Esta carencia de información, en superficie y en profundidad, impide establecer con fiabilidad las condiciones de borde que limiten el esquema de flujo en el detalle del emplazamiento; así como la conexión de las unidades terciarias superiores sobre la que se ubica el ATC con las unidades más profundas mesozoicas. Tampoco es posible establecer, con un margen suficiente, la evolución y oscilación de los niveles en la zona del emplazamiento.

Con los datos disponibles Enresa presenta una configuración piezométrica en la zona nuclear en forma de domo ovalado, con el eje mayor en sentido N-S, y cotas del orden de 810 - 815 m s.n.m. La cota prevista de cimentación futura de los edificios se sitúa entre ■■■ y ■■■ m s.n.m.; pero no se presentan estimaciones fundadas de los valores máximos y mínimos de la cota piezométrica en el emplazamiento y cuál es su evolución en el tiempo. Este es un dato necesario para estimar la “capa activa”, esencial desde el punto de vista del comportamiento geotécnico.

- Balance hídrico:

El estudio elaborado recoge a escala regional un balance hídrico a nivel de la masa de agua subterránea Sierra de Altomira. A la escala local del emplazamiento no se aporta información, y a escala de detalle se presentan estimaciones para el periodo 2004-2014 a partir del ajuste de los niveles piezométricos medidos en tres puntos entre 2012 y 2014 mediante el modelo Visual Balan.

Dadas las carencias en cuanto a los registros piezométricos y al no disponer de otros parámetros de calibración, se estima que Enresa no ha logrado cumplir el objetivo planteado en su Plan de Caracterización, y se considera que la información proporcionada es insuficiente. La existencia de un balance hídrico de la zona, junto con los esquemas piezométricos, son elementos fundamentales para el establecimiento de un esquema conceptual y para la calibración del modelo matemático de simulación.

- Esquema conceptual de flujo:

El esquema conceptual de funcionamiento hidrogeológico es la base del modelo predictivo de simulación y del análisis de los procesos que intervienen en la relación agua-suelo-estructuras, así como del análisis del transporte de especies en disolución. Teniendo en cuenta la

heterogeneidad del medio y las carencias de información mencionada, la evaluación considera que el comportamiento hidrogeológico está sujeto a un alto grado de incertidumbre, especialmente tras las obras y construcciones previstas.

Una fuente de incertidumbre se basa en que los materiales que constituyen el emplazamiento se tienen que analizar como porosos por simplificación. Sin embargo, al estar constituidos por altos porcentajes de materiales solubles, la porosidad y la permeabilidad pueden variar en el espacio y en el tiempo, afectando al flujo de agua que puede circular a favor de fracturas o zonas de disolución, especialmente si cambian las condiciones naturales actuales.



Para definir su modelo conceptual Enresa aporta un único corte hidrogeológico esquemático de la zona (figura 6.22 del informe [2]). Define un esquema bidimensional y asume un medio de muy baja permeabilidad. La recarga se produce por infiltración desde un “domo piezométrico”, desde el que el flujo que circula hacia el Este (vaguada de yesos con fenómenos de disolución y alta permeabilidad) y hacia el Oeste (descarga en el río Záncara, soportado por un único punto de escasa profundidad). El modelo asume que las componentes de flujo S-N son despreciables. Además de la descarga en el río por el Oeste, la vaguada Este actúa como colector de los flujos de su entorno dirigiéndolos en dirección N o NNO, aunque sin definición clara. Enresa, con las series de datos disponibles, estima oscilaciones del nivel freático de 1 a 2 m; aunque con su modelo matemático de simulación se obtienen valores mucho mayores (de hasta 7 m).

En el esquema conceptual propuesto por Enresa, no se tienen en cuenta ni la posible existencia de flujos preferentes a favor de las discontinuidades que han sido observadas (fracturas, zonas

de disolución), ni otros posibles aportes (flujos laterales o profundos) o descargas (a favor de las zonas más permeables, evapotranspiración, etc.).

Tampoco se consideran las modificaciones introducidas en el medio durante las fases de construcción y operación del ATC, lo que supondrá la modificación de la recarga en algunas zonas y la alteración del esquema de flujo.

Por último, no se analizan los mecanismos y procesos dominantes de transporte de solutos, integrando la información hidrogeoquímica. A este respecto, durante la inspección de Feb/2015 [7], Enresa indicó que el proceso dominante es el transporte por difusión, ya que las velocidades de flujo supuestas son muy bajas; pero esta posibilidad no es discutida ni justificada en el informe [2].

Resumiendo, con las carencias de información y las simplificaciones asumidas, la evaluación considera que el modelo conceptual planteado por Enresa adolece de importantes incertidumbres que lo hacen poco robusto.

- Modelo matemático de simulación:

El modelo matemático de simulación elaborado por Enresa arrastra las limitaciones del modelo conceptual, especialmente relacionadas con las carencias en los datos e incertidumbres. Esto se traduce en una serie de deficiencias que se pueden concretar en:

- La definición de la geometría y los límites del modelo no han sido suficientemente justificados y afectan a las condiciones de contorno consideradas.
- La asignación de parámetros hidrogeológicos a las distintas formaciones presentes está poco justificada por no disponer de datos precisos y suficientes. Por ello, en muchas ocasiones se hace de forma subjetiva, en función de las necesidades de la calibración.
- Inexistencia de balances hidráulicos basados en datos reales, que permitan calibrar los balances de entradas-salidas obtenidos con el modelo.
- Incompleta definición de la piezometría a escala del emplazamiento, su conexión con las formaciones más profundas y su evolución en el tiempo. La piezometría es la única herramienta disponible por Enresa para la calibración del modelo.
- Simplificación introducida al elaborar un modelo bidimensional, en perfil, para representar un dominio que responde a un esquema tridimensional de flujo. En el modelo elaborado la heterogeneidad y la elevada anisotropía en la conductividad hidráulica no han sido representadas.
- Los resultados de las simulaciones realizadas con el modelo en régimen transitorio no contemplan, entre otros aspectos, la oscilación del nivel en la zona nuclear tras la construcción de las instalaciones, lo que impide su uso para determinar la capa activa, lo cual es esencial para predecir el comportamiento geotécnico.

El modelo de simulación elaborado por Enresa en régimen natural, como ya se ha adelantado, predice oscilaciones del nivel freático que superan en algún punto los 7 m. También deduce la práctica desaparición del “domo piezométrico” que actualmente se define en la “zona nuclear”; es decir, su resultado es que desaparecería esa zona de niveles altos ahora existente.

Enresa no ha analizado la posibilidad de que, con esta modificación, los flujos locales que se dirigen hacia la vaguada Este desaparezcan o se vean muy reducidos. En este escenario, la zona de yesos potencialmente afectada por procesos de disolución, y que ahora es una importante

zona de descarga, se podría transformar en una zona de transición o incluso de recarga; desde la cual el agua podría circular hacia el Oeste, debajo de las instalaciones previstas, con una calidad química muy diferente a la actual, máxime en épocas de avenida o niveles altos. Estas aguas podrían activar los procesos de interacción agua-roca observados en la zona (tanto hinchamientos como disolución de yesos).

En resumen, las modificaciones de la dirección del flujo, por efecto de la construcción en la zona nuclear, incluido el eventual descenso producido por la futura captación de abastecimiento para las instalaciones, no han sido suficientemente valoradas por Enresa y pueden originar una importante variación del espesor de la zona no saturada y cambios en la interacción agua roca; lo que podría afectar de modo significativo a la estimación de estabilidad estructural del suelo bajo las instalaciones.

5.6.2. Trabajos realizados de caracterización hidrogeoquímica y resultados obtenidos.

Las características hidrogeoquímicas del agua subterránea en el emplazamiento son consecuencia de la interacción de los distintos tipos de aguas con un medio sólido y, por tanto, debe ser concordante con el esquema conceptual de flujo definido. Por otra parte, las rocas de soporte del ATC son el resultado de una serie de procesos geológicos, entre los se han identificado fenómenos de neoformación y disolución de sales y de hinchamiento de arcillas, que se reflejan también en las características geoquímicas e hidroquímicas de las aguas.

El objetivo general planteado por Enresa es *“dar soporte y apoyar el establecimiento del funcionamiento hidrogeológico, así como establecer las características de los procesos de interacción agua-roca, con especial énfasis en la capacidad de disolución de las aguas subterráneas y su evolución a lo largo de los caminos de flujo con su relación con la seguridad del emplazamiento”*.

Enresa aporta en su estudio una evaluación de las características de las aguas meteóricas y superficiales.

Han analizado 24 muestras de aguas de lluvia a lo largo de 1 año (Sep/2013 a Oct/2014). Los resultados se consideran aceptables y definen las características químicas e isotópicas normales.

Para el estudio de las aguas superficiales, Enresa ha estudiado diversos tramos del río Záncara (principal eje de drenaje de la zona). Para ello se ha realizado un estudio en dos fases. La primera no dio datos concluyentes y en la segunda, tras analizar 11 puntos de control en 23 km de río, se pudo identificar que el agua de los tramos al N del emplazamiento, mostraba indicadores de descarga de aguas subterráneas asociadas a las formaciones geológicas estudiadas, lo que también se identificó por la composición química y por el caudal de descarga de aguas subterráneas desde la vaguada al Este de la “zona nuclear”, también con dirección N.

Estas aportaciones de las aguas subterráneas no se han descrito en los estudios sobre el funcionamiento hidrogeológico, que asumen que el flujo se produce exclusivamente con dirección E-O. La identificación de descargas con dirección N podrían tener relación con la zona de alta permeabilidad identificada al Este del emplazamiento y con direcciones de flujo preferentes hacia el N, ya comentadas, y concordantes con los lineamientos del Záncara, descritos en la valoración de los estudios geológicos e hidrogeológicos.

Para la caracterización de las aguas subterráneas Enresa realiza un estudio a escala local (12 km alrededor del emplazamiento) utilizando la red de sondeos antes descrita; aunque también ha

analizado los datos de los puntos inventariados en la formaciones adyacentes (mesozoicas, terciarias y cuaternarias). La química refleja la gran heterogeneidad composicional de las formaciones existentes (calcáreas, yesíferas y salinas).

En lo que respecta a la representatividad de los datos, y aunque la valoración de los disponibles se considera correcta, a escala del emplazamiento el número y distribución espacial de los puntos dejan amplias áreas sin caracterizar por la falta de homogeneidad superficial y en profundidad. A ello hay que añadir la gran incertidumbre que introduce la heterogeneidad litológica e hidrogeológica (con contrastes muy marcados de permeabilidad entre tramos).

La metodología de muestreo, como previamente se ha comentado, también introduce importantes incertidumbres; ya que se ha muestreado en sondeos ranurados en toda su longitud, lo que facilita la mezcla de aguas de distintos niveles, tal y como se ha comprobado con los datos obtenidos y se constató durante la inspección realizada [7]. Por otra parte, los sondeos se han perforado utilizando un volumen no controlado de agua superficial sin trazar, que es posible que haya afectado a algunos resultados, como indica la propia Enresa al comentar algunos de los datos obtenidos en sondeos de la formación LBS.

- Características hidroquímicas e isotópicas

El estudio establece una relación entre la calidad química del agua subterránea y las formaciones geológicas por donde ha circulado; aunque introduce una evidente confusión entre la descripción de las unidades geológicas y la descripción de unidades hidroquímicas, cuya nomenclatura no coincide.

Los principales tipos de aguas identificadas, en relación con los materiales, son sulfatadas cálcicas; que van pasando a cálcico-magnésicas y a sódico-magnésicas a medida que el agua circula desde los materiales más "lutíticos" (que se podrían considerar margosos) a los más yesíferos.

Dentro del Estudio Hidrogeoquímico Enresa ha llevado a cabo un estudio mineralógico independiente para identificar las fases minerales mayoritarias, minoritarias o incluso traza, capaces de justificar la composición química de las aguas subterráneas. Sorprendentemente este estudio no está relacionado con los otros estudios mineralógicos recogidos en los informes de geoquímica que ha presentado Enresa.

Los resultados mineralógicos obtenidos identifican la presencia de anhidrita (mineral con elevada capacidad de hinchamiento al hidratarse) en tres de las cuatro asociaciones minerales establecidas dentro del litotipo yesífero. En el litotipo lutítico aparece yeso y cuarzo en las dos asociaciones establecidas. También se han identificado fases salinas sulfatadas como fuentes de sodio y magnesio, que se observan en la composición de las aguas subterráneas.

Los 8 ensayos de lixiviación realizados con aguas subterráneas de baja salinidad (procedentes del sondeo SVC-10) y diversas muestras sólidas seleccionadas representativas de las diferentes litologías, indican que las aguas reaccionan rápidamente con los minerales más solubles. Los sulfatos de magnesio y sodio son fundamentales en la composición hidrogeoquímica final.

Sin embargo, no se han establecido relaciones entre los ensayos de lixiviación y la variación de la porosidad, o de otras características geotécnicas relacionadas con la estabilidad del terreno y que puedan verse afectadas por la infiltración de aguas meteóricas o por el flujo de agua subterránea.

Según el estudio realizado por [REDACTED], para explicar la composición observada en el agua subterránea, el fenómeno hidrogeoquímico predominante es la disolución de yeso en aguas con concentraciones inferiores a 30 meq/l, hasta que se satura y precipita; de manera acoplada se produce la disolución de fases minerales magnésicas y sódicas de alta solubilidad, y de la calcita. Los gráficos presentados por Enresa indican que los procesos de disolución de estos minerales pueden ser muy intensos, pero no han sido cuantificados.

El modelo elaborado por [REDACTED] (modelo de pautas evolutivas), parece simular de forma muy aceptable el comportamiento hidrogeoquímico de las aguas subterráneas en el área. Sin embargo, la falta de cuantificación de las variaciones de masa que predice este modelo, crea una gran incertidumbre a la hora de valorar las consecuencias prácticas que puede tener este hecho en cuanto al comportamiento de los materiales.

Como complemento a los estudios geoquímicos e hidrogeoquímicos ya efectuados, [REDACTED] elaboró un estudio sobre disolución de yesos durante la explanación del ATC por efecto de la lluvia. Se trata de un ejercicio teórico sobre las cantidades de yeso que podrían disolverse durante los trabajos de excavación del ATC (durante 115 días de lluvia).

La estimación no posee ninguna comprobación experimental y no tiene en cuenta el quimismo real de las aguas subterráneas, ya que se desliga del estudio hidrogeoquímico realizado. Los supuestos teóricos no se pueden considerar representativos de la situación real, ni son tampoco conservadores en función de los datos y de las hipótesis introducidas, respecto a situaciones que puedan producirse en el futuro.

En cuanto a los tiempos modelizados, la estimación sólo considera que el subsuelo del ATC puede estar expuesto a fenómenos de disolución por agua de lluvia durante las obras de excavación, hasta la construcción de la losa de cimentación. No obstante, sería preciso conocer qué pasaría si se modificase el patrón de flujo de agua o si apareciesen vías preferentes, ya existentes o inducidas por disolución, y si tuviera lugar un aporte de aguas poco mineralizadas durante el periodo de construcción e incluso durante la operación de la instalación (infiltraciones de aguas de la red de pluviales, o de drenajes de otro tipo: aguas sanitarias, red contraincendios, etc.); y que pudieran llegar a circular junto a, o incluso bajo las instalaciones. Todo ello refuerza la necesidad de establecer controles rigurosos que traten de evitar aportes de aguas, tanto durante las fases de explanación/construcción como durante la explotación de la instalación.

5.6.3. Contribución a las bases de diseño

Las consideraciones que aporta Enresa en el apartado 2.7.5 de su informe [2] respecto a las características del emplazamiento que propone considerar como 'bases de diseño' no se consideran coherentes con los resultados antes discutidos de los estudios de caracterización hidrogeológica e hidrogeoquímica. La evaluación detallada de cada una de las propuestas de Enresa se realiza en el informe ref. [6].

5.6.4. Conclusiones de revisión de la caracterización hidrogeológica

HG-1 El estudio hidrogeológico realizado por Enresa está sujeto a grandes incertidumbres derivadas de las características geológicas de los materiales existentes en el emplazamiento, que presentan una elevada heterogeneidad y anisotropía, así como elevados porcentajes de yeso soluble.

HG-2 Los métodos y problemas constructivos de los piezómetros y sondeos geotécnicos adaptados, ponen en cuestión la representatividad de los valores de nivel piezométrico y de los parámetros hidráulicos obtenidos de ellos. Los problemas habidos durante su instalación han sido argumentados por Enresa para descartar un buen número de sondeos; algunos datos de estos sondeos descartados por Enresa no encajaban con el esquema conceptual previo.

HG-3 El número de ensayos hidráulicos es insuficiente para caracterizar un medio de elevada heterogeneidad en superficie y en profundidad, lo que da lugar a rangos muy amplios de variación de la permeabilidad que oscila desde valores muy bajos a valores muy altos; estos últimos asociados a discontinuidades (zonas de disolución o fracturación) detectadas en el área de las instalaciones, a través de las que pueden producirse flujos preferentes.

HG-4 El número y distribución de los datos disponibles de piezometría son insuficientes para elaborar mapas y cortes que definan los límites del sistema hidrogeológico, y las velocidades y direcciones de flujo del agua subterránea. Algunos de los datos obtenidos suscitan incertidumbres y contradicciones con el esquema de flujo adoptado por Enresa.

HG-5 Según la piezometría actual la mayoría de los edificios estarán cimentados a cotas inferiores a la del nivel freático. Sin embargo, no se dispone de suficiente información para valorar los rangos de oscilación piezométrica en condiciones naturales y los que habrá tras la construcción del ATC. Este es un dato importante en la relación entre las aguas subterráneas y el comportamiento geotécnico del terreno, ya que afecta al espesor de la capa activa bajo las instalaciones.

HG-6 En la información presentada no se justifica suficientemente la relación de flujo con el río Záncara, que es considerado como el principal límite de descarga del sistema hidrogeológico, ni se valoran las relaciones de flujo entre los materiales terciarios y otras unidades. Tampoco se justifica la poca relevancia de flujos de dirección S-N y la inexistencia de posibles flujos preferentes a favor de discontinuidades en la zona de ubicación de las instalaciones.

HG-7 No se analizan de forma justificada las consecuencias de la variación del esquema de funcionamiento hidrogeológico local planteado por Enresa y debidas a las obras; tanto en lo relativo a la recarga en el “domo piezométrico” situado actualmente en el centro del emplazamiento, como a los flujos de agua subterránea hacia el E (vaguada yesífera) y O (río Záncara). La desaparición prevista del domo tras las excavaciones podría producir un cambio del flujo hacia la instalación, que podría afectar a la configuración actual de la zona por modificaciones de la relación agua-roca, pudiendo incluso llegar a inducir fenómenos de disolución de minerales (yesos y otras sales) e hinchamientos (arcillas e incluso anhidritas).

HG-9 El modelo matemático de simulación de flujo de aguas subterráneas es bidimensional, elaborado en dos cortes verticales, cuando en el propio informe de modelación Enresa describe el flujo como tridimensional. El modelo matemático arrastra las incertidumbres descritas en la definición del esquema de funcionamiento (modelo conceptual) y las asociadas a los datos utilizados. Las condiciones de borde supuestas no están soportadas con datos reales ni apoyadas en suficientes datos piezométricos.

HG-10 El efecto del futuro pozo de bombeo de abastecimiento a la instalación no ha sido valorado en el modelo de simulación.

HG-11 En resumen, la información obtenida y elaborada por Enresa incompleta y no permite establecer un esquema del funcionamiento hidrogeológico actual que esté apoyado en datos sólidos, y que soporte las hipótesis introducidas en su modelo conceptual y en su modelo

matemático. Este modelo no permite simular adecuadamente el flujo subterráneo en el medio y no puede emplearse como herramienta predictiva de los cambios que se originarán por la construcción de la instalación. Esta información es la base del establecimiento de la interacción agua-roca, esencial para determinar la estabilidad geotécnica del emplazamiento y determinar los mecanismos de transporte de solutos desde la instalación.

5.6.5. Conclusiones de revisión de la caracterización hidrogeoquímica

HG-12 El modelo de comportamiento hidrogeoquímico presentado por Enresa encaja relativamente bien con las observaciones hidrogeológicas efectuadas hasta el momento.

HG-13 Sin embargo, el estudio presenta una alta incertidumbre asociada a la gran heterogeneidad litológica e hidrogeológica del medio, a lo que se suman las deficiencias en cuanto al número y la distribución de puntos de muestreo, con amplias áreas sin caracterizar. También hay carencias en la caracterización de las aguas al no poder independizar tramos de muestreo en los sondeos y al haber utilizado agua durante la perforación, aun tratándose de litologías solubles.

HG-14 Teniendo en cuenta estas carencias, en un medio tan reactivo como el existente en este emplazamiento, Enresa ha realizado una caracterización hidroquímica genérica, definiendo los tipos de agua presentes en el área de influencia del ATC, e identificando las fases reactivas que controlan la movilización y precipitación de fase minerales. Algunas de estas fases, a pesar de ser muy escasas en la matriz sólida, juegan un papel muy importante en los procesos de transferencia y transporte de solutos, los cuales no han sido cuantificados.

HG-15 En los modelos hidrogeoquímicos de reacción presentados por Enresa se describen algunos procesos que pueden implicar variaciones de masa (disolución/precipitación) importantes. Sin embargo, no se ha estimado el transporte neto de masa que se puede estar produciendo actualmente ni a qué velocidad, aspecto muy importante con objeto de valorar una potencial afección a la estabilidad del terreno.

HG-16 El alto potencial químico que se alcanza en algunas de las muestras recogidas en campo (con conductividades eléctricas superiores al agua marina), les confiere una alta capacidad de movilización de solutos, incluidos metales y elementos radiactivos.

5.7. Caracterización geotécnica y de estabilidad del terreno.

Los estudios de caracterización geotécnica realizados por Enresa se incluyen en la sección 2.8, *Estabilidad, geotecnia y soluciones constructivas*, del documento [2].

5.7.1. Trabajos de caracterización realizados y resultados obtenidos.

Los trabajos de investigación geotécnica de campo realizados han consistido en la perforación de un total de 149 sondeos con extracción de testigo (4.971 m perforados), 11 sondeos a destroza (549 m perforados), 29 calicatas y 54 penetrómetros dinámicos.

Los ensayos geotécnicos realizados en laboratorio y presentados por Enresa han sido los siguientes:

- Ensayos de plasticidad: 211 ensayos
- Parámetros de Estado: 361 ensayos
- Mineralogía: 137 determinaciones

- Ensayos de hinchamiento libre - e_{HL} : 46 ensayos (25 útiles).
- Ensayos de hinchamiento y compresión posterior, $e_{HL} + P_H$ post HL: 75 ensayos (43 útiles).
- Hinchamiento con inundación, $e_H(P_i)$: 21 muestras 52 ensayos
- Ensayos de presión de hinchamiento - P_H : 23
- Compresión previa e hinchamiento posterior, $P_H + e_{HL}$ post P_H : 43 (42 útiles)

La caracterización de las propiedades dinámicas se basan en los resultados obtenidos a partir de: 8 ensayos Down-Hole, 3 ensayos Cross-Hole, 6 testificaciones sónicas en sondeos y 33 ensayos MASW de superficie dentro de la zona nuclear.

- Unidades Geotécnicas:

En la zona nuclear del emplazamiento, Enresa diferencia de techo a muro las unidades geotécnicas siguientes relacionadas con las correspondientes unidades geológicas:

UNIDADES GEOLOGICAS	UNIDADES GEOTÉCNICAS	
Q	SEL - FV	
LBS	LBSalt	lut (50%)
	LBS	mac (13%)
		mic (36%)
YB-3	YB-A	
YB-2	YB-B	
YB-1	YB-A	
LBI	LBI	
UI	UI	

SEL: suelos eluviales, de alteración, se dispone sobre el resto de material, superficiales, **LBSalt** (**LBSlut**) (tramo superficial alterado de LBS): lutitas dolomíticas y yesíferas alteradas, con resistencia de un suelo muy duro. **Unidad LBS**, formada por lutitas y margas dolomíticas con alto contenido de yeso (en general $39 \pm 15\%$ yeso, resto lutitas) en forma de cristales centimétricos y a veces con espesores métricos. Dentro de la Unidad LBS, se diferencian desde el punto de vista geotécnico dos subunidades **LBSmic**, **LBSmac**.

Unidad YB, yesos de Balanzas (en general 50 ± 23 yeso, resto lutitas), desde el punto de vista geotécnico se han definido dos niveles geotécnicos YB-A y YB-B (aproximadamente equivalentes a las unidades YB-3 y YB-2), alternancia decimétrica y métrica de niveles de lutitas yesíferas grises y niveles de yesos más o menos lutíticos, respectivamente. El resto de unidades coinciden con las geológicas.

Los parámetros geotécnicos para cada una de dichas unidades están recogidas en la tabla resumen 2.8-38 del documento [2]. La información ha sido obtenida por Enresa a partir de ensayos en muestras de testigos de sondeos.

La revisión de la documentación de soporte⁷ realizada durante la evaluación ha permitido el estudio en detalle de los registros de todos los sondeos perforados en la zona nuclear. De su

⁷ [Redacted], 'Realización de sondeos preliminares para la identificación de materiales en el emplazamiento del ATC en Villar de Cañas (Cuenca)'. Sondeos SVC-1 a SVC-4', Cód. Adj. 0042000027, Rev. 0, Mayo 2012.

[Redacted] 'Realización de sondeos y estudios en pozo del emplazamiento del almacén temporal centralizado (ATC) de Villar de Cañas', Cód. Adj. 0042000048, Rev. 0, Marzo 2013.

[Redacted] 'Informe: Estudio geotécnico. Emplazamiento del ATC Villar de Cañas (Cuenca)', Ref. 12511191021/876-V2, 19.04.2013.

estudio se deduce que una cantidad no menor de ellos registran niveles de yesos en la unidad LBS, y con un espesor que no es despreciable (alcanzan hasta 5,2 m). En la figura A de esta evaluación (apdo. 5.2.1) se incluye información sobre la distribución geográfica de aquellos sondeos que cortan niveles de yesos en LBS y que se sitúan en zona de futuros edificios.

La distribución de los sondeos de caracterización geotécnica se ajustan, en general, al espaciado que recomienda la RG 1.132 para edificios⁸ emplazados en condiciones geológicas uniformes. Sin embargo, la variabilidad que se deduce de los resultados obtenidos tras el reconocimiento del emplazamiento es muy alta, y el espaciado de los sondeos de caracterización resulta demasiado grande para tal fin, concluyéndose que con el espaciado de sondeos realizado, no se ha cubierto el objetivo del reconocimiento, como evidencia la documentación de Enresa, la valoración técnica de URS y la evaluación del Área CITI.

La profundidad de los sondeos realizados, también cumple los criterios generales de la USNRC R.G. 1.132 (≥ 10 m por debajo de la cota más baja de cimentación); sin embargo, el alcance general de la guía también recoge que la profundidad debe ser suficiente para definir la geología del emplazamiento y muestrear, entre otros, los materiales que puedan expandir o aquellos cuyas propiedades físicas puedan afectar a la estabilidad o el comportamiento de la cimentación. Por las mismas razones que para el espaciamiento de sondeos, se considera que la profundidad mínima tampoco ha cubierto el objetivo del reconocimiento.

A efectos de esta evaluación y según la USNRC R.G. 1.132, se consideran dos criterios: **a)** Profundidad mínima para los sondeos principales entre 1'3 y 1'5 veces el ancho del edificio medido por debajo de la cota de cimentación; y **b)** Profundidad mínima para el resto de sondeos igual al ancho del edificio medido bajo la cota de cimentación.

Según lo anterior, el criterio **a)** se cumple en los sondeos: SVC-4 ([REDACTED]), SG-30 (EAC-F2), SVC-6 (EP), SG-22 (ER), SG-58 (EE), SG-47 (ECAAEC), y SG-28 (EST); y en el resto de edificios ningún sondeo alcanza la profundidad mínima. El criterio **b)** no se cumple en los edificios siguientes: [REDACTED]; [REDACTED]; [REDACTED]; [REDACTED]; y [REDACTED]; y en los siguientes edificios se cumple de forma parcial [REDACTED] (de cinco sondeos sólo cumple el SG-117); [REDACTED] (de seis dos, SVC-4 y SG-112); [REDACTED] (de cinco uno, SVC-4); [REDACTED] (de nueve dos, SGs-24 y 30); [REDACTED] (de 16 uno, SG-29); [REDACTED] (de cinco uno SG-66); y [REDACTED] (de seis uno, SGs 76), como significativos.

[REDACTED], 'Realización de columnas geológico-geotécnicas-geofísicas e interpretación de resultados en el emplazamiento del ATC', Ref. 042-CO-SU-2014-0007, Rev. 0, Mayo 2014.

[REDACTED], 'Información geotécnica. Fase II de la caracterización del emplazamiento del ATC', Ref. 135111078/946, Rev. 1, 05.06.2014.

[REDACTED], 'Contratación de los servicios: investigación de las características del terreno para el diseño de detalle y futura construcción del almacén temporal centralizado (ATC) de Villar de cañas (Cuenca)', Ref. GVCIF001, Rev. 2, 29.12.2014.

[REDACTED], 'Servicios adicionales para la investigación de las características del terreno para el diseño de detalle y futura construcción del ATC en Villar de Cañas (Cuenca). Estudio geofísico mediante MASW, down hole, cross hole y testificación en pozo', Ref. P2CU224414 (019/15), Rev. 1, 17.02.2015.

[REDACTED], 'Estudios de las disciplinas de geotecnia, estabilidad del terreno y sistemas constructivos para el ATC de Villar de Cañas (Cuenca)', Ref: P2CU224414 (018/15), Rev. 2, 23.03.2015.

⁸ Buildings. Principal borings: at least one boring beneath every safety-related structure. For larger, heavier structures, such as the containment and auxiliary buildings, at least one boring per 900 m² (10,000 ft²) (approximately 30 m (100 ft) spacing). In addition, a number of borings along the periphery, at corners, and other selected locations...

- Resistencia y deformabilidad del terreno:

El terreno de cimentación se puede definir como “suelo duro” o “roca blanda”. Los datos aportados sobre la resistencia a la carga y deformabilidad del terreno de apoyo de edificios, en condiciones inalteradas, son suficientes para realizar una cimentación adecuada.

- Fenómenos de disolución de facies sulfatadas:

Enresa descarta en su documentación que la disolución de los yesos sea un aspecto condicionante a tener en cuenta desde un punto de vista geotécnico. Cabe destacar al respecto que la simple presencia de facies solubles con el agua (en general en LBS 78% lutitas, 22% yeso; y los propios yesos YB) y la manifestación en superficie, dentro de la parcela de Enresa, de pequeñas zonas de drenaje endorreico y deprimidas (manifestación geomorfológica de procesos de karstificación, ver figura F), evidencian la presencia potencial de fenómenos de disolución que no pueden descartarse *a priori* por su posible influencia en la estabilidad geotécnica del terreno y su activación por efecto del flujo de agua, superficial o subterránea, y la alteración del equilibrio agua-roca.

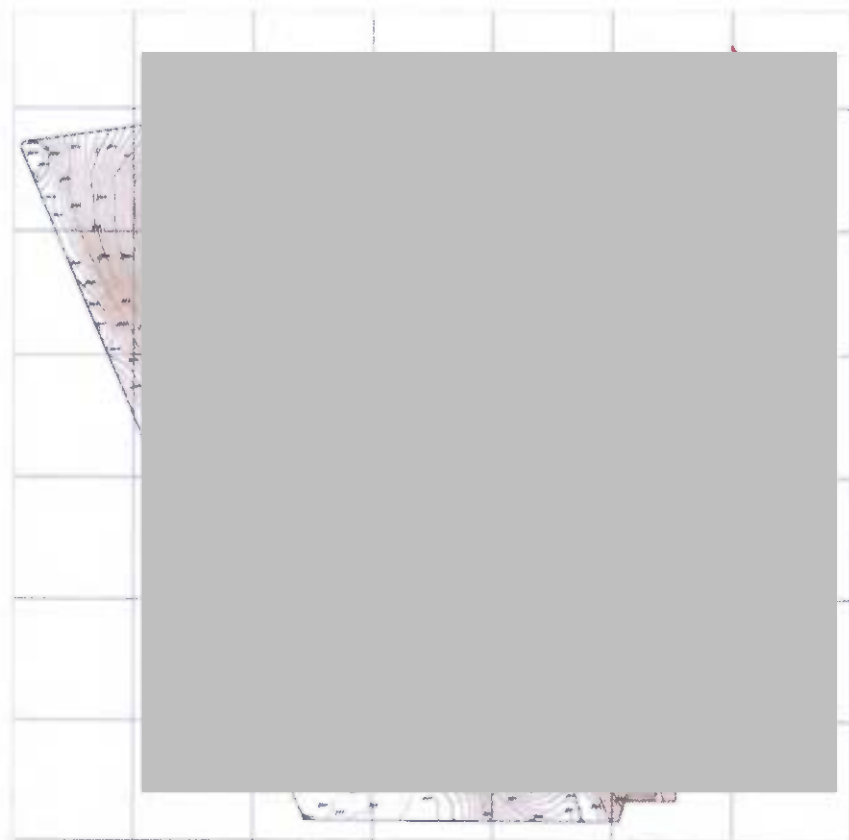
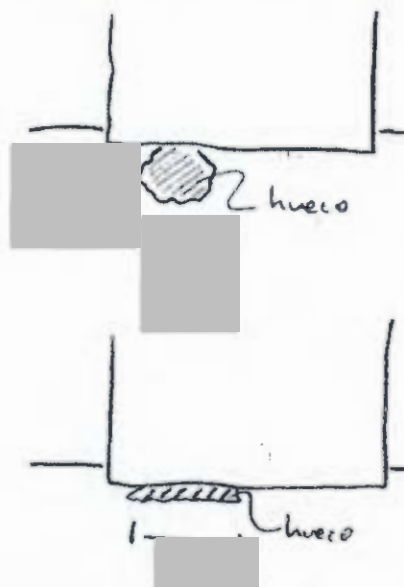


Figura F: Las flechas marcan zonas con morfología kárstica debidas probablemente a procesos de disolución de yesos.

Para apoyar el descarte, Enresa ha presentado el documento “Disolución de yesos durante la explanación del ATC por efecto de la precipitación” (ref [REDACTED]/DMA/2G014/1/15), cuya valoración se ha discutido en el apartado anterior 5.6.2 de este informe. La simulación presentada informa de la cinética de una reacción de disolución, que la evaluación valora como teórica y no realista, considerándose que el estudio en sí mismo no descarta que el proceso de disolución sea acelerado por otros condicionantes más realistas.

Por otro lado, Enresa en su documento de referencia 042-L1-F-C-00011, "Estudio General de Cimentaciones", de [REDACTED] de fecha 20-05-2015, establece que "sería necesario un hueco de aproximadamente el 25% del lado más corto del edificio para que se produjera un colapso del mismo". Asimismo propone una solución de diseño y constructiva que se plantea



como envolvente frente a la disolución de yesos. Plantea incluir en las bases de diseño de las estructuras relacionadas con la seguridad la aparición, en la unidad YB, de un hueco de [REDACTED] de diámetro (hipótesis del tamaño mayor de hueco no detectado y que puede producir colapso en un edificio, hueco esférico).

En el citado documento 042-L1-F-C-00011 se plantea una vigilancia en el futuro a partir de métodos geofísicos y enfocada a la detección de huecos bajo losas de edificios. Esta vigilancia se estima compleja, como también es compleja la solución propuesta de inyecciones de lechadas y hormigón bajo los edificios de seguridad, en caso de aparición de huecos.

El método de vigilancia que finalmente se elija deberá ser capaz de detectar las distintas geometrías de huecos posibles (huecos planos o lineales, en ambos casos con la misma respuesta en la sustentación del edificio), y la "no esférica", que es posible en

LBS. Es importante tener en cuenta que la posible disolución de los cristales de yeso que forman la matriz de la formación puede afectar a su resistencia, y en este caso no se producirían colapsos pero sí asentamientos que podrían afectar al correcto apoyo de las cimentaciones.

- Valoración global de la expansividad de lutitas:

Respecto a la valoración global de la expansividad de lutitas, existe confirmación por parte de Enresa de que las formaciones de lutitas presentan o pueden presentar este fenómeno, siempre que entraran en contacto con el agua; aunque se desconocen los valores estadísticos más representativos de dicha expansividad (en la unidad LBS) y las probabilidades asociadas de ser superados.

Basándose en los datos disponibles, Enresa califica la expansividad del terreno como "ocasionalmente alta". Se estima que este calificativo "alto" se corresponde con valores de la presión máxima de hinchamiento del orden de 500 a 600 kPa.

Parece confirmarse de la información de Enresa que la expansividad en lutitas está vinculada a la presencia de minerales de la familia de las esmectitas, y que basta un pequeño porcentaje de su presencia para que sus efectos sean importantes, dado que se trata de un mineral altamente expansivo.

No obstante, la localización detallada de las esmectitas en el terreno no puede ser representada en planos, a escala de proyecto o de obra, por su propia génesis de formación y con la información actualmente disponible.

La presencia o no de esmectitas es ocasional, aspecto que dota al fenómeno de la expansividad de las lutitas de un carácter de heterogeneidad que lo hace más impredecible, siendo imposible determinar el lugar de aparición a priori y desde un punto de vista práctico de ejecución de obra.

En laboratorio, se ha detectado de manera casi permanente la presencia en porcentajes no despreciables de minerales arcillosos fuertemente expansivos de la familia de las esmectitas. Los contenidos de filosilicatos y de ellos el porcentaje correspondiente a esmectitas por unidad geotécnica es la siguiente:

	SEL	LBSalt	LBS	YBA	YB-B	YB-1	LBI	UI
% filosilicatos	32	38±11		30±18	10±13	51	30±24	1±1.5
de ellos esmectitas	14	5±7		6±6	3±2	Sin dato	1±0	1±0

En cuanto a la validez de los ensayos de expansividad, los resultados de los primeros ensayos de presión máxima de hinchamiento muestran una gran dispersión en los valores registrados, pero los análisis estadísticos realizados durante la evaluación confirman que la bondad del ajuste es razonablemente buena por lo que, desde el punto de vista estadístico, los valores extremos máximos (hasta 4'14 MPa y otros algo menores) obtenidos no deben considerarse como anómalos (afirmación referida a los 23 datos [REDACTED] y a los 10 de [REDACTED]). Hay que tener en cuenta que Enresa ha cuestionado, por excesivos, los resultados que se obtienen después de aplicar una presión estática en la preparación del ensayo superior a 3 MPa y que, según Enresa, ello modifica la naturaleza expansiva del material (Enresa considera que 3 MPa es la presión de consolidación del terreno, aunque en ningún momento justifica dicho valor). La evaluación considera correcto el considerar que la aplicación de una presión vertical muy elevada produce cambios en la estructura de la muestra; pero también es cierto que el fenómeno de la expansividad de la arcilla es consecuencia de la mineralogía, y ésta no cambia aunque la carga aplicada sea elevada. Aunque hay que decir que los valores numéricos obtenidos bajo presiones muy elevadas, en sentido estricto, no son utilizables en cuanto tales; sí que deberían utilizarse al menos para ponderar, o para no despreciar, los órdenes de magnitud que reflejan. Es decir, su manifestación sí debe ser tenida en cuenta como referente cualitativo y razonable de una elevada expansividad potencial; aunque su consideración "cuantitativa" no está justificada de manera fehaciente.

El resto de ensayos presentados por Enresa, en especial los últimos realizados, muestran valores de presión de hinchamiento sensiblemente inferiores a los presentados en los primeros informes. En los últimos resultados, existe un número no despreciable de valores negativos que muestran un asiento de la muestra, y que según la evaluación podrían ser debidos a la disolución rápida de los cristales de yeso y cemento contenidos en la muestra, es decir hay pérdida de materia.

- Valoración global de la expansividad de las facies sulfatadas:

Respecto a la expansividad de las facies sulfatadas, la aparición de este fenómeno está asociada a la presencia de anhidrita. Enresa no ha demostrado la inexistencia de anhidrita pues, aunque indica que no ha sido encontrada "en el terreno bajo la zona nuclear" sí lo ha sido en otras áreas de la zona de estudio. La anhidrita se ha encontrado exclusivamente al oeste de la zona nuclear, en los sondeos SVC-9 (a partir de 55 m de profundidad), SVC-12 (a 85m) y SVC-11 (a partir de 115 m). Resulta importante confirmar que, tras realizar las excavaciones, debe confirmarse la ausencia de anhidrita a profundidad relevante para las cimentaciones; ya que la expansividad asociada a este mineral es potencialmente muy elevada.

- Fenómenos de levantamientos y asentamientos:

En relación con los fenómenos de levantamientos y asentamientos y su afección a edificios, se considera que el marco teórico utilizado para la estimación de levantamientos en el terreno debidos a fenómenos de expansividad, es excesivamente simplificado para ser aplicado en una instalación como el ATC y en un terreno heterogéneo tan complejo de caracterizar como es este emplazamiento. Esta situación justifica plenamente la necesidad de implantar un programa de vigilancia de este tipo de movimientos en el emplazamiento, tal y como propone Enresa en su documento. La valoración de este programa se deberá realizar durante la fase de concesión de la Autorización de Construcción.

- Permeabilidad y porosidad:

En cuanto a la permeabilidad y porosidad, los yesos, bien en pequeños estratos o como cristales individuales en el interior de las lutitas, podrían disolverse por aguas subsaturadas en sulfatos durante la construcción o posteriormente, modificando de manera muy significativa las características geotécnicas vinculadas con la permeabilidad y porosidad, por ejemplo la resistencia de los materiales yesíferos.

- Nivel freático:

En relación con el nivel freático dentro del ámbito de la geotecnia, su situación real no está definida claramente en la actualidad. En el futuro el nivel freático y las direcciones del flujo de las aguas subterráneas se verán afectados por la excavación y construcción de los edificios, no siendo posible determinar qué zonas de dichos edificios y de sus cimentaciones estarán por encima o por debajo de la zona saturada, esta situación dificulta claramente la definición del espesor y geometría reales de la capa activa.

Esta incertidumbre obliga a diseñar un programa de vigilancia hidrogeológica para completar la caracterización. La valoración de este programa se deberá realizar durante la fase de concesión de la Autorización de Construcción.

- Caracterización de la capa activa:

En relación con la caracterización de la capa activa, Enresa no ha podido precisar, ni sobre la base de datos experimentales ni en base a estudios en profundidad en el terreno, el espesor de la capa activa. Enresa sí ha presentado unas estimaciones teóricas, que no están fundamentadas en las características específicas de este emplazamiento.

La capa activa es la zona superficial del terreno en donde se producen o se pueden producir cambios de humedad (zona no saturada) y por tanto es la zona donde podrían producirse fenómenos de expansión o retracción si en ella existieran materiales expansivos, situación confirmada en el emplazamiento.

En la documentación presentada por Enresa se ha estimado teóricamente la profundidad de la capa activa por dos vías o criterios distintos, en función exclusivamente del clima o en función de la posición del nivel freático.

- La estimación de la profundidad de la capa activa (H_s) en función del clima, se ha determinado a partir del índice global de Thornthwaite (I_m), y han aplicado la formulación de Australian Standard AS 2870/2011 - *Residential slabs and footings*. De ahí resulta el valor $H_s=4,6$ m dado por Enresa, y que se corresponde con un clima semiárido. La segunda estimación de H_s se corresponde con una zona explanada y cubierta con un pavimento

impermeable, para la que Enresa estima unas condiciones equiparables a un clima seco al que asigna una $H_s=3,1$ m.

- Si la estimación tiene en cuenta las recomendaciones del "Manual técnico del ejército de Estados Unidos", TM 5-818-7, el espesor de la capa activa se obtiene en función de la profundidad del nivel freático. Si se considera un nivel freático somero, a menos de 6 m de profundidad, H_s puede estimarse como igual a la profundidad del nivel freático. Por el contrario, si el nivel freático es profundo, situado a más de 6 m de profundidad, H_s es estimado directamente en 6 m para perfiles de terreno en zonas secas.

Enresa asume, de algún modo, las carencias en los planteamientos presentados y plantea una solución de diseño envolvente que intentaría solventar los problemas derivados de los cambios de humedad en la zona no saturada. Enresa ha propuesto eliminar por completo la capa activa bajo las cimentaciones y propone su sustitución por hormigón en masa de cemento sulforresistente, considerando un espesor de capa activa de 4,6 m a partir de la cota +808,5 (segunda fase de excavación de la plataforma). Dicha propuesta fijaría la cota inferior de la capa activa envolvente en la cota [REDACTED]. Por encima de esta cota quedarían las bases de cimentación del Edificio [REDACTED],

[REDACTED], por lo que el fondo de las excavaciones en estas zonas serían bajadas hasta la cota citada de [REDACTED]. El resto de edificios se cimentarán por debajo de dicha cota; pero Enresa propone aumentar 0,5 m la excavación para rellenarla luego de hormigón de limpieza y sobre el mismo una lámina de impermeabilización a cota del proyecto de excavación.

- Características geotécnicas en condiciones dinámicas:

En relación con las características geotécnicas en condiciones dinámicas, todos los trabajos de caracterización se han realizado siguiendo la normativa y el Plan de Caracterización. Los resultados obtenidos concluyen que existen fuertes variaciones de V_s tanto en profundidad como lateralmente, patente a muy poca distancia, y que implican fuertes variaciones laterales de resistencia del material, identificándose una tendencia con valores más desfavorables en la zona Oeste del emplazamiento.

Para reducir la incertidumbre asociada a la caracterización del "efecto sitio", se discutió y acordó con Enresa⁹ que los edificios de Clase Sísmica I se cimentaran sobre terreno natural con V_s del orden de 1.100 m/s, o se adoptase una solución constructiva aceptable. Finalmente, a cota de cimentación sólo se han obtenido valores medios de este orden en [REDACTED], y en los edificios [REDACTED], siendo en el resto de los casos inferiores.

El valor medio de V_s obtenido en la evaluación a partir de los datos de Enresa en la cota de apoyo de la cimentación es de 848'9 m/s, que es un valor alejado y menor del indicado por Enresa "típicamente 1.000 a 1.200 m/s"; además, hay 34 valores por debajo de dicho promedio, y 16 de ellos por debajo de 750 m/s que es el límite típico de "roca" utilizado en los códigos convencionales de edificación.

- Propuestas de programas de vigilancia:

Enresa, a la vista de las incertidumbres encontradas durante el proceso de caracterización de los parámetros geotécnicos y de la estabilidad del emplazamiento, considera necesario

⁹ Acta Nota de Reunión CSN/ART/GSNAIATC/1404/02; Acuerdos, punto 2

proponer un conjunto de programas de vigilancia, con objeto de comprobar la evolución de los mismos y como complemento de la caracterización iniciada y que funcionarían ya en las etapas de excavación y construcción, una vez aprobada ésta y posteriormente.

En los documentos 042-IF-TC-0008 y 042-L1-F-C-00011, se incluye una propuesta de vigilancia que estaría basada en la Red de Nivelación de Alta Precisión (instalada a principio de 2015), un Sistema de Monitorización de asentamientos/levantamientos de las estructuras, la utilización de extensómetros para detectar movimientos en la vertical y su distribución en profundidad. Asimismo Enresa contempla la disposición de un sistema de piezómetros para medir la posición del nivel freático y las presiones intersticiales en el terreno para detectar cambios en el flujo subterráneo indicativos de fenómenos de cambios de permeabilidades por disolución de yesos o disminuciones por cierre de fisuras relacionadas con la expansividad del terreno. Asimismo proponen muestrear las aguas superficiales y subterráneas para vigilar la variación de su composición química que pueda ser indicativa de fenómenos de disolución o precipitación que puedan afectar a las cimentaciones.

Además Enresa plantea comprobar, una vez finalizadas las excavaciones y antes de hormigonar las cimentaciones, la validez y suficiencia de los datos aportados por el estudio geotécnico.

De forma específica en el documento 042-L1-F-C-00011, se añade la siguiente propuesta de monitorización y caracterización de la zona no saturada, reflejo de las incertidumbres y falta de información existente, *"Se establecerán, de acuerdo con el Consejo de Seguridad Nuclear, al menos dos parcelas experimentales para la determinación de la presión del agua (succión) en la zona no saturada. El parámetro a medir es la humedad relativa del terreno, a partir de la cual se determina la succión matricial del terreno. Para su medida se emplearán sensores de tipo capacitivo y psicrométrico a diferentes profundidades en el perfil de la zona no saturada"*.

5.7.2. Contribución a las bases de diseño del ATC.

En el apartado 2.8.12, *Consideraciones para las bases de diseño*, del documento [2] aportado por Enresa se describen las exigencias geotécnicas necesarias para una correcta cimentación de los edificios del ATC. En él se presentan las diferentes variables utilizadas y los parámetros envolventes del emplazamiento respecto a la geotecnia y estabilidad del terreno, que servirán para el diseño de las estructuras, sistemas y componentes de la instalación.

Las exigencias geotécnicas requeridas al emplazamiento seleccionado por Enresa para el ATC deben garantizar el que se pueda realizar una adecuada cimentación. En relación al terreno de cimentación, la evaluación considera particularmente importantes los siguientes tres aspectos:

- **Resistencia:** hace referencia a la exigencia de que el terreno tenga la suficiente capacidad portante para que las solicitaciones de trabajo que las futuras estructuras transmitan al terreno se encuentren alejadas de su límite de rotura.
- **Deformabilidad:** referida a la aparición de movimientos absolutos y diferenciales. Aunque es inevitable que aparezcan este tipo de movimientos como consecuencia del proceso constructivo, dichos movimientos deben estar acotados con la mayor precisión razonablemente posible.
- **Estabilidad del terreno:** referida a los movimientos que pueden aparecer como consecuencia de un doble mecanismo debido a la expansividad (cambios de volumen inducidos por cambios de humedad en materiales susceptibles de hinchamiento), o a la disolución y arrastre (procesos por la acción del agua en materiales solubles del subsuelo). De acuerdo

con la RG 1.132 (ref. normativa N-17), estos dos mecanismos se consideran críticos y durante la evaluación han sido analizados con mayor detalle.

El terreno elegido está formado por rocas blandas arcillosas y yesíferas que, en superficie están alteradas a suelos duros a muy duros. Además, Enresa indica que el terreno es estable ante las cargas transmitidas por los edificios, y que presenta una elevada resistencia al hundimiento y una baja deformabilidad bajo las cargas que apliquen las cimentaciones.

Enresa confirma que las lutitas presentan una expansividad generalmente baja a moderada, aunque puntualmente puede ser alta.

La *profundidad de la capa activa* tal y como lo ha planteado Enresa solo puede considerarse para el diseño si se adoptan los valores máximos estimados razonablemente de modo teórico, y asumiendo la sustitución de ese espesor de terreno allí donde pueda darse.

El conjunto de consideraciones que aporta Enresa como resultado de la caracterización geotécnica para tenerlas en cuenta como 'bases de diseño', se evalúan con detalle en el informe ref. [6].

5.7.3. Conclusiones de revisión de la caracterización geotécnica y de estabilidad del terreno

GT-1 El terreno de cimentación se puede definir como "suelo duro" o "roca blanda". Los datos aportados por Enresa sobre la resistencia y deformabilidad del terreno natural de apoyo, de edificios en condiciones inalteradas, son suficientes para realizar una cimentación adecuada, tanto en LBS como en YB.

GT-2 Se confirma que la unidad LBS presenta muchos niveles de yesos con espesores que no son despreciables y que son susceptibles, al igual que en YB, de sufrir disolución y producir colapsos. Hay que tener en cuenta que las excavaciones y obras según proyecto van a modificar la hidrogeología del emplazamiento, los flujos de agua subterránea y los equilibrios químicos agua-suelo, lo que contribuye a acelerar los procesos de disolución y karstificación si no se adoptan medidas de remedios apropiadas.

GT-3 Se confirma que la unidad LBS presenta porcentajes elevados de yeso en forma de cristales y microcristales en la matriz de la roca y en su cemento, que son susceptibles de disolverse y de producir aumentos de permeabilidad o de pérdida de resistencia.

GT-4 Existe confirmación por parte de Enresa de que las lutitas que aparecen tanto en LBS como en YB, presentan o pueden presentar fenómenos de expansividad.

GT-5 En base a los datos disponibles, la expansividad del terreno es calificada por Enresa como "ocasionalmente alta". Este calificativo "alto" se atribuye a valores de la presión máxima de hinchamiento del orden de 500 a 600 kPa.

GT-6 Se confirma que la expansividad en lutitas está vinculada a la presencia de minerales de la familia de las esmectitas, y que basta un pequeño porcentaje de su presencia para que sus efectos sean importantes, dado que se trata de un mineral altamente expansivo.

Tal y como recoge Enresa en su informe,

"Los minerales más expansivos presentes en el terreno del emplazamiento son las esmectitas. Su proporción es generalmente pequeña (porcentaje medio del 5% y máximos del 20 al 35% en YB y LBS respectivamente)."

De acuerdo a los criterios anteriores cabe esperar que la unidad LBS tenga una expansividad variable, predominantemente moderada, que puede ser alta en una, relativamente pequeña, proporción de su volumen”.

GT-7 La disposición detallada de las esmectitas en el terreno no puede ser representada en planos, a escala de proyecto o de obra, ya que su presencia o no es ocasional. Este aspecto dota al fenómeno de la expansividad de un carácter impredecible, que dificulta claramente el diseño de una cimentación estable para la vida útil de esta instalación nuclear.

GT-8 En laboratorio, se ha detectado de manera casi permanente la presencia en porcentajes no despreciables de minerales arcillosos fuertemente expansivos de la familia de las esmectitas en todas las unidades geotécnicas.

GT-9 Se desconocen los valores estadísticos más representativos de dicha expansividad (en la unidad LBS) y por tanto las probabilidades asociadas de ser superados. Los valores medidos han llegado a alcanzar deformaciones del 5%.

GT-10 En relación con la expansividad debida a facies sulfatadas, no se ha podido descartar de modo definitivo, con la información actual, la presencia o no de anhidritas en la zona del emplazamiento. Por ello, resulta importante confirmar que, tras realizar las excavaciones, no se detecta anhidrita a profundidad relevante para las cimentaciones.

GT-11 En relación con la caracterización de la capa activa, Enresa ha presentado unas estimaciones teóricas que no están fundamentadas en las características específicas de este emplazamiento.

GT-12 El valor medio de Vs obtenido por Enresa en la cota de apoyo de la cimentación es de 848'9 m/s, inferior al estimado en un principio para el diseño del orden de 1.100 m/s, a considerar en la cimentación en terreno natural de los edificios de Clase Sísmica I. Esto obliga a adoptar una solución constructiva aceptable para las instalaciones del ATC.

5.8. Otros documentos soporte de la solicitud de autorización previa y relacionados con parámetros del emplazamiento.

A continuación se revisan otros aspectos de la solicitud, incluyendo la justificación del emplazamiento y la posible afección al mismo de las obras previas de infraestructura.

5.8.1. Declaración de necesidades y justificación del emplazamiento elegido.

En relación con la justificación del emplazamiento que requiere el RPSRI [Art. 14-a], la documentación de Enresa¹⁰ recoge de forma precisa en el capítulo 2 *Declaración de necesidades*¹¹, y en el 4 *Emplazamiento*, que “Tras un largo proceso de selección de emplazamientos, el Gobierno designó el municipio de Villar de Cañas, situado en el centro-oeste de la provincia de Cuenca”¹².

Posteriormente, y una vez seleccionado el municipio, el Ayuntamiento de Villar de Cañas propuso un total de veintiocho (28) parcelas ubicadas en tres zonas diferentes: Los Blancares –

¹⁰ 042-IF-TC-0003, ‘Declaración de las necesidades’, Rev. 2, 05/05/2015.

¹¹ “Mediante acuerdo de 30 de diciembre de 2011, el Consejo de Ministros designó el municipio de Villar de Cañas (Cuenca) para albergar el emplazamiento del Almacén Temporal Centralizado y su Centro Tecnológico Asociado.

¹² Resolución nº 915 de 18 de enero de 2012, BOE nº 17, 20/01/2012, Sec. III, pp 5176- 5177.

Los Quemadillos, La Carbonera y Las Balanzas—Los Boleos—Corral Colorado—El Chaparral, que fue la seleccionada por Enresa.

La dirección del proceso previo de selección, fue encomendada por el Gobierno a una Comisión Interministerial (RD 775/2006), dotada de un Comité Asesor Técnico, que estableció unos criterios¹³ de exclusión y otros de selección aplicables a los terrenos propuestos por los municipios candidatos. Los primeros no contemplaban criterios geológicos, y se aplicaron a la identificación de zonas no aptas para que los municipios afectados pudieran perfeccionar su propuesta o aportar alternativas; y los segundos incorporaban, entre otros, criterios genéricos de topografía, geotecnia, sismotectónica, hidrología y meteorología que se utilizaron para evaluar los municipios con terrenos no excluidos, y elaborar el documento de análisis enviado al Gobierno en 2010, donde se informaba de forma ordenada los más idóneos. Entre otra información, dicho análisis tuvo en cuenta la siguiente información del municipio de Villar de Cañas:

- **Topografía.** Relieve suave con pendientes en los emplazamientos que varían entre el 2% y el 5%.
- **Geología y geotecnia.** Materiales detríticos del Terciario: arcillas rojas y yesos. Suaves pliegues a 12 km. Podrían darse fenómenos de carstificaciones en yesos. Si se detectaran fenómenos de disolución de yesos, serían necesarios estudios geotécnicos de detalle.
- **Sismotectónica y riesgo sísmico.** Actividad sísmica baja. Las aceleraciones a 500 y 1.000 años son menores de 0,01 g. para ambos casos.
- **Hidrología.** El río Záncara es el principal curso de agua y está regulado con dos canales laterales. No hay presas ni embalses aguas arriba. No se han observado riesgos de inundación.
- **Meteorología.** Precipitación media anual 532 mm/año; 912 mm/año (máxima) y 221 mm/año (mínima). Máxima diaria 82 mm. Temperatura media anual 13°C. Valor medio de las máximas 25°C, y de las mínimas 2°C. Racha máxima del viento 113 km/h; observándose rachas > 100 km/h en 3 ocasiones.

Como resumen de la evaluación del conjunto de municipios, en la Sección 6.2 *Análisis de los factores de valoración*, del mismo análisis se recoge que:

“... todos los terrenos estudiados presentan un relieve suave y una topografía favorable a la que pueden adaptarse las instalaciones sin problemas particulares. Las características geotécnicas son, en todos los casos, aptas para la ejecución del proyecto sin dificultades o riesgos especiales. Igualmente, los aspectos sismotectónicos pueden considerarse sobradamente cubiertos por las hipótesis envolventes adoptadas en el diseño genérico aprobado”.

De forma específica, y según el proceso seguido para ordenar los municipios en función de la aptitud de los terrenos, la Tabla 1 recoge “Sin problemas” como resultado de la evaluación de Villar de Cañas, de los factores geología, geotecnia, hidrología, etc.; en la Tabla 2 se recoge “Muy Buena” como valoración cualitativa de los mismos factores; y la Tabla 3 indica los pesos de la ponderación asignada a los factores geológicos, desde el punto de vista de la viabilidad y

¹³ Anexo III, Apartados 3 ‘Criterios de exclusión’ y 5 ‘Factores a considerar en el examen de los terrenos’. Resolución nº 21107 de 23 de diciembre de 2009, BOE nº 313, 29/12/2009, Sec. III, pp. 111431– 111439.

ejecución del ATC: topografía, geotecnia y sismicidad tuvieron cada una un peso 4 (de 10) y meteorología e hidrología, cada una un peso de 2 (de 10).

Así mismo, para cumplir con el objetivo prioritario de disponer de la instalación en 2015, en el informe se ponderan adicionalmente algunos factores seleccionados del conjunto de ellos, por su relevancia en cuanto a la posible afección de la viabilidad y del proceso de licenciamiento de la instalación. Entre ellos no se incluyeron los factores geológicos.

Finalmente y como conclusión, el documento de análisis de la Comisión, recoge que:

"...los terrenos propuestos por todos los municipios candidatos se consideran viables para la realización del proyecto. Los factores considerados se ajustan a los criterios e hipótesis adoptados en el estudio genérico del proyecto, que dispone de apreciación favorable del CSN".

Así mismo, sobre la consideración de las características geológicas durante el proceso descrito, Enresa adjunta la siguiente valoración en el documento revisado [pp. 106]:

"... en los requisitos de la convocatoria pública para la selección de municipios candidatos a albergar el ATC y el CTA, quedaba manifiesto que la seguridad era inherente al diseño de la instalación, y que las características del terreno no eran vinculantes, más allá de unos criterios mínimos de inundabilidad o riesgo sísmico".

Una vez seleccionado el municipio de Villar de Cañas y las tres parcelas de su propuesta que se indicaron arriba, Enresa llevó a cabo un análisis de la idoneidad de los terrenos, que según la documentación, fue exhaustivo y confirmó la idoneidad de las tres parcelas propuestas.

Enresa concluye en el documento [pp. 113], que la parcela de Los Blancares se descartó por afección ambiental (zona gipsófila), y que se confirmaron aptas para la construcción las parcelas Las Balanzas–Los Boleos, y también la del El Chaparral, aunque esta última presentaba más desventajas ambientales (accesos afectados por vías pecuarias, mayor impacto visual, etc.) y fue descartada, seleccionándose finalmente Las Balanzas como la zona donde emplazar el ATC. No se aportan los criterios seguidos para excluir la parcela Las Carboneras.

Evaluación

La documentación de Enresa no recoge el análisis realizado para determinar que las tres parcelas son idóneas. Tampoco aporta documentos de soporte proceso de elección final de la zona Las Balanzas, ni recoge los criterios de exclusión de la parcela Las Carboneras.

En Inspección¹⁴ se ha comprobado que el alcance "exhaustivo" de los reconocimientos ha sido: cinco sondeos (SVC-1 y 2 en la parcela La Carbonera, SVC-3 y 4 en Las Balanzas, y SVC-5 en Los Blancares) realizados en abril 2012, y de 5 ó 6 perfiles de geofísica por parcela. Por otra parte, las especificaciones del titular para esta campaña de sondeos, recogen que su objeto era "conocer la descripción geológica de los materiales", y no la identificación de riesgos geotécnicos por oquedades o expansividad, que habría sido lo más adecuado en relación con la valoración de idoneidad de los terrenos.

En relación con el proceso de evaluación y aprobación del diseño genérico del ATC, los documentos del Área CITI: CSN/NET/CITI/ATC/0605/20, CSN/IEV/CITI/ATC/0510/05, y CSN/NET/CITI/ATC/0402/06, concluían que en ninguno de los documentos normativos de

¹⁴ Acta de Inspección CSN/AIN/ATC/15/02, pp. 2 de 24.

referencia para el licenciamiento de un ATC, se considera que las bases de diseño de este tipo de instalación puedan ser independientes del emplazamiento; en ellos más bien se indica lo contrario, las características del emplazamiento condicionan el diseño del ATC, y que no es factible desde una perspectiva práctica considerar que las bases de diseño de un ATC puedan ser independientes del emplazamiento concreto seleccionado, ni siquiera que puedan resultar envolventes y aceptables para cualquier emplazamiento dentro del territorio español.

Conclusiones

Las características geológicas no han sido vinculantes en el proceso de selección del municipio de Villar de Cañas como emplazamiento del ATC; y tampoco lo han sido en el proceso seguido por Enresa para elegir finalmente Las Balanzas de entre las tres parcelas ofrecidas por el municipio

5.8.2. Descripción de actividades y obras preliminares de infraestructura.

En relación con la declaración de actividades y obras preliminares en el emplazamiento, el RPSRI requiere (Art. 14-f) adjuntar con la solicitud de la autorización previa una descripción de actividades y obras preliminares de infraestructura. Por petición del CSN, Enresa excluye del documento presentado¹⁵ las excavaciones dentro del área nuclear, y recoge las siguientes actividades y obras previas:

- Mejoras de infraestructuras o trabajos fuera del área nuclear, que Enresa no vincula a la concesión de la autorización previa: **a)** Realización de un sondeo (100-120 m) en la parcela El Chaparral para abastecimiento de agua (caudal máximo punta 4'41 l/s; caudal continuo equivalente o caudal medio el mes de máximo consumo 2'20 l/s), que se extraerá de la serie detrítica inferior, lo que previsiblemente no modificará el flujo sub-superficial porque estará más condicionado por la topografía [Secs. 2.1.2 y 3.1]; y **b)** Ejecución de la red separativa de pluviales interior a la parcela [Sec. 2.1.4].
- Actuaciones y obras fuera de la zona nuclear y su entorno: **a)** Cuatro explanaciones principales para: el parque principal de obra (en la zona nuclear se prevé otra explanación para el parque avanzado de obra, pero queda fuera del alcance de este documento), la recepción y el almacenamiento de material, y otra para albergar la maquinaria; **b)** Explanaciones y excavaciones para diferentes estructuras (depuradora de agua residual, el centro meteorológico, sísmico y medioambiental, la planta de hormigones, edificios auxiliares, de talleres y de servicios, y el hangar); **c)** Zanjones, zanjas, y canalizaciones; **d)** Excavaciones para cimentar infraestructuras de servicio del Almacén de Espera de Contenedores (balsa de pluviales, la subestación eléctrica, el centro de transformación); y **e)** Viales [Secs. 2.2.1, 2.3, 2.4 y 2.5].
- Actuaciones previas en el entorno o en la propia zona nuclear: **a)** Explanaciones para: el vial norte de acceso a la zona nuclear, el vial exterior de vigilancia, el Edificio de Servicios Técnicos y el muelle de descarga de gasoil, y excavación para los cubetos de los depósitos [Secs. 2.3 y 2.4].

Enresa señala que las actividades y obras previas citadas más arriba corresponden, en su mayoría, a elementos no importantes para la seguridad; y propone como una medida de protección para evitar o minimizar posibles afecciones a la zona nuclear, construir una red de

15 042-IF-TC-0009, 'Descripción de las actividades y obras preliminares de infraestructura', Rev. 2, 05/05/2015.

drenaje antes de comenzar las obras, a base de zanjas y canalizaciones que permita concentrar y dirigir el agua pluvial para evitar su embalsamiento e infiltración. La red se diseñará para que vierta a las áreas donde de forma natural desaguaba la topografía original.

Evaluación

Sobre el sondeo de abastecimiento, en el primer informe hidrogeológico de Enresa se señala que tras esta captación habría un descenso entre 12 y 36 m en el nivel de agua de la zona; sin embargo, en Inspección, Enresa informó que el sondeo se perforará en otro lugar más alejado y que, como el caudal de la captación será bajo, opina que el efecto será irrelevante (< 20 cm) en la zona nuclear. No obstante, Enresa informa que realizará una simulación detallada con el nuevo modelo 3-D previsto.

Con el objeto de evitar y minimizar los posibles procesos de disolución y expansividad, se consideran de extrema importancia las actuaciones de control específico del agua, a fin de impedir que se infiltre al terreno y también para gestionarla en caso de que aflore en las excavaciones. Con este objetivo, se considera necesario que antes de iniciar las actuaciones previstas, incluso si se prevén en el entorno de la zona nuclear, Enresa debe presentar al CSN el diseño y características de las mismas.

Por otra parte, este informe de evaluación señala que la caracterización de diferentes parámetros geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos, no ha capturado su variabilidad y es insuficiente. Y la falta de un mapa geológico detallado de la superficie a ocupar por las instalaciones del ATC es una carencia importante de información a efectos de abordar la etapa de construcción, que Enresa debe subsanar mediante un plan de actividades complementarias a elaborar antes de iniciar cualquier actividad de excavación.

Conclusiones

Se considera que Enresa no debe poner en explotación el pozo que se prevé perforar en la zona El Chaparral, hasta que no evalúe con el modelo 3-D el impacto de la captación en el nivel del agua.

Antes de iniciar las actuaciones y obras previstas, incluso si se prevén en el entorno de la zona nuclear, Enresa debe presentar al CSN el diseño y características de la red de drenaje superficial y los procedimientos de gestión del agua que aflore o se acumule en las excavaciones.

Como información soporte de las actividades de caracterización complementarias que se presenten, Enresa deberá hacer una cartografía geológica a escala de trabajo 1:500, que incluya los elementos litológicos, estructurales y tectónicos que afloren en todas las explanaciones, zanjas y taludes de la zona nuclear del emplazamiento que se realicen como obras de infraestructura, incluyendo el vial exterior; esta cartografía y sus elementos deberá extenderse, a escala de trabajo 1:1.000, al resto del emplazamiento y su entorno afectado por obras de infraestructura.

Así mismo, Enresa deberá hacer una cartografía geológica a escala de trabajo 1:500, del fondo de las excavaciones y taludes que se realicen en la zona no nuclear, que incluya los elementos litológicos, estructurales y tectónicos aflorantes. También deberá hacer una cartografía geológica a escala de trabajo 1:100, que incluya los elementos antes citados, en todas las excavaciones y taludes de la zona nuclear del emplazamiento. Además, Enresa deberá realizar un reconocimiento con microsísmica de refracción del fondo de las excavaciones de la zona nuclear, para determinar el valor específico de la V_s a utilizar en el análisis de interacción suelo/estructura.

6.- CONCLUSIONES

En este informe se han evaluado los estudios de caracterización del emplazamiento del Almacenamiento Temporal Centralizado (ATC) en el municipio de Villar de Cañas (Cuenca), que ha presentado Enresa como soporte de la autorización previa de la instalación, solicitada ante el MINETUR en enero de 2014. La documentación principal evaluada es el informe [2] de Enresa y sus estudios asociados, tal y como se indica en el apartado 1 (Objeto) de este informe, de acuerdo con el alcance especificado en el apartado 2 y aplicando la normativa y criterios referidos en el apartado 4.

Es de destacar que, tras una primera valoración de la documentación original que acompañaba la solicitud de Enresa y otra información complementaria de Enresa aportada en Junio/2014, el Área CITI la estimó claramente insuficiente respecto a lo necesario para la caracterización del emplazamiento requerida en una autorización previa, tal y como se recogía en el informe de evaluación ref. [10]. Por este motivo se remitió a Enresa una petición de información adicional ("PIA-Previa") mediante la carta ref. [11], que contenía numerosos puntos de aclaración respecto a varios parámetros de caracterización del emplazamiento.

Las conclusiones finalmente deducidas de la evaluación global realizada respecto a los estudios de caracterización del emplazamiento del ATC se recogen a continuación.

- 1/ La revisión 1 del "*Estudio de caracterización del emplazamiento del ATC...*" [2] aportada por Enresa en Mayo/2015 incluye la mayoría de las aclaraciones solicitadas en la PIA-Previa; pero algunas de ellas consideraban actuaciones que todavía no se han podido realizar o están en curso por parte de Enresa, como son la medida *in situ* del estado de esfuerzos, la variación de humedad en zona no saturada, ensayos de succión en laboratorio (deformabilidad en edómetro con diferentes trayectorias de humedad) y completar los estudios hidrogeológicos. A pesar del largo periodo de caracterización iniciado por Enresa en 2012, estas actuaciones se han abordado realmente en la segunda mitad de 2014 y se han visto dificultadas por las características específicas de los materiales presentes en el emplazamiento.
- 2/ La finalidad primordial de los estudios de caracterización del emplazamiento del ATC para la fase de autorización previa consiste en definir las características de los fenómenos geológicos, geomorfológicos, sísmicos, geotécnicos, meteorológicos, hidrológicos e hidrogeológicos, que permitan determinar los posibles riesgos debidos a fenómenos naturales, o inducidos por la alteración provocada por acción humana, tanto de modo cualitativo como cuantitativo, para poder así establecer las bases de diseño asociadas a la construcción del ATC y conocer *a priori* las posibles vías de dispersión de contaminantes radiactivos.
- 3/ En el caso del emplazamiento del ATC en Villar de Cañas, su caracterización debía afrontar específicamente dos fenómenos ya identificados como potenciales en el "*Informe de propuesta de emplazamientos candidatos para albergar el emplazamiento...*" de la Comisión Interministerial del ATC: la disolución y karstificación de yesos, y la deformabilidad del terreno, que hacían necesarios estudios geotécnicos de detalle.
- 4/ Enresa ha realizado estudios de caracterización para todos los parámetros del emplazamiento, pero con desiguales resultados en la suficiencia de la información obtenida respecto a las características más relevantes para tener en cuenta como bases de diseño,

como son las relacionadas directamente con la estabilidad del terreno ante fenómenos de disolución e hinchamiento de materiales.

- 5/ Los estudios de caracterización del emplazamiento del ATC aportados por Enresa en relación con los parámetros de geografía, demografía, instalaciones próximas, meteorología e hidrología superficial, están en conformidad con los criterios de aceptación de la normativa aplicable y sus resultados son aceptables para la fase de autorización previa de la instalación.
- 6/ Respecto a la caracterización geológica-sismológica, los resultados que aporta Enresa confirman que no existen fallas con ruptura en superficie en la vecindad del emplazamiento del ATC. Sin embargo, no se puede descartar completamente la existencia de fallas sin expresión superficial que generen terremotos similares a experiencias sísmicas recientes en España (Ossa de Montiel en Feb/2015; Lorca en Mayo/2011; Pedro Muñoz y Escopete en 2007). A este respecto y con la información disponible, puede considerarse que el espectro sísmico adoptado como base de diseño del ATC resulta suficientemente conservador. No obstante, terremotos próximos similares a las experiencias sísmicas recientes antes citadas, como el terremoto de Lorca, se deberán considerar como sucesos creíbles más allá de la base de diseño adoptada.
- 7/ Respecto a geología y geomorfología los resultados más relevantes de la evaluación se resumen en lo siguiente:

7.1/ Los materiales presentes en el emplazamiento muestran una elevada heterogeneidad en composición mineralógica y distribución espacial. Esto hace muy difícil en la práctica agrupar materiales con comportamientos claramente diferenciados, principalmente a efectos geotécnicos, como pretende la caracterización de Enresa forzando la interpretación de los datos disponibles. En este contexto, se considera que la caracterización geológica en cuanto a número, distribución y profundidad de sondeos y muestras resulta insuficiente, dada la gran complejidad del emplazamiento para identificar la variabilidad de los parámetros geotécnicos de interés para la seguridad.

7.2/ La unidad definida por Enresa como Lutitas Superiores de Balanzas (LBS), sobre la que está previsto cimentar la instalación, está compuesta por minerales arcillosos, yesíferos y carbonatados; se trata en realidad de '*margas dolomíticas yesíferas*' y no '*lutitas*' como lo denomina el informe [2]. La caracterización de esta unidad realizada por Enresa no refleja adecuadamente la composición ni la distribución porcentual de los diferentes tipos de minerales de arcilla; tampoco define de forma coherente los porcentajes de yesos ni su entidad. Además, no existe un tránsito netamente diferenciado entre la unidad LBS y la unidad subyacente definida como Yesos de Balanzas (YB), en la cual se han identificado contenidos de anhidrita.

7.3/ Dadas las dificultades anteriores, a efectos de diseño y de forma conservadora, debe considerarse la composición y distribución de materiales más desfavorable posible desde el punto de vista geotécnico (ref. [6]), particularmente en lo que respecta a la presencia de minerales arcillosos (esmectitas), de yesos y anhidrita.

7.4/ Respecto a posibles discontinuidades verticales, aunque Enresa afirma la no existencia de fracturas en el emplazamiento, en el área nuclear se han identificado discontinuidades por métodos geofísicos y fracturas en el sondeo SVC-6 y el SG-61 reperforado (de hasta 5 m

de espesor). Por tanto no puede descartarse su presencia a efectos de vías preferentes de flujo de agua y con potencial impacto en la estabilidad del terreno.

7.5/ Los mapas geológicos de escala de detalle no reflejan la cartografía de la realidad a esa escala, es decir, contienen la misma información que el resto de mapas geológicos de menor precisión (mayor escala). Por tanto, estos mapas no resultan adecuados a efectos constructivos.

8/ Sobre la caracterización hidrogeológica e hidrogeoquímica los resultados más relevantes de la evaluación son:

8.1/ El estudio hidrogeológico e hidrogeoquímico evidencia grandes incertidumbres a la hora de definir el funcionamiento actual y futuro de las aguas subterráneas en el emplazamiento, asociadas a las características de unos materiales con elevados porcentajes de yeso y otras sales solubles, que le confieren una alta heterogeneidad y anisotropía.

8.2/ La información obtenida y elaborada es incompleta y no permite establecer de forma precisa un esquema de funcionamiento hidrogeológico soportado en datos fiables que sirvan de base para definir el modelo hidrogeológico. Las obras previstas suponen una modificación sustancial de un sistema muy complejo en el que una correcta caracterización del medio físico y de la interacción agua-roca es esencial para determinar la estabilidad geotécnica del emplazamiento y los mecanismos de transporte de solutos desde la instalación. El modelo matemático aportado por Enresa no permite simular adecuadamente el funcionamiento hidrogeológico en el emplazamiento, y no puede por tanto emplearse como herramienta predictiva de los cambios que se van a originar en el flujo de agua subterránea como consecuencia de la excavación y la construcción del ATC, y de su potencial impacto en los procesos de hinchamiento y disolución de materiales.

8.3/ Con el apoyo de datos limitados (número, distribución de muestras y técnicas empleadas), Enresa ha realizado una caracterización hidroquímica genérica y un modelo hidrogeoquímico de comportamiento que encaja con las observaciones realizadas hasta el momento. El modelo simula un medio muy heterogéneo y reactivo. De acuerdo con este modelo los procesos hidrogeoquímicos de disolución-precipitación en el medio son muy relevantes e implican importantes variaciones de masa en el terreno, que no han sido cuantificadas. Estos procesos pueden tener lugar durante la vida de la instalación, por lo que su valoración es muy importante para determinar la posible afección a la estabilidad del terreno.

8.4/ Por tanto, no se pueden considerar aceptables, por falta de soporte adecuado, las conclusiones de Enresa, en lo que respecta a la caracterización del emplazamiento, que concluye: *“los procesos de disolución derivados de la interacción agua-roca en la zona del emplazamiento nuclear no van a afectar a la estabilidad del terreno que está en equilibrio con el agua que lo atraviesa”,* y también que *“Los procesos de disolución-precipitación observados no afectan a la seguridad del emplazamiento”*.

9/ En cuanto a la caracterización geotécnica y estabilidad del terreno los resultados más relevantes de la evaluación son:

9.1/ Los datos aportados por Enresa sobre la resistencia y deformabilidad del terreno de apoyo de edificios, a efectos de capacidad portante y en condiciones inalteradas, son suficientes para realizar una cimentación adecuada, tanto en LBS como en YB.

9.2/ La unidad LBS presenta alto contenido en yesos y niveles yesíferos con espesores que no son despreciables y que son susceptibles, al igual que en YB, de sufrir disolución y potencial subsidencia y colapso.

9.3/ Se confirma que las denominadas por Enresa como “lutitas”, que aparecen tanto en LBS como en YB, presentan fenómenos de expansividad cuya causa no ha podido ser claramente identificada y cuantificada; no obstante, Enresa vincula la causa genéricamente a la presencia de minerales arcillosos y ocasionalmente a esmectitas. Estos minerales se han detectado en todas las unidades geotécnicas; pero su presencia no puede predecirse con exactitud, ni tampoco su contribución a la expansividad, lo que dificulta significativamente el diseño de una cimentación estable para la vida útil de esta instalación nuclear. Sobre la expansividad debida a materiales sulfatados, no se ha podido descartar la presencia de anhidritas.

9.4/ En relación con la caracterización de la capa activa, Enresa ha presentado unas estimaciones teóricas, sin fundamentar en datos específicos del emplazamiento, cuya aplicabilidad resulta meramente indicativa.

- 10/ Los resultados de la caracterización del emplazamiento obligan a considerar que no puede concebirse el diseño de las instalaciones del ATC independientemente de aquél; sino todo lo contrario, el diseño estructural y de cimentaciones, el proceso constructivo y los escenarios de accidente tienen que contemplar las características desfavorables de tipo geológico-geotécnico, hidrogeológico y de estabilidad del terreno identificadas en el emplazamiento de Villar de Cañas, a efectos de compensarlas para garantizar la seguridad de la instalación. En particular, hay que incorporar al diseño y en las etapas antes indicadas la afección de los fenómenos identificados en la evaluación de disolución e hinchamiento de los materiales susceptibles de padecerlos (yesos y filosilicatos).
- 11/ Las conclusiones específicas para cada parámetro de caracterización del emplazamiento figuran recogidas en un apartado concreto de cada una de las secciones 5.1 a 5.8 de este informe.
- 12/ La evaluación de las características del emplazamiento para su adecuada consideración en las bases de diseño del ATC, derivadas de los estudios de caracterización aquí revisados, no forma parte del alcance de este informe, sino que se aborda en un informe de evaluación aparte ref. [6].
- 13/ Antes de iniciarse cualquier actividad de excavación, o uso de aguas, que puedan alterar la situación natural del emplazamiento del ATC y, en cualquier caso, antes de que se concediera la autorización de construcción, Enresa deberá presentar al CSN un plan de actividades complementarias con el fin de solventar las carencias e incertidumbres señaladas en este informe de evaluación y resumidas en los puntos 7.3, 7.4, 7.5, 8.2, 8.3, 8.4 y 10 anteriores, y en las conclusiones del apartado 5.8.2.

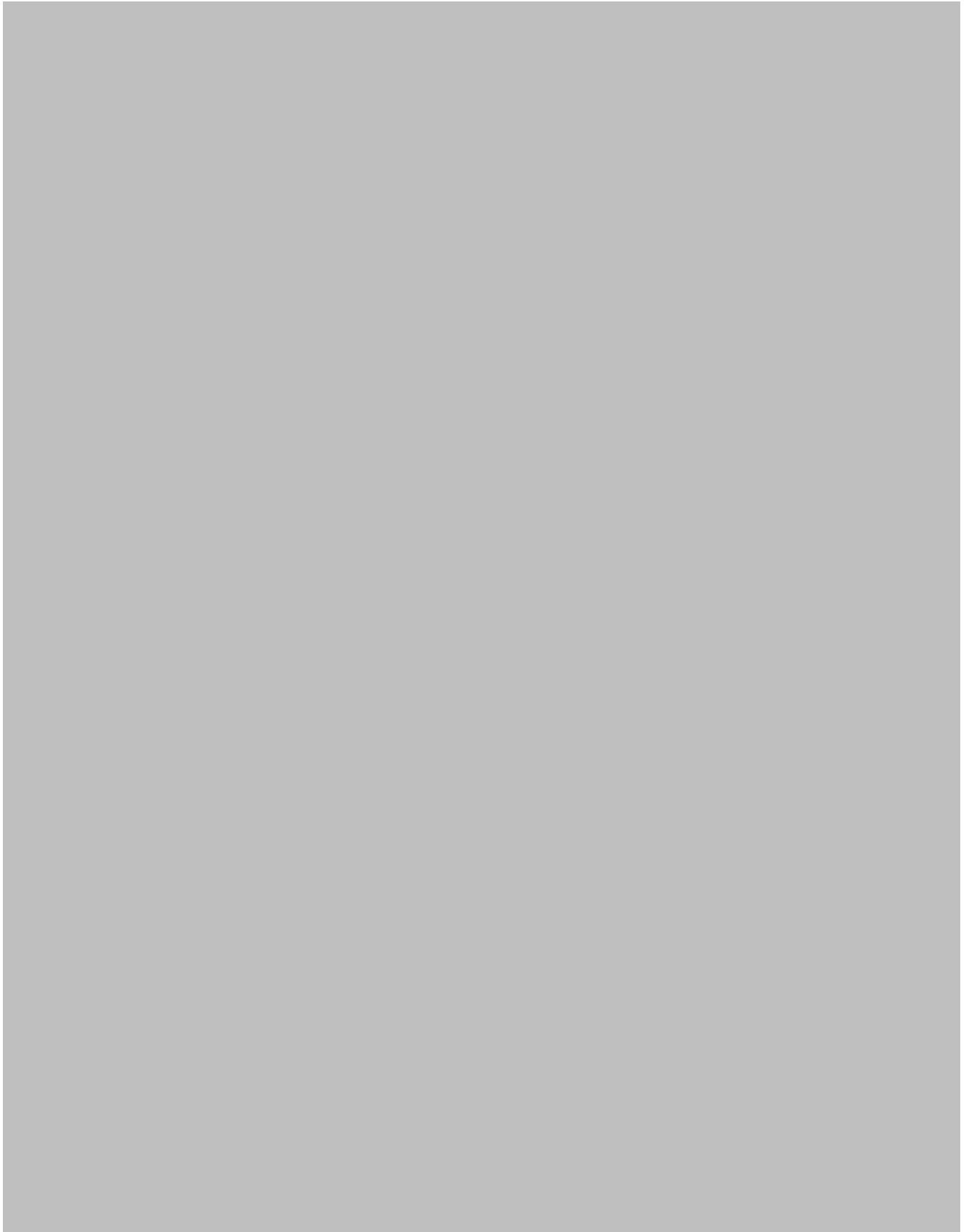
7.- REFERENCIAS

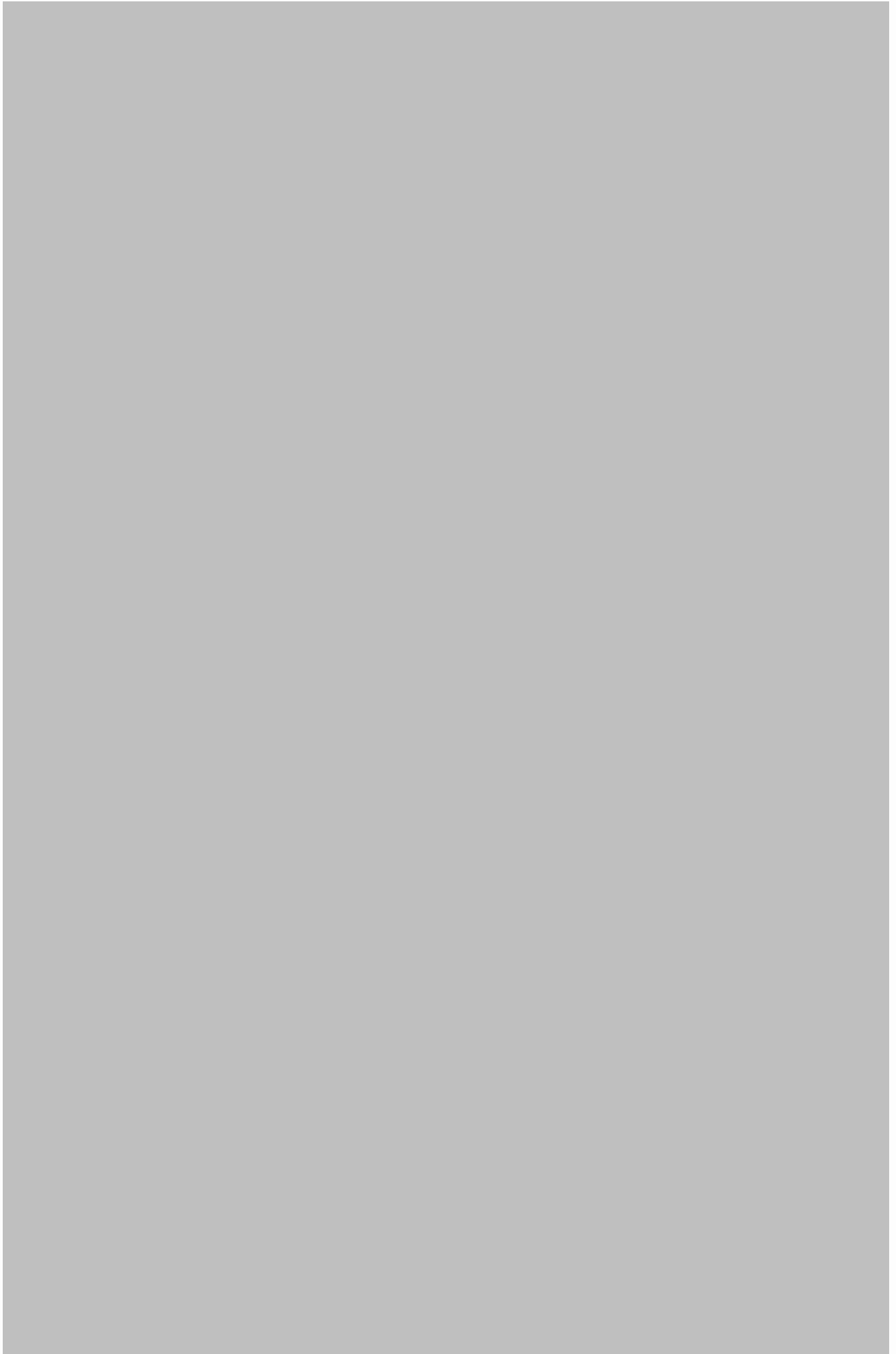
- [1] Escrito de Enresa ref. 042-CR-TC-2014-0002 con fecha 10/Enero/2014; remitido al CSN por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo el 13/01/2014 (reg. entrada CSN núm. 326, del 14/01/2014).
- [2] Documento Enresa 042-IF-TC-0008, Rev. 1 (7/Mayo/2015): *"Estudio de caracterización del emplazamiento del ATC en Villar de Cañas (Cuenca) y de la zona de influencia de la instalación"*. Memoria y Anexos (892 pág.), más 86 mapas y planos, en total 1'07 GB de información. Remitido al CSN con carta de Enresa ref. 042-CR-IS-2015-0016 y fecha 12/05/2015 (reg. entrada nº 8.079 del 13/05/2015); luego enviado también al CSN con oficio del MIET (reg. entrada nº 42.030 del 14/05/2015), que remitía escrito de Enresa ref. 042-CR-IS-2015-0014 con fecha 7/05/2015.
- [3] Documento Enresa 042-IF-TC-0003, Rev. 2 (7/Mayo/2015): *"Declaración de necesidades"* (118 pág.; 6'60 MB). También remitido al CSN con la carta de Enresa ref. 042-CR-IS-2015-0016 antes citada y en iguales condiciones.
- [4] Documento Enresa 042-IF-TC-0009, Rev. 2 (7/Mayo/2015): *"Descripción de las actividades y obras preliminares de infraestructura"* (23 pág.; 4'27 MB). Remitido al CSN en iguales condiciones que [2] y [3].
- [5] CSN/GEL/GSNA/ATC/1402/02, Rev. 1 (25/Junio/2014): *"Guía de licenciamiento para la solicitud previa y de construcción del Almacén Temporal Centralizado"* (83 pág.).
- [6] CSN/IEV/CITI/ATC/1506/42 (Junio/2015): *"Evaluación de la idoneidad del emplazamiento del ATC en Villar de Cañas (Cuenca) en relación con la autorización previa solicitada por Enresa"*.
- [7] CSN/AIN/ATC/15/02: Acta de la inspección realizada en el emplazamiento del ATC en Villar de Cañas (Cuenca), los días 23 y 24 de febrero de 2015, por técnicos del Área CITI con el apoyo asesor de URS-España, sobre *"los trabajos de caracterización del emplazamiento realizados por Enresa, estado de avance y últimos resultados disponibles"*.
- [8] CSN/IEV/CITI/ATC/0510/05 (STN/CITI/IN/24/05) del 16/Nov/2005: *"Evaluación de los aspectos de emplazamiento del Estudio de Seguridad del diseño genérico del Almacén Temporal Centralizado (ATC) de combustible gastado"*.
- [9] CSN/NET/CITI/ATC/1310/27 (03/Oct/2013): *"Revisión de documentos de la Fase 1 del Plan de Caracterización del Emplazamiento del Almacén Temporal Centralizado (ATC) de combustible gastado"*.
- [10] CSN/NET/CITI/ATC/1410/45 (15/Sept/2014): *"Aclaraciones e información adicional respecto a la documentación remitida por Enresa al CSN sobre la caracterización del emplazamiento del ATC"*. Soporte de la PIA-Previa remitida a Enresa.
- [11] Carta CSN/C/DSN/ATC/14/10 (CSN/PIA/GSNA/ATC/1409/06), del 15/Sept/2014), con asunto: *"Petición de Información Adicional en relación con la documentación de la solicitud de Autorización Previa del Almacén Temporal Centralizado"* (PIA-Previa remitida a Enresa).
- [12] Documento Enresa 042-L1-F-C-00011, Ed.2 (20/Mayo/2015), *"Estudio general de cimentaciones. Almacén Temporal Centralizado (ATC)"*, elaborado por [REDACTED] (153 pág.; 6'23 MB).

- [13] *"Informe de propuesta de emplazamientos candidatos para albergar el emplazamiento del Almacén Temporal Centralizado (ATC) y su Centro Tecnológico Asociado"*. Comisión Interministerial ATC (20/Sept/2010) [<http://www.emplazamientoatc.es/Paginas/procedimiento.aspx>]. Memoria, Anexo I (Posicionamientos por Comunidades Autónomas) y Anexo II (Resumen examen de terrenos por municipios candidatos).
- [14] URS España, S.L., *"Informe Preliminar de Evaluación"*. Agosto/2014, Ed. 1. Informe de soporte para la elaboración de la PIA-Previa.
- [15] URS España, S.L., *"Informe de Avance de Evaluación"*. Octubre/2014, Ed. 1. Informe de progreso de la valoración técnica a su fecha de emisión.
- [16] URS España, S.L., *"Informe de Evaluación"* Julio/2015, Ed. 1. Informe final de los trabajos realizados por la ingeniería consultora, soporte de la evaluación realizada en el Área CITI.
- [17] CSN/NET/CITI/ATC/0402/06 (STN/CITI/NET/04/04), del 12/Feb/2004: "Evaluación, según factores del emplazamiento, de los criterios básicos propuestos en el 'Proyecto de Diseño Genérico del ATC' [CSN/SITE/ARAA/ATC/0307/01]".
- [18] CSN/NET/CITI/ATC/0605/20 (STN/CITI/NET/18/06), de fecha 26/Mayo/2006: "Evaluación de los aspectos de emplazamiento de la Revisión 1 del 'Estudio Seguridad Diseño Genérico del ATC' presentada por ENRESA"
- [19] Documento Enresa 042-IF-IA-0010, Rev. 2 (16/Oct/2012), *"Plan de caracterización del emplazamiento del ATC en Villar de Cañas (Cuenca)"* (116 pág.; 0'8 MB).

ANEXO 1

Documentación de integración y complementaria aportada por Enresa en relación con los trabajos de caracterización del emplazamiento del ATC





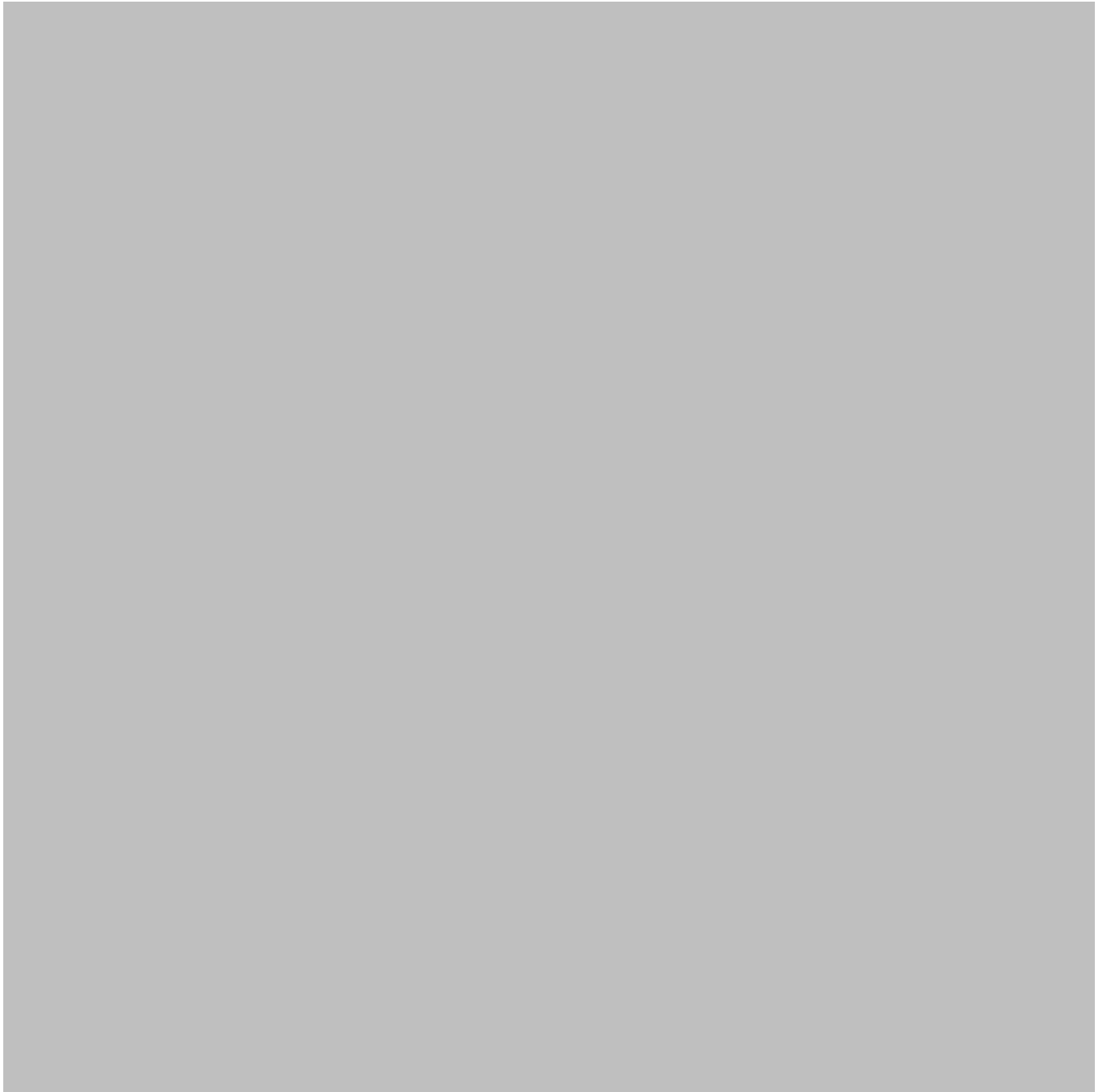




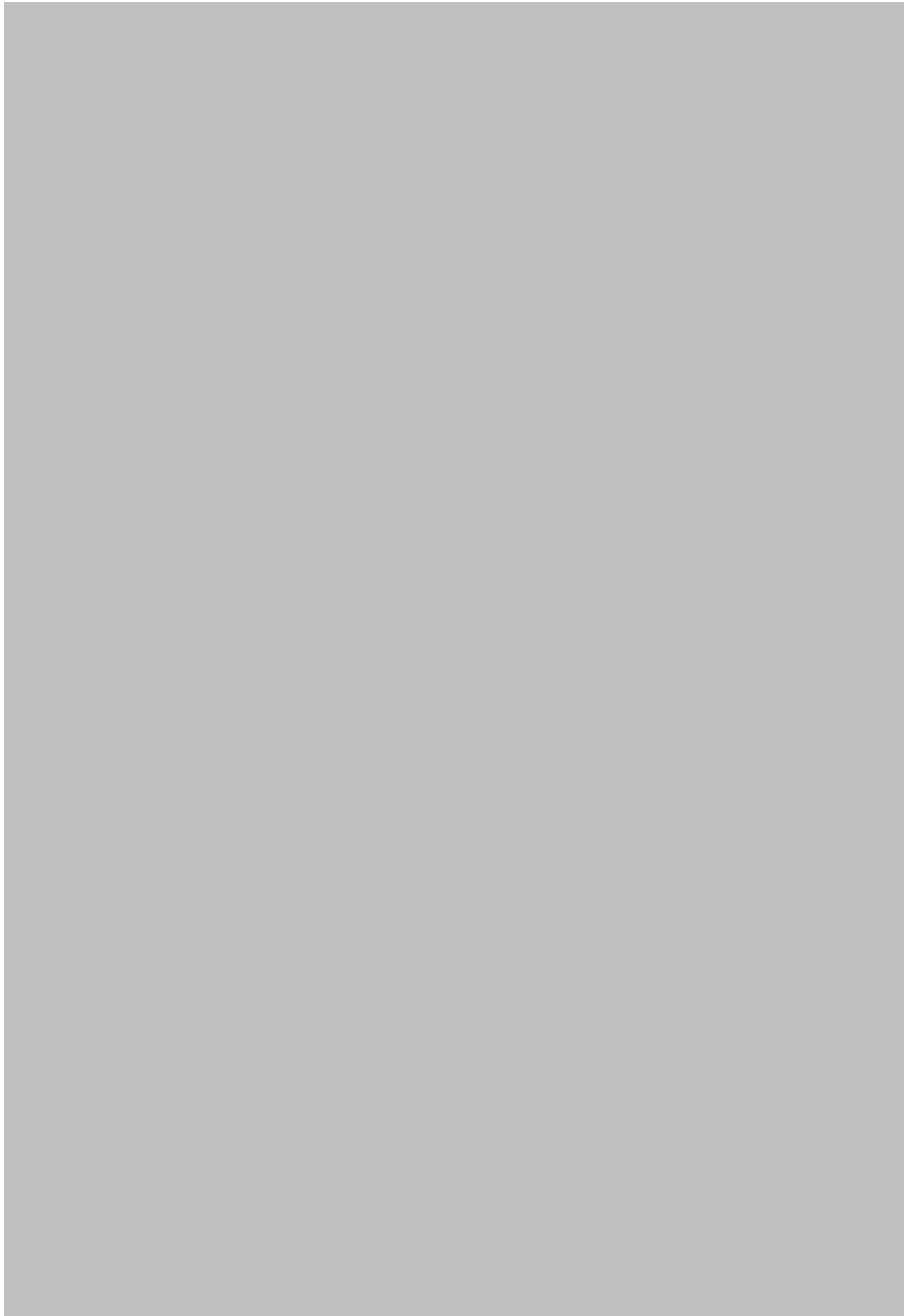






















ANEXO 2

Actas de reunión CSN-Enresa sobre aspectos específicos de caracterización del emplazamiento del ATC.

- CSN/ART/ARAA/ATC/1211/03, reunión CSN-Enresa del 16/Julio/2012, sobre el *“Plan de Caracterización del Emplazamiento del Proyecto de Almacén Temporal Centralizado”*.
- CSN/ART/ARAA/ATC/1207/02, reunión CSN-Enresa del 5/Nov/2012, sobre el *“Plan de Caracterización del Emplazamiento del Proyecto de Almacén Temporal Centralizado. Bases de diseño sísmico”*.
- CSN/ART/ARAA/ATC/1311/03, del 11/Nov/2013, *“Reunión CSN-Enresa sobre Geotecnia e Hidrogeología del proyecto ATC, con el objeto de conocer el avance de los trabajos de caracterización del emplazamiento y previsiones de diseño de la instalación”*.
- CSN/ART/ARAA/ATC/1403/01, reunión CSN-Enresa del 25/Feb/2014, sobre *“Estudios Sísmicos del Proyecto de Almacén Temporal Centralizado.”*
- CSN/ART/GSNA/ATC/1404/02, reunión CSN-Enresa del 19/Marzo/2014, sobre *“Estudios Sísmicas del Proyecto de Almacén Temporal Centralizado.”*
- Visita técnica al emplazamiento ATC del 28/Julio/2014 (Área CITI, URS-España y GSNA).
- Visita técnica al emplazamiento ATC del 22/Sep/2014 (Área CITI, URS-España y GSNA).
- Visita al laboratorio [REDACTED] el día 2/Oct/2014, en la que se realizó una presentación del programa de caracterización de laboratorio, con énfasis en la determinación de aquellos parámetros geotécnicos más relevantes (como la expansividad y la mineralogía, entre otros).
- CSN/ART/GSNA/ATC/1410/06, reunión CSN-Enresa del 3/Oct/2014, para aclarar aspectos de la Petición de Información Adicional (PIA-Previa) remitida por el CSN a Enresa.
- CSN/ART/GSNA/ATC/1411/07, reunión CSN-Enresa del 22/Oct/2014, sobre *“Aclaraciones a las cuestiones de Hidrología superficial y Meteorología de la PIA-Previa-1”*.
- CSN/ART/GSNA/ATC/1411/08, reunión CSN-Enresa del 28/Oct/2014, *“Propuestas sobre análisis sísmico, suela-estructura y cimentación del ATC”*.
- CSN/ART/GSNA/ATC/1411/09, reunión CSN-Enresa del 25/Nov/2014, sobre *“Presentación de la propuesta de cimentación del ATC”*.
- CSN/ART/GSNA/ATC/1504/02, reunión CSN-Enresa del 8/Abril/2015, en las oficinas de Enresa en Villar de Cañas sobre *“Aspectos relacionadas con la solución de cimentación del ATC”*.
- CSN/ART/GSNA/ATC/1504/03, reunión CSN-Enresa del 14/Abril/2015, sobre *“Estudios geotécnicos del emplazamiento del ATC”*.