



**ILUSTRE COLEGIO
OFICIAL DE GEÓLOGOS**

	
ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS	
SUPERVISADO	
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS	
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00	
Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]	
Inscrito con el nº : 373	
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR	
Secretario del ICOG	

**DICTAMEN DEL ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE
GEÓLOGOS SOBRE LA REVISIÓN DE LA
DOCUMENTACIÓN TÉCNICA RELATIVA A LA LÍNEA 7B
DEL METRO DE MADRID EN SAN FERNANDO DE
HENARES**

JUNIO 2023

ÍNDICE

Resumen Ejecutivo.....	4
Introducción y objetivos	6
Antecedentes.....	6
Objetivos.....	6
Alcance y metodología de los trabajos	7
Inventario recopilatorio	7
Análisis	7
Sistema de Información Geográfica y base de datos asociada.....	7
Dictamen.....	7
Antecedentes	9
Análisis de la información geológica disponible	12
Proyectos y Estudios realizados.....	12
Fase de Proyecto	12
Estudio Hidrogeológico (2008)	13
Proyecto de reparaciones (2009)	13
Periodo sin estudios geológicos (2009-2011).....	14
Investigación GEOCISA (2011)	14
Proyecto de reparaciones 2011.....	15
Periodo de reparaciones y sin estudios geológicos de detalle (2011-2014)	15
Cuestionamiento de la calidad de los proyectos de construcción y de la obra de la línea 7 (2015-2016)	16
Nuevas reparaciones de RODIO e Informes de MAYO GEOTECNIA (2015-2016).....	16
Informes sobre obras de remediación (2016-2020).....	17
Estudios de INES (2020-2021).....	17
Intentos de remediación (2021-2023).....	19
Modelo Geológico de INTEMAC (2022).....	20
Obras de Tratamientos	21
2007-2009. Primeras Reparaciones.....	21
2010-2011. Segundas Reparaciones.....	23
2013-2015. Terceras Reparaciones	25
2016-2018. Cuartas Reparaciones.....	25
2019-2020. Quintas Reparaciones	25

 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL] Inscrito con el nº : 373 Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR	
Secretario del IC	26 

2021-2023. Sextas Reparaciones	26
Auscultaciones	26
Contacto con los técnicos de la Comunidad de Madrid	28
Análisis de riesgos	29
Definiciones.	29
Recomendaciones en la Gestión y Análisis de Riesgos	30
Revisión de los análisis de riesgos incluidos en los distintos proyectos	31
Modelo Geológico-Hidrogeológico	36
Qué es un modelo geológico y su importancia.....	36
Aplicación de un modelo geológico-hidrogeológico.....	37
La problemática geológica e hidrogeológica	37
Modelo Geológico	38
Modelo Hidrogeológico	40
Dictamen	41
Análisis crítico de los estudios y proyectos realizados	41
Comentarios sobre los métodos constructivos de las reparaciones	42
Propuesta.....	42
Presupuesto	43
ANEXO 1. Listado de informes revisados	45
ANEXO II. Resumen de los informes revisados	68



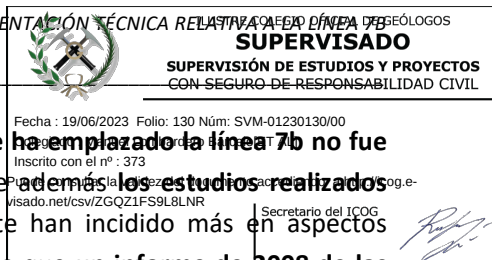
Resumen Ejecutivo

Se han revisado un total de 33 informes, estudios y proyectos relativos a la Línea 7B de metro de Madrid a su paso por San Fernando de Henares. Se tiene constancia de otros 43 documentos que no fue posible conseguir pese haberlo solicitado reiteradamente a la Comunidad de Madrid a través del Ayuntamiento de San Fernando de Henares. Se consultaron también 12 artículos científicos de aplicación específica a la problemática (Anexo 1).

El subsuelo de San Fernando es un terreno evolutivo hasta al menos 60-70 m de profundidad, en el que superficialmente se combinan dos fenómenos naturales: *kastificación* de la roca de yeso debido a la infiltración de agua dulce y transformación de *glauberita* en yeso. Ambos fenómenos suponen, en condiciones naturales, una lenta disminución de volumen. La construcción de la línea 7b del Metro produjo un aumento progresivo de la infiltración de agua dulce en sus infraestructuras y alteró el régimen hidrogeológico, de forma que ambos procesos naturales se aceleraron enormemente. El resultado se refleja en superficie como asentamientos del terreno. Por otra parte, a mayor profundidad, también alcanzada por las obras, se produce la disolución de capas de sales diversas, con pérdida de volumen y transformación del mineral *anhidrita* en yeso, fenómeno fuertemente expansivo.

Nos encontramos pues con una serie de importantes condicionantes geológicos (disolución del substrato geológico, procesos de expansión y de contracción combinados), efectos ya de por si complicados de resolver técnicamente, todos ellos activados por el fenómeno desencadenante que supuso la intrusión de la infraestructura en el terreno y la consiguiente activación artificial de una nueva dinámica hidráulica subterránea. Se ha estado rompiendo sistemáticamente y durante muchos años, el equilibrio hidrogeológico de la zona a causa del bombeo continuo desde el pozo de ventilación y drenaje principal, ubicado en el P.K. 2+890. Este pozo, diseñado sin la adecuada impermeabilización, puso en contacto directo el acuífero superficial cuaternario de aguas dulces alojado en el *Aluvial* del río Jarama, con el acuífero salobre emplazado en el Terciario de la *Unidad Salina* de la Cuenca de Madrid. Como consecuencia de esta acción, se han producido los siguientes efectos patológicos:

- Se ha deprimido el nivel freático del acuífero superficial cuaternario, lo que inevitablemente ha producido dos efectos sistémicos:
 - ✓ Se han secado todos los pozos de agua dulce desde San Fernando de Henares hasta el Jarama.
 - ✓ Se ha hundido el terreno bajo los edificios de San Fernando de Henares próximos al pozo, lo que es posiblemente la principal causa de la ruina de los edificios.
- Se han inyectado millones de metros cúbicos de agua dulce en el acuífero salobre inferior del Terciario, lo que ha provocado la disolución de niveles salinos muy solubles (sales sódicas), y ha acelerado los procesos de transformación mineralógica ya conocidos en la zona. Todo ello ha contribuido a la aceleración de los procesos de hundimiento, en profundidad.
- Se han vertido sin autorización al sistema de alcantarillado de San Fernando de Henares las aguas salobres procedentes del pozo de drenaje, que han provocado el mal funcionamiento de la EDAR de San Fernando de Henares (con las consiguientes quejas formales de la Confederación Hidrográfica del Tago, del Canal de Isabel II y del Ayuntamiento). Además, esta ingente inyección de agua salobre causó la rotura de parte de dicho alcantarillado y la ruina de un edificio no relacionado con las obras (según información del Ayuntamiento).



La conclusión principal es que **el complejo terreno salino en el que se ha emplazado la línea 7b no fue suficientemente estudiado en los proyectos de construcción, donde además los estudios realizados posteriormente han persistido en esta deficiencia:** recurrentemente han incidido más en aspectos puramente geotécnicos que en la propia geología del subsuelo, pese a que **un informe de 2008 de las Universidades Complutense y Politécnica de Madrid ya alertó de la grave problemática geológica** que originó las primeras anomalías detectadas. Hasta la fecha **ninguno de los proyectos constructivos o de los informes geológico-geotécnicos subsiguientes, así como los proyectos de remediación realizados, han elaborado un análisis integral de riesgos, ajustado a las complejas condiciones geológicas del terreno.** Este análisis es especialmente importante en los proyectos de obras subterráneas donde tanto el grado de incertidumbre como la vulnerabilidad del entorno de la infraestructura son elevados y muy críticos.

En 2020 y 2022 y por primera vez, se realizaron estudios de contenido más geológico y acorde a la problemática. Se configuró un modelo geológico conceptual en dos dimensiones que explica grosso modo lo que sucede en el emplazamiento, si bien a juicio del ICOG resulta cualitativo, esquemático e insuficiente.

Lo que resulta evidente es que **todas las actuaciones llevadas a cabo hasta ahora han dado resultados infructuosos**, lo que pone de manifiesto que las estrategias adoptadas, las técnicas aplicadas o una combinación de ambas circunstancias, han sido ineficaces, posiblemente derivado de un **diagnóstico previo erróneo o incompleto.**

Ante este escenario y con el fin de conocer con mayor rigor y exactitud lo que está ocurriendo y su posible evolución futura, se propone la realización de un **completo estudio geológico espacial y de detalle** y la subsiguiente construcción de un **Modelo Geológico e Hidrogeológico Predictivo y tridimensional**, como base de partida para el diseño de soluciones constructivas factibles, eficaces y duraderas; o bien para arbitrar otro tipo de medidas paliativas, si aquellas fueran excesivamente costosas.

La alternativa al modelado propuesto es seguir ejecutando y ensayando diferentes y onerosas soluciones técnicas, comprobando su eficacia momentánea en superficie y a posteriori, pero sin previsión alguna de futuro.

Como complemento de este Dictamen se ha realizado una **base de datos**, principalmente de sondeos, aunque también de otros tipos, asociada a un Sistema de Información Geográfica, con el objetivo de disponer de un primer elemento de integración geológica que permita abordar el modelado propuesto.

 SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL] Inscrito con el nº : 373 Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR	
Secretario del ICOG	

Introducción y objetivos

Antecedentes

El pasado 29 de noviembre de 2022, D. **Francisco Javier Corpa**, alcalde-presidente del Excmo. Ayuntamiento de San Fernando de Henares (Madrid), mantuvo una reunión con técnicos del ICOG para solicitar de esta Corporación un Dictamen técnico sobre la situación de los hundimientos que se estaban produciendo en el municipio como consecuencia de la obra de la Línea 7B del Metro de Madrid. Tras la reunión se visitaron las zonas afectadas y los responsables de la corporación municipal informaron a los técnicos del ICOG sobre la documentación disponible sobre las afecciones y las obras realizadas por la Comunidad de Madrid.

El 22 de diciembre del mismo año se remitió al Ayuntamiento una oferta técnico-económica para la realización del citado dictamen.

El dictamen se propuso en base al artículo 7.3 del Real Decreto 1378/2001, de 7 de diciembre, por el que se aprueban los Estatutos del Colegio Oficial de Geólogos, que establece que esta Corporación de Derecho Público se encuentra habilitada legalmente para la realización de estudios y la emisión de informes y dictámenes que sean solicitados por las Administraciones Públicas.

Los trabajos propuestos han sido desarrollados al amparo y bajo la supervisión del ICOG por un equipo de geólogos colegiados, profesionales especialistas con una dilatada experiencia de más de 25 años en Geología aplicada a la ingeniería civil, sin vinculación alguna con las entidades involucradas en la documentación que se ha aportado.

Objetivos

Los objetivos del dictamen propuesto fueron los siguientes:

- La realización de una valoración exhaustiva de la información técnica disponible sobre los aspectos geológico-geotécnicos en los proyectos y obras, de la evolución el terreno posteriormente a la construcción de la Línea 7B de Metro, y de las actuaciones llevadas a cabo hasta el momento.
- El diagnóstico integrado desde los puntos de vista geológico, geotécnico e hidrogeológico sobre las patologías observadas.
- La proposición de las actuaciones pertinentes e inmediatas para el avance en la toma de decisiones.

Deseamos destacar la falta de colaboración de la Comunidad de Madrid, a la cual se le solicitó reiteradamente información a través de los Servicios Técnicos del Ayuntamiento, sin obtener respuesta alguna, lo cual ha sido una dificultad añadida para la consecución de los objetivos buscados.

Alcance y metodología de los trabajos

El estudio se ha realizado principalmente sobre la información proporcionada por el Ayuntamiento, que como ya se ha dicho es bastante incompleta. Por otra parte, la consulta de las publicaciones científicas recopiladas ha sido muy útil en la interpretación de los procesos geológicos que se están dando en el subsuelo de San Fernando de Henares.

Para la consecución de los objetivos anteriores, se han llevado a cabo las siguientes tareas:

Inventario recopilatorio

En primer lugar, se realizó un amplísimo inventario recopilatorio de la documentación existente desde el inicio del proyecto, obtenida tanto del Ayuntamiento como de los proyectos citados en la documentación aportada por el mismo.

Consecuencia del citado inventario (76 documentos), se notificó al Ayuntamiento sobre la información existente que no se disponía (43 documentos), con objeto de que fuese reclamada a la Comunidad de Madrid. Dicha gestión no tuvo éxito: la Comunidad no proporcionó información alguna.

Adicionalmente y posteriormente a la reunión del día 17/03/2023 de la Mesa Técnica de seguimiento, a la cual asistió un representante del ICOG en acompañamiento del Consistorio, se solicitó por escrito el día 27 del mismo mes a la Comunidad de Madrid, a través del Ayuntamiento, información técnica relevante, sin obtener tampoco respuesta alguna por parte de la Administración Regional.

Una vez inventariados los estudios y proyectos existentes, se pasó a revisar aquellos ya disponibles, a la espera de conseguir los pendientes. En el Anexo 1 figura el listado de los documentos recopilados y de los documentos consultados.

Se recopilaron y consultaron también una serie de publicaciones científicas (11 publicaciones) y el manual de la IAEG sobre Modelos de Ingeniería Geológica aplicados a los proyectos.

Análisis

Se ha realizado un depurado y riguroso análisis geológico, geotécnico e hidrogeológico valorativo del proyecto, la construcción, y la evolución posterior de la línea 7b a su paso por el núcleo urbano de San Fernando de Henares, de las patologías identificadas y de las actuaciones llevadas a cabo hasta la fecha para la reparación de los desperfectos aparecidos como consecuencia de todo ello.

Sistema de Información Geográfica y base de datos asociada

Se ha confeccionado también una base de todos los datos susceptibles de integrarse en un sistema de información geográfica (SIG), con objeto de utilizarlo en su momento en el desarrollo del Modelo Geológico e Hidrogeológico que se propone.

Dictamen

Finalmente, se ha redactado el presente Dictamen, que incluye la descripción de las actuaciones realizadas, la interpretación analítica y diagnóstica de la información técnica disponible, y la proposición



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

SUPERVISADO

SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00

Inscrito con el nº : 373

Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR>

Secretario del ICOG

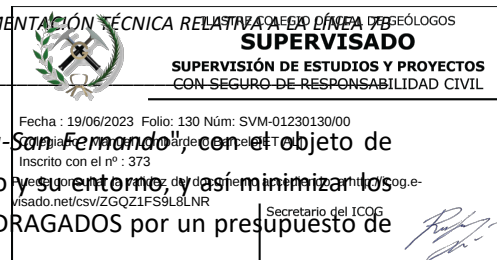


de medidas y acciones adicionales a desarrollar para el avance y el ulterior estudio de las soluciones a tomar.

Antecedentes

A partir de la documentación disponible se ha podido realizar una secuencia temporal de los antecedentes más relevantes para este estudio, que son los siguientes:

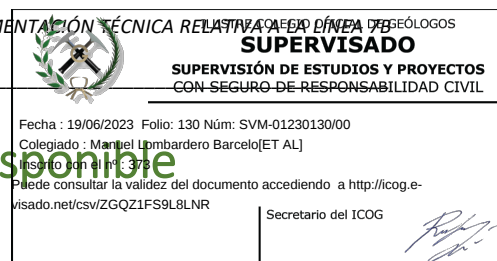
- Diciembre de 2003: el Consorcio Regional de Transportes de Madrid redacta el documento "*Actualización del Trazado y Estaciones de la Prolongación de la Línea 7 de Metro en la Zona Este*", con vistas a las mejoras de las comunicaciones entre Madrid y la Zona Este (municipios de Coslada y San Fernando de Henares, y distrito de San Blas).
- Marzo de 2004: la empresa EUROESTUDIOS redacta, por encargo de MINTRA, el Proyecto Básico de la "*Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares*".
- Junio de 2004: se produce la aprobación del Proyecto de Construcción del Tramo: Coslada-San Fernando, redactado por orden de la Dirección General de Infraestructuras del Transporte.
- Agosto de 2004: se hace pública convocatoria para la adjudicación por MINTRA (Madrid Infraestructura del Transporte) mediante concurso por procedimiento abierto, del *Proyecto de Construcción de la prolongación de la Línea 7 de Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada- San Fernando de Henares*. El presupuesto de licitación ascendía a 181.314.511,57 € con un plazo de ejecución de 30 meses.
- Septiembre de 2004: MINTRA adjudica a DRAGADOS, S.A. la construcción del tramo 3 de METROESTE, procediéndose a la firma del Contrato el 30 de septiembre de 2004. El presupuesto de adjudicación de dicho proyecto ascendió a 168.404.918,34 €, con un plazo de ejecución de 20,5 meses.
- Octubre de 2004: se produce la firma del Acta de Replanteo del tramo 3 de la prolongación de la Línea 7, procediéndose al inicio de las obras.
- El pozo de ventilación y bombeo situado en el P.K. 2+890 (C/ Rafael Alberti de San Fernando de Henares) se construyó entre marzo y junio de 2006, pasando la tuneladora por este punto el 4 de junio de 2006.
- Mayo de 2007: se realiza inspección de recepción de las obras, con asistencia de representantes de la Comunidad de Madrid, de la Dirección Técnica de MINTRA y del Contratista DRAGADOS, levantándose el Acta correspondiente donde se refleja que las obras se encuentran en estado de ser recibidas.
- A lo largo de 2008 se observa la existencia de filtraciones de agua con una salinidad muy elevada, provenientes del terreno circundante al pozo. Los caudales de bombeo aumentan significativamente y comienzan a aparecer humedades en el túnel, siendo necesario, por tanto, impermeabilizar el pozo y su entorno. La EDAR de Casaquemada comunica la llegada de agua de alta salinidad al alcantarillado
- En consecuencia, MINTRA encarga a DRAGADOS, a través de su filial GEOCISA y de un convenio de investigación con la Universidad Complutense, la realización de un estudio de seguimiento hidrogeológico de la Línea 7 del Metro de Madrid, que destaca los problemas de disolución de sales en el subsuelo en la zona del trazado de la línea 7b. En el informe correspondiente (19/06/2008) ya se alerta de las graves consecuencias que podría acarrear esta situación si no se corrigiese
- Mayo de 2009: se redacta el proyecto "*Tratamiento del terreno y actuaciones complementarias en el entorno del pozo de ventilación y bombeo del P.K. 2+890 de la ampliación de la Línea 7 del Metro de*



Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada-San Fernando, con el objeto de definir y valorar las obras necesarias para impermeabilizar el pozo y su entorno, y así minimizar los caudales bombeados. Ese mismo mes se adjudican los trabajos a DRAGADOS por un presupuesto de 2.294.311,99 € y un plazo de 3 meses.

- Febrero de 2011: el alcalde-presidente de San Fernando de Henares solicita a MINTRA que realice urgentemente estudios geológicos e hidrogeológicos del subsuelo de San Fernando de Henares en el entorno del túnel del Metro, y que se investiguen las afecciones que está generando.
- MINTRA encarga a DRAGADOS la realización de 3 sondeos cortos en las gravas para ver su evolución (carga-descarga en periodos lluviosos) pensando que los movimientos inducidos en estas por la variación del nivel freático sean las que producen los movimientos de los edificios colindantes al pozo del P.K. 2+890. También encarga la realización de un sondeo profundo con extracción de testigos para conocer las características de los terrenos en profundidad y detectar posibles oquedades.
- MINTRA indica que el análisis de las investigaciones complementarias y de los datos de auscultación disponibles refleja que los movimientos de los edificios de las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini no se deben a la presencia de la infraestructura de la Línea 7b del Metro de Madrid. Indica que en los datos auscultados no se aprecian movimientos verticales ni horizontales que puedan haber inducido efectos negativos en los edificios del entorno. MINTRA concluye que, de acuerdo con las previsiones de los proyectos, ni en la fase de ejecución de las obras ni posteriormente, se han medido parámetros u observado circunstancias a las que puedan ser atribuidos los daños indicados. No obstante, MINTRA se compromete con el Ayuntamiento de San Fernando de Henares y con los vecinos, a la consolidación del subsuelo mediante inyecciones, y a la posterior reparación de las viviendas afectadas.
- D. Fernando Diez Rubio (USAC, Unidad de Seguimiento, Auscultación y Control de MINTRA) solicita a DRAGADOS que contrate y coordine los trabajos a realizar, puesto que los datos de la auscultación indican descensos cada vez más acelerados de los edificios, empezando a ser preocupantes y que pudieran llegar a producir daños estructurales en la línea de metro y en los edificios.
- Marzo de 2011: el consejero delegado de MINTRA D. Jesús Trabada Guijarro ordena verbalmente a DRAGADOS el inicio de los trabajos.
- Entre 2011 y 2013 se realizan una serie de tratamientos del terreno por parte de DRAGADOS en las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini de San Fernando de Henares. Se realizan informes de seguimiento de las obras, así como la auscultación de las subsidencias. El ICOG no ha podido tener acceso a esta documentación, que fue específicamente requerida.
- En 2011 se actúa sobre el Edificio Dotacional del Ayuntamiento de la calle de la Presa, mediante inyecciones de consolidación y compensación, e incluso con la demolición de parte de sus edificios.
- En agosto de 2011 se extingue la sociedad pública MINTRA, pasando a asumir sus funciones la Consejería de Transportes e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid
- En 2014 y como consecuencia de problemas observados en las estaciones correspondientes a la línea 7b, especialmente en la denominada Estación Hospital del Henares, la Dirección General de Infraestructura procede a la redacción del proyecto *Obras de mejora de la infraestructura de estaciones e instalaciones del túnel en la línea 7b de metro de Madrid. Tramo: Barrio del Puerto – Henares.*

- Los principales problemas observados hasta la fecha son: filtraciones de agua con elevado contenido de sulfatos y cloruros (por presencia de yesos y otras sales tales como la halita) tanto en el recinto de las estaciones como en el recinto del pozo de ventilación y bombeo del P.K. 2+885; y la acumulación de agua en el bajo el andén de las estaciones, con presencia de sales.
- En 2015 la Dirección General encarga a GEOCISA la realización de estudios geotécnicos complementarios en el entorno de la calle Rafael Alberti, como consecuencia de continuas deformaciones en los edificios.
- A lo largo de 2016 continúan las actuaciones en las inmediaciones de la calle Rafael Alberti y del pozo de bombeo y ventilación del P.K. 2+890. Hubo que realizar trabajos de recalce de varios edificios en la zona de Rafael Alberti, Sabatini y Nazario Calonge
- La empresa RODIO-KRONSA encarga varios informes a MAYO GEOTECNIA en 2015-2016 en los cuales se repite que en el subsuelo alrededor del pozo de bombeo del pk 4+280 hay varias capas de minerales salinos solubles, algunas de las cuales ya se habían disuelto dejando huecos
- A partir de 2018, parte de la calle de la Presa entre la zona del Complejo Dotacional El Pilar y el cruce con Rafael Alberti empieza a sufrir procesos de asentamiento en las viviendas residenciales.
- Entre 2019 y 2021 la empresa INES Ingenieros Consultores realiza una veintena de informes geotécnicos tanto en el área de la Estación Hospital del Henares como en la zona del pozo de bombeo y las calles Presa, Rafael Alberti y Francisco Sabatini. En 2019 se realizan estudios geotécnicos complementarios en la Estación Hospital del Henares, a consecuencia de la presencia de “daños estructurales”.
- En 2021 la Comunidad de Madrid encarga por procedimiento de emergencia a la empresa INTEMAC el *Proyecto de inyecciones de consolidación en las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini en San Fernando de Henares*.
- Las obras de consolidación se prolongan hasta la fecha. Sobre estas actuaciones se emiten informes de seguimiento, tanto de los trabajos de consolidación como del monitoreo de los asentamientos y deformaciones en los edificios afectados.
- A lo largo de 2022 prosiguen los asentamientos en las edificaciones del entorno de las calles Presa y Rafael Alberti. Se ordena el desalojo de diversas viviendas en la zona. En marzo de 2023 se da la orden de derribar 13 viviendas afectadas de la calle de La Presa, impares, del 17 al 27. Así como, el derribo del parte del Complejo Dotacional de El Pilar de San Fernando de Henares.
- El 31/03/2023, el Canal de Isabel II requiere al Ayuntamiento desconectar la acometida de la línea 7b de Metro del alcantarillado municipal, por impedir sus vertidos salinos el buen funcionamiento de la EDAR de Casaquemada.



Análisis de la información geológica disponible

Proyectos y Estudios realizados

En el ANEXO 2 se incluyen las fichas de revisión de cada uno de los documentos.

Fase de Proyecto

Los tres proyectos que se siguieron para la construcción de la línea fueron:

- ✓ Proyecto de Construcción. EUROESTUDIOS, junio 2004 [P03]¹
- ✓ Proyecto Complementario. INTECSA-INARSA, julio 2005 [P04]
- ✓ Proyecto Modificado nº 1. INTECSA-INARSA, julio 2005 [P05]

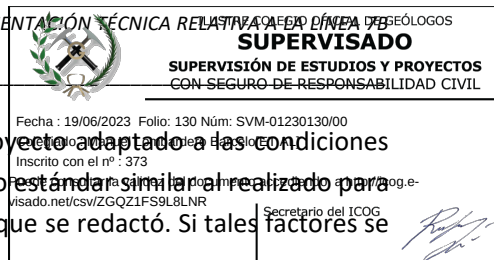
En los tres proyectos, el Anejo de Geología basa su capítulo sobre geología regional o general en la conocida obra *“Síntesis geotécnica de los suelos de Madrid y su Alfoz”* (Escario, V; 1986), que durante bastantes años fue un referente para muchos estudios geotécnicos en Madrid, si bien tiene algunos errores geológicos importantes. La hoja nº 559 (Madrid) de la cartografía MAGNA del IGME, publicada en 1989, corrige tales errores. Aparentemente, en ninguno de los tres proyectos se prestó atención al contenido de la Memoria de la citada hoja MAGNA.

En síntesis, los errores y carencias de los tres proyectos que después han podido tener consecuencias en la problemática que se da en San Fernando de Henares, fueron:

- El terreno presenta naturaleza yesífera y salina, y los ensayos químicos mostraron que el agua subterránea es agresiva al hormigón, pese a lo cual no se recomendó la utilización de cemento sulforresistente o resistente a los cloruros. Se desconoce si en la construcción se utilizó finalmente este tipo especial de cemento.
- Se ignoró que el yeso (sulfato cálcico) que aparece inmediatamente por debajo de la formación aluvial cuaternaria (Aluvial del Jarama) es yeso secundario, procedente de la transformación de otros minerales, concretamente de glauberita y thenardita (sulfatos sódico-cálcico y sódico, respectivamente).
- Pese a haberse detectado en los sondeos la presencia de sales solubles tales como glauberita, halita y anhidrita, todos ellos minerales inestables en presencia de agua; así como evidentes huecos de disolución, no se destacaron tales hechos fundamentales y no se tuvieron en cuenta.
- El estudio de la hidrogeología en todos los proyectos es muy superficial, no se identificaron correctamente los dos acuíferos que existen en la zona, bien diferenciados.

En resumen, la presencia de terreno metaestable y evolutivo (salino y yesífero), detectado y citado en la testificación de los sondeos (e incluso, en uno de los proyectos, también en la Memoria), no tuvo repercusión alguna en la confección y redacción de cada proyecto, y por ello no previeron las medidas de actuación necesarias para evitar la evolución del terreno por alteración del régimen hidrogeológico natural.

¹ Los números entre corchetes [1] hacen referencia al Código del Documento de la Tabla1, ANEXO 1



El terreno complejo en que se ejecutó la obra hubiera exigido un proyecto adaptado a las condiciones peculiares del subsuelo salino y a la hidrogeología local, no un proyecto estándar similar al realizado para otras obras del Metro de Madrid con mucho mejor terreno, que es lo que se redactó. Si tales factores se hubieran tenido en consideración, probablemente:

- El túnel no se habría perforado con tuneladora sino con métodos convencionales: con rozadora y en seco (sin aportación de agua a la excavación), más caro y lento; y
- Todas las estructuras subterráneas se habrían proyectado como completa y rigurosamente estancas, para evitar que el agua subterránea se infiltre en ellas produciendo la disolución del terreno en su entorno, que es lo que ocurrió y ocurre.

Es altamente probable que los condicionantes anteriores pudieron haber resultado incompatibles con los presupuestos y los plazos de ejecución impuestos entonces por el Gobierno de la Comunidad Autónoma de Madrid.

Estudio Hidrogeológico (2008)

Hito fundamental redactado 2008 por las universidades Complutense y Politécnica de Madrid, subcontratadas por GEOCISA, filial de DRAGADOS [10].

Se hicieron ensayos mineralógicos de las sales de la Unidad Salina y análisis químicos de las aguas drenadas por el pozo de ventilación y bombeo situado en el PK 2+880 y en los piezómetros. Se establece por primera vez que:

- El caudal del agua que entraba en dicho pozo se había multiplicado por 20 en menos de un año, y el agua bombeada era salada. La entrada de agua al pozo se producía por las paredes de este. La salinidad del agua era muy elevada y su vertido a la red de saneamiento afectaba, ya entonces, al funcionamiento de la EDAR de Casaquemada.
- La interacción del agua subterránea con los minerales detectados en el sustrato yesífero - salino estaba produciendo una serie de procesos y reacciones químicas rápidas, el más llamativo de los cuales era la *karstificación* del terreno en el trasdós del pozo.
- Adicionalmente, se identificó la transformación de anhidrita y glauberita en el yeso secundario que apareció en los sondeos, con cambios de volumen considerables.
- El agua subterránea procede de dos acuíferos: el de agua dulce alojado en el Aluvial del Jarama, y el salino (o de agua matriz), alojado en la Unidad Salina o Inferior. En el pozo se mezclaban las aguas procedentes de ambos acuíferos.
- Todo lo anterior podría acarrear consecuencias geotécnicas importantes, llegando a comprometer la estabilidad del túnel del metro y de las cimentaciones de los edificios circundantes, como así ha sido.

Sin embargo, este excelente estudio no parece haberse tenido muy en cuenta posteriormente, ya que durante varios años después, los pocos estudios que se hicieron tuvieron mucha más componente geotécnica que geológica o hidrogeológica.

Proyecto de reparaciones (2009)

Transcurrido casi un año, en marzo de 2009, la Consejería de Transportes de la Comunidad Autónoma redactó un proyecto de tratamiento del terreno y actuaciones complementarias [P12], centrado

	
SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00 Inscrito con el nº : 373 Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR	
Secretario del ICOG	

principalmente en la reparación del pozo de bombeo y ventilación del PK 2+880, aunque también se previó actuar sobre el túnel. En el proyecto:

- Se indicó que no había filtraciones masivas en el túnel ni en las estaciones.
- Se restó importancia al problema, indicando que se trata de un fenómeno puntual, en contradicción con las conclusiones del Estudio Hidrogeológico del año anterior.
- Se decía que la presencia de sales no había sido detectada en los proyectos de construcción, en contradicción con la descripción de la testificación de los sondeos realizados en éstos.

Adicionalmente y como un apéndice o parte secundaria del proyecto (<30% del presupuesto), se previó seguir estudiando el problema mediante:

- Estudio Hidrogeológico, con perforación e instalación de piezómetros.
- Estudio de la durabilidad del hormigón utilizado en la obra, que se afirma es sulforresistente (pero no resistente a la corrosión por cloruros), y otros materiales del túnel, indicando preocupación por la agresividad del agua subterránea salina; y
- El control de convergencias y movimientos del túnel y edificios adyacentes, mediante auscultación topográfica.

El plazo de ejecución de tres meses era incompatible con la realización de cualquier estudio hidrogeológico útil, ya que se precisa de series de datos piezométricos durante al menos un año hidrológico; y con la auscultación, que ha de constar con series de datos lo más largas posible.

El contrato de las reparaciones y estudios se adjudicó a DRAGADOS el 14 de mayo de 2009. El ICOG carece de documentos que indiquen cuándo y cómo se llevaron a cabo las reparaciones y estudios propuestos, no se encontraron documentos *As Built* ("Como Se Construyó") sobre ello.

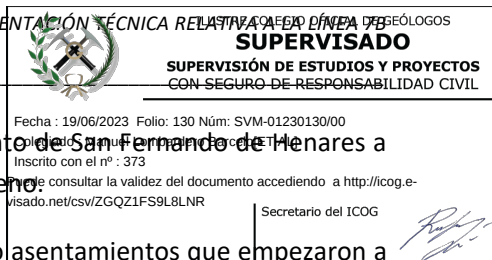
Periodo sin estudios geológicos (2009-2011)

Entre mediados de 2009 y 2011 no parece haberse avanzado en el conocimiento geológico del subsuelo. Se tienen referencias (aunque ningún documento técnico) sobre la aparición de daños estructurales en el Complejo Dotacional El Pilar y en edificios de las calles Pablo Olavide - Francisco Sabatini - Rafael Alberti, Lisboa 2 al 10, Parque Dolores Ibarruri, Vergara 16 al 20, Somorrostro 10 al 16, Adolfo Pérez Esquivel 1, Vitoria 17 al 23. También de que se realizaron estudios geotécnicos de edificios concretos (C/ Vergara 16) por parte de GEOCISA; que se midieron asentamientos del terreno y en edificios; y que se hicieron algunos informes sobre graves filtraciones de agua a través de las pantallas de pilotes en la Estación de Jarama.

Investigación GEOCISA (2011)

En febrero de 2011 GEOCISA realizó para MINTRA la perforación tres sondeos cortos y uno profundo, midiéndose la evolución piezométrica. Basándose en ello y en los datos de auscultación que entonces se poseían, MINTRA concluyó que:

- Los asentamientos de la superficie del terreno no se producían por compactación del aluvial debido al drenaje de este en el pozo de ventilación y bombeo.
- Se descarta que los daños en los edificios fuesen debidos a la construcción de la línea, en contradicción con la evidencia geológica de informes anteriores sobre la *karstificación* del terreno y la complejidad del problema.



- No obstante, lo anterior, se comprometió ante el Ayuntamiento de San Fernando de Henares a realizar obras de remediación mediante inyecciones en el terreno.

A partir de entonces los procesos geológicos se aceleraron, generando asentamientos que empezaron a producir daños graves en varios edificios. Es obvio pues, que:

- La karstificación y la transformación mineral glauberita-yeso eran ya entonces procesos generalizados afectando a un volumen importante del subsuelo, lo cual se tradujo en movimientos del terreno en un área superficial cada vez más amplia.
- La impermeabilización del pozo de ventilación y bombeo PK 2+880 no había sido eficaz ya que, aunque evitase la entrada de agua subterránea al pozo, la karstificación ya producida en el trasdós de este (y posiblemente en la galería de conexión con el túnel de línea), facilitaba la entrada de agua dulce del acuífero superior a la Unidad Salina, con disolución acelerada de las sales que contiene ésta última.

Proyecto de reparaciones (2011)

Ante las quejas del Ayuntamiento y los datos alarmantes de la auscultación, MINTRA actuó entonces con urgencia, pese a no reconocer oficialmente aún que los daños se debían a la línea 7b de Metro. En marzo de 2011, D. Jesús Trabado Guijarro, de MINTRA, ordenó verbalmente a DRAGADOS que comenzase obras de remediación, consistentes nuevamente en inyecciones de mortero y lechada de cemento en el terreno, según instrucciones del asesor de MINTRA D. Fernando Díez Rubio.

En definitiva, sin conocer a fondo las causas del problema, se acudió a una solución convencional esperando que funcionase, pese a la anterior experiencia negativa de impermeabilización con inyecciones del entorno del pozo, en 2009.

En noviembre de 2011 se redacta el proyecto de inyecciones correspondiente [P15], que incluyó a las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini. Además de ello; y también en 2011, MINTRA contrata obras de impermeabilización del túnel, mediante sellado de las juntas entre dovelas.

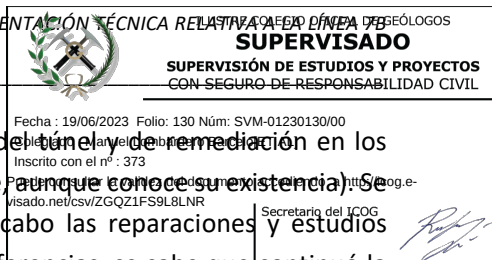
Todo ello indica que:

- No se sabía con seguridad (y continúa sin saberse) cómo era el flujo subterráneo de agua subterránea que produce la karstificación (apertura de huecos y tubos por disolución de minerales salinos y yesíferos al paso de agua dulce o salobre).
- Los asentamientos se daban en un área muy amplia de varias hectáreas, con forma elongada en dirección aproximada N-S, transversal a la traza del túnel, por lo que las filtraciones a este no son la causa principal.

Lo indicado en ese momento, una vez evidenciada la magnitud del problema, habría sido diseñar y contratar en paralelo al proyecto de reparaciones de 2011, un Estudio Geológico de detalle, investigando el subsuelo mediante una red amplia de sondeos y piezómetros puntuales fuera de traza, que, con el apoyo de otras técnicas geofísicas, habría permitido conocer tridimensionalmente la estructura geológica del subsuelo afectado y adyacente; y, a continuación, hacer un modelo hidrogeológico del flujo subterráneo, calibrado con datos piezométricos y hidroquímicos y de caudales bombeados.

Periodo de reparaciones y sin estudios geológicos de detalle (2011-2014)

MINTRA se extinguió en julio de 2011, asumiendo sus competencias la Consejería de Transportes e Infraestructuras de la Comunidad Autónoma.



Durante los tres años siguientes, se ejecutaron obras de reparación de edificios, relatadas en varios informes (de los cuales el ICOG no dispone, aunque conoce su existencia). Se carece de documentos que indiquen cuándo y cómo se llevaron a cabo las reparaciones y estudios propuestos, no parecen existir documentos *As Built* sobre ello. Por referencias, se sabe que continuó la auscultación de los asentamientos del terreno y los edificios, y que en abril de 2015 GEOCISA perforaron tres nuevos sondeos y se realizaron algunas prospecciones geofísicas.

En definitiva, durante tres años no parece que se hiciera investigación geológica relevante, fuera de la auscultación, que es una medida indirecta de seguimiento del proceso.

Cuestionamiento de la calidad de los proyectos de construcción y de la obra de la línea 7 (2015-2016)

Ya en 2015, unos sondeos perforados por GEOCISA, atestiguaron de nuevo que en la Unidad Salina se estaban produciendo la disolución de halita y las transformaciones minerales, con pérdida de volumen a diferentes profundidades, como ya anticipó en 2008 el Estudio Hidrogeológico de la UCM-UPM.

En febrero de 2015, la Consejería de Transportes se cuestionó la calidad de los proyectos de construcción de 2004-2005 de EUROESTUDIOS e INTECSA-INARSA y la propia construcción de la obra por DRAGADOS. Prueba de ello es el encargo de un informe al respecto a TYPESA, actuación que fue dirigida por un técnico de dicha empresa que había trabajado en MINTRA en los años de proyecto y construcción de la línea. También se encargó un informe similar al CEDEX en 2016. La propia Subdirección General de Infraestructuras de Transporte Colectivo de la Comunidad Autónoma produjo en 2016 el *Informe Técnico sobre posible responsabilidad por vicios ocultos en la ejecución del contrato de las obras: Infraestructura de la prolongación de la línea 7 de metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares tramo 3: Coslada – San Fernando de Henares*.

El ICOG no dispone de tales documentos, por lo que no se han analizado. Sin embargo, la temática y, sobre todo, el título del último documento, indican la preocupación de la Comunidad por el asunto, pese a que pasó bastante tiempo hasta que se reconoció oficialmente que la persistente problemática geológica en San Fernando está causada por las obras de la Línea 7.

Nuevas reparaciones de RODIO-KRONSA e Informes de MAYO GEOTECNIA (2015-2016)

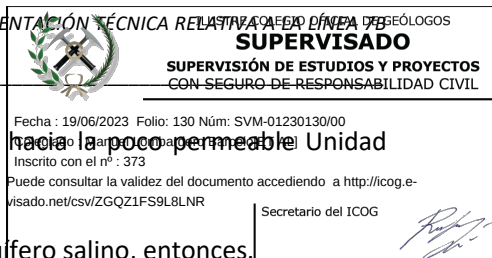
Son tres informes [P21], [P22], [P23], encargados por RODIO-KRONSA, empresa que había resultado adjudicataria de las nuevas obras de reparación mediante inyecciones de consolidación en el entorno del pozo de ventilación y bombeo. Se desconoce si la contratación de MAYO fue iniciativa de RODIO o bien fue por indicación de la Comunidad Autónoma.

Los tres informes son bastante útiles, aunque la investigación realizada tuvo más de prospección geotécnica que de investigación geológica. Se perforaron 17 sondeos (acertadamente y por primera vez, con salmuera como fluido de perforación) y algunos de ellos se equiparon como piezómetros puntuales (miden el potencial hidráulico a una cota o intervalo de cotas determinado).

Los ensayos mineralógicos llevados a cabo a diferentes profundidades indican los intervalos de cota en las que se estaban dando procesos de transformación y/o disolución de los minerales.

El análisis realizado por el ICOG de sus datos y conclusiones es el siguiente:

- ✓ Cota 572-567 (profundidad media 10 m), inmediatamente debajo del muy permeable aluvial y del acuífero alojado en él: yeso secundario procedente de la transformación de glauberita, en proceso de



karstificación debido a la lenta infiltración vertical del agua dulce hacia la poca permeable Unidad Salina.

- ✓ Cota 556-555 (profundidad media 26 m): nivel piezométrico del acuífero salino, entonces.
- ✓ Cota 555-550 (profundidad media 27 m): capa activa de transformación de glauberita en yeso, y nivel generalizado con presencia de huecos a la cota 555,5.
- ✓ Cota 550-541 (profundidad media 35m): presencia de glauberita y anhidrita, ambos minerales solubles y susceptibles de producir expansión por cambio de especie mineral.
- ✓ Cota 540-538 (profundidad media 40 m): capas de halita (sal común), muy soluble, y algo de anhidrita, se detectó circulación de agua salada incluso a esta profundidad.
- ✓ Cota 524 (profundidad 56 m): sustrato de lutita (arcilla compacta) gris oscuro, con escasos minerales salinos.
- ✓ En los piezómetros no puntuales (no aislados por tramos) hay mezcla de agua dulce que desciende del acuífero aluvial y de agua salada del acuífero salino, análogamente a como se produce en el entorno de todas las obras que atraviesan ambas formaciones, especialmente en el pozo de ventilación y bombeo y en la estación de Jarama.
- ✓ El nivel piezométrico medido en los piezómetros no puntuales no es representativo, al ser una mezcla del potencial hidráulico de ambos acuíferos.

Como comentario sobre los estudios de MAYO GEOTECNIA, se apunta que además de una innecesaria carga de ensayos e interpretaciones geotécnicas (el terreno ya estaba perfectamente caracterizado desde ese punto de vista) y de algunos datos que no fueron analizados con el detalle suficiente:

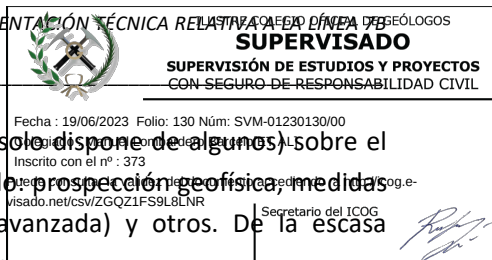
- MAYO GEOTECNIA no parece haber tenido acceso a documentación anterior relevante, o esta no fue consultada.
- La testificación de los sondeos de los dos primeros informes no identifica las sales solubles claramente, citando solo “yeso cristalizado”, “yeso transparente” o “sales de yeso”. En el tercer informe, una vez constatada la presencia de otras sales solubles por ensayos mineralógicos, se elimina la referencia al “yeso” y se habla de “cristales y/o agregados cristalinos transparentes”.
- La comprobación de la existencia tales sales en los últimos sondeos, debería haber sido seguida de la *retestificación* de los sondeos del primer y segundo informe, y la corrección de todos los perfiles geológicos, que adolecen de falta de detalle y contienen numerosos errores.

Informes sobre obras de remediación (2016-2020)

Los informes correspondientes a las obras de remediación citadas en el punto anterior en el entorno del pozo de ventilación y calles aledañas, y algún otro referido a obras en el Hospital del Henares, no obran en poder del ICOG, por lo que no han podido ser analizados. Se trata de documentos redactados por GAMMA GEOTECNIA (2016), SGS (2016), RODIO-KRONSA (2016), FHECOR-ADAMAS (2019) y GEOCISA (2020).

Estudios de INES (2020-2021)

En 2020 se retoman los estudios geológicos. La Consejería de Transportes inicia mediante procedimiento de emergencia los estudios, que encarga a INES Ingenieros Consultores por más de 909.000€.



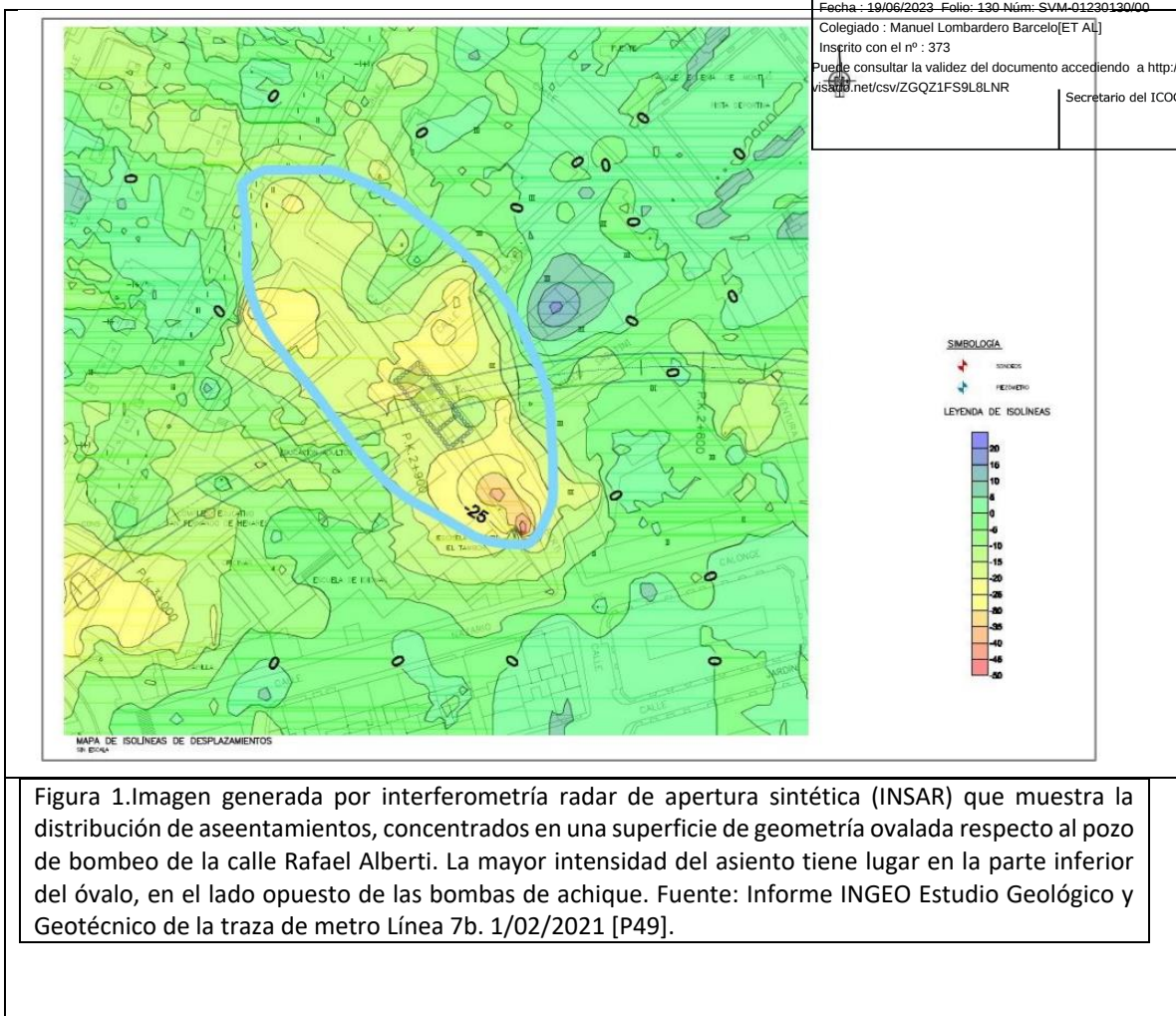
INES produjo un conjunto de informes temáticos o avances (el ICOG solo dispone de algunos) sobre el Hospital del Henares, la zona del pozo de bombeo y el resto del trazado, prospección geofísica, medidas de asentamientos por INSAR (interferometría diferencial satelital avanzada) y otros. De la escasa documentación que ha podido analizar el ICOG [P38], [P45], se deduce:

- Se evidencia un gran cono de depresión piezométrica originado por el pozo de bombeo.
- Los asentamientos del terreno seguían activos pese a las obras de remediación de los años anteriores.
- Los asentamientos en el entorno del pozo se agravaron desde agosto de 2020, muy probablemente debido al aumento de permeabilidad en la Unidad Salina por disolución progresiva de capas de sal. Se detectan desplazamientos en el túnel y en la galería de conexión pozo-túnel.
- Se constatan otros dos fenómenos geológicos ya anticipados en el Estudio Hidrogeológico de 2008: karstificación del yeso inmediatamente debajo del contacto con el Aluvial; y la transformación glauberita-yeso, con pérdida de volumen. Todo ello catalizado por la acción del agua dulce del acuífero aluvial, que se infiltra en la Unidad Salina a favor de las obras subterráneas verticales (pozo, estaciones).
- Los perfiles geofísicos muestran unas anomalías verticales que podrían interpretarse como fallas o zonas de infiltración preferente del agua dulce desde el Aluvial a la Unidad Salina.

En febrero de 2021 INES presenta el informe final [P49]. Del mismo, se deducen importantes (y preocupantes) conclusiones:

- Los asentamientos del terreno se deben a una combinación de la consolidación debida a la depresión del nivel freático del acuífero cuaternario, la progresiva karstificación y el cambio de fases minerales en la Unidad Salina, cosas que ya se conocían.
- La karstificación del yeso justo debajo del Aluvial, a escasos 10 m de profundidad, podría ser la responsable de una parte importante de los movimientos del terreno en superficie. El trazado subterráneo del túnel de línea y la estación de Hospital del Henares cruza varias veces esta banda de karstificación, incrementando la entrada de agua dulce.
- La disolución y cambios mineralógicos en la Unidad Salina son los responsables de los movimientos profundos del terreno: asentamientos en el túnel, pozo de ventilación y bombeo y galería de conexión. Tales cambios pueden ser con reducción de volumen (disolución y transformación glauberita-yeso) o con aumento de volumen (transformación anhidrita-yeso), habiéndose medido en profundidad tanto asentamientos como elevaciones del terreno.
- En Hospital del Henares, el levantamiento del terreno puede deberse a la transformación anhidrita-yeso, con aumento de volumen, o bien a la presencia de arcillas expansivas.
- Todos los procesos seguirán activos mientras el agua siga entrando en el túnel y se siga bombeando desde el pozo.

Dentro del apartado de este informe “8.2. Anomalías Piezométricas asociadas a las obras del Metro” incluye un plano de medición de asientos mediante la técnica satelital INSAR desde 2011 (Figura 1).



El trabajo de INES tomó gran cantidad de datos de sondeo, mineralógicos, geofísicos, piezométricos e instrumentales. Lamentablemente, esa ingente cantidad de información no fue debidamente utilizada: Aunque conceptualmente el Informe está bien planteado, hay una gran cantidad de datos que no se han aprovechado, debido a la escasez de gráficos, planos, mapas de contornos estructurales, esquemas y resúmenes de pocas líneas, al mismo tiempo que el texto del informe peca de árido, reiterativo y difícil de entender.

Intentos de remediación (2021-2023)

En 2021 la Consejería de Transportes proyectó reparaciones de viviendas afectadas mediante inyecciones de consolidación en las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini. En abril de 2021 se ejecutó una campaña de inyecciones con el agresivo método de *jet-grouting*, que el ICOG solo conoce por referencias ya que no dispone de documentación relacionada. La investigación geofísica posterior atestiguó cierta mejora del terreno.

En julio de 2022 se redacta un nuevo proyecto de reparaciones y estudios, adjudicado a RODIO-KRONSA y cuya ejecución, comenzada el 13 de octubre, aún continúa. El ICOG dispone de algún informe aislado de las admisiones de mortero de cemento por el terreno [P60], del cual se deduce:

- ✓ Las admisiones máximas de 30-48 ton/taladro se dieron frente a los hitos de nivelación del terreno que acumulan mayor asentamiento: 325 mm, 306 mm, 131 mm y 44 mm, en el entorno del pozo de ventilación y bombeo (Figura 2).

- ✓ En el callejón de Virgen del Puerto, a más de 100 m del pozo, las admisiones alcanzaron las 37 ton/taladro cerca de un hito de nivelación que acumulaba ya entonces un asentamiento de 640 mm

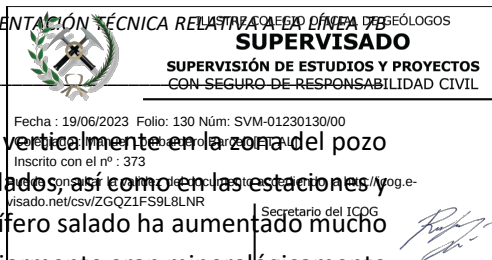


Figura 2. Mayores admisiones de inyección (verde) relacionadas con las afecciones a edificios . Las líneas en color rojo delimitan la zona de máxima afección.

Modelo Geológico de INTEMAC (2022)

Publicado en julio de 2022, es un informe recopilatorio y de síntesis [P54] en el cual se analizan gran parte de los datos geológicos existentes, desde la redacción de los proyectos de construcción en 2004-2005. De sus conclusiones se extrae lo siguiente:

- Hay tres grandes unidades geológicas:
 - *Aluvial* del Jarama y del antiguo Arroyo de La Cañada, formado por arenas y gravas hasta 8-12 m de profundidad (cotas 580-578);
 - *Unidad Salina*, de arcillas, yesos y sales diversas, dividida a su vez en tres partes; una superior formada por yeso secundario (por encima del nivel freático), por debajo la capa activa de transformación glauberita-yeso, en torno al nivel freático, y una inferior con glauberita-anhidrita-yeso-halita; y
 - *Sustrato impermeable*, formada por arcilla compacta gris-negra (por debajo de 56 m de profundidad, cota 524).
- Hay dos acuíferos, no conectados antes de las obras del Metro: acuífero aluvial de agua dulce y alta permeabilidad, alojado en el Aluvial; y acuífero salado alojado en la Unidad Salina, de baja permeabilidad originalmente (el agua se movía muy lentamente).
- El acuífero salado se explotó en un pozo de Coslada como agua minero-medicinal hasta mediados del siglo XX.



- Los dos acuíferos ya no son independientes, están interconectados verticalmente en la zona del pozo de bombeo, a través de numerosos sondeos de investigación no sellados así como en las estaciones por el trasdós del túnel de línea. La entrada de agua dulce en el acuífero salado ha aumentado mucho la permeabilidad de éste, por disolución de capas de sales que anteriormente eran mineralógicamente estables.
- Se han detectado huecos de disolución / karstificación principalmente a tres cotas medias, aproximadamente 560, 550 y 540. Hay cavidades dispersas a otras cotas, tan profundas incluso como la cota 531.
- El cono de depresión piezométrica producido por el bombeo en el entorno del pozo baja hasta la cota 542 (cota en superficie, 580). En un sondeo a 80 m de distancia está a cota 554. Con este gradiente piezométrico, es obvio que se está produciendo circulación de agua y una gran pérdida de material por disolución.

Se sugiere, entre otras cosas, reinyectar en el acuífero salino el agua salada extraída en el pozo de bombeo para mitigar parcialmente la disolución de sales. En opinión del ICOG, tal solución exigiría un riguroso control geoquímico, de manera que se garantice que el agua inyectada esté saturada (a la temperatura del agua subterránea) en todos los iones de los minerales salinos.

Comentarios al modelo son los siguientes:

- ❖ Es un modelo cualitativo conceptual en 2D, no sirve para cuantificar;
- ❖ No contempla el impacto de la transformación de la anhidrita y la glauberita en yeso; El registro piezométrico no discrimina entre acuífero aluvial y acuífero salino; y
- ❖ No hay correlaciones concretas entre los procesos observados en superficie (asientos y daños a edificios) y los procesos geológicos

Obras de Tratamientos

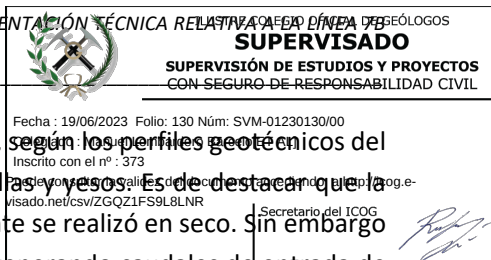
Los diferentes trabajos de tratamiento para paliar los problemas derivados de la ejecución de la obra del túnel del Metro no han podido ser revisados en su totalidad ni con los suficientes datos que permitan saber el efecto real de esos tratamientos sobre los hundimientos detectados. Tampoco parece existir un documento general en el que haga este análisis.

A continuación, se hace un resumen de la información de los intentos de remediación que se ha podido conseguir, haciendo constar aquí que el ICOG no ha podido disponer de toda la información generada por las obras, aún a pesar de haberla solicitado repetidamente a través del Ayuntamiento de San Fernando de Henares a la Comunidad de Madrid.

En particular, no ha sido posible valorar la efectividad de los tratamientos del terreno realizados hasta la fecha.

2007-2009. Primeras Reparaciones

Inmediatamente tras la inauguración de la línea en 2007, se manifestaron problemas de entrada de agua salobre en el túnel del metro. El pozo de ventilación y bombeo situado en el P.K. 2+890 (C/ Rafael Alberti de San Fernando de Henares), que es el punto más bajo del trazado y donde habitualmente se ubican los pozos de drenaje en este tipo de obras, se había construido entre marzo y junio de 2006, pasando la



tuneladora por este punto el 4 de junio de 2006. El terreno encontrado, según los perfiles geotécnicos del proyecto y los elaborados durante la obra, fueron gravas, arenas, arcillas y yesos. Es de destacar que la construcción tanto del túnel en esta zona como del pozo, supuestamente se realizó en seco. Sin embargo y aparentemente, en 2007 el funcionamiento del propio pozo estaba generando caudales de entrada de agua a la obra cada vez mayores.

En marzo de 2008, la EDAR de San Fernando de Henares alertó a Metro de Madrid de la elevada conductividad que presentaban las aguas vertidas al saneamiento desde el pozo de bombeo situado en el P.K. 2+890. El mismo mes, MINTRA encargó a DRAGADOS que estudiara la problemática surgida. GEOCISA (filial de DRAGADOS) aforó del agua que entraba desde el túnel al pozo, registrando un caudal de 2 l/s, frente a los 30 l/s de caudal total que se estaban bombeando del pozo.

El primer cierre de la línea 7B se produjo entre el 23 y el 31 de agosto de 2008.

Para solucionar los problemas surgidos, en marzo de 2009, siete meses después del cierre de la línea, MINTRA contrata a DRAGADOS el proyecto y la ejecución de las obras de *Tratamiento del terreno y actuaciones complementarias en el entorno del pozo de ventilación y bombeo del PK 2+890 de la ampliación del metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada- San Fernando*, cuyo objetivo principal era la impermeabilización de dicho pozo. La copia del documento de este proyecto de la que dispone el ICOG está incompleta, ya que carece de los anejos de la memoria.

Las obras se adjudicaron a la empresa DRAGADOS por procedimiento de urgencia sin licitación previa, con un plazo de ejecución de 3 años, con 2 años de garantía y un presupuesto de 2.294.311,99 €.

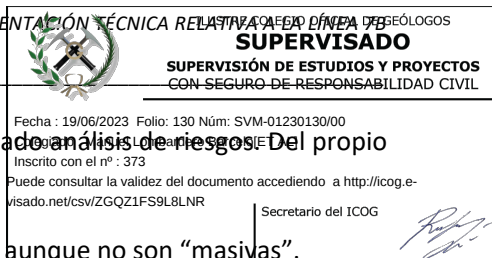
La solución adoptada fue la impermeabilización del pozo mediante un tratamiento de inyecciones de mortero y lechada de cemento, que incluyen:

- Inyecciones desde superficie, verticales y hasta una profundidad equivalente a 10 m por debajo de la solera del pozo.
- Inyecciones desde la galería de conexión del túnel con el pozo.
- Inyecciones desde el túnel, limpiando y sellando previamente las juntas de las dovelas.
- Cubeto de bombas. Tratamiento con resinas acuarreactivas y lechada. Protección mediante muro forro de hormigón. Refuerzo con chapa metálica de 8 mm de espesor tratada mediante resinas como protección ante la agresividad de las aguas.

Adicionalmente a estas obras de remediación, la Comunidad de Madrid plantea las siguientes acciones:

- Auscultación y control de movimientos en edificaciones en zonas adyacentes al pozo de bombeo.
- Estudio de durabilidad y envejecimiento de los materiales empleados en la construcción del túnel y las estaciones.
- Seguimiento de caudales, conductividades y caracterización de cloruros en el tramo comprendido entre la estación de La Rambla y la de Hospital del Henares, con el fin de detectar posibles afecciones en otras zonas del proyecto.

En la memoria se menciona lo siguiente: *“se trata de un problema puntual localizado en la zona correspondiente al pozo, no detectado en estudios geotécnicos anteriores”*. Sin embargo, esta afirmación no es correcta ya que en los estudios del proyecto se identificó la presencia de sales solubles, lo cual



hubiera permitido anticipar potenciales problemas mediante un adecuado análisis de riesgos. Del propio documento se puede interpretar que el problema no es puntual:

- Se indica que hay filtraciones tanto en estaciones como en el túnel, aunque no son “masivas”.
- Se detecta precipitación de sales en las juntas de las dovelas del túnel, lo cual señala el carácter salino de las filtraciones en la zona del túnel.
- Se afirma que se han observado depresiones del nivel freático y secado de pozos en la vega del río.

Se podría considerar, por tanto, que marzo 2009 se tenían indicios de un problema geológico asociado a la disolución de sales y a la depresión del nivel freático que afectaba a una zona de mayores dimensiones que el mero entorno del pozo de bombeo y ventilación. Eso, incluso haciendo caso omiso del informe de la UCM-UPM el año anterior, en el cual ya se advertía de ello.

Tras iniciarse los trabajos de tratamiento del terreno para la impermeabilización del pozo de ventilación y bombeo en el PK 2+890 de la línea 7b en la calle Rafael Alberti en mayo de 2009, se puso de manifiesto que METRO había incumplido la Ley 10/1993 sobre vertidos líquidos industriales al SIS (saneamiento), al no haber presentado al Ayuntamiento la correspondiente identificación industrial ni haber solicitado la Autorización de vertido y, en todo caso haber estimado el caudal vertido. El ayuntamiento informó puntualmente a MINTRA que desde septiembre de 2007 se detectó un aumento significativo del caudal diario bombeado desde el pozo.

Tras los trabajos de impermeabilización se consiguió anular la aportación de agua que surgía en el pozo y recuperar el nivel freático, aunque ello fue momentáneo, como se verá después.

En el verano de 2009 la línea permaneció cerrada dos días a causa de un hundimiento en el túnel.

También en el año 2009 se empiezan a detectar grietas en los edificios en el entorno del pozo del PK 2+890 y GEOCISA realiza un estudio geotécnico en el edificio de la calle Vergara nº 16, que el ICOG no dispone.

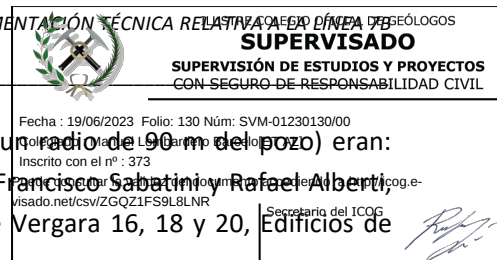
2010-2011. Segundas Reparaciones

En abril de 2010 se producen importantes filtraciones de aguas a través de los muros-pantalla de pilotes que forman la Estación de Metro de Jarama, en la zona del túnel contigua a los andenes. En ese momento existían dos tuberías que estaban drenando las filtraciones de agua y las conducían al saneamiento de las vías, que se bombeaba posteriormente al saneamiento municipal.

Para evitar dichas filtraciones se ejecutó un muro de hormigón adosado a los pilotes existentes. Se pretendía ejecutar un segundo muro de hormigón, a una distancia de 80 cm. del anterior, formando una especie de “cámara bufa” de grandes dimensiones.

En esas fechas tuvieron también problemas de filtraciones en las estaciones de Henares y Hospital del Henares. Por otra parte, el Ayuntamiento estaba entonces recibiendo y remitiendo a MINTRA numerosas denuncias de vecinos y propias, sobre las diversas patologías en los edificios colindantes con el túnel. Las patologías iban desde grietas en las fachadas, aumento de la anchura de las juntas de dilatación, movimientos anormales de los edificios, hasta asentamientos diferenciales en la cimentación, que han obligado a actuaciones de emergencia para la consolidación del terreno por parte del Ayuntamiento.

Se realizaron inspecciones conjuntas Ayuntamiento / MINTRA y se instalaron sistemas de auscultación de movimientos.



Con fecha de febrero de 2011 las edificaciones afectadas (todas en un radio de 90 m del pozo) eran: Colegio El Pilar, Bloques de Viviendas entre las calles Pablo Olavide, Francisco Sabatini y Rafael Alberti, Edificios de Calle Lisboa 2 a 10, Parque Dolores Ibarruri, Edificios de Vergara 16, 18 y 20, Edificios de Somorrostro 10 a 16, Adolfo Pérez Esquivel 1, y Vitoria 17 a 23.

MINTRA realizó un estudio de los asentamientos en distintas zonas de las calles mencionadas. Las medidas fueron realizadas entre diciembre de 2010 y febrero de 2011. En general, los datos mostraron asentamientos inferiores a 5 mm en un año. Sin embargo, todas las gráficas mostraban una tendencia no estable. Los datos recogidos en los puntos de control de la calle Pablo Olavide mostraban un asentamiento acumulado mayor, de casi 10 mm en un año, con tendencia no estabilizada. Los mapas mostraban entre los denominados Edificios 200 y 300, una cubeta de asientos mayores de 10 mm acumulados entre diciembre de 2010 y marzo de 2011, con asentamientos semanales del orden de 0,2 a 0,6 mm.

Como consecuencia de estas observaciones, el Ayuntamiento de San Fernando requirió al MINTRA la ejecución urgente de estudios geológicos e hidrogeológicos del subsuelo de San Fernando en el entorno del túnel, con los que se investigaran las posibles afecciones que el mismo había producido en el nivel freático y en el subsuelo del casco urbano del municipio. Y las inspecciones, estudios y reparaciones de todos los desperfectos y anomalías que la construcción del túnel y las afecciones al subsuelo habían producido en los edificios reseñados. Así como, que se tomaran las medidas necesarias para garantizar la seguridad de los vecinos de los edificios de las viviendas entre las calles Pablo de Olavide, Francisco Sabatini y Rafael Alberti. Adicionalmente se requirió al MINTRA un estudio completo de vertidos, en el que se incluyera el aforo de los caudales extraídos del pozo y vertidos.

MINTRA realizó nuevos estudios y, erróneamente, estableció que los daños reportados por el Ayuntamiento de San Fernando no eran consecuencia de las obras del Metro. Sin embargo, no proporcionó el análisis realizado para que esta afirmación pudiera ser contrastada.

En las auscultaciones, según MINTRA no se apreciaban movimientos verticales ni horizontales que pudieran haber inducido efectos negativos en los edificios del entorno. MINTRA concluyó que, de acuerdo con las previsiones de los proyectos, ni en la fase de ejecución de las obras ni posteriormente, se habían medido parámetros u observado circunstancias a las que puedan ser atribuidos los daños indicados. Pese a ello y la vista de los datos topográficos de subsidencias y asentamientos que se obtienen durante el periodo de estudio, MINTRA se comprometió con el Ayuntamiento de San Fernando de Henares y con los vecinos a la consolidación del subsuelo mediante inyecciones, y a la posterior reparación de las viviendas.

La entidad encargó a DRAGADOS las obras "*Inyecciones de consolidación en las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini en San Fernando de Henares*", cuya finalidad era detener el deterioro que estaban sufriendo los mencionados edificios. Las obras se adjudicaron por procedimiento de urgencia sin licitación previa, con un plazo de ejecución de 3 años, 2 años de garantía y un presupuesto de 1,341.245€.

El tratamiento propuesto consistió en las siguientes fases:

- **Fase 1.** Estabilización de asentamientos mediante el relleno de posibles huecos y zonas blandas, con una inyección de mortero de cemento a través de perforaciones de hasta 45 metros de profundidad.
- **Fase 2.** Inyección selectiva de lechada de cemento por medio de tubos de acero con manguitos, para compensar parte de los asentamientos producidos.

En mayo de 2011 MINTRA redacta el proyecto de "*Impermeabilización del túnel de metro de la Línea 7B, tramo Coslada central - Hospital del Henares*". Las obras de emergencia las realiza la empresa TEIMPER



en junio, dado que comenzaban a producirse, a través de las juntas entre dovelas, entradas de agua con alto contenido en sales al túnel, provocando la precipitación de dichas sales en su interior y afectando con ello al servicio de metro.

En septiembre de 2011 los problemas se agravan en la línea y la empresa IDEAM redacta el documento *"Trabajos para la diagnosis y seguimiento geotécnico, con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno asociados a la línea 7b del metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares"* y MINTRA redactó el *"Proyecto de inyecciones de consolidación en las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini en San Fernando de Henares"*, lo que indica claramente que tanto en el interior como en el exterior de la línea sufren graves daños.

Ese diciembre de 2011 GEOCISA-DRAGADOS redacta el Informe recopilatorio: *"Seguimientos hidrogeológicos en el túnel de la L-7 de metro de Madrid Tramo III, Coslada – San Fernando. Plano de seguimiento de caudales y conductividades en la traza del túnel"*, que no dispone el ICOG.

2013-2015. Terceras Reparaciones

En 2013 DRAGADOS-GEOCISA redacta el *"Informe sobre el tratamiento realizado en las calles de Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini en San Fernando de Henares (Madrid)"*, del que no se ha dispuesto.

En 2014 y con el objetivo de impermeabilizar el resto del túnel, se adjudicó a la empresa OBRAS PÚBLICAS SAN EMETERIO S.A. el contrato *"Impermeabilización del túnel de la línea 7B. Tramo: Barrio del Puerto-Hospital del Henares"*.

Entre el otoño de 2014 y la primavera de 2015 se detectaron nuevos asentamientos del terreno, así como la aparición de daños en algunos edificios del Complejo Dotacional "El Pilar", cercano al pozo de bombeo del P.K.2+890.

2016-2018. Cuartas Reparaciones

En octubre de 2015 RODIO-KRONSA se adjudica las *"Obras en el entorno del pozo de ventilación y bombeo PK. 2+890 de la línea 7B del Metro de Madrid. San Fernando de Henares (Madrid)"*, que comenzaron en 2016.

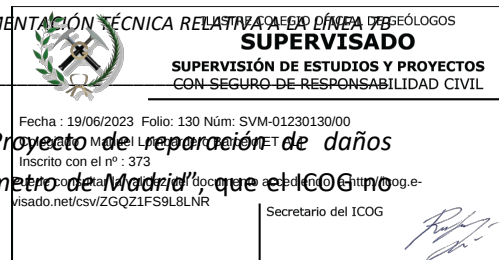
Subcontratado por RODIO-KRONSA, MAYO GEOTECNIA realiza el Estudio Geotécnico nº 15195 en el marco de las obras. Se amplía la zona de auscultación y se lleva a cabo una nueva campaña geotécnica. El resultado de esta campaña reveló la existencia de estratos yesíferos combinados con sales muy solubles en cotas próximas al túnel.

En 2016 se inician también las obras *"Mejora de la infraestructura de estaciones e instalaciones del túnel en la línea 7b de Metro de Madrid. Tramo: Barrio del Puerto-Henares"*. Se realizan también trabajos de recalce de varios edificios en la zona de Rafael Alberti, Sabatini y Nazario Calonge.

A partir de 2018, parte de la calle de la Presa entre la zona del Dotacional y el cruce con Rafael Alberti empieza a sufrir procesos graves de asentamiento en las viviendas.

2019-2020. Quintas Reparaciones

Entre 2019 y 2020 la zona de la Estación del Hospital del Henares sufrió una serie de incidentes que han obligado en ciertos momentos a su cierre, situación que se volvió a repetir en marzo de 2020 y se ha mantuvo hasta el mes de julio.



En agosto de 2019 FHECOR Ingenieros Consultores redacta el “*Proyecto de reparación de daños estructurales de la estación “Hospital del Henares” de la línea 7 de metro de Madrid*” que el ICOG no dispone.

A lo largo de 2020 y en el marco del contrato “*Trabajos para la diagnosis y seguimiento geotécnico, con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno asociados a la línea 7b del Metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares*”, INES Ingenieros Consultores redactó una serie de informes parciales en diferentes zonas del trazado de la Línea 7b. Se definen tres áreas concretas donde se acumulan los asentamientos. En el Hospital del Henares hay levantamiento del terreno que se achaca a arcillas expansivas, aunque posiblemente sea debido a que el frente activo de transformación anhidrita-yeso esté muy superficial o haya sido modificado por la obra. Las anomalías verticales identificadas mediante técnicas geofísicas se interpretan como fallas, que incluso afectarían al Cuaternario más reciente (Aluvial del Jarama), lo cual es difícil de creer. Pero así se explica porque el fenómeno continúa (confirmado por trazadores) pese a haberse impermeabilizado el pozo. Entre el pozo de bombeo y la Estación del Henares, la clave del túnel discurre casi en el contacto Cuaternario-Terciario, lo que agrava la karstificación del yeso y produce asentamientos superficiales detectados por INSAR. Todos los procesos seguirán activos mientras el agua siga entrando en el túnel y se siga bombeando el pozo.

Se confirmó que los asentamientos del terreno en el entorno del pozo se agravaron desde agosto de 2020.

Por referencias, ya que el ICOG no dispone de los documentos, se deduce que en 2021 KELLER CIMENTACIONES hizo una campaña de mejora del terreno con la agresiva técnica de *jet-grouting* (desaconsejada en zona urbana) en las calles Rafael Alberti y Presa. Un estudio geofísico posterior indicó cierta mejoría del terreno.

2021-2023. Sextas Reparaciones

En julio de 2022 EPTISA-TRAGSA realizan el “*Refuerzo de la Cimentación del Edificio C/Rafael Alberti nº 1-3 y Presa nº 4 San Fernando de Henares, Madrid*”. Unos extensómetros de varilla mostraron la evolución de los hundimientos en la calle Presa desde el 8/4/22 al 1/07/22. A 25 m de profundidad sólo se han observado hundimientos, pero a 40 y 50 m se han observado (el 28/04/22) hinchamientos. Se desconoce si se hicieron inyecciones a esas profundidades en esas fechas que pudieran explicar estos efectos. Otra posible explicación a los levantamientos es la transformación de anhidrita en yeso por efecto del agua a esa profundidad.

En 2022 RODIO-KRONSA ejecuta la “*Consolidación y/o Estabilización del terreno en una superficie de entre 5.001 y 10.000 m2 afectados por la línea 7b*”. Las primeras inyecciones se hicieron el 13/10/2022. Las obras continúan en la actualidad. Hay tres tipos de inyecciones, de las cuales parece que en enero de 2023 se estaba trabajando con el primer tipo:

- Inyecciones de mortero verticales por gravedad.
- Inyecciones de mortero inclinadas por gravedad.
- Inyecciones con tubo-manguito a presión.

Auscultaciones

Entre la documentación disponible se ha podido consultar una serie de informes de control de seguimiento de movimientos en los edificios de las principales calles afectadas.



La auscultación más reciente comenzó en 2018. Se encargó por la Dirección General de Infraestructuras a un consorcio formado por las empresas EIS-GUIA-GETINSA-EUROSTUDIOS, sin embargo, no se dispone de información sobre cuándo se firmó el contrato y cuál era su alcance, así como de los resultados de estos trabajos.

En 2020 la empresa INES Ingenieros Consultores se hace cargo del seguimiento y control de las auscultaciones, para lo que encarga las ejecuciones de mediciones en los puntos de control ya instalados a la empresa SERGEYCO.

INES Ingenieros Consultores indica en sus informes de seguimiento que *“Para darle continuidad a las lecturas no ha habido una lectura de solape con el equipo de medición de EIS-GUIA. En particular no se conoce la regleta con la que medían, por tanto, no se conoce la diferencia entre regletas para poder adaptar las lecturas”*.

Es de destacar que los informes de auscultación muestran datos desde diciembre de 2018, por lo que se desconoce la magnitud real de los asentamientos históricos producidos desde el inicio del proyecto.

Los datos proporcionados muestran asentamientos no estabilizados en la mayoría de los puntos de control, mientras que en otras localizaciones se observan levantamientos del terreno.

Los informes no ofrecen una interpretación de todas estas observaciones, ni recomendaciones para incrementar o disminuir la frecuencia de adquisición de datos, así como para establecer puntos de control adicionales.

Por otro lado, tanto el Proyecto de Construcción de la Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando redactado por EUROESTUDIOS, como el Proyecto Modificado nº1 del Proyecto de Construcción de la Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando redactado por INTECSA-INARSA, establecían unos protocolos de auscultación tanto de las obras del túnel de la Línea 7b como de las edificaciones adyacentes a la obra. No se ha podido acceder a los datos de tal control de deformaciones.

Además, de la información consultada se desprende que la USAC (Unidad de Supervisión, Auscultación y Control) dependiente de la CAM dispone una base de datos georreferenciada del control de auscultación, al menos desde 2011 en adelante.

En 2011 D. Fernando Diez Rubio (USAC, Unidad de Auscultación Seguimiento y Control perteneciente al MINTRA) advierte que los datos de auscultación muestran descensos cada vez más acelerados de los edificios, empezando a ser preocupantes y que pudieran llegar a producir daños estructurales.

Por tanto, de la información consultada se deduce que se ha establecido una red de auscultación de deformaciones principalmente centrada en las calles donde se han producido las mayores afecciones. Pero se desconoce en qué medida esta red de auscultación se extiende lateralmente para verificar la extensión real de las zonas con asentamientos, y su evolución.

Como se ha indicado en apartados anteriores de este informe, se dispone de un plano procedente del satélite INSAR desde 2011 (Figura 1) que refleja muy claramente que los hundimientos del terreno causado por el pozo han formado una cubeta de subsidencia que dibuja una superficie ovalada con el eje mayor paralelo a la calle Rafael Alberti y que se extiende entre las calles Nazario Calonge y La Presa.

	
SUPERVISADO	
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00 Creado por: Sancho, Antonio Inscrito con el nº: 373 visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR	Secretario del ICOG 

Basándose en la información de este plano, se debería configurar la red de control y monitoreo de deformaciones de tal forma que se extienda más allá de las zonas con evidentes signos de asentamientos, con el fin de tener un control completo de los asentamientos de la zona y su entorno.

Además, no se dispone un análisis que verifique los datos de deformaciones medidas desde el inicio de las obras hasta el momento actual, por tanto, no se dispone un análisis de la deformación total producida ni de su evolución en el tiempo, así como del análisis combinado con las distintas actuaciones realizadas en la zona, que podría justificar el comportamiento real del terreno y el grado de eficacia de los tratamientos aplicados.

Contacto con los técnicos de la Comunidad de Madrid

El único contacto directo que ha mantenido el ICOG fue en la reunión de la Mesa Técnica Ayuntamiento-Comunidad del 17/03/2023, a la cual asistió un representante del ICOG, experto en las patologías que se siguen.

D. José Luis Sanz, de la CAM, informó que las campañas de inyecciones del suelo en curso estaban disminuyendo drásticamente el agua salada bombeada desde el pozo. Que parte de dicha agua se utiliza para hacer la mezcla con cemento que se utiliza en las inyecciones. Manifestó también que, al parecer, la mayor deformación del terreno se estaba produciendo a poca profundidad (10 m), y que se desconoce la causa.

A varias preguntas técnicas, manifestó que no había ningún especialista en Geología por parte de la Comunidad de Madrid en la reunión y que se le enviara por escrito el listado de preguntas. Así lo hizo el ICOG el día 25 del mismo mes a través del Ayuntamiento, sin respuesta hasta esta fecha.

	
SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL] Inscrito con el nº : 373 Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR	
Secretario del ICOG	

Análisis de riesgos

Definiciones

Un peligro es un suceso que puede tener consecuencias para la vida, el coste, la calidad o el plazo del proyecto.

El riesgo se define como la probabilidad de que ocurra un peligro y la consecuencia en caso de que ocurra. Un riesgo puede deberse a uno o varios factores y su probabilidad de ocurrencia puede tener una o varias consecuencias.

El punto de partida es la identificación de todos los posibles peligros relacionados con un proyecto. Los peligros pueden ser tanto directos, como condiciones diferentes desconocidas y la no disponibilidad de materiales, equipos y habilidades adecuados, como indirectos, como factores externos desconocidos de tipo social, administrativo, legal y político.

El riesgo es la probabilidad de que se produzca un retraso en la recepción de la autorización por parte del organismo gubernamental correspondiente. Si se produce este acontecimiento incierto, puede repercutir en el coste, el calendario y el rendimiento del proyecto, es decir, en su éxito en el tiempo.

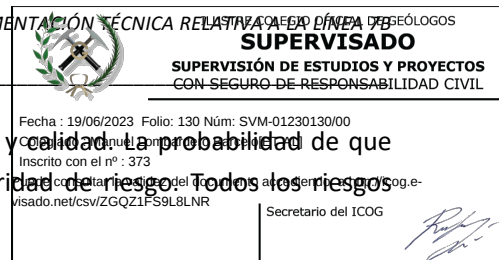
Todos los proyectos asumen algún elemento de riesgo y, a través del proceso de gestión de riesgos, se aplican herramientas y técnicas para supervisar y hacer un seguimiento de aquellos acontecimientos o peligros que tienen el potencial de repercutir en el resultado del proyecto. Sin embargo, no todos los acontecimientos o peligros tienen un impacto negativo en un proyecto. También deben explorarse y aprovecharse los impactos positivos.

Las obras de construcción de túneles, en particular, imponen altos riesgos a todas las partes implicadas; además, hay partes que no están directamente implicadas con el proyecto. Las incertidumbres inherentes a los proyectos de túneles debidas a las condiciones variables del terreno y de las aguas subterráneas suelen implicar que el promotor del proyecto se enfrentará a riesgos considerables a la hora de desarrollar; diseñar el proyecto y el contratista del túnel se enfrentará a riesgos similares a la hora de ejecutar las obras in situ.

Estas incertidumbres pueden provocar, y de hecho provocan, un aumento significativo de los costes y un aplazamiento y retrasos en el programa, como demuestran los espectaculares derrumbes de túneles y otras catástrofes ocurridas en muchas partes del mundo. Las grandes catástrofes causan daños materiales en las zonas de los proyectos y sus alrededores. En todos los casos, las catástrofes pueden causar la pérdida de vidas humanas. La investigación legal subsiguiente puede hacer que el proyecto se reanude en condiciones contractuales revisadas o, a veces, que se abandone por completo.

La gestión de riesgos es un proceso continuo que se prolonga a lo largo de la vida de un proyecto. Incluye procesos de gestión de riesgos, planificación, identificación de peligros, análisis de riesgos, supervisión de riesgos y controles de riesgos. Muchos procesos se actualizan a lo largo del ciclo de vida del proyecto, ya que con frecuencia se identifican nuevos riesgos. El objetivo de la gestión de riesgos es disminuir la probabilidad y el impacto de cualquier peligro potencial adverso.

La identificación de riesgos comienza antes de que se inicie el proyecto. El número de riesgos suele aumentar a medida que el proyecto se desarrolla para cumplir los objetivos del promotor. Cuando se identifica un riesgo, el primer paso es determinar el grado de probabilidad de que se produzca, seguido



del grado de impacto en términos de daños, lesiones, coste, tiempo y calidad. La probabilidad de que ocurra y el grado de impacto se asignan a continuación a una prioridad de riesgo. Todos los riesgos identificables se introducen en un registro de riesgos.

El resultado de la clasificación de riesgos muestra el nivel de control o mitigación que es necesario aplicar durante la fase de diseño o durante la fase de construcción.

Este Plan de Gestión de Riesgos (PGR) establece un enfoque sistemático para gestionar los riesgos desconocidos mediante la adopción de técnicas sencillas para identificar todos los peligros potenciales y las formas de mitigar los riesgos.

La evaluación de riesgos es una herramienta valiosa para determinar el potencial de pérdida o daño para las operaciones del proyecto, la misión y las partes interesadas. La evaluación de riesgos proporciona la capacidad de:

1. Proporcionar un nivel adecuado de salvaguardas durante la fase de construcción del proyecto para cumplir las normas internacionales establecidas en relación con los diversos componentes del proyecto, organizaciones de seguridad in situ, y establecer un nivel de riesgo aceptable.
2. Los riesgos pueden evaluarse de casi infinitas maneras en función del contexto. Una forma sencilla de distinguir entre los diferentes métodos de evaluación de riesgos es categorizarlos como cualitativos o cuantitativos en función de cómo se exprese el riesgo.
3. El objetivo principal del estudio es integrar diversos componentes del proyecto y evaluar los distintos componentes de riesgo asociados al mismo, así como desarrollar un marco de apoyo a la toma de decisiones para la gestión integral de riesgos de forma sostenible para garantizar la reducción de los riesgos a un nivel tan bajo como sea razonablemente posible.

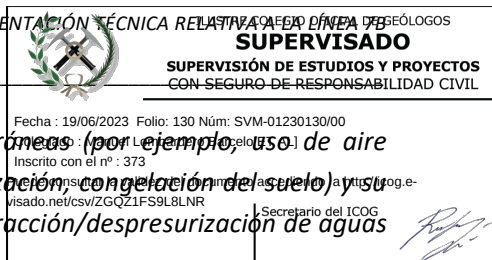
La construcción de túneles precisa de un análisis de riesgos detallado como consecuencia de la incertidumbre en la naturaleza y variabilidad de las condiciones del terreno.

Recomendaciones en la Gestión y Análisis de Riesgos.

El ITIG (*International Tunnelling Insurance Group*) ha publicado directrices sobre responsabilidades y, en general, las obligaciones del Contratante y/o del diseñador en los proyectos de túneles son las siguientes:

6.3.1. Las valoraciones y evaluaciones de las opciones del proyecto deberían llevarse a cabo durante la Fase de Desarrollo del Proyecto por el Contratante (o en su nombre por el Representante designado). Para un trazado u opciones de trazado seleccionadas, dichas valoraciones y evaluaciones deberán tener en cuenta:

- a) La geología (incluido el potencial de gases de naturaleza potencialmente nociva) y la hidrogeología (según se caracterice por las investigaciones del lugar y del terreno).*
- b) Las metodologías de construcción de túneles (y otras metodologías asociadas a obras tales como cavernas, pozos o acceso) adecuadas a la naturaleza del terreno y del entorno (por ejemplo, tuneladoras, perforación y voladura) para un trazado u opciones de trazado seleccionadas.*
- c) Sistemas temporales y permanentes de sostenimiento del terreno (por ejemplo, revestimientos de hormigón proyectado, bulones de roca, revestimientos de hormigón prefabricado, revestimientos metálicos, revestimientos de hormigón in situ).*



- d) *Medidas de tratamiento del terreno y de las aguas subterráneas (por ejemplo, uso de aire comprimido, inyección de lechada, deshidratación/despresurización, congelación del suelo) y su impacto en el medio ambiente y en terceros (por ejemplo, extracción/despresurización de aguas subterráneas que provoque asentamientos, ruido, vibraciones).*
- e) *Movimientos y asentamientos del terreno en la superficie y su impacto en terceros o movimientos del terreno subterráneo y su impacto en estructuras enterradas como servicios públicos, túneles adyacentes y estructuras subterráneas.*
- f) *Consideraciones medioambientales, incluidos el polvo, el ruido, las vibraciones, el tráfico y los movimientos de las instalaciones. g) Costes asociados, salud (incluidas las consideraciones de salud laboral), seguridad e implicaciones del programa.*
- g) *Formas de contratación adecuadas.*
- h) *Materiales peligrosos, incluidos gases, productos químicos, otros contaminantes o sustancias naturales que puedan ser perjudiciales para la salud o afectar a la durabilidad.*
- i) *Todos los demás factores particulares pertinentes para la ubicación, la geología y el medio ambiente del proyecto propuesto.*

6.3.2. Las valoraciones y evaluaciones de las opciones del proyecto incluirán la identificación y evaluación de los peligros asociados a las opciones y los riesgos consiguientes. Éstos se presentarán en Evaluaciones de Riesgos formalizadas para cada opción de proyecto identificada. Las Evaluaciones de Riesgos se revisarán y modificarán continuamente, según proceda, durante la Etapa de Desarrollo del Proyecto para tener en cuenta los resultados de la investigación del trazado y del terreno, así como la información adicional y de mejor calidad de que se disponga durante esta Etapa.

La sección 6.3.2 del Código ITIG establece claramente que, tras un proceso de evaluación de riesgos, "se presentará una Evaluación de Riesgos formalizada para cada opción de proyecto identificada", que suele adoptar la forma de un registro de riesgos. Del registro de riesgos suele derivarse una serie de riesgos residuales. La importancia del registro es ayudar al contratista a reducir estos riesgos a "tan bajos como sea razonablemente posible".

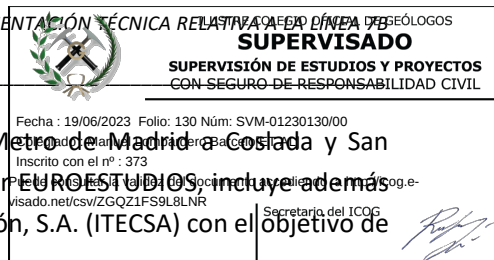
Revisión de los análisis de riesgos incluidos en los distintos proyectos

El Proyecto de Construcción de la Prolongación de la Línea 7b del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando no incluye un análisis de riesgos como tal en su redacción.

Sin embargo, en el anejo de Geología y Geotecnia se incluye un perfil geotécnico que incluye una valoración de cualitativa riesgos que incluye:

- Presencia de agua.
- Riesgo de sobre excavación.
- Sensibilidad edificios.
- Asentamientos estimados (mm).
- Tratamientos del terreno.

Este análisis anticipa un riesgo elevado de asentamientos en la localidad de San Fernando de Henares entre las calles Pavía y Pizarro.



El **Proyecto de Construcción** de la Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando redactado por EUROESTUDIOS incluye además un informe elaborado por Inspección Técnica de Edificios y Conservación, S.A. (ITECSA) con el objetivo de analizar:

“La influencia que este tipo de obras puede tener en el entorno más próximo, con especial relevancia en el tramo urbano y sobre todo en la zona de mayor concentración como es el Tramo 3 del presente Proyecto Coslada-San Fernando.

Por todo ello se hace imprescindible la realización de un estudio de todos y cada uno de los factores que puedan influir en las estructuras y edificaciones más próximas a la traza del futuro túnel, como son la tipología estructural, estado actual de las edificaciones, etc.

A la hora de realizar la excavación de los túneles, los movimientos que se producen influirán de una forma u otra en los edificios del entorno, dependiendo de sus condiciones resistentes, cimentación, del estado en general, etc.”

El estudio analizó las condiciones de 140 edificios a lo largo del trazado de la línea de metro, detallando las características principales de las edificaciones (tipo de cimentación, altura, existencia de sótanos o no) así como las anomalías observadas. El informe establece una clasificación de la sensibilidad del edificio a movimientos de cimentación, en función de la tipología estructural y el estado de conservación estimado, obteniéndose como resultado que el 65 % de los edificios presenta una sensibilidad baja, el 30 % tiene una moderada sensibilidad estructural y por último destacar que hay un 5 % de los inmuebles estudiados que presenta una sensibilidad estructural Alta.

Complementariamente en el Anejo 15 “Análisis de Subsidiencias” se realiza una estimación de asentamientos como consecuencia de la pérdida de volumen en el terreno causada por la excavación del túnel. Este análisis se realiza por medio de dos métodos distintos: el método “empírico” y el método “semiempírico”.

En base al análisis realizado, el proyecto plantea una serie de actuaciones para preservar la estabilidad de algunas edificaciones, estas actuaciones van desde recalce de cimentaciones mediante micropilotes a inyecciones de consolidación para la mejora del terreno bajo la cimentación.

El **Proyecto Complementario** del Proyecto de Construcción de la Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada – San Fernando no incluye tampoco un análisis de riesgos como el descrito anteriormente.



Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00

Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL]

Inscrito con el nº: 373

Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1F59L8.NB>

Secretario del ICOG

[Firma]

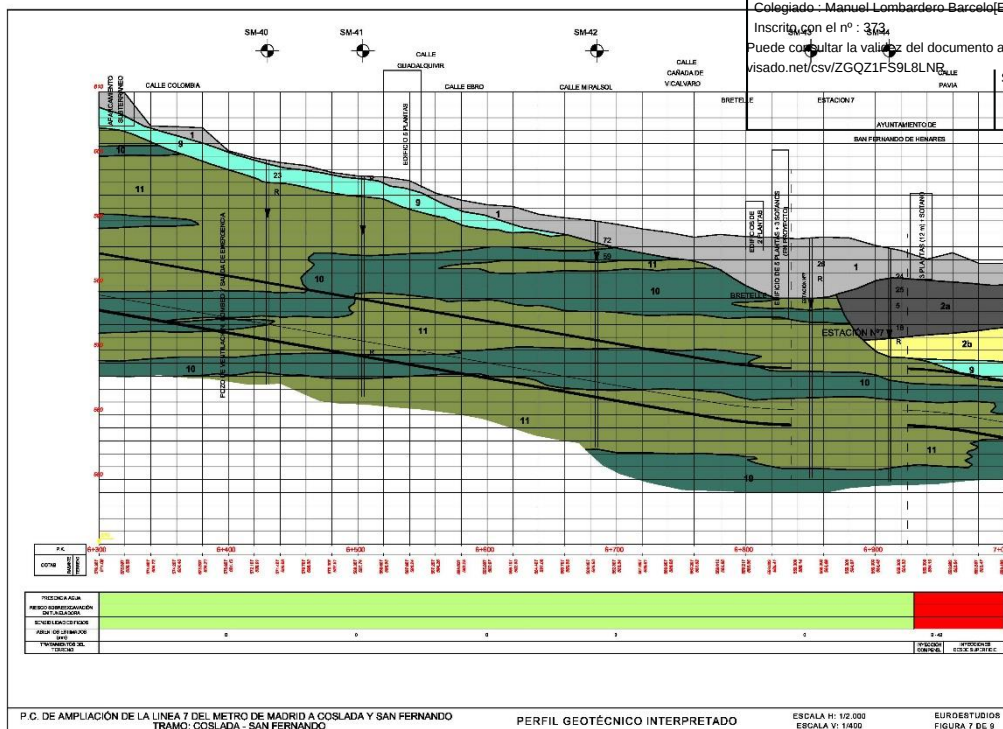


Figura 5. Perfil geotécnico Proyecto de Construcción de la Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando. PK 6+300 a PK 7+000.

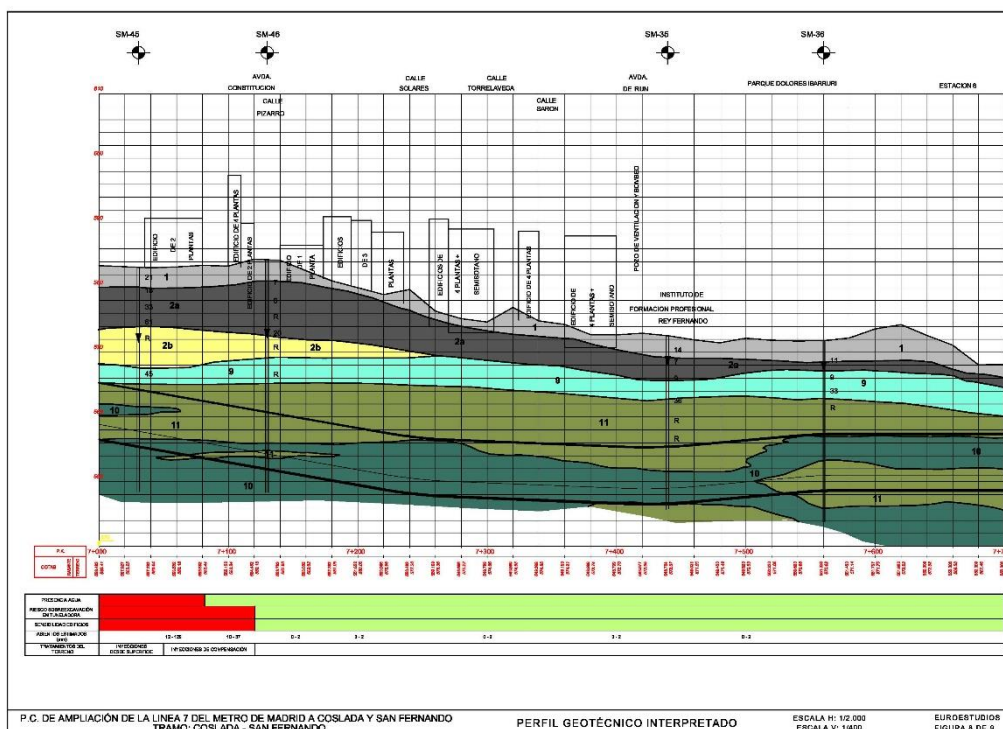


Figura 6. Perfil geotécnico Proyecto de Construcción de la Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando. PK 7+000 a PK 7+700.



Sin embargo, en el anejo de Geología y Geotecnia se incluye un perfil geotécnico que incluye una valoración de cualitativa riesgos (igual a la incluida en el proyecto previo) que no identifica ninguno de los riesgos arriba mencionados en el sector del proyecto complementario.

Sin embargo, incluye en el Anejo 14 denominado *Análisis de Subsidiencias. Evaluación de Riesgos y Zonificación*, medidas que limiten las subsidencias.

En el apartado 3.6 del mencionado anejo se indican las **limitaciones de la metodología empleada para el cálculo de subsidencias**, entre las que se mencionan que **no se tiene en cuenta la estratigrafía real del suelo ni el efecto del nivel freático, así como la subsidencia originada por el drenaje que origina la excavación del túnel**.

El análisis de subsidencias se centra únicamente entre los PK 8+000 y PK 9+700, sector correspondiente entre la Plaza de Guernica (estación Jarama) y la carretera de San Fernando de Henares (Estación Henares), lejos de la denominada “zona 0” de afecciones situada en el entorno de la calle Presa y Rafael Alberti.

El análisis establece que en este sector los daños potenciales a edificaciones van de ligeros a muy ligeros y no establece ninguna medida de control.

El **Proyecto Modificado nº1** del Proyecto de Construcción de la Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando tampoco incluye un análisis de riesgos como tal.

El perfil geológico-geotécnico incluido en el anejo 2 de Geología y Geotecnia incluye el mismo análisis cualitativo de riesgos que los proyectos anteriores. En esta ocasión se detectan potenciales riesgos a la salida de la denominada Estación 7 junto al Ayuntamiento de San Fernando de Henares.

El Proyecto Modificado nº1 incluye, al igual que el Proyecto Constructivo, un análisis de las cimentaciones de edificios sobre el trazado del túnel. Sin embargo y a diferencia del proyecto constructivo, no se hace una valoración de la potencial afección de la construcción a las edificaciones ni se plantean tratamientos del terreno necesarios.

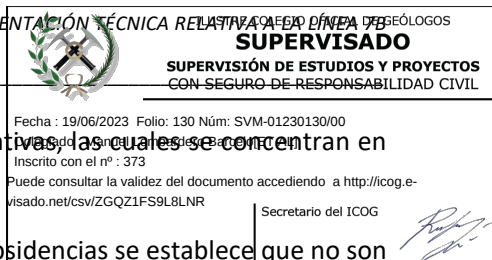
El Proyecto Modificado nº1 incluye, al igual que el Proyecto Constructivo y el Proyecto Complementario, incluye un análisis de subsidencias (Anejo 8).

En esta ocasión, el análisis de subsidencia incluye un análisis de riesgo cualitativo, en el que se establecen 3 niveles de riesgo:

- Verde: los asentamientos inducidos se encuentran dentro del umbral menos restrictivo.
- Ámbar: los movimientos a cota de cimentación superan el umbral sin alcanzar el punto pésimo.
- Rojo: los movimientos a cota de cimentación superan el umbral pésimo.

Complementariamente se establecen medidas de control y acción, desde aumento de frecuencia de auscultación hasta la valoración de actuaciones concretas sobre los métodos constructivos y/o las edificaciones afectadas.

El análisis identifica zonas con riesgo rojo y ámbar entre la Estación 7 (Ayuntamiento de San Fernando) y la Estación 8 (Jarama), área que es la más afectada actualmente por las subsidencias. En el apartado 6.5 de dicho anejo se describe el tramo en detalle y se indica sectores en que es necesario la adopción de medidas preventivas.



En los apartados siguientes del anejo se describen las medidas preventivas, las cuales se concentran en un tramo de 40 m junto a la Avenida de la Constitución.

Por el contrario, para la zona que ha sufrido una mayor afección de subsidencias se establece que no son necesarias medidas preventivas, aunque se recomienda el seguimiento de la instrumentación.

En definitiva, ninguno de los tres proyectos realizados considero un análisis de riesgos integral en su dimensión más extensa, únicamente se centraron en el análisis de subsidencias.

Es importante destacar que los análisis de subsidencias realizados en los tres proyectos se basan únicamente en el asentamiento causado por la pérdida de volumen en el terreno que supone la propia excavación del terreno y, que este análisis no considera, desde un punto de vista de análisis de riesgos, el potencial asentamiento causado por una pérdida de volumen del terreno como consecuencia de las afecciones a los niveles freáticos y piezométricos como consecuencia de las infiltraciones generadas en el túnel y el pozo de bombeo y ventilación, así como una consideración a la potencial disolución de los niveles salinos presentes en el substrato del trazado, y las modificaciones mineralógicas asociadas.

Modelo Geológico-Hidrogeológico

Qué es un modelo geológico y su importancia

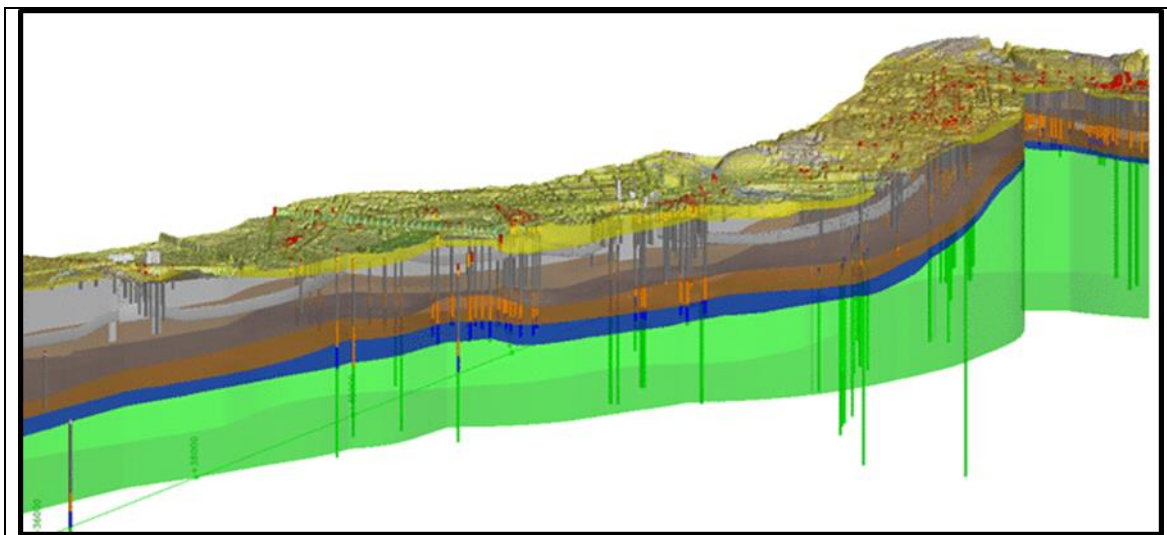
Un modelo geológico es un marco de conocimiento integral que respalda la interpretación y evaluación de las condiciones geológicas del terreno y permite evaluar la interacción de estas condiciones con las actuaciones que sobre el terreno se quieran desarrollar, de modo que se puedan tomar decisiones de ingeniería adecuadas.

Aplicado a la ingeniería, el modelo geológico permite la evaluación lógica y la interpretación de las condiciones geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas que podrían afectar a un proyecto y sus características. Comprendería componentes tanto conceptuales como observacionales y puede consistir en una serie de modelos constitutivos y enfoques interrelacionados.

El propósito del modelo geológico es evaluar la respuesta del terreno a la introducción de cambios, y generalmente implica la consideración de las posibles interacciones entre las actuaciones desarrolladas (o a desarrollar) y el terreno. Un modelo efectivo debe anticipar lo que podría haber en el subsuelo y cómo el subsuelo podría responder al proyecto.

Por tanto, la intención de desarrollar un modelo va más allá de una representación tridimensional estática y simplificada de las condiciones del terreno. El objetivo es que sea un proceso continuo y dinámico de acumulación de conocimiento, que permita en cada momento tomar las decisiones correctas en función de la situación “actual” del terreno.

Ello es especialmente importante en terrenos evolutivos, como el de San Fernando de Henares.



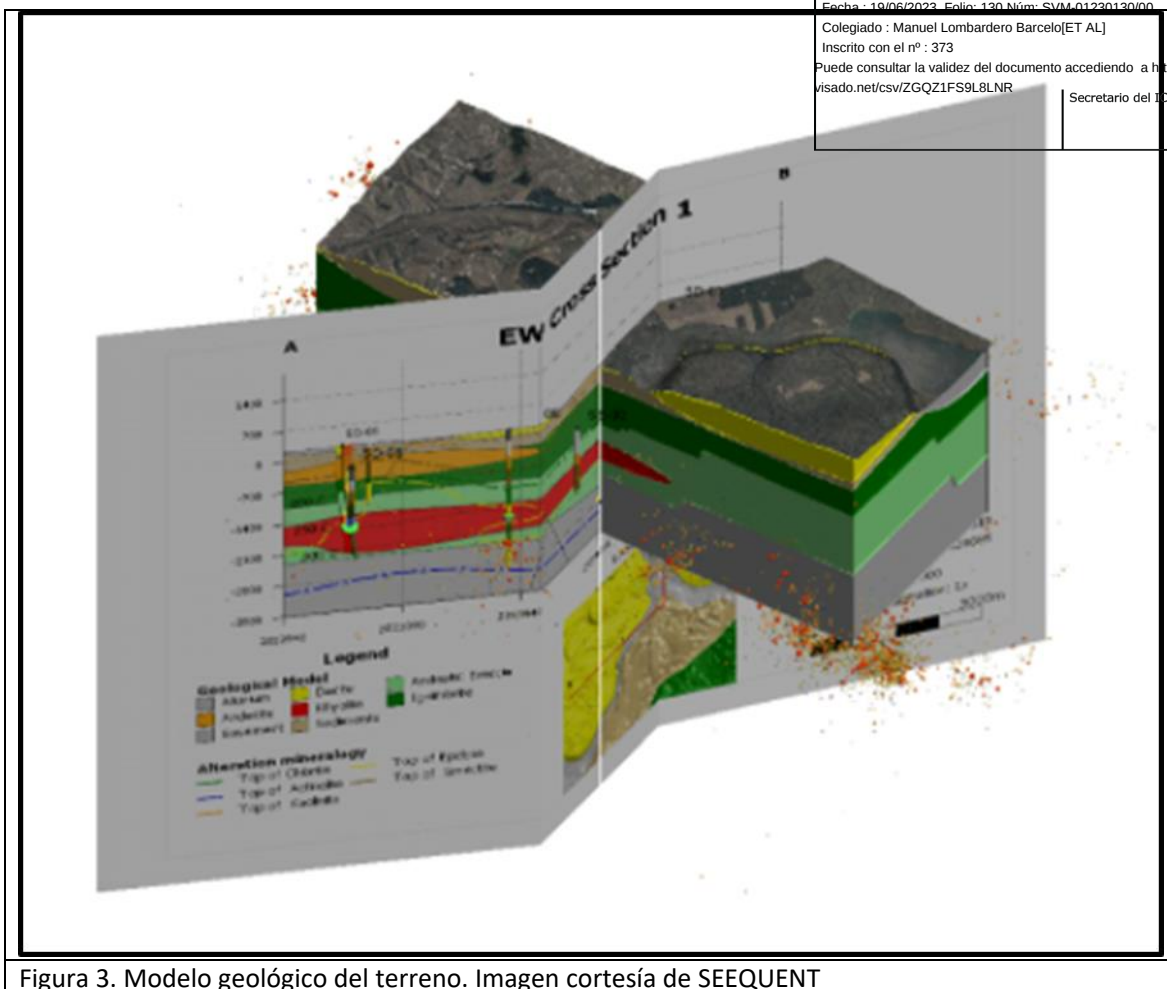


Figura 3. Modelo geológico del terreno. Imagen cortesía de SEEQUENT

Aplicación de un modelo geológico-hidrogeológico

La problemática geológica e hidrogeológica

Con anterioridad a las obras de Metro, en lo que podría denominarse estado inicial, existían dos acuíferos independientes en la zona de San Fernando:

- **Acuífero superior de agua dulce alojado en el Aluvial**, muy permeable. Debía tener variaciones anuales de nivel piezométrico importantes (de metros, quizá), respondiendo con rapidez a las precipitaciones, las pérdidas del alcantarillado, los riegos de parques y jardines y los bombeos desde garajes y sótanos (si es que los había). Tenía su cota piezométrica en torno a las 572-570 aproximadamente (8-10 m de profundidad) y su base en el contacto erosivo e irregular (no plano) entre el Aluvial y la Unidad Salina subyacente, entre las cotas 572 y 560 (8-20 m de profundidad). Sin poder asegurarlo, probablemente su nivel de base (o zona de descarga) era el cauce actual del río Jarama, por lo que el flujo del agua sería W-E.
- **Acuífero inferior de agua salada, alojado en la Unidad Salina**, de mucha menor permeabilidad (varios órdenes de magnitud) y por ello mucho más inerte: la circulación del agua era muy lenta y en su discurrir, disuelve muy despacio las sales del subsuelo, hasta la saturación del agua circulante, a partir de lo cual ya no disuelve más. Tenía su cota piezométrica, seguramente muy estable, a la 554 (26 m de profundidad), y su base a cota desconocida. Es bastante probable que se trate del acuífero regional, por lo cual su descarga se producirá hacia los lugares de menor cota de la región: el río Tajo, en cuyo caso el flujo subterráneo sería aproximadamente N-S.

	COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL] Inscrito con el nº : 373 Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.es/validador/76071FS9L8LN	

Ambos acuíferos no estaban conectados antes de las obras del Metro.

Respecto de la disolución de las capas de sal en la *Unidad Salina*, no cabe duda de que se producía ya entonces en el acuífero inferior, en un proceso natural extremadamente lento, que no tenía reflejo alguno en superficie.

Como se ha dicho repetidamente a lo largo del presente Dictamen, es indudable que la disolución rápida de sales y las transformaciones minerales glauberita-yeso y anhidrita-yeso, en la Unidad Salina, por una parte, y la compactación del terreno en el acuífero Aluvial debida al drenaje, por otra, son las causas de evolución del terreno que está originado los asentamientos en superficie. Y ello está producido por la activación artificial de la circulación de agua subterránea entre ambos acuíferos, que han sido puestos en comunicación por las obras del Metro.

La comprensión global del proceso puede facilitarse enormemente mediante un Modelo Hidrogeológico de Flujo Subterráneo. Es un modelo numérico teórico, extendido a una superficie lo suficientemente amplia como para que se puedan establecer unas condiciones de contorno precisas. Se calibra con datos de piezometría e hidroquímica, extendidos a toda su superficie (no solo al trazado del Metro y sus inmediaciones), de manera que el Modelo ha de reproducir los datos piezométricos reales ante variaciones de las precipitaciones, los bombeos etc. La calibración es un proceso iterativo, que ha de contar de entrada con series de datos piezométricos de, al menos, un año hidrológico.

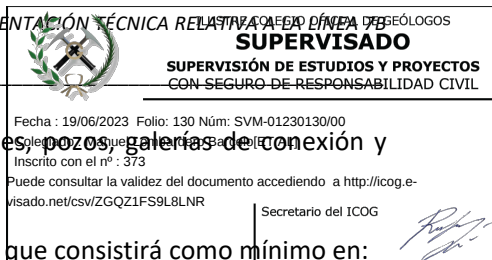
Un modelo bien concebido, ejecutado y bien calibrado, es capaz de predecir la evolución futura del flujo subterráneo. Cruzándolo con los datos de hidroquímica, se puede predecir también la tasa de disolución de sales en cualquier punto del área abarcada por el Modelo y, por tanto, hacer un Análisis del Riesgo Geológico producido por la evolución del terreno.

Para hacer el Modelo Hidrogeológico y fijar adecuadamente las condiciones de contorno, es preciso conocer en detalle la estructura geológica del subsuelo, para lo cual, la herramienta más útil es la elaboración previa de un Modelo Geológico.

Modelo Geológico

La realización de un modelo geológico del subsuelo de San Fernando de Henares habrá de representar tridimensionalmente, como mínimo:

- ✓ La estructura geológica, con precisión submétrica.
- ✓ La base del acuífero aluvial.
- ✓ Las zonas karstificadas en las capas de yeso secundario superiores.
- ✓ La capa activa donde se está produciendo la transformación de glauberita en yeso.
- ✓ Las capas de sales solubles.
- ✓ Los huecos de disolución.
- ✓ Las capas que contienen anhidrita.
- ✓ El techo de la capa de arcilla-gris-negra que se considera como sustrato impermeable.
- ✓ Las zonas del subsuelo donde se han realizado tratamientos de inyección, ordenados cronológicamente.



- ✓ Las infraestructuras subterráneas: el túnel de línea, estaciones, pozos, galerías de conexión y demás obra civil subterránea.

Para realizar el modelo, hay que hacer previamente una tarea ingente, que consistirá como mínimo en:

- Recopilar los archivos digitales (.dwg, .shp u otros) de todas las obras subterráneas.
- Recopilar los archivos digitales (.dwg, .shp u otros) de los perfiles geológicos realizados hasta la fecha en los diferentes proyectos.
- Georreferenciar tal información en 3D, si es que no lo está.
- Localizar y retestificar los sondeos que se han perforado, si es que se conservan las cajas de testigo.
- Homogeneizar la testificación e interpretación geológica del centenar largo de sondeos ya perforados en la zona, que fue hecha por diferentes técnicos, con criterios dispares y en diferentes momentos desde 2004 hasta la actualidad. Tarea fundamental muy delicada que, idealmente, tendría que ser realizada por un solo geólogo muy experimentado.
- Digitalizar la información de la testificación homogeneizada, introduciéndola en hoja de cálculo las cotas/profundidades de techo y muro de cada capa, del nivel piezométrico, de los ensayos geotécnicos que se consideren de interés etc.
- Digitalizar la información de los ensayos mineralógicos y geoquímicos realizados, procesándola con hoja de cálculo.

Una vez terminada la labor anterior, cuya duración puede alargarse fácilmente varios meses, se podrá realizar el primer intento de Modelo Geológico utilizando alguno de los programas comerciales que existen para ello. La duración de esta segunda fase de trabajo será de varias semanas.

La elección del programa adecuado es un factor clave. En efecto, el modelo a realizar se parece, en gran medida, a los que se hacen para la prospección minera de yacimientos estratiformes: Se trata de hallar la “ley” de sales solubles en un gran volumen de material que incluye algunas capas de sales, discontinuas o continuas (es uno de los factores a determinar). Debe ser un modelo dinámico, en el cual la introducción de cualquier dato nuevo sea sencilla, y el recálculo subsiguiente, rápido.

Este primer intento de Modelo evidenciará, sin duda, grandes áreas donde los datos no son suficientes, ya que la mayoría de los sondeos perforados hasta hoy están en la alineación del túnel de línea o en sus cercanías, pese a que está demostrado que los procesos geológicos causantes de los problemas afectan en superficie a un área muy grande, cuyo límite se aleja cientos de metros de la línea de Metro.

Por ello, se planificará a continuación, una Campaña de Investigación Geológica, cuya ejecución será de varios meses de duración, que incluirá probablemente:

- Inspección de todos los sondeos de campañas anteriores que se puedan localizar. Acondicionamiento, incluso mediante reperforación, de los que sean útiles para calibrar el Modelo. Sellado con resina de los sondeos que no sean útiles.
- Campaña de nuevos sondeos, la mayoría fuera de traza, utilizando como fluido de perforación salmuera saturada en los iones necesarios, como mínimo Na^+ K^+ Ca^{2+} Mg^{2+} SO_4^{2-} Cl^- . El control hidroquímico del fluido durante la perforación es esencial. ya que el Índice de Saturación (en esencia, la capacidad de disolver) depende fuertemente de la temperatura, que varía con la



temperatura ambiente, la del agua subterránea y con el ritmo de perforación. Ello implica un coste extra importante en el metro lineal de perforación.

- Diseño y construcción de una Red Piezométrica de Control mediante la instalación de piezómetros puntuales que midan aisladamente el nivel piezométrico del Acuífero Aluvial y del Acuífero Salino. Los piezómetros se podrán instalar en sondeos existentes o de nueva construcción, así como con instrumentación de cuerda vibrante u otra.
- Seguimiento y control piezométrico e hidroquímico durante al menos un año hidrológico.

Con los datos proporcionados por la Campaña de Investigación Geológica, se realizará y ajustará una segunda versión del Modelo, en la que se basará el Modelo Hidrogeológico.

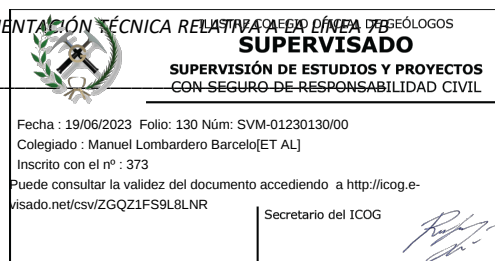
Modelo Hidrogeológico

Como se ha dicho, se trata de un modelo predictivo que ha de reproducir fielmente las oscilaciones piezométricas y los cambios en la hidroquímica del agua subterránea. Sus objetivos, son como mínimo.

- ✓ Conocer el plano de isopiezas de los dos acuíferos.
- ✓ Determinar las líneas de flujo y el caudal de agua que circula por ciertas secciones representativas.
- ✓ Determinar las zonas de mezcla de agua dulce - agua salada.
- ✓ Reproducir las oscilaciones piezométricas.
- ✓ Conocida mediante el Modelo Geológico la disposición 3D de las capas de sales, reproducir los datos hidroquímicos.
- ✓ Predecir, en general, la evolución futura del terreno y, en especial, predecir la tasa de disolución de sales en cualquier punto de área abarcada por el modelo.
- ✓ Predecir la eficacia de las medidas de remediación o mitigación que se puedan proyectar.

La realización y calibración del Modelo Hidrogeológico ha de extenderse, como mínimo, a todo un año hidrológico.

Ambos modelos, geológico e hidrogeológico, han de estar íntimamente relacionados, de manera que introduciendo en el primero los datos de asentamientos en superficie el segundo sea capaz explicarlos mediante el proceso de disolución/compactación. Y ante cualquier cambio de las condiciones de contorno, por ejemplo, las inyecciones de mortero o lechada que impermeabilizan cierta zona, se determinen las nuevas líneas de flujo del agua freática para predecir las nuevas zonas donde se producirán disoluciones y potenciales nuevos asentamientos.



Dictamen

Análisis crítico de los estudios y proyectos realizados

En los tres proyectos iniciales que sirvieron para la construcción de la línea, la presencia de terreno evolutivo (salino y yesífero), detectado y citado en la testificación de los sondeos (e incluso, en uno de los proyectos, también en la Memoria), no tuvo repercusión alguna en la redacción del resto de cada proyecto.

Asimismo, en estos tres proyectos no se incluye un análisis de riesgos ni un Plan de Gestión de Riesgos. Los tres proyectos realizan un análisis de subsidencias como consecuencia de la excavación del túnel de la Línea 7B del Metro, pero no se consideran los efectos de variaciones del nivel freático ni los posibles efectos negativos causados por una potencial karstificación.

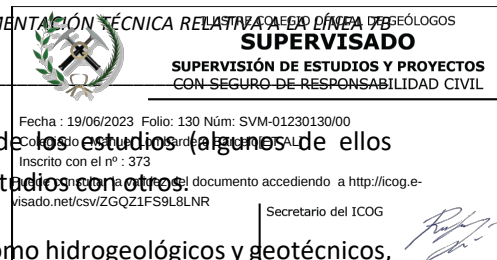
De igual manera, ninguno de los proyectos de las actuaciones de inyecciones que se están llevando a cabo para controlar las subsidencias han incluido un análisis de riesgos que, por ejemplo, considerara los efectos que las inyecciones pueden tener en la dinámica hidrogeológica y, cual es el impacto de esta en los procesos de karstificación. Es por ello, que se recomienda que se incluya un análisis de riesgos y plan de gestión de los mismos en futuros proyectos.

El terreno complicado en que se ejecutó la obra hubiera exigido un proyecto adaptado a las condiciones peculiares del subsuelo salino y a la hidrogeología local, una vez bien conocidas, no un proyecto estándar similar al realizado para otras obras del Metro de Madrid con mucho mejor terreno, que es lo que se redactó. Es decir, un proyecto con una atención y carga en Geología e Hidrogeología, que no en Geotecnia, muy superior a lo habitual en este tipo de proyectos. Ninguno de los tres proyectos realizados consideró un análisis de riesgos integral en su dimensión más extensa, centrándose únicamente en el análisis de subsidencias.

En primer lugar, tempranamente (2008) el informe de la UCM-UPM alertó de la presencia de terreno evolutivo. Ello no parece haberse tenido en consideración hasta 2016, cuando en el segundo y tercer estudio de MAYO GEOTECNIA se hicieron ensayos mineralógicos sistemáticos a diferentes profundidades. Es inexplicable el motivo por el que los técnicos de MINTRA primero y de la Comunidad de Madrid, posteriormente, no se percataron aparentemente, o no transmitieron, que se hallaban ante un problema geológico muy grave, y que se persistiera en hacer estudios geotécnicos clásicos, mucho más dirigidos a valorar la resistencia y deformabilidad mecánica del terreno que a su evolución. De hecho, hay dos periodos, 2009-2011 y 2012-2014, en los que no parece haberse hecho estudio alguno, solamente proyectos de reparaciones y de seguimiento de la instrumentación.

La negativa por parte de la Consejería de Transportes a admitir públicamente que los problemas que se estaban dando desde 2008 en la línea de metro y desde 2011 (e incluso antes) también en los edificios de San Fernando de Henares, eran debidos a la construcción de la Línea 7B, es también inexplicable desde un punto de vista racional. **No fue hasta la sentencia dictada por el Tribunal Superior de Justicia de Madrid en enero de 2019 cuando finalmente se demostró que la responsabilidad de los daños causados es exclusivamente de la Comunidad Autónoma de Madrid.**

En segundo lugar, la multitud de empresas y organismos que han participado en los estudios (EUROESTUDIOS, INTECSA-INARSA, CEDEX, USAC, GEOCISA, MAYO GEOTECNIA, INES INGENIEROS CONSULTORES, TRAGSA, INTEMAC, entre los documentos que el ICOG ha podido consultar) ha producido



la dispersión de información, de métodos de trabajo, de calidad de los estudios (algunos de ellos realmente muy deficientes), de continuidad e interrelación de unos estudios con otros.

En tercer lugar, la inmensa mayoría de los estudios, tanto geológicos como hidrogeológicos y geotécnicos, han sido hechos como anexos o apéndices de proyectos de reparaciones, dotados tales anexos de presupuestos bajos en muchos casos y con periodos de ejecución insuficientes. Es más, la urgencia de finalización de los estudios, fijada por el compromiso político de inauguración de la línea en 2007 primero, y por los proyectos de reparaciones adjudicados por procedimiento de urgencia o como obra de emergencia, más recientemente; no cabe duda de que han contribuido a la incomprensión global de la problemática.

Los estudios más recientes, concretamente el Modelo Geológico realizado por INTEMAC en 2022, están mejor encaminados. Estamos de acuerdo con dicho Modelo desde el punto de vista conceptual, pero con la salvedad de que es el resultado de un análisis en dos dimensiones, que se plasma en un **perfil geológico e hidrogeológico esquemático y cualitativo**, realizado a partir de datos que mayoritariamente se sitúan según el trazado de la línea; además, el terreno es evolutivo, por lo que los datos más antiguos (10, 15 e incluso 20 años) pueden no ser ya válidos.

Comentarios sobre los métodos constructivos de las reparaciones

Lamentablemente, al no haber podido disponer de la mayoría de los proyectos e informes relativos a las reparaciones efectuadas, **no se puede valorar su efectividad real**.

El peso más importante, en tiempo y en presupuesto, ha sido la mejora del terreno con inyecciones de lechada o de mortero de cemento, de diversos tipos. Además, se han hecho varias campañas de sellado de juntas entre dovelas en el túnel y una reparación importante mediante chapa de acero tratado, en el pozo de ventilación y bombeo, así como reparaciones en las estaciones de Jarama y Henares.

Las inyecciones parecen haber perseguido dos objetivos: reforzar la cimentación de los edificios afectados e impedir la circulación del agua subterránea. El segundo es un objetivo casi imposible de cumplir, ya que exigiría la continuidad vertical y horizontal de la pantalla de inyecciones, con un coste desmesurado y, por lo tanto, prohibitivo. Además, se desconoce cómo es el flujo subterráneo y la hidroquímica en la Unidad Salina, dato imprescindible para diseñar dicha pantalla. **Un diseño equivocado puede ser ineficaz e incluso contraproducente, al desviar agua no saturada hacia sectores con capas de sal no disueltas aún.**

La inyección de salmuera saturada en todos los iones de la composición química de los minerales solubles del subsuelo, con un estricto control hidroquímico de la inyección automatizado mediante sensores, podría evitar o ralentizar el proceso, solución aún no probada.

Propuesta

El paso que hasta ahora no se ha dado es diseñar y realizar, separado totalmente cualquier otro proyecto o contrato, un **Estudio Geológico de detalle**, investigando el subsuelo mediante una red amplia de sondeos y piezómetros puntuales fuera de traza, que, con el apoyo de otras técnicas, permitiría conocer en 3D la Geología y, a continuación, hacer un modelo hidrogeológico del flujo subterráneo calibrado con datos de piezometría y caudales bombeados. Ello se plasmaría en un **Modelo Geológico e Hidrogeológico Predictivo**.



La convocatoria del contrato correspondiente ha de contar con un **Pliego de Condiciones Técnicas Particulares** muy concreto y detallado, redactado por especialistas en Geología e Hidrogeología (que no en Geotecnia), en español e inglés; se le dará la mayor difusión posible dentro de la Unión Europea, permitiendo un plazo razonable para consultas y preparación de ofertas. Y, obviamente, en la calificación final de las ofertas, **los aspectos técnicos y la cualificación del personal ofertado deben tener un peso conjunto del 70%** como mínimo, en detrimento de la Oferta Económica.

Alternativamente, una vez redactado el Pliego se puede licitar un Concurso Restringido por razones de urgencia, invitando a varias empresas de ingeniería europeas, de reconocido prestigio y solvencia técnica, con experiencia previa en modelización geológica avanzada, de forma que los plazos posiblemente se puedan reducir.

La convocatoria, adjudicación y realización del estudio que se recomienda llevará un plazo de al menos dos años.

Se puede argumentar que los problemas son urgentes y que exigen solución inmediata. Eso es cierto. Pero no es menos cierto que **no se puede diseñar una solución constructiva eficaz sin conocer a fondo y diagnosticar el proceso geológico que está ocurriendo en el subsuelo de San Fernando de Henares en tres dimensiones**. Hasta ahora se han probado solamente soluciones convencionales, cuya eficacia se ha medido solamente en superficie mediante topografía (hitos de nivelación y en edificios), raramente mediante extensómetros anclados en profundidad. No se sabe ni como han modificado la circulación del agua subterránea ni la evolución espacial futura.

Podría ser, incluso, que no existiese una solución económicamente viable a largo plazo y que hubiera que tomar otro tipo de medidas. Lamentablemente, ello no puede saberse de manera inmediata, hay que realizar primero el Modelo Predictivo.

La alternativa al Estudio propuesto es seguir ejecutando diferentes y costosas soluciones y comprobando en superficie su eficacia momentánea, pero sin previsión de futuro.

Presupuesto

Los estándares internacionales en grandes obras subterráneas en terreno complicado, como fue la construcción de la Línea 7B del Metro de Madrid, señalan que los estudios geológicos y geotécnicos han de tener un presupuesto comprendido entre el 3% y el 5% del importe de la obra (hasta el 10% en casos muy especiales). La obra se presupuestó en unos 240 M€ (sin IVA), el gasto en estudios geológico y geotécnicos (con más incidencia en los primeros) debería haber estado comprendido entre 7 y 12 M€. El ICOG no tiene los datos para conocer cuánto ha gastado la Comunidad de Madrid en estudios de este tipo en la Línea 7, en los proyectos de construcción y posteriormente, ya que, salvo alguna excepción, van incluidos en contratos de reparaciones en los que la mayor parte del presupuesto se destina a la obra.

En la fase actual de propuesta, es difícil pronunciarse por un presupuesto para el Estudio completo, podría estimarse en unos 3-4 M€.



Firmado en Madrid el 16 de junio de 2023

Autores:

Blasco del Barrio, Iker
Colegiado nº 7131

Jordá Bordehore, Rafael
Colegiado nº 6002

Lombardero Barceló, Manuel
Colegiado nº 0373

Veyrat Marques, Santiago
Colegiado nº 7007

Revisión:

Vº Bº

Jambrina Bermejo, Ildefonso
Colegiado nº 2260
Vocal Junta de Gobierno y miembro CIGG

Regueiro y González-Barros, Manuel
Colegiado nº 1197
Presidente del ICOG



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

SUPERVISADO

SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00

Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]

Inscrito con el nº : 373

Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR>

Secretario del ICOG



ANEXO 1. Listado de informes revisados



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
SUPERVISADO
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00
 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]
 Inscrito con el nº : 373
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csviz/GQZ1FS9L8LNR>
 Secretario del ICOG

Tabla 1. Listado de documentos inventariados. Se han marcado aquellos documentos no consultados por no haber sido posible disponer de ellos

Disponible (Si/No)	Código ICOG	Año	Autor(es)/Elaborado por	Título
SI	C01	1996	Mair, R. ; Taylor, R. N; Burland, J. B.	Prediction of ground movements and assessment of risk of building damage due to bored tunnelling
SI	C02	2000	Ortí, F.	Unidades Glauberíticas del Terciario Ibérico: Nuevas aportaciones
SI	C03	2008	Mancebo Piqueras, J. A.	Karstología de yesos. Algunas aplicaciones en Ingeniería Civil.
SI	C04	2008	Mancebo Piqueras, J. A; Sanz Pérez, E.	La hidráulica kárstica como aplicación de la hidrodinámica general. Estudio del flujo en un terreno yesífero fisurado.
SI	C05	2009	Tomás, R; Herrera, G; Delgado, J; Peña, F.	Subsidencia del terreno
SI	C06	2011	Rodríguez Ortiz, J. M.	Túneles en terrenos salinos. El túnel de El Regajal.
SI	C07	2012	Mancebo Piqueras, J. A; Sáenz Pérez, E; Menéndez-Pidal, I.	Water seepage beneath dams of soluble evaporite deposits: A laboratory and field study (Caspé Dam, Spain)
SI	C08	2013	Calvo Rebollar, M.	Las aguas minerales y sales purgantes naturales españolas. Algunas notas históricas.
SI	C09	2021	Menedez Pidal, I; Mancebo Piqueras, J. A; Sanz Pérez, E; Saenz Sanz, C.	Influence of Hydro geochemistry on Tunnel Drainage in Evaporitic Formations: El Regajal Tunnel Case Study (Aranjuez, Spain)
SI	C10	2021	Ordóñez, S.	Geología de la Unidad Salina de la Cuenca de Madrid. Recursos minerales, riesgos geológicos y mineralogénesis salina
Si	C11	1995	Ortí, F; Rosell, L; Lascorz, A.	Fábricas cristalinas del yeso secundario de reemplazamiento de glauberita: aplicación a la prospección de sulfato sódico
NO	P01	2003	CAM - DGI	Actualización del Trazado y Estaciones de la Prolongación de la Línea 7 de Metro en la Zona Este
NO	P02	2004	EUROESTUDIOS - MINTRA	Proyecto Básico de la Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando.
SI	P03	2004	EUROESTUDIOS - MINTRA	Proyecto de Construcción de la Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando
SI	P04	2005	INTECSA-INARSA - MINTRA	Proyecto Complementario. del Proyecto de Construcción de la Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando
SI	P05	2006	INTECSA-INARSA - MINTRA	Proyecto Modificado Nº1. del Proyecto de Construcción de la Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando
NO	P06	2007	DRAGADOS – MINTRA	Liquidación del Proyecto Complementario del Proyecto de Construcción de la prolongación de la línea 7 de metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares.
NO	P07	2008	GEOCISA – DRAGADOS	Avance de los trabajos para estudio hidrogeológico en la L7 de metro de Madrid.
NO	P08	2008	GEOCISA – DRAGADOS	Informe de resultados de los trabajos en el pozo de bombeo situado en el pk. 7-422 de la línea 7 de metro de Madrid.



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
SUPERVISADO
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00
 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]
 Inscrito con el nº : 373
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR>
 Secretario del ICOG

Disponible (Si/No)	Código ICOG	Año	Autor(es)/Elaborado por	Título
NO	P09	2008	GEOCISA – DRAGADOS	Tratamiento de consolidación del terreno en el entorno del pozo de bombeo (PK2+890) de la Línea 7 de Metro de Madrid (San Fernando de Henares).
SI	P10	2008	UCM-UPM	Informe de Asesoramiento Hidrogeológico
NO	P11	2009	GEOCISA – DRAGADOS	Edificio calle Vergara nº 16. Estudio geológico-geotécnico.
SI	P12	2009	CAM - DGI	Proyecto de Tratamiento de del terreno y actuaciones complementarias en el entorno del pozo de ventilación y bombeo del P.K. 2+890 de la ampliación de la Línea 7B del Metro a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3
NO	P13	2011	MINTRA - DRAGADOS	Ejecución de 3 sondeos cortos y uno profundo en el entorno del pozo de ventilación y bombeo del P.K. 2+890 de la ampliación de la Línea 7B del Metro a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3
Si	P14	2011	CAM - DGI	Proyecto de Consolidación en las Calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini en San Fernando de Henares
NO	P15	2011	IDEAM	Estudio, análisis y redacción de actuaciones de mejora y reparación de la contra bóveda de la estación Hospital del Henares
NO	P16	2011	GEOCISA – DRAGADOS	Informe recopilatorio. Seguimientos hidrogeológicos en el túnel de la L-7 de metro de Madrid Tramo III, Coslada – San Fernando. Plano de seguimiento de caudales y conductividades en la traza del túnel.
NO	P17	2013	GEOCISA – DRAGADOS	Informe sobre el tratamiento realizado en las calles de Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini en San Fernando de Henares (Madrid).
NO	P18	2013	CAM - DGI - TYPESA	Análisis de la idoneidad Técnica del proyecto y la construcción de la prolongación de la línea 7 de metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares tramo 3: Coslada – San Fernando de Henares.
NO	P19	2013	USAC	Estación Hospital del Henares. Línea 7 del metro de Madrid. Informe de la situación actual.
SI	P20	2014	CAM - DGI	Obras de mejora de la infraestructura de estaciones e instalaciones del túnel en la línea 7b de metro de Madrid. Tramo: Barrio del Puerto - Henares
SI	P21	2015	RODIO-KRONSA – MAYO GEOTECNIA	Obras en el entorno del pozo de ventilación y bombeo PK. 2+890 de la línea 7B del Metro de Madrid. San Fernando de Henares (Madrid). Estudio Geotécnico nº 15195.
SI	P22	2015	RODIO-KRONSA – MAYO GEOTECNIA	Obras en el entorno del pozo de ventilación y bombeo PK. 2+890 de la línea 7B del Metro de Madrid. San Fernando de Henares (Madrid). Estudio Geotécnico nº 15195-2
SI	P23	2016	RODIO-KRONSA – MAYO GEOTECNIA	Obras en el entorno del pozo de ventilación y bombeo PK. 2+890 de la línea 7B del Metro de Madrid. San Fernando de Henares (Madrid). Estudio Geotécnico nº 15195-3
NO	P24	2016	GAMMA GEOTECNIA	Informe final sobre las actuaciones realizadas en San Fernando de Henares.
NO	P25	2016	SGS	Informe general sobre las obras en el entorno del pozo de ventilación y bombeo pk. 2+890 del metro de Madrid en San Fernando de Henares.
NO	P26	2016	RODIO-KRONSA	Obras en el entorno del pozo de ventilación y bombeo pk. 2+890 de la línea 7b del metro de Madrid en San Fernando de Henares.
NO	P27	2016	CEDEX	Revisión de la documentación de los proyectos de construcción de la prolongación de la línea 7 de metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares en relación con la problemática geotécnica surgida por la presencia de sales.

 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL] Inscrito con el nº : 373 Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csw/ZGQZ1FS9L8LNR	Secretario del ICOG

Disponible (Si/No)	Código ICOG	Año	Autor(es)/Elaborado por	Título
NO	P28	2019	FHECOR – ADAMAS	Informe sobre la campaña geotécnica. Proyecto de reparación de daños estructurales de la estación Hospital de Henares.
NO	P29	2019	FHECOR Ingenieros Consultores	Proyecto de reparación de daños estructurales de la estación “Hospital del Henares” de la línea 7 de metro de Madrid.
NO	P30	2020	Geocisa – Dragados	Informe final de resultados de los trabajos en el pozo de bombeo situado en el pk. 2+890 de la línea 7 de metro de Madrid.
NO	P31	2020	INES Ingenieros Consultores	INFORME_LECTURA 32
NO	P32	2020	INES Ingenieros Consultores	Visitas a la estación de metro Hospital de Henares, fechas 06 y 13 de febrero de 2020.
NO	P33	2020	INES Ingenieros Consultores	TE_HH
NO	P34	2020	INES Ingenieros Consultores	TMS_MASW_HH
NO	P35	2020	INES Ingenieros Consultores	INFORME_GEOTECNICO_EHH_ED01
NO	P36	2020	INES Ingenieros Consultores	Plan de Auscultación de Caudales.
NO	P37	2020	INES Ingenieros Consultores	TMS_MASW_POZO
SI	P38	2020	INES Ingenieros Consultores	TRABAJOS_GEOFISICOS_C_PRESA
NO	P39	2020	INES Ingenieros Consultores	ESTUDIO_HISTORICO_INSAR
NO	P40	2020	INES Ingenieros Consultores	NOTA_TME_FASE2
NO	P41	2020	INES Ingenieros Consultores	Recomendación obra colector
NO	P42	2020	INES Ingenieros Consultores	FASE3_TME
NO	P43	2020	INES Ingenieros Consultores	ASIENTOS_COMPLETO
NO	P44	2020	INES Ingenieros Consultores	TE_L7B
SI	P45	2020	INES Ingenieros Consultores	NT_MEJORA_TERRENO_ED00 (Estado del terreno en el entorno de la calle de la Presa y del pozo de bombeo del PK 2+890)
NO	P46	2020	INES Ingenieros Consultores	VIVIENDAS_PRESA_Y RAFAEL_ALBERTI_ED00
NO	P47	2020	INES Ingenieros Consultores	NT_PRESA_29_y_31_ED01
NO	P48	2020	INES Ingenieros Consultores	Proyecto Básico de Emergencia para la mejora del terreno del entorno del pozo del pk 2+890 de la línea 7b de metro y sellado e inyección del encuentro de la galería del pozo con el túnel.
SI	P49	2021	INES Ingenieros Consultores	Estudio Geológico y Geotécnico de la traza de metro Línea 7b
NO	P50	2021	CAM	Proyecto de inyecciones de consolidación en las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini en San Fernando de Henares.
NO	P51	2021	TRAGSA	Investigaciones geotécnicas para la obra de refuerzo de la cimentación en la calle Rafael Alberti 1,3 y Presa 4. Informe de resultados.



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
SUPERVISADO
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00
 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]
 Inscrito con el nº : 373
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csw/ZGQZ1FS9L8LNR>
 Secretario del ICOG

Disponible (SI/No)	Código ICOG	Año	Autor(es)/Elaborado por	Título
SI	P52	2021	KELLER – SISMO-TERRA	Estudio geofísico mediante MASW para cálculo de las velocidades de onda de cizalla previa y posteriormente a inyecciones de jet grouting en relación con la línea 7 del Metro (Fase 2). San Fernando de Henares (Madrid).
SI	P53	2022	TRAGSA	Control de desplazamientos mediante extensómetros de varillas. Calle La Presa, frente al 23-25.
SI	P54	2022	CAM. DGI. INTEMAC	Proyecto de consolidación y/o estabilización del terreno en una superficie de entre 5.001 y 10.000 m2 afectados por la línea 7b. Anejo nº 1: Modelo Geológico.
SI	P55	2022	AYTO. San Fernando de Henares	Plano de afectaciones Red de Metro de Madrid. C/ Presa, Rafael Alberti, Pablo Olavide, Francisco Sabatini.
NO	P56	07/2015-01/2020	CAM - DGI	Histórico de lecturas piezométricas en el entorno del Pozo de Ventilación y Bombeo situado en el PK 2+890 de la línea 7B de metro de Madrid.
NO	P57	10/2015-01/2020	CAM - DGI	Histórico de nivelaciones registradas en el entorno de la línea 7B entre las estaciones de San Fernando y Hospital del Henares.
NO	P58	11/2015-12/2019	CAM - DGI	Histórico de lecturas piezométricas en el entorno de la Estación del Hospital del Henares.
SI	P59	Varias Fechas	GETINSA-EUROESTUDIOS – TPF INGENEIRÓA – EIS GUIA	Auscultación, supervisión geotécnica, control y consultoría en la ejecución y explotación de las infraestructuras ferroviarias gestionadas por la DGCI. Seguimientos de la instrumentación
SI	P60	06/01/2023	RODIO-KRONSA	Informe Semanal. Consolidación y/o Estabilización del Terreno Afectado por la Línea 7B de Metro Madrid - San Fernando de Henares
NO	P61	2016	Subdirec. Gral. Infraestructuras Transporte Colectivo CAM	Informe Técnico sobre posible responsabilidad por vicios ocultos en a ejecución del contrato de las obras: Infraestructura de dela prolongación de la línea 7 de metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares tramo 3: Coslada – San Fernando de Henares.
SI	P62	2022	GETINSA-EUROESTUDIOS – TPF INGENEIRÓA – EIS GUIA	Informe de control de fisuras, lectura nº1
SI	P63			REGLETAS EDIFICIOS
SI	P64	28/06/2021		RESUMEN TRABAJOS AUSCULTACIÓN
SI	P65	08/09/2022	CONSEJERIA DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURAS	INFORME DE SITUACIÓN EDIFICIOS PABLO OLAVIDE 2, RAFAEL ALBERTI 7, VIRGEN DEL TEMPLO 6. PARA LA MESA TÉCNICA 8/9/2022
SI	P66	14/07/1905		PLANO RED DE METRO DE MADRID, LINEA 7 PROLONGACIÓN
NO	P67			210929 Control verticalidad lecturas 210927
NO	P68			211006 Calculo distorsiones lecturas 211004
NO	P69			211006 Ficha Alberti edificio 300 211004 año 2021
NO	P70			211006 Ficha Alberti edificio 300 211004 ORIGEN
NO	P71			211006 Ficha Presa Pares 211004 año 2021
NO	P72			211006 Ficha Presa Pares 211004 ORIGEN



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

SUPERVISADO

SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00
 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]
 Inscrito con el nº : 373
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR>
 Secretario del ICOG

Disponible (Si/No)	Código ICOG	Año	Autor(es)/Elaborado por	Título
SI	P73		Dirección General de Infraestructuras de Transporte Colectivo CONSEJERÍA DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURAS	Memoria justificativa del encargo por emergencia a la EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA, S.A., S.M.E., M.P. (TRAGSA) de las actuaciones de realojamiento, vigilancia del inmueble, inspección y seguimiento estructural, diagnostico estructural, proyecto de rehabilitación y trabajos de rehabilitación del edificio situado en la calle de la Presa nº 17, de San Fernando de Henares
SI	P74	09/01/2019	Tribunal Superior de Justicia de la Comunidad de Madrid. Sala de lo Contencioso-Administrativo	Sentencia de la demanda de DRAGADOS S. A. contra la Comunidad de Madrid
NO	P75	15/06/2016	Dirección General de Carreteras e Infraestructuras	Informe técnico sobre posible responsabilidad por vicios ocultos en la ejecución del contrato de las obras: Infraestructura de Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada-San Fernando de Henares
SI	P76	14/07/1905	IAEG COMMISSION	Guidelines for the development and application of engineering geological models on projects
SI	P77	01/05/2012	TITIG	A Code Practice for Risk mangement of Tunnel Works



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
SUPERVISADO
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00
 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]
 Inscrito con el nº : 373
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csw/ZGQZ1FS9L8LNR>

Secretario del ICOG

Tabla 2. Listado cronológico de Proyectos, Estudios, Actos Administrativos y otros eventos

Fecha	Evento	Fuente Documental
01/12/2003	Consortio Regional de Transportes de Madrid redacta el documento "Actualización del Trazado y Estaciones de la prolongación de la línea 7 de Metro en la Zona Este	
23/02/2004	Firma contrato entre MINTRA y Euroestudios para la redacción del proyecto de construcción de la infraestructura de prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada-San Fernando de Henares	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
01/03/2004	Consortio Regional de Transportes de Madrid redacta el Proyecto Básico de la "Prolongación de la línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares	
01/06/2004	MINTRA encarga a Euroestudios el Proyecto de Construcción de la Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando	
30/09/2004	Firma contrato entre MINTRA y "Dragados, S.A." para la ejecución de las obras de Construcción de la infraestructura de prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada-San Fernando de Henares	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
25/10/2004	Firma del Acta de Replanteo. Inicio de las obras.	
27/06/2005	Firma contrato entre MINTRA y Intecsa-Inarsa para la redacción del "Proyecto Complementario. del Proyecto de Construcción de la Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando"	
25/04/2006	MINTRA aprueba Proyecto Modificado Nº1. del Proyecto de Construcción de la Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
2006	Firma contrato entre MINTRA y Intecsa-Inarsa para la redacción del "Proyecto Modificado nº1 del proyecto de construcción de la prolongación de la Línea 7 de Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando"	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
05/05/2007	Inauguración de la Línea 7B	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
15/05/2007	Firma del Acta recepción de obras entre MINTRA y Dragados	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
27/05/2007	Elecciones a la Comunidad de Madrid	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
01/09/2007	Datos de bombeo del pozo P.K. 2+890. Septiembre de 2007 unos 4 l/s	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
01/03/2008	EDAR de San Fernando de Henares alertó a Metro de Madrid de la elevada conductividad que presentaban las aguas vertidas al saneamiento desde el pozo de bombeo situado en el P.K. 2+890	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
01/03/2008	En marzo de 2008 MINTRA encargó a Dragados que estudiara la problemática surgida. Para ello, Dragados recurrió a Geocisa, quien a su vez suscribió un Convenio de Investigación con la Facultad	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
SUPERVISADO
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

01/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00
Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]
Inscrito con el nº : 373
Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.es>
Usado hasta: 01/06/2023

Secretario del ICOG


Fecha	Evento	Fuente Documental
	de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid y con la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid.	
01/03/2008	Dragados recurrió a Geocisa, quien a su vez suscribió un Convenio de Investigación con la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid y con la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid.	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
01/05/2008	Datos de bombeo del pozo P.K. 2+890. Mayo de 2008 unos 30 l/s	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
01/05/2008	Geocisa Estudio hidrogeológico en la L7 de metro de Madrid. Se identifica la existencia de sales solubles en el terreno del entorno del pozo.	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
19/06/2008	Informe UCM-UPM. Estudio de seguimiento hidrogeológico de la Línea 7 del Metro de Madrid". Informe de Asesoramiento Hidrogeológico. Se identifica la existencia de sales solubles en el terreno del entorno del pozo.	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
01/06/2008	Datos de bombeo del pozo P.K. 2+890. Junio de 2008 unos 60 l/s	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
14/08/2008	Geocisa hace un aforo del agua que entraba desde el túnel al pozo del del P.K. 2+890, se obtuvo un caudal de 2 l/s, frente a los 30 l/s de caudal total que se estaban extrayendo del pozo en esa fecha.	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
23/08/2008	Primer cierre de la Línea 7B. Entre 23 y el 31 de agosto de 2008	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
15/05/2009	Firma contrato entre MINTRA y "Dragados, S.A." para la ejecución de las obras de "Tratamiento del terreno y actuaciones complementarias en el entorno del pozo de ventilación y bombeo del PK 2+890 de la ampliación de Metro a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando"	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
17/05/2009	Finaliza el plazo de garantía de las obras ejecutadas por Dragados	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
01/05/2009	MINTRA contrata a Dragados la ejecución de las obras de "Tratamiento del terreno y actuaciones complementarias en el entorno del pozo de ventilación y bombeo del PK 2+890 de la ampliación del metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada- San Fernando", cuyo objetivo principal era la impermeabilización de dicho pozo	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
2009	GEOCISA. Edificio calle Vergara nº 16 Estudio geológico-geotécnico.	Proyecto de Consolidación y/o Estabilización del terreno en una superficie de entre 5.001 y 10.000 m2 afectados por la línea 7b. Modelo Geológico.
01/02/2011	Aparición de grietas en varios edificios cercanos al pozo	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
01/02/2011	Ayuntamiento de San Fernando de Henares solicita a MINTRA actuaciones	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
01/02/2011	MINTRA encarga un nuevo estudio geotécnico	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
01/02/2011	MINTRA encarga a Dragados las obras de emergencia "Inyecciones de consolidación en las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini en San	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
SUPERVISADO
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00
 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]
 Inscrito con el nº : 373
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.es>
 Usado hasta: 06/2023



Secretario del ICOG

Fecha	Evento	Fuente Documental
	Fernando de Henares", cuya finalidad era detener el deterioro que estaban sufriendo los mencionados edificios	
01/05/2011	MINTRA redacta el proyecto de "Impermeabilización de túnel de metro de la Línea 7B, tramo Coslada central - Hospital del Henares"	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
19/06/2011	Inicio de las obras "Impermeabilización del túnel de Metro de la línea 7B entre las estaciones de Costada y Hospital Central"	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
01/06/2011	MINTRA encargó a la empresa Teimper las obras de emergencia "Impermeabilización del túnel de Metro de la línea 7B entre las estaciones de Costada y Hospital Central", dado que comenzaban a producirse, a través de las juntas entre dovelas, entradas de agua al túnel con alto contenido en sales, provocando la precipitación de dichas sales en su interior, afectando con ello al servicio de metro.	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
10/09/2011	IDEAM. Estudio, análisis y redacción de actuaciones de mejora y reparación de la contra bóveda de la estación Hospital del Henares	Proyecto: Trabajos para la diagnosis y seguimiento geotécnico, con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno asociados a la línea 7b del metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares
01/11/2011	MINTRA redacta el "Proyecto de inyecciones de consolidación en las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini en San Fernando de Henares"	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
01/12/2011	Geocisa – Dragados. Informe recopilatorio. Seguimientos hidrogeológicos en el túnel de la L-7 de metro de Madrid Tramo III, Coslada – San Fernando. Plano de seguimiento de caudales y conductividades en la traza del túnel.	Proyecto: Trabajos para la diagnosis y seguimiento geotécnico, con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno asociados a la línea 7b del metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares
2011	MINTRA. Informes internos reflejan problemas derivados de las obras ejecutadas	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
2011	Trabajos en Edificio Dotacional del Ayuntamiento de la calle de la Presa, mediante inyecciones de consolidación y compensación e incluso la demolición de parte de sus edificios.	Proyecto: Trabajos para la diagnosis y seguimiento geotécnico, con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno asociados a la línea 7b del metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares
2012	Firma contrato entre MINTRA y "Dragados, S.A." para la ejecución de las obras de Proyecto de inyecciones de consolidación en las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini en San Fernando de Henares	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
01/04/2013	USAC - Estación Hospital del Henares. Línea 7 del metro de Madrid. Informe de la situación actual.	Proyecto: Trabajos para la diagnosis y seguimiento geotécnico, con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno asociados a la línea 7b del metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares
2013	DRAGADOS GEOCISA - Informe sobre el tratamiento realizado en las calles de Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini en San Fernando de Henares (Madrid).	Proyecto de Consolidación y/o Estabilización del terreno en una superficie de entre 5.001 y 10.000 m2 afectados por la línea 7b. Modelo Geológico.
01/05/2014	MINTRA con el objetivo de impermeabilizar el resto del túnel adjudicó a la empresa Obras Públicas San Emeterio S.A., la "Impermeabilización de túnel de la línea 7B. Tramo: Barrio del Puerto-Hospital del Henares".	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
SUPERVISADO
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00
 Colección: Normativa y Procedimientos
 Inscrito con el nº: 373
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR>
 Secretario del ICOG

Fecha	Evento	Fuente Documental
2014	Entre el otoño de 2014 y la primavera de 2015 se detectaron nuevos asentamientos del terreno, así como la aparición de daños en algunos edificios del Complejo Dotacional "El Pilar", cercano al pozo de bombeo del P.K.2+890.	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
01/02/2015	Informe de TYPESA para Dirección General de Carreteras e Infraestructuras. "Análisis de la idoneidad técnica del proyecto y la construcción de la prolongación de la Línea 7 de Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando de Henares".	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
01/04/2015	GEOCISA - Ejecución de 3 sondeos y prospecciones geofísicas	Citado en Estudio Geotécnico nº 15195-1 de Mayo Geotecnia (P21)
01/07/2015	Consejería de Transportes, Vivienda e Infraestructuras adjudicó a la empresa Rodio Kronsa las obras de emergencia "Entorno del pozo de ventilación y bombeo PK 2+890 de la línea 7b del metro de Madrid en San Fernando de Henares".	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
01/08/2015	RODIO-KRONSA inicia trabajos de estabilización mediante inyecciones.	Estudio Geotécnico nº 15195-1 de Mayo Geotecnia (P21)
01/08/2015	RODIO-KRONSA encarga a MAYO GEOTECNIA estudio geotécnico con sondeos adicionales	Estudio Geotécnico nº 15195-1 de Mayo Geotecnia (P21)
09/10/2015	Diarios de Sesiones de la Asamblea de Madrid (9 de octubre de 2015). Director General de Carreteras e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid, reconoce que la problemática no se debe a fallos en la construcción ni a vicios ocultos, sino a la geología de la zona y a la no detección de las sales en los proyectos.	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
16/10/2015	RODIO-KRONSA – MAYO GEOTECNIA. Obras en el entorno del pozo de ventilación y bombeo PK. 2+890 de la línea 7B del Metro de Madrid. San Fernando de Henares (Madrid). Estudio Geotécnico nº 15195.	Estudio Geotécnico nº 15195-1 de Mayo Geotecnia (P21)
2015	Se amplía zona de auscultación y llevar a cabo una nueva campaña geotécnica. El resultado de esta campaña reveló la existencia de estratos yesíferos combinados con sales muy solubles en cotas próximas al túnel, que no habían sido detectadas, ni por el Proyecto de Construcción original, redactado por Euroestudios, ni por el Proyecto Modificado nº1, redactado por Intecsa-Inarsa, ambos supervisados por MINTRA.	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
2015	CAM - Análisis de la idoneidad Técnica del proyecto y la construcción de la prolongación de la línea 7 de metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares tramo 3: Coslada – San Fernando de Henares.	Proyecto de Consolidación y/o Estabilización del terreno en una superficie de entre 5.001 y 10.000 m2 afectados por la línea 7b. Modelo Geológico.
29/02/2016	RODIO-KRONSA – MAYO GEOTECNIA. Obras en el entorno del pozo de ventilación y bombeo PK. 2+890 de la línea 7B del Metro de Madrid. San Fernando de Henares (Madrid). Estudio Geotécnico nº 15195-2	Estudio Geotécnico nº 15195-2
09/05/2016	CEDEX, inspección del pozo. Identificación de punto de entrada de agua entre dos pilotes	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
01/05/2016	Consejería de Transportes, Vivienda e Infraestructuras contrató la ejecución de las obras de "Mejora de la infraestructura de estaciones e instalaciones del túnel en la línea 7b de Metro de Madrid. Tramo: Barrio del Puerto-Henares", con la UTE Estaciones Línea 7B, formada por las empresas Inyma Construcciones y Proyectos, y Grupo Sotoval de Construcciones y Proyectos.	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
10/06/2016	Comisión de Transportes, Vivienda e Infraestructuras. Director General de Carreteras e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid, reconoce que la problemática no se debe a fallos en	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
SUPERVISADO
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

15/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00
 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]
 Inscrito con el nº : 373
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.es>
 Usado hasta el 15/07/2023

Secretario del ICOG 

Fecha	Evento	Fuente Documental
	la construcción ni a vicios ocultos, sino a la geología de la zona y a la no detección de las sales en los proyectos.	
15/06/2016	Dirección General de Carreteras e Infraestructuras "Informe técnico sobre posible responsabilidad por vicios ocultos en la ejecución del contrato de las obras: Infraestructura de Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada-San Fernando de Henares". Dicho documento se basaba, a su vez, en los siguientes informes: "Análisis de la idoneidad técnica del proyecto y la construcción de la prolongación de la Línea 7 de Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando de Henares", realizado por TYPSA, de febrero de 2015. "Revisión de la documentación de los proyectos de construcción de la prolongación de la línea 7 de metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares en relación con la problemática geotécnica surgida por la presencia de formaciones salinas", realizado por el CEDEX, de junio de 2016.	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
27/06/2016	Dirección General de Carreteras e Infraestructuras propuso el inicio de expediente de responsabilidad por vicios ocultos en las obras del tramo 3, Coslada - San Fernando de Henares, de la prolongación de la Línea 7, adjudicado a Dragados, basándose en el informe emitido por la Subdirección General de Infraestructuras de Transporte Colectivo.	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
01/06/2016	Inicio obras "Mejora de la infraestructura de estaciones e instalaciones del túnel en la línea 7b de Metro de Madrid. Tramo: Barrio del Puerto-Henares"	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
01/06/2016	Informe del CEDEX para la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras. "Revisión de la documentación de los proyectos de construcción de la prolongación de la línea 7 de metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares en relación con la problemática geotécnica surgida por la presencia de formaciones salinas"	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
26/08/2016	Inicio expediente contra Dragados por "vicios ocultos"	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM: 2019:1223
14/09/2016	RODIO-KRONSA – MAYO GEOTECNIA. Obras en el entorno del pozo de ventilación y bombeo PK. 2+890 de la línea 7B del Metro de Madrid. San Fernando de Henares (Madrid). Estudio Geotécnico nº 15195-3	Estudio Geotécnico nº 15195-3
2016	Trabajos de recalce de varios edificios en la zona de Rafael Alberti, Sabatini y Nazario Calonge	
2016	GAMMA GEOTECNIA 2016 - informe final sobre las actuaciones realizadas en San Fernando de Henares.	Proyecto de Consolidación y/o Estabilización del terreno en una superficie de entre 5.001 y 10.000 m2 afectados por la línea 7b. Modelo Geológico.
2016	SGS 2016 - Informe general sobre las obras en el entorno del pozo de ventilación y bombeo pk 2+890 del metro de Madrid en San Fernando de Henares.	Proyecto de Consolidación y/o Estabilización del terreno en una superficie de entre 5.001 y 10.000 m2 afectados por la línea 7b. Modelo Geológico.
2018	A partir de 2018 parte de la calle de la Presa entre la zona del Dotacional y el cruce con Rafael Alberti empieza a sufrir procesos de asentamiento en las viviendas	Ad
09/01/2019	Sentencia TSJM a favor de Dragados	Sentencia Tribunal Superior de Justicia. Roj: STSJ M 1223/2019 - ECLI:ES:TSJM:2019:1223
01/08/2019	FHECOR Ingenieros Consultores. Proyecto de reparación de daños estructurales de la estación "Hospital del Henares" de la línea 7 de metro de Madrid	Proyecto: Trabajos para la diagnosis y seguimiento geotécnico, con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

SUPERVISADO

SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00

Collegio de Madrid, Bombero, Parcela 15, 11

Inscrito con el nº : 373

Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.es>

Inspección Técnica de Seguridad del ICOP



Fecha	Evento	Fuente Documental
		asociados a la línea 7b del metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares
2019	Entre 2019 y 2020, la zona de la Estación del Hospital del Henares ha surgido una serie de incidentes que han obligado en ciertos momentos a su cierre, situación que se volvió a dar en marzo de 2020 y se ha mantenido hasta el mes de julio	Proyecto: Trabajos para la diagnosis y seguimiento geotécnico, con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno asociados a la línea 7b del metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares
16/03/2020	INES Ingenieros Consultores. Trabajos para el estudio geotécnico de la Estación Hospital del Henares; realizado entre el 16 de marzo y el 3 de abril de 2020	Proyecto: Trabajos para la diagnosis y seguimiento geotécnico, con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno asociados a la línea 7b del metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares
26/06/2020	INES Ingenieros Consultores. Trabajos de Geofísica en el entorno de la Calle de La Presa	Proyecto: Trabajos para la diagnosis y seguimiento geotécnico, con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno asociados a la línea 7b del metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares
01/06/2020	INES Ingenieros Consultores. Trabajos para completar el conocimiento geotécnico general de la traza de Metro de la Línea 7B entre las estaciones de San Fernando de Henares y Hospital del Henares. Campaña realizada entre junio y diciembre de 2020, enfocada al conocimiento general de traza y del estado del terreno en el entorno del pozo de ventilación y bombeo del PK 2+890.	Proyecto: Trabajos para la diagnosis y seguimiento geotécnico, con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno asociados a la línea 7b del metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares
2020	Consejería de transportes adjudica contrato de emergencia INES Ingenieros Consultores: Diagnosis y seguimiento geotécnico con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno detectados en las inmediaciones de la línea 7B del Metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares	Proyecto: Trabajos para la diagnosis y seguimiento geotécnico, con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno asociados a la línea 7b del metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares
2020	Entre 2019 y 2020, la zona de la Estación del Hospital del Henares ha surgido una serie de incidentes que han obligado en ciertos momentos a su cierre, situación que se volvió a dar en marzo de 2020 y se ha mantenido hasta el mes de julio	Proyecto: Trabajos para la diagnosis y seguimiento geotécnico, con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno asociados a la línea 7b del metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares
2020	GEOCISA - Informe final de resultados de los trabajos en el pozo de bombeo situado en el pk 2+890 de la línea 7 de metro de Madrid.	Proyecto de Consolidación y/o Estabilización del terreno en una superficie de entre 5.001 y 10.000 m2 afectados por la línea 7b. Modelo Geológico.
2020	INES Ingenieros Consultores - Proyecto Básico de emergencia para la mejora del terreno del entorno del pozo del pk 2+890 de la línea 7b de metro y sellado e inyección del encuentro de la galería del pozo con el túnel	Proyecto de Consolidación y/o Estabilización del terreno en una superficie de entre 5.001 y 10.000 m2 afectados por la línea 7b. Modelo Geológico.
01/02/2021	Estudio Geológico y Geotécnico de la traza de metro Línea 7b	Proyecto: Trabajos para la diagnosis y seguimiento geotécnico, con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno asociados a la línea 7b del metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares
2021	CAM - Proyecto de inyecciones de consolidación en las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini en San Fernando de Henares.	Proyecto de Consolidación y/o Estabilización del terreno en una superficie de entre 5.001 y 10.000 m2 afectados por la línea 7b. Modelo Geológico.



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

SUPERVISADO

SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00

Proyecto de Consolidación y/o Estabilización del terreno en una superficie de entre 5.001 y 10.000 m2 afectados por la línea 7b. Modelo Geológico

Inscrito con el nº : 373

Fuente de datos: la validación de documentos se encuentra a http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR

Secretario del ICQG


Fecha	Evento	Fuente Documental
2021	TRAGSA - Informe de resultados. Investigaciones geotécnicas para la obra de refuerzo de la cimentación en la calle Rafael Alberti N1,3 y presa 4.	Proyecto de Consolidación y/o Estabilización del terreno en una superficie de entre 5.001 y 10.000 m2 afectados por la línea 7b. Modelo Geológico
18/04/2023	El CYII se dirige al Ayuntamiento de San Fernando de Henares comunicando que la Confederación Hidrográfica del Tago les requiere al cesa de agua salobre procedente de la EDAR de Casaquemada en el plazo de un mes	El CYII solicita la desconexión del alcantarillado público de la salida del agua bombeada en el pozo.



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
SUPERVISADO
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00
 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]
 Inscrito con el nº - 373

Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csw/2GQZ1F59L8LNR>

Secretario del ICOG 

Tabla 3. Comentarios técnicos

Fecha	Evento	Comentarios Técnicos
01/12/2003	Consortio Regional de Transportes de Madrid redacta el documento "Actualización del Trazado y Estaciones de la prolongación de la línea 7 de Metro en la Zona Este	
23/02/2004	Firma contrato entre MINTRA y EUROESTUDIOS para la redacción del proyecto de construcción de la infraestructura de prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada-San Fernando de Henares	
01/03/2004	Consortio Regional de Transportes de Madrid redacta el Proyecto Básico de la "Prolongación de la línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares	
01/06/2004	EUROESTUDIOS entrega a MINTRA el "Proyecto de Construcción..."	Se cita en la Memoria y en la testificación de los sondeos la presencia de sales solubles (glauberita) y de huecos en el subsuelo de hasta 2 m de altura. Ello no se reflejó en el resto del proyecto y no se tuvo en cuenta en el diseño . Estudio hidrogeológico insuficiente
30/09/2004	Firma contrato entre MINTRA y "Dragados, S.A." para la ejecución de las obras de Construcción de la infraestructura de prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada-San Fernando de Henares	
25/10/2004	Firma del Acta de Replanteo. Inicio de las obras.	
27/06/2005	Firma contrato entre MINTRA e INTECSA-INARSA para la redacción del "Proyecto Complementario. del Proyecto de Construcción de la Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando"	
01/07/2005	INTECSA-INARSA entrega el "Proyecto Complementario..."	En la testificación de los sondeos se cita la " Serie Salina ", con yeso, magnesita, anhidrita y halita. No se reflejó en la Memoria ni en el resto del proyecto, ni se tuvo en cuenta en el diseño . Estudio hidrogeológico insuficiente.
Marzo-junio 2006		Construcción del pozo de bombeo . La obra se ejecutó en seco, por tanto, en aquella fecha no existía karstificación en ese punto . La tuneladora lo atravesó el 04/06/2006.
25/04/2006	MINTRA aprueba Proyecto Modificado Nº1. del Proyecto de Construcción de la Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando	

 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL] Inscrito con el nº : 373 Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csw/ZGQZ1FS9L8LNR	Secretario del ICOG 

Fecha	Evento	Comentarios Técnicos
2006	Firma contrato entre MINTRA e INTECSA-INARSA para la redacción del "Proyecto Modificado nº1 del proyecto de construcción de la prolongación de la Línea 7 de Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando"	
mar-06	INTECSA-INARSA entrega el "Proyecto Modificado nº 1..."	Se detecta en la testificación de los sondeos una "Secuencia Evaporítica" y se cita halita masiva con síntomas de disolución . Se identifican varios acuíferos colgados en el Cuaternario. Estudio hidrogeológico algo mejor que los anteriores, aunque insuficiente. La permeabilidad en la Unidad Salina es relativamente alta lo cual indica huecos de disolución previos o generados durante los ensayos con agua a presión. Todo ello pasó desapercibido en el resto del proyecto , y se diseñó el pozo de bombeo con pantalla de pilotes discontinuas, un grave error .
05/05/2007	Inauguración de la Línea 7B	
15/05/2007	Firma del Acta recepción de obras entre MINTRA y Dragados	
27/05/2007	Elecciones a la Comunidad de Madrid	
01/09/2007	Datos de bombeo del pozo P.K. 2+890.	Septiembre de 2007 unos 4 l/s . Caudal de agua admisible, dentro de lo previsto en los proyectos
01/03/2008	Comunicados del CYII	Primeras comunicaciones sobre la elevada salinidad del agua que llega la depuradora de aguas residuales de Casaquemada
05/09/2007	Informe de la CAM	El vertido de agua salada constituye un perjuicio constatado a la EDAR de Casaquemada
01/03/2008	EDAR de San Fernando de Henares alertó a Metro de Madrid de la elevada conductividad que presentaban las aguas vertidas al saneamiento desde el pozo de bombeo situado en el P.K. 2+890	
01/03/2008	En marzo de 2008 MINTRA encargó a Dragados que estudiara la problemática surgida. Para ello, Dragados recurrió a Geocisa, quien a su vez suscribió un Convenio de Investigación con la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid y con la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid.	El ICOG no dispone más que del Informe de Atesoramiento Hidrogeológico, uno de los anejos del documento. Por primera vez, se reconoce que la problemática se debe a la presencia de sales solubles y su interacción con el agua subterránea.
05/03/2008	Comunicación del Ayuntamiento	Denuncian los agricultores el secado de pozos en la vega del Jarama
01/05/2008	Datos de bombeo del pozo P.K. 2+890.	Mayo de 2008 unos 30 l/s, se había multiplicado por 7,5 en 6 meses
01/05/2008	GEOCISA. Estudio hidrogeológico en la L7 de metro de Madrid.	Se identifica nuevamente la existencia de sales solubles en el terreno del entorno del pozo.
01/06/2008	Datos de bombeo del pozo P.K. 2+890.	Junio de 2008 unos 60 l/s, se duplicó en un mes
19/06/2008	Informe UCM-UPM. Estudio de seguimiento hidrogeológico de la Línea 7 del Metro de Madrid". Informe de	Desde el final de la obra y después del primer invierno y primavera excepcionalmente lluviosos, el caudal en el pozo de bombeo subió exponencialmente. Por primera vez, se describen claramente dos acuíferos , el de agua dulce



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

SUPERVISADO

SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00

Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo (ET AL)

Inscrito con el nº : 373

Suplente : Carlos de la Cruz

Accediendo a <http://icog.es>

Verificación: CS7G0Z1ES91BLNR

Sección de Estudios del ICOG



Fecha	Evento	Comentarios Técnicos
	Asesoramiento Hidrogeológico. Se identifica la existencia de sales solubles en el terreno del entorno del pozo.	alojado en el Cuaternario, y el salino (o de <i>agua matriz</i>) alojado en la Unidad Salina o Inferior. Se identifican muchas especies minerales solubles y una elevadísima salinidad de las aguas del pozo y los pozos. Por análisis isotópico se demostró que en el pozo se mezclan agua de lluvia con agua matriz 40/60 . El aumento de caudal se atribuye acertadamente a la karstificación de la Unidad Salina . Premonitoriamente, se alerta de la irreversibilidad del proceso , que irá en aumento, con riesgo geotécnico de colapso tanto en el túnel como en las edificaciones. Se recomienda un estudio geotécnico de estabilidad y una auscultación continua y exhaustiva a largo plazo en los edificios del entorno, así como en el túnel del Metro: la naturaleza kárstica del sistema subterráneo impide que puedan descartarse subsidencias y colapsos. Se citan obras de inyecciones. Este informe parece haber sido ignorado en varios otros realizados con posterioridad.
14/08/2008	Geocisa hace un aforo del agua que entraba desde el túnel al pozo del del P.K. 2+890, se obtuvo un caudal de 2 l/s, frente a los 30 l/s de caudal total que se estaban extrayendo del pozo en esa fecha.	Claramente, la mayor parte del agua fluía al pozo desde su entorno inmediato , la aportación del agua infiltrada en el túnel era minoritaria
23/08/2008	Primer cierre de la Línea 7B. Entre 23 y el 31 de Agosto de 2008	
01/03/2008	Documento de "Proyecto de Tratamiento del Terreno y Actuaciones Complementarias...", que contine además la propuesta de continuación de los estudios del terreno mediante estudio hidrogeológico, de durabilidad del hormigón y de auscultación de movimientos del terreno	Contiene varias inexactitudes graves , tales como que la presencia de sales no había sido detectada en los estudios anteriores y que se trata de un problema puntual. La solución propuesta es inyecciones del terreno y forrado con chapa de acero del pozo. El plazo de ejecución de tres meses, era incompatible con la realización de cualquier estudio hidrogeológico útil , ya que se precisa de series de datos piezométricos durante al menos un año hidrológico, y con la auscultación, que ha de constar con series de datos lo más largas posible.
01/05/2009	MINTRA contrata a Dragados la ejecución de las obras de "Tratamiento del terreno y actuaciones complementarias en el entorno del pozo de ventilación y bombeo del PK 2+890 de la ampliación del metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada- San Fernando", cuyo objetivo principal era la impermeabilización de dicho pozo	
15/05/2009	Firma contrato entre MINTRA y "Dragados, S.A." para la ejecución de las obras de 'Tratamiento del terreno y actuaciones complementarias en el entorno del pozo de ventilación y bombeo del PK 2+890 de la ampliación de Metro a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando"	
17/05/2009	Finaliza el plazo de garantía de las obras ejecutadas por Dragados	
	Primer cierre de la línea de Metro	Cierra la línea dos días por hundimientos en el túnel
2009	GEOCISA. Edificio calle Vergara nº 16 Estudio geológico-geotécnico.	



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
SUPERVISADO
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00
 Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]
 Inscripción nº : 373
 Puede consultarse la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR>
 Secretario del ICOG

Fecha	Evento	Comentarios Técnicos
	Estación de Jarama	Graves filtraciones de agua al interior de la estación a través de los muros-pantalla de pilotes
	Primeras auscultaciones mediante nivelación fuera del trazado de la línea, diciembre 2010 - febrero 2011	Gráfico de asientos, los máximos no centrados en el pozo de bombeo y elongados en dirección N-S
01/02/2011	Aparición de grietas en varios edificios cercanos al pozo	Centro dotacional El Pilar, Pablo Olavide - Francisco Sabatini - Rafael Alberti, Lisboa 2 al 10, Parque Dolores Ibarruri, Vergara 16 al 20, Somorrostro 10 al 16, Adolfo Pérez Esquivel 1, Vitoria 17 al 23.
01/02/2011	Ayuntamiento de San Fernando de Henares solicita a MINTRA actuaciones	
01/02/2011	MINTRA encarga un nuevo estudio geotécnico	
01/02/2011	MINTRA encarga a Dragados las obras de emergencia "Inyecciones de consolidación en las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini en San Fernando de Henares", cuya finalidad era detener el deterioro que estaban sufriendo los mencionados edificios	
	DRAGADOS perfora tres sondeos cortos y uno profundo, se mide la evolución piezométrica	La hipótesis inicial de que los asientos se producían por compactación del aluvial debido al drenaje del acuífero superficial no se confirma. Basándose en ello y en los datos de auscultación de 2007, 2009 y 2011, del túnel y su entorno MINTRA emite un informe al Ayuntamiento en el que descarta que los daños en los edificios fuesen debidos a la construcción de la línea, ignorando los informes técnicos anteriores que alertaban de la karstificación de la Unidad Salina . No obstante, se compromete a realizar obras de remediación mediante inyecciones en el terreno.
	Orden verbal de MINTRA a DRAGADOS, por procedimiento de urgencia, para que comience las obras de inyección	Debido a que los asientos se aceleraban y el problema es muy preocupante, la orden la dio D. Jesús Trabado Guijarro de MINTRA
01/05/2011	MINTRA redacta el proyecto de "Impermeabilización de túnel de metro de la Línea 7B, tramo Coslada central - Hospital del Henares"	
01/06/2011	MINTRA encargó a la empresa TEIMPER las obras de emergencia "Impermeabilización del túnel de Metro de la línea 7B entre las estaciones de Costada y Hospital Central"	Tratamiento de las juntas entre dovelas, debido a que comenzaban a producirse, a través de las juntas entre dovelas, entradas de agua al túnel con alto contenido en sales, provocando la precipitación de dichas sales en su interior, afectando con ello al servicio de Metro.
19/06/2011	Inicio de las obras "Impermeabilización del túnel de Metro de la línea 7B entre las estaciones de Costada y Hospital Central"	Tras el cierre de la línea , las obras se hicieron a partir del 19/06/2011, restableciéndose el servicio el 11 de septiembre
04/08/2011	Extinción de MINTRA	Ley 4/2011 de 28 de julio, de extinción de MINTRA



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

SUPERVISADO

SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00

Colegiado : Manuel Lombardero Barco (ET AL)

Inscrito con el nº : 373

Verificando a <http://icog.es/verificado.php?csv/ZGOZ1F50LBNR>



Fecha	Evento	Comentarios Técnicos
01/11/2011	Consejería de Transportes e Infraestructuras de la CAM: "Proyecto de inyecciones de consolidación en las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini en San Fernando de Henares"	Previamente, se había hecho una campaña de medida de asientos (dic. 2010-Feb. 2011) y un sondeo hasta cota 533. Se detectó karstificación de yeso entre las cotas 571-567, justo bajo el contacto con el acuífero aluvial ; el probable frente activo de transformación de glauberita en yeso en el entorno del nivel piezométrico del acuífero salino, cota 554; halita karstificada entre las cotas 542 y 539. Se prevén dos fases de obra, la primera de estabilización mediante inyecciones de mortero para relleno de huecos y zonas blandas, hasta 45 m de profundidad, e inyección selectiva de lechada con tubo-manguito, para compensar asientos (producir ascensos).
01/12/2011	Geocisa – Dragados. Informe recopilatorio. Seguimientos hidrogeológicos en el túnel de la L-7 de metro de Madrid Tramo III, Coslada – San Fernando. Plano de seguimiento de caudales y conductividades en la traza del túnel.	Proyecto P15, el ICOG no dispone de él. El vertido de agua salada constituye un perjuicio constatado a la depuradora de aguas residuales
2011	MINTRA. Informes internos reflejan problemas derivados de las obras ejecutadas	
2011	Trabajos en Edificio Dotacional del Ayuntamiento de la calle de la Presa	Inyecciones de consolidación y compensación e incluso la demolición de algunos edificios en el complejo dotacional El Pilar
2012	Firma contrato con "Dragados, S.A." para la ejecución de las obras de Proyecto de inyecciones de consolidación en las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini	
01/04/2013	USAC - Estación Hospital del Henares. Línea 7 del metro de Madrid. Informe de la situación actual.	
2013	DRAGADOS - GEOCISA - Informe sobre el tratamiento realizado en las calles de Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini en San Fernando de Henares (Madrid).	
01/05/2014	Adjudicación a la empresa Obras Públicas San Emeterio S.A., la "Impermeabilización de túnel de la línea 7B. Tramo: Barrio del Puerto-Hospital del Henares".	Tratamiento de las juntas entre dovelas que no se habían tratado en 2011 con el objetivo de impermeabilizar el resto del túnel
2014	Entre el otoño de 2014 y la primavera de 2015 se detectaron nuevos asentamientos del terreno, así como la aparición de daños en algunos edificios del Complejo Dotacional "El Pilar", cercano al pozo de bombeo del P.K.2+890.	
01/02/2015	Informe de TYPESA para Dirección General de Carreteras e Infraestructuras: "Análisis de la idoneidad técnica del proyecto y la construcción de la prolongación de la Línea 7 de Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada - San Fernando de Henares".	Proyecto P18, el ICOG no dispone de él. El título indica que la CAM cuestiona por primera vez la bondad de los proyectos de construcción. Por parte de TYPESA, el Informe lo redactó un técnico que anteriormente fue de MINTRA , lo cual DRAGADOS recalca en sus alegaciones a la multa impuesta por MINTRA y se recoge en la pg. 12 de la Sentencia del TSJM.

 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo (ET AL) Inscrito con el nº : 373 Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR	Secretario del COG 

Fecha	Evento	Comentarios Técnicos
01/04/2015	GEOCISA - Ejecución de 3 sondeos y prospecciones geofísicas	Citado en P21: se detectaron huecos en el terreno a cotas 557-555 y 540-538. Se detectaron tramos con capas no horizontales ¿falla?
01/07/2015	Consejería de Transportes, Vivienda e Infraestructuras adjudicó a la empresa RODIO-KRONSA las obras de emergencia "Entorno del pozo de ventilación y bombeo PK 2+890 de la línea 7b del metro de Madrid en San Fernando de Henares".	Al comenzar los tratamientos se evidenció que los daños a edificios eran mayores de los esperados, por lo que se hizo un Modificado el 07/04/2017
01/08/2015	RODIO-KRONSA inicia trabajos de estabilización mediante inyecciones.	
01/08/2015	RODIO-KRONSA encarga a MAYO GEOTECNIA estudio geotécnico con sondeos adicionales	
09/10/2015	Diarios de Sesiones de la Asamblea de Madrid (9 de octubre de 2015). Director General de Carreteras e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid	Por primera vez, la CAM reconoce que la problemática no se debe a fallos en la construcción ni a vicios ocultos, sino a la geología de la zona y a la no detección de las sales en los proyectos . Esto último es erróneo, ya los sondeos del Proyecto de Construcción habían detectado sales solubles más de once años antes , sin haberse adaptado los proyectos de construcción a este hecho fundamental.
16/10/2015	MAYO GEOTECNIA entregó el Estudio Geotécnico nº 15195-1, encargado por RODIO-KRONSA	MAYO GEOTECNIA redactó tres informes consecutivos, todos con sondeos y los dos últimos con análisis mineralógicos. No parece que se consultaran todos los estudios anteriores, porque no fue hasta el tercer informe cuando se reconoció la presencia de sales solubles, lo que debía haber llevado a redactar nuevamente los dos primeros, cosa que no se hizo. Por primera vez se hicieron sondeos utilizando salmuera como fluido de perforación . Con gran probabilidad se atravesaron varias capas de sales diversas que se describen erróneamente como yeso transparente o sales de yeso en los dos primeros informes. Se detectaron huecos de disolución a las cotas 568 (base del acuífero aluvial), 557-555 (en el acuífero salino) y 540-538 (acuífero salino)
2015	Se amplía zona de auscultación y llevar a cabo una nueva campaña geotécnica.	Citado en la Sentencia del TSJM, se debe referir a los estudios de MAYO GEOTECNIA. El resultado de esta campaña reveló la existencia de estratos yesíferos combinados con sales muy solubles en cotas próximas al túnel, que no habían sido detectadas, ni por el Proyecto de Construcción original, redactado por Euroestudios, ni por el Proyecto Modificado nº1, redactado por Intecsa-Inarsa, ambos supervisados por MINTRA.
29/02/2016	MAYO GEOTECNIA entregó el Estudio Geotécnico nº 15195-3, encargado por RODIO-KRONSA	Se perforan nuevos sondeos con salmuera y se realizan ensayos mineralógicos en testigos de un sondeo, identificándose glauberita/mirabilita (cota 555-550, por lo cual el frente activo de transformación de la glauberita en yeso se encontraba a esa cota), anhidrita/glauberita (cota 550-542) y halita (por debajo de la cota 542). Se detecta la circulación de agua salina a gran profundidad, con disolución rápida de halita. Se detectaron nuevas cavidades , a las mismas cotas que en la primera fase. Existía un gran cono de descenso piezométrico producido por el bombeo en el pozo.
09/05/2016	CEDEX, inspección del pozo. Identificación de punto de entrada de agua entre dos pilotes	

 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL] Inscrito con el nº : 373 Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csw/ZGQZ1FS9L8LNR	Secretario del ICOG 

Fecha	Evento	Comentarios Técnicos
01/05/2016	Consejería de Transportes, Vivienda e Infraestructuras contrató la ejecución de las obras de "Mejora de la infraestructura de estaciones e instalaciones del túnel en la línea 7b de Metro de Madrid. Tramo: Barrio del Puerto-Henares", con la UTE Estaciones Línea 7B, formada por las empresas Inyma Construcciones y Proyectos, y Grupo Sotoval de Construcciones y Proyectos.	
01/06/2016	Informe del CEDEX para la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras: "Revisión de la documentación de los proyectos de construcción de la prolongación de la línea 7 de metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares en relación con la problemática geotécnica surgida por la presencia de formaciones salinas"	Proyecto P27, el ICOG no dispone de él:
10/06/2016	Comisión de Transportes, Vivienda e Infraestructuras	Probablemente por la evidencia mostrada en el informe del CEDEX, el Director General de Carreteras e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid reconoce que la problemática no se debe a fallos en la construcción ni a vicios ocultos, sino a la geología de la zona y a la no detección de las sales en los proyectos, obviando que ya desde el Proyecto de construcción se habían detectado sales solubles en los sondeos, pero no se les dio importancia
15/06/2016	Dirección General de Carreteras e Infraestructuras de Transporte Colectivo: "Informe técnico sobre posible responsabilidad por vicios ocultos en la ejecución del contrato de las obras: Infraestructura de Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada-San Fernando de Henares"	Dicho documento se basaba en los siguientes informes: P18, realizado por TYPESA, de febrero de 2015, el ICOG no dispone de él; P27, realizado por el CEDEX, de junio de 2016, el ICOG no dispone de él.
27/06/2016	Dirección General de Carreteras e Infraestructuras propuso el inicio de expediente de responsabilidad por vicios ocultos en las obras de construcción de la línea, adjudicadas a DRAGADOS, basándose en el informe emitido por la Subdirección General de Infraestructuras de Transporte Colectivo.	
01/06/2016	Inicio obras "Mejora de la infraestructura de estaciones e instalaciones del túnel en la línea 7b de Metro de Madrid. Tramo: Barrio del Puerto-Henares"	
26/08/2016	Inicio expediente contra DRAGADOS por "vicios ocultos"	
14/09/2016	MAYO GEOTECNIA entregó el Estudio Geotécnico nº 15195-3, encargado por RODIO-KRONSA	Se perforan nuevos sondeos. Se reconocen yeso secundario y glauberita (cota 558-550); anhidrita con glauberita y yeso secundario (cota 550-531); halita (cota 540-537). Se reconoce el infrayacente a las capas con halita y otras sales solubles: lutita gris oscuro compacta con poco yeso/anhidrita, de permeabilidad muy baja, que aparece por debajo de la cota 524. La cota piezométrica en el acuífero salino es 555-556. Se citan varios sondeos en los que las capas no son horizontales ¿falla? ¿colapso kárstico? .

 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL] Inscrito con el nº : 373 Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR	Secretario del COG 

Fecha	Evento	Comentarios Técnicos
2016	Trabajos de recalce de varios edificios en la zona de Rafael Alberti, Sabatini y Nazario Calonge	
2016	GAMMA GEOTECNIA 2016 - informe final sobre las actuaciones realizadas en San Fernando de Henares.	Citado en el P54, es el proyecto P24, el ICOG no dispone de él
2016	SGS 2016 - Informe general sobre las obras en el entorno del pozo de ventilación y bombeo pk 2+890 del metro de Madrid en San Fernando de Henares.	Citado en el P54, es el proyecto P25, el ICOG no dispone de él
2017	OBRAS DE MADRID es encargado por la CAM de la continuación los tratamientos del terreno iniciados en 202015 por RODIO KRONSA, finalizando en noviembre de 2019	Los tratamientos del terreno duraron de agosto de 2015 a noviembre de 2017
2018	Nueva campaña de impermeabilización del túnel	
2018	A partir de 2018 parte de la calle de la Presa entre la zona del Dotacional y el cruce con Rafael Alberti empieza a sufrir procesos de asentamiento en las viviendas	Desde mediados de agosto de 2018 hasta octubre de 2019 se registran numerosas reclamaciones de propietarios, gestionadas por la USAC
09/01/2019	Sentencia TSJM a favor de Dragados	
01/08/2019	FHECOR Ingenieros Consultores. Proyecto de reparación de daños estructurales de la estación “Hospital del Henares” de la línea 7 de metro de Madrid	Proyecto P29, el ICOG no dispone de él. Citado en P49
26/11/2019	UTE SERVICIOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID, contratada por la CAM, presenta informe de daños en edificios de la C/ La Presa	Daños de moderados a graves
03/01/2020	UTE SERVICIOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID, contratada por la CAM, presenta informe general de daños a edificios afectados por la línea	Como consecuencia la Consejería de Transportes dicta orden de contratación de emergencia del proyecto P45
2020	Consejería de Transportes adjudica contrato de emergencia a INES Ingenieros Consultores: Diagnóstico y seguimiento geotécnico con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno detectados en las inmediaciones de la línea 7B del Metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares, que finalizó en 2021	Los asientos del terreno estaban aún activos pese a las obras de remediación anteriores. Se habían producido también desplazamientos en el túnel y galería de conexión pozo-túnel. El fenómeno se aceleró a partir de agosto de 2020, probablemente debido a aumento de permeabilidad por karstificación. Acertadamente, identifica una zona de karstificación justo debajo del contacto Cuaternario-Terciario y, por primera vez, se incide en los cambios mineralógicos glauquerita-yeso y disolución de halita. Se hace hincapié en el agua dulce como elemento catalizador. Se identifica un gran cono de depresión piezométrica en torno al pozo de bombeo.
16/03/2020	INES Ingenieros Consultores. Trabajos para el estudio geotécnico de la Estación Hospital del Henares; realizado entre el 16 de marzo y el 3 de abril de 2020	



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

SUPERVISADO

SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00

Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]

Inscrito con el nº : 373

Se da fe de la autenticidad del documento accediendo a <http://icog.es>

usado net/csv/76071FE0181NF



Fecha	Evento	Comentarios Técnicos
26/06/2020	INES Ingenieros Consultores. Trabajos de Geofísica en el entorno de la Calle de La Presa	Los perfiles geofísicos, hechos por las técnicas de TE, TS y MASW, son de difícil interpretación, en absoluto representativos de una geología con capas subhorizontales. En la TE, las anomalías de Alta Resistividad, posiblemente correspondan a yesos masivo por encima del nivel freático; la fuerte anomalía de Baja Resistividad que aparece por debajo de los 25-30 m de profundidad corresponderá al acuífero salino, por lo cual nada se puede interpretar por debajo de esta profundidad. Los perfiles de sismica TE y MASW dan varias anomalías subverticales de Baja Velocidad difíciles de interpretar.
01/06/2020	INES Ingenieros Consultores. Trabajos para completar el conocimiento geotécnico general de la traza de Metro de la Línea 7B entre las estaciones de San Fernando de Henares y Hospital del Henares.	Campaña realizada entre junio y diciembre de 2020, enfocada al conocimiento general de traza y del estado del terreno en el entorno del pozo de ventilación y bombeo del PK 2+890.
2020	GEOCISA - Informe final de resultados de los trabajos en el pozo de bombeo situado en el pk 2+890 de la línea 7 de metro de Madrid.	
2020	INES Ingenieros Consultores - Proyecto Básico de emergencia para la mejora del terreno del entorno del pozo del pk 2+890 de la línea 7b de metro y sellado e inyección del encuentro de la galería del pozo con el túnel	
01/02/2021	INES entrega el Estudio Geológico y Geotécnico de la traza de metro Línea 7b	Extenso estudio recopilatorio. Achaca los asientos del terreno a una combinación de la compactación del acuífero cuaternario y karstificación y cambio de fases minerales en la Unidad Salina (cosa que ya se sabía). Acertadamente, identifica una zona de karstificación justo debajo del contacto Cuaternario-Terciario. Se definen tres áreas concretas donde se acumulan los asientos. En el Hospital del Henares hay levantamiento del terreno, que se achaca a arcillas expansivas, aunque posiblemente sea debido a que el frente activo de transformación glauberita-yeso esté muy superficial o haya sido modificado por la obra. Las anomalías verticales identificadas por geofísica se explican por fallas, que incluso afectan al Cuaternario más reciente (Aluvial del Jarama), lo cual es difícil de creer. Pero así se explica porque el fenómeno continúa (confirmado por trazadores) pese a haberse impermeabilizado el pozo. Entre el pozo de bombeo y la Estación del Henares, la clave del túnel discurre casi en el contacto Cuaternario-Terciario, lo que agrava la karstificación del yeso y produce asientos detectados por INSAR. Todos los procesos seguirán activos mientras el agua siga entrando en el túnel y se siga bombeando el pozo.
2021	CAM - Proyecto de inyecciones de consolidación en las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini en San Fernando de Henares.	
	KELLER CIMENTACIONES ejecuta una campaña de inyecciones+	<i>Se deduce que se ha realizado una campaña de mejora del terreno con la agresiva técnica de jet-grouting (desaconsejada en zona urbana) en las calles Rafael Alberti y Presa.</i>
	SISMO TERRA, entrega un informe geofísico encargado por KELLER CIMENTACIONES	Geofísica por MASW detecta aumento de la velocidad sísmica en las zonas tratadas, indicando mejora del terreno



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
SUPERVISADO
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00
 Colegiado : Manuel Lombardero Barceló (ET AL)
 Inscrito con el nº : 373
 Documento de acceso público accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR>

Secretario del ICOG 

Fecha	Evento	Comentarios Técnicos
2021	TRAGSA - Informe de resultados. Investigaciones geotécnicas para la obra de refuerzo de la cimentación en la calle Rafael Alberti N1,3 y presa 4.	Tres extensómetros de varilla instalados en sendos sondeos profundos, midieron asentamiento hasta 25 m de profundidad, posiblemente ligado a la karstificación del yeso por encima del nivel freático; y extensión de asentamiento a 40-50 m, posiblemente ligado a la transformación anhidrita-yeso y a la disolución de halita.
29/11/2021	Demolición de los edificios C/Presa 29-31	
	Demolición del edificio C/ Presa 33	
	Demolición de los edificios C/Presa 4 y C/Rafael Alberti 1-3	
2022	Control de asientos	Larga serie de medidas de 2018 a agosto de 2022 de hitos de nivelación en el suelo y regletas en fachadas de edificios. La tendencia de los asientos es siempre creciente, acelerándose a partir de octubre de 2020, pese a los tratamientos de <i>Jet-grouting</i> de febrero-abril. Se volvieron a acelerar a partir de noviembre de 2021 en ciertas zonas, coincidiendo con un aumento del caudal bombeado por el pozo, de 13.000 m3/mes a 42.000 m3/mes (5 l/s a 16l/s)
27/04/2022	Subdirección General de Concesiones, Patrimonio y Conservación emite informe sobre actuaciones de emergencia	Se basa en las lecturas de asientos del terreno realizadas por GETINSA - EIS GUIA (P59)
04/07/2022	Orden de la Consejería de Transportes e Infraestructuras para contratar la "Redacción de proyectos para la estabilización del terreno, impermeabilización, reparación de la superestructura, reparación del sistema de drenaje del túnel, y rehabilitación funcional, estructural o demolición de edificaciones asociadas a la infraestructura de la línea 7B de Metro de Madrid". Presupuesto sin IVA 1.785.000€	Recopila bastantes antecedentes y datos sobre los caudales bombeados en el pozo desde 2019 a 2022. Se propone como contratista a INTEMAC. Los trabajos se dividen en varios proyectos que van desde mejora del terreno a reparación de la superestructura
2022	INTEMAC presenta un Modelo Geológico	Buen estudio, se analiza detalladamente gran parte de la información anterior. Se identifican correctamente las tres grandes unidades geológicas: Aluvial del Jarama , alojando el acuífero de agua dulce; Unidad Salina que aloja el acuífero salino, con la parte superior con yeso secundario (por encima del nivel freático), frente activo de transformación glauberita- yeso, en torno al nivel freático, y parte inferior con glauberita-anhidrita-yeso secundario-halita; y sustrato impermeable de arcilla compacta gris-negra. Los dos acuíferos están interconectados en la zona del pozo de bombeo y por los numerosos sondeos no sellados, así como en las estaciones. El cono de depresión en el entorno del pozo baja hasta la cota 542. En un sondeo a 80 m de distancia está a la 554. Es obvio que se está produciendo una gran pérdida de material por disolución. Se sugiere reinyectar al acuífero salino el agua extraída en el pozo de bombeo
18/04/2023	El CYII se dirige al Ayuntamiento de San Feriando de Henares comunicando que la Confederación Hidrográfica del Tajo les requiere al cesa de agua salobre procedente de la ERAR de Casaquemada en el plazo de un mes.	El agua salada procede del bombeo del pozo de la línea 7 de Metro, por lo que el CYII solicita la desconexión del alcantarillado público de la salida del agua bombeada en el pozo. La primera alerta la dio la EDAR de Casaquemada el 01/03/2008

		ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
		SUPERVISADO
		SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
		CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00		
Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]		
Inscrito con el nº : 373		
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR		
		Secretario del ICOG 

ANEXO II. Resúmenes de los informes revisados

 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00 Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo (ET AL) Inscrito con el nº: 373	Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icoge-madrid.org/verificar
TÍTULO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA PROLONGACION DE LA LINEA 7 DEL METRO DE MADRID A COSLADA Y SAN FERNANDO DE HENARES. TRAMO 3: COSLADA - SAN FERNANDO	
ELABORADO POR: EUROESTUDIOS	
ENCARGADO POR: MINTRA	
FECHA: Junio 2004	
RESUMEN: Es un extenso (más de 5.000 páginas) proyecto de construcción, compuesto por Documento 1: Memoria y Anejos a la Memoria Documento 2: Planos Documento 3: Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares Documento 4: Presupuesto El objetivo fue definir a la perfección la obra de la Prolongación de la Línea 7 de Metro en el tramo entre Coslada y San Fernando de Henares, con el fin de licitarla. Se revisaron la Memoria en su totalidad y, del resto de documentos, aquellos cuya temática podría incidir en el problema que se analiza. La Memoria cita la presencia de glauberita, una sal altamente soluble y cuya reacción con el agua implica disminución de volumen, en seis de los sondeos perforados en la campaña geotécnica. También se detectó un hueco de disolución de más de 2 m de potencia en otro sondeo. Respecto del diseño, es relevante que algunas estructuras verticales, como pozos de ventilación y/o bombeo, se proyectaron con pantallas discontinuas de pilotes, es decir, no impermeables. En el Anejo 6, Geología y Geotecnia, algunos sondeos (SM-30 a SM-35) alineados, pero no situados en la traza, indican un primer cambio de trazado durante la redacción del proyecto. En la testificación de los sondeos se detectaron huecos de disolución y cuevas en varios sondeos a diferentes profundidades. El terreno es yesífero y los ensayos demuestran que el agua subterránea es agresiva al hormigón, pese a lo cual en las Conclusiones y Recomendaciones de dicho Anejo no se previó la utilización de cemento sulforresistente. Tampoco se hace mención alguna a la solubilidad del terreno. En el Anejo 11, para el diseño del drenaje, se establecen, sin cálculo ni justificación alguna, los caudales de infiltración en el túnel: 2,5 l/s/km en el primer tramo y 5 l/s/km desde el pk 2+890 al final. En el Anejo 15, se establece que las subsidencias en el entorno del Ayuntamiento serán importantes (pk 6+930 al pk 7+120), por lo que se prevén inyecciones de cemento-bentonita, sin tener en cuenta que en terreno yesífero como el de San Fernando, la bentonita pierde algunas de sus propiedades, por lo que no es aconsejable utilizarla.	
COMENTARIOS DEL ICOG: En conclusión, el terreno complicado en que se proyectó la obra hubiera exigido un proyecto adaptado a las condiciones peculiares del subsuelo salino, no un proyecto similar al realizado para otras obras del Metro de Madrid con mucho mejor terreno, que es lo que se redactó. La presencia de terreno evolutivo (salino y yesífero), detectado y citado en el Anejo 6, no tuvo repercusión alguna en el resto del Proyecto, ya que no previeron las medidas de corrección necesarias para evitar el ataque al hormigón y la disolución del terreno por alteración del régimen hidrogeológico natural. Es más, algunas de las estructuras proyectadas con pantallas discontinuas de pilotes ignoran la posibilidad de que el agua subterránea se infiltre en ellas produciendo disolución del terreno en su entorno, lo cual fue un grave defecto de diseño.	
ANEXOS: Planos, Presupuesto, Pliego de Condiciones Técnicas y 30 anejos	
MATERIAL PARA VOLCAR EN EL SIG: Situación y columnas de sondeos, piezometría	

		ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00		 Secretario del ICOG
Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]		
Inscrito con el nº: 373		
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.es		

CÓDIGO ICOG: P04

TÍTULO: PROYECTO COMPLEMENTARIO DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 7 DEL METRO DE MADRID A COSLADA Y SAN FERNANDO DE HENARES. TRAMO 3: COSLADA - SAN FERNANDO

ELABORADO POR: INTECSA-INARSA

ENCARGADO POR: MINTRA

FECHA: Julio 2005

RESUMEN:

Es una modificación al Proyecto de Construcción original motivada por una prolongación sustancial del trazado de la línea, cuando ya estaba adjudicada la obra.

El objetivo definir a la perfección la obra de la Prolongación de la Línea 7 de Metro en el tramo entre Coslada y San Fernando de Henares, incluyendo la prolongación, con el fin de licitarla.

Se ha revisado la memoria y los anejos 6, 7, 11, 13 y 14.

La copia que se nos proporcionó es de muy baja calidad y **está muy incompleta**. Concretamente, del Anejo 6 de Geología y Geotecnia, falta casi todo el texto, el plano de situación de sondeos y las siete primeras hojas del perfil geológico-geotécnico. En los nuevos sondeos realizados en este proyecto, se cita la presencia de magnesita, yeso y anhidrita, este último un mineral fuertemente expansivo; también **se detectó la presencia de halita (sal común), muy soluble** y en casi todos ellos lo que llaman **“Serie Salina”** a diferentes profundidades. **Nada de esto se relata en la Memoria**, aunque aparece en la testificación de los sondeos.

COMENTARIOS DEL ICOG:

La copia incompleta del Proyecto da la cual dispone el ICOG hizo que el análisis del documento fuese también incompleto. Aun así, se apunta alguna conclusión.

El terreno complicado en que se ejecutó la obra **hubiera exigido un proyecto adaptado a las condiciones peculiares del subsuelo salino**, no un proyecto similar al realizado para otras obras del Metro de Madrid con mucho mejor terreno, que es lo que se redactó. La presencia de terreno evolutivo (salino y yesífero) detectado, no tiene repercusión alguna en el resto del Proyecto, **ni siquiera se cita en la Memoria. No se previeron las medidas de corrección necesarias para evitar el ataque al hormigón y la disolución del terreno por alteración del régimen hidrogeológico natural.**

ANEXOS: Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, Presupuesto y 28 anejos

MATERIAL PARA VOLCAR EN EL SIG: Situación y columnas de sondeo, piezometría, ensayos de permeabilidad, cálculo de asientos

		ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00		 Secretario del ICOG
Colegiado: Manuel Lombardero Barceló [ET AL]		
Inscrito con el nº: 373		
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.es		

CÓDIGO ICOG: P05

TÍTULO: PROYECTO MODIFICADO Nº1. DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 7 DEL METRO DE MADRID A COSLADA Y SAN FERNANDO DE HENARES. TRAMO 3: COSLADA - SAN FERNANDO

ELABORADO POR: INTECSA-INARSA

ENCARGADO POR: MINTRA - DRAGADOS

FECHA: Marzo 2006

RESUMEN:

Es una modificación al Proyecto de Construcción original motivada por un cambio sustancial del trazado de la línea, cuando ya estaba adjudicada la obra a Dragados.

Se revisaron la Memoria y los anejos 2, 3, 5, 6, 7 y 8.

Para este Proyecto se realizaron nuevos sondeos y sismica pasiva para evaluar los asientos.

Se determina que los acuíferos se alojan en los niveles más arenosos situados en el seno de los materiales más arcillosos, sin más precisiones, citándose hasta cinco niveles. La presencia de agua obligó al cambio del método constructivo del pozo de ataque de la tuneladora. Se cita la agresividad del agua subterránea, pero no se menciona la necesidad de utilizar hormigón sulforresistente.

En el Anejo 2, Geología y Geotecnia, apenas tiene texto (una página): Consiste en el perfil geológico-geotécnico; las columnas de 9 de los 14 sondeos realizados, faltando el resto; las gráficas de los ensayos de penetración dinámica; y los planos de situación. No hay ensayos de laboratorio.

En las unidades geológicas del perfil, falta una, **que es importante pues constituye un sustrato impermeable de la zona: la lutita gris-negra** que existe por debajo de la cota 530, que sin embargo si se describe en la testificación de los sondeos; se detecta y cita en la testificación la presencia de **"Secuencias Evaporíticas"** con anhidrita, magnesita y halita, este último mineral muy soluble; incluso se menciona la existencia de capas de **halita masiva y síntomas de disolución**.

También es importante destacar la potencia del terreno aluvial (que aloja un acuífero) situado en la parte superior, que llega a más de 12 m.

La permeabilidad, medida en los sondeos mediante ensayos Lugeon con agua a presión, es relativamente alta para tratarse de sedimentos arcillosos con sales, **lo cual indica que parte de éstas se disolvieron al realizar el ensayo**.

En el Anejo 8, Análisis de Subsidiencias, se calcula que la subsidencia máxima en el eje del túnel será <25mm. Se prevén inyecciones de compensación de bentonita-cemento, sin tener en cuenta que la bentonita pierde muchas de sus cualidades en terreno yesífero. Se prevé una importante mejora del terreno al paso del túnel bajo el Ayuntamiento de San Fernando.

COMENTARIOS DEL ICOG:

El estudio de la hidrogeología es muy confuso, se citan multitud de niveles de agua, pero no se integra adecuadamente en el capítulo correspondiente.

El pozo de ventilación y bombeo pk 2+890 **se proyecta con una pantalla discontinua de pilotes y, por tanto, no es impermeable**. Los comentarios en la Memoria sobre la problemática de la construcción de los pozos se refieren a la competencia de la roca de yeso y a la dificultad de ejecución, **no se menciona la posibilidad de que sirvan de drenaje de los acuíferos**.

Pese a haberse detectado terreno soluble evolutivo en los sondeos, **ello pasa desapercibido en el resto del Proyecto**. Es más, el pozo de ventilación y bombeo proyectado pone en comunicación el acuífero aluvial superficial con el corazón de la Unidad Salina, lo cual **es un grave problema de diseño**.

La subsidencia máxima calculada en el proyecto, 25 mm, ha sido ampliamente superada por la realidad actual.

En conclusión, el terreno complicado en que se ejecutó la obra hubiera exigido un proyecto adaptado a las condiciones peculiares del subsuelo salino, no un proyecto similar al realizado para otras obras del Metro de Madrid con mucho mejor terreno, que es lo que se redactó. La presencia de terreno evolutivo (salino y yesífero) detectado, no tiene repercusión alguna en el resto del Proyecto, ni siquiera se cita en la Memoria. **No se previeron las medidas de corrección necesarias para evitar el ataque al hormigón y la disolución del terreno por alteración del régimen hidrogeológico natural**

ANEXOS: Planos, Presupuesto, Pliego de Prescripciones Técnicas y 14 anejos.

MATERIAL PARA VOLCAR EN EL SIG: Situación y columnas de sondeos

		ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha: 19/06/2008 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00		
Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL]		
Inscrito con el nº: 373		
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR		
Secretario del ICOG		

CÓDIGO ICOG: P10

TÍTULO: INFORME DE ASESORAMIENTO HUDROGEOLÓGICO

ELABORADO POR: UNIVERIDAD COMPLUTENSE – UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ENCARGADO POR: GEOCISA-DRAGADOS

FECHA: 19/06/2008

RESUMEN:

Este excelente informe se realizó mediante Convenio de Investigación dentro del contrato *Informe de Asesoramiento Hidrogeológico* adjudicado por MINTRA a DRAGADOS, debido a la siguiente problemática:

- Incremento considerable del caudal recogido (3l/s -> 60l/s en un año)
- La depuradora aguas abajo del río Jarama comunicó anomalías en la calidad química de las aguas bombeadas desde el pozo y vertidas al saneamiento, salinidades 6x superior a la del agua del mar, con cloruros procedentes de halitas.
- Se observó que algunos de los pozos ubicados en la misma margen del río Jarama se habían secado.

Se incluye un Modelo Hidrogeológico Conceptual de Flujo Inducido y se analizan de visu y por DRX los minerales solubles/evolutivos de la zona.

El pozo de bombeo y ventilación de la Línea 7 se encuentra ubicado en la zona de contacto entre las facies de transición y las evaporitas del dominio terciario de Madrid. Se trata por tanto de una zona entre margosa y yesífera. De bajas permeabilidad y coeficiente de almacenamiento.

El incremento de los caudales evacuados (de 2 a 60 l/s) es similar al observado en fugas de embalses construidos en materiales yesíferos y puede justificarse por la karstificación del yeso inducida por la circulación subterránea del agua desde el río hasta el pozo.

De la Analítica mineralógica resultó:

- Reconocimiento de halita y yeso en los testigos de los sondeos.
- También thenardita, anhidrita y magnesita.
- Como minerales accesorios se han encontrado pirofilita, magnesita, eugsterita, cuarzo y moscovita.
- Se intuye también la presencia de Mirabilita (Cienmpozuelita) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, Polihalita $\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ y Epsomita (sal de Vaciamadrid) $\text{Mg}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Los análisis realizados delatan la presencia de algunos minerales de la facies típica de las evaporitas miocenas del sur de Madrid, y que según la bibliografía consultada pueden ordenarse de techo a muro de la siguiente manera: Yeso, Thenardita/Glauberita, Halita/Glauberita, Halita.

Esta composición encaja muy bien con las facies litológicas existentes, los minerales identificados, y otros que probablemente estén acompañándolos.

El mayor contenido en cloruros se da en los piezómetros más profundos, que es donde se encuentran las halitas en mayor abundancia. Esto concuerda con la secuencia estratigráfica y mineralógica, que de techo a muro se dispone así: 11 m de gravas y arenas del nivel superior de terraza fluvial; capa de margas y yesos hasta 30 m de profundidad; **tramo de alto contenido en halita entre 39 y 42 m (aunque la halita puede aparecer desde los 20 m de profundidad)**; margas verdosas hasta los 45 m y yesos hasta los 56 m

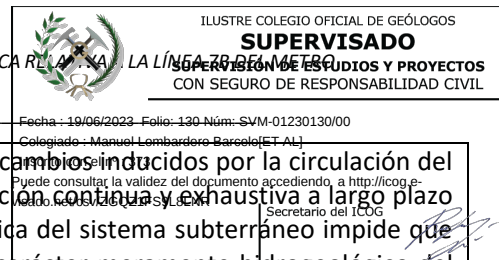
La hidroquímica convencional e isotópica demuestran mezcla de agua dulce-salada en el pozo de bombeo y en los piezómetros.

Consecuencias prácticas de la alteración del flujo subterráneo: La interacción del agua con los minerales detectados en el sustrato yesífero, y con otros que seguramente están presentes, dan lugar a una serie de procesos y reacciones químicas que pueden acarrear consecuencias geotécnicas importantes, **llegando a comprometer la estabilidad del túnel del metro y de las cimentaciones de los edificios circundantes**. Un cálculo aproximado dio que **solamente la disolución de halita produjo 13.500 m³ de huecos en el subsuelo, en cinco meses de 2008**. Se alerta también del proceso de transformación de glauberita a yeso, con reducción de volumen del 28%. Es necesario tener en cuenta la naturaleza de los procesos kársticos, que por concentración de huecos pueden dar lugar a colapsos que afecten tanto a la estabilidad del túnel del Metro como de las edificaciones circundantes.

El hecho de que no se hubiesen producido colapsos importantes hasta la fecha se explicó no sólo por las distintas inyecciones practicadas entonces, sino también por la presencia de un paquete suficientemente grueso de margas superpuesto los yesos.

COMENTARIOS DEL ICOG:

Está clarísimo en este Informe que, tempranamente, **se detectó un grave problema geológico**, cuyas consecuencias después se ha visto que tienen una enorme incidencia económica y social.



Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00
Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL]
Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.es>
Estado: REVISTO Y EXAMINADO
Secretario del ICOG

Desde el punto de vista geotécnico, y habida cuenta de la irreversibilidad de los cambios inducidos por la circulación del agua subterránea, se recomendó hacer un estudio de estabilidad y una auscultación continua y exhaustiva a largo plazo en los edificios del entorno, así como en el túnel del Metro: la naturaleza kárstica del sistema subterráneo impide que puedan descartarse subsidencias y colapsos. Dicho estudio geotécnico escapa carácter meramente hidrogeológico del informe. El estado latente del problema recomienda un seguimiento a largo plazo, enfocado siempre a detectar una posible reactivación del proceso.

	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00	
Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL]	
Inscrito con el nº: 373	
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.es	
Nada más, queda a la espera de la firma del Secretario del ICOG	

CÓDIGO ICOG: P12

TÍTULO: PROYECTO DE TRATAMIENTO DEL TERRENO Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS EN EL ENTORNO DEL POZO DE VENTILACIÓN Y BOMBEO DEL PK 2+890 DE LA AMPLIACIÓN DEL METRO DE MADRID A COSLADA Y SAN FERNANDO DE HENARES. TRAMO 3: COSLADA – SAN FERNANDO

ELABORADO POR: MINTRA

ENCARGADO POR: COMUNIDAD DE MADRID, CONSEJERÍA DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURAS

FECHA: Marzo 2009

RESUMEN:

Se trata de un documento en que se presentan y presupuestan los trabajos de impermeabilización del pozo de ventilación y bombeo, incluyendo asimismo recomendaciones de investigaciones complementarias.

El documento se presenta incompleto, ya que no se dispone de los anejos de la memoria.

El documento describe la detección de **filtraciones de agua con alta salinidad más de dos años después de la finalización de la construcción del pozo de bombeo y ventilación** localizado en el PK 2+890 (C/Rafael Alberti de San Fernando de Henares).

Se describe someramente el problema detectado y la propuesta de remediación, así como un presupuesto de trabajos y la recomendación de que dichos trabajos sean llevados a cabo por la empresa Dragados S.A., ya que fue esta misma empresa la que ejecuto los trabajos de la línea de metro y del pozo de ventilación y bombeo.

Se indica que, tras una inspección tanto al pozo como a la línea de metro como a las estaciones, **no se detectaron filtraciones “masivas” ni en las estaciones ni en el túnel de la línea de metro.**

Se indica que el pozo se construyó mediante una pantalla discontinua de pilotes de diámetro 1200 mm. Se han observado **filtraciones importantes a través del cubeto de bombas**, siendo estas filtraciones **de alta salinidad y elevada concentración de cloruros**. Estas solo pueden asociarse a terrenos de alta solubilidad, como la halita (cloruro sódico). Se indica igualmente, que en el sector del túnel se han detectado precipitaciones de sales en las juntas de las dovelas.

El documento indica que **se trata de un problema puntual localizado en la zona correspondiente al pozo**, no detectado en estudios geotécnicos anteriores y plantea las siguientes investigaciones:

- Campaña intensiva de sondeos
- Auscultación geofísica para verificar la presencia de huecos en el terreno por disolución.
- Estudio hidrogeológico desde el pozo hasta el río Jarama, **dado que se observaron descensos del nivel freático y el secado de varios pozos en la vega del río.**
- Red piezométrica posterior a los trabajos de remediación.

Se indica que la solución adoptada es la impermeabilización del pozo mediante un tratamiento de inyecciones de mortero y lechada que incluyen:

- Inyecciones desde superficie, verticales y hasta una profundidad equivalente a 10 m por debajo de la solera del pozo.
- Inyecciones desde la galería de conexión del túnel con el pozo.
- Inyecciones desde el túnel. Se limpiarán las juntas de las dovelas y se sellarán previamente a los trabajos de inyección de mortero y lechada
- Cubeto de bombas. Tratamiento con resinas acuarreactivas y lechada. Protección mediante muro forro de hormigón. Refuerzo con chapa metálica de 8 mm de espesor tratada mediante resinas como protección ante la agresividad de las aguas.

Adicionalmente a estas obras de remediación, plantea las siguientes acciones:

- Auscultación y control de movimientos en edificaciones en zonas adyacentes al pozo de bombeo.
- Estudio de durabilidad y envejecimiento de los materiales empleados en la construcción del túnel y las estaciones.
- Seguimiento de caudales, conductividades y caracterización de cloruros en el tramo comprendido entre la estación de La Rambla y la de Hospital del Henares, con el fin de detectar posibles afecciones en otras zonas del proyecto.

Finalmente, el documento describe que las obras se adjudicaran a la empresa Dragados S.A. por procedimiento de urgencia sin licitación previa.

Se indica un plazo de ejecución de 3 años con 2 años de garantía y un presupuesto de 2.294.311,99 €.

COMENTARIOS DEL ICOG:

	
ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS	
SUPERVISADO	
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha: 19/06/2023	Folio: 130
Núm.: SVM-01230130/00	
Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL]	
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.es .	
Cadastral de la Propiedad	
Secretario del ICOG	

En la memoria se menciona los siguiente: ***“se trata de un problema puntual localizado en la zona correspondiente al pozo, no detectado en estudios geotécnicos anteriores”***. Sin embargo, esta afirmación no es correcta ya que en estudios de proyecto se identifica la presencia de sales solubles, **lo cual habría permitido anticipar potenciales problemas mediante un adecuado análisis de riesgos, que no se contempló.**

Se indica repetidamente que se trata de un problema puntual, restándole importancia sin un motivo claro, y sin embargo, del propio documento se puede interpretar que **el problema no es puntual:**

- Se indica que hay filtraciones tanto en estaciones como en el túnel, aunque no son “masivas”.
- Se indica la detección de sales en las juntas de las dovelas en el túnel, lo cual indica el carácter salino de las filtraciones en la zona del túnel.
- Se indica que se han observado depresiones del nivel freático y secado de pozos en la vega del río.

Se podría considerar, por tanto, que **en marzo 2009 se tenían indicios de un problema asociado a la disolución de sales y depresión del nivel freático que afectaba a una zona de mayores dimensiones que solo al entorno del pozo de bombeo y ventilación.**

ANEXOS: No se dispone de ellos

	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00	
Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL]	
Inscrito con el nº: 373	
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.es	
LA VILLOSA, 7 DE JUNIO DE 2011 JUAN CARLOS ALBERTI Secretario del ICOG	

CÓDIGO ICOG: P14

TÍTULO: PROYECTO DE INYECCIONES DE CONSOLIDACION EN LAS CALLES PABLO OLAVIDE, RAFAEL ALBERTI Y FRANCISCO SABATINI EN SAN FERNANDO DE HENARES

ELABORADO POR: COMUNIDAD DE MADRID. CONSEJERÍA DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURAS

ENCARGADO POR:

FECHA: Noviembre, 2011

RESUMEN:

Se trata de un documento en que se presentan y presupuestan los trabajos de inyecciones de consolidación para las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini en San Fernando de Henares. Aparentemente, se apoya en un requerimiento previo del Ayuntamiento, una auscultación de asientos del terreno y los datos de un sondeo profundo realizado previamente.

El documento incluye una extensa descripción de antecedentes, así como datos de auscultación de movimientos en distintas edificaciones y el registro geológico-geotécnico de un sondeo profundo.

Los antecedentes descritos en el documento son:

- Diciembre de 2003, el Consorcio Regional de Transportes de Madrid redacta el documento "Actualización del Trazado y Estaciones de la Prolongación de la Línea 7 de Metro en la Zona Este" con vistas a las mejoras de las comunicaciones entre Madrid y la Zona Este (municipios de Coslada y San Fernando de Henares, y distrito de San Blas).
- Marzo de 2004 se redacta el Proyecto Básico de la "Prolongación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares".
- Junio 2004 aprobación del Proyecto de Construcción del Tramo_: Coslada-San Fernando fue redactado por orden de la Dirección General de Infraestructuras del Transporte
- Agosto de 2004, se hace pública convocatoria para la adjudicación por "MINTRA, Madrid Infraestructura del Transporte", mediante concurso por procedimiento abierto, del Proyecto de Construcción de la prolongación de la Línea 7 de Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada- San Fernando de Henares. El presupuesto de licitación ascendía a 181.314.511,57 € con un plazo de ejecución de 30 meses.
- Septiembre de 2004, MINTRA adjudica a DRAGADOS, S.A. la construcción del tramo 3 de METROESTE, procediéndose a la firma del Contrato el 30 de septiembre de 2004. El presupuesto de adjudicación de dicho proyecto ascendió a 168.404.918,34 € con un plazo de ejecución de 20,5 meses.
- Octubre de 2004 se produce la firma del Acta de Replanteo del tramo 3 de la prolongación de la Línea 7, procediéndose al inicio de las obras.
- El pozo de ventilación y bombeo situado en el P.K. 2+890 (C/ Rafael Alberti de San Fernando de Henares) se construyó entre marzo y junio de 2006, pasando la tuneladora por este punto el 4 de junio de 2006. El terreno encontrado fueron gravas, arenas, arcillas y yesos tal y como señalaban los perfiles geotécnicos de proyecto y los elaborados durante la obra, de apoyo y verificación de éste. Es de destacar que la construcción tanto del túnel en esta zona, como del pozo se realizó en seco.
- Mayo de 2007, se realiza inspección de recepción de las obras, con asistencia de representantes de la Comunidad de Madrid, de la Dirección Técnica de MINTRA y del Contratista, levantándose el Acta correspondiente donde se refleja que las obras se encuentran en estado de ser recibidas.
- **Más de dos años después de la ejecución del pozo, se observa la existencia de filtraciones de agua con una salinidad muy elevada, provenientes del terreno circundante al pozo.** Los caudales de bombeo aumentan significativamente y comienzan a aparecer humedades en el túnel, siendo necesario, por tanto, impermeabilizar el pozo y su entorno.
- Mayo de 2009 se redacta el proyecto "Tratamiento del terreno y actuaciones complementarias en el entorno del pozo de ventilación y bombeo del P.K. 2+890 de la ampliación de la Línea 7 del Metro de Madrid a Coslada y San Fernando de Henares. Tramo 3: Coslada-San Fernando" con el objeto de definir y valorar las obras necesarias para impermeabilizar el pozo y su entorno y minimizar los caudales bombeados. Ese mismo mes se adjudican los trabajos a Dragados S.A. por un presupuesto de 2.294.311,99 € y un plazo de tres meses.
- **Febrero de 2011 el Alcalde-Presidente de San Fernando de Henares solicita a MINTRA que realice urgentemente estudios geológicos e hidrogeológicos del subsuelo de San Fernando de Henares** en el entorno del túnel del Metro y se investiguen las afecciones que está generando.
- MINTRA encarga a DRAGADOS la realización de tres sondeos cortos en las gravas para ver su evolución (carga-descarga en periodos lluviosos) pensando que los movimientos inducidos en estas por la variación del nivel freático sean las que producen los movimientos de los edificios colindantes al pozo del P.K. 2+890. También

encarga la realización de un sondeo profundo con extracción de testigos para conocer las características de los terrenos en profundidad y detectar posibles oquedades.

- MINTRA indica que el análisis de las investigaciones complementarias y de los datos de auscultación disponibles refleja que los movimientos de los edificios de las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini no se deben a la presencia de la infraestructura de la Línea 7b del Metro de Madrid. Se indicó que en los datos auscultados no se aprecian movimientos verticales ni horizontales que puedan haber inducido efectos negativos en los edificios del entorno. MINTRA concluye que, de acuerdo con las previsiones de los proyectos, ni en la fase de ejecución de las obras, ni posteriormente, se han medido parámetros u observadas circunstancias a las que puedan ser atribuidos los daños indicados.
- No obstante, a la vista de los datos topográficos de subsidencias y asentamientos que se obtienen durante el periodo de estudio, MINTRA se compromete con el Ayuntamiento de San Fernando de Henares y con los vecinos, a la consolidación del subsuelo mediante inyecciones y a la posterior reparación de las viviendas.
- D. Fernando Díez Rubio (USAC, Unidad de Auscultación Seguimiento y Control perteneciente al MINTRA. Comunidad de Madrid) solicita a DRAGADOS que contrate y coordine los trabajos a realizar. Puesto que los datos de la auscultación indican descensos cada vez más acelerados de los edificios, empezando a ser preocupantes y que pudiera llegar a producir daños estructurales
- Marzo 2011 el consejero delegado de MINTRA D. Jesús Trabada Guijarro ordena verbalmente a DRAGADOS el inicio de los trabajos.

Para mitigar los movimientos detectados en las calles Pablo Olavide, Rafael Alberti y Francisco Sabatini se describe el tratamiento propuesto por D. Fernando Díez Rubio (USAC), consistente en las siguientes fases:

- Fase 1. **Estabilización de asientos**, mediante rellenos de posibles huecos y zonas blandas, **con una inyección de mortero de cemento**, a través de perforaciones de hasta 45 metros de profundidad.
- Fase 2. **Inyección selectiva de lechada de cemento** por medio de tubos de acero con manguitos, **para compensar parte de los asientos producidos**.

Finalmente, el documento describe que las **obras se adjudicaran a la empresa Dragados S.A. por procedimiento de urgencia** sin licitación previa. Se indica un plazo de ejecución de 3 años con 2 años de garantía y un presupuesto de **1.341.245,23 €**.

En el Anexo 1 se reproduce un **escrito del 11/002/2011 del Ayuntamiento de San Fernando de Henares a MINTRA**, instando a realizar todos los estudios necesarios para una buena caracterización del subsuelo, un Estudio de Vertidos, Inspecciones, Estudios y Reparaciones de desperfectos en edificios, y estudio de seguridad de los mismos. Se indica también que **METRO había incumplido la Ley 10/1993 sobre Vertidos Líquidos Industriales** y no haber solicitado la correspondiente licencia de vertido. El documento del Ayuntamiento describe pormenorizadamente los daños:

- Desde agosto de 2007, el Canal de Isabel II comunica que en la EDAR de Casaquemada se registra un vertido que provoca una fuerte inhibición y desfloculación del tratamiento biológico de la planta.
- 5 de octubre de 2007, la Comunidad de Madrid emite informe en el que concluye que los vertidos bombeados al SIS (Sistema Integral de Saneamiento) por la línea 7 de METRO en San Fernando de Henares suponen un perjuicio constatado para la infraestructura de depuración.
- Desde 25 de marzo de 2008 constan en el Ayuntamiento denuncias sobre secado de pozos por los Agricultores de la Vega de San Fernando.
- El Ayuntamiento comunica MINTRA estas incidencias y ante la falta de acciones por parte de MINTRA, se inicia un expediente sancionador.
- Mayo de 2009, se iniciaron los trabajos de tratamiento del terreno para la impermeabilización del pozo de ventilación y bombeo en el PK 2+890 de la línea 7 en la calle Rafael Alberti. Tras los trabajos de impermeabilización se consiguió anular la aportación de agua que surgía en el pozo y recuperar el nivel freático.
- En el verano de 2009 el Metro permaneció cerrado dos días a causa hundimiento en el túnel.
- En abril de 2010 se producen de nuevo importantes filtraciones de aguas a través de los muros pantalla de pilotes que forman la Estación de Metro Jarama en la zona del túnel contigua a los andenes. Para evitar dichas filtraciones en el momento de la inspección se estaba ejecutando un muro de hormigón adosado a los pilotes existentes. Se pretende ejecutar un segundo muro de hormigón, a una distancia de 80 cm. del anterior, formando una especie de cámara bufa de grandes dimensiones. Las filtraciones de agua se bombeaban posteriormente al saneamiento municipal.
- En esas fechas tuvieron también problemas de filtraciones las estaciones de Henares y Hospital.

Desde la puesta en servicio de la línea 7 se recibieron y remitieron a MINTRA numerosas denuncias de las diversas patologías en los edificios colindantes con el túnel, estas patologías van desde grietas en las fachadas, aumento de la

anchura de las juntas de dilatación, movimientos anormales de los edificios, hasta asientos diferenciales en la cimentación que han obligado a actuaciones de emergencia para la consolidación del terreno por parte del Ayuntamiento. Se realizaron inspecciones conjuntas con MINTRA y se instalaron sistemas de auscultación de movimientos.

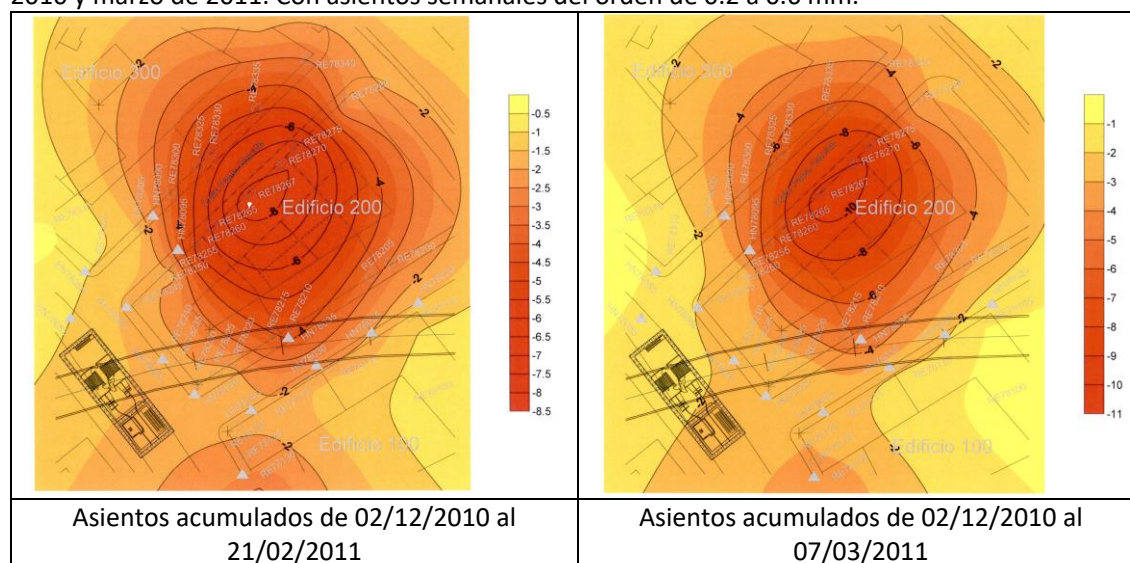
Con fecha de febrero de 2011 las edificaciones afectadas son: Colegio El Pilar, Bloques de Viviendas entre las calles Pablo Olavide, Francisco Sabatini y Rafael Alberti, Edificios de Calle Lisboa 2 a 10, Parque Dolores Ibarruri, Edificios de Vergara 16, 18 y 20, Edificios de Somorrostro 10 a 16, Adolfo Pérez Esquivel 1, y Vitoria 17a 23.

El **Anexo 2** incluye gráficas de control de asientos en distintas zonas de las arriba mencionadas calles. Las medidas están realizadas entre diciembre de 2010 y febrero de 2011. **No se proporciona interpretación de los datos.**

En general, los datos muestran asientos inferiores a 5 mm por el periodo de un año. Sin embargo, **todas las gráficas muestran una tendencia no estable.**

Los datos recogidos en los puntos de control de la calle Pablo Olavide (pares) muestran un asiento acumulado de casi 10 mm en un año. Igualmente, se observa que la tendencia no está estabilizada.

El anexo muestra también mapas de asientos en las proximidades de la línea 7 de Metro. En concreto entre los denominados Edificio 200 y 300 se observan una cubeta de asientos mayores a 10 mm acumulados entre diciembre de 2010 y marzo de 2011. Con asientos semanales del orden de 0.2 a 0.6 mm.



El anexo incluye el registro geológico geotécnico de un sondeo (S78T-01) ejecutado en la zona en que se han detectado las afecciones en la calle Pablo Olavide.

El sondeo describe terrenos granulares hasta una profundidad de 10 m, tras la cual se identifican depósitos de arcillas con yesos, **con potenciales niveles de disolución** centimétricos y presencia de agua.

Las arcillas con yesos se presentan en capas métricas en las que alternan la predominancia de yesos o arcillas.

A los 25 m se indican indicios de sal, pero no se describen. **Entre los 38.95 y 39.5 m se identifica un nivel de sal, posiblemente halita con signos de disolución** que se achacan como consecuencia del agua de perforación. Se indica que a los 39 m se pierde el agua de perforación, síntoma de una gran cueva o cavidad.

COMENTARIOS DEL ICOG:

EL documento se encuentra incompleto. Sobre los datos de nivelación y el sondeo descrito no se proporcionan coordenadas que permitan su ubicación.

MINTRA establece en los antecedentes que los datos de auscultación y los registros de sondeos sugieren que los daños reportados por el Ayuntamiento de San Fernando no son consecuencia de las obras del Metro. Sin embargo, no se proporciona el análisis realizado para poder ser contrastado.

Se destaca que con los tratamientos realizados en 2009 en el pozo de ventilación y bombeo se consiguió controlar las filtraciones. Sin embargo, **nuevas filtraciones se detectan en 2009 en el metro y en 2010 en la Estación de Metro Jarama** en la zona del túnel contigua a los andenes.

De acuerdo a las denuncias recogidas por el Ayuntamiento de San Fernando, se han observado problemas desde 2007, año en que finalizaron las obras de la Línea de Metro.

MINTRA indica que no se aprecian movimientos verticales ni horizontales que puedan haber dañado los edificios del entorno como consecuencia de las obras de la línea 7 de Metro, en evidente contradicción con los datos de auscultación, que indican movimientos rápidos y continuos.

		ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00 Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo[ET AL] Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.es Resolución: 19/06/2023		Secretario del ICOG
Es también llamativo que, tratándose de un problema de urgente solución, MINTRA se demorase 10 meses desde la recepción del escrito del Ayuntamiento hasta la redacción del Proyecto de remediación que aquí se resume.		
ANEXOS: 3 anexos		
MATERIAL PARA VOLCAR EN EL SIG: Localización y columnas de sondeo, datos de nivelación		

		ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00		
Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL]		
Inscrito con el nº: 373		
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR		
		Secretario del ICOG 

CÓDIGO ICOG: P21

TÍTULO: ESTUDIO GEOTÉCNICO Nº 15195

ELABORADO POR: MAYO GEOTÉCNICA

ENCARGADO POR: RODIO-KRONSA

FECHA: Octubre 2015

RESUMEN:

Dentro del contrato “Obras en el entorno del pozo de ventilación y bombeo pk. 2+890 de la línea 7b del Metro de Madrid. San Fernando de Henares (Madrid)”, estudio encargado por RODIO-KRONSA para optimizar los tratamientos del terreno que dicha empresa iba a acometer.

Menciona la existencia de un trabajo anterior de GEOCISA, de 2015, con tres sondeos (hasta 45 m), Sísmica Pasiva y Tomografía Eléctrica, en el cual se detectaron huecos en el subsuelo a 23-25 m y a 40-42 m.

En el Estudio se perforaron 8 sondeos (N-1 a N-8), hasta 70m, utilizando salmuera a saturación como fluido de perforación. Se inspeccionaron con cámara de video. Se detectaron varios tramos de la Unidad Salina con estratificación no horizontal. No hubo ensayos mineralógicos, y en la testificación de los sondeos no se menciona la presencia de sales solubles, como la halita, no así en el texto del informe.

Se concluye que existen tres niveles de cavidades producidas por disolución: de 11,70 a 12,5 m (base del acuífero aluvial); de 23,4 a 26 m (aproximadamente cota 555,5, acuífero profundo); y a 40-42 m de profundidad, asociado a niveles de halita, con circulación de agua. El nivel freático se sitúa entre las cotas 551,5 m y 553,6 m.

Se recomiendan inyecciones de cemento subhorizontales en la base el aluvial, desde el pozo de ventilación y bombeo e inyecciones bajo la contrabóveda, mediante perforaciones inclinadas o desde el propio túnel.

COMENTARIOS DEL ICOG:

El estudio es útil, y contribuye en buena medida al conocimiento del subsuelo en el entorno del pozo de ventilación y bombeo.

La utilización a lo largo del informe de las cotas absolutas, unas veces, y las profundidades hace difícil la lectura e interpretación de los datos.

La denominación de los sondeos en el texto y representación de la columna (N-x) no coincide con la de las fotografías del testigo (SR-x). No se ha estudiado el testigo con el detalle suficiente, solamente se menciona como sal el yeso: Sin embargo, en las fotografías de los testigos de sondeo **hay varios tramos semi-disueltos que parecen ser halita o glauberita, que se describen incorrectamente como “yeso transparente” y como “sales de yeso”**.

Los perfiles geológicos se han representado de forma realista, es decir con la misma escala horizontal y vertical. Sin embargo, la interpretación realizada en alguno de ellos no es correcta, **con algunos errores geológicos** en la correlación entre sondeos.

Respecto de los niveles freáticos medidos, el estudio menciona la entrada de agua a los sondeos a varias profundidades, por lo que, al no haberse construido piezómetros puntuales (es decir, que miden a una profundidad concreta), realmente lo que se está midiendo es un potencial hidráulico intermedio entre el acuífero aluvial y el acuífero profundo; y este último, al estar alojado en una formación poco permeable, ha de ser considerado como semi-confinado, por lo que el nivel piezométrico no tiene por qué coincidir con el nivel freático. **Nada de esto se comenta en el Estudio.**

En los ensayos, **no se hicieron determinaciones de la mineralogía**, aspecto fundamental para conocer la naturaleza de las sales presentes. El análisis de sales solubles arroja valores relativamente bajos, lo cual no es coherente con la presencia de halita, citada en el texto del Informe; ello indica que **el muestreo no fue totalmente representativo**.

Todos los análisis de aguas subterráneas indican **fuerte agresividad al hormigón**, el Informe debería haber recomendado el uso de cemento SR en las inyecciones.

En conclusión, **aunque el Estudio aporta datos muy interesantes**, como por ejemplo la presencia generalizada de huecos de disolución a tres cotas diferentes, no se han analizado lo suficiente y por ello **se queda corto en conclusiones y recomendaciones**.

ANEXOS: 3 anexos

MATERIAL PARA VOLCAR EN EL SIG: Situación y columna de sondeos, situación de piezómetros, perfiles geológicos, análisis químicos de aguas.

		ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00		
Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL]		
Inscrito con el nº: 373		
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR		
Secretario del ICOG		

CÓDIGO ICOG: P22

TÍTULO: ESTUDIO GEOTÉCNICO Nº 15195-2

ELABORADO POR: MAYO GEOTÉCNICA

ENCARGADO POR: RODIO-KRONSA

FECHA: Febrero 2016

RESUMEN:

Dentro del contrato “Obras en el entorno del pozo de ventilación y bombeo pk. 2+890 de la línea 7b del Metro de Madrid. San Fernando de Henares (Madrid)”, segunda parte del estudio encargado por RODIO-KRONSA para optimizar los tratamientos del terreno que dicha empresa estaba iniciando, que sigue a la primera, de fecha octubre de 2015. Su objetivo es definir la estratigrafía y las propiedades de las formaciones atravesadas, como apoyo a la campaña de mejora del terreno llevada a cabo por RODIO-KRONSA. Los objetivos y gran parte del texto y figuras del Informe son idénticos al de la primera fase.

En el Estudio se perforaron 8 nuevos sondeos (PZ-x'E y SH-x'E) hasta 49m, **utilizando salmuera a saturación como fluido de perforación**. Se inspeccionaron con cámara de video.

En seis de los sondeos se instaló un **piezómetro puntual** y en los dos restantes, tubo-manguito para ser usado posteriormente en la campaña de inyecciones de RODIO-KRONSA. También se menciona la reperforación de un sondeo antiguo en un lugar vagamente identificado como “patio colegio”, con instalación de piezómetro puntual (de 39 a 45 m de profundidad), aunque éste no vuelve a ser citado en el resto del Informe.

Las columnas de sondeo no indican los tramos de tubería ciega y filtrante instalada.

Como novedades respecto al estudio de primera fase, se incluyen varias láminas de ubicación de la zona de estudio sobre mapas fisiográficos e hidrológicos; se realizaron cinco ensayos de bombeo en otros tantos piezómetros, de los cuales solamente uno puede ser considerado representativo; el resto fallaron por interrupciones en el bombeo, por ser éste demasiado breve o por no ser el caudal suficiente; y **se realizaron determinaciones mineralógicas en un solo sondeo (SH-1'E) en muestras tomadas a seis profundidades, “por petición expresa de la dirección facultativa de las obras”; se identificaron diversas sales solubles, como glauberita/mirabilita (-25 a -30 m), anhidrita/glauberita (-30 a -38 m), y halita (por debajo de -38), en porcentajes del 8% al 93%.**

Se presenta una tabla-resumen de las cavidades producidas por disolución detectadas, que, en general, coinciden con las cotas ya detectadas en la primera fase y en el estudio anterior de GEOCISA: inmediatamente bajo la base del acuífero aluvial; de 22,5 a 26 m (aproximadamente cota 555,5, acuífero profundo); y a 40-42 m de profundidad, asociado a niveles de halita, con circulación de agua. El nivel freático se sitúa entre las cotas 551,3 m y 567,6 m. El bombeo del pozo produjo un gran cono de depresión del nivel piezométrico.

Se concluye también que **el aporte de agua a los sondeos de >40m “de las capas profundas del terreno es importante”**. Y que **la conductividad eléctrica** ligada a la disolución del “nivel de halita a las cotas -38 y -41” **es elevadísima en dos de los sondeos, a 44 y 48 m de profundidad.**

El estudio es útil, y contribuye en buena medida al conocimiento del subsuelo en el entorno del pozo de ventilación y bombeo.

La redacción y presentación del informe son mejorables, con dos apartados (4.4 Ensayos de Bombeo y 4.6 Ensayos Mineralógicos y Petrográficos), incrustado en la parte central del mismo en páginas sin numerar; hubiera sido preferible adjuntarlos como anejos. La utilización indistinta a lo largo del informe de las cotas absolutas y de las profundidades hace difícil la lectura e interpretación de los datos, incluso más que en el Informe de la primera fase.

Los perfiles geológicos se han representado con diferente escala horizontal y vertical, lo que dificulta su interpretación.

Respecto de los niveles piezométrico medidos, **no se proporciona el esquema de instalación de los seis piezómetros puntuales** ni se describe la ubicación del tramo filtrante, por lo que no se sabe con seguridad a que acuífero pertenecen; el acuífero inferior, al estar alojado en una formación poco permeable, ha de ser considerado como semi-confinado, por lo que el nivel piezométrico no tiene por qué coincidir con el nivel freático. **Nada de esto se comenta en el Estudio**. Con los datos existentes **se podría haber dibujado un plano de isopiezas**, no fue así.

La presencia generalizada de huecos de disolución y la confirmación de existencia en la Unidad Interior de las muy solubles sales glauberita, mirabilita, anhidrita y halita no se analizó lo suficiente. El estudio mineralógico confirmó la presencia de tales sales en la Unidad Inferior. Pese a ello, en el texto y anejos del Informe se menciona solo brevemente, siendo lo más frecuente que se describan como “roca de yeso”, “yeso cristalizado” o “yeso transparente”. En las columnas de sondeo mencionan como “agregado salino” en cuatro de los ocho sondeos, con potencia métrica. **La constatación de la presencia de sales muy solubles en tales sondeos debiera haber estado seguida de la retestificación los del estudio de primera fase y corrección de los perfiles geológicos, redactándose una segunda versión del mismo.**



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

SUPERVISADO

SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00

Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]

Se puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.es>

Secretario del ICOG

La presencia conjunta de glauberita y mirabilita a 26 m de profundidad es un dato de suma importancia, que pasó desapercibido al autor del estudio, ya que indica que el frente activo de transformación de la glauberita en yeso (producto final) se encontraba a esa profundidad en el sondeo muestreado cuando éste se perforó. Todos estos factores no son analizados en el Estudio: aparentemente, sus autores no se percataron que todo el yeso es secundario (pese a que lo dice la Memoria de la hoja MAGNA), procede de glauberita mediante un proceso de transformación mineralógica (con importante cambio de volumen) que se acelera por el aporte de agua dulce.

Todos los análisis de aguas subterráneas indican fuerte agresividad al hormigón, el Informe debería haber recomendado el uso de cemento SR en las inyecciones.

En conclusión, **aunque el Estudio aporta datos muy interesantes, peca de descriptivo: se queda corto en conclusiones y recomendaciones.**

ANEXOS: 3 anexos

MATERIAL PARA VOLCAR EN EL SIG: Situación y columna de sondeos, situación de piezómetros, perfiles geológicos, análisis químicos de aguas.

		ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00		
Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL]		
Inscrito con el nº: 373		
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR		
Secretario del ICOG		

CÓDIGO ICOG: P23

TÍTULO: ESTUDIO GEOTÉCNICO Nº 15195-3

ELABORADO POR: MAYO GEOTÉCNICA

ENCARGADO POR: RODIO-KRONSA

FECHA: Septiembre 2016

RESUMEN:

Dentro del contrato «Obras en el entorno del pozo de ventilación y bombeo pk. 2+890 de la línea 7b del Metro de Madrid. San Fernando de Henares (Madrid)», tercera parte del estudio encargado por RODIO-KRONSA para optimizar los tratamientos del terreno que dicha empresa estaba realizando, que sigue a la primera, de fecha octubre de 2015 y a la segunda, de fecha febrero de 2016.

Gran parte del texto y figuras del Informe son idénticos a los de los informes anteriores.

En el Estudio se perforaron dos sondeos (PZ-12E y PZ-13E) hasta 69,3m de profundidad (cota 513), utilizando salmuera a saturación como fluido de perforación. Se inspeccionaron con cámara de video. La considerable longitud de uno de los sondeos permitió conocer que el infrayacente a las capas de arcillas yesífera, con halita y otras sales solubles, es una lutita gris oscuro con pequeñas inclusiones de yeso/anhidrita, compacta, que aparece por debajo de la cota 524.

En los dos sondeos se instaló un piezómetro puntual que mide el potencial hidráulico a las cotas 545-535 y 560-570, es decir, en el acuífero salino/salobre alojado en la Unidad Inferior. Las cotas piezométricas medidas fueron 555,14 y 556,51, muy probablemente influidas por la cercanía al pozo de bombeo y ventilación. Se realizaron sendos ensayos de bombeo, ambos fallidos por insuficiente caudal de la bomba. Durante ambos ensayos, la salinidad del agua (medida por su conductividad eléctrica), creció rápidamente (se cuadruplicó), al extraerse el agua del sondeo y entrar agua salina/salobre del acuífero. **Ello indica conexión entre el acuífero aluvial de agua dulce y el acuífero salino de la Unidad Inferior**, al menos en el entorno del pozo de ventilación y bombeo.

Se realizaron determinaciones mineralógicas “por petición expresa de la dirección facultativa de las obras”, en el sondeo PZ-12E, sobre 12 muestras tomadas desde la cota 560 a la cota 531. Por primera vez, **se identifica correctamente el yeso como una especie mineral secundaria**, es decir, como el residuo final de la transformación de glauberita. Y, también por primera vez, se cita “las complejas secuencias de transformación de glauberita a yeso secundario, de yeso a anhidrita y de anhidrita a yeso”.

En el Informe se detallan tres niveles con diferentes especies minerales predominantes.

- **Cota 558-550. Yeso secundario y glauberita**
- **Cota 550-531. Anhidrita, con algo de glauberita y yeso secundario**
- **Cota 540-5537. Halita con algo de anhidrita**, que según el Informe se describió previamente como “cristales y/o agregados cristalinos transparentes”

En la descripción de las unidades geológicas, la Unidad Inferior (Facies Central en el Informe) es “alternancias de arcillas grises bastante plásticas y yesos cristalizados”, obviándose la presencia de sales solubles. Se citan varios niveles en los que la estratificación no es horizontal, achacándolo a “reajustes en los estratos por disoluciones”.

En los ensayos de laboratorio, **tanto el suelo como el agua subterránea resultan ser agresivos al hormigón**.

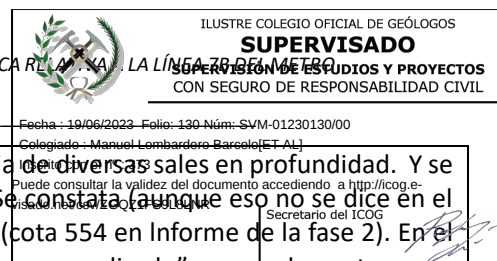
En las Conclusiones, se presenta una tabla de disoluciones y cavidades a diferentes profundidades, concluyéndose que **“existe un nivel de oquedades generalizado y extensible a toda la zona a la cota aproximada 555,5”**, atribuido al contacto entre los “yesos cristalizados” y las “sales altamente solubles (halita)”. Ello contradice a otros apartados del Informe, que citan yeso y glauberita, no halita.

El estudio es útil, y contribuye en buena medida al conocimiento del subsuelo en el entorno del pozo de ventilación y bombeo

La redacción y presentación del informe son mejorables, con un extenso informe de Ensayos Mineralógicos y Petrográficos, incrustado en la parte central del mismo en páginas sin numerar; hubiera sido preferible adjuntarlo como anejo. La utilización indistinta a lo largo del informe de las cotas absolutas y de las profundidades hace difícil la lectura e interpretación de los datos.

Los perfiles geológicos se han representado con diferente escala horizontal y vertical, lo que dificulta su interpretación.

Respecto de los niveles piezométrico medidos, son coherentes con los del resto de los piezómetros perforados anteriormente; gracias a los fallidos ensayos de bombeo (de los cuales no se presenta resultado gráfico, solamente el listado de cotas piezométricas), **se constata la existencia de mezcla de agua dulce del acuífero aluvial superior con el agua salobre del acuífero inferior**. Este último, al estar alojado en una formación poco permeable, ha de ser considerado como semi-confinado, por lo que el nivel piezométrico no tiene por qué coincidir con el nivel freático. **Nada de esto se comenta en el Estudio**. Con los datos existentes se podría haber dibujado un **plano de isopiezas**.



Por primera vez, los ensayos mineralógicos permiten dibujar un perfil de existencia de diversas sales en profundidad. Y se identifica el yeso que aparece en los testigos de sondeo como yeso secundario. Se constata aunque eso no se dice en el texto) que **la capa activa de yesificación se encuentra entre las cotas 555 y 550** (cota 554 en Informe de la fase 2). En el Informe de la Fase 3 no lo identifica capa activa, sino como “nivel de oquedades generalizado”, ya que los autores no interpretan el fenómeno de yesificación de la glauberita. Se persiste en llamar a las sales solubles con eufemismos tales como “yeso cristalizado” o “yeso transparente”.

La constatación de la presencia de sales muy solubles en los sondeos debiera haber estado seguida de la retestificación los del estudio de primera fase y corrección de los perfiles geológicos de las dos fases anteriores, redactándose una segunda versión de los mismos que diferencie las capas salinas.

Con tales perfiles corregidos, hubiese sido posible hacer la **reconstrucción 3D de la geología de la Unidad Salina Inferior** en el entorno del Pozo de Ventilación y Bombeo.

Todos los análisis de aguas subterráneas indican fuerte agresividad al hormigón, el Informe debería haber recomendado el uso de cemento SR en las inyecciones. Incluso, dada la presencia de halita (ion Cl⁻), de cemento MR.

En conclusión, **aunque el Estudio aporta datos muy interesantes**, peca de descriptivo: **se queda corto en conclusiones, recomendaciones y en información gráfica del subsuelo.**

ANEXOS: 3 anexos

MATERIAL PARA VOLCAR EN EL SIG: Situación y columnas de sondeo, caudal de agua durante ensayos de bombeo, perfiles geológicos, análisis mineralógicos, análisis químicos de aguas.

		ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00		
Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]		
Inscrito con el nº: 373		
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.es		
Escad nº: 2023-011FS9L8LNR		Secretario del ICOG

CÓDIGO ICOG: P38

TÍTULO: NOTA TÉCNICA: TRABAJOS DE GEOFÍSICA EN EL ENTORNO DE LA CALLE DE LA PRESA

ELABORADO POR: SISMOTERRA - INES Ingenieros Consultores

ENCARGADO POR: CONSEJERÍA DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID

FECHA: 04/06/2020

RESUMEN:

La Nota describe una campaña de prospección geofísica, realizada dentro del contrato “*Trabajos para la diagnosis y seguimiento geotécnico, con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno asociados a la línea 7b del metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares*”, contratado de emergencia a INES por la Consejería de Transportes e Infraestructuras en junio de 2020.

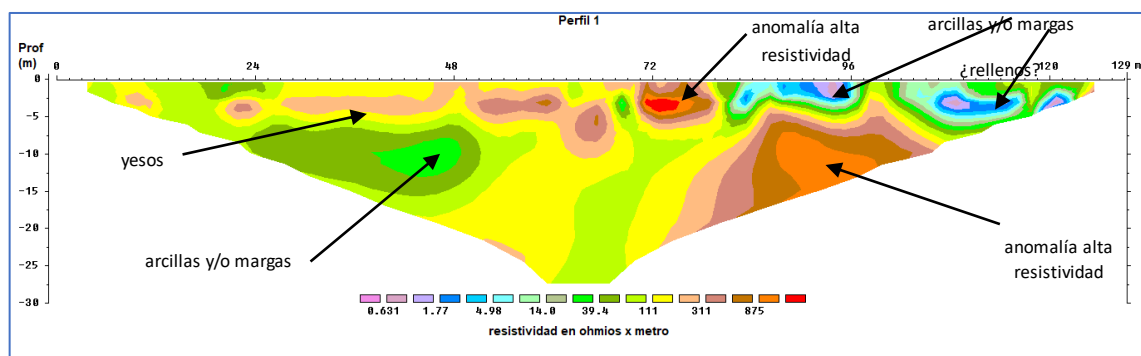
El documento presenta una campaña de investigaciones geofísicas a lo largo de la traza de Metro, entre la zona de la calle de la Presa y el Hospital del Henares. Los estudios se concentran en esta zona ya que en la calle de la Presa se han detectado numerosos daños en viviendas y porque en sus inmediaciones se sitúa el pozo de bombeo y ventilación de la Línea 7 de metro, en cuyas inmediaciones se produjeron numerosos problemas.

Estas investigaciones estuvieron motivadas para analizar de manera global, y también de forma específica en cada zona, las causas más probables de las patologías apreciadas y en función de ello plantear probables intervenciones que minoren los daños.

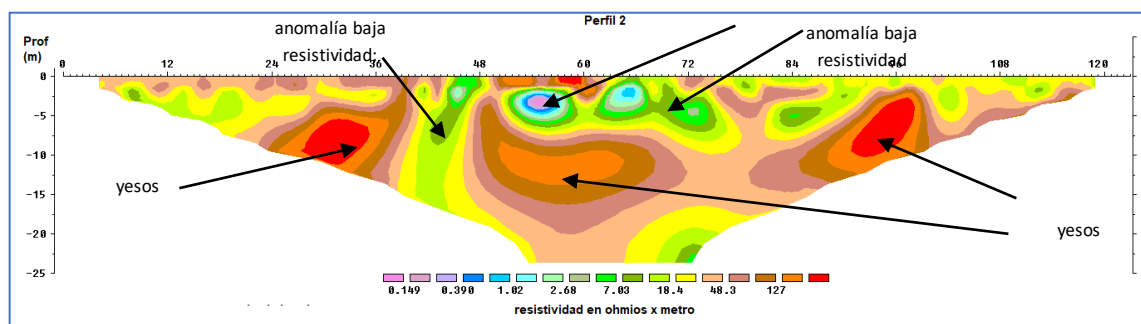
La campaña de investigaciones consistió en 3 perfiles de Tomografía Eléctrica (TE) y 3 perfiles de Sísmica de Refracción (TMS) combinada con Análisis Multicanal de Ondas Superficiales (MASW).

El informe presenta los resultados de las prospecciones geofísicas:

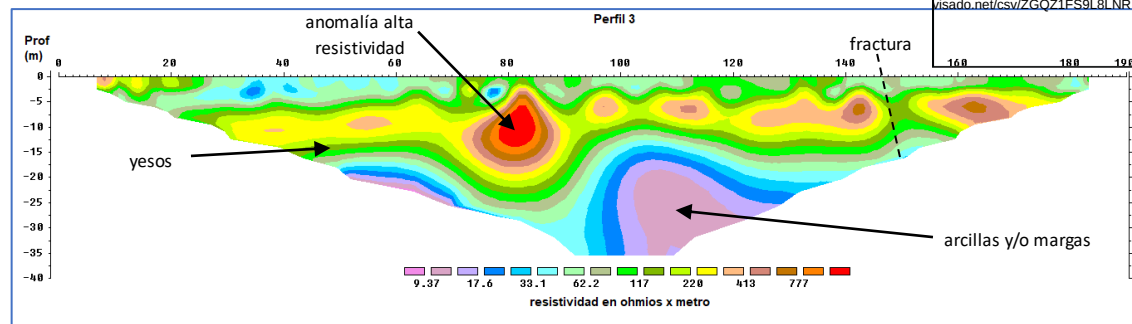
Perfil TE-1 (Dotacional, paralelo a la calle de la Presa)



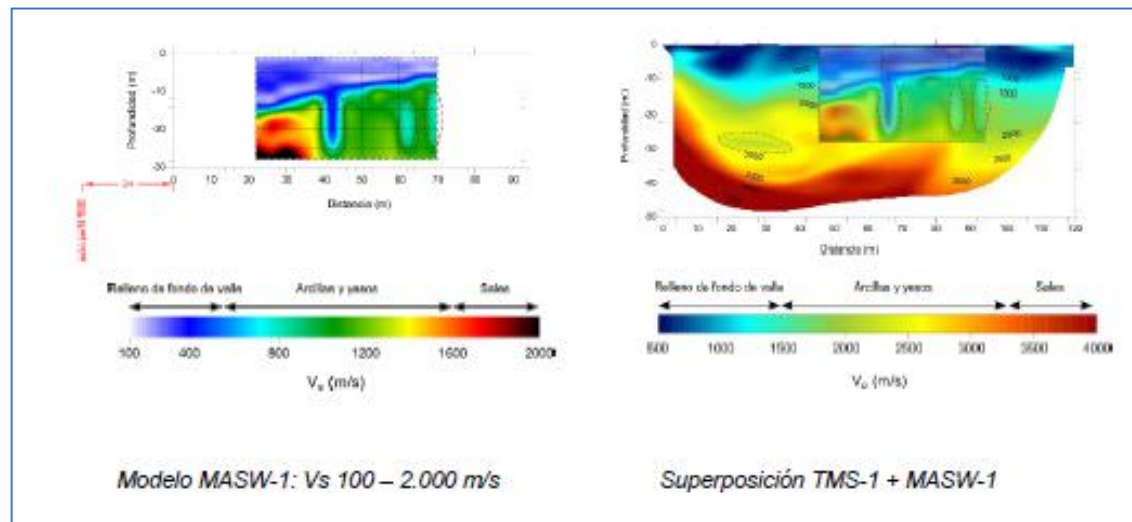
Perfil TE-2 (calle Rafael Alberti)



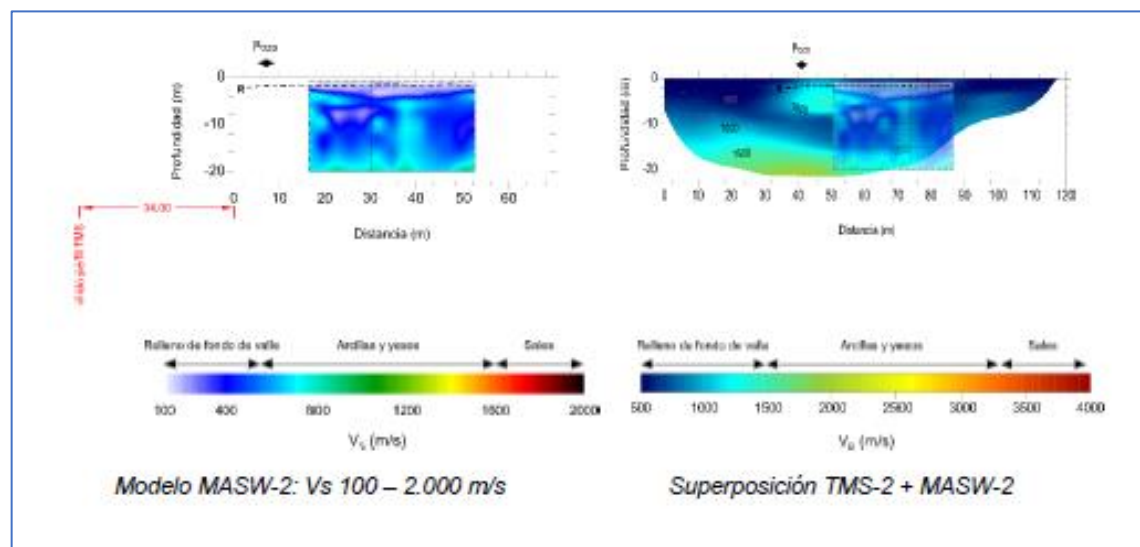
Perfil TE-3 (calle Ventura Argumosa)



Perfil TMS-MASW-1 (Dotacional, paralelo a la calle de la Presa)



Perfil TMS-MASW-2 (calle Rafael Alberti)





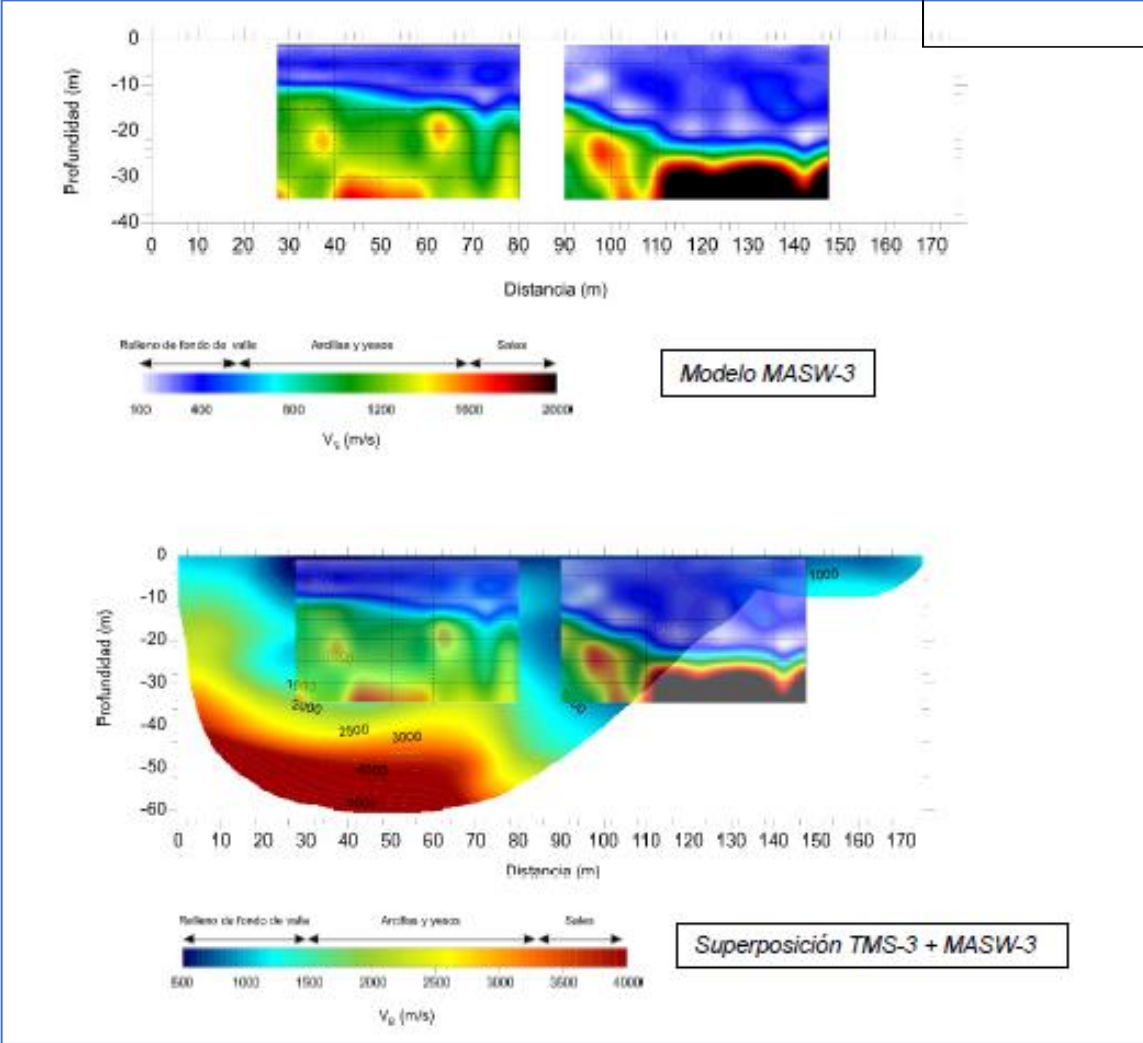
ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS
SUPERVISADO
 SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
 CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Fecha : 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00
 Colegiado : Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]
 Inscrito con el nº : 373
 Puede consultar la validez del documento accediendo a <http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR>

Secretario del ICOG



Perfil TMS-MASW-3 (calle Ventura Argumosa)



Se indica que la interpretación de los perfiles geofísicos no se incluye porque *se expondrá en Informes posteriores una vez analizada la información en conjunto de las diversas técnicas más el conocimiento previo de la geología y geotecnia del entorno.*

COMENTARIOS DEL ICOG:

Los perfiles de tomografía eléctrica se presentan con distintas escalas de resistividad (ohmio/m), lo cual dificulta la comparación entre los perfiles.

Los datos se presentan sin una interpretación descrita, únicamente en los perfiles de Tomografía Eléctrica se hace referencia a anomalías y a posibles litologías, aunque **no se da una explicación, que se retrasa a informes posteriores de los cuales el ICOG no dispone.**

MATERIAL PARA VOLCAR EN EL SIG: Perfiles geofísicos y situación de los mismos

 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00 Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL] Inscrito con el nº: 373	Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.es Es un documento firmado digitalmente.
SECRETARIO DEL ICOGS	

CÓDIGO ICOG: P45
TÍTULO: ESTADO DEL TERRENO EN EL ENTORNO DE LA CALLE DE LA PRESA Y DEL POZO DE BOMBEO DEL PK 2+890
ELABORADO POR: INES Ingenieros Consultores
ENCARGADO POR: CONSEJERÍA DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURAS
FECHA: 7/12/2020
RESUMEN: Encuadrado dentro de los “<i>Diagnosis y seguimiento geotécnico, con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno asociados a la línea 7b del Metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares</i>”, contratado de emergencia a INES por la Consejería de Transportes e Infraestructuras el 16/06/2020, se analiza brevemente el estado del terreno en el entorno de la calle de la presa y del pozo de bombeo de Metro del PK 2+890. - Los acontecimientos geotécnicos previos provocaron asentamientos en el terreno, lo que provocó movimientos diferenciales en los elementos de cimentación de los edificios de la calle de La Presa y desplazamientos de la galería del metro y del pozo de bombeo del PK 2+890. - Los asentamientos seguían activos y, a partir de agosto 2020 se observa una aceleración del fenómeno. Las medidas de asentamientos del terreno y en las fachadas de los edificios explican sin duda las grietas y fisuras existentes en tabiques y cerramientos de los edificios del entorno, que en gran parte de las viviendas se han clasificados como severos. - El nivel piezométrico sigue marcando un cono de depresión en torno al del pozo del PK 2+890, donde el agua subterránea drena hacia el túnel y el pozo (perimetralmente), dando lugar filtraciones cargadas en sales que precipitan a favor en el pozo y la galería de conexión y en las juntas entre dovelas del túnel. Las sales detectadas proceden de la carstificación de los niveles yesíferos/ salinos, lo que se relaciona el proceso de disolución del terreno y el aumento de la cubeta de asentamientos. Se hace necesario el diseño y ejecución de una serie de actuaciones de emergencia para la mejora del terreno que permita estabilizar el terreno alrededor de las viviendas de las calles Presa y Rafael Alberti, así como la impermeabilización y sellado de las filtraciones detectadas en el tramo horizontal que conecta la galería de Metro con el pozo de ventilación y bombeo del PK 2+890.
COMENTARIOS DEL ICOG: Es uno de los primeros documentos en los que se dice brevemente, pero con claridad, el motivo de los daños estructurales en los edificios de San Fernando de Henares Preocupante es que los asentamientos del terreno en el entorno del pozo se han agravado desde agosto de 2020, pese a los numerosos intentos de remediación anteriores. En la calle Presa el asentamiento máximo sufrido por los edificios de 2016 a 2020 fue de 83 mm y una distorsión máxima de 1/130 (superior a lo admitido por el CTE) Se constata la existencia de un cono de depresión piezométrica alrededor del pozo, lo cual indica que los intentos de impermeabilizar el pozo aislándolo de los acuíferos no habían sido eficaces, pese al considerable presupuesto dedicado a ello. Las sales precipitadas en el túnel son el resultado de la disolución del terreno, lo que aumenta los asentamientos.

		ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00		
Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL]		
Inscrito con el nº: 373		
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR		
		Secretario del ICOG 

CÓDIGO ICOG: P49

TÍTULO: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

ELABORADO POR: INES Ingenieros Consultores

ENCARGADO POR: CONSEJERÍA DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURAS

FECHA: 01/02/2021

RESUMEN:

Encuadrado dentro de los trabajos de “*Diagnosis y seguimiento geotécnico, con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno asociados a la línea 7b del Metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares*”, contratado de emergencia a INES por la Consejería de Transportes e Infraestructuras el 16/06/2020, Recopilación de los trabajos geológico- geotécnicos realizados en lo largo de la traza de metro la Línea de metro 7B, desde la zona de la calle de la Presa y hasta el Hospital del Henares: tramo comprendido entre las estaciones de metro de San Fernando de Henares, Jarama, Henares y Hospital del Henares.

El documento tiene como objeto recoger la documentación de las distintas fases de exploración, describir y caracterizar las unidades geotécnicas presentes y, en base a ello, poder establecer las causas más probables que expliquen las patologías que afectan a la infraestructura y edificación. Se realizaron:

- Geofísica por Tomografía Eléctrica (TE), Tomografía Sísmica (TMS) y MASW.
- 12 sondeos, con recuperación continua de testigo, ensayos in situ y toma de muestras, cuatro de ellos en el la vía de la estación de Hospital del Henares y los ocho restantes, a lo largo del trazado entre el pozo de bombeo y ventilación y la citada estación; dos de los sondeos alcanzaron 50 m, el resto, 10-15 m
- Instrumentación de los sondeos para que funcionen en el tiempo como piezómetros
- Cebado de piezómetros con trazadores
- Nivelación óptica de precisión de la instrumentación existente en fachadas de edificios.

El informe interpreta los procesos geológicos que están ocurriendo en el subsuelo mediante varios fenómenos que se superponen y que, en algunos casos, están interrelacionados, y cuyo denominador común es el flujo subterráneo de agua, especialmente de agua dulce del acuífero alojado en el Aluvial y de las pérdidas del alcantarillado en la calle de La Presa:

- Descompresión del terreno en torno al túnel y otras excavaciones, durante las obras
- Desestructuración/compactación del Aluvial por arrastre de finos y descenso del nivel piezométrico
- Karstificación de yeso inmediatamente por debajo del Aluvial
- Transformación de glauberita en yeso
- Cristalización de thenardita/mirabilita
- Disolución de halita
- Hinchamiento debido a la expansividad de arcillas
- Hinchamiento debido a la respuesta elástica del terreno, al descomprimirlo con la excavación de las estaciones
- Colapso de algunas cavidades, generando fallas y grietas que se transmiten hasta el aluvial y que son vía preferente de filtración de agua dulce

El análisis de la piezometría indica que, si bien en 2020 la entrada de agua al pozo de bombeo había disminuido por el revestimiento de chapa metálica que se instaló, las caudalosas filtraciones anteriores a ello ya habían generado una gran zona de terreno adyacente con numerosas anomalías, debidas a disolución, fisuración y colapso, por lo cual sigue percolando agua, demostrado por trazadores.

En el caso de las estaciones de Henares y Hospital, las enormes excavaciones a cielo abierto durante su construcción, más el relleno posterior del trasdós de los muros exteriores con el material excavado, permiten el acceso de agua dulce a la unidad salina. Por lo tanto, la interferencia que producen las estaciones con la piezometría natural facilita redireccionar el agua hacia estos sumideros, poniendo en marcha cambios en el estado de humedad de las arcillas y las sales que a su vez irradian hacia los túneles a favor de las discontinuidades de éste con el propio terreno y la estación.

Se menciona también el posible efecto barrera que hace el propio túnel, cuando discurre a poca profundidad, interrumpiendo el flujo del acuífero aluvial, cuyo espesor es de apenas 1 m.

COMENTARIOS DEL ICOG:

El documento está muy mal organizado, el índice no refleja todo el contenido y la paginación es repetitiva y errónea, algunas de las cabeceras de tablas están, mal lo cual hace difícil su lectura. El texto peca de voluminoso y reiterativo.

Se incide, de nuevo, en la determinación de parámetros geotécnicos y de la capacidad portante del terreno, factores ya muy conocidos y estudiados en los proyectos de construcción y en informes posteriores como los de Mayo Geotécnica de 2015-2016. Esta parte resulta redundante.

	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm.: SVM-01230130/00 Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL] Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.es Sección: Oficina de Supervisión Secretario del ICOG	

Algunos documentos anteriores importantes no fueron consultados, como por ejemplo el informe hidrogeológico de la UCM-UPM (P10) y los citados de Mayo Geotecnia (P22, P23, P24), entre aquellos de los que dispone el ICOG. No está claro en el documento si los sondeos se realizaron con agua como fluido de perforación, o en seco, se mencionan ambos procedimientos. En el primer caso, se pierde gran parte del testigo de las capas de sales solubles.

Aunque conceptualmente la explicación de los procesos geológicos es correcta, es de difícil comprensión para el no experto, por la ausencia de esquemas y gráficos y la enrevesada redacción.

Los perfiles geológicos del Apéndice 2 son simplistas, no se reflejan en ellos los numerosos datos que ya se poseían sobre capas de sal, huecos, zonas karstificadas, zonas tratadas con inyecciones etc.

Hay también errores de principiante, como denominar sondeos diferentes con la misma sigla: los sondeos S-1 a S-4 de la estación Hospital repiten sigla con los cuatro primeros sondeos del resto de la traza, S-1 a S-8, lo cual puede llevar a confusión. Faltan las fotografías de algunas cajas de testigo. Los planos de isopiezas del Apéndice 4 tienen valores anómalos siempre en los mismos piezómetros, probablemente por estar mal nivelada la cota de boca o por malfunción del sensor, cosa que se debería haber corregido a lo largo de la dilatada campaña de medidas, o al menos, haberlo advertido en el texto.

Es difícil saber a qué muestras corresponden algunos ensayos. Por ejemplo, en los ensayos mineralógicos por DRX, las muestras están rotuladas sin hacer referencia a que sondeo corresponden y no hay un listado general de muestras y ensayos que lo aclare.

En definitiva, aunque conceptualmente el Informe está bien, hay una gran cantidad de datos que no se han aprovechado, debido a la ausencia de gráficos, planos, mapas de contornos estructurales, esquemas y resúmenes de pocas líneas, al mismo tiempo que el texto del informe peca de árido, reiterativo y difícil de entender.

ANEXOS: Informes de las prospecciones geofísicas, planos de localización de sondeos y piezómetros, perfiles geológicos, y 4 Apéndices

MATERIAL PARA VOLCAR EN EL SIG: Situación y columnas de sondeos, situación y perfiles geofísicos, piezometría, ensayos DRX

	ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00 Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo[ET AL] Inscrito con el nº: 373	
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.es o al correo electrónico icog@icog.es Secretario del ICOG	

CÓDIGO ICOG: P52

TÍTULO: ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE MASW PARA CÁLCULO DE LAS VELOCIDADES DE ONDA DE CIZALLA PREVIA Y POSTERIORMENTE A INYECCIONES DE JET GROUTING EN RELACION CON LA LÍNEA 7B DEL METRO (FASE 2). SAN FERNANDO DE HENARES (MADRID)

ELABORADO POR: SISMOTERAA S. L.

ENCARGADO POR: KELLER CIMENTACIONES S. L .U.

FECHA: Mayo 2021

RESUMEN:

El documento presenta una campaña de investigaciones geofísicas en la zona de las Calle Rafael Alberti y Calle Presa donde se han ejecutado tratamientos del terreno consistentes en mejora de terreno mediante *jet-grouting*. El informe se refiere en exclusiva a la denominada Fase 2 o posterior a los tratamientos de *jet-grouting*.

El objetivo es obtener los valores de velocidades de cizalla del terreno previamente a los tratamientos del terreno y a posteriori de los mismos con el fin de analizar la efectividad de los mismo. Los perfiles se muestran comparando la Fase 1 (descrita en otro informe) y la Fase 2.

El informe presenta 3 perfiles MASW, uno en la calle R. Alberti y dos en la Calle Presa (acera pares y acera impares).

Los perfiles alcanzan una profundidad de 20 m y en los tres casos se indica que las velocidades de cizalla observadas en la Fase 2 superan los 2000 m/s, indicando que valore superiores a 800 m/s corresponden a roca compactada.

COMENTARIOS DEL ICOG:

Los perfiles se limitan a una profundidad de 20 a 25 m. Se indica una mejoría en las zonas que en la Fase 1 se identificaron con velocidades de onda de cizalla inferiores a 800 m/s.

Dado que se desconoce las características de los tratamientos de *jet-grouting* ejecutados, y que el ICOG no dispone del informe correspondiente a la fase 1, no es posible realizar una valoración crítica de este documento.

MATERIAL PARA VOLCAR EN EL SIG: Situación en planta y perfiles geofísicos

	
ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS	
SUPERVISADO	
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha: 19/06/2023	Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00
Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL]	
Inscrito con el nº: 373	
Puede consultar la validez del documento accediendo a: http://icog.es	
Secretario del ICOG	

CÓDIGO ICOG: P53

TÍTULO: CONTROL DE DEPLAZAMIENTOS EN PTOFUNDIDAD MEDIANTE EXTENSÓMETROS DE VARILLA EN LA CALLE DE LA PRESA (FRENTE AL Nº 23-25)

ELABORADO POR: EPTISA

ENCARGADO POR: TRAGSA

FECHA:

RESUMEN:

Datos numéricos y gráfica de asientos medidos con tres extensómetros de varilla, cuya profundidad de anclado al terreno no figura en el documento. Medidas del desplazamiento vertical del 08/04/2022 al 01/07/2022.

Uno de los extensómetros muestra solo asientos, mientras que los otros dos muestran tanto asientos como elevaciones, aunque el movimiento acumulado en todos los casos es de asiento

El asiento (descenso) acumulado y velocidad media de asiento, medido en los 84 días, es:

- EV 5.25: 59,9 mm, 21,4 mm/mes
- EV 5.40: 7,7 mm, 2,6 mm/mes
- EV 5.50: 9.4 mm, 3,0 mm/mes

COMENTARIOS DEL ICOG:

Por la identificación de los extensómetros, se intuye que están anclados a 25, 40 y 50 m de profundidad.

Si eso es así, se observa como el asiento se produce en la parte superior, amortiguándose en profundidad. Ello puede ser debidos a una o las dos siguientes causas:

- Karstificación del yeso situado inmediatamente debajo del Aluvial
- Transformación de glauberita en yeso

Los ascensos observados en las mismas fechas en los extensómetros más profundos podrían ser debidos a:

- Inyecciones de compensación de las obras de remediación
- Transformación de anhidrita en yeso (hay anhidrita a partir de 30 m de profundidad, véanse los análisis mineralógicos por DRX en el documento P49)

MATERIAL PARA VOLCAR EN EL SIG: Situación de extensómetros y graficas de asientos

		ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00		
Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL]		
Inscrito con el nº: 373		
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-visado.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR		
Secretario del ICOG		

CÓDIGO ICOG: P54

TÍTULO: ANEJO Nº 1 MODELO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

ELABORADO POR: INTEMAC

ENCARGADO POR: RODIO-KRONSA

FECHA:

RESUMEN:

Realizado dentro de un contrato amplio denominado “*Emergencia para redacción de proyectos (A-SER-008461/2022). Proyecto de consolidación y/o estabilización del terreno en una superficie de entre 5.001 y 10.000 m2 afectados por la Línea 7b*”, adjudicado de emergencia a RODIO-KRONSA por la Consejería de transportes e Infraestructuras en octubre de 2022, por más de 10M€.

El documento revisado es el Anejo nº 1. El estudio más completo realizado del problema. Ha revisado 16 proyectos previos, desde 2004, y bibliografía general.

Contiene un encuadre geológico local muy resumido, pero correcto. El modelo hidrogeológico describe un acuífero alojado en el Cuaternario (entre 5 y 10 m de profundidad, cota 585-575) y el acuífero profundo alojado en el Mioceno (entre 25 y 37 m de profundidad, cota 555-542). Esta última cota es la del cono producido por el pozo de extracción.

Se sintetizan las columnas litoestratigráficas de un total de 97 sondeos, que se sitúan sobre un plano escala 1/1000 (A1). 27 sondeos son del proyecto de construcción, 14 son sondeos del proyecto modificado nº 1 y complementario, 4 son sondeos de Dragados (USAC), 9 son sondeos de Geocisa, 20 son sondeos de Rodio-Kronsa/Euroconsult, 12 son sondeos de INES, 11 son sondeos de varios informes (Tragsa, Mintra). Con todos ellos se hacen columnas estratigráficas sintéticas. Se han proyectado sobre el eje de la Línea 7B, realizando un corte geológico sintético. El sustrato impermeable (lutitas y margas grises) se ha detectado por debajo de la cota 530, es decir a unos 50 m de profundidad media.

En el documento se cita la existencia del Arroyo de La Cañada, actualmente cubierto por la urbanización de San Fernando, y cuyo aluvial podía también contribuir al acuífero superficial. Discurría al suroeste, hacia la estación de San Fernando de Henares y después directamente atraviesa la estación Jarama. Y una antigua explotación de aguas purgantes minero-medicinales en el vecino término de Coslada, a unos 800 m al noreste respecto del pozo de ventilación y bombeo de la L7B

El pozo de bombeo no alcanza el sustrato impermeable (cota 534,5).

Entre las conclusiones, destacan

- El sustrato terciario donde se ubica la ciudad de San Fernando de Henares se encuentra sobre la transición de las facies intermedias a las centrales yesíferas y, suprayaciendo, las terrazas aluviales del río Jarama y el aluvial del arroyo de La Cañada

- Bajo el aluvial, se van alternado los tramos de yesos, anhidritas hasta los interestratificados con arcillas y arcillas margosas endurecidas
- Se ha diferenciado por debajo una serie salina que parece ocupar una zona intermedia entre los depósitos de predominancia yesífera con tramos de peñuela y las arcillas inferiores. Esta unidad salina está constituida por interestratificados de yesos y arcillas con tres niveles salinos de techo a muro:
 - Nivel superior de thenardita-glauberita
 - Nivel intermedio de thenardita con sal común (halita) y glauberita
 - Nivel inferior de sal común (halita con algo de glauberita)
- En profundidad, a más de 50 m, existe un *sustrato impermeable* de arcilla gris-negra, que son fundamentalmente arcillas montmorilloníticas e illíticas
- En el perfil tipo establecido se han identificado dos acuíferos, uno superior cuaternario y otro inferior mioceno, a priori independientes pero que, por distintas causas, los reconocimientos efectuados parecen indicar que se han conectado.

Las litologías presentes son:

- CUATERNARIO
 - Rellenos antrópicos
 - Depósitos de terraza aluvial. Gravas y arenas, en ocasiones niveles de limos y arcillas
- TERCIARIO
 - Peñuela alterada. Arcilla marrón.
 - Yesos masivos con niveles milimétricos de arcillas y nódulos de anhidrita
 - Arcillas (Peñuela) con niveles centimétricos de yesos
 - Serie salina. Arcillas y yesos con niveles de sales locales y arenas yesíferas ocasionales
 - Lutitas y margas grises con niveles de yesos ocasionales

		ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00		
Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL]		
Inscrito con el nº: 373		
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-icog.net/csv/ZGQZ1FS9L8LNR		
Secretario del ICOG		

- La mineralogía de la Serie Salina del Mioceno contiene:
 - Glauberitas idiomorfas con el eje mayor paralelo a la estratificación
 - Glauberitas idiomorfas en una matriz de cristales de polihalita
 - Halita asociada a polihalita
- Se han detectado tres niveles de concentración de sales halita, glauberita o thenardita. El primer nivel estaría situado sobre la cota 560, el segundo nivel con presencia de sales se ubicaría sobre la cota 550 y el tercer nivel salino sobre la cota 540.
- Se han detectado pequeñas disoluciones a cotas más altas, y también se han detectado ya
- disoluciones, presencia de sales e incluso cavidades métricas por debajo de la cota 540, hasta la cota 531 muy cerca del límite con el substrato impermeable
- El substrato impermeable (lutitas y margas grises) se ha detectado por debajo de la cota 530

La salinidad general de las aguas del entorno se interpreta como debida al tiempo de residencia del agua en el acuífero, lo que afecta al lavado difusivo progresivo de halita presente en los sedimentos.

El nivel de agua máximo se ha medido a la cota 585 correspondiéndose con los niveles de agua asociados al acuífero cuaternario, mientras que en nivel mínimo se ha medido a la cota 542 correspondiéndose al nivel freático del acuífero mioceno en la zona del cono producido por la extracción de agua del pozo de bombeo.

Los principales factores que interaccionan en el modelo geológico e hidrogeológico local, son el aporte de agua procedente del acuífero superficial cuaternario y el nivel freático del acuífero profundo mioceno, el incremento de la permeabilidad con el tiempo de la unidad salina presente en el substrato, la presencia del túnel de la línea 7B como portador de agua del drenaje y a través del hueco dovelas-terreno, la extracción de agua del pozo de bombeo que incrementa el factor de aceleración del flujo de agua del terreno y por tanto el incremento de los procesos de disolución y la profundidad del substrato impermeable.

El proceso de disolución aparentemente generalizado de sales, también está generando una precipitación localizada de las mismas, debido a la sobresaturación en sales de las aguas que circulan, identificándose este proceso dentro del túnel de la línea 7B en numerosos puntos y muy probablemente en el trasdós y solera del pozo de bombeo.

Es obvio que se produjo y se sigue produciendo una gran pérdida de material por disolución, debido al tiempo transcurrido desde la detección de estas incidencias en la zona. La introducción del agua extraída por el pozo nuevamente al acuífero mioceno podría disminuir en parte esa pérdida o retrasarla.

COMENTARIOS DEL ICOG:

Se trata, sin duda, del mejor informe geológico de los que ha podido revisar el ICOG. Está bien redactado, ordenado y presentado.

No obstante, los comentarios al Modelo son los siguientes:

- Es un modelo **cualitativo conceptual en 2D, no sirve para cuantificar**; por ello:
- No hay correlaciones concretas entre los procesos observados en superficie (asientos y daños a edificios) y los procesos geológicos
- No contempla el proceso de transformación de anhidrita y glauberita en yeso.
- El registro piezométrico no discrimina ente acuífero aluvial y acuífero salino

ANEXOS: Plano de situación de sondeos con las columnas sintéticas de los mismos, perfil geológico del Modelo Conceptual, columnas y fotografías de los sondeos recopilados.

MATERIAL PARA VOLCAR EN EL SIG: Situación y columnas de sondeos

 ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00 Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL] Inscrito con el nº: 373 Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icoge.es Dado fecho en Madrid, a 19 de junio de 2023 Secretario del ICOG	

CÓDIGO ICOG: P59

TÍTULO: SEGUIMIENTO DE LA INSTRUMENTACIÓN INSTALADA EN EL ENTORNO DEL POZO DE BOMBEO DEL PK 2+890 Y LA ESTACIÓN HOSPITAL DEL HENARS DE LA LÍNEA 7B DE METRO

ELABORADO POR: INES-SERGEYCO Y GETINSA-EUROESTUDIOS - EIS GUIA

ENCARGADO POR: D. G. DE INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE COLECTIVO. COMUNIDAD DE MADRID

FECHA: 2020-2022

RESUMEN:

Larga serie de informes que recogen las lecturas de las nivelaciones tomadas en hitos de nivelación (HN) y regletas sobre la fachada de edificios (RE). Realizados por dos empresas diferentes, entre mayo de 2020 y agosto de 2022.

El contrato con INES – SERGEYCO estuvo dentro de los *Trabajos para la diagnosis y seguimiento geotécnico con motivo del grave riesgo estructural derivado de los movimientos del terreno asociados a la línea 7B del Metro de Madrid en Coslada y San Fernando de Henares* y el de GETINSA-EUROESTUDIOS - EIS GUIA en la *Auscultación, Supervisión Geotécnica, Control y Consultoría en la ejecución y explotación de las infraestructuras ferroviarias gestionadas por la DGCI*.

Las regletas e hitos están todas instaladas en cerca del pozo de bombeo y ventilación pk 2+890 y calles aledañas.

Las lecturas de que se disponen se detallan en la tabla siguiente:

FECHA	EMPRESA	LOCALIZACIÓN LECTURAS	LECTURA
15/05/2020	INES - SERGEYCO	Edificios residenciales	L 00
17/08/2020	INES - SERGEYCO	Edificios residenciales	L 01
20/11/2020	INES - SERGEYCO	Edificios residenciales	L 02
25/02/2021	INES - SERGEYCO	C/ La Presa	L 32
11/06/2021	GETINSA-EUROESTUDIOS - EIS GUIA	C/ La Presa	L 64
11/01/2022	GETINSA-EUROESTUDIOS - EIS GUIA	Edificios residenciales	L 72
11/01/2022	GETINSA-EUROESTUDIOS - EIS GUIA	C/ La Presa	L 89
18/01/2022	GETINSA-EUROESTUDIOS - EIS GUIA	Edificios residenciales	L 73
02/02/2022	GETINSA-EUROESTUDIOS - EIS GUIA	Edificios residenciales	L 75
02/02/2022	GETINSA-EUROESTUDIOS - EIS GUIA	C/ La Presa	L 92
03/03/2022	GETINSA-EUROESTUDIOS - EIS GUIA	Edificios residenciales	L 79
03/03/2022	GETINSA-EUROESTUDIOS - EIS GUIA	C/ La Presa	L 96
30/03/2022	GETINSA-EUROESTUDIOS - EIS GUIA	Pz/ F. Trébol, C/ V. del Templo	L 04
30/03/2022	GETINSA-EUROESTUDIOS - EIS GUIA	Edificios residenciales	L 96
30/03/2022	GETINSA-EUROESTUDIOS - EIS GUIA	C/ La Presa	L 113
25/08/2022	GETINSA-EUROESTUDIOS - EIS GUIA	Pz/ F. Trébol, C/ V. del Templo	L 06
25/08/2022	GETINSA-EUROESTUDIOS - EIS GUIA	Edificios residenciales	L 98

En la Lectura 00, INES – SERGEYCO dice que hitos y regletas han sido medidos anteriormente por EIS GUIA, mensualmente desde finales desde 2018 hasta comienzos de 2020. El tiempo transcurrido entra la última medida de EIS GUIA e INES – SERGEYCO fue de unos 4 meses, a comienzos de 2020. **No se hizo una medida conjunta de solape, por lo cual “no se conoce la diferencia entre regletas para poder adaptar las lecturas”**. Se estiman unas constantes de conversión basadas en medidas en dispositivos que han presentado movimiento nulo o casi nulo. No obstante, en muchos de los gráficos que se presentan hay diferencias notables, curvas con tendencia decreciente en las medidas de EIS GUIA pasan a ser ascendentes en las de INES – SERGEYCO.

En la Lectura 64, EIS GUIA relata que en la calle La Presa se hicieron 26 lecturas, la última la L 26, del 27/01/2020. Posteriormente, las lecturas las hizo INES- SERGEYCO, ampliándose el número de puntos de medida.

Los informes de GETINSA-EUROESTUDIOS - EIS GUIA son algo más explícitos que los de INES - SERGEYCO, detallando las fechas de las obras *en febrero de 2021 la empresa Keller Group comenzó los trabajos de Jet-Grouting... en abril de 2021 se terminan los trabajos de inyección...*

En otros informes, se cita información sobre lecturas de las que no disponemos, por ejemplo en el L 72 se cita *En mayo de 2021, a raíz de los movimientos observados, se inicia una nueva campaña de medición (L 44 19/05/2021)... El 28 de mayo de 2021, tras la realización de una inspección, se comprueba que el pozo de recogida de aguas procedentes del bombeo de las aguas existentes en el túnel del metro se encuentra averiado y con el fondo del mismo horadado y completamente desgastado...* La solución a este problema se terminó la última semana de septiembre. En la semana del 29 de noviembre de 2021 se realizan los trabajos de **demolición de los edificios de la C/ Presa nº 29 y nº 31**. En la semana del 18 de enero de 2022 **se demolió el edificio de la C/ Presa 33**. En febrero de 2022 se instaló una malla de protección en la C/ Presa 4. En

marzo de 2022 se instaló una lona de protección en la fachada del edificio C/ Rafael Alberti 1 y 3, el cual se demolió en mayo, casi simultáneamente al de la C/Presa 4, trabajos que finalizaron en julio. En mayo de 2022 se procede a instrumentar y comenzar a las lecturas en los edificios de la Pza/ Fuente del Trébol y C/ Virgen del Templo, muy alejados ya del pozo de bombeo.

COMENTARIOS DEL ICOG:

Los informes de lecturas de los que se dispone parecen ser solo una pequeña parte de los realizados, a tenor de la numeración de los mismos.

Hay incongruencias en la denominación de las diferentes lecturas, según la información de cada una de las dos empresas. Por ejemplo, EIS GUIA dice que INES -SERGEYCO hizo 34 medidas en la C/ La Presa, la última L 59 el 25/02/2021, lo que no coincide con la información de INES – SERGEYCO (L 32, 25/02/2021).

No se dispone de las medidas realizadas por EIS- GUIA desde 2018 a 2020. **Al no haberse realizado una lectura conjunta de solape con INES – SERGEYCO, por causas que no se detallan, las nivelaciones tomadas por la primera empresa no son correlacionables con las tomadas por INES – SERGEYCO. Lo mismo ocurre con las medidas realizadas por INES – SERGEYCO en la C/ La Presa hasta el 24/02/2021, la gráfica da un inexplicable salto brusco en la siguiente medida, tomada por EIS GUIA**

El “análisis” y las “conclusiones” que se realizan en el texto de los informes de INES – SERGEYCO son meramente descriptivos, no intentan explicar las causas de los movimientos del terreno, ni siquiera se correlaciona con las obras de corrección que se llevaron a cabo. Si se dice, en algunos informes, que ciertas regletas e hitos no se leyeron “debido a la realización de obras”.

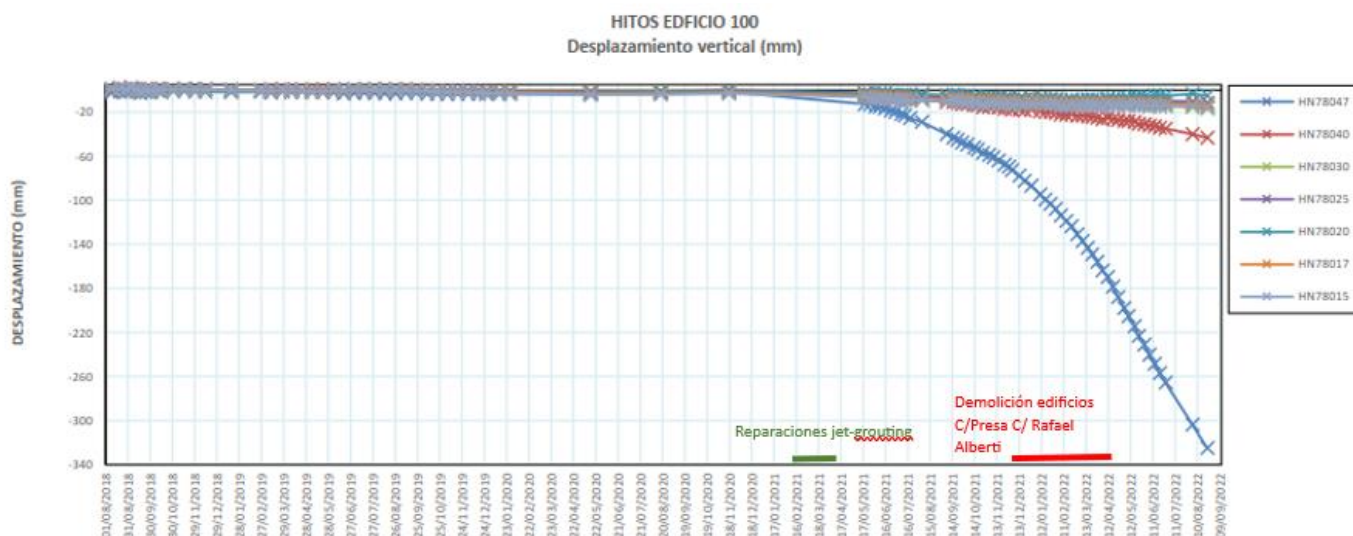
En los informes de GETINSA-EUROESTUDIOS - EIS GUIA, tampoco hay interpretación alguna, se limitan a relatar donde se produjeron ascensos o asientos y su cuantía.

En las fichas que se presentan, las figuras en las que se sitúa la localización de los dispositivos de medida están deformadas, lo cual dificulta su comprensión, además de mostrar poco cuidado en la presentación de resultados. Es también llamativo que se presentan fichas de dispositivos instalados en edificios una vez demolidos, lógicamente sin lectura alguna, lo cual dificulta también la comprensión de los datos.

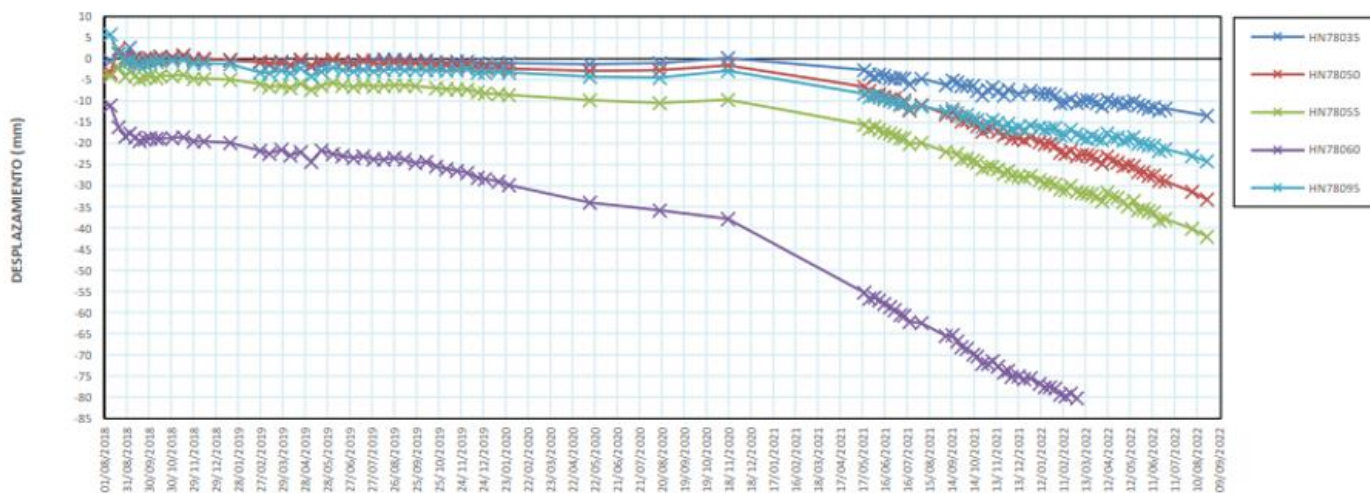
A partir de octubre de 2020, muchas de las curvas muestran que el asiento (descenso) se aceleró, pese a lo tratamientos con *jet-grouting* realizados en febrero-abril de 2021. **Un nuevo incremento en la pendiente de las curvas se produce a partir de noviembre de 2021** en ciertas zonas, como en la C/ La Presa, **coincidiendo con la demolición de los edificios de la C/ La Presa 29 y 31.**

En las curvas de asiento, en ocasiones se observa algún ascenso aislado; si ello ocurra en varias curvas en diferentes lugares de la misma lectura, **con gran probabilidad se debe a mala calibración del dispositivo de medida**, por lo que tales puntos anómalos deberían desecharse, cosa que no parece que se haya hecho en los informes.

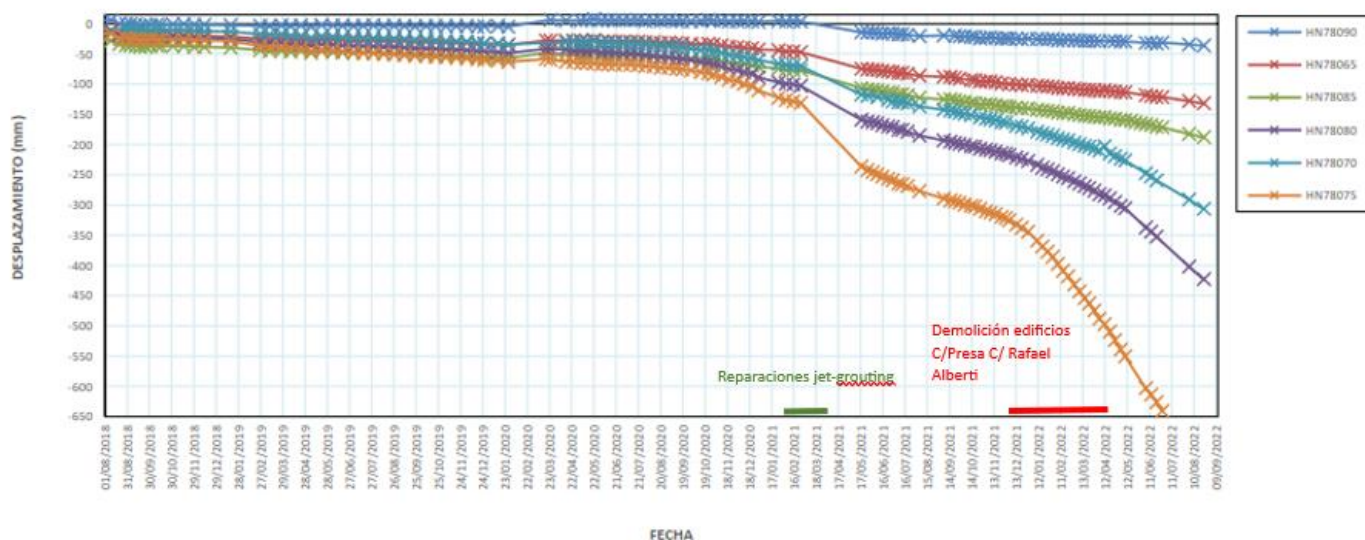
La información de indudable interés que tienen los informes es muy complicado aprovecharla si no se sintetiza. A modo de ejemplos, tomando las últimas lecturas de los hitos de nivelación de que se dispone, se han realizado el esquema que figuran en las imágenes siguientes. **Las anotaciones de correlación con eventos, como demolición de edificios etc, son del ICOG, no de los informes de nivelación.** La imagen satelital con la clasificación de los hitos por su rango de asientos también es del ICOG:

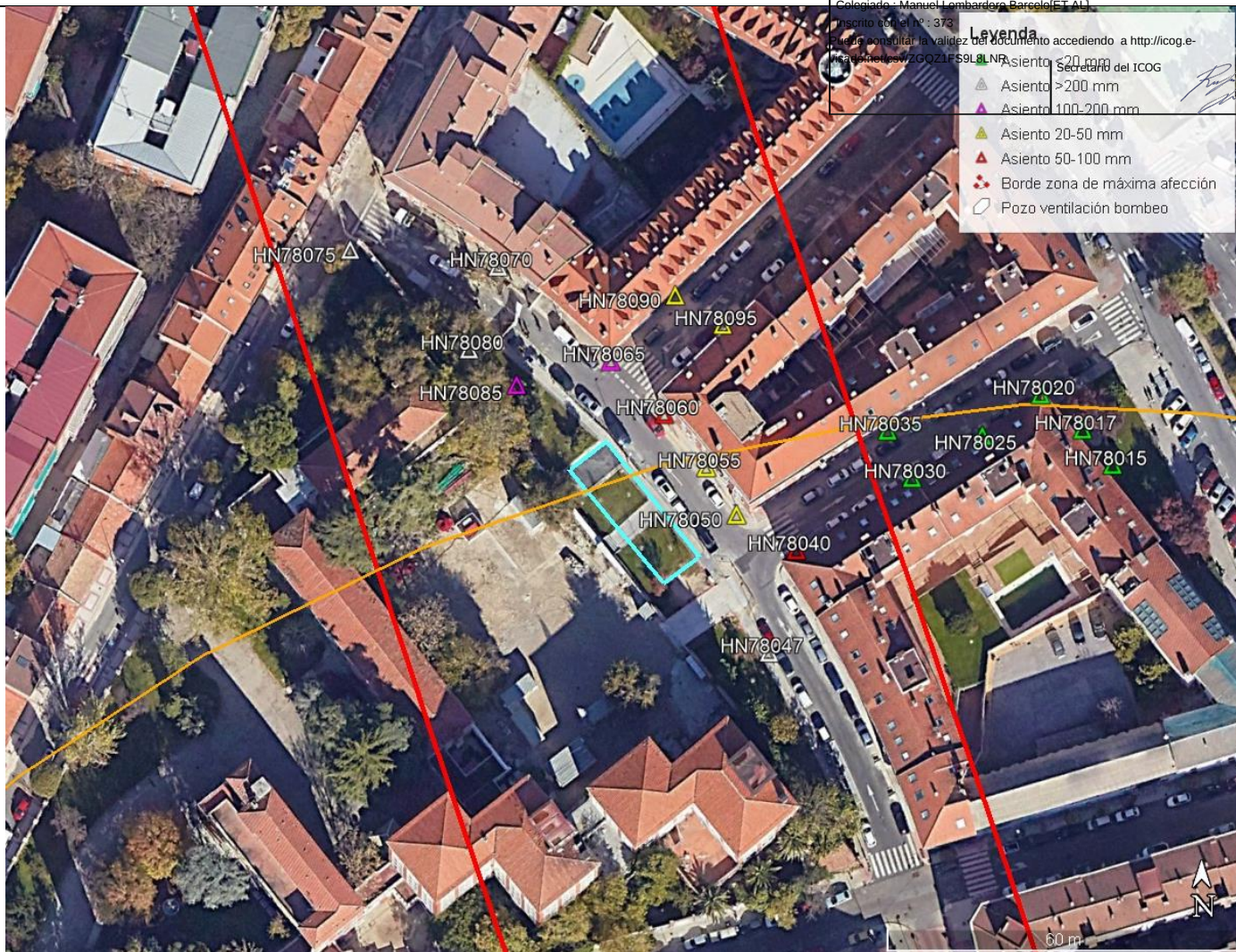


HITOS EDIFICIO 200
 Desplazamiento vertical (mm)



HITOS EDIFICIO 300
 Desplazamiento vertical (mm)





Este tipo de análisis de correlación de eventos con las lecturas de asientos era sencillo de hacer en el momento de redactar cada informe, y **la Administración debería haberlo exigido**. Si no se hizo en su momento, hacerlo ahora resulta una labor tediosa, lenta y cara.

MATERIAL PARA VOLCAR EN EL SIG: Última grafica de lecturas de cada uno de los hitos de medida

		ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00		
Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL]		
Inscrito con el nº: 373		
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icoge.es		
Secretaría del ICoge		

CÓDIGO ICOG: P60

TÍTULO: CONSOLIDACION Y/O ESTABILIZACIÓN DEL TERRENO AFECTADO POR LA LÍNEA 7B DE METRO MADRID - SAN FERNANDO DE HENARES. INFORME SEMANAL

ELABORADO POR: RODIO – KRONSA

ENCARGADO POR: CONSEJERÍA DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURAS

FECHA: 06/01/2023

RESUMEN:

Se enmarca dentro del contrato *Consolidación y/o estabilización del terreno afectado por la Línea 7b de Metro Madrid - San Fernando de Henares, adjudicado de emergencia a TODIO-KRONSA por la Consejería en octubre de 2022 por más de 10 M€.*

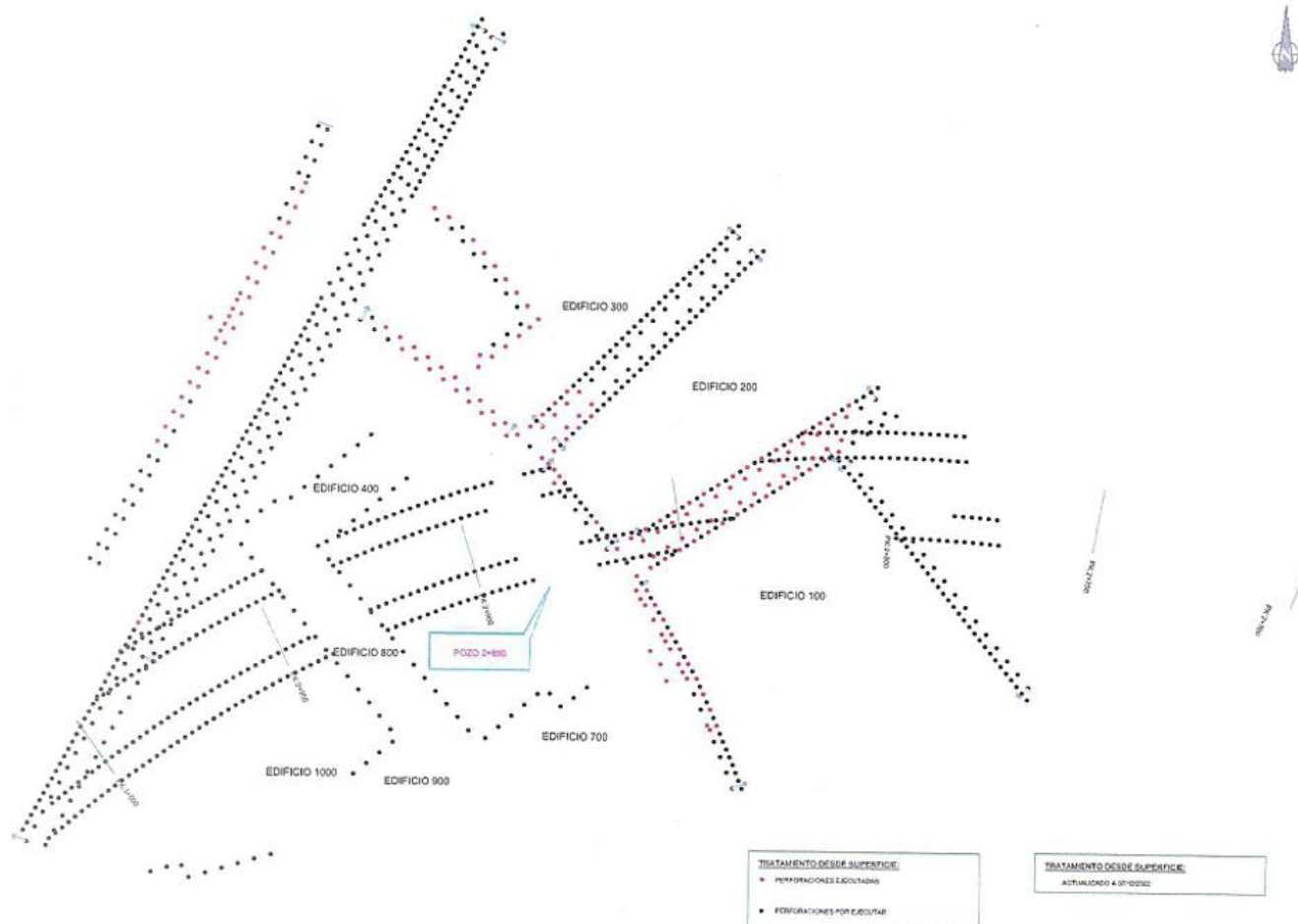
Aparentemente, uno de los informes semanales redactados por RODIO – KRONSA durante los trabajos de inyección del terreno llevados a cabo en el entorno del pozo de ventilación y bombeo: edificios 100, 200, 300, 300 solar, C/ La Presa/, Callejón Virgen del Templo.

Al contener las mediciones a origen, permite conocer cuando se iniciaron las inyecciones y su evolución. Hay tres tipos de inyecciones, de las cuales parece que se estaba trabajando con el primer tipo:

- Inyecciones de mortero verticales por gravedad
- Inyecciones de mortero inclinadas por gravedad
- Inyecciones con tubo-manguito a presión

Los planos que acompañan detallan los puntos de inyección, etiquetado cada punto con la profundidad del taladro, los metros cúbicos de admisión y la identificación del punto.

Las primeras inyecciones se hicieron el 13/10/2022. A fecha de emisión del informe, menos de la tercera parte de las inyecciones previstas estaban hechas, como puede verse en la figura siguiente: solamente los puntos en color rojo estaban inyectados.



Hay también un plano de situación de los seis equipos de inyección.

El Informe no tiene comentarios ni conclusiones.

	
ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS	
SUPERVISADO	
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00	
Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo [ET AL]	
Inscrito con el nº: 373	
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.gob.es	
Secretario del ICOG	

COMENTARIOS DEL ICOG:

Contiene el informe datos interesantes, correlacionables con otros parámetros, como los asientos del terreno y los daños en las edificaciones. Son datos de mucho detalle, que en la fase actual no procede trasladar al SIG, aunque en una fase de análisis posterior si se deberían representar.

Inyecciones de mortero por gravedad Edificio 100.

- Profundidad habitual 50- 56 m, sobre el túnel del metro 24-25 m
- Admisión máxima de mortero 43, 22 t/taladro
- Admisión media por metro lineal de taladro 1,08 kg/m
- **Las admisiones máximas se dieron frente a los hitos de nivelación HN78047 (asiento acumulado 325 mm el 28/08/22) y HN78040 (asiento acumulado 44 mm el 28/08/22), véase el P-59 para la localización.**

Inyecciones de mortero por gravedad Edificio 200.

- Profundidad habitual 56 m, sobre túnel del metro 24-25 m
- Admisión de mortero máxima 11,74 t/taladro
- Admisión media por metro lineal de taladro 1,06 kg/m
- **Las admisiones máximas se dieron a ambos lados del túnel del metro**

Inyecciones de mortero por gravedad Edificio 300.

- Profundidad habitual 50-57 m
- Admisión de mortero máxima 24,49 t/taladro
- Admisión media por metro lineal de taladro 1,06 kg/m
- **Las admisiones máximas se dieron en el entorno de los hitos de nivelación HN78070 (asiento acumulado 306 mm el 28/08/22) y HN78065 (asiento acumulado 131 mm el 28/08/22), véase el P-59 para la localización.**

Inyecciones de mortero por gravedad Edificio 300 (solar correspondiente a edificio demolido).

- Profundidad habitual 56-57 m
- Admisión de mortero máxima 47,88 t/taladro
- Admisión media por metro lineal de taladro 1,07 kg/m
- **Las admisiones máximas se dieron cerca del hito de nivelación HN78070 (asiento acumulado 306 mm el 28/08/22), véase el P-59 para la localización.**

Inyecciones de mortero por gravedad Cj/ Virgen del Templo

- Profundidad habitual 50-59 m, en pocos casos 10-20 m
- Admisión de mortero máxima 36,93 t/taladro
- Admisión media por metro lineal de taladro 1,08 kg/m
- **Las admisiones máximas se dieron relativamente cerca del hito de nivelación HN78075 (asiento acumulado 640 mm el 28/06/22), véase el P-59_ Informe-resumen para la localización.**

La información de indudable interés que tienen el informe es muy complicado aprovecharla si no se analiza y sintetiza, lo cual corresponde a una fase de trabajo posterior. A modo de ejemplo, el ICOG ha realizado el esquema que figura en la imagen siguiente, localizando aproximadamente las zonas donde la admisión del terreno ha sido máxima. Se observa una buena correlación con los daños a los edificios:



MATERIAL PARA VOLCAR EN EL SIG: Situación de los taladros de inyección

ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS SUPERVISADO SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha: 19/06/2023 Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00 Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo[ET AL] Inscrito con el nº: 373	Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.e-justicia.es Última revisión: 14/12/2021 Secretario del ICOG

CÓDIGO ICOG: P62

TÍTULO: INFORME DE CONTROL DE FISURAS DE CALLE PABLO OLAVIDE Nº 9. LECTURA Nº 01-14/12/2021

ELABORADO POR: TPF GETINSA EUROESTUDIOS, S.L.- EIS GUÍA CONSULTORES, S.L.

ENCARGADO POR: CONSEJERÍA DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURAS

FECHA: 10/01/2022

RESUMEN:

Enmarcado en el más amplio “Seguimiento de la instrumentación instalada en el entorno del pozo de bombeo del pk 2+890 y la estación Hospital del Henares de la Línea 7b de Metro de Madrid”, y éste, a su vez en el de “Servicios de auscultación, supervisión geotécnica, control y consultoría en la ejecución y explotación de las infraestructuras ferroviarias gestionadas por la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras”, adjudicada en marzo de 2018 por más de 900.000 €.

Continuación de la campaña de control de fisuras en el entorno del pozo de bombeo del PK2+890. Se trata de la tercera campaña, tras una primera con 13 fisurómetros realizado por la misma empresa y una segunda realizada por INES consultores, de cual no se indica el alcance.

Tras finalizarse los trabajos de inyecciones de *Jet Grouting* por parte de la empresa Keller Group S.L.U., en abril de 2021 y al observarse movimientos, en mayo de 2021 se decide acometer estas medidas.

Entre los antecedentes del informe se indica que el 28 de mayo de 2021 tras la realización de una inspección se comprueba que el **pozo de recogida de aguas procedentes del bombeo de las aguas existentes en el túnel de metro se encuentra averiado y con el fondo del mismo horadado y completamente desgastado**. El 2 de junio de 2021 se concluye una solución provisional de reparación del pozo situado a la altura del nº 23-25 de la c/ de La Presa. En la semana del 9 de septiembre de 2021 se ejecuta la instalación de una tubería provisional a modo de *by pass* para retirar el agua de la canalización existente en la c/de La Presa, quedando finalmente ejecutada en su totalidad la conexión la semana del 20 del 25 de septiembre de 2021. En noviembre de 2021 la DO solicita a la USAC la instalación de una serie de nuevos fisurómetros de metacrilato en las viviendas de la calle Pablo Olavide nº 9 y nº 11. El 29 de noviembre de 2021 un técnico de la USAC procede a instalar los dispositivos en el nº 9 de la calle Pablo Olavide, instalando 2 en la planta de la vivienda y otros 2 en la planta superior. Los fisurómetros se han colocado con un eje paralelo a la fisura y el otro eje perpendicular a esta. No se indica nada respecto al edificio nº 11.

De los 4 fisurómetros instalados, dos no presentan movimiento y uno, parece ser debido al descuadre del cuadro metálico de una ventana. En tan solo uno, el situado en la escalera de la planta baja, se ha producido una apertura de 2,5 mm. También ofrece un movimiento transversal inferior a los 0,5 mm que según indican podría ser debido a la apertura del fisurómetro y la rigidez de este y no a un movimiento trasversal de la fisura.

COMENTARIOS DEL ICOG:

Se trata de un estudio muy puntual, sin continuidad con las otras campañas realizadas, de tan solo 15 días de estudio entre la colocación y la única medida realizada. Las imágenes que se aportan son de mala calidad y tomadas en ángulos que pueden dar a entender que las medidas no son del todo precisas como se muestra en las imágenes siguientes.

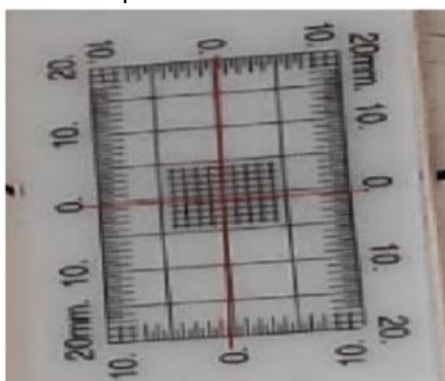


Foto 17: Detalle Habitación 3 29/11/2021.

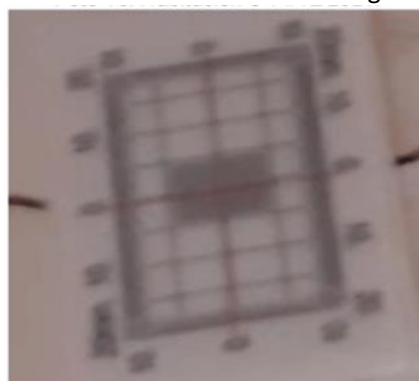


Foto 18: Detalle Habitación 3 14/12/2021.

En conclusión, el informe aporta pocos datos y de escasa utilidad por su carácter tan puntual.

	
ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS	
SUPERVISADO	
SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	
Fecha: 19/06/2023	Folio: 130 Núm: SVM-01230130/00
Colegiado: Manuel Lombardero Barcelo[ET AL]	
Inscrito con el nº: 373	
Puede consultar la validez del documento accediendo a http://icog.es	
Madrid, 19 de Junio de 2023	
Secretario del ICOG	

CÓDIGO ICOG: P65

TÍTULO: INFORME DE SITUACIÓN EDIFICIOS PABLO OLAVIDE 2, RAFAEL ALBERTI 7, VIRGEN DEL TEMPLO 6. PARA LA MESA TÉCNICA 8-9-2022

ELABORADO POR: LETICIA BLANCA GRIJALBA ABAD. DIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE COLECTIVO

ENCARGADO POR: MESA TÉCNICA DE SAN FERNANDO DE HENARES

FECHA: 8-9-2022

RESUMEN:

Se trata de un resumen de los informes y visitas técnicas realizadas en 3 edificios que se encuentran monitorizados (Pablo Olavide 2, Rafael Alberti 7, Virgen del Templo 6) para presentar en la Mesa Técnica. Se indica, por cada edificio, lo más destacado de los informes y visitas realizadas que supuestamente están en los anexos de este informe (8 anexos de los cuales el ICOG no dispone). También hace mención en el informe de situación que se realiza por parte de Intemac, de la visita a los edificios Rafael Alberti nº 9, Presa nº 15 y Nazario Calonge nº5, sin indicar nada y remitiéndose a los anexos correspondientes (6, 7 y 8 respectivamente).

En el edificio situado en la calle **Pablo Olavide nº2** se tienen en cuenta tanto los datos obtenidos en la última medición de 25 de agosto de 2022 como las visitas por parte de Intemac en julio de 2022. En ambos **se indica que hay evidencia de asientos y daños en el edificio.**

En el edificio situado en la calle **Virgen del Templo 6** se tienen en cuenta los datos obtenidos en la última medición de 25 de agosto de 2022 donde **se observan valores de asiento que crecen conforme más se acercan a Presa 27.**

En el edificio situado en la calle **Rafael Alberti 7** se tienen en cuenta tanto los datos obtenidos en la última medición de 25 de agosto de 2022 como las visitas por parte de Intemac. En ambos se indica que **hay evidencia de asientos y daños en el edificio.**

Se concluye que **hay una evolución desfavorable desde la última inspección.**

COMENTARIOS DEL ICOG:

No se dispone de los 8 anexos a los cuales hace referencia para poder cotejar si las conclusiones que se presentan en este informe son las principales y para poder cotejar los datos en bruto.

Claramente se indica que hay una evolución desfavorable, aunque se introduce una frase, sin justificación alguna en la que se comenta que puede ser que los movimientos son debidos a otra causa (sin especificar).

Más aún, ello está en contradicción con la parte final del documento, en la cual se indica que debido a la evolución de las fisuras en un breve periodo de tiempo (en cuestión de 1 mes) se lleva a cabo la instrumentación de las fisuras en Rafael Alberti nº 7 y se concluye que las fisuras se deben a movimientos en la cimentación.