



Received: 07-11-2020
Accepted: 10-11-2020

Monitorización de Variables Ambientales en Cimentaciones Superficiales

Monitoring of Environmental Variables in Surface Foundations

J. González Arteaga¹, A. Yustres Real², J. Alonso Aperte³, M. Moya Cameo⁴, O. Merlo Espinosa³, V. Navarro Gámir³

¹Universidad de Castilla-La Mancha, Cuenca, España

²Escuela de Arquitectura de Toledo. Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, España

³E.T.S. Ing. Caminos, Canales y Puertos Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real, España

⁴Grupo de Ingeniería Geomediambiental de la Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, España

Resumen— La caracterización de la distribución de la humedad en el suelo situado bajo los edificios es de la máxima importancia para describir su funcionamiento y tiene una gran influencia en patologías críticas como son los asentamientos diferenciales. El elevado coste y la dificultad de acceder al suelo situado bajo los edificios hace que los ejemplos de monitorización de la distribución del contenido de humedad no sean numerosos. En este trabajo, se presenta un caso práctico de toma de datos para el estudio de las variables impuestas por el medio ambiente (precipitaciones, humedad, temperatura, nivel freático) de cara la caracterización de la respuesta estructural esperada y al mantenimiento preventivo de la edificación. Los resultados obtenidos han puesto de manifiesto el interés de la metodología, ilustrando su capacidad para caracterizar la distribución real del contenido de humedad bajo las edificaciones, con procedimientos muy sencillos que pueden adaptarse fácilmente a nuestros edificios y que pueden servir de herramientas para un mantenimiento preventivo, en un contexto donde se esperan grandes variaciones en el régimen de humedad de los suelos por los efectos del cambio climático.

Palabras clave— Monitorización, Cimentación, Humedad, Patología Asentamientos.

Abstract— The characterization of the distribution of humidity in the soil located under the buildings is of the utmost importance to describe their operation and has a great influence on critical pathologies such as differential settlements. The high cost and the difficulty of accessing the ground under buildings means that the examples of monitoring the distribution of moisture content are not numerous. In this work, a practical case of data collection is presented for the study of the variables imposed by the environment (rainfall, humidity, temperature, water table) in order to characterize the expected structural response and preventive maintenance of the building. The results obtained have shown the interest of the methodology, illustrating its ability to characterize the real distribution of moisture content under buildings, with very simple procedures that can be easily adapted to our buildings and that can serve as tools for preventive maintenance, in a context where large variations in the soil moisture regime are expected due to the effects of climate change.

Key words— Monitoring, Foundations, Moisture, Pathology Settlements.

I. INTRODUCCIÓN

La mejora de la conservación y del mantenimiento de los edificios con el fin de prolongar su vida útil y de hacer más seguras, salubres y eficientes las construcciones durante toda su fase de uso es actualmente una tendencia que responde a una necesidad de mejorar los recursos naturales disponibles ante la situación de emergencia climática y también a la búsqueda de un mayor rendimiento económico de los bienes inmuebles que reducen el efecto del paso del tiempo en su devaluación.

El Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006), recoge en su articulado la necesidad de disponer de un plan de mantenimiento para los edificios, la realización de las inspecciones reglamentarias y la documentación de las acciones de mantenimiento e intervención que se realicen. En el documento básico de seguridad estructural, DB-SE (CTE-DB SE, 2019), se indica que el plan de mantenimiento identificará los trabajos a ejecutar, los puntos de mantenimiento particular, el alcance, la realización y la periodicidad de los trabajos de conservación y el programa de revisiones a realizar. De los diferentes documentos básicos que especifican y complementan el DB-SE (CTE-DB SE, 2019), solo los referidos a estructuras de acero DB-SE-A (CTE-DB SE-A, 2018), y de fábrica, (CTE-DB SE-F, 2019), definen algunas condiciones para la inspección y el mantenimiento. El DB-SE-Cimientos (CTE-DB SE-C, 2019) no contiene ninguna referencia a las inspecciones a realizar en los elementos de cimentación y en el suelo próximo a ellas.

En el caso de estructuras de hormigón armado, su norma de referencia la instrucción del hormigón estructural, EHE-08 (España Hormigón Estructural, 2008), define con mayor precisión los requerimientos para la conservación de la estructura y dedica el título 9º al mantenimiento. En él se establece una estrategia de mantenimiento basada en el archivo documental y en la inspección, que se materializa en la obligación de disponer de un “Plan de Inspección y Mantenimiento, que defina las actuaciones a desarrollar durante toda su vida útil”. Esta norma no fija con precisión la periodicidad de las inspecciones ni las metodologías o puntos de control que deben seguirse y tampoco hace ninguna diferenciación entre las distintas partes de la estructura, quedando todo condicionado al criterio del técnico autor del proyecto.

En el caso de Informes de Evaluación de edificio, según el modelo oficial recogido en el Real Decreto 233/2013 por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria y la regeneración y renovación urbanas, 2013-2016 (Real Decreto 233/2013), en estos informes para las cimentaciones se deben indicar las deficiencias detectadas, valorando el estado como favorable o desfavorables requiriendo las pruebas y ensayos realizados. Tampoco en estos

informes se hace mención del suelo.

Visto el estado de la normativa en vigor carente de procedimientos sistemáticos y objetivos, y la realidad de la práctica habitual, se comprueba que para el mantenimiento de la estructura no se aplican metodologías científicas o sistemas de control, siendo la inspección organoléptica la única toma de datos que utilizan los técnicos para determinar su estado o para valorar posibles amenazas. En el caso de cimentaciones este problema se agrava notablemente al tratarse de elementos ocultos e inaccesibles, cuyo control se hace de un modo indirecto basado en la búsqueda de lesiones que puedan tener su causa en fallos de cimentación, como grietas, desplomes o desniveles. Por lo que con estos procedimientos una posible patología en cimentaciones se detecta cuando ya ha generado lesiones en los elementos estructurales que ya requieren una importante inversión para su reparación.

Por todo ello se requiere establecer procedimientos e instrumentos que permitan la realización de un mantenimiento preventivo sobre las cimentaciones que consigan evitar la aparición de esas costosas lesiones.

En el comportamiento de una cimentación superficial las variables externas a las cargas gravitatorias, propias del uso del edificio, que generan cambios en el comportamiento de las zapatas son las de carácter ambiental, las cuales afectan al suelo próximo a la cimentación y producen variaciones volumétricas que se transmiten al conjunto de la estructura. La distribución de la humedad en esos suelos y su variación es la responsable de la mayor parte de estos cambios, al modificar la rigidez del suelo (Alonso, E.E., 1990). especialmente en el caso de suelos con arcillas expansivas (Adem, H.H., 2015). Poder realizar una monitorización de la distribución de la humedad en el entorno de las cimentaciones superficiales podría servir para detectar de un modo temprano disfunciones en la interacción suelo-cimentación, que acaben generando asientos diferenciales.

Ante las alteraciones en el régimen de lluvias y el incremento de temperatura que supone el cambio climático, es previsible que se intensifiquen las alteraciones en las condiciones de humedad de los suelos próximos a las cimentaciones, por ello se hace todavía más necesaria esta monitorización.

El elevado coste y la dificultad de acceder al suelo situado bajo los edificios hace que los ejemplos de monitorización de la distribución del contenido de humedad no sean numerosos (Yoshida, R.T., 2015; Thomas, H.R., 1999; Zhang, X., 2015), y no se han extendido a la práctica habitual del mantenimiento preventivo de los edificios.

II. METODOLOGÍA

El objetivo planteado es el desarrollo de un sistema sencillo de fácil implantación, de un coste asumible por promotores y propietarios, con una metodología adaptable a edificaciones de

nueva planta y a las ya existentes. El sistema de monitorización se genera con fin de poder evaluar la distribución del contenido de humedad en el suelo que envuelve a las zapatas superficiales. Es necesaria la definición de las variables que se quieren obtener, que serán aquellas que caractericen mejor la distribución de humedad y su variación. Para completar la propuesta y verificar la adecuación del modelo se realizan ensayos complementarios de comprobación de la adaptación a la realidad.

Se opta por el uso de sistemas basados en reflectometría de dominio de frecuencia, FDR (Navarro. V., 2006), que no es de uso en el campo de la edificación, pero sí que es muy utilizada en otros ámbitos como la hidrogeología o la ingeniería agrícola. Este sistema es un procedimiento óptimo para la monitorización, pues aportan una información de mayor representatividad que la toma de una sola medida puntual, y de con un coste muy bajo.

Para contrastar la idoneidad de los procedimientos, se han aplicado en un caso real, el Instituto de Investigación de Tecnología, Construcción y Telecomunicaciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, situado en la ciudad de Cuenca. Este edificio finalizado en 2015 presenta varias soluciones constructivas que permiten comprobar la adecuación del método a diversas tipologías estructurales, pero además se sitúa sobre un suelo heterogéneo. Sobre una media ladera, de forma que la mayor parte de su cimentación se apoya en un terreno excavado donde predominan las arcillas, pero no homogéneas combinándose arcillas de alta y baja plasticidad. La parte sureste del edificio se apoya sobre un relleno granular, lo que aporta una nueva variable al caso y permite mejorar la verificación de los resultados obtenidos (González-Arteaga, J., 2019).

Se han realizado 26 puntos de inspección reflejados en la figura 1, 18 interiores y en el exterior 8, todos fuera de la superficie de las zapatas. Estos sirven de acceso al suelo, por lo que se han construido de modo similar a arquetas de registro de una instalación, con unas dimensiones de 50x50 cm. En ellos se introdujo el tubo de acceso (Sentek Pty Ltd., 2013) (ver Figura 2), que en este caso de 140 cm. de longitud y 56,5 mm. de diámetro, previa perforación por medio de una pequeña máquina de un orificio con un diámetro ligeramente superior. Para asegurar el correcto ajuste del tubo al suelo se rellenó con arena fina (grano entre 0,4 y 1,2 mm.) el espacio existente entre el tubo y el borde de la perforación. Posteriormente se extrajeron del fondo del tubo los terrenos que habían quedado en el interior, hasta alcanzar la profundidad de 130 cm. Para evitar la entrada de agua desde el fondo del tubo se colocó un tapón inferior y se coloca una tapa superior dotada de un sistema de unión a la sonda elegida.

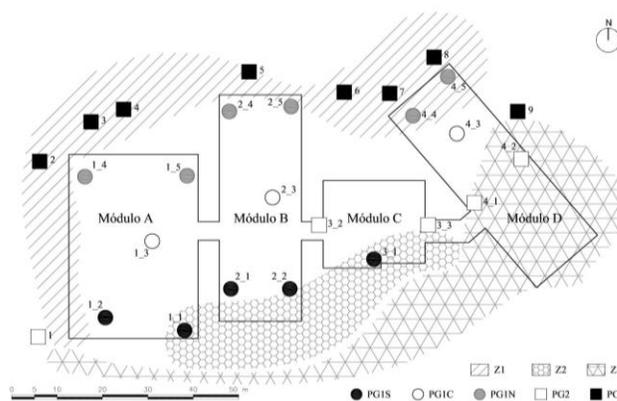


Fig. 1. Planta ITct con la situación de los puntos de inspección según su agrupación (PG) y zonas de evolución de nivel similar (Z).



Fig. 2. Proceso de ejecución de pozo e instalación de tubo de acceso.

El equipo utilizado fue un "Diviner 2000" (Sentek Pty Ltd., 2009), un sensor conectado a una varilla de sonda. La reflectometría en el dominio de la frecuencia basa en la identificación de la frecuencia de resonancia del condensador formado por el suelo y dos electrodos cilíndricos contenidos en el sensor. La frecuencia es menor cuanto mayor sea la humedad del medio. Para obtener el contenido gravimétrico de agua w a partir de la frecuencia medida, es necesario aplicar unos factores de corrección diferentes para cada tipo de suelo (Sentek Pty Ltd., 2011).

Las lecturas se realizaron con una periodicidad de 15 días durante 20 meses. El proceso de toma de datos es muy sencillo, solamente es necesario retirar la tapa superior del tubo de registro y ajustar la sonda al tubo mediante enroscado. Tras ello se va introduciendo a una velocidad constante la sonda, la cual toma datos cada 10 centímetros de profundidad hasta que la sonda llega al tapón de fondo. Se recupera la sonda subiéndola a velocidad constante ya que se vuelven a tomar datos cada 10 cm. para poder comprobar las lecturas tomadas en el descenso. Esta operación se realiza en menos de un minuto. En el caso de estudio se han obtenido mediciones cada 10 cm. hasta una profundidad de 120 cm. En la Figura 3 se muestra una sección del perfil durante una lectura y una imagen del perfil con la sonda lista para la toma de datos.

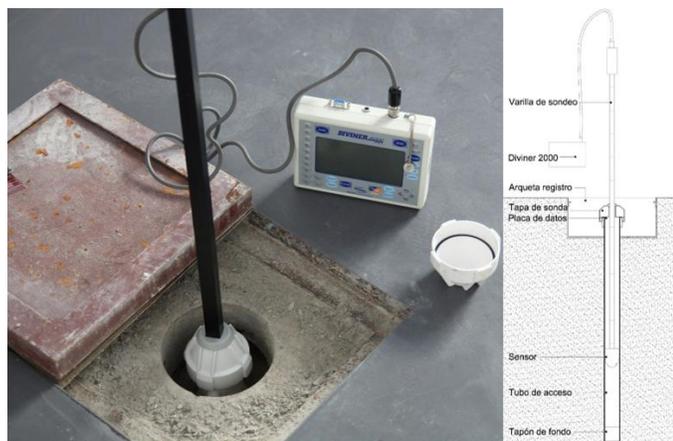


Fig. 3. Fotografía de punto de estudio en interior del ITct con sonda Diviner 2000 y sección de pozo de estudio con sonda.

Con el fin de confirmar relaciones entre la distribución del contenido de humedad del suelo y de la estructura del edificio se ha completado el estudio realizando nivelaciones de precisión con una periodicidad mensual y lecturas de giro en vigas de los cuatro módulos que componen el edificio. La nivelación se efectuó con un nivel automático Topcon AT-B2 equipado con un micrómetro óptico y una mira de nivelación invar de 2 m, midiendo la elevación relativa de un total de 22 puntos, de los cuales 14 están situados en las zapatas del edificio.

Los giros se obtuvieron mediante cuatro clinómetros del tipo EL-SC (Durham Geo Slope Indicator) (Slope Indicator Company, 2010), con lecturas cada 15 minutos, que también aportaban datos de temperatura interior.

También se han tenido en cuenta para este estudio las condiciones climáticas del edificio utilizando registros oficiales de AEMET (Agencia Estatal de Meteorología) en la ciudad y el SIAR (servicio regional de asesoramiento a regantes), complementados por una estación meteorológica propia Decagon Weather Station (ICT International, 2019).

III. RESULTADOS

Los cuantiosos datos obtenidos durante los 20 meses de seguimiento se analizaron y estructuraron para poder obtener información representativa de la realidad del suelo y de la cimentación. Con los datos referidos a humedades se obtuvo el valor medio del contenido de agua, w_{AV} , así como el valor del gradiente medio del contenido de agua en el perfil, i_{AV} para cada fecha de toma de datos. La primera de estas variables el w_{AV} proporciona información sobre la masa de agua almacenada alrededor del tubo de acceso, y su gradiente queda recogido por la variable i_{AV} . Se comprobó la relación de estos datos entre las series temporales de los distintos perfiles de estudio.

Con estos valores y sus tendencias (ver Figura 4a) se han podido agrupar los distintos puntos de estudio. La primera

(PG1) se corresponde con los situados en el interior del edificio y sobre el suelo natural excavado. Este conjunto se observó que permitiría una división en tres subgrupos: los situados al norte, (PG1N) los de la zona central del edificio (PG1C), ver Figura 4b, y los situados al sur (PG1S), que mostraban una correlación elevada entre ellos y que explicaba la influencia de la distancia del nivel freático que aumenta en la dirección sur Norte.

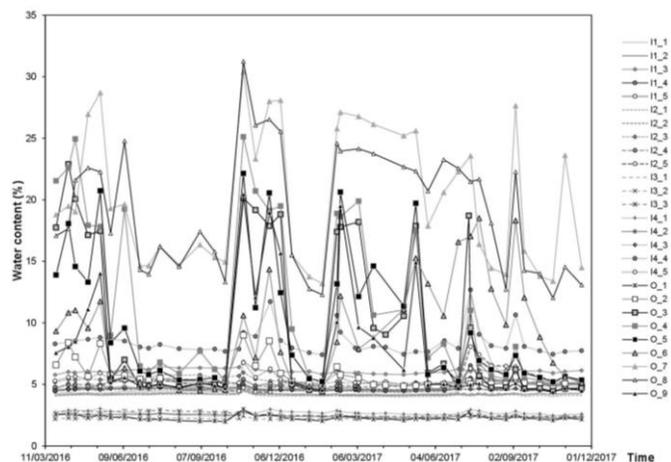


Fig. 4a. Evolución del contenido medio de humedad w_{AV} para cada perfil de estudio.

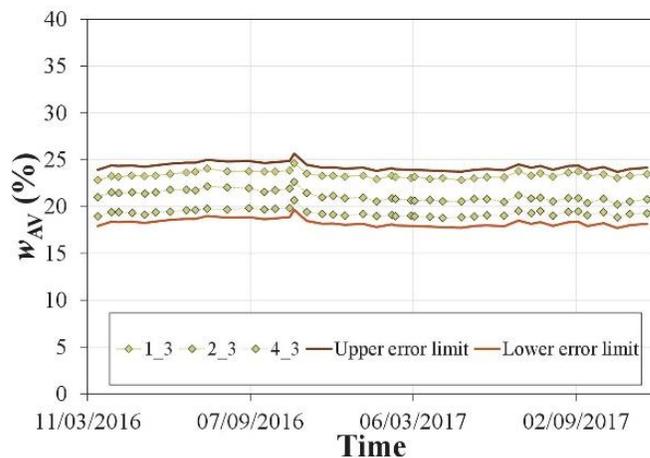
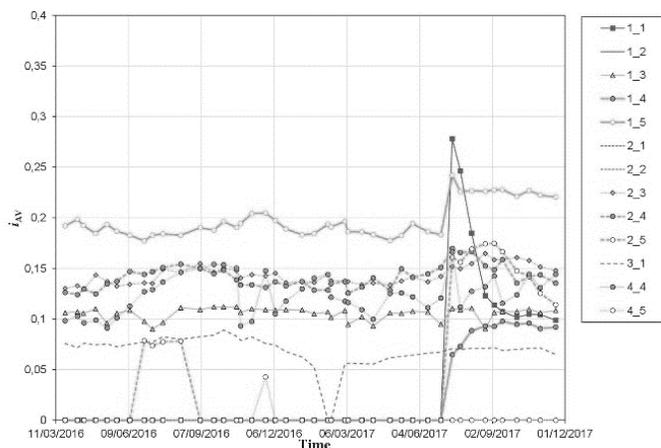
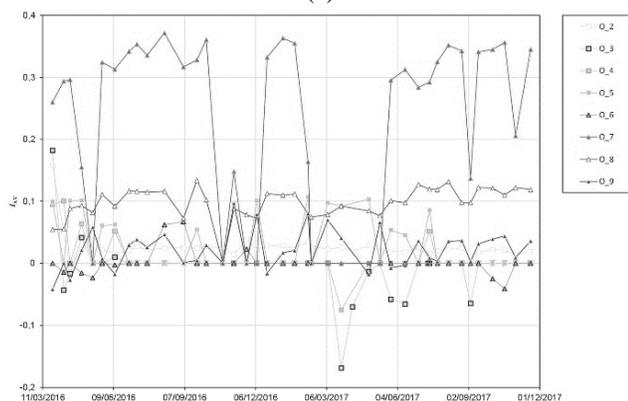


Fig. 4b. Evolución del contenido medio de humedad w_{AV} para los perfiles del grupo PG1C.

Se ha podido comprobar como todos los perfiles situados sobre el relleno granular presentaban similares resultados y permitían su clara agrupación que se denominó PG2. Este grupo era esperable, debido a su menor capacidad de retención de agua. Los puntos situados en el exterior del edificio y cimentados sobre el suelo excavado presentaban tendencias muy diferentes de los interiores, pero con ciertos grados de similitud entre ellos, por lo que se asignaron al grupo PG3.



(a)



(b)

Fig. 5. Evolución del gradiente medio i_{AV} en cada perfil: izquierda perfiles PG1, derecha perfiles PG3.

Con los valores del i_{AV} sirven para el estudio de cómo se comporta el flujo de agua en el entorno del perfil. Por ejemplo, para los perfiles interiores PG1 (ver Figura 5) son muy bajos para el contenido de agua, se ha podido corroborar que la humedad se propaga principalmente desde el fondo saturado, dada su posición protegida de la entrada de agua por el edificio. Esto no ocurre en los perfiles PG3, donde por estar expuestos al contacto con el exterior, hay flujos de mayor magnitud y con una variación de la distribución del contenido de agua en cada perfil en cada momento mayor que la del PG1.

Los puntos exteriores situados en zonas de suelo excavado, los PG3 (ver Figura 5), inicialmente presentaban mayores divergencias en sus tendencias entre sí, por lo que se procedió a estudiar las correlaciones de la evolución temporal del w_{AV} en estos perfiles, utilizando el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson R^2 obteniendo correlaciones razonables para los perfiles situados al norte y situados a una distancia similar del nivel potenciométrico, explicado por compartir condición de límite superior y límites inferiores similares. Existen dos excepciones, pero se explican por un cambio en la composición del suelo al estar situados sobre arcillas de menor plasticidad (González-Arteaga, J., 2019). Los valores del grupo PG· también se muestran correctos al corresponderse con una

zona en la que como se comprueba con los datos climatológicos de precipitación y evaporación que como era de esperar, existe una infiltración de la red tal que, en el área del perímetro de los edificios, el contenido de agua es mayor que bajo el edificio, donde el aporte es nulo.

Finalmente se ha completado el estudio del comportamiento estructural con los datos obtenidos de las distintas nivelaciones de precisión realizadas en las zapatas. Se han utilizado procedimientos estadísticos como la distancia de Jeffreys (ver procedimiento en (González-Arteaga, J., 2020)), detectando 3 tendencias que definen tantas zonas de evolución de nivel similar. El primer y segundo grupo (Z1 y Z2 en Figura 1) corresponden a los puntos situados al noroeste y al sur del edificio, con tendencias oscilantes en torno al valor inicial. El tercer grupo (Z3) muestra una tendencia a la baja. Estas tres zonas confirman los resultados del comportamiento del suelo que se detectaron con los procedimientos de monitorización de la humedad.

IV. CONCLUSIONES

Con la puesta en práctica de esta metodología de inspección y los elementos de comprobación complementarios se ha obtenido un sistema de monitorización de bajo coste, fácilmente adaptable a las nuevas construcciones que pueden recoger estos puntos de control en sus proyectos de ejecución, pero que dada su fácil ejecución se puede implementar en edificios existentes abriendo pozos de registro en el entorno de los elementos de cimentación, o aprovechando arquetas o registros de instalaciones.

La aplicación de sistemas de monitorización que estudien el contenido de humedad en el suelo es una forma de conseguir un mantenimiento preventivo de la estructura de los edificios, ya que como hemos visto responden a las condiciones hidrogeológicas y permiten ver variaciones de volumen originadas en el suelo por cambios en su régimen hídrico y cambios en la deformabilidad del suelo al variar su rigidez condicionada por su contenido de humedad. Con ello se podrán detectar las primeras fases de importantes problemas estructurales.

La información relacionada con la humedad en el entorno de las cimentaciones con la variación del régimen hídrico que conlleva el cambio climático supondrá, cada vez más, el incremento de patologías estructurales causadas por cambios en la volumetría y la rigidez del suelo, por lo que se hace necesario establecer procedimientos sencillos y de costes bajos que ayuden a la conservación de los edificios y con ello al de sus usuarios.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio y las comunicaciones derivadas de él han podido realizarse gracias a la colaboración del Instituto de Tecnología,

de construcción y telecomunicaciones (ITct) de la Universidad de Castilla-La Mancha que ha constituido su propio edificio como objeto de experimentación.

También este trabajo ha contado con financiación a cargo de la Excm. Diputación de Cuenca por medio de la beca iniciación a la investigación DIPUCU-2017-7 otorgada a J. González-Arteaga.

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AEMET	Agencia Estatal de Meteorología.
FDR	Reflectometría de dominio de frecuencia.
i	Gradiente del contenido de agua.
i_{AV}	Gradiente medio del contenido de agua en el perfil.
ITct	Instituto de Tecnología, construcción y telecomunicaciones.
PG x	Perfil grupo x .
SIAR	Servicio regional de asesoramiento a regantes.
w	Contenido gravimétrico de agua.
w_{AV}	Contenido gravimétrico de agua medio en perfil.
Z x	Zona de evolución similar de nivel x .

REFERENCIAS

- Adem, H.H., Vanapalli, S.K., (2015) Review of methods for predicting in situ volume change movement on expansive soil over time, *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering* 7 (1) 73-86, <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2014.11.002>).
- Alonso, E.E., Gens, A., Josa, A., (1990). A constitutive model for partially saturated soils, *Géotechnique* 40 (3) 405-430, <https://doi.org/10.1680/geot.1990.40.3.405>
- España (2006). Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. *Boletín Oficial del Estado*, 28 de marzo de 2008
- España (2008). Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08) *Boletín Oficial del Estado*, 22 de agosto de 2008
- España (2013). Real Decreto 233/2013, de 5 de abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas, 2013-2016. *Boletín Oficial del Estado*, 10 de abril de 2013
- González-Arteaga, J. Moya, M., Yustres, A., Alonso, J., Merlo, O., Navarro, V., (2019). Characterisation of the water content distribution beneath building foundations, *Measurement*, 136, 82-92. doi: 10.1016/j.measurement.2018.12.054
- González-Arteaga, J., Alonso, J., Moya, M., Merlo, O., Navarro, V., (2020). Long-term monitoring of the distribution of a building's settlements: Sectorization and study of the underlying factors, *Engineering Structures*, 205, 110111. doi:10.1016/j.engstruct.2019.110111
- ICT International (2019). DWS Decagon Weather Station.

- Armidale, New South Wales, Australia: ICT International.
- Ministerio de Fomento de España. (2018). Documento Básico SE-A Seguridad Estructural Acero. Accedido el 1 de febrero, 2020, disponible en <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-A.pdf>
- Ministerio de Fomento de España. (2019). Documento Básico SE Seguridad estructural. Accedido el 1 de febrero, 2020, disponible en <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE.pdf>
- Ministerio de Fomento de España. (2019). Documento Básico SE-F Seguridad estructural: Fábrica. Accedido el 1 de febrero, 2020, disponible en <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-F.pdf>
- Ministerio de Fomento de España. (2019). Documento Básico SE-C Seguridad Estructural Cimientos. Accedido el 1 de febrero, 2020, disponible en <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-C.pdf>
- Navarro V, Candel M, Yustres A, Merlo O, Mena M. (2006) Analysis of installation of FDR sensors in a hard soil. *Geotechnical Testing Journal*. 2006;29:462-6. <https://doi.org/10.1520/GTJ100316>
- Sentek Pty Ltd. (2003). Access Tube Installation Guide Version 1.0. Accedido el 14 de diciembre, 2019, disponible en <https://sentektechnologies.com/download/enviroscan-standard-installation-guide/>
- Sentek Pty Ltd. (2009). Diviner 2000 User Guide, Version 1.5. Accedido el 14 de diciembre, 2019, disponible en <https://sentektechnologies.com/download/diviner-2000-user-guide/>
- Sentek Pty Ltd. (2011). Calibration Manual for Sentek Soil Moisture Sensors, Version 2.0. Accedido el 14 de diciembre, 2019, disponible en <https://sentektechnologies.com/download/moisture-calibration-manual/>
- Slope Indicator Company (2010). EL Tilt Sensor,(For Tilt and Beam Sensors), Standard & SC Versions, 56802198. Mukilteo, Washington, USA.
- Thomas, H.R., Rees, S.W. (1999) The thermal performance of ground floor slabs-a full scale in-situ experiment, *Building and Environment* 34 (2) 139-164, [http://dx.doi.org/10.1016/S0360-1323\(98\)00001-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0360-1323(98)00001-8).
- Yoshida, R.T., Fredlund, D.G., Hamilton, J.J. (1983) The prediction of total heave of a slab-on-grade floor on Regina clay, *Canadian Geotechnical Journal* 20 (1) 69-81, <http://dx.doi.org/10.1139/t83-008>.
- Zhang, X., Briaud, J.-L. (2015) Three dimensional numerical simulation of residential building on shrink-swell soil in response to climatic conditions, *International Journal for*

Numerical and Analytical Methods in Geomechanics 39
(13) 1369–1409, <http://dx.doi.org/10.1002/nag.2360>.



Reconocimiento – NoComercial (by-nc): Se permite la generación de obras derivadas siempre que no se haga un uso comercial. Tampoco se puede utilizar la obra original con finalidades comerciales.