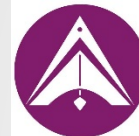


# II JORNADAS DE INVESTIGACION ETSIE

## 6 y 7 abril 2017



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA DE  
EDIFICACIÓN

## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

*Técnicas de ensayo no destructivas y de eficiencia energética aplicadas al estudio de los materiales de construcción*

## EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

*Rosa Martínez Sala, Isabel Tort Ausina, Andrea Salandin*  
*Departamento de Física Aplicada*

*Isabel Rodríguez Abad*  
*Departamento de Construcciones Arquitectónicas*

*Jesús Mené Aparicio*  
*Departamento de Mecánica de los Medios Continuos  
y Teoría de Estructuras*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA DE  
EDIFICACIÓN

## OBJETIVO

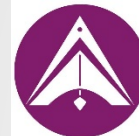
*El objetivo de la línea de investigación es ANALIZAR, CARACTERIZAR y DIAGNOSTICAR las propiedades y comportamiento en servicio de los materiales de construcción por medio de TÉCNICAS NO DESTRUCTIVAS.*

*Nuestro interés se centra fundamentalmente en las técnicas no destructivas de análisis de radiación electromagnética:*

- *GEORRADAR*
- *TERMOGRAFIA DE INFRARROJOS*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA DE  
EDIFICACIÓN

# METODOLOGÍA DE TRABAJO

*La metodología de trabajo utilizada para llevar a cabo los estudios es la correspondiente al proceso básico de una investigación aplicada:*

- *Análisis de estado del arte y establecimiento de hipótesis de partida*
- *Diseño del programa experimental*
- *Desarrollo de algoritmos de procesamiento de señales*
- *Análisis y procesamiento de señales*
- *Valoración e interpretación de resultados*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



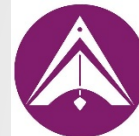
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA DE  
EDIFICACIÓN

# INDICE DE CONTENIDOS

- I. Artículos recientes publicados en revistas indexadas en el Journal Citation Reports***
- II. Publicaciones recientes en Actas de Congresos Internacionales***
- III. Miembros COST Action TU1208: Civil Engineering Applications of Ground Penetrating Radar***
- IV. Ejemplo experimental: GPR technique to detect and locate the waterfront depth in hardened concrete***
- V. Últimos Trabajos Final de Máster Dirigidos***
- VI. Propuestas de Trabajos Final de Máster***



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA DE  
EDIFICACIÓN

# ARTÍCULOS RECIENTES PUBLICADOS EN REVISTAS INDEXADAS EN EL JOURNAL CITATION REPORTS

- *Rodríguez Abad, Isabel; Gilles, Klysz; Martínez-Sala, Rosa; Balayssac, Jean Paul; Mené-Aparicio, Jesús (2016) “Application of ground penetrating radar technique to evaluate the waterfront location in hardened concrete” Geoscientific Instrumentation Methods and Data Systems, 5, 567-574 .*
- *Rodríguez Abad, Isabel; Gilles, Klysz; Martínez-Sala, Rosa; Balayssac, Jean Paul; Mené-Aparicio, Jesús (2016) “Waterfront depth analysis in hardened concrete by means of the non-destructive Ground-penetrating radar technique” IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 9, 91-97 .*
- *Martínez-Sala R., Rodríguez-Abad I.; Díez R.; Capuz R. (2013) “Assessment of the dielectric anisotropy in timber using the nondestructive GPR technique” Construction & Building Materials, vol. 38, 903-911.*



## PUBLICACIONES RECIENTES EN ACTAS DE CONGRESOS INTERNACIONALES

- *European Geophysical Union General Assembly (2016), Viena, Austria. Rodríguez Abad, Isabel; Klysz Gilles, Balayssac, Jean Paul; Pajewski, Lara, “Analysis of waterfront location in hardened concrete by GPR within COST Action TU1208”.*
- *Near Surface Geoscience Conference (2016) Barcelona, España. Martínez Sala, Rosa; Rodríguez Abad, Isabel; Mené Aparicio, Jesús, “Analysis of the water content variation in different timber species using the nondestructive GPR technique “.*
- *III International Congress on Construction and Building Research (2016), Madrid, España. : Rodríguez Abad, Isabel; Martínez Sala, Rosa; Mené Aparicio, Javier Zahonero, “Preliminary building materials characterization by means of infrared thermography”.*
- *International Workshop on Advanced Ground Penetrating Radar (2015), Florencia, Italia. Rodríguez Abad, Isabel; Martínez Sala, Rosa; Mené Aparicio, Jesús, “Use of the direct wave amplitude to analyse timber grain at different frequencies”.*

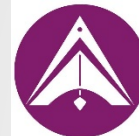
## MIEMBROS COST ACTION TU1208

# CIVIL ENGINEERING APPLICATIONS OF GROUND PENETRATING RADAR (GPR)

- *COST – European Cooperation in Science and Technology – is the first and widest European framework for the transnational coordination of nationally funded research activities.*
- *COST enables break-through scientific developments leading to new concepts and products and thereby contributes to strengthen Europe's research and innovation capacities.*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA DE  
EDIFICACIÓN



## MIEMBROS COST ACTION TU1208

# CIVIL ENGINEERING APPLICATIONS OF GROUND PENETRATING RADAR (GPR)

**Working Group 4:** *Different applications of Ground Penetrating Radar (GPR) and on other Non Destructive Techniques (NDT) for Civil Engineering (CE).*

- *The WG4 works on the different applications of GPR and on other NDT techniques for CE.*
- *The points of weakness and the points of strength of integrating different non destructive techniques, such as ultrasound, infrared thermography, etc. and other, novel technologies with GPR will be analyzed within the activities of the WG4.*
- *The final aim is optimizing the methods and the equipment and finding new reliable survey procedures.*

## MIEMBROS COST ACTION TU1208

# CIVIL ENGINEERING APPLICATIONS OF GROUND PENETRATING RADAR (GPR)

### *Colaboraciones*

- *Desde el 2013 colaboramos con el Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions de la Université Paul Sabatier de Toulouse, Francia: Dr. Jean Paul Balayssac y Gilles Klysz*
- *Desde el 2014 a la actualidad hemos realizado estudios experimentales y publicado trabajos de forma conjunta. Último trabajo realizado y pendiente de publicación como capítulo de libro:*

***GPR technique to detect and locate the waterfront depth in hardened concrete. Rodríguez-Abad I., Klysz G., Martínez-Sala R., Balayssac J.P., Mené-Aparicio J.***

# GPR TECHNIQUE TO DETECT AND LOCATE THE WATERFRONT DEPTH IN HARDENED CONCRETE

## *Abstract*

*Concrete structures durability depends mainly on the physical and chemical conditions to which they are exposed. Concrete structures are particularly **vulnerable to the effects of water**, since almost all these negative processes require its presence.*

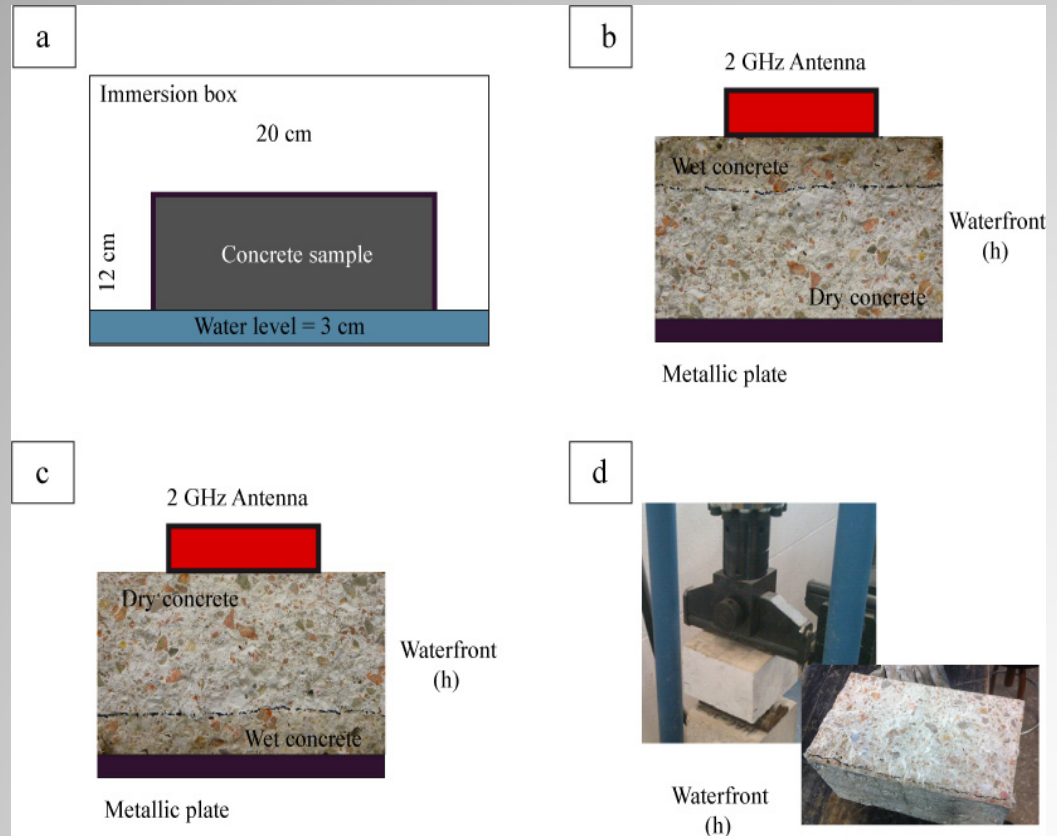
*For this reason, it is very interesting the use of **non-destructive techniques** to evaluate the penetrability of water in concrete. In this study, we analyzed the capability of GPR to **assess water penetrability in concrete specimens using a 2.0 GHz antenna**. Concrete specimens were put into water, and then GPR measurements were acquired at different time intervals.*

*Results showed the excellent agreement between the **wave parameters and the position of the waterfront**. In addition, specific processing algorithms were developed to determine with high reliability the waterfront depth by means of GPR records.*

# GPR TECHNIQUE TO DETECT AND LOCATE THE WATERFRONT DEPTH IN HARDENED CONCRETE

## *Programa Experimental*

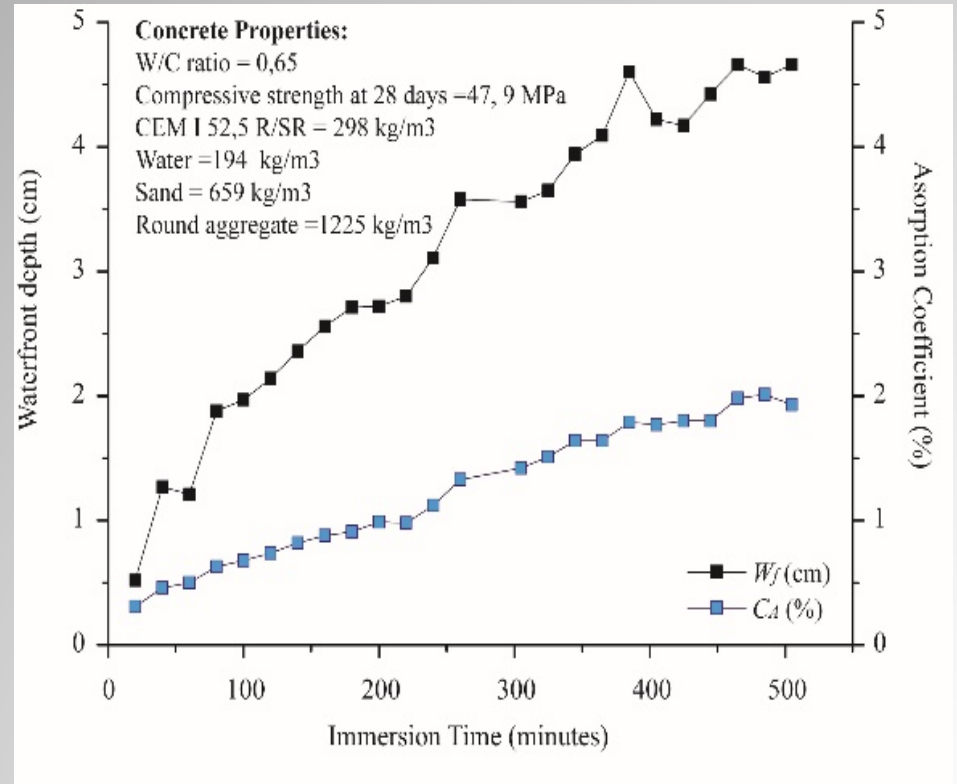
Experimental program steps:  
Water immersion of concrete samples (a); GPR acquisition display placing the antenna over the surface that was immersed into water (b) and over the opposite surface to immersion (c); Waterfront marking after breaking the samples (d).



# GPR TECHNIQUE TO DETECT AND LOCATE THE WATERFRONT DEPTH IN HARDENED CONCRETE

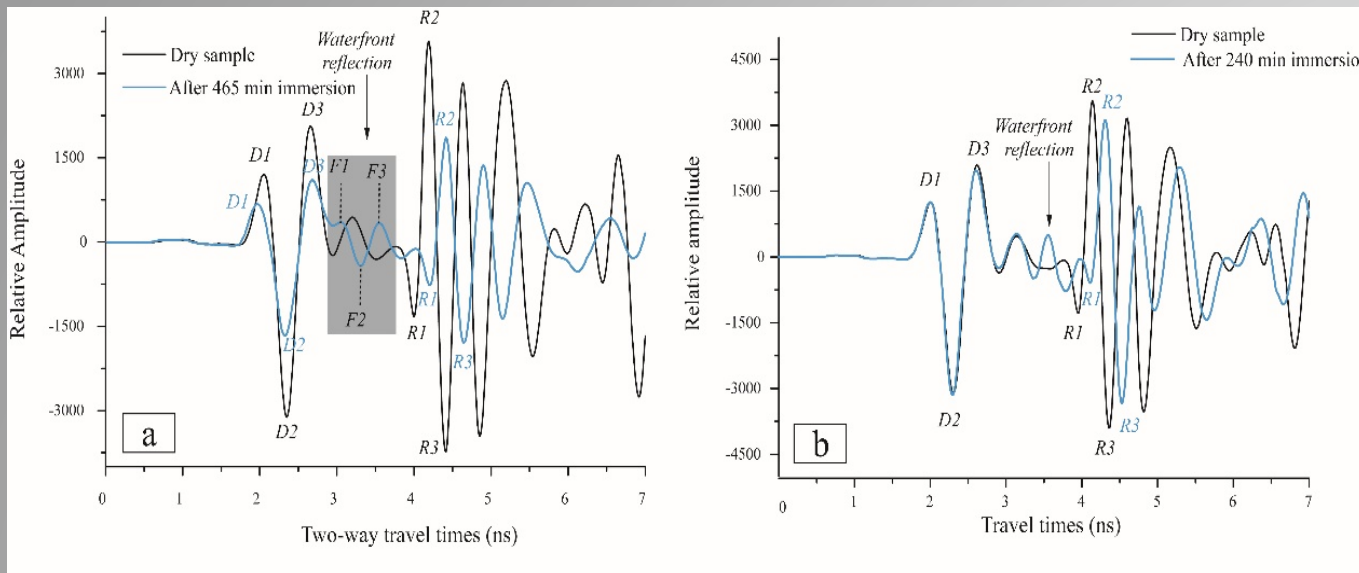
## Programa Experimental

Absorption coefficient ( $C_A(\%)$ ) and waterfront depth ( $W_f(\text{cm})$ ) in relation to the immersion time of samples.



# GPR TECHNIQUE TO DETECT AND LOCATE THE WATERFRONT DEPTH IN HARDENED CONCRETE

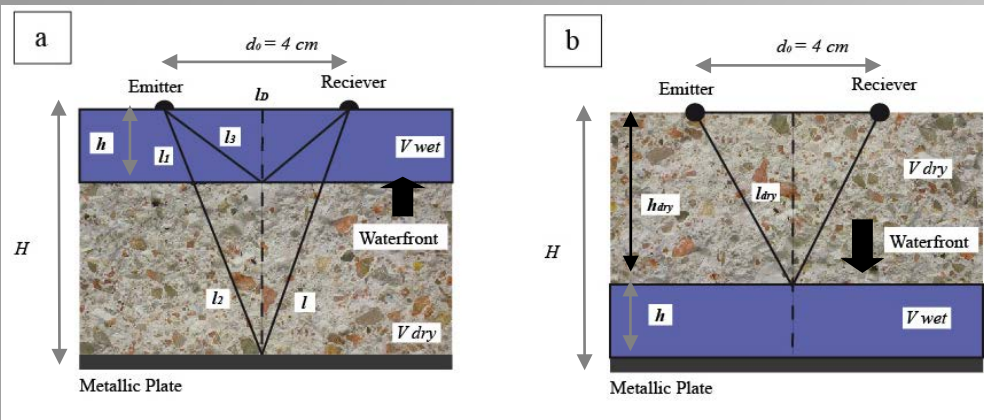
## Procesado de registros de georradar



Typical GPR signals recorded when the antenna was placed over the surface that was immersed into water (a) and over the surface opposite to immersion (b).

# GPR TECHNIQUE TO DETECT AND LOCATE THE WATERFRONT DEPTH IN HARDENED CONCRETE

## Desarrollo de algoritmos específicos



Paths of the electromagnetic rays with the different acquisition displays

$$[(\Delta t)_{D2}^{R1}]_{wet} = 2 \cdot \left( \frac{l_1}{v_{wet}} + \frac{l_2}{v_{dry}} \right) - \frac{d_0}{v_{wet}} \quad (6)$$

$$[(\Delta t)_{F3}^{R3}]_{wet} = 2 \cdot \left( \frac{l_1}{v_{wet}} + \frac{l_2}{v_{dry}} - \frac{l_3}{v_{wet}} \right) \quad (7)$$

$$l = \sqrt{\left(\frac{d_0}{2}\right)^2 + H^2} \quad (9)$$

$$l_1 = \frac{h}{H} \cdot l \quad (10)$$

$$l_2 = \frac{H-h}{H} \cdot l \quad (11)$$

$$l_3 = \sqrt{\left(\frac{d_0}{2}\right)^2 + h^2} \quad (12)$$

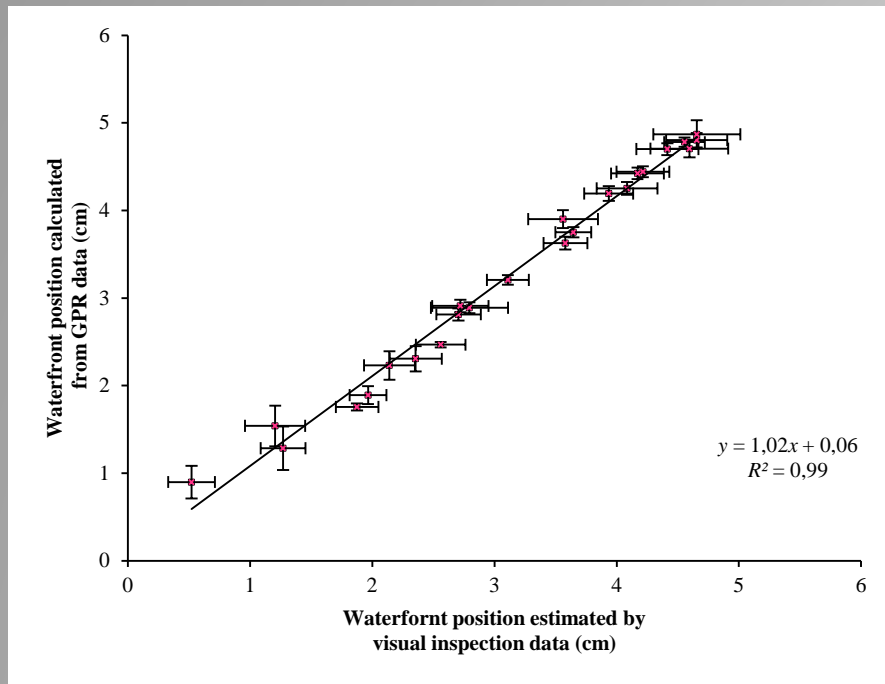
$$h = H - h_{dry} = H - \sqrt{l_{dry}^2 - \left(\frac{d_0}{2}\right)^2} \quad (13)$$

$$l_{dry} = \frac{(\Delta t_{D2}^{R1} \cdot v_{dry}) + d_0}{2} \quad (14)$$

$$v_{dry} = \frac{\left(2 \cdot \sqrt{H^2 + \left(\frac{d_0}{2}\right)^2} - d_0\right)}{\Delta t_{D2}^{R1}} \quad (15)$$

# GPR TECHNIQUE TO DETECT AND LOCATE THE WATERFRONT DEPTH IN HARDENED CONCRETE

## *Resultados y conclusiones*



Adjustment between waterfront advance obtained by means of the GPR data and visual inspection data after breaking the samples.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA DE  
EDIFICACIÓN



## ÚLTIMOS TRABAJOS FINAL DE MÁSTER DIRIGIDOS

- Título: ***Evaluación de la idoneidad de la termografía y el georradar para caracterizar materiales de construcción***  
Autor: Javier Zahonero Simó; Tutores: Rodríguez-Abad I., Mené Aparicio J.
- Título: ***Aplicación de la técnica no destructiva del georradar para evaluar la absorción de agua en hormigón endurecido.***  
Autor: Alberto Fernández Castilla; Tutores: Rodríguez-Abad I.; Pedro Serna Ros
- Título: ***Comparación de técnicas no destructivas en la inspección del hormigón armado: Georradar versus tomografía ultrasónica***  
Autora: Núria González Roura; Tutores: Rodríguez-Abad I., Mené Aparicio J.
- Título: ***Análisis de la permeabilidad del hormigón por medio de la técnica no destructiva del georradar***  
Autora: Isabel del Val Muedra; Tutoras: Martínez-Sala I., Rodríguez-Abad I
- Título: ***Estudio de la penetrabilidad del agua en el hormigón endurecido por medio de la técnica no destructiva de georradar***  
Autor: Eliseo Sánchez; Tutores: Mené Aparicio J., Rodríguez-Abad I.



# PROPUESTAS TRABAJOS FINAL DE MÁSTER

## *Alcance de la termografía de infrarrojos para detectar la variación del contenido de humedad en la madera*

### *Principales contenidos a estudio:*

- *Caracterización de las maderas por medio de las diferencias en las temperaturas registradas*
- *Capacidad de la termografía para detectar las singularidades de la madera*
- *Análisis de las condiciones de entorno necesarias para aplicar la termografía para estudio del proceso de evaporación del agua en el madera*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA DE  
EDIFICACIÓN

# PROPUESTAS TRABAJOS FINAL DE MÁSTER

## *Aplicación del georradar para determinar las zonas húmedas en forjados de vigas de madera*

### *Principales contenidos a estudio:*

- *Caracterización de las maderas por medio de las diferencias registradas por medio del análisis de señales de georradar*
- *Capacidad del georradar para estimar el contenido de humedad en vigas de madera*
- *Análisis de las condiciones de entorno necesarias para aplicar el georradar como técnica para el estudio de forjados de madera in situ.*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



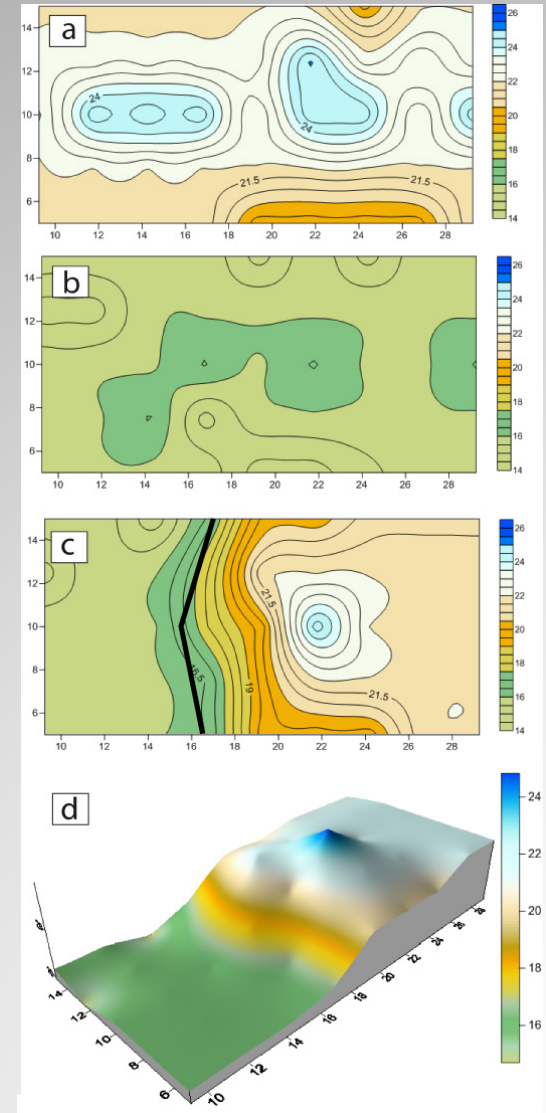
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA DE  
EDIFICACIÓN

# PROPUESTAS TRABAJOS FINAL DE MÁSTER

*Determinación del frente de avance del agua inyectada a presión en hormigón endurecido por medio del georradar. Obtención imágenes 3D*

*Principales contenidos a estudio:*

*Aplicación de los algoritmos desarrollados por el grupo para determinar el frente de avance del agua en hormigones de diferentes características*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA DE  
EDIFICACIÓN