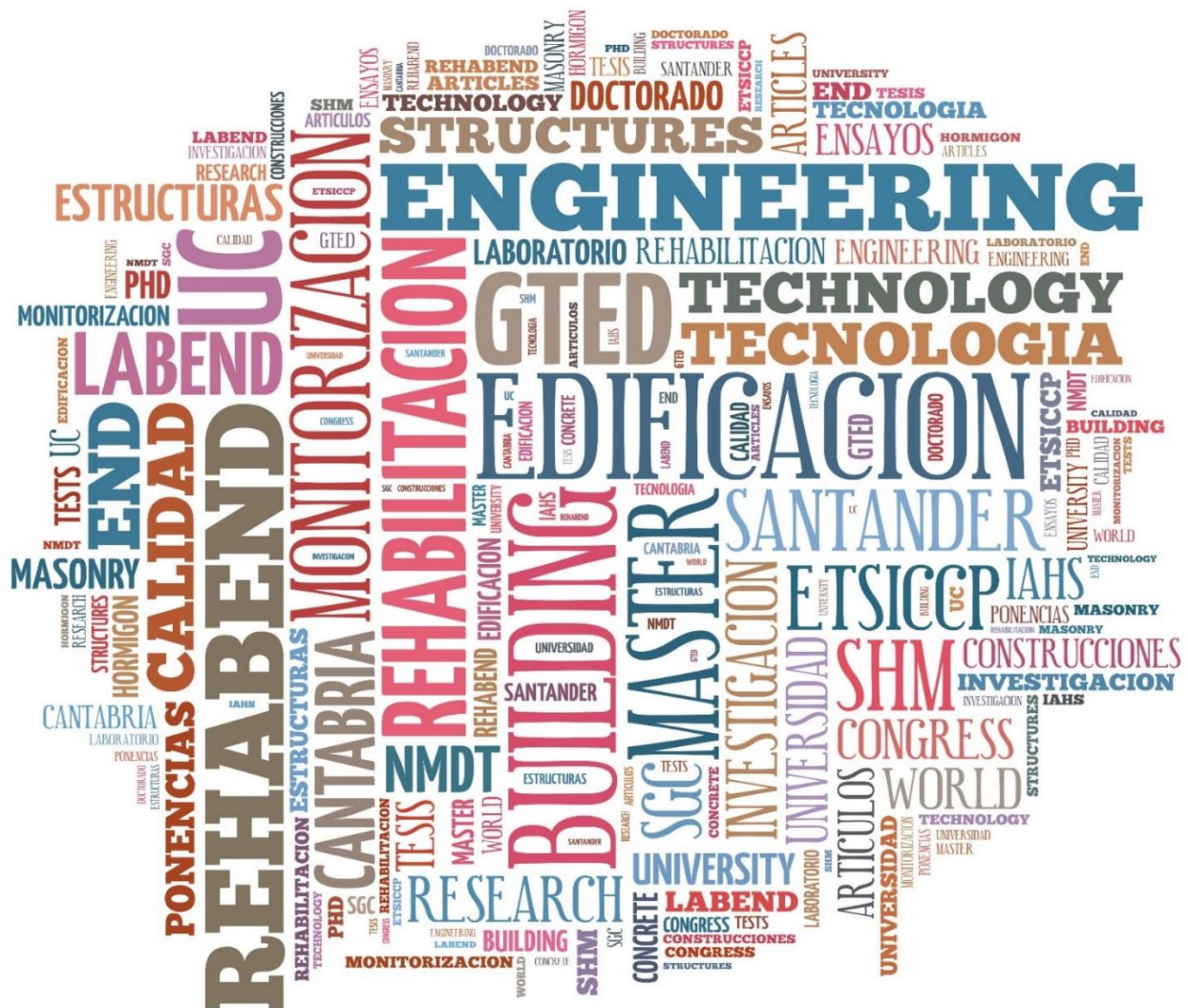


# Cuadernos Técnicos GTED-UC nº 4 (2016)

CUADERNOS TÉCNICOS SOBRE  
CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN

## 25 AÑOS DEL GRUPO DE TECNOLOGÍA Y GESTIÓN DE LA EDIFICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA (GTED-UC), 1991-2016

Luis Villegas & Ignacio Lombillo



Grupo de Tecnología de la Edificación  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
E. T. S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos  
Departamento de Ingeniería Estructural y Mecánica  
[www.gted.unican.es](http://www.gted.unican.es)



## **Grupo de Tecnología de la Edificación de la Universidad de Cantabria (GTED-UC)**

Departamento de Ingeniería Estructural y Mecánica

E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander

Dirección: Luis Villegas Cabredo

Coordinación: Ignacio Lombillo Vozmediano

### **“25 AÑOS DEL GRUPO DE TECNOLOGÍA Y GESTIÓN DE LA EDIFICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA (GTED-UC), 1991-2016”.**

**CUADERNOS TÉCNICOS GTED-UC SOBRE CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN, nº 4, 2016.**

#### Autores:

Luis Villegas Cabredo

Ignacio Lombillo Vozmediano

#### Edita:

Grupo de Tecnología de la Edificación de la Universidad de Cantabria

#### Comité Científico-Técnico:

Dr. Alfonso Lozano. *Universidad de Oviedo.*

Dra. Ana Sánchez-Ostiz. *Universidad de Navarra.*

Dr. Cesar Sagaseta. *Universidad de Cantabria.*

Dra. Cristina Vázquez. *Universidad de La Coruña.*

Dr. Eduardo Ruiz de la Riva. *Universidad de Cantabria.*

Dra. Elena Castillo. *Universidad de Cantabria.*

Dr. Enrique González-Valle. *UPM - Madrid TECH / Intemac*

Dr. Gerónimo Lozano. *Universidad de Oviedo.*

Dr. Ignacio Lombillo. *Universidad de Cantabria.*

Dra. Isabel Martínez. *Universidad de La Coruña.*

Dr. Jaime Fernández-Gómez. *UPM - Madrid TECH.*

Dr. Javier Torres. *Universidad de Cantabria.*

Dr. Jorge Cañizal. *Universidad de Cantabria.*

Dr. José Calavera. *UPM - Madrid TECH / Intemac.*

*Dr. José Lavado. Universidad de Granada.*

Dr. José A. Martínez. *Universidad de Burgos.*

Dr. José M. Adam. *UPV - Valencia TECH.*

Dr. José M. Páez. *Gobierno de Cantabria.*

Dr. José R. Aranda. *Universidad de Cantabria.*

Dr. José T. San José. *Universidad del País Vasco.*

Dr. Juan A. Polanco. *Universidad de Cantabria.*

Dr. Luis Villegas. *Universidad de Cantabria.*

Dr. J. Manuel Manso. *Universidad de Burgos.*

Dra. María L. Ruiz-Bedia. *Universidad de Cantabria.*

Dr. Miguel Á. Aramburu-Zabala. *Universidad de Cantabria.*

Dr. Pedro A. Calderón. *UPV - Valencia TECH.*

Dr. Pedro A. Gómez-Portilla. *Universidad de Cantabria.*

Dr. Pere Roca. *UPC - Barcelona TECH.*

Dr. Ramón Losada. *Universidad del País Vasco.*

Dr. Rogelio Olavarri. *Universidad de Cantabria.*

Dr. Salvador Ivorra. *Universidad de Alicante.*

Dra. Soledad Nogués. *Universidad de Cantabria.*

Dr. Vitor Abrantes. *FEUP Porto – Portugal.*

Los editores no asumen responsabilidad alguna sobre la actualidad, corrección, el estado completo o la calidad de la información disponible. No se asume responsabilidad por los editores de cualquier daño a personas o bienes como consecuencia de la información proporcionada por los autores. El uso no autorizado puede infringir los derechos de propiedad de la publicación.

**ISBN 978-84-617-8335-9**

**DEPÓSITO LEGAL: SA-668-2012**

#### Imprime:

Gráficas Iguña, S.A.

---

# 25 AÑOS DEL GRUPO DE TECNOLOGÍA Y GESTIÓN DE LA EDIFICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA (GTED-UC), 1991-2016.

## ÍNDICE

<b>CURRÍCULUM VITAE DE LOS AUTORES DE ESTE CUADERNO .....</b>	<b>2</b>
<b>PRÓLOGO AL CUADERNO Nº 4 - Prof. Luis Villegas. ....</b>	<b>3</b>
<b>1 EL GRUPO DE TECNOLOGÍA Y GESTIÓN DE LA EDIFICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA (GTED-UC). ....</b>	<b>5</b>
1.1 Presentación. ....	5
1.2 Quienes han hecho GTED-UC. ....	6
1.3 Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001. ....	7
<b>2 LABOR DOCENTE EN EL ÁREA DE EDIFICACIÓN.....</b>	<b>9</b>
2.1 En la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Santander.....	9
2.2 Cursos Monográficos. ....	11
2.3 Máster Internacional UC-UIMP en Tecnología, Rehabilitación y Gestión de la Edificación (11 ediciones: 2006/07 a 2016/17).....	13
<b>3 LA INVESTIGACIÓN REALIZADA EN GTED-UC.....</b>	<b>17</b>
3.1 Líneas de investigación. ....	17
3.2 Convenios de investigación contratada. ....	20
3.3 Proyectos realizados con financiación pública y competitiva. ....	21
3.4 Tesis Doctorales .....	22
3.5 Artículos Técnicos publicados y Ponencias presentadas en Congresos.....	24
<b>4 LABORATORIO LABEND-UC.....</b>	<b>25</b>
4.1 Ensayos no y ligeramente destructivos. ....	25
4.2 Monitorización de construcciones.....	26
4.3 Otros ensayos estructurales en laboratorio e in situ.....	27
<b>5 TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO.....</b>	<b>29</b>
5.1 Jornadas Técnicas Organizadas por GTED-UC.....	29
5.2 37 <sup>th</sup> IAHS World Congress on Housing Science “Design, Technology, Refurbishment and Management of Buildings” (International Association for Housing Science and GTED-UC). ....	29
5.3 Los Congresos Euro-Americanos REHABEND “Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management”. ....	30
5.4 Publicaciones GTED-UC. ....	31
5.5 El reconocimiento a dos profesores de referencia para el Grupo.....	32

## DEDICATORIA

*A todas las personas que conforman la Escuela de Ingenieros de Caminos, C. y P. de Santander – UC en su 50º aniversario (1966-2016).*

## CURRÍCULUM VITAE DE LOS AUTORES DE ESTE CUADERNO



**Prof. Luis Villegas Cabredo.** Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad de Cantabria desde 1981 y Catedrático de Universidad desde 1993. Fue director del Departamento de Ingeniería Estructural y Mecánica de la Universidad de Cantabria entre 1991-1995 y 1999-2003. Fundador (1990) y Director del Grupo I+D de Gestión y Tecnología de la Edificación de la Universidad de Cantabria (GTED-UC): Con Certificado de Calidad ISO 9001 (desde Sept. 2007). Director y Profesor del Máster Internacional UC-UIMP en Tecnología, Rehabilitación y Gestión de la Edificación (desde su creación, curso 2006-07 y continúa); Premio a la Calidad por la AUIP (Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado).

Entre 1980-1990 complementó su actividad docente e investigadora con la actividad profesional interviniendo en unos 70 trabajos dedicados al estudio y proyecto de estructuras de Edificación.

Ha realizado y dirigido en torno a: 15 proyectos de I+D ejecutados con financiación obtenida en convocatorias públicas (Minist. de Fomento, Minist. de Ciencia e Innovación, Gobierno de Cantabria, etc.) y más de 50 proyectos de investigación con financiación no competitiva en las líneas de gestión de la calidad en la construcción, patología y rehabilitación de las construcciones, estudios sobre idoneidad de estructuras y tecnología de estructuras de hormigón y de fábrica.

Director de 7 tesis doctorales y miembro de tribunal de otras 45. Son numerosas sus contribuciones a congresos técnicos y publicaciones. Profesor (1993-2007) del Master Europeo de la Construcción Inter University Cooperation Programme: Aalborg, Bari, Buxtehude, Cantabria, Coventry, Politécnicas de Madrid y Valencia, y Porto. Seleccionado como Profesor Visitante (Programa Intercampus 1995) para impartir Conferencias en cuatro Universidades de Argentina, Bolivia y Chile. Director de más de 25 Congresos y Jornadas Técnicas entre las que destaca el "37<sup>th</sup> IAHS World Congress on Housing Science" (2010) y los Congresos Euro-Americanos REHABEND sobre "Patología de la Construcción, Tecnología de la Rehabilitación y Gestión del Patrimonio" (desde 2006). Miembro del Doctorado interuniversitario (UPV, UPC y UC) en Patrimonio Arquitectónico, Civil y Urbanístico y Rehabilitación de Construcciones Existentes. Miembro del Consejo Editorial de la Universidad de Cantabria, de la Comisión Técnica del Patrimonio Edificado del Gobierno de Cantabria y del Centro de Estudio Montañeses.



**Prof. Ignacio Lombillo Vozmediano.** Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Premio 2011 Real Academia de Doctores de España (Ciencias Experimentales y Tecnológicas) y Premio Extraordinario de Doctorado de la Universidad de Cantabria (2012) en el área de Enseñanzas Técnicas. Profesor Contratado Doctor de la Universidad de Cantabria. Co-director y Profesor del Máster Internacional UC-UIMP en Tecnología, Rehabilitación y Gestión de la Edificación: Premio a la Calidad por la AUIP (Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado).

Desde julio de 2004 trabaja con el grupo de I+D "Grupo de Tecnología de la Edificación" (GTED) en las líneas de investigación relativas a estructuras de hormigón y de fábrica, rehabilitación de edificaciones históricas, análisis de procesos patológicos y terapéutica aplicable. Actualmente desarrolla las responsabilidades de Coordinador de dicho grupo I+D+i (con Certificado de Calidad ISO 9001 desde Sept. 2007).

En este sentido ha coordinado y participado en 11 proyectos de I+D ejecutados con financiación obtenida en convocatorias públicas (Minist. de Fomento, Minist. de Ciencia e Innovación, Gobierno de Cantabria, etc.) y en más de 30 proyectos de investigación con financiación no competitiva en las líneas de patología y rehabilitación de las construcciones, estudios sobre idoneidad de estructuras, monitorización de construcciones y tecnología de estructuras de hormigón y de fábrica.

Es autor de más de 70 contribuciones en congresos técnicos y publicaciones científico técnicas, tanto nacionales como internacionales, 3 libros, varios capítulos de libro, y co-editor de 15 libros. Ha coordinado 8 Congresos y Jornadas Técnicas entre las que destaca el "37<sup>th</sup> IAHS World Congress on Housing Science" (2010) y los Congresos Euro-Americanos REHABEND sobre "Patología de la Construcción, Tecnología de la Rehabilitación y Gestión del Patrimonio" (desde 2006). Miembro del Doctorado interuniversitario (UPV, UPC y UC) en Patrimonio Arquitectónico, Civil y Urbanístico y Rehabilitación de Construcciones Existentes.

### RELACIÓN DE LOS CUADERNOS GTED PUBLICADOS:

- CALAVERA José: "Tres obras singulares del Ingeniero José Calavera en Cantabria". Cuaderno GTED Nº 1 (2012).
- VILLEGAS Luis, CARRASCO César y LOMBILLO Ignacio: "La Construcción y sus Empresas en Cantabria". Cuaderno GTED Nº 2 (2013).
- VILLEGAS Luis y LOMBILLO Ignacio: "El Patrimonio de los Puentes Arco en Cantabria". Cuaderno GTED Nº 3 (2015).
- VILLEGAS Luis y LOMBILLO Ignacio: "25 Años del Grupo de Tecnología y Gestión de la Edificación de la Universidad de Cantabria (GTED-UC), 1991-2016". Cuaderno GTED Nº 4 (2016).

## PRÓLOGO AL CUADERNO Nº 4 - Prof. Luis Villegas.

Dentro de la colección de **Cuadernos Técnicos** del Grupo de Tecnología de la Edificación de la Universidad de Cantabria, comenzada en 2012, dedicamos este cuarto número a la **pequeña historia de nuestro Grupo universitario al cumplirse los 25 años de su fundación**. Cinco quinquenios de trabajos en la vida de una persona, empresa o Grupo de investigación, no es un tema menor; hay que llevarlos a cabo, día a día, durante 6.000 días. O sea, mucho trabajo que requiere de gran ilusión y de querer dejar detrás algo que sirva a los demás y de lo que sentirse orgulloso. Esta es la sensación que nos embarga ahora a los que hemos trabajado y pertenecemos al Grupo.

**El Grupo de Tecnología de la Edificación de la Universidad de Cantabria (GTED-UC)** fue creado por el profesor Luis Villegas a principios de la década de los 90' del pasado siglo; en aquél momento este Dr. Ingeniero de Caminos era Profesor Titular de la UC y Director del Departamento de Diseño y Construcción de Estructuras de Edificación y Obras Públicas (actual Dpto. de Ingeniería Estructural y Mecánica).

**En tal fecha el Grupo comenzó sus investigaciones alrededor del comportamiento de las Estructuras de Fábrica de bloques de hormigón simples y armadas**, solicitadas a flexo-compresión transversal a su plano y a esfuerzos cortantes en su plano: O sea, al estudio de los muros de carga y de arriostramiento de esta tipología estructural. Al efecto, en 1990 se consiguió financiación pública de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (programa PETRI) y apoyo económico de la empresa Bloques Montserrat de Cantabria, para llevar a cabo "Ensayos sobre comportamiento estructural de fábricas de bloques de hormigón"; ello junto con el trabajo y estudio concienzudo de los ingenieros civiles Nelson Tuesta, Walter Curadelli y Adriana Lidjens, nos permitió presentar las Tesis Doctorales de los dos primeros ingenieros y la Tesina de Máster de Adriana. También, esta línea de investigación fue presentada por el profesor Luis Villegas dentro del Concurso al Cuerpo de Catedráticos de Universidad para una plaza en el campo de la "Edificación", puesto que alcanzó en 1993.

Desde estos primeros años la actividad de GTED-UC ha girado alrededor de los tres pilares básicos de dedicación de un Grupo universitario; a saber, la Docencia, la Investigación y la Transferencia del Conocimiento. Desde 2007, y buscando gestionar nuestras actividades con un alto nivel en todos los aspectos, GTED implantó un Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001.

En la **DOCENCIA** nuestro Grupo ha impartido la **asignatura de Edificación en la Escuela de Ingenieros de Caminos de Santander**, primero en los títulos de Ingenieros de Caminos, C. y P. y de Ingeniero Técnico de Obras Públicas y, ahora, en el grado de Ingeniería Civil. Junto a esta docencia básica, se han impartido enseñanzas en las temáticas de **Calidad, Patología y Rehabilitación de la Edificación**.

Esta docencia ha sido ampliada en los  **cursos de formación continua**: Al respecto, nuestro Grupo ha planteado alrededor de **60 cursos monográficos** (de unas 20 horas de docencia) en el periodo 1991 a 2005. Posteriormente, en la última década ha desarrollado una iniciativa formativa para postgraduados de gran acogida el, actualmente denominado, "**Máster Internacional UC-UIMP en Tecnología, Rehabilitación y Gestión de la Edificación**" que **ha reclutado en sus 11 ediciones a 326 profesionales arquitectos e ingenieros de 21 países** (siendo 175 de ellos de España, 149 de Iberoamérica y otros 2 de Italia y Angola) para titularse en esta maestría, además de un número importante de otros estudiantes que han cursado Expertos (107) o Especialización (247) en tales materias y con menor carga horaria de clases.

En **INVESTIGACIÓN** deben destacarse las 7 Tesis Doctorales desarrolladas en el Grupo y los numerosos convenios de investigación, más de 60, llevados a cabo. Todo ello ha

conducido a la presentación de decenas de Artículos en Revistas Técnicas, muchas de ellas del máximo nivel científico-tecnológico y múltiples Ponencias en Congresos y en otros foros (Escuelas Técnicas, Colegios Profesionales, Institutos Técnicos, etc.).

También, y partiendo de los trabajos de la Tesis Doctoral del Ingeniero de Caminos Ignacio Lombillo, se ha conseguido poner en marcha el **Laboratorio de Ensayos No Destructivos y de Monitorización de Construcciones existentes - LABEND**. Un objetivo largamente soñado y actualmente una realidad tangible de nuestro Grupo; laboratorio que ya ha prestado múltiples servicios técnicos y tiene por delante un futuro prometedor.

Nuestro Grupo universitario ha sido también muy activo en **TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO**. A saber, en sus quince primeros años de existencia promovió más de 20 **Jornadas Técnicas** sobre materias tecnológicas y de gestión de la Edificación. En 2010 dirigió en Santander la **37ª Conferencia Mundial de la International Association on Housing Science**, evento que reunió a 314 ponentes de 35 países y que le sirvió al Grupo para conseguir experiencia en la gestión de congresos técnicos de gran dimensión.

Asimismo, en la última década GTED ha puesto en marcha una nueva iniciativa que ha alcanzado ya su madurez, se trata de **REHABEND Euro-American Congress “Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management”**, que tiene la Secretaría Permanente en nuestro Grupo y Universidad, y que en la 6ª edición de 2016, en la Universidad de Burgos, ha alcanzado 315 ponencias con representantes de 33 países. Y, finalmente, nuestros **Cuadernos Técnicos GTED** persiguen difundir temas monográficos de interés general y de carácter divulgativo/formativo.

Para finalizar este Prólogo, es de justicia el **agradecer a todas las personas que han pertenecido a GTED-UC** (en 1.2 se citan los 22 profesionales que han tenido una mayor relación con nosotros) **sus esfuerzos en los trabajos de nuestro Grupo universitario**, su gran dedicación y ánimo en las tareas realizadas nos ha permitido llevar a cabo las actividades que se describen en este Cuaderno; asimismo, **reconocer los buenos momentos vividos juntos y la amistad que nos une**. Debe destacarse en estos 25 años la amplia y fructífera dedicación de dos profesores, la de **Nelson Tuesta Durango**, en los primeros trece años del Grupo, y la de **Ignacio Lombillo Vozmediano** en la última década. Gracias a todos por vuestra profesionalidad, ilusión, trabajo y afecto.

**Prof. Luis Villegas Cabredo**

*Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.*

*Catedrático de Edificación de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, C. y P. de Santander.*

*Director del Grupo I+D de Tecnología y Gestión de la Edificación de la Universidad de Cantabria (GTED-UC).*



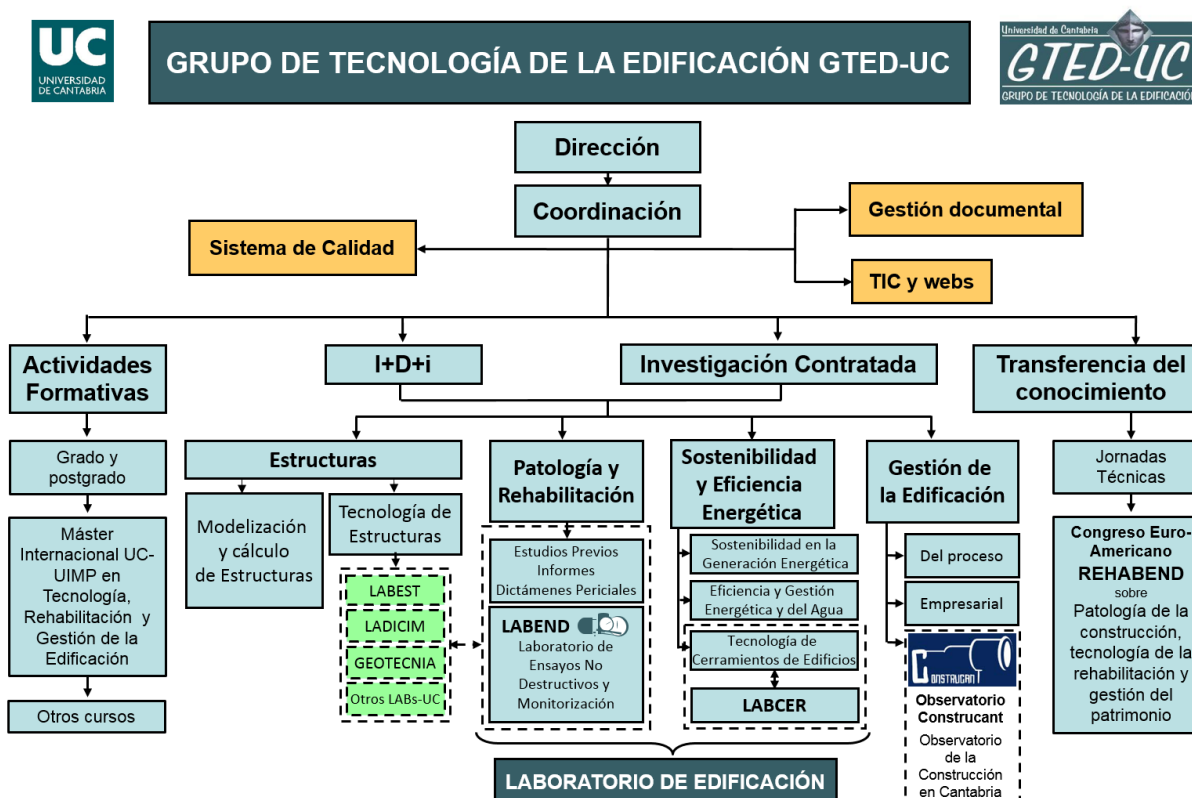
# 1 EL GRUPO DE TECNOLOGÍA Y GESTIÓN DE LA EDIFICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA (GTED-UC).

## 1.1 Presentación.

El Grupo de Tecnología de la Edificación de la Universidad de Cantabria (GTED-UC) se encuadra en el Departamento de Ingeniería Estructural y Mecánica, y está ubicado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander. Las actividades de GTED-UC, [www.gted.unican.es](http://www.gted.unican.es), como corresponde a un grupo universitario, se enmarcan dentro de la **Formación Continua**, la **Investigación** y la **Transferencia de Conocimiento**, y se vienen desarrollando desde **1990**, año en que fue creado por el profesor Luis Villegas Cabredo, Catedrático de la UC. El Grupo está constituido, actualmente, por **7 personas** (figura 1.1): 4 Profesores Dres. Ingenieros y 3 Máster Ingenieros que se encuentran desarrollando sus tesis doctorales. El Grupo cuenta con un **Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001**, certificado desde el año 2007. La organización y principales actividades del Grupo quedan recogidas en el diagrama que recoge la figura 1.2.



**Figura 1.1:** Los miembros de GTED en 2016: Luis Villegas, Ignacio Lombillo, José Ramón Aranda, Javier Balbás, Haydee Blanco, César Carrasco y Yosbel Bofill.



**Figura 1.2:** Organigrama de actividades de GTED-UC

## 1.2 Quienes han hecho GTED-UC.

A lo largo de estos 25 años de actividades de nuestro Grupo, que resume este Cuaderno, varias personas han colaborado en las mismas. En la Tabla 1.1 se recogen sus nombres y títulos y una relación temporal de su etapa en GTED. En la figura 1.3 se recogen las fotografías de los profesionales que durante el pasado estuvieron en nuestro Grupo.

**Tabla 1.1:** Relación de personas que han colaborado con GTED-UC entre 1990 y 2016.

Persona	Titulación actual	Periodo
Luis Villegas Cabredo	Prof. Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.	1990 – Continua.
Nelson Tuesta Durango	Prof. Dr. Ingeniero Civil (Perú)	1990 - 2003
Walter Curadelli	Dr. Ingeniero Civil (Argentina).	1992 - 1994
Adriana Lijdens	Mter. Ingeniero Civil (Argentina)	1992 - 1994
Jorge Rosas Rodríguez	Prof. Dr. Ingeniero Civil (Bolivia).	1999 - 2001
Juan Figueroa Meriño	Prof. Dr. Ingeniero Civil (Chile).	2000 - 2005
José Andrés Díaz Severiano	Prof. Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.	2001 - 2002
Rafael Santoveña Rodríguez	Ingeniero de Caminos, C. y P.	2003 - 2004
Ignacio Lombillo Vozmediano	Prof. Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.	2004 - Continua
Elena Agudo Alonso	Ingeniero de Caminos, C. y P.	2006 - 2008
Fernando López Fernández.	Mter. Ingeniero Civil.	2007 - 2010
Jorge Elices Martín	Mter. Ingeniero Técnico Industrial.	2007 - 2011
Jaime Perojo Vega	Mter. Ingeniero Técnico Industrial.	2007 - 2008
Luis Moreno Arredondo	Arquitecto (México)	2007 - 2008
Pablo Gómez García	Dr. en Ciencias Físicas	2009 - 2010
Clara Liaño Sedano	Ingeniero de Caminos, C. y P.	2010 - 2014
Alejandro de Hoyos Puente	Ingeniero de Caminos, C. y P.	2010 - 2011
César Carrasco Payero	Mter. Ingeniero Civil (Rep. Dominicana)	2010 - Continua
Haydee Blanco Wong	Mter. Ingeniero Civil (Cuba)	2012 - Continua
Yosbel Boffill Orama	Mter. Ingeniero Civil (Cuba)	2013 - Continua
José Ramón Aranda Sierra	Prof. Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.	2013 - Continua
Francisco Javier Balbás García	Prof. Dr. Ingeniero Industrial	2013 - Continua



**Figura 1.3:**  
 Nelson Tuesta, Walter Curadelli, Adriana Lijdens,  
 Jorge Rosas, Juan Figueroa, José Andrés Díaz,  
 Rafael Santoveña, Elena Agudo, Fernando López,  
 Jorge Elices, Jaime Perojo, Luis Moreno, Pablo  
 Gómez, Clara Liaño y Alejandro de Hoyos.

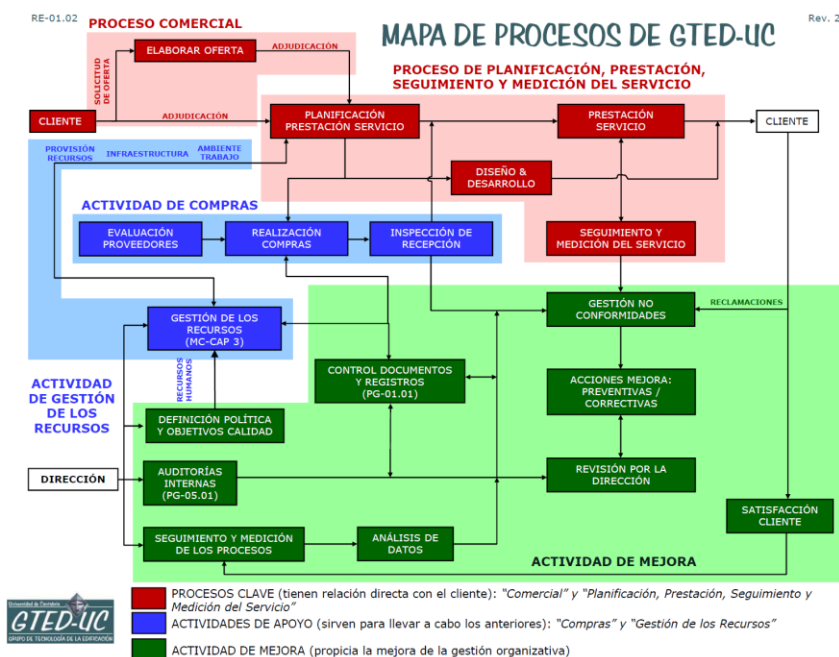


### 1.3 Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001.

Desde septiembre de 2007 nuestro Grupo viene desarrollando los diferentes trabajos que lleva a cabo bajo las pautas de un **Sistema de Calidad ISO 9001** certificado por Applus (2007 a 2016) y por Lloyds Register Quality Assurance (desde 2016), para las actividades de: **Servicios de Asistencia Técnica** y de **Actividades de I+D+i** en las áreas de la ingeniería de la edificación; diseño y desarrollo de todo tipo de **Actividades Formativas** relacionadas con la Tecnología y Gestión de la Edificación; y la realización de **Ensayos y Monitorización de Construcciones** (figura 1.4).



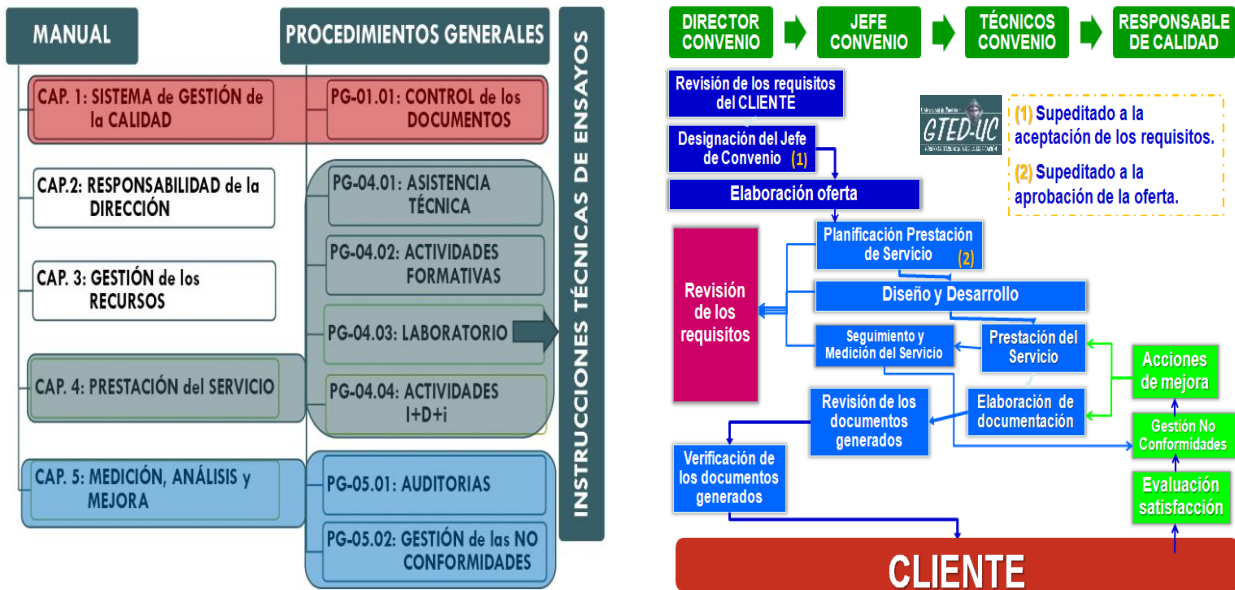
**Figura 1.4:** Entrega del Certificado ISO 9001 al profesor Luis Villegas en presencia del Rector de la UC, profesor Federico Gutierrez-Solana. 2007.



**Figura 1.5:** Mapa de procesos del SGC ISO 9001 del Grupo GTED-UC.

La obtención de este certificado constituyó un hito para nuestro Grupo y para la Universidad de Cantabria, ya que GTED fue el primer Grupo I+D de la UC en conseguirlo y uno de los primeros, sino el pionero, a nivel nacional. Durante este periodo (2007 a 2016) los Auditores del Sistema han ido relacionando una serie de fortalezas, entre las que cabe destacar:

- Desarrollo del Sistema de Gestión de la Calidad implantado.
- Orientación a la mejora continua.
- Proposición de acciones de mejora de tipo preventivo para la mejora de la eficacia del sistema de gestión.
- Revisión e informatización de la documentación del Sistema: Manual, Procedimientos y Registros.
- Cualificación de los integrantes del Grupo y especialización en la prestación de los servicios que conforman el alcance del SGC. Implicación del Personal.
- Análisis de satisfacción de clientes asociados a actividades formativas desarrolladas (Máster en Tecnología, Rehabilitación y Gestión de la Edificación), así como gestión de las sugerencias recibidas.



Figuras 1.6: Documentación del SGC del Grupo GTED-UC (izada). Y diagrama esquemático de la prestación de un Servicio de Asistencia Técnica (dcha.).

La dirección del GTED se ha propuesto mejorar continuamente la eficacia de nuestro Sistema de Gestión de la Calidad, resumiéndose su compromiso a través de las directrices recogidas en nuestra Política de la Calidad, que deberá servir de marco de referencia para el establecimiento y revisión de nuestros objetivos y que se ofrece a continuación:

- La búsqueda de soluciones innovadoras e ideas de futuro para la ingeniería actual cimentará nuestra conducta en la prestación de todos nuestros servicios.
- Es nuestro compromiso satisfacer todos los requisitos de nuestros clientes, los legales y los reglamentarios, tanto en la prestación de nuestros servicios de asistencia técnica, actividades I+D y diseño y desarrollo de actividades formativas y de gestión del conocimiento, relacionadas con las áreas de la ingeniería de la edificación y de la ingeniería civil, como en las actuaciones de nuestro Laboratorio de Edificación.
- Todo nuestro personal será continuamente formado para fomentar su participación activa, de forma que sus conocimientos y experiencia adquiridos constituyan un valor añadido en la prestación de nuestros servicios.
- Nuestra política de la calidad tiene un principio de disposición pública, siendo suministrada a todo aquél que lo solicite y pudiendo ser consultada en nuestro centro de trabajo y a través de nuestra web.



## 2 LABOR DOCENTE EN EL ÁREA DE EDIFICACIÓN.

### 2.1 En la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Santander.

La principal actividad docente del Grupo se enmarca en la Escuela de Ingenieros de Caminos, en la enseñanza de las materias de “Edificación” y de “Patología y Rehabilitación de la Edificación”. A lo largo de estos 25 años, un gran número de alumnos de diversas titulaciones que ha venido impartiendo la Escuela han cursado estas materias: Primero, en las carreras de “Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos” y en la de “Ingeniería Técnica de Obras Públicas”; y, actualmente, en el “Grado de Ingeniería Civil”.

El objetivo de la disciplina de “**Edificación**” es la enseñanza de los criterios de proyecto y de construcción de los edificios. Sus contenidos se recogen en la Tabla 2.1. Y la justificación de su enseñanza se enmarca en los siguientes hechos:

- La Ley de Ordenación de la Edificación – LOE (Ley 38/1999) que otorga al Ingeniero las facultades de Projectista, Director de obra y Director de la ejecución de la obra de las edificaciones que pertenezcan a los grupos B y C (industriales, deportivos, relativos al transporte, etc.) que contempla la citada Ley.
- Por otro lado, es muy habitual la presencia de los Ingenieros Civiles en los cuadros técnicos de las empresas que operan en el campo edificatorio, a saber: Oficinas consultoras de Ingeniería, Constructoras, Laboratorios de ensayos, Organizaciones de control y fabricantes de productos para la construcción, entre otras.
- Debe señalarse, además, que la Edificación por si misma supone del orden del 75% de toda la actividad del sector de la construcción, tanto a escala nacional como europea. De ahí la importancia que esta asignatura tiene para los futuros Ingenieros Civiles.

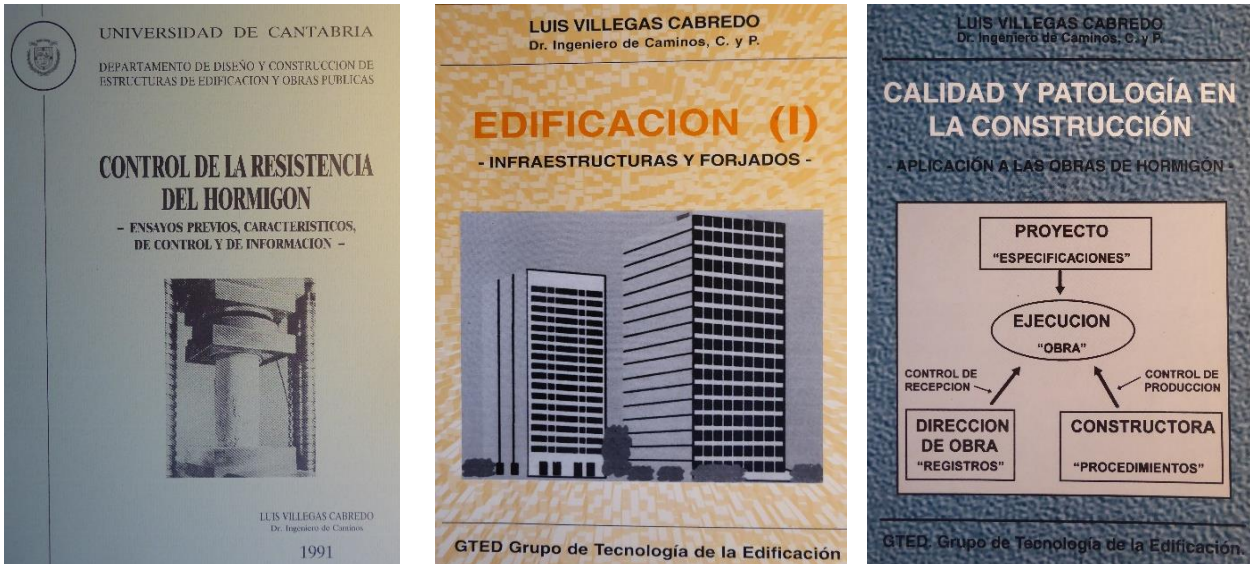
**Tabla 2.1:** Contenidos de la asignatura de Edificación en el Grado de Ingeniería Civil.

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concepto e importancia. Funciones y partes del edificio. El Ingeniero Civil y la Edificación.</li> <li>- Ley de Ordenación de la Edificación (LOE- 1999). Código Técnico de la Edificación (CTE-2006) y sus Documentos Básicos (DB).</li> </ul>
<b>ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normativa de acciones en la edificación: DB-SE AE.</li> <li>- Cimentaciones superficiales y profundas.</li> <li>- Muros de contención y de sótano (soluciones tradicionales y muros pantalla).</li> <li>- Estructuras de forjado: Unidireccionales. Reticulares.</li> <li>- Estructuras de muros portantes: De fábrica. De hormigón (soluciones racionalizadas y prefabricadas).</li> <li>- Estructuras de entramado: De hormigón (in situ y con elementos prefabricados). Metálicos. De madera.</li> </ul>
<b>CERRAMIENTOS Y ACABADOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección física del edificio: Condiciones térmicas (DB-HE), acústicas (DB-HR), estanqueidad (DB-HS1) y protección contra incendios (DB-SI).</li> <li>- Fachadas: De fábrica (Cerámica. Bloques de hormigón). Industrializadas (Paneles. Muros cortina).</li> <li>- Cubiertas: Azoteas y tejados (soluciones tradicionales e industrializadas).</li> <li>- Particiones, carpintería, vidriería y defensas. Revestimientos.</li> </ul>
<b>INSTALACIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de fontanería y de saneamiento: DB-HS.</li> <li>- Instalaciones eléctricas.</li> <li>- Instalaciones de climatización.</li> <li>- Instalaciones varias.</li> </ul>

Como fuentes de conocimiento de esta asignatura los alumnos cuentan con los Documentos Básicos del CTE (DB), las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE), la

extensa bibliografía que se dispone en la biblioteca de nuestra Escuela y los Apuntes de la Asignatura que se encuentran en el Aula Virtual (web UC): En éstos se recogen en torno a 2.400 diapositivas que ilustran las características, detalles constructivos, fotografías y ejemplos de los principales elementos constructivos de los edificios.

Las figuras 2.1 recogen las tapas de tres libros de contenido docente que se publicaron en la década de los 90's con el objetivo de proporcionar a los alumnos material formativo que potenciara sus conocimientos y fuentes de referencia para ampliar lo expuesto en las clases.



**Figuras 2.1:** Portadas de tres libros publicados por GTED en la década de 1990.

En relación a la asignatura de **“Patología y Rehabilitación de la Edificación”** el programa que se imparte aparece en la Tabla 2.2. La importancia de esta materia queda de manifiesto si se tiene presente que en la actualidad la rehabilitación de las construcciones en Europa supone más de la mitad de la inversión del sector.

**Tabla 2.2:** Contenidos de la asignatura de Patología y Rehabilitación en Ingeniería Civil.

<b>INTRODUCCIÓN</b>	Conceptos sobre patología y rehabilitación de la edificación Metodología general de la investigación Nociones sobre los sistemas constructivos tradicionales y su desarrollo histórico
<b>EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS EXISTENTES</b>	Apuntalamientos provisionales y equipamiento de acceso Ayudas para el diagnóstico Ejemplos de informes de patología y de estudios previos a la rehabilitación Comportamiento sísmico de edificios existentes
<b>REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS ANTIGUOS</b>	Tecnología de rehabilitación de los cimientos Tecnología de la rehabilitación integral de estructuras de fábrica Tecnología de la rehabilitación de estructuras de madera Ejemplos de intervención
<b>REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS MODERNOS</b>	Tecnología de la rehabilitación de estructuras de hormigón Tecnología de la rehabilitación de estructuras de acero y elementos de fundición Ejemplos de intervención
<b>REHABILITACIÓN DE DEFECTOS NO ESTRUCTURALES</b>	Humedades Procesos patológicos en cubiertas Procesos patológicos en fachadas
<b>MANTENIMIENTO Y CONTROL</b>	Mantenimiento de edificios La monitorización de la construcción como herramienta de control

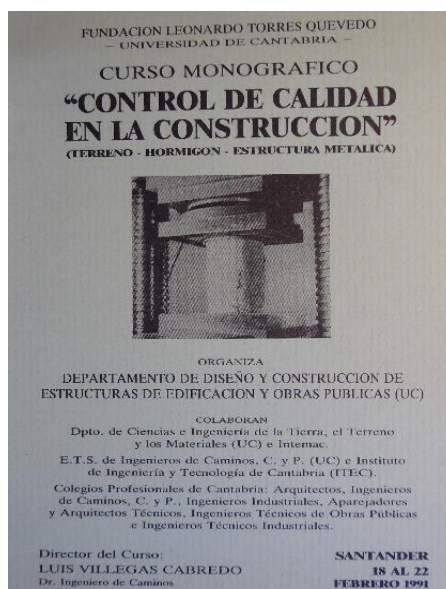
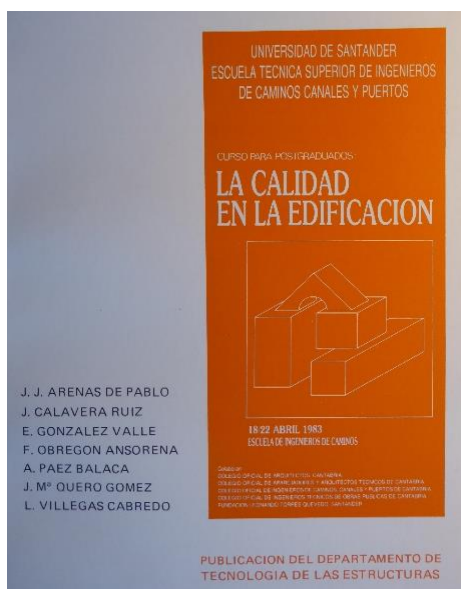


## 2.2 Cursos Monográficos.

El Grupo de Edificación ha programado numerosos cursos monográficos a lo largo de su historia. En un primer momento, en el periodo de 1991 a 2005, se impartieron alrededor de 60 seminarios en diferentes Escuelas Técnicas (tanto en España como en diferentes Universidades de Europa y América) y Colegios Profesionales. A partir de 2006, GTED crea sus reconocidos cursos de postgrado UC “Máster, Expertos y Especialización en Tecnología y Gestión de la Edificación” (que se detallan en el apartado 2.3 siguiente) y su docencia de postgrado se vuelca principalmente a través de esta iniciativa docente.

Antes, en 1983, se impartió en nuestra Escuela un curso titulado “**La calidad en la edificación**”, el mismo tuvo una gran aceptación (prácticamente se llenó el Aula Magna de nuestro centro) y fue dirigido por el profesor José Calavera, siendo su secretario el profesor Luis Villegas, que coordinó asimismo el libro (figura 2.2 izd.) resumen del seminario.

En 1991 se desarrolló otro concurrido curso monográfico titulado “**Control de Calidad en la Construcción**” (figura 2.2 dcha.) que ponía de manifiesto la importancia que GTED ha dado a lo largo de su historia a los temas de la calidad. Uno de los frutos del curso fue el libro, ya citado, “Control de la resistencia del hormigón” (figura 2.1 izda.).



**Figuras 2.2:**

*La calidad en la edificación ha sido una de las líneas de docencia que ha promocionado GTED.*

Otro importante bloque de seminarios de GTED se desarrolló en el marco de los **Cursos de Verano de la Universidad de Cantabria**; así, durante 13 ediciones el Grupo planteó cursos, normalmente en la sede de Laredo. La Tabla 2.3 recoge el listado de los mismos y en la figura 2.3 se muestran las portadas de alguno de los trípticos de esta docencia estival.

**Tabla 2.3:** Seminarios de GTED dentro de los Cursos de Verano de la Universidad de Cantabria.

Fecha	Título del Curso
13 al 17- Julio-1992	Estructuras de fábrica: Eurocódigo SC-6.
1 al 5- Agosto-1994	Edificación en Europa: Nuevos hechos y posibilidades.
7 al 11- Agosto-1995	Patología y rehabilitación en la edificación.
5 al 9- Agosto- 1996	Tecnología de la Edificación: Nuevas orientaciones.
Julio /1997	Calidad y patología en la edificación.
Julio /1998	Calidad y tecnología en la edificación.
Junio /1999	Tecnología, calidad y patología de la edificación (7ª edición)
Veranos 2000 a 2005	Ediciones 8ª a 13ª de Tecnología, calidad y patología de la edificación



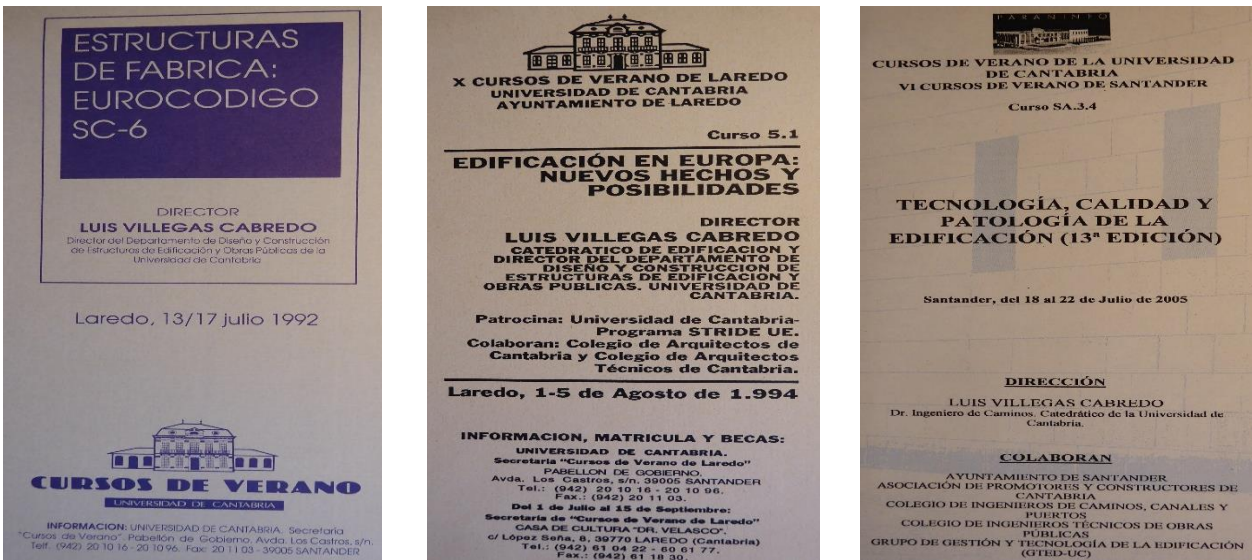


Figura 2.3: Portadas de varios de los seminarios celebrados durante 13 ediciones de los cursos de verano UC.

Debe reseñarse también, la **contribución de GTED al Máster Europeo de Ingeniería de la Construcción** en el que participan ocho universidades de España, Dinamarca, Portugal, Italia, Alemania y Francia y que viene desarrollándose desde 1991. Nuestro Grupo ha colaborado con el mismo durante 15 años, de 1993 a 2007, hasta que puso en marcha el máster que se describe en el siguiente apartado. En esta iniciativa docente interuniversitaria, GTED participó alrededor del área de conocimientos que ha venido centrando su actividad la Tecnología y la Rehabilitación de los edificios. La Tabla 2.4 recoge la intervención del profesor Luis Villegas en seminarios celebrados en diferentes universidades europeas dentro del referido máster.

Tabla 2.4: Seminarios del profesor Luis Villegas dentro del Máster Europeo de Ingeniería de la Construcción.

Fecha	Lugar	Título del Curso
Nov.1993 y Nov. 1994	Loughborough University - UK	Building Technology
Nov.1995	Aalborg University – Esbjerg - DK	Idem
Feb. 1996	Universidade do Porto - Portugal	Building Pathology
Nov. 1997	Aalborg University – Esbjerg - DK	Idem
Nov. 1998	Coventry University - UK	Idem
Oct. 1999 y Oct. 2000	Coventry University - UK.	Construction refurbishment and repair
Enero: 2002, 2003 y 2004	Universidad Politécnica de Valencia	Idem
Oct. 2004	Coventry University - UK.	Idem
Noviembre: 2005, 2006 y 2007	Universidad de Cantabria	Idem

Otro tipo de **cursos en que GTED ha intervenido han sido solicitados por diferentes entidades** para dar formación a sus empleados o asociados. Especialmente activo fue el decenio 1996 a 2006, antes de comenzar nuestro máster (apartado 2.3), en que se impartieron alrededor de 30 seminarios con temáticas relativas a la Patología de la Construcción y a la Gestión de la Calidad en la Edificación; en concreto, los cursos fueron solicitados por:

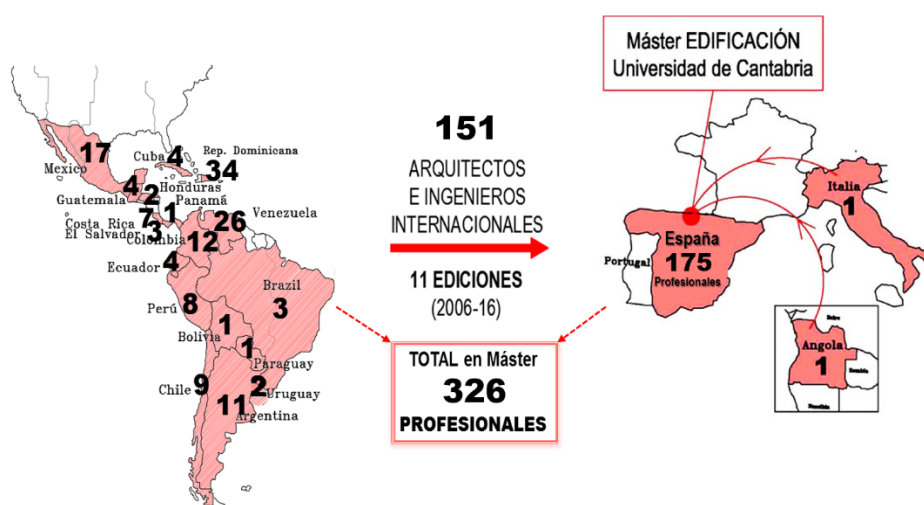
- Colegio de Ingenieros de Caminos, C. y P. Demarcación del País Vasco – Bilbao.
- Fundación Laboral de la Construcción – Santander: Varios seminarios.
- Instituto de Ingeniería y Tecnología de Cantabria (ITEC): Varios seminarios.
- Asociación de Promotores y Constructores de Cantabria – Santander: Varios cursos.
- Asociación de Contratistas de Cantabria – ACODECA.
- E.T.S. Ingenieros Industriales Universidad de Oviedo – Gijón: Varios seminarios.
- Instituto para el desarrollo de los prefabricados de hormigón – INDESPRE – Gijón: Varios seminarios.

- Colegio Oficial de Aparejadores y Arq. Técnicos de Gran Canaria - Las Palmas: Varios.
- Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Lanzarote – Arrecife.
- Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Católica del Maule. Talca - Chile.

### 2.3 Máster Internacional UC-UIMP en Tecnología, Rehabilitación y Gestión de la Edificación (11 ediciones: 2006/07 a 2016/17).

Este Máster es una evolución del “Máster en Tecnología y Gestión de la Edificación” preexistente en la Universidad de Cantabria desde el curso académico 2006-07. En la actualidad se está cursando la undécima edición (cursos 2016-17) habiéndolo cursado un total de 326 alumnos, de los cuales 151 han sido Ingenieros y Arquitectos internacionales, de 20 países de procedencia, con un impacto importante en Iberoamérica. Concretamente los países de procedencia de dichos alumnos han sido: Angola, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, España, Guatemala, Honduras, Italia, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela (figura 2.4).

**Figura 2.4:**  
Proyección Internacional del Máster UC-UIMP en Tecnología, Rehabilitación y Gestión de la Edificación.



Se trata de un Máster focalizado a las especialidades de Edificación / Ingeniería Civil y de la Construcción / Arquitectura. Es de carácter Profesional, enfocándose de manera eminentemente práctica, mejorando y ampliando la formación recibida por los Alumnos en sus respectivas Carreras. Sirve además como “reciclaje” de Profesionales con unos cuantos años de experiencia (por ej., formación sobre nueva Normativa, etc.). El perfil de los Alumnos y de los Docentes es muy variado, habiendo personas de la rama de ingeniería civil, industrial, arquitectura, etc. Asimismo, el programa de Prácticas de Laboratorio y de Ordenador y de Visitas a Obras promueve la consecución de experiencia profesional.

Este Máster recibió en **2010** el **Premio Internacional AUIP a la Calidad del Postgrado en Iberoamérica** (Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado), según recoge la figura 2.5. Asimismo, ha sido incluido por el Diario El Mundo, en repetidas ocasiones, como uno de los cinco mejores Máster de España en el área de Construcción; en concreto, en el curso 2016-17 aparece el segundo de los referenciados.

En la docencia de las Asignaturas se fomenta la participación de los Alumnos, bien por medio de preguntas o ejercicios en la clase; los coloquios son muy bien valorados por los Alumnos y así lo han hecho constar varios de ellos. La distribución de las Asignaturas está pensada de manera de alternar temáticas a lo largo de la semana, lo que favorece el aprendizaje. El plan de estudios responde a un enfoque multidisciplinar y dentro del mismo se tratan temas que abarcan un amplio espectro del campo de la Tecnología, la Rehabilitación y la Gestión de la Edificación según recoge la Tabla 2.5.



Figura 2.5: Luis Villegas recibe, en 2010, en Guadalajara – México, el Premio AUIP al Máster de Edificación.

El profesorado del máster está compuesto por profesionales que proceden de ámbitos complementarios: Desde profesores universitarios, con contrastada relación con la actividad de la construcción, a técnicos que ejercen su actividad en oficinas de proyectos y consultoras o en empresas del sector (siendo amplia la lista de sociedades que colabora con este curso universitario de postgrado). Finalmente, no debe olvidarse que la edificación representa en España, Europa y el ámbito internacional del orden del 75 % del sector de la construcción, se trata pues de un área de gran trascendencia económica, técnica y social: Ello supone que un número importante de técnicos esté desarrollando su actividad profesional en este campo.

Tabla 2.5: Relación de Asignaturas que se cursan en el Máster Internacional UC-UIMP de Edificación.

ESTRUCTURA GENERAL DE LA DOCENCIA DE LAS ASIGNATURAS			
Periodo	Martes (tarde)	Miércoles (tarde)	Jueves (tarde)
1 <sup>er</sup> Cuatrimestre (Oct. / Feb.)	Tecnología de Estructuras	Regeneración urbana y eficiencia energética	Gestión empresarial, Emprendimiento e Internacionalización en la construcción
2 <sup>o</sup> Cuatrimestre (Feb. / Jun.)	Tecnología de Instalaciones y Cerramientos	Patología y rehabilitación	Gestión del proceso edificatorio

En junio de 2014 Cantabria Campus Internacional impulsó su primer título de posgrado internacional UC-UIMP, siendo nuestro máster el que inició esta experiencia conjunta de ambas Universidades. En la figura 2.6 se recoge el momento de este hecho histórico para nuestro máster, acto que fue presidido por el rector de la Universidad de Cantabria (UC), José Carlos Gómez Sal, y el de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP), César Nombela Cano.



Figura 2.6: Acto en que se firma promover el Máster Internacional UC-UIMP en Tecnología, Rehabilitación y Gestión de la Edificación - Junio de 2014: Rectores, Vicerrectores y todos los miembros de GTED-UC.



Una experiencia muy positiva para los alumnos del máster es la de los **proyectos multidisciplinares tutorados**, que incide en su formación y en el aprendizaje para trabajar en equipo (figuras 2.7): Para ello se forman varios equipos de tres a cuatro profesionales (arquitectos e ingenieros) que desarrollan su proyecto integrando los aportes de cada uno de ellos. El tema es de libre elección, pero en numerosas ocasiones trabajan en problemáticas que tiene la ciudad de Santander, con lo cual aportan ideas que enriquecen la perspectiva de las mismas. Varias veces estos proyectos han sido recogidos por la prensa regional.



**Figuras 2.7:** Alguno de los proyectos multidisciplinares presentados por los alumnos del máster. Y entrega de los Premios INBISA Construcción a los tres mejores Proyectos del curso académico.

A lo largo del curso se celebran varios eventos académicos que tienen una especial significación, debiendo destacar las **sesiones de inauguración y clausura**, que están presididas por autoridades académicas y políticas (desde la primera edición de 2006 el máster ha estado promovido por la Consejería de Obras Públicas y Vivienda del Gobierno de Cantabria). A la inauguración (figuras 2.8) se invita a conferenciantes del máximo nivel (entre otros hemos tenido a José Calavera, Roberto Meli, Juan José Arenas, Ángel Corcóstegui, Peridis, Juan Monjo, Hugo Corres, etc.). La clausura (figuras 2.9) la celebramos en el Palacio de la Magdalena, sede de los cursos de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP) y cotitular de nuestro máster.



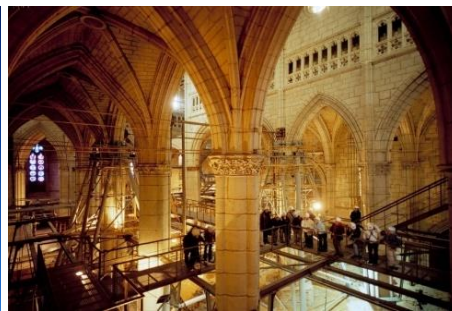
**Figuras 2.8:** La Jornada de Inauguración de cada curso es un acto académico importante en el devenir del máster.



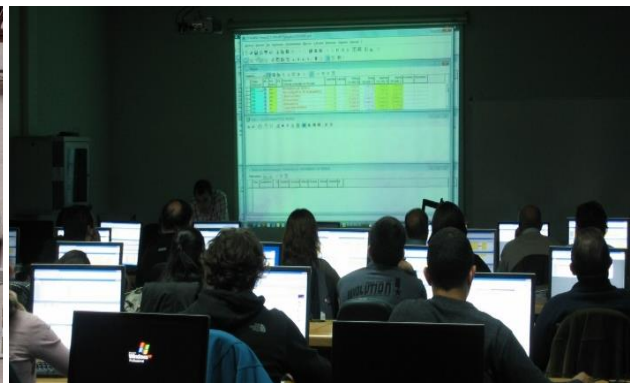


**Figuras 2.9:** Jornadas de Clausura del Máster Internacional UC-UIMP en Tecnología, Rehabilitación y Gestión de la Edificación en el marco incomparable del Palacio de La Magdalena.

Otra actividad importante en la formación de los alumnos del máster está constituida por las **visitas a obras y el viaje de prácticas** (figuras 2.10). Cada curso se visitan unos 25 edificios e instalaciones que cubren un amplio rango de tipologías y tecnologías edificatorias. Asimismo, son apreciados los conocimientos impartidos en las **clases de laboratorio** y en los **talleres de programas informáticos** (figuras 2.11). Señalar, finalmente, que en la web de GTED existe una amplia información complementaria de esta exitosa iniciativa docente.



**Figuras 2.10:**  
Las numerosas visitas a obras son altamente valoradas por los alumnos del máster de Edificación.



**Figuras 2.11:** Los Alumnos del máster en unas prácticas de laboratorio y de programas informáticos.

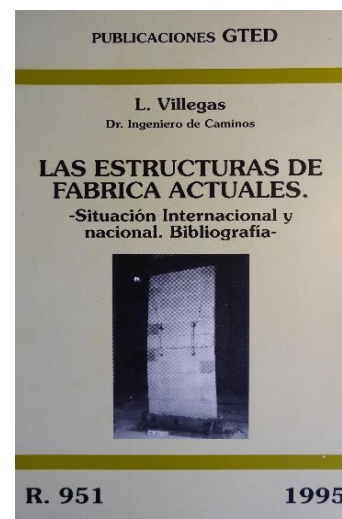


### 3 LA INVESTIGACIÓN REALIZADA EN GTED-UC.

#### 3.1 Líneas de investigación.

A lo largo de su existencia, el Grupo de Edificación de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Santander ha trabajado principalmente en las áreas que se citan a continuación.

**Estructuras de fábrica:** Aquí se ha contado con financiación de la Comisión de Ciencia y Tecnología (Programa PETRI) y se ha colaborado con la Asociación Española de Fabricantes de Ladrillo HISPALYT. También, se han firmado convenios con varios fabricantes de productos cerámicos y bloques de hormigón: Bloques Montserrat, Fecasa, Faconor, Cerámicas de Cabezón y Tejerías La Covadonga; en todos ellos se ha empleado la infraestructura disponible en el Laboratorio de Estructuras de la ETS de Ingenieros de Caminos. En esta línea de investigación se han desarrollado cuatro tesis doctorales (figuras 3.1). Se ha impartido, asimismo, docencia sobre esta tipología estructural, que es clave en el estudio de las estructuras antiguas que son objeto de rehabilitación. Y, además, en el periodo 1990 a 1993 se ha colaborado en el Comité AEN CTN 140/SC-6, para la redacción del Eurocódigo SC-6 sobre estas estructuras.



**Figuras 3.1:**  
*Ensayos de la Tesis Doctoral de Nelson Tuesta (1992) - Estructuras de fábrica de bloques de hormigón, con o sin armaduras, sometidas a flexo-compresión transversal a su plano.*

**Estructuras de hormigón:** En el área de Tecnología de Estructuras de Hormigón se han firmado convenios de colaboración con Cementos Alfa, Riojana de Prefabricados de Hormigón y ULMA. Asimismo, se ha realizado una tesis doctoral sobre las condiciones de durabilidad de diferentes tratamientos superficiales aplicados a elementos prefabricados expuestos a distintos ambientes. En este campo son numerosos los ensayos que se han realizado sobre diferentes elementos prefabricados de forjado bajo sollicitaciones de flexión y de cortante.



**Gestión de la calidad en la construcción:** Dentro de esta línea de investigación se han preparado Ponencias para distintos foros; por ejemplo para las II y III Jornadas Nacionales sobre Gestión de la Calidad en la Construcción celebradas en la ETS de Arquitectura de la Universidad de Navarra. También, se ha participado en un Informe sobre el Control de Calidad de la Construcción en España, redactado en 2003 por profesores de las Universidades Politécnicas de Cataluña y de Valencia. Asimismo, se ha realizado una tesis doctoral titulada “Los costes de la no calidad en empresas constructoras: Metodología para su evaluación y análisis de datos reales”.

**INFORME SOBRE  
EL CONTROL DE CALIDAD DE LA  
CONSTRUCCIÓN EN ESPAÑA**

**Prof. D. Emilio Barberá Ortega**  
Dr. Arquitecto. U.P. de Valencia

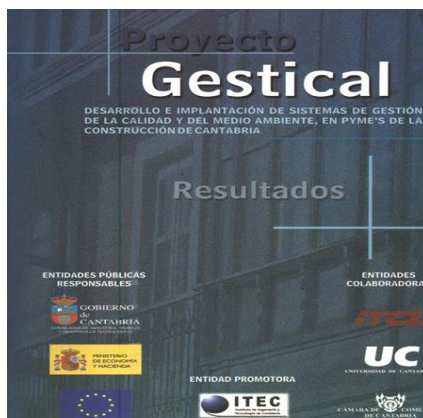
**Prof. D. Antonio Mari Bernat**  
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.  
U.P. de Cataluña

**Prof. D. Bernardo Perepérez Ventura**  
Dr. Arquitecto. U.P. de Valencia

**Prof. D. Luis Villegas Cabredo**  
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.  
U. de Cantabria

Con el Instituto de Ingeniería y Tecnología de Cantabria (ITEC) se ha colaborado en dos importantes proyectos MECASERCON y GESTICAL, cuyo objetivo fue promover la implantación de Sistemas de Gestión de la Calidad en las Pymes de la Construcción de Cantabria.

El Proyecto MECASERCON de "Mejora de la calidad y servicios en PYMES de la Construcción de Cantabria", encuadrado en la Iniciativa Comunitaria ADAPT (Fondo Social Europeo), fue desarrollado en el período 1998-2000 y contó con el apoyo de la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Cantabria. Éste proyecto tuvo una amplia componente internacional al desarrollarse simultáneamente y en colaboración con otros tres equipos de la Unión Europea como han sido el College of North East London (Reino Unido), el Instituto da Construção - Universidade do Porto (Portugal) y EUROBIC - Ascoli (Italia).



Por su parte, el proyecto GESTICAL (Desarrollo e implantación de Sistemas de Gestión de la Calidad y del Medio Ambiente, en PYMES de la construcción de Cantabria) se incluyó en el Plan de Consolidación y Competitividad de la PYME del Ministerio de Economía, con el objetivo de adaptar las PYMES y su personal a los cambios tecnológicos del mercado. La finalidad fue desarrollar unos programas de ASESORAMIENTO y AYUDA a las PYMES participantes, para darles a conocer el contenido y finalidad de las Normas ISO 9001/2000 e ISO 14001/1996 y su aplicación a cada empresa dependiendo de sus circunstancias particulares.

**Sector de la Construcción en Cantabria:** En relación con este tema GTED ha realizado varios estudios a lo largo de los años.



Entre ellos, ha creado la Plataforma “Observatorio de la Construcción de Cantabria”-CONSTRUCANT- con el fin de brindar a los Profesionales y Empresas del Sector, información concerniente a las características y trayectoria de las firmas y ha publicado el Cuaderno GTED nº 2 “La construcción y sus empresas en Cantabria”. Asimismo, se está avanzando en una Tesis Doctoral sobre Benchmarking aplicado al sector de la construcción cántabro.



**Patología y rehabilitación de la edificación:** Desde el grupo se dirigen, coordinan y elaboran estudios de carácter multidisciplinar vinculados a la rehabilitación del patrimonio. De esta forma, se han preparado un número importante de informes sobre “patología de la edificación”, analizando las causas de construcciones que presentaban daños y haciendo propuestas de actuación posterior. Se ha intervenido, además, en peritajes en juicios sobre daños en construcciones. También, se ha intervenido en varios "estudios previos" sobre la adecuación estructural y constructiva de "Edificios a Rehabilitar", y en la monitorización tenso-deformacional de construcciones.

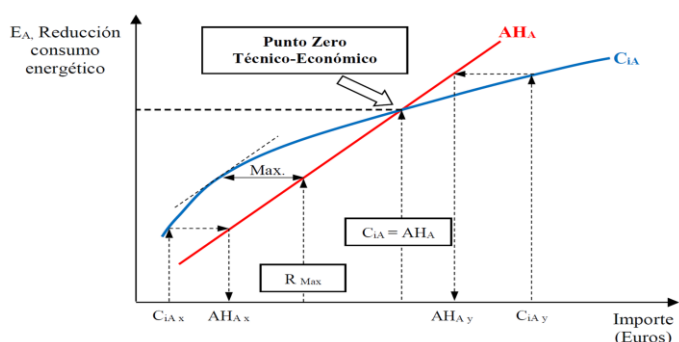


Así, pueden citarse, entre otros, los trabajos realizados en: Iglesia de S<sup>a</sup> M<sup>a</sup> de la Asunción de Castro Urdiales (s. XIII-XV), Palacio de Riva Herrera en Pronillo - Santander (s. XVI-XVII), Iglesia de San Mamés (s. XVIII) en el Valle de Polaciones – Cantabria, Seminario Mayor de Comillas en Cantabria (s. XIX), Arco de ladrillo de Campo Grande – Valladolid (s. XIX), Oficinas de Asturiana de Zinc en Cartes – Cantabria (s. XIX-XX), Estación de Yera y construcciones anexas en Vega de Pas – Cantabria (s. XX), Coliseo Albia en Bilbao (s. XX), estudios para analizar la viabilidad de la reconstrucción del arco natural de la Isla Horadada en la bahía de Santander, chimeneas industriales de ladrillo, etc. En las figuras 3.2 se muestran algunos de los equipos y elementos que se utilizan en estos estudios.

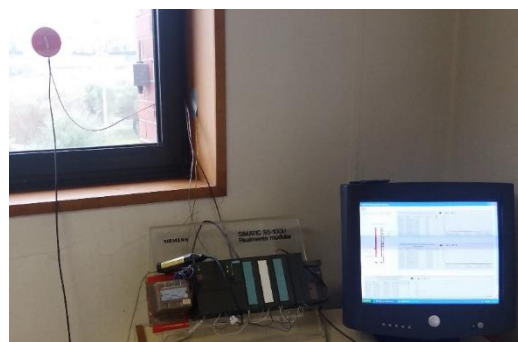


**Figuras 3.2:** Equipos utilizados por GTED en los “estudios previos” de construcciones que van a rehabilitarse: Data logger de 16 canales (izda.). Equipo sónico/ultrasonico (centro). Y Gatos planos (dcha.).

**Sostenibilidad y Eficiencia energética:** Se ha propuesto una nueva metodología de eficiencia energética que tiene en cuenta el análisis técnico-económico de diferentes soluciones constructivas, con el objetivo de conseguir el máximo de rentabilidad económica. (figura 3.3).



**Figura 3.3:** Análisis de costes y ahorros de las actuaciones de eficiencia energética.



**Figura 3.4:** Monitorización de la transmitancia térmica de un hueco.

Igualmente, se está trabajando en la monitorización remota en continuo de la transmitancia térmica en huecos y soluciones de cerramiento (figura 3.4) y en la medición de la resistencia de la puesta a tierra de las edificaciones para su valoración y posible rehabilitación. Finalmente, se

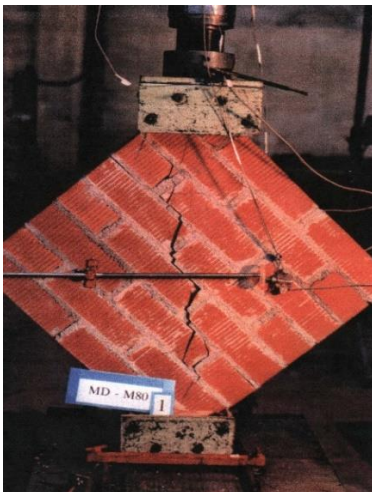
está profundizando en el análisis del estado de las instalaciones de edificios existentes, en especial las eléctricas.

### 3.2 Convenios de investigación contratada.

A lo largo de estos 25 años de historia de GTED, nuestro Grupo universitario se ha visto inmerso en más de 60 convenios de colaboración que se han firmado con las entidades que recoge la Tabla 3.1 (con algunas de las cuales se han suscrito varios acuerdos). Las figuras 3.5 recogen ensayos realizados al respecto y las figuras 3.6 muestran las portadas de varios estudios relacionados con la rehabilitación de edificaciones llevados a cabo por GTED-UC y otras entidades colaboradoras.

**Tabla 3.1:** Relación de entidades que han firmado convenios de colaboración con GTED.

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcciones José de la Hoz S.A. – Santander.</li> <li>- Asociación Española de Fabricantes de Ladrillo y Tejas de Arcilla Cocida (HISPALYT - Madrid).</li> <li>- Prefabricados de hormigón FECASA (Cantabria).</li> <li>- TECONSA -Tecnología de la Construcción, S.A.</li> <li>- FACONOR S.A. (Álava).</li> <li>- Cerámica de Cabezón S.A. (Cantabria).</li> <li>- HOLTZA S.A. (Álava).</li> <li>- Cementos Alfa S.A. (Cantabria).</li> <li>- Instituto de Ingeniería y Tecnología de Cantabria (ITEC).</li> <li>- Riojana de Prefabricados de Hormigón, S. A. – Logroño.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asociación de Constructores y Promotores de Cantabria.</li> <li>- ULMA Sociedad Cooperativa.</li> <li>- Catalana Occidente S.A. de Seguros y Reaseguros.</li> <li>- Comunidad de Propietarios de un edificio en la provincia de Cádiz.</li> <li>- AT. CONTROL – ATISAE – EUROCONSULT – INTEMAC – VORSEVI.</li> <li>- Ayuntamiento de Camargo.</li> <li>- INTEMAC.</li> <li>- Propietarios de un edificio en la provincia de Lugo.</li> <li>- Ayuntamiento de Bárcena de Cicero (Cantabria).</li> <li>- Gobierno de Cantabria: Consejería de Obras Públicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresa de Residuos de Cantabria, S.A.</li> <li>- Excmo. Ayto. de Santander.</li> <li>- APIA XXI, S.A.</li> <li>- SAICC S.L.: Sociedad de Activos Inmobiliarios Campus Comillas.</li> <li>- Fundación Marcelino Botín.</li> <li>- Lantec.</li> <li>- Eypo Ingeniería S.L.</li> <li>- VES S.L.</li> <li>- CES Cantabria.</li> <li>- Juncalmar S.L.</li> <li>- Delegación del País Vasco AEAT</li> <li>- Estudio de Ingeniería INCOA.</li> <li>- Punto Arquitectura S.L.P.</li> <li>- ETS Arquitectura de la UPM.</li> <li>- SACYR.</li> </ul>
---	---	---



**Figuras 3.5:** Ensayos de laboratorio en convenios de investigación contratada con GTED-UC.





**GOBIERNO DE CANTABRIA** PLAN DE GOBERNANZA TECNOLÓGICA IDH SODERCAN

*"Campus Comillas, una rehabilitación ambiciosa":*  
 Los estudios técnicos innovadores como motor de desarrollo de Grupos I+D+i y Pymes de Cantabria en el ámbito del Patrimonio construido

**INVESTIGACIÓN NO DESTRUCTIVA (END), MONITORIZACIÓN REMOTA DE LA CONSTRUCCIÓN Y ESTUDIOS SOBRE LA PATOLOGÍA, LA IDONEIDAD ESTRUCTURAL Y DE MATERIALES DE LA NUEVA SEDE DE LA FUNDACIÓN CAMPUS COMILLAS: PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN.**

**EQUIPO DEL PROYECTO:**  
 Grupos I+D+i de la UC Pymes de Cantabria

**COORDINACIÓN DEL PROYECTO**  
 Grupo de Tecnología de la Edificación  
 ETS. Ing. de Caminos, ETS. Depto. Ing. Estructural y Mecánica.  
<http://grupos.unican.es/GTED/>  
 Tlfno. 942 201 743 (40) e-mail: gted@unican.es

**ESTUDIOS SOBRE LA VIABILIDAD TÉCNICA DE LA RECONSTRUCCIÓN DE LA "ISLA DE LA HORADADA" EN LA BAHÍA DE SANTANDER**

**FECHA DE ENTREGA**  
 Diciembre 2007

**PETICIONARIO:**  
 EXCMO. AYUNTAMIENTO DE SANTANDER

**EQUIPO DEL PROYECTO:**  
 GTED-UC GRUPO DE TECNOLOGÍA DE LA EDIFICACIÓN (UC) CIOC GRUPO DE INGENIERÍA OCEANOGRAFICA Y DE COSTAS (CS) CARISUM LABORATORIO DE LA DIBOSIÓN DE COBRES Y PLOMO DE LOS MATERIALES (UC) GEMAR GRUPO DE CÁLCULO AVANZADO DE ESTRUCTURAS (UC) UC CENTRO DE MATERIALES COMPOSICIÓN (UC) DVA UN-CAMINO UNIV. DE VALENCIA REMER SERVICIO, S.A. TRAXEL S.A. RYC PROYECTOS (SERVICIO DE INGENIERÍA) OHL S.A.

**COORDINACIÓN DEL PROYECTO**  
 Grupo de Tecnología de la Edificación  
 ETS. Ing. de Caminos, Depto. Ing. Estructural y Mecánica.  
<http://grupos.unican.es/GTED/>  
 Tlfno. 942 201 743 (40) e-mail: gted@unican.es

**INFORME TÉCNICO SOBRE EL ANÁLISIS DEL ESTADO ESTRUCTURAL DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA IGLESIA DE SANTA MARÍA DE CASTRO URDIALES (CANTABRIA)**

**PETICIONARIO**  
 labein

**FECHA DE ENTREGA**  
 Octubre 2007

**Grupo de Tecnología de la Edificación**  
 ETS. Ing. de Caminos, Depto. Ing. Estructural y Mecánica.  
<http://grupos.unican.es/GTED/>  
 Tlfno. 942 201 743 (40) e-mail: gted@unican.es

**INFORME GLOBAL TERAPÉUTICA E IDONEIDAD ESTRUCTURAL DE LA IGLESIA DE SAN MAMES DE POLACIONES (CANTABRIA)**

**PETICIONARIO**  
 FUNDACIÓN MARCELINO BOTIN

**FECHA DE ENTREGA**  
 Febrero 2009

**Grupo de Tecnología de la Edificación**  
 ETS. Ing. de Caminos, ETS. Depto. Ing. Estructural y Mecánica.  
 U.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
<http://www.gted.unican.es>  
 Tlfno. 942 201 743 (40) e-mail: gted@unican.es

**CONVENIO SAICC-FLTC**  
 IGLESIA DEL SEMINARIO MAYOR DE COMILLAS: REGISTRO DE LOS DAÑOS E INSTALACIÓN Y AJUSTE DE INSTRUMENTACIÓN DE CONTROL DE LOS MOVIMIENTOS EXISTENTES

**INFORME Nº2 (Octubre 2012)**

**PETICIONARIO**  
 SAICC, S.L.

**FECHA DE ENTREGA**  
 30/10/2012

**Grupo de Tecnología de la Edificación**  
 ETS. Ing. de Caminos, Depto. Ing. Estructural y Mecánica.  
 U.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
<http://www.gted.unican.es>  
 Tlfno. 942 201 743 (40) e-mail: gted@unican.es

**ESTUDIOS PREVIOS PARA LA CARACTERIZACIÓN CONSTRUCTIVA, DE MATERIALES Y VALORACIÓN DE LA IDONEIDAD DE NIVELES TENSIONALES DE UNA CHIMENEA DE LADRILLO, SITA EN LAS INSTALACIONES DE TREFILERÍAS QUIJANO EN LOS CORRALES DE BUELNA**

**PETICIONARIO**  
 PUNTO ARQUITECTURA

**FECHA DE ENTREGA**  
 07/09/2015

**Grupo de Tecnología de la Edificación**  
 ETS. Ing. de Caminos, Depto. Ing. Estructural y Mecánica.  
 U.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
<http://www.gted.unican.es>  
 Tlfno. 942 201 743 (40) e-mail: gted@unican.es

Figuras 3.6: Portadas de alguno de los convenios realizados por GTED-UC.

### 3.3 Proyectos realizados con financiación pública y competitiva.

El Grupo de Edificación ha concurrido en numerosas ocasiones a convocatorias públicas de financiación para la realizar de sus investigaciones. La Tabla 3.2 recoge una relación de aquéllas en que tal subvención de fondos ha sido aprobada y las figuras 3.7 ensayos relacionados.

Tabla 3.2: Relación de entidades que han financiado, con fondos públicos y competitivos, proyectos a GTED.

- Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (PETRI).	- Ministerio de Fomento (Nº Exp. 53 /06, ORDEN FOM/3505/2006).	- Ministerio de Fomento (Nº Exp. 25 /07, ORDEN FOM/2872/2007).
- SODERCAN: Ayudas para el Fomento del Desarrollo Tecnológico en Pymes 2002. Tejerías La Covadonga, S.A. (Cantabria).	- Ministerio de Educación y Ciencia (BIA2006-27038-E).	- Ministerio de Fomento (Nº Exp. 115 /08, ORDEN FOM/2219/2008).
- Consejería de Medio Ambiente de Cantabria y Universidad de Cantabria.	- Gobierno de Cantabria (Plan de Gobernanza Tecnológico 2006, Nº Exp. PGT 33/2006).	- Ministerio de Ciencia e Innovación (BIA2008-03319-E).
	- Gob. Cantabria (IDICAN – Acciones Complementarias 2007).	- Ministerio de Ciencia e Innovación (BIA2010-11526-E).
		- Ministerio de Ciencia e Innovación (BIA 2010-10324-E).





**Figuras 3.7:**

*Ensayos de fachadas de fábrica de ladrillos Covadonga: Ayudas para el Fomento del Desarrollo Tecnológico en Pymes 2002 – SODERCAN.*

*Fotos superiores: Resistencia a flexo-tracción en fábricas de ladrillos: Con roturas en planos paralelos a tendeles (figura izda.) y en planos perpendiculares a las juntas horizontales (dcha.).*

*Foto inferior: Ensayo de la resistencia a cortante en el plano de contacto entre dos hiladas de ladrillo - Acción del viento perpendicular a la fachada.*

### 3.4 Tesis Doctorales

**Tabla 3.3:** Relación de Tesis Doctorales desarrolladas en el seno del Grupo GTED-UC.

Año	Título	Autor	Director
1981	Análisis en teoría de segundo orden de pilas altas de viaductos: Aplicación al proyecto de pilas de puentes construidos por avance en voladizo.	Luis Villegas	Juan José Arenas
1992	Estudio teórico-experimental de la resistencia de estructuras de fábrica de bloques de hormigón, con o sin armaduras, sometidas a flexo-compresión transversal a su plano.	Nelson Tuesta	Luis Villegas
1994	Estudio teórico-experimental de fábricas de bloques de hormigón, simples y rellenas, sometidas a esfuerzos cortantes en su plano.	Walter Curadelli	Luis Villegas
2001	Aplicación de los modelos numéricos al estudio del comportamiento de muros de cortante en estructuras de fábrica, simples y armadas, con o sin aberturas.	Jorge Rosas	Luis Villegas y Domingo Lorenzo
2005	Estudio experimental de las condiciones de durabilidad de diferentes tratamientos superficiales aplicados a elementos prefabricados de hormigón expuestos a distintos ambientes en España y Chile.	Juan Figueroa	Luis Villegas y Juan Antonio Polanco
2005	Estudio de los costes de la no calidad en empresas constructoras: Metodología para su evaluación y análisis de datos reales.	José Manuel Espinosa	Luis Villegas y Miguel Ángel Manzanedo
2010	Investigación teórico – experimental sobre ensayos ligeramente destructivos (MDT) utilizados para la caracterización mecánica in situ de estructuras de fábrica del patrimonio construido.	Ignacio Lombillo	Luis Villegas
2016	Estudio teórico-experimental del pandeo lateral en vigas de madera laminada encolada.	Guillermo Capellán	Luis Villegas

A lo largo de estos 25 años se han desarrollado 7 Tesis Doctorales dentro del Grupo, la Tabla 3.3 recoge la fecha, título de la investigación autor y director. Se recoge, asimismo, la Tesis preparada por el profesor Luis Villegas en 1981. Todas ellas se han defendido en la Escuela de Ingenieros de Caminos, C. y P. de la Universidad de Cantabria, excepto la del Dr. Espinosa que se presentó en la Universidad de Burgos.

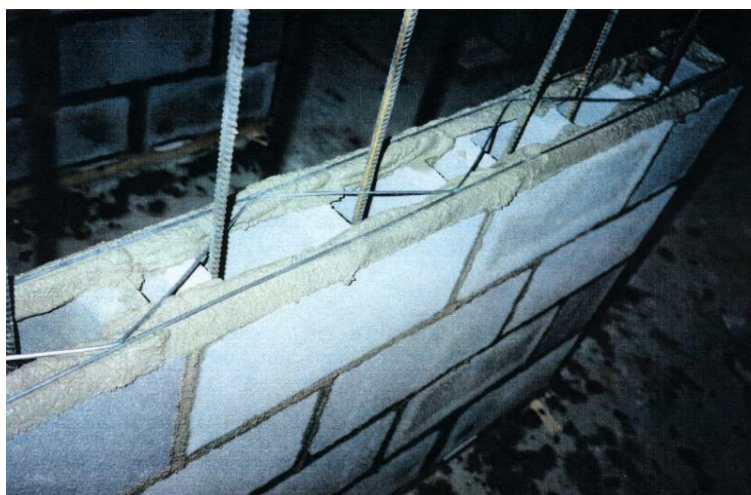
De estas Tesis cabe destacar la del Dr. Lombillo que fue Premio 2011 de la Real Academia de Doctores de España (figura 3.8), en el apartado de Ciencias Experimentales y Tecnológicas, y Premio Extraordinario de Doctorado de la Universidad de Cantabria.

Las figuras 3.9 a 3.11 muestran imágenes de tres de estas investigaciones.

**Figura 3.8:** El profesor Ignacio Lombillo recoge el Premio de la Real Academia de Doctores de España.



**Figura 3.9:** Ensayos de la Tesis Doctoral del Dr. Walter Curadelli (1994) - Estructuras de fábrica de bloques de hormigón, simples y rellenas, sometidas a esfuerzos cortantes en su plano.



**Figuras 3.10:** Tesis Doctoral del Dr. Juan Figueroa (2005): Estudio experimental de las condiciones de durabilidad de diferentes tratamientos superficiales aplicados a elementos prefabricados de hormigón expuestos a distintos ambientes en España y Chile.





**Figura 3.11:** Ensayos de la Tesis Doctoral del Dr. Guillermo Capellán - Pandeo lateral en vigas de madera laminada de canto constante y variable.

### 3.5 Artículos Técnicos publicados y Ponencias presentadas en Congresos.

La actividad investigadora de GTED se ha volcado en la presentación de un gran número de **Artículos Técnicos**: Una relación de los mismos pueden consultarse en la página web de nuestro Grupo, allí pueden obtenerse copias pdf de varios de ellos y los índices de calidad de las revistas donde se publican, varias de éstas son líderes internacionales en las temáticas que tratan; en las figuras 3.12 se recogen los logos de algunas de estas publicaciones periódicas.



**Figura 3.12:** Algunas de las Revistas donde publican Artículos Técnicos los miembros de GTED.

Asimismo, es frecuente la presencia de miembros del Grupo en **Congresos** relacionados con nuestra área de especialización, en la web de GTED puede consultarse una lista de los foros a los que hemos asistido y las ponencias presentadas en los mismos.

## 4 LABORATORIO LABEND-UC.

La necesidad de proceder a la **inspección de construcciones existentes**, bien como fase previa a la **verificación de la seguridad estructural de las mismas** (Estados Límites Últimos), lo que conlleva caracterizar las propiedades mecánicas de sus materiales y la geometría de los diferentes elementos estructurales involucrados, o bien para **contrastar las deformaciones de las mismas en condiciones de uso** (Estados Límites de Servicio), lo que requiere de la evaluación de los movimientos producidos por las acciones actuantes, han sido los factores desencadenantes para constituir el **Laboratorio de Ensayos No Destructivos y de Monitorización de Construcciones** (LABEND-UC).

LABEND-UC, es una infraestructura del Grupo de Investigación GTED-UC y, por tanto, está adscrito al Departamento de Ingeniería Estructural y Mecánica de la Universidad de Cantabria, teniendo sus instalaciones en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander.

Tras años de intenso desarrollo y una inversión superior a los 120.000 euros, su infraestructura ha alcanzado una consolidación importante en lo que atañe al desarrollo de ensayos no destructivos y ligeramente destructivos, focalizados a la caracterización mecánica in situ de estructuras (Tabla 4.1). Asimismo, se cuenta con experiencia demostrada en la monitorización remota de construcciones históricas. De esta forma, se consigue evaluar el comportamiento de las estructuras en tiempo real ante las distintas sollicitaciones y procesos patológicos.

Adicionalmente a los ensayos no destructivos, el Laboratorio pone al servicio de la sociedad la realización de ensayos destructivos sobre elementos estructurales (vigas, forjados, muros, etc.), materia en la que también se cuenta con experiencia demostrada.

Además de personal técnico especializado, se dispone de varias Instrucciones Técnicas de ensayos implementadas en el Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001 de GTED-UC. LABEND-UC cuenta con la experiencia y formación técnica suficiente como para ofertar y desarrollar ensayos sobre elementos estructurales, tanto en laboratorio como in situ.

**Tabla 4.1:** Ensayos que realiza GTED-UC en el diagnóstico y caracterización de estructuras.

DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN DE ESTRUCTURAS		
ESTRUCTURA	CARACTERIZACIÓN	
	CUALITATIVA	CUANTITATIVA
FÁBRICAS PÉTREAS Y CERÁMICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sónica / Impacto Eco / Tomografía</li> <li>Endoscopia</li> <li>Termografía Infrarroja</li> <li>Caracterización de morteros (penetrometría y esclerometría)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gato Plano Simple / Hole Drilling</li> <li>Gato Plano Doble / Presurometría</li> <li>Ensayos mecánicos</li> </ul>
HORMIGÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ultrasonidos</li> <li>Detección de armaduras</li> <li>Potencial de corrosión de armaduras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensayos mecánicos</li> <li>Cloruros // Carbonatación</li> </ul>
ANÁLISIS DE VIBRACIONES DE CONSTRUCCIONES EXISTENTES		

### 4.1 Ensayos no y ligeramente destructivos.

En las figuras 4.1 y 4.2 se muestran algunos de los **ensayos no destructivos (END)** y **ligeramente destructivos** que realiza GTED.





**Figuras 4.1:** Ensayos no destructivos (END): Determinación de potenciales de corrosión en las barras de acero de estructuras de hormigón armado (izda.). Métodos sónicos y ultrasónicos para estimar las propiedades mecánicas de elementos estructurales (centro). Esclerómetro de morteros para estimar su resistencia (dcha.)



**Figuras 4.2:** Ensayos ligeramente destructivos: El “Gato plano Simple” permite obtener el nivel tensional local en un elemento estructural (izda.). El “Gato plano Doble” permite obtener las propiedades mecánicas y de deformabilidad de una porción de una estructura de fábrica (centro). El “Hole drilling” permite obtener, también, el nivel tensional local de un elemento estructura (Dcha.).

## 4.2 Monitorización de construcciones.

GTED igualmente desarrolla, la **monitorización remota de construcciones** (Structural Health Monitoring, SHM). Esta metodología no destructiva (Tabla 4.2) permite mediante la colocación de una serie de referencias y equipos conocer cómo evolucionan determinados parámetros de las estructuras en el tiempo, y su correlación con parámetros ambientales (humedad, temperatura, dirección y velocidad del viento, etc.). Se tiene capacidad para desarrollar monitorizaciones con seguimiento discreto de forma manual y con seguimiento en continuo de forma remota. En la actualidad se ha puesto a punto un sistema de control continuo de los niveles tensionales existente en estructuras de fábrica, lo que supone un gran paso para seguir en el tiempo la evolución de esta importante variable.

**Tabla 4.2:**  
Algunos  
parámetros que  
pueden  
controlarse en  
continuo por  
GTED.

INSTRUMENTACIÓN Y MONITORIZACIÓN DE ESTRUCTURAS	
<b>GRIETAS:</b>	Fisurómetros.
<b>MOVIMIENTOS:</b>	Inclinómetros / Cintas de Convergencia.
<b>TENSIONES:</b>	Sistema de desarrollo interno que complementa END y sensores.
<b>PARÁMETROS AMBIENTALES:</b>	Termo-Higrómetros / Anemómetros / Veletas.
<b>REGISTRO:</b>	En continuo con transmisión remota de datos. Alarmas.

En las figuras 4.3 y 4.4 se muestran algunos sensores que pueden instalarse en elementos estructurales con vistas a medir y verificar su comportamiento mecánico y las

condiciones ambientales de su entorno. La figura 4.5 recoge la planta de una iglesia que GTED tiene instrumentada desde hace años.

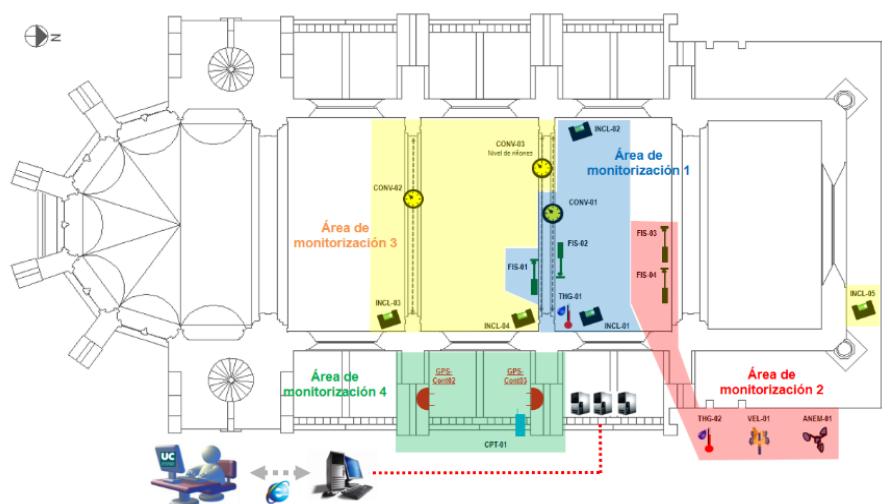


**Figuras 4.3:** Fisurómetro, inclinómetro y cinta de convergencia para medir en continuo la deformabilidad de elementos estructurales.

**Figuras 4.4:**  
Termo-higrómetro (izda.) y anemómetro y veleta (dcha.) para el seguimiento en continuo de las condiciones climáticas de una construcción que se está monitorizando.



**Figura 4.5:**  
Planta de una iglesia donde se muestran 4 áreas de monitorización donde se tienen instalados diferentes sensores de cara a verificar su adecuado comportamiento estructural. El seguimiento de estos equipos se realiza en continuo desde nuestro laboratorio, vía conexión a internet.



### 4.3 Otros ensayos estructurales en laboratorio e in situ.

Nuestro Grupo universitario, gracias a las tesis experimentales desarrolladas (3.4) y a los numerosos convenios de investigación realizados (3.2 y 3.3), cuenta con una amplia experiencia en el ensayo de elementos estructurales, tanto en laboratorio como in situ.

En relación con los llevados a cabo en el **laboratorio de estructuras de nuestro Departamento** (figuras 4.6 y 4.7), GTED utiliza, entre otros equipos: Un “**pórtico de cargas verticales**”, que dispone de una capacidad máxima de 1200 kN y es empleado para el desarrollo de ensayos estructurales sometidos a cargas verticales (flexión, compresión, cortante). Y un “**pórtico compuesto**”, con una capacidad para cargas verticales de hasta 2000 kN y para cargas horizontales de 450 kN, está preparado para ensayos de corte por cizalla (las cargas verticales se aplican mediante un marco autoportante).



**Figuras 4.6:**  
Pórticos  
metálicos para  
ensayos del  
laboratorio de  
estructuras y  
ensayo de un  
muro de  
carga.

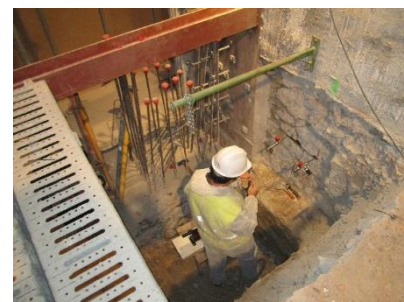


**Figuras 4.7:** Ensayos en laboratorio correspondientes a la Tesis Doctoral del ingeniero Ignacio Lombillo (2010) sobre ensayos ligeramente destructivos utilizados para la caracterización mecánica de estructuras de fábrica.

También, se han realizado numerosos “ensayos in situ” en edificios históricos, chimeneas industriales y puentes, las figuras 4.8 recogen algunos de ellos.



**Figuras 4.8:** Ensayos in situ  
sobre estructuras de fábrica del  
patrimonio construido.





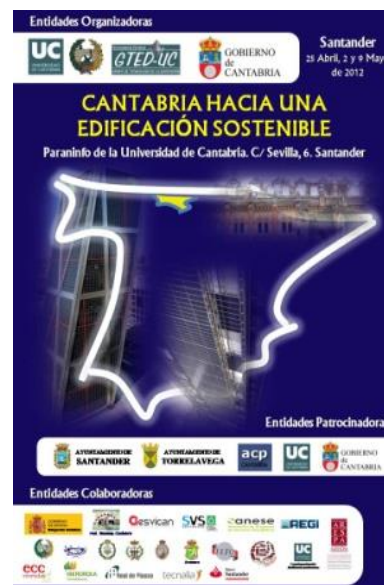
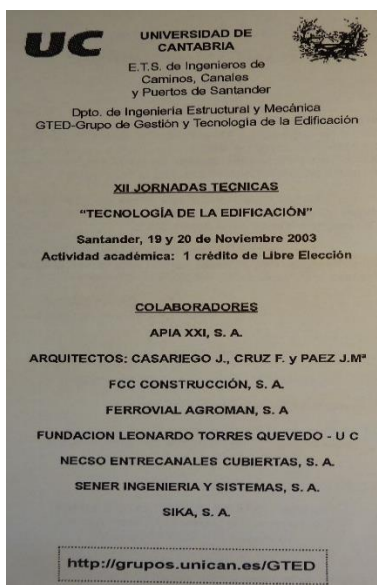
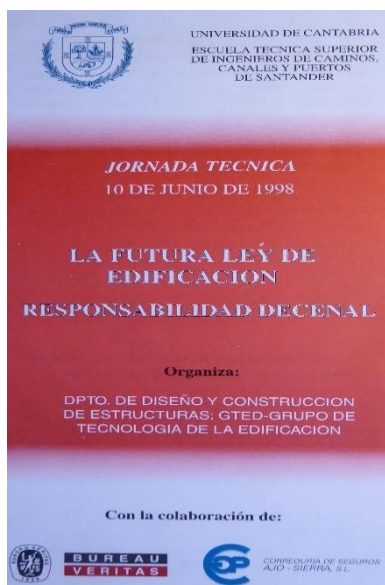
## 5 TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO.

### 5.1 Jornadas Técnicas Organizadas por GTED-UC.

A lo largo del periodo comprendido entre 1988 y 2012 se han organizado por el Grupo de Edificación un total de **20 Jornadas Técnicas**, normalmente de dos tardes de duración. Su destinatario principal han sido, en general, los Alumnos de la Escuela, aunque han estado abiertas a los profesionales que quisieran asistir. Sus contenidos, que se han publicado en libros de ponencias, han buscado motivar a los estudiantes alrededor de la importancia de la Edificación, que profundicen en esta disciplina y entren en contacto con la realidad profesional. La Tabla 5.1 recoge los títulos de estas Jornadas y las figuras 5.1 muestran las portadas de alguno de sus trípticos.

**Tabla 5.1:** 20 Jornadas Técnicas Organizadas por GTED-UC entre 1988 y 2012.

- Edificación deportiva en Cantabria (1988).	- La futura Ley de Edificación y responsabilidad decenal (1998).
- El palacio de festivales de Santander (1989).	- Jornadas sobre Tecnología de la Edificación (varios años).
- Fachadas ligeras y cerramientos de huecos (1992).	- Cantabria hacia una edificación sostenible (2012).
- Tecnología de la rehabilitación de edificios (1995).	
- Diagnóstico de daños y control de calidad (1997).	



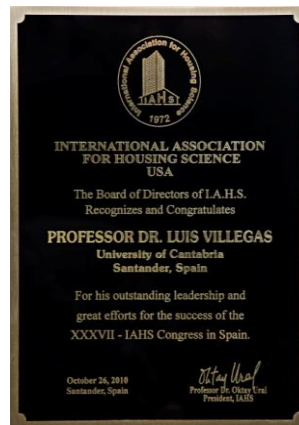
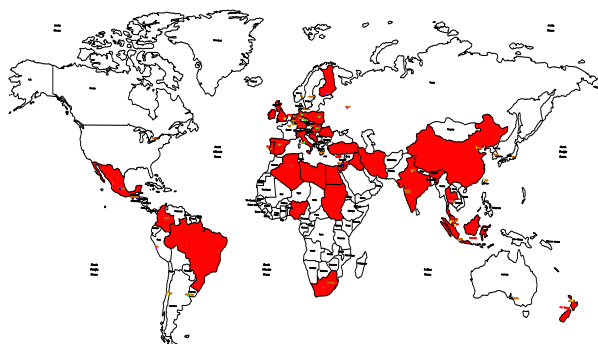
**Figuras 5.1:** Portadas de tres de las 20 Jornadas Técnicas organizadas por GTED-UC entre 1988 y 2012.

Posteriormente, GTED-UC se ha decantado por encuentros técnicos con una mayor componente de contenidos de investigación, ello se ha articulado a través de la organización de Congresos de carácter internacional, temática a la nos referiremos en los puntos 5.2 y 5.3.

### 5.2 37<sup>th</sup> IAHS World Congress on Housing Science “Design, Technology, Refurbishment and Management of Buildings” (International Association for Housing Science and GTED-UC).

Santander fue, del **26 al 29 de octubre de 2010**, la primera sede española del “Congreso Mundial de la International Association for Housing Science (IAHS)” en su 37<sup>a</sup> edición. De esta forma la capital cántabra se unió a la larga lista de sedes, entre las que figuran algunas de las ciudades más importantes del planeta, entre ellas Montreal, Berlín, El Cairo, Viena, Río de Janeiro, Melbourne o Calcuta. En 2012 el Congreso, al que asistió nuestro Grupo, tuvo lugar en Estambul.

Co-organizado por la Universidad de Cantabria y la IAHS, entidad integrada en la ONU con la finalidad de promover los avances en el ámbito de la Edificación, **reunió a 314 ponentes de 35 países**, estando coordinado a nivel local por el Grupo de Tecnología de la Edificación (GTED-UC) de dicha Universidad (figuras 5.2). Además, se impartieron un total de **11 conferencias plenarias** dictadas, entre otros, por ponentes de la categoría de los profesores José Calavera o Federico Mazzolani.



**Figuras 5.2:** Acto de inauguración del 37º Congreso mundial IAHS en Santander, en Octubre de 2010. Portada del libro de resúmenes de ponencias. Países que estuvieron presentes en el mismo. Y placa de agradecimiento entregada al profesor Luis Villegas por su labor en la dirección del evento.

### 5.3 Los Congresos Euro-Americanos REHABEND “Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management”.

En 2006 nuestro Grupo puso en marcha una Jornada Técnica Nacional sobre “Metodologías no destructivas aplicada a la rehabilitación del patrimonio construido”, se buscaba con ella: El incremento de los conocimientos que tenía nuestro Grupo en dicha temática, el crear un laboratorio de este tipo de ensayos en GTED y, asimismo, favorecer el desarrollo de la tesis doctoral del ingeniero Ignacio Lombillo.



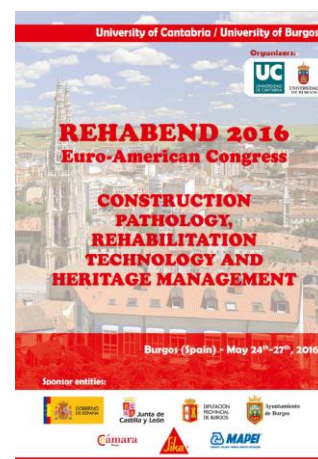
**Figuras 5.3:** Portadas de los 4 primeros encuentros anuales REHABEND celebrados entre 2006 y 2009.

Desde el primer momento detectamos el gran interés que existía entre los profesionales en esta área tecnológica, así como en el de la patología en la construcción, ello condujo a



plantear en años sucesivos unos encuentros de similares características y ampliar las temáticas a tratar y el campo geográfico de participación de los congresistas (figuras 5.3).

En 2014 el Congreso se celebró en Santander (figura 5.4), en donde se presentaron 270 ponencias por Profesionales e Investigadores de 17 Países. Recientemente, desde la prestigiosa editorial Elsevier nos han dado la grata noticia que los resúmenes de este congreso van a indexarse en Scopus. Por su parte, en 2016, ya con alcance Euro-Americano, tuvo lugar en la Universidad de Burgos (figura 5.5), donde se seleccionaron 315 ponencias con representantes de 33 países (fig. 5.6).



Figuras 5.4 y 5.5: Portadas de los libros de las ediciones de 2014 y 2016 del Congreso REHABEND.

Dado el gran interés que despierta este Congreso ya se tiene programada la edición de 2018 que celebraremos en Cáceres, ciudad patrimonio de la Humanidad. Y se han comenzado las gestiones para en el 2020 trasladarlo al otro lado del Atlántico a una ciudad de Norteamérica.

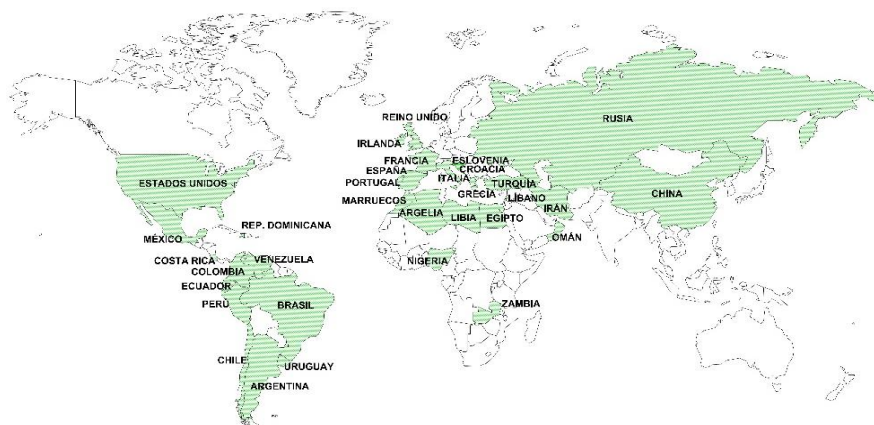
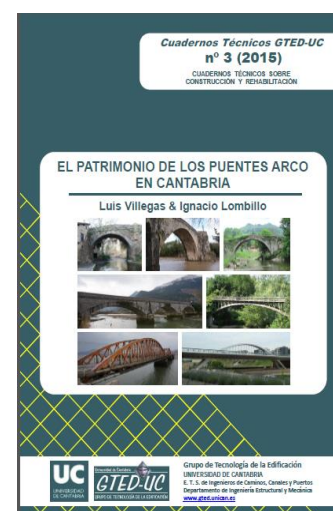
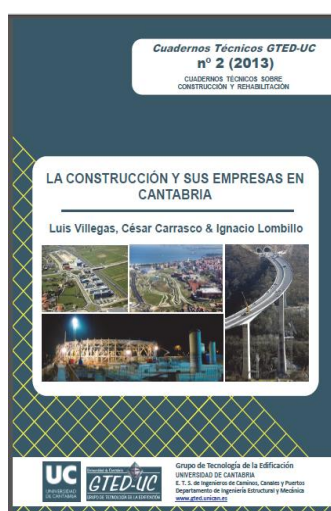
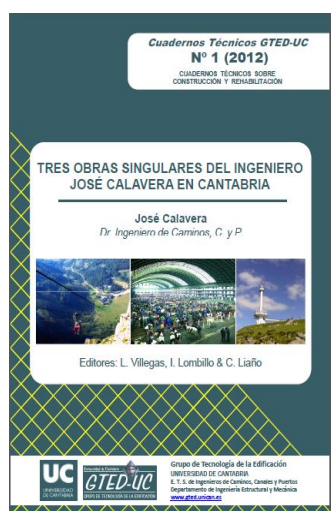


Figura 5.6: Mapa con los países presentes en la edición 2016 del Congreso Euro-Americano REHABEND

#### 5.4 Publicaciones GTED-UC.

Otra iniciativa que el Grupo puso en marcha en 2012 fue la de editar Cuadernos Técnicos con temas monográficos de interés general (figuras 5.7), los cuales han sido muy bien valorados.

Figuras 5.7: Portadas de los Cuadernos Técnicos GTED-UC publicados.





## 5.5 El reconocimiento a dos profesores de referencia para el Grupo.

Finalmente, señalar que este año de 2016 nuestro Grupo ha promovido el homenaje a dos profesores de reconocido prestigio para la ingeniería civil española y que han sido una referencia para nosotros: El primero de ellos es el otorgamiento del título de Dr. Honoris Causa por la Universidad de Cantabria al profesor José Calavera (figuras 5.8) que ha tenido una amplia y generosa relación con GTED. El segundo ha sido un curso dedicado a la obra y figura de Juan José Arenas (figuras 5.9), catedrático de Puentes de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Santander y proyectista de puentes de gran calidad técnica y valor estético.



**Prof. JOSÉ CALAVERA RUIZ**  
Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.  
Dr. Honoris Causa por la Universidad de Cantabria  
Santander, Enero 2016



**Figuras 5.8:**

*Homenaje y placa conmemorativa al profesor Calavera en la Escuela de Ingenieros de Caminos.*

*Y los profesores José Calavera y Luis Villegas en el Acto académico de nombramiento del primero como Dr. Honoris Causa por la Universidad de Cantabria en Enero de 2016.*

*"Como en muchos otros casos de la historia de la construcción, las realizaciones fueron muy por delante de las bases conceptuales; las aplicaciones son fruto de la necesidad que sienten muchas personas; la evolución de los conceptos es fruto de la capacidad de análisis, que es siempre patrimonio de pocos" – J. Calavera.*

**UIMP**  
Universidad Internacional  
Menéndez Pelayo

**Santander 2016**

Encuentro

Artes, Letras y Ciencias:  
creadores santanderinos.  
Juan José Arenas de Pablo:  
puentes y humanismo

Luis Villegas Cabredo

Santander  
Del 10 al 12 de agosto de 2016

[www.uimp.es](http://www.uimp.es)



**Figuras 5.9:**

*Curso de homenaje al profesor Juan José Arenas de Pablo en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo en Agosto de 2016.*





10ª Promoción de Titulados de Máster y Expertos en Tecnología, Rehabilitación y Gestión de la Edificación (2015-16)



**PROGRAMA DE LAS ASIGNATURAS**

**Tecnología de Estructuras:** Geotecnia (CTE). Estructuras de cimentación y de forjado (CTE – EFHE). Estructuras de hormigón (EHE) y de acero (CTE). Estructuras de fábrica y de madera (CTE). Programas CYPE.

**Regeneración Urbana y Eficiencia Energética en la Edificación:** Regeneración Urbana, Accesibilidad Universal y Diseño para todos, Sostenibilidad en la Edificación, Eficiencia Energética y Energías Renovables en la Edificación y Sesiones de carácter general

**Gestión Empresarial, Emprendimiento e Internacionalización en la Construcción:** Organización de empresas: Aplicación al sector de la construcción, Entorno económico del negocio, Liderazgo y gestión de equipos en la construcción, Viabilidad urbanística y económica de una promoción inmobiliaria, Emprendimiento y Creación de empresas, Internacionalización y estrategias empresariales en la construcción.

**Tecnología de Instalaciones y Cerramientos:** Tecnología de Instalaciones, Protección física del edificio, Cerramientos de fachadas y cubiertas. Particiones y Revestimientos, Aspectos Tecnológicos del Proyecto y Ejecución de los Cerramientos de Edificios.

**Patología y Rehabilitación:** Patología (defectos, anomalías y sus causas). Metodología de la investigación (Equipos, END y ayudas. Informes de patología). Tecnología de la Rehabilitación de construcciones antiguas y modernas

**Gestión de la ejecución del proceso edificatorio:** Planificación y control de la ejecución. Programas Presto y Project. BIM-Building Information Modelling. Gestión de la calidad, seguridad y medioambiente. Dirección Integrada de Proyectos (DIP). La consultoría. BIM Building Information Modelling



[www.gtcd.unican.es](http://www.gtcd.unican.es)  
 (+34) 942 20 17 38 (40 ó 43)

**Disponibilidad de Becas para la 12ª Edición (Curso 2017-18)**

Visitas a obras (aprox. 20 construcciones - instalaciones), prácticas de programas de ordenador (30 h), Licencia de CYPE y prácticas de laboratorio (15 h).  
 PREMIOS a los 3 mejores Proyectos de Máster



Dirección:



**“Patología de la Construcción, Tecnología de la Rehabilitación y Gestión del Patrimonio”**



Congreso Euro-Americano (7ª Ed.)  
**REHABEND 2018**  
[www.rehabend.unican.es](http://www.rehabend.unican.es)

**Cáceres (España)**  
**Mayo 2018**



***Cuadernos Técnicos GTED-UC***  
**nº 4 (2016)**

---

Grupo de Tecnología de la Edificación - UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
[www.gted.unican.es](http://www.gted.unican.es)

