

Grupo de Investigación: HORMIGÓN ESTRUCTURAL

PRESENTACIÓN DEL GRUPO

Nicolás García, Agustín Spalvier,
Kimberly Rodríguez, Diego Figueredo,
Iliana Rodríguez, Adrián Russi

Responsable: Luis Segura

(lsegura@fing.edu.uy)



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



GRUPO DE
HORMIGÓN
ESTRUCTURAL

- **LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN / PROYECTOS DESARROLLADOS**

- Desarrollo de materiales
- Control de calidad del material
- Diseño y cálculo
- Aplicaciones de HRF
- Filosofía de trabajo

- **OTRAS ACTIVIDADES**

- Formación
- Difusión
- Colaboración

Grupo de Investigación:
HORMIGÓN ESTRUCTURAL

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Línea: Desarrollo a Nivel Material

Noviembre de 2018 Luis Segura Presentación del: Grupo de Hormigón Estructural

4



- **Hormigón Autocompactante con alta cuantía de fibras (90kg/m³)**

- Mezcla sin segregación ni exudación
- Diámetro en explayamiento de cono: 65 cm

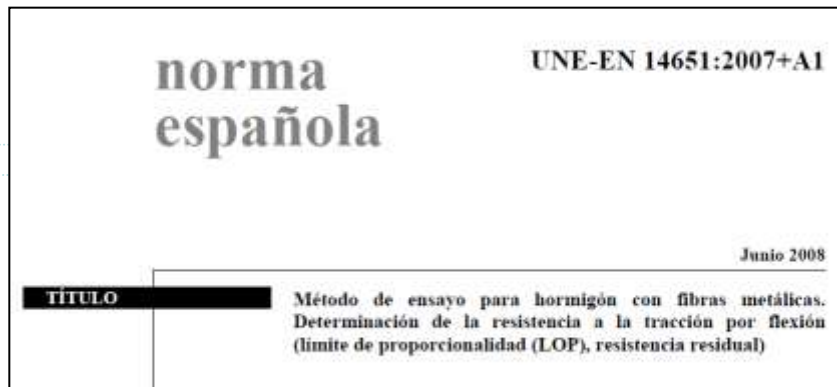


*Proyecto ANII -Herramientas para la innovación–2017,
código HPI_X_2017_1_141290*

Colaboración con TEYMA

- **Implementación de nuevos ensayos:
EN14651**

- Viga con carga centrada con entalla
- Aceptado por las guías recientes de diseño (EHE-08, Código Modelo, TR34)

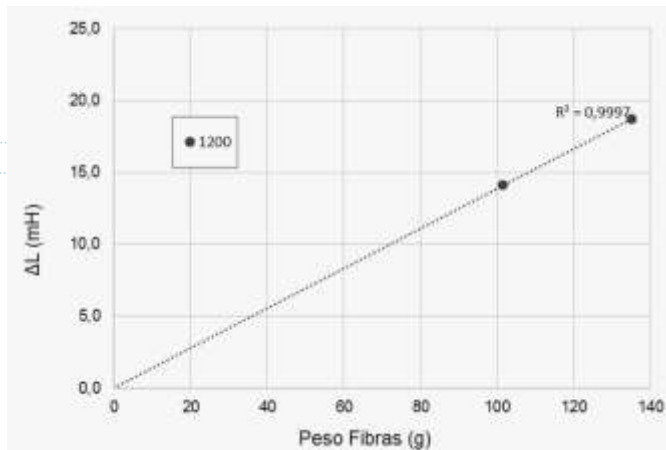


- En preparación: medida directa de apertura de fisura (CMOD) con transductor (clip)



• Método Inductivo

- Permite determinar el contenido de fibras metálicas en una muestra
 - Estado fresco o endurecido
 - En forma rápida y precisa



- Sustituye al método tradicional de lavado (lento y tedioso) =>



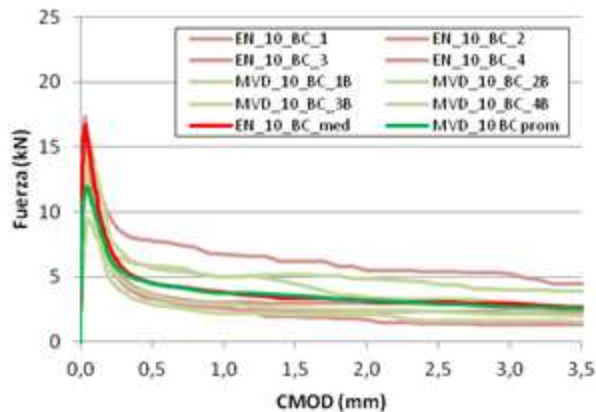
• Ensayo Montevideo

- Ensayo práctico y rápido para determinar las propiedades a tracción del HRF
 - Prensas más simples
 - Preparación más simple
 - Probetas pequeñas
 - permite evaluar testigos extraídos

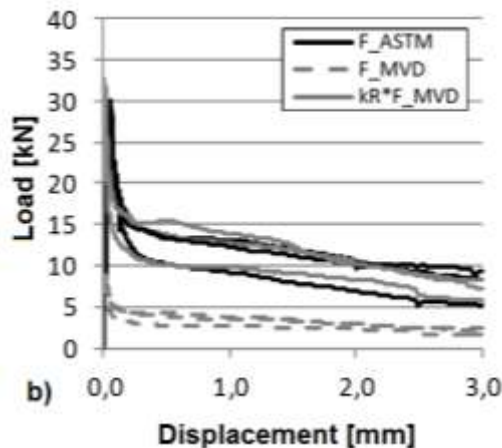


• Ensayo Montevideo

- En etapa de validación
- Resultados equivalentes al EN14651 ...



...y al ASTM C1609



• Recientemente publicado en C.&B.M.



Contents lists available at ScienceDirect

Construction and Building Materials

journal homepage: www.elsevier.com/locate/conbuildmat



Characterisation of the tensile constitutive behaviour of fibre-reinforced concrete: A new configuration for the Wedge Splitting Test

Luis Segura-Castillo^{a,*}, Renata Monte^b, Antonio D. de Figueiredo^b

^aUniversidad de la República, UdelaR, Uruguay

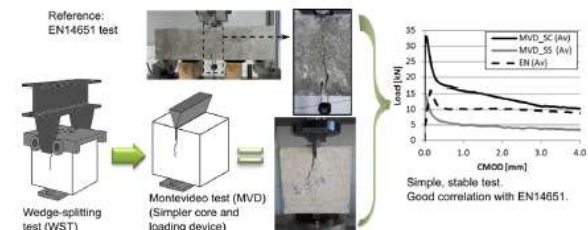
^bUniversity of Sao Paulo, USP, Brazil



HIGHLIGHTS

- New test to evaluate the tensile properties of fibre-reinforced concrete presented.
- Simple preparation and procedure, viable for quality control and for extracted cores.
- Linear relationship between wedge displacement and crack opening displacement.
- Can be carried out in small testing machines and can be correlated with EN14651 test.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:
Received 12 July 2018
Received in revised form 17 September 2018
Accepted 15 October 2018

Keywords:
FRC
EN14651
Softening
Extracted cores
WST

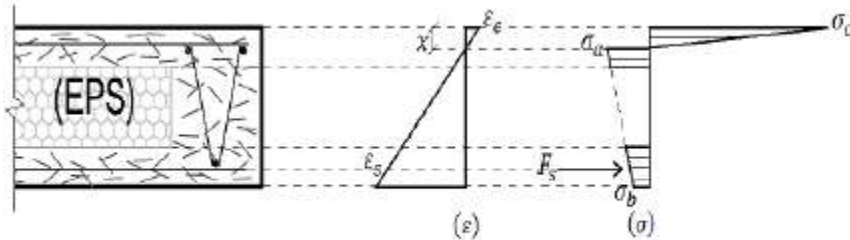
ABSTRACT

The fib Model Code chose the EN14651 test as the basic method for evaluating the structural behaviour of fibre-reinforced concrete (FRC). However, there are technological restrictions that must be considered. For example, this test has a relatively complex execution, and it is difficult to carry it out under samples extracted from real structures. In this study, an experimental campaign is developed to validate a new test, called *Montevideo* (MVD) test, for FRC. The test is based on the wedge-splitting test, but simplifications in terms of sample preparation and loading device allow it to be used in routine quality control. The results show a) a stable friction coefficient between the wedge and sample; b) a linear relationship between wedge displacement and crack mouth opening displacement (CMOD), which allows conducting the test through the stroke displacement only; c) a coefficient of variation below the usual range of the EN14651 test; and d) a load correlation factor ($k_{MVD} = 2.5$) to transform the loads from the MVD test to EN14651 test for large values of CMODs (above 2 mm). This test can be performed on samples prepared from extracted cores with an open displacement control system in specimens with softening behaviour,

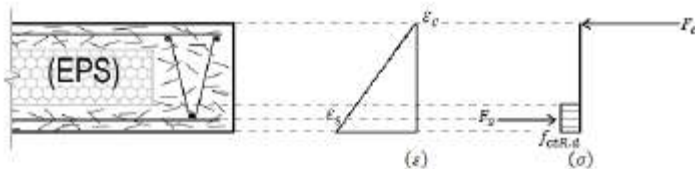
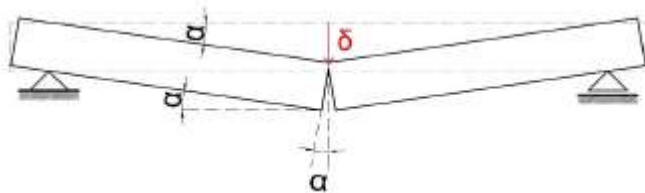
• Implementación de modelos de cálculo para HRF

– Distintas estrategias:

- Análisis analítico simplificado



Diagramas de deformaciones (ϵ) y tensiones (σ) considerados



Discretización en capas

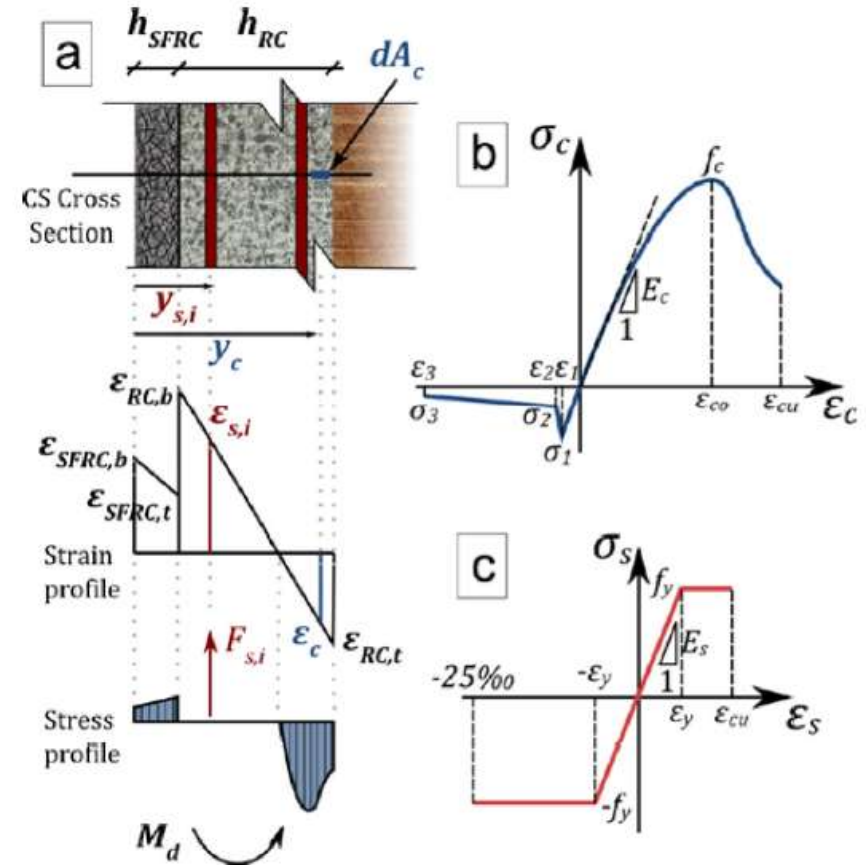


Fig. 1. Sectional discretization (a); SFRC (b); and steel bar constitutive equations (c)

• Muros Pantalla Bi-Capa

- Desarrollado en Barcelona –
Tesis doctoral en la UPC
- Hormigón proyectado con
fibras, sobre muros pantalla
- Solución para problemas de
filtraciones del terreno.



- **Pavimentos con fibras – BAJAS CUANTÍAS (2 a 4 kg/m³ de fibra sintéticas)**
 - Pavimentos de baja responsabilidad
 - Elimina malla de retracción / reducción de espesores / aumento de capacidad de carga
 - También utilizado en White topping:
 - HRF para uso en capas de hormigón adherida sobre asfalto.



Línea: Aplicaciones de HRF

Noviembre de 2018 Luis Segura Presentación del: Grupo de Hormigón Estructural

12



- **Incorporación de micro-fibras para el control de micro fisuración en bóvedas de cerámica armada.**
 - Cúpula de doble curvatura: Parque Artigas de las Piedras
 - Control total de la retracción plástica.



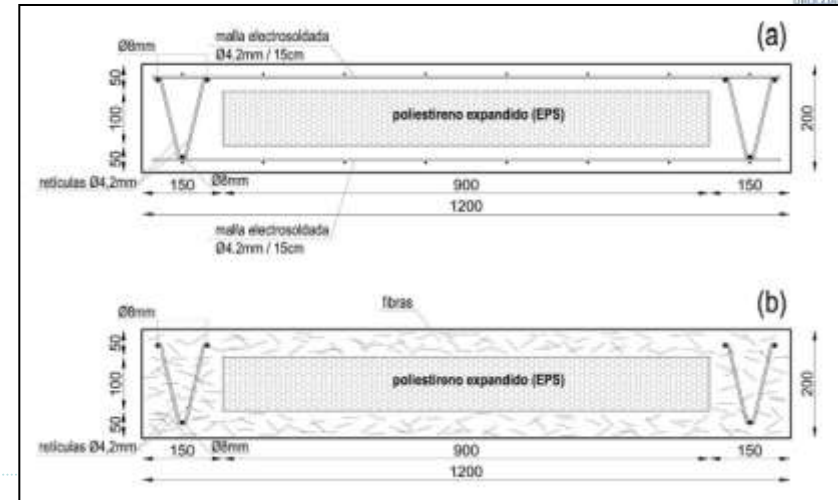
ANFITEATRO DE VERANO
INTERVENCIÓN PLAN 7 ZONAS - BARRIO OBELISCO
INTENDENCIA DE CADELONES

OBRA: CUBIERTA Y ESCENARIO
MONTO: \$10.159.847
PLAZO: 6 MESES
EXPEDIENTE: 2013-R1-1020-03423
EMPRESA: DIESTE Y MONTAÑEZ S.A.

Desarrollada por Dieste & Montañez

- **Hormigón autocompactante con fibras para premoldeados**

- Desarrollo de paneles sandwich
 - sustituyendo la malla por fibras.
- Similar respuesta estructural
 - permite reducir secciones



Línea: Aplicaciones de HRF

Noviembre de 2018 Luis Segura Presentación del: Grupo de Hormigón Estructural

14



- **Losas elevadas reforzadas solo con fibras – ALTAS CUANTÍAS ($\approx 90 \text{ kg/m}^3$)**
 - Similar teoría usada en losas industriales sobre pilotes.
- **Capaz de sustituir toda la armadura principal de la losa!**
- **Más de 40 edificios en el mundo ya construidos.**

Ejemplo de aplicación:



Línea: Aplicaciones de HRF

- Losas elevadas solo con fibras



ABENGOA
TEYMA

Colaboran

Financia

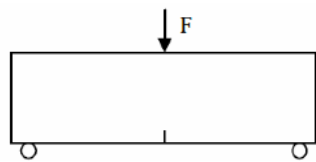
MTOP DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD

Ferrocement

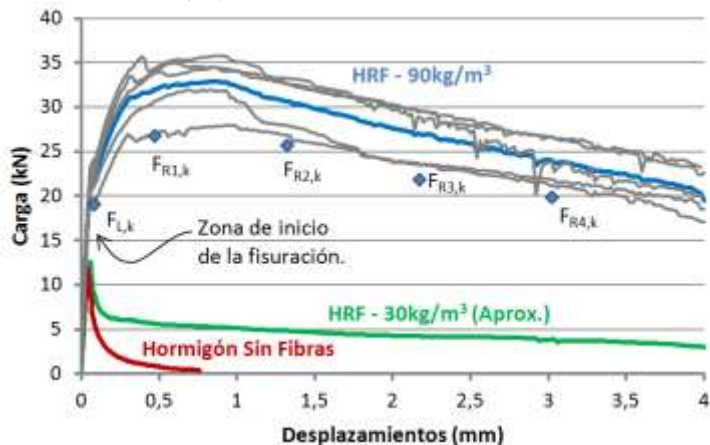
ATENKO

PROYECTO ANII

Proyecto ANII -Herramientas para la innovación –2017, código HPI_X_2017_1_141290 Colaboración con TEYMA



$$f_{R,j} = \frac{3F_j l}{2bh_{sp}^2}$$



- **Utilización de macro fibras para sustitución de malla en bóvedas de cerámica armada?**
 - Utilización de hormigón proyectado?
 - Similar a solución utilizada en Oceanográfico de Valencia.
 - Control de flexiones secundarias, retracción, térmicos.
- **Proyecto en desarrollo...**

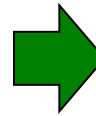


Museo Oceanográfico de Valencia. (Serna, 2009)



Proyecto de investigación Estudiantil (PAIE-CSIC)

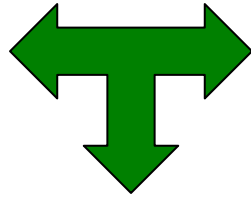
Colaboración con Dieste y Montañez



Modelo de Trabajo

- **Universidad**

- Profesores
- Estudiantes
- *Recursos de investigación e innovación*



- **Sector Productivo**

- Empresas/Estudios
- Profesionales independientes
- *Recursos de producción*

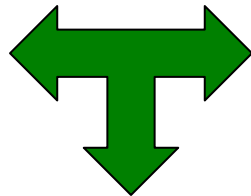
- **Sociedad**

- Usuarios de las obras civiles en general

Áreas de Trabajo

- **Material**

- Desarrollo de Hormigones especiales
- Control de calidad



- **Diseño y Cálculo**

- Modelos de comportamiento en tres niveles: Material / Sección / Estructura

- **Aplicaciones Estructurales**

- Viabilidad técnica y económica

Grupo de Investigación: HORMIGÓN ESTRUCTURAL

OTRAS ACTIVIDADES

Formación
Difusión
Colaboración

- **Cursos especializados**

- Hormigones Reforzados con Fibras I & II

- Cursos cortos: 15 hs de duración cada uno

- Público objetivo:

- *HRFI: Público amplio (Ingenieros, Arquitectos, Técnicos.)*

- *HRFII: Calculistas*

- Temario:

- *HRFI: Aspectos generales*

- » Propiedades de las fibras y los HRF

- » Dosificación

- » Control de calidad

- » Aspectos básicos de cálculo

- *HRFII: Diseño de elementos*

- » Pavimentos

- » Losas

- » Premoldeados

Cursos de Formación: En planificación...

Noviembre de 2018 Luis Segura Presentación del: Grupo de Hormigón Estructural

20

• Idea: ¿Reestructura de cursos de posgrado?

– Cursos de carácter profesional/aplicado. Algunos posibles ejemplos...

Estructuras mixtas y compuestas



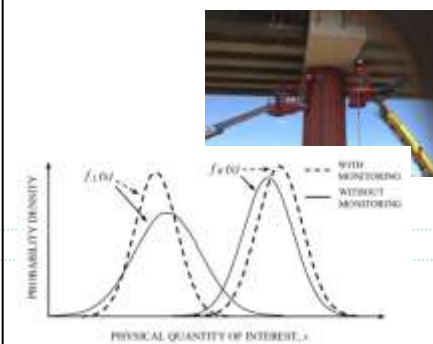
Estructuras de Hormigón premoldeado



Durabilidad, patologías y Mantenimiento de estructuras



Confiabilidad de las estructuras



Diseño sísmico de Estructuras



Diseño de estructuras de Madera



Diseño avanzado de hormigón



¿Cuáles son las necesidades del medio?



Equipo docente mixto: Expertos de Facultad, Locales, Regionales e Internacionales.

Programas adaptables: Modalidades intensivas y moderados, compatibles con la actividad profesional.

- **Concurso de Puentes para estudiantes.** <https://eva.fing.edu.uy/course/view.php?id=840>



En el marco de Ingeniería de Muestra 2018 se convoca a todos los estudiantes de Ingeniería a participar en el

5^{to.} CONCURSO DE CONSTRUCCIÓN DE PUENTES CON MATERIALES NO TRADICIONALES

- El grupo ganador será el que construya el puente que soporte la mayor carga adicional
- Habrá premios en efectivo para los grupos ganadores
Ganador: U\$S300, Segundo: U\$S200, Tercero: U\$S100
- Los grupos pueden ser de 2 a 4 personas
- Cupo máximo 25 Grupos

Se reservarán hasta el 28 de setiembre 5 cupos para grupos de estudiantes de arquitectura, y 5 cupos para grupos liceales de 6° - Físico-Matemática (Ingeniería)

FECHAS IMPORTANTES

- **Domingo 30 de setiembre:** fecha límite de inscripción.
- **Martes 2 de octubre:** se conocerán los materiales a utilizar, junto con el reglamento detallado (en la página web).
- **Jueves 4 de octubre:** construcción en 4 horas (17 a 21 hs).
- **Viernes 5 de octubre:** rotura de puentes (preselección: 19 hs / final: 21 hs)

Los materiales a utilizar, el reglamento y la inscripción se encontrarán en Evento en EVA: Concurso de Construcción de Puentes con Materiales No Tradicionales

Página web:

<https://eva.fing.edu.uy/course/view.php?id=840>
eva.fing.edu.uy > Institutos > Estructuras y Transporte
> Eventos > ConsPuentes

Este emprendimiento forma parte de las actividades complementarias que ayudan a visualizar y comprender los conceptos estructurales impartidos en los cursos de la materia Resistencia de Materiales.



MONTEVIDEO

Organizan:



Difusión: ...y hacia los “más grandes”

Noviembre de 2018 Luis Segura Presentación del: Grupo de Hormigón Estructural

22



- **Jornadas de avances en diseño y tecnología del Hormigón.**
 - Ya 4 ediciones consecutivas (2015 a 2018)
 - Exponentes locales, regionales e internacionales de primer nivel
 - Web del evento:
 - <https://www.fing.edu.uy/node/24560>
 - Más información y presentaciones colgadas



Nuevo Edificio IET

Noviembre de 2018 Luis Segura Presentación del: Grupo de Hormigón Estructural

23

- Inaugurado el jueves 15 de Noviembre de 2018



Nuevo Edificio IET

Noviembre de 2018 Luis Segura Presentación del: Grupo de Hormigón Estructural

24

- **Más espacio de oficinas...**
 - Ensayos a distintas escalas
 - Distintos tipos de prensas y pórticos
 - Nueva prensa electromecánica universal
 - Elementos de hasta 6 metros de largo



Colaboración Internacional

- **Ejemplo: Ensayo Montevideo**

- Colaboración Internacional entre 7 universidades de 6 países para validar el ensayo.



- **Otros proyectos en evaluación...**

Modos de colaboración con el medio

• Distintos tipos de marcos de trabajo, que se ajustan según el proyecto.

Modo	Duración	Puntos clave
Proyecto de curso	Aprox. 4 meses	<ul style="list-style-type: none">• Proyectos menor dentro de cursos• Usualmente: primer acercamiento a un tema / búsqueda bibliográfica / primeros números de un problema.
Proyecto final de carrera	Idealmente entre 5 a 12 meses	<ul style="list-style-type: none">• Aproximadamente 700 horas de dedicación de estudiantes de fin de carrera.• Grupo de 2 o 3 estudiantes.• Permite profundizar y en un tema específico.• Contraparte plantea un tema a modo de problema “abierto”, y nombra a un “referente” con quien se establece la comunicación.• Es necesario la guía cercana de los estudiantes: aprox. 1 hora semanal de tutelaje por parte de un docente de facultad. Idealmente, consultas con el referente de la contraparte para avanzar en la resolución del problema.• Resultados vinculados al desempeño y dedicación de los estudiantes, y a la disponibilidad de grupos. Comienzo de curso: Agosto de cada año.
Tesis de maestría/doctorado	Idealmente entre 1 a 2 años para el master, y 3 a 5 años el doctorado	<ul style="list-style-type: none">• Proyecto individual de estudiante de maestría / doctorado.• Mayor nivel de independencia (estudiante egresado)• Resultados vinculados al desempeño y dedicación de los estudiantes, y a la disponibilidad de candidatos.• Estudiantes a tiempo parcial o total.
Proyecto de colaboración Universidad-Empresa (Convenio)	A definir (recomendable en períodos anuales)	<ul style="list-style-type: none">• Proyectos de mediana o gran envergadura• Contratación de personal dedicado exclusivamente al tema• Tiempo de especialistas reservado para el proyecto• Posibilidad de contar con asesoramiento internacional
Asesoramiento específico	Variable / A definir	<ul style="list-style-type: none">• Proyectos fuera de los márgenes anteriores

*Dependiendo de la naturaleza de estos proyectos, existe la posibilidad de financiación por parte de organismos de promoción de la investigación aplicada (ANII, CSIC, ...), que cubren hasta el 70% del costo.

* Puede incluirse asesoramiento/colaboración con expertos internacionales

* Pueden incluirse cláusulas de Exclusividad y/o confidencialidad

- **CSIC - Universitaria**
 - <http://www.csic.edu.uy/>
- **ANII - Nacional**
 - <http://www.anii.org.uy/>
- **Posibilidad de proponer proyectos de gran escala, con fuertes subsidios.**
 - Ej: ANII llega a pagar hasta el 70% del proyecto.



The screenshot shows the homepage of the ANII (Agencia Nacional de Investigación e Innovación) website. At the top left is the ANII logo. The navigation menu includes: INICIO, INSTITUCIONAL, APOYOS, PROYECTOS, NOTICIAS, PREGUNTAS FRECUENTES, and CONTACTO. Below the navigation is a search bar with the placeholder text "Ingresa tu búsqueda...". The main banner features the word "INNOVACIÓN" in a purple box, the text "Programas más accesibles a las necesidades de las empresas", and a white icon of a person with a checkmark. At the bottom, there are four light blue buttons with icons and text: "INNOVACIÓN" (person with checkmark), "EMPRESARIOS" (lightbulb), "INVESTIGACIÓN" (microscope), and "FORMACIÓN" (book).

ALGUNOS TEMAS DE NUESTRO INTERES

Noviembre de 2018 Luis Segura Presentación del: Grupo de Hormigón Estructural

28



- **Hormigón de alta resistencia (C90)**
- **CFRP / GFRP (Carbon/Glass fibre reinforcement polymer)**
- **Hormigón Proyectado**
- **Reparación y Refuerzo de estructuras**
- **Hormigón reciclado**
- **“Cálculo no lineal” de hormigón**
- **Hormigón permeable**



¿Cuáles son los de ustedes?



Grupo de Investigación: HORMIGÓN ESTRUCTURAL

¡Muchas Gracias por su atención!



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



GRUPO DE
HORMIGÓN
ESTRUCTURAL

Nicolás García, Agustín Spalvier,
Kimberly Rodríguez, Diego Figueredo,
Iliana Rodriguez, Adrián Russi

Responsable: Luis Segura

(lsegura@fing.edu.uy)