

GUÍA PARA LA CONFECCIÓN
DE LA MEMORIA ANUAL
DE LOS CENTROS / GRUPOS UTN DE I+D / GRUPOS UTN
DE LA U.T.N.

(deben respetarse todos los puntos, dejando en blanco aquellos de los que no se tenga nada que decir)

GIMNI
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN MÉTODOS NUMÉRICOS EN INGENIERÍA
FACULTAD REGIONAL SANTA FE- UTN

MEMORIA ANUAL 2014

I - ADMINISTRACIÓN

Introducción:

- **Breve resumen de las actividades del Centro / Grupo UTN realizadas en el año transcurrido.**
Las actividades que los integrantes del grupo han realizado durante el año 2014 pueden resumirse en: formación de becarios de grado y posgrado, docencia en distintas cátedras de nuestra facultad en las currículas de Ingeniería Civil, Mecánica y Sistemas, investigación y desarrollo referida a métodos numéricos en general en el contexto de proyectos homologados, asistencias/presentación/publicación de trabajos en reuniones científicas en el país y en el extranjero, publicaciones de trabajos científicos en revistas internacionales indexadas, estadías de investigación en grupos de reconocido prestigio en el país y en el extranjero, entre otras.
- **Destacar el mayor logro alcanzado en la actividad.**
Desde sus inicios, nuestro grupo se ha caracterizado por realizar principalmente labores de investigación teórica y aplicada. En este contexto, como logros significativos durante el año 2014 pueden mencionarse los siguientes: se llevaron adelante 3 proyectos de investigación aplicada en el GIMNI (ver descripción en el cuerpo del informe) de carácter local, inter-facultad e incluso inter-institucional; se han formado de tres alumnos en la carrera de doctorado (uno de ellos obtuvo su título de doctor durante el 2014 y otro lo hace durante el primer semestre de 2015) como así también 4 alumnos/becarios de grado. A partir de estas actividades de investigación se lograron aportes científicos los cuales han quedado documentados en revistas internacionales indexadas, congresos nacionales e internacionales, workshops relacionados con metodologías numéricas, jornadas de jóvenes investigadores, etc (ver lista de publicaciones en el cuerpo del informe). También durante el 2014 se llevaron adelante tareas de transferencia relacionadas con el proyecto de estructuras hidráulicas para potabilización de agua (proyecto acueducto Coronda), ver descripción en el cuerpo del informe.
- **Evaluar si el mismo llega a trascender el ámbito normal de trabajo y si es así, exponer las posibles consecuencias.**
Varios trabajos de investigación realizados por integrantes de nuestro grupo han logrado documentarse en revistas de alcance internacional, contribuyendo de esta forma a enriquecer el conocimiento general y, fundamentalmente, haciendo visible al grupo y a nuestra regional frente a la comunidad científica mundial. Además, muchas de las actividades de los integrantes/docentes/investigadores del grupo exceden el ámbito de nuestra facultad, esto se ve reflejado por la constante y nutrida interacción científica que se mantiene con diversos grupos de investigación, tanto en nuestro país como en el extranjero, entre estos mencionamos:
 - Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba (cooperación con el Dr. S. Giusti).
 - Universidad Nacional de Córdoba (cooperación con el Dr. F. Pinto).
 - Universidad Federal de Río de Janeiro (cooperación con el Dr. F. Duda).
 - Laboratorio Nacional de Computación Científica, Petrópolis, Río de Janeiro, Brasil (cooperación con el Dr. R. Feijóo y el Dr. P. Blanco).
 - Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona España (cooperación con el Dr. J. Oliver).
 - Universidad de Wales, Swansea, Reino Unido (cooperación con el Dr. E. de Souza Neto).
 - Universidad de Liege, Bélgica. Estancia de perfeccionamiento, "Simulación Avanzada de la Dinámica de Sistemas Mecánicos Complejos (cooperación con el Prof. Olivier Bruls).
 - Universidad de Santiago de Chile (cooperación con la Dra. Marcela Cruchaga).

1.- INDIVIDUALIZACIÓN DEL CENTRO / GRUPO UTN

- 1.1. Nombre y sigla
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN MÉTODOS NUMÉRICOS EN INGENIERÍA (GIMNI).
- 1.2. Sede (dirección, te, fax, e-mail)
Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional
Lavaise 610, Santa Fe (3000), Santa Fe, Argentina.
e-mail: gimni@frsf.utn.edu.ar
[http:// www.frsf.utn.edu.ar/investigacion/centros-y-grupos](http://www.frsf.utn.edu.ar/investigacion/centros-y-grupos)
- 1.3. Estructura de gobierno y administración
 - 1.3.1. Director
Dr. Pablo Sánchez
 - 1.3.2. Subdirector
Mg. Victorio Sonzogni
 - 1.3.3. Consejo Ejecutivo (sólo para Centros UTN).
 - 1.3.4. Organigrama científico, tecnológico y administrativo.
- 1.4. Objetivos y desarrollo (escribir en forma concisa los objetivos específicos que persigue el Centro / Grupo UTN así como también los acontecimientos más significativos que caracterizaron su evolución desde su creación)

MISIÓN

El GIMNI cuenta entre sus misiones la investigación, el desarrollo y la enseñanza en métodos numéricos, particularmente aquellos relacionados con la Ingeniería, en sus diferentes especialidades. Así mismo, se propone la difusión de la importancia y del correcto uso de los métodos numéricos para la resolución de problemas ingenieriles, habida cuenta del protagonismo que dichos métodos han cobrado en los últimos veinte años en la actividad profesional y científica, gracias a los avances técnico-científicos en las disciplinas relativas a la computación, los materiales, y a la mecánica computacional.

OBJETIVOS GENERALES

- Transmitir a la comunidad universitaria la importancia que poseen los métodos numéricos para resolver problemas concretos de ingeniería (muchas veces imposibles de resolver por otros medios) con precisión y rigor científico.
- Promover e incentivar el estudio, desarrollo y aplicación de los métodos numéricos en las carreras de ingeniería, siguiendo de esta manera la tendencia actual de las universidades de mayor prestigio en el mundo.
- Generar vínculos académicos sólidos con otros grupos y centros de investigación dedicados a la temática, sean éstos nacionales o extranjeros.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Desarrollar un equipo de trabajo dedicado a la aplicación de métodos numéricos en ingeniería, en la Facultad Regional Santa Fe, capacitado para realizar tareas de investigación y desarrollo, asistir a docentes y alumnos, y realizar tareas de extensión, para las distintas especialidades de Ingeniería.
- Desarrollar métodos de cálculo y programas computacionales para análisis y diseño de estructuras, suelos y productos industriales.
- Utilizar herramientas de software para la simulación de problemas ingenieriles en las áreas de estructuras, suelos, mecánica, etc., en actividades de asistencia al medio productivo.
- Asesorar a las cátedras involucradas en el análisis y el proyecto para la utilización de los métodos numéricos y los programas computacionales.
- Formar docentes, estudiantes y becarios en la actividad de investigación y desarrollo.
- Ejecutar proyectos de investigación y desarrollo.
- Organizar actividades de difusión de las tareas realizadas en el grupo, proponer cursos de formación en métodos numéricos, y participar de reuniones científicas sobre las temáticas abordadas.

Acontecimientos más significativos:

El Grupo de Investigación en Métodos Numéricos en Ingeniería (GIMNI) fue creado por Resolución 233/2002 del Consejo Directivo de la Facultad Regional Santa Fe (FRSF) de la UTN, con fecha el 03 de julio

de 2002, de manera que cuenta con casi diez años de actividad reconocida como Grupo de la FRSF. Su origen es la unión de otros dos grupos pertenecientes a la misma Facultad: el Grupo de Investigación en Aplicaciones del Método de Elementos Finitos (GIAMEF) y el Grupo de Investigaciones en Análisis y Diseño Estructural (GIADE), cuyas actividades se iniciaron en 1995.

La mayoría de los investigadores responsables del grupo tienen formación de posgrado (doctorado). Varios de los integrantes del GIMNI han mantenido y/o mantienen proyectos y líneas de investigación con otros centros científicos nacionales o extranjeros, algunos de ellos de gran prestigio a nivel mundial.

Actualmente, el Grupo depende operativamente del Departamento de Ingeniería Civil de la FRSF, el cual brinda espacio para su funcionamiento y facilita parte del equipamiento para la realización de las tareas del GIMNI. Así mismo, un aspecto de suma relevancia ha sido la designación del GIMNI como Grupo UTN, mediante la Resolución Nro. 516/2012 del Consejo Superior Universitario.

Desde su creación, y hasta la fecha, en el ámbito del GIMNI se han realizado 8 tesis finales de carrera tanto de Ingeniería Civil como Mecánica. A su vez 5 integrantes (y/o exintegrantes) del grupo han obtenido el grado académico de Doctor en ingeniería.

2.- PERSONAL

2.1. Nómina de Investigadores por categoría.

(Confeccionar una tabla indicando, Apellido y Nombre, los cargos docentes y la dedicación asignada, D. Excl., D. Semi-excl., N° de D. Simples, y las horas promedio por semana dedicadas a los proyectos de investigación)

Apellido y Nombres	Categoría		Cargo Docente Actual		Investigación
	PI	UTN	Categoría	Dedicación	Horas Semanales
Sánchez, Pablo	III	C	Prof. Adjunto.	D. Excl.	20
Sonzogni, Victorio	I	-	Prof. Invitado		5
Battaglia, Laura	IV	D	JTP ordinario	D. Excl.	20
Cavalieri, Federico	V		Prof. Adjunto.	D. Simple	5
Balbastro, Gustavo	III	C	Prof. Titular D. Excl. (FRP) + Prof. Adj. D. Sple. (FRSF)		5
Pardini, María Elisabet	V	D	Prof. Titular	D. Simple	5
Turello, Diego		G	Ayud. de 1ª int.	D. Simple	5
Toro, Sebastián		G	-	-	5
Ciarbonetti, Ángel			-	-	5

2.1.2. Personal profesional, indicando las horas semanales promedio dedicadas al Centro / Grupo UTN

Apellido y Nombres	Cargos	Dedicación	Horas Semanales

2.1.3. Personal Técnico, administrativo y de apoyo indicando las horas semanales promedio dedicadas al Centro / Grupo UTN.

	Nombre	Horas asignadas
1		
2		

2.1.4. Becarios o personal en formación, indicando en cada caso, apellido y nombre, horas asignadas y fuente de financiamiento de la remuneración, por ejemplo: UTN o el nombre de otra entidad del país o del extranjero, indicar cuando corresponda si actúa en calidad de "ad honorem")

2.1.4.1. Tesisistas.

TESISTAS DE MAESTRÍA Y DOCTORADO				
Nombre	Ente Financiero	Inicio	Director	Horas asignadas
Diego Turello	CONICET	2010	Dir: Dr. F. Pinto Co-dir: Dr. P.J. Sánchez	5hs semanales
Sebastián Toro	CONICET	2009	Dr. P.J. Sánchez	5hs. Semanales
Ángel Ciarbonetti	ARN (Agencia	2009	Dir: Dr. A. Huespe	5hs semanales

	Regulatoria Nuclear)		Co-dir: Dr. P.J. Sánchez	
--	----------------------	--	--------------------------	--

2.1.4.2. Becarios graduados.

Nombre	Inicio	Fuente de Financiamiento	Director	Horas Asignadas

2.1.4.3. Becarios alumnos.

Nombre	Inicio	Fuente de Financiamiento	Horas Asignadas
Nadia D. Román	2010	Beca investigación UTN	10hs semanales
Jairo J. Córdoba	2013	Beca investigación UTN	10hs semanales
José I. Croppi	2011	Beca investigación UTN	10hs semanales
María Cecilia Lazzaroni	2011	Becaria ad-honorem 2014	10hs semanales

2.1.4.4. Pasantes

3.-EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA

3.1 Equipamiento e infraestructura principal disponible (dar una idea sumaria del mismo y de su estado operativo)

En el lugar de trabajo se dispone de ocho computadoras de diversas características conectadas en red, pizarra y mesa de reuniones. Asimismo se cuenta con software específico para simulación y diseño en ingeniería entre los cuales se puede mencionar: Abaqus, Plaxis, Samcef, Algor, PPLAN, AVwin, etc., adquiridos oportunamente, o bien en versiones estudiantiles o de libre distribución.

Se han realizado compras de equipamiento durante 2013, que incluyen mobiliario (armario, escritorios y sillas) y dos computadoras de cálculo con procesador INTEL i7 con 16Gb de memoria RAM y discos rígidos de 1Tb, complementadas con monitores LED de 23" full-HD, más una impresora Samsung Scx-3405w Laser Multifuncion Wifi. Durante 2014 se adquirieron 5 equipos de UPS para computadoras individuales, y se realizó la compra de otro equipo de cálculo de características similares a los adquiridos en 2013, que será instalado a principios de 2015.

Por otra parte, en virtud de un acuerdo para utilización de laboratorios con la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la UNL, se utilizan las instalaciones del aula FICH-CIMNE que incluyen dos computadoras y software para análisis por elementos finitos.

Finalmente, en virtud de un acuerdo de cooperación específico, se tiene acceso a los equipos informáticos del Centro Internacional de Métodos Computacionales en Ingeniería (CIMEC), en INTEC (UNL - CONICET), que incluye un cluster de 82 procesadores, y otro de tecnología más reciente de 24 nodos en total, ocho de los cuales son de tipo Xeon E5420 of 2.50 GHz (2 x 4 cores), mientras que los 16 restantes son de tipo Xeon W3690 of 3.47 GHz (1 x 6 cores).

3.2 Locales y/o Aulas (tipo y superficie estimada)

El grupo realiza sus trabajos actualmente en espacio físico de aproximadamente 24m2 que comparte con el aula de informática Departamento de Ingeniería Civil.

3.3 Laboratorios y/o talleres (tipo y superficie estimada)

El grupo realiza sus trabajos actualmente en espacio físico de aproximadamente 24m2 que comparte con el aula de informática Departamento de Ingeniería Civil.

3.4 Servicios Generales (sistemas de documentación, biblioteca, etc)

Los servicios generales son brindados por la Facultad Regional Santa Fe.

Se cuenta con acceso directo a las bibliotecas de la Facultad Regional Santa Fe y a la Biblioteca Electrónica de SECYT. Además, es posible consultar bibliografía del servicio SECEDOC de la UAT-CCT Santa Fe de CONICET, y otras a través de convenios inter-bibliotecarios.

3.5 Indicar cambios significativos habidos durante el período en equipamiento, obras civiles y terrenos.

Durante 2014 se adquirieron 5 equipos de UPS para computadoras individuales, y se realizó la compra de una computadora de cálculo con procesador INTEL i7, 16Gb de memoria RAM y disco rígido de 1Tb, con monitor LED de 23" full-HD, que será instalado a principios de 2015.

4.- DOCUMENTACIÓN Y BIBLIOTECA

- 4.1 Indicar los libros, título, autor/es, editorial, fecha publicación; para las revistas indicar nombre, idioma, editorial, fecha y año.
 - 4.1.1 Consignar material bibliográfico más relevante del Centro / Grupo UTN (no más de 10 títulos).
Se cuenta con manuales de utilización de los programas ABAQUS, SAMCEF, ALGOR y PLAXIS.
Asimismo, hay ejemplares de la Revista Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (RIMNI), de 1986 a 1987 y de 1999 a 2001, y ejemplares de Latin American Applied Research, desde 1993 a 1995.
Se realiza actualización permanente de la biblioteca electrónica de actas de congresos relativos a la especialidad, que incluye actas desde el año 2001 hasta la actualidad.
 - 4.1.2 Adquisición de libros y/o revistas en el período.
 - 4.1.3 Donación de libros y/o revistas en el período.
Se incorporaron a la biblioteca electrónica de actas de congresos los anales de eventos asociados a los temas de investigación del GIMNI.
 - 4.1.4 Servicio de intercambio en el período.

II - ACTIVIDADES TÉCNICAS Y CIENTÍFICAS

5.- INVESTIGACIONES

Proyectos en curso:

- 5.1. Tipo de Proyecto.
PID UTN S/INCORPORACIÓN PROG. INCENTIVOS
 - 5.1.1. Código del proyecto.
PID UTN 1817
 - 5.1.2. Fecha de inicio y finalización
01/05/2013 - 30/04/2015.
 - 5.1.3. Nombre del Proyecto.
"Métodos numéricos aplicados a la resolución de problemas en Ingeniería".
- 5.2. Director.
Dr. Laura Battaglia
 - 5.2.1. Codirector.
- 5.3. Objetivos y descripción breve del proyecto.
Se proponen los siguientes objetivos generales:
 - Mejora y ampliación de programas para simulación de tensiones termomecánicas en estructuras y componentes estructurales considerando la evolución temporal de las temperaturas en el entorno
 - Adaptación de programas de análisis térmico a la simulación numérica de filtración en medios permeables.
 - Capacitación de recursos humanos en el uso de herramientas computacionales, sean programas de desarrollo propio, de código abierto, de libre distribución o comerciales.

Los objetivos específicos del proyecto son los siguientes:

- Formulación e implementación de condiciones de contorno variables en el tiempo para incorporar la evolución temporal de las temperaturas en el entorno para problemas de conducción térmica y termomecánicos con elasticidad lineal, resueltos mediante elementos finitos lineales. Para el caso de hormigón, se considerarán los efectos de la hidratación del cemento a edades tempranas con diferentes modelos de elevación de temperatura.
- Mejora del acoplamiento entre el análisis térmico y el análisis termomecánico para elementos estructurales en dos y tres dimensiones espaciales. Identificación de zonas susceptibles de daño debido a altos gradientes térmicos como post-procesamiento de los resultados.
- Extensión de las estrategias numéricas de análisis térmico por elementos finitos a la simulación de filtración en medios permeables, incluyendo niveles de carga hidráulica variables en el tiempo, como en el caso de terraplenes u otras estructuras hidráulicas.
- Formación de recursos humanos en el uso y programación de métodos numéricos, en particular el método de los elementos finitos, para la resolución de problemas de ingeniería que involucren uno o más campos a resolver, haciendo hincapié en la interpretación de los resultados obtenidos.
- Validación de códigos propios mediante la comparación con resultados experimentales, con soluciones analíticas, o con soluciones numéricas obtenidas con códigos comerciales o de libre distribución.

El análisis de tensiones originadas simultáneamente por cargas mecánicas y térmicas en elementos estructurales se encuentra típicamente asociado a aplicaciones de Ingeniería Mecánica, como ser elementos de máquinas o componentes de motores de combustión interna, entre otros. Sin embargo, existen numerosos casos relativos a la Ingeniería Civil que requieren consideraciones especiales en este aspecto, siendo las construcciones de hormigón masivo los casos paradigmáticos, esto es, la ejecución de los cierres en aprovechamientos hidráulicos o las losas de gran espesor. En estas estructuras, la reacción exotérmica de hidratación del cemento durante la construcción y los primeros meses de ejecutadas produce gradientes térmicos cuya intensidad puede llevar a que la periferia de los elementos sufran tensiones de tracción que, de no ser convenientemente paliadas, conducen a la fisuración de la superficie, con los consiguientes inconvenientes en disminución de secciones efectivas y debilidad frente a agentes agresivos externos. Otros casos de efectos termomecánicos significativos son grandes superficies hormigonadas y expuestas a la radiación solar durante el servicio, como los tableros de puentes, pavimentos y losas de cerramiento de gran tamaño, o bien estructuras en las cuales actúan focos puntuales de calor, como ser chimeneas. En este sentido, la fisuración por efectos térmicos es considerada una patología de las construcciones, con implicancias técnicas y económicas de diversa consideración.

El problema de la filtración de fluido a través de medios permeables, matemáticamente representado por la Ley de Laplace, comparte la forma matemática y los métodos numéricos de resolución con la ecuación del calor. Es por ello que un código de elementos finitos preparado para resolver numéricamente este último caso constituye una herramienta apropiada para determinar el campo de flujo en un medio permeable, con las debidas equivalencias físicas. Dada esta analogía, parte de las herramientas implicadas en el ítem A resultan apropiadas para resolver, por ejemplo, el campo de flujo del agua en un terraplén permeable de defensa costera, como los de la región del Litoral Argentino, o los caudales de filtración por debajo de un azud impermeable.

La participación de becarios estudiantes de Ingeniería en la ejecución del proyecto constituirá una formación complementaria a la de grado, dada la profundización en conocimientos relativos a la aplicación de métodos matemáticos y numéricos, al conocimiento de fenómenos físicos, a la programación en lenguajes de alto nivel, y a la interpretación de los resultados obtenidos que surgen de la aplicación a problemas de ingeniería.

5.3.1 Logros obtenidos.

La formulación del PID UTN 1817 se basó en la continuidad de líneas de trabajo de los PID UTN 1305 y PID UTN CCRFE742, ambos dirigidos por el Dr. Pablo Sánchez.

Durante 2013 se realizaron análisis termomecánicos mediante el uso de programas comerciales, atendiendo a la determinación de tensiones en elementos sometidos a campos térmicos conocidos, o bien determinados mediante un análisis térmico incluyendo un término de generación de calor debido a las reacciones exotérmicas que se presentan durante la hidratación del cemento en el hormigón considerado.

En estas actividades participaron los investigadores F. Cavalieri, P. Sánchez y L. Battaglia, así como también los becarios J.I. Croppi, M.C. Lazzaroni y J.J. Córdoba.

Los resultados de análisis termomecánicos fueron presentados por el becario Jairo Julián Córdoba en la Primera Jornada de Jóvenes Investigadores Tecnológicos de las Regionales UTN de la Provincia de Santa Fe JIT 2013, en noviembre de 2013, mediante un resumen extendido del trabajo "Determinación de tensiones en estructuras sometidas a cargas térmicas mediante el método de los elementos finitos" y defensa oral con poster.

Los becarios José Ignacio Croppi y María Cecilia Lazzaroni continuaron el desarrollo de modelos específicos para análisis de la elevación de temperaturas por efecto del calor de hidratación liberado en la pasta de cemento mediante un software de desarrollo propio, al cual se incorporaron condiciones de contorno no consideradas previamente, entre otras mejoras. Los resultados de estos desarrollos fueron presentados en el 6º Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Civil CONEIC VI, realizado en Santa Fe durante setiembre de 2013, trabajo que fuera premiado con el 1º Puesto, I Concurso de Ponencias Estudiantiles en dicho encuentro. Asimismo, los becarios Lazzaroni y Croppi presentaron el trabajo "Modelo numérico para el análisis térmico del hormigón a edades tempranas" en las JIT 2013.

Durante 2014 hubo continuidad en la línea de trabajo de análisis termomecánico para determinar tensiones en elementos bajo cargas térmicas, ya fueran conocidas o determinadas con la metodología empleada anteriormente.

La determinación de tensiones debidas a campos térmicos y mecánicos mediante programas comerciales fue llevada adelante en conjunto con el becario Jairo J. Córdoba, tanto debido a cargas térmicas externas como a cargas térmicas internas. Algunos de estos resultados fueron presentados en CYTAL 2014 - 6tas Jornadas de Ciencia y Tecnología, FR Villa María, realizadas del 8 al 10 de octubre de 2014.

Por otro lado, la metodología de desarrollo propio en el GIMNI, consistente en análisis térmico de hormigón a edades tempranas, fue extendida de manera tal de considerar las sucesivas etapas constructivas que

habitualmente se requieren en estructuras masivas de hormigón, donde el calor de hidratación liberado por el cemento cobra importancia en cuanto a sus efectos mecánicos. La vinculación entre una etapa y la siguiente se logró mediante la implementación de un elemento de interfaz de propiedades térmicas variables, que actúa como elemento de contorno cuando la etapa superior no se ha colocado aún, y como elemento interno una vez que se ha hormigonado esa misma etapa. Este desarrollo y los resultados obtenidos fueron expuestos en CYTAL 2014 y en el CEIC 2014 – Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Civil (Chile), organizada por la Asociación de Estudiantes de Ingeniería Civil de Chile, 6, 7 y 8 de Agosto, Concepción, en este último caso, como conferencia invitada. Asimismo, el trabajo ha sido seleccionado para su publicación en la Revista Obras y Proyectos, editada por la Universidad Católica de la Santísima Concepción de Chile.

Dada la difusión de los resultados de las actividades desarrolladas durante 2013, en 2014 se recibieron datos de temperatura registrada en distintos puntos de una losa de gran espesor hormigonada en la zona de influencia de la Facultad. Dicha información resulta de utilidad para la validación de las dos alternativas empleadas para realizar los análisis termomecánicos, esto es, empleando programas propios o programas disponibles, tareas realizadas por J.I. Croppi y J.J. Córdoba, en conjunto con P. Sánchez y L. Battaglia. Se realizaron análisis preliminares considerando diferentes alternativas acerca de las hipótesis de problema 1D-2D-3D, y se hicieron cálculos para la estimación del rango de valores de coeficientes de película que permitieran ajustar las temperaturas registradas. Actualmente, se está reportando la actividad mediante la redacción de un informe técnico.

También en el marco del presente PID, los estudiantes N. Pressiani y N. Román realizaron simulaciones numéricas de modelos a escala de puentes de hormigón, diseñados y elaborados por los mismos estudiantes en colaboración con la Cátedra de Tecnología del Hormigón. Dichas simulaciones permitieron establecer conclusiones acerca de los mecanismos de rotura de las diferentes tipologías y las limitaciones de los métodos numéricos en relación con efectos de tensiones localizadas y defectos de fabricación de los modelos. Los resultados y conclusiones fueron expuestos en las JIT 2014 - Jornada de Jóvenes Investigadores Tecnológicos de las Regionales UTN de la Provincia de Santa Fe, realizadas el 6 de noviembre de 2014, con el trabajo “Ensayos experimentales y validación numérica sobre modelos estructurales a escala de puentes de hormigón celular”, en formato de poster con defensa oral.

Los investigadores R. Ferrando y G. Ferrando fueron incorporados al promediar las actividades del proyecto, con el fin de integrarlos a tareas de investigación y desarrollo asociadas al análisis mediante métodos numéricos de estructuras de hormigón. Asimismo, el investigador P.A. Kler ha comenzado recientemente a colaborar en las actividades relativas a este PID, con continuidad en próximos proyectos de investigación.

Trabajos asociados al PID UTN 1817:

- a) Comunicaciones y presentaciones en congresos.

CONEIC VI - 6º Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Civil CONEIC VI, Santa Fe, setiembre de 2013.

- Trabajo presentado: “DESARROLLO DE UN CÓDIGO DE ELEMENTOS FINITOS PARA EL ANÁLISIS TÉRMICO DEL HORMIGÓN A EDADES TEMPRANAS”, José I. Croppi y Ma. Cecilia Lazzaroni. 1º Puesto, I Concurso de Ponencias Estudiantiles.

JIT 2013 - Primera Jornada de Jóvenes Investigadores Tecnológicos de las Regionales UTN de la Provincia de Santa Fe 8 de noviembre de 2013:

- “DETERMINACIÓN DE TENSIONES EN ESTRUCTURAS SOMETIDAS A CARGAS TÉRMICAS MEDIANTE EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS”, Jairo Córdoba. Resumen extendido y poster.
- “MODELO NUMÉRICO PARA EL ANÁLISIS TÉRMICO DEL HORMIGÓN A EDADES TEMPRANAS”. José I. Croppi y Ma. Cecilia Lazzaroni. Resumen extendido y poster.

CYTAL 2014 – 6tas Jornadas de Ciencia y Tecnología, FR Villa María, 8 al 10 de octubre de 2014.

- “DETERMINACIÓN DE TENSIONES EN ESTRUCTURAS SOMETIDAS A CARGAS TÉRMICAS MEDIANTE EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS”, Jairo Córdoba. Tutores: Laura Battaglia, Pablo Sánchez. Publicado en las memorias de las Jornadas, editadas por Cejas, Gonelli y Sensini, pp. 279-284. Editorial Edutecne.
- “MODELO DE ELEMENTOS FINITOS PARA EL ANÁLISIS TÉRMICO DE ESTRUCTURAS HORMIGONADAS POR ETAPAS”, José I. Croppi. Tutores: Laura Battaglia, Pablo Sánchez. Publicado en las memorias de las Jornadas, editadas por Cejas, Gonelli y Sensini, pp. 297-302. Editorial Edutecne.

JIT 2014 - Jornada de Jóvenes Investigadores Tecnológicos de las Regionales UTN de la Provincia de Santa Fe, 6 de noviembre de 2014. Trabajo presentado:

- “Ensayos experimentales y validación numérica sobre modelos estructurales a escala de puentes de hormigón celular”, Nery Pressiani, Nadia Román. A ser publicado en las Memorias de las jornadas. Presentado en formato poster.

CEIC 2014 – Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Civil (Chile), organizada por la Asociación de Estudiantes de Ingeniería Civil de Chile, 6, 7 y 8 de Agosto, Concepción, Chile.

- Exposición invitada: “MODELO DE ELEMENTOS FINITOS PARA EL ANÁLISIS TÉRMICO DE ESTRUCTURAS HORMIGONADAS POR ETAPAS”. Autores: J. I. Croppi, M. C. Lazzaroni.

b) Publicaciones en revistas (sin referato)

Croppi, J. y Lazzaroni, M. (2014). “Modelo de elementos finitos para el análisis térmico de estructuras hormigonadas por etapas”. **Revista Obras y Proyectos**, editada por la Universidad Católica de la Santísima Concepción (Chile), pp. 1-8, en prensa.

5.3.2. Dificultades encontradas.

No se han registrado dificultades durante el desarrollo del proyecto

5.1 Tipo de Proyecto.

PID UTN INTERFACULTADES C/INCORPORACIÓN PROG. INCENTIVOS

5.1.1. Código del proyecto.

PID UTN INI1917

5.1.2. Fecha de inicio y finalización

01/01/2013 - 31/12/2014.

5.1.3. Nombre del Proyecto.

“EFECTOS DEL VIENTO SOBRE ESTRUCTURAS”.

5.2 Director.

Dr. Gustavo Balbastro

5.2.1 Co-director

Dr. Laura Battaglia

5.3. Objetivos y descripción breve del proyecto.

Los objetivos del proyecto son los siguientes:

- 1) Aplicar y perfeccionar la metodología para el estudio de daños causados por el viento en construcciones.
- 2) Registrar y analizar los daños por el viento que se produzcan durante la duración del proyecto en la zona de influencia de las Facultades Regionales participantes en el proyecto.
- 3) Estudiar la acción de vientos severos sobre distintas tipologías.

La metodología a aplicar será la siguiente:

Para los objetivos 1 y 2, se recopilarán antecedentes de estudios de daños por el viento o por otros fenómenos naturales para desarrollar una metodología de recolección de datos en el terreno y sistematización y análisis de los mismos. Ante la ocurrencia de eventos que produzcan daños por el viento dentro de la zona de influencia, se visitarán los lugares para aplicar la metodología desarrollada.

Para el objetivo 3 se realizarán simulaciones computacionales en el cluster del Centro Internacional de Métodos Computacionales en Ingeniería (CIMEC-INTEC-UNL/CONICET). Cabe señalar que entre la FR Santa Fe y el CIMEC existe un convenio de colaboración, en el marco del cual se han venido realizando investigaciones anteriores, de las que la presente es continuación.

La información necesaria para el objetivo 1 se obtendrá de la literatura especializada, la cual será analizada en forma crítica para dar forma a una metodología apta para ser aplicada en el proyecto y otros estudios similares.

Para el objetivo 2 la información provendrá de los trabajos de campo que se realicen durante el proyecto ante la ocurrencia de los eventos en estudio. El análisis de la misma consistirá en identificar vulnerabilidades y fortalezas de distintos tipos de estructuras, cuantificar los daños y el impacto social de los mismos.

Para el objetivo 3 la información se obtendrá mediante la solución numérica de las ecuaciones de Navier-Stokes mediante cálculo paralelo, aplicada a cubiertas curvas sin cerramiento lateral con obstrucciones. El análisis de la misma consistirá en comparar con las mismas estructuras sometidas al viento sin obstrucciones.

5.3.1 Logros obtenidos.

No se realizaron actividades en la FR Santa Fe.

5.3.2. Dificultades encontradas.

Dado que el proyecto es de tipo “interfacultades”, y la regional sede es FR Paraná, no se han recibido fondos en la FRSF para la ejecución de las tareas asociadas.

5.1 Tipo de Proyecto

INTER-INSTITUCIONAL (PID IN) C/INC. PROG. INCENT.

5.1.1 Código del proyecto.

PID INI 1759 (UTN-FR Santa Fe, UNC)

5.1.2 Fecha de inicio y finalización

01/01/2013 – 31/12/2015

5.1.3 Nombre del Proyecto

Interacción suelo-estructura en pilotes sometidos a cargas laterales: modelado experimental y numérico.

5.2 Director

Dr. P.J. Sánchez

5.2.1 Codirector.

Dr. F. Pinto

5.3 Objetivos y descripción breve del proyecto

Objetivos Generales:

-El objetivo primordial del proyecto es lograr un vínculo científico-académico sólido y productivo entre las dos instituciones participantes. Para nuestro grupo, se considera de suma importancia potenciar la colaboración mutua entre docentes-investigadores de diferentes universidades.

-Desarrollar una formulación mecánica rigurosa y consistente que permita el modelado numérico de pilotes sometidos a cargas laterales.

-Montar, ejecutar y ensayar pilotes a carga lateral en suelos regionales, como son los suelos del valle del Río Paraná, los que se encuentran en la Ciudad de Santa Fe o de Córdoba, para poder caracterizar las curvas de respuestas p-y de estos suelos.

Objetivos Específicos:

-Se busca analizar el comportamiento del pilote, en el rango de deformaciones bajas a moderadas, para poder determinar con precisión la rigidez inicial del sistema suelo-pilote, variable fundamental para el análisis de las respuestas en servicio.

-Se pretende además, recolectar datos experimentales para contrastar con los resultados de simulaciones numéricas, obtenidas de herramientas analítico-numéricas basadas en la teoría de interacción continuo-estructura desarrolladas a tal fin.

-Como objetivo secundario, se continuará con una línea de trabajo existente en el GIMNI, la cual posee relación tangencial con la temática propuesta para el proyecto. Nos referimos en particular al modelado modelado constitutivo multi-escala del hormigón (pilote) como material intrínsecamente heterogéneo.

Descripción:

En el ámbito de la ingeniería geotécnica, más específicamente en el de fundaciones, el análisis de interacción continuo-estructura ha suscitado un interés generalizado. Entre uno de los problemas con mayor relevancia se menciona la necesidad práctica de realizar estimaciones de esfuerzos y desplazamientos en pilotes sometidos a cargas laterales. En cuanto a las aplicaciones prácticas ingenieriles que demandan la utilización de pilotes para resistir cargas laterales se destacan: las obras de defensa portuaria, defensa contra impacto de embarcaciones en puentes, fuerzas de tiro en estructuras atirantadas, esfuerzos sísmicos en estructuras de gran envergadura, fuerzas laterales en estribos de puentes, torres de transmisión de energía, estructuras tipo offshore, etc.

Estos problemas están gobernados por fenómenos de interacción suelo-estructura que son complejos de describir y estudiar, por lo que generalmente se recurre a modelos simplificados de análisis. Los resultados obtenidos mediante estas técnicas generalmente son limitados, precisamente por la simplificada representación de la interacción tridimensional en el entorno del pilote que se intenta modelar, lo que evidencia la necesidad de desarrollar nuevas técnicas de estudio. A pesar de los valiosos aportes realizados hasta el presente por numerosos investigadores, el tema en discusión no está para nada resuelto. Muy por el contrario, representa un tópico en continuo desarrollo e investigación, hecho que motiva nuestra propuesta de trabajo.

En vista de la discusión previa, y a manera de síntesis, podemos argumentar que el presente proyecto plantea dos líneas de investigación bien definidas y complementarias.

La primera de ellas consta en la formulación de un modelo teórico-matemático con capacidad para simular la compleja interacción entre suelo-pilote. Esta tarea demanda el desarrollo de una formulación teórica consistente la cual, partiendo de las ecuaciones fundamentales de la mecánica de sólidos tridimensionales, se particulariza para el caso en estudio mediante la introducción de hipótesis cinemáticas y mecánicas admisibles desde el punto de vista ingenieril. Dada la complejidad del problema a resolver, la resolución del modelo involucra, necesariamente, la aplicación de técnicas numéricas; en especial se hará uso extensivo del Método de Elementos Finitos (MEF). En este contexto cada componente estructural, esto es el "suelo" y el "pilote", quedará representado por un modelo de elemento finito apropiado.

Si bien las herramientas numéricas han adquirido un impulso exponencial durante las últimas décadas, la confiabilidad de estas aproximaciones radica en la correcta validación y caracterización de los parámetros que gobiernan el modelo. Para lograr tal propósito se propone como segunda línea de investigación del proyecto el montaje de un ensayo de carga en pilotes ante esfuerzos laterales. Este último punto representa un verdadero desafío desde el punto de vista logístico de ejecución práctica el cual permitiría, entre otras

cosas: (i) entender el problema de interacción suelo-pilote en un contexto integral, (ii) calibrar el modelo teórico como así también validar sus resultados en perfiles geotécnicos reales de nuestra zona.

5.3.1 Logros obtenidos.

- Se realizó una revisión crítica de la bibliografía, con el objeto de establecer claramente el estado actual del conocimiento sobre el tema de pilotes sometidos a cargas laterales. En este punto hay que señalar la gran diferencia entre los métodos existentes en función de las hipótesis que se hacen sobre los fenómenos de interacción suelo-estructura.

-Se avanzó en el desarrollo de un modelo mecánico consistente partiendo de la formulación del problema completo 3D e introduciendo explícitamente la superficie de interacción entre el suelo y el pilote, la que divide el problema en 2 subdominios. Posteriormente se realizaron hipótesis cinemáticas sobre una de las porciones del problema, adoptando por ejemplo cinemática de viga para la porción que representa el pilote y dejando la cinemática 3D para el suelo, con el fin de reducir el orden de las incógnitas a resolver mediante FEM.

-Se propusieron las restricciones cinemáticas y de continuidad de tensiones necesarias en esta frontera interna del problema (interfaz suelo-pilote) para no violar principios de mecánicas fundamentales.

-Se propuso de esta manera una nueva forma de embeber elementos de vigas en elementos de sólidos 3D que vienen equipados con una interfaz de transferencia de carga entre ambos.

-Los desarrollos mencionados, restringidos al contexto de modelos elásticos, se generalizaron para incluir efectos no lineales de plasticidad concentrada entre la interfaz suelo-pilote. De esta forma es posible modelar condiciones reales de trabajo.

-Se implementaron estos modelos de interacción en un código de FEM desarrollado a tal fin y se validaron los resultados con soluciones semi-analíticas (para los casos elásticos) y contra los resultados obtenidos en software comerciales para los casos elasto-plásticos.

-Se avanzó además en el desarrollo del protocolo de ensayo de los pilotes que se prevén ejecutar y ensayar. En este sentido se estimaron los escalones de carga necesarios, la respuesta estimada de los pilotes, la disposición general del ensayo, etc. Falta definir el emplazamiento final del ensayo para poder así realizar los estudios de caracterización de suelos correspondiente.

-El Ing. Luperi, perteneciente a la FCEFyN de la UNC e integrante del proyecto, avanzó en su trabajo de tesis de doctorado donde analiza el impacto de barcazas en pilas de puentes, en donde utiliza modelos de interacción suelo - estructura como el de las curvas p-y para evaluar la respuesta global de la pila y del puente frente al impacto.

Trabajos científicos elaborados en el período 2014:

- o D. Turello, F. Pinto, P.J. Sánchez. "Modelación de la interacción suelo-pilote en pilotes cargados lateralmente mediante elementos de viga embebidos en sólidos". Presentado y publicado en Enief 2014, 23-26 Septiembre de 2014, Bariloche, Argentina (ver referencia completa en ítem 6.1).
- o D. Turello, F. Pinto, P.J. Sánchez. "Embedded beam element with interaction surface for lateral loading of piles". Enviado a International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics (IJNAMG).

5.3.2 Dificultades encontradas.

No se han registrado dificultades durante el transcurso del proyecto en lo concerniente al desarrollo teórico y numérico de los modelos propuestos.

En cuanto a la componente experimental, inicialmente considerada como uno de los puntos fuertes del proyecto, se menciona la dificultad/complejidad para gestionar la compra de artículos importados, necesarios para el montaje de los experimentos, como así también la dificultad en cuanto a disponibilidad física para el emplazamiento concreto del ensayo. Por tal motivo, se estima que este ensayo no podrá ejecutarse durante el período del presente proyecto, aunque sí se avanzará en la definición completa del protocolo de ensayo.

6.- CONGRESOS Y REUNIONES CIENTÍFICAS

6.1. Indicar el nombre de la reunión científica, tipo de reunión, personal del Centro / Grupo UTN asistente y títulos de trabajos presentados)

CYTAL 2014 – 6tas Jornadas de Ciencia y Tecnología, FR Villa María, 8 al 10 de octubre de 2014.

- "DETERMINACIÓN DE TENSIONES EN ESTRUCTURAS SOMETIDAS A CARGAS TÉRMICAS MEDIANTE EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS", Jairo Córdoba. Tutores: Laura Battaglia, Pablo Sánchez. Publicado en las memorias de las Jornadas, editadas por Cejas, Gonelli y Sensini, pp. 279-284. Editorial Edutecne.
- "MODELO DE ELEMENTOS FINITOS PARA EL ANÁLISIS TÉRMICO DE ESTRUCTURAS HORMIGONADAS POR ETAPAS", José I. Croppi. Tutores: Laura Battaglia, Pablo Sánchez. Publicado en las memorias de las Jornadas, editadas por Cejas, Gonelli y Sensini, pp. 297-302. Editorial Edutecne.

JIT 2014 - Jornada de Jóvenes Investigadores Tecnológicos de las Regionales UTN de la Provincia de Santa Fe, 6 de noviembre de 2014. Asistentes: Nadia Román, Nery Pressiani. Trabajo presentado:

- "Ensayos experimentales y validación numérica sobre modelos estructurales a escala de puentes de hormigón celular", Nery Pressiani, Nadia Román. A ser publicado en las Memorias de las jornadas. Presentado en formato poster.

CEIC 2014 – Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Civil (Chile), organizada por la Asociación de Estudiantes de Ingeniería Civil de Chile, 6, 7 y 8 de Agosto, Concepción, Chile. Asistentes: J. I. Croppi, M. C. Lazzaroni. Exposición invitada: "MODELO DE ELEMENTOS FINITOS PARA EL ANÁLISIS TÉRMICO DE ESTRUCTURAS HORMIGONADAS POR ETAPAS".

ENIEF 2014 – XXI Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones - 23 al 26 de septiembre de 2014 – San Carlos de Bariloche. Asistentes: D. Turello, P. Sánchez, S. Toro, V. Sonzogni, G. Balbastro. Trabajos publicados:

- "Simulación de flujos con superficie libre mediante una metodología de captura de interfase", Battaglia, L., Cruchaga, M.A., Storti, M.A., D'Elía, J. En Mecánica Computacional Vol. XXXIII, pp. 2161-2174. Presentado.
- "Amortiguamiento viscoso en un microresonador en flujo reptante simulado con elementos de borde", Sarraf, S.S., López, E.J., Battaglia, L., Ríos Rodríguez, G.A, D'Elía, J. En Mecánica Computacional Vol. XXXIII, pp. 263-272. Presentado.
- "Primeros pasos en el uso de un modelo PGAS en el método de los elementos de borde. Formulación para flujo de Stokes con ScaLAPACK", D'Elía, J., Sarraf, S.S., López, E.J, Ríos Rodríguez, G.A, Battaglia, L. En Mecánica Computacional Vol. XXXIII, pp. 23-26.
- "Estudio de desgaste en válvulas de motores de combustión interna mediante el método de los elementos finitos y ensayos experimentales". Cavalieri, F.J., Cósimo, A., Cardona, A. En Mecánica Computacional Vol. XXXIII, pp. 745-760. Presentado.
- S. Toro, P.J. Sánchez, J. Podesta, A.E. Huespe, P.J. Blanco, S. Guisti, R.A. Feijóo. "Modelado de falla del material tipo hormigón mediante formulaciones multiescala". Resumen. Mecánica Computacional (volumen XXXIII). Ed: G. Bertolino, M. Cantero, M. Storti, F. Teruel. ISSN 1666-6070, pag. 1423-1423 (con referato). Presentado.
- A. Ciarbonetti, A.E. Huespe, P.J. Sánchez. "Determinación de la integral-J mediante fuerzas configuracionales en materiales elasto-plásticos". Resumen. Mecánica Computacional (volumen XXXIII). Ed: G. Bertolino, M. Cantero, M. Storti, F. Teruel. ISSN 1666-6070, pag. 1421-1421 (con referato).
- D. Turello, F. Pinto, P.J. Sánchez. "Modelación de la interacción suelo-pilote en pilotes cargados lateralmente mediante elementos de viga embebidos en sólidos". Trabajo completo. Mecánica Computacional (volumen XXXIII). Ed: G. Bertolino, M. Cantero, M. Storti, F. Teruel. ISSN 1666-6070, pag. 879-894 (con referato). Presentado.
- P.J. Blanco, P.J. Sánchez, E.A. de Souza Neto, R.A. Feijóo. "Formulation of a consistent virtual power principle for RVE-based multiscale models". Resumen. Mecánica Computacional (volumen XXXIII). Ed: G. Bertolino, M. Cantero, M. Storti, F. Teruel. ISSN 1666-6070, pag. 1303-1303 (con referato). Presentado.
- S. Guisti, P.J. Sánchez, S. Toro. "A thermal multiscale model considering microscopic heat sources". Resumen. Mecánica Computacional (volumen XXXIII). Ed: G. Bertolino, M. Cantero, M. Storti, F. Teruel. ISSN 1666-6070, pag. 1309-1309 (con referato).
- A. Albanesi, V. Fachinotti, S. Toro, P.J. Sánchez. "Análisis multiescala de cáscaras por el método de elementos finitos". Resumen. Mecánica Computacional (volumen XXXIII). Ed: G. Bertolino, M. Cantero, M. Storti, F. Teruel. ISSN 1666-6070, pag. 923-923 (con referato). Presentado.

6.2. Nómina de los eventos organizados por el Centro / Grupo UTN

7.- OTRAS ACTIVIDADES

7.1. Distinciones recibidas, institucionales y/o personales

- En Marzo de 2014, el Ing, Sebastian Toro, integrante del GIMNI, recibió el grado académico de Doctor en Ingeniería con Mención Mecánica Computacional de la FICH-UNL, categoría "A" s/Coneau, obteniendo la máxima calificación. Su tema de trabajo tiene relación directa con proyectos y objetivos del GIMNI: "Desarrollo de modelos multiescala para la simulación computacional de falla material". Director de beca Conicet: P.J. Sánchez. Co-director de beca Conicet: A.E. Huespe.
- A partir de abril de 2014, el Dr. Sebastian Toro, integrante del GIMNI, ha sido seleccionado para percibir una beca post-doctoral interna de Conicet. Director de beca Conicet: P.J. Sánchez. Co-director de beca Conicet: A.E. Huespe.
- En 2014 el Dr. F. Cavalieri obtuvo el ingreso a la Carrera de Investigador Científico de Conicet, bajo la categoría de Investigador Asistente. Director: A. Cardona. Co-director: P.J. Sánchez.
- El alumno/becario José Ignacio Croppi ha obtenido una beca correspondiente al programa de intercambio UTN-DAAD, con la cual realizará una estadía de estudio/investigación en Alemania, durante el segundo semestre de 2014.

7.2. Visitantes del país y del extranjero

- Vista de trabajo del profesor Sebastián Giusti UTN-FRC (inv. Asistente Conicet). Última semana de diciembre de 2014. Tema de trabajo: modelado multiescala de materiales, aplicaciones a diseño de micro-estructura.

7.3. Otras

- Durante el 2014, el Dr. P.J. Sánchez (director del grupo), realizó dos estancias de investigación en el extranjero. En particular durante estos viajes se ha trabajado intensamente en el desarrollo de formulaciones multiescalas para el modelado constitutivo de materiales heterogéneos y modelos de fractura basados en teoría de campos de fase. Todas estas actividades poseen relación directa con los proyectos de investigación y objetivos del GIMNI.
 - o Estadía de Investigación en el Laboratorio Nacional de Computación Científica (LNCC), Petrópolis, Río de Janeiro, Brasil. Período: 20 de Abril - 06 de Mayo, 2014 (trabajo en conjunto con el Prof. Raúl Feijóo, el Prof. Pablo Blanco y el Prof. E.A. de Souza Neto). Durante ese período se realizó también una visita de trabajo al Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ), Brasil (trabajo en conjunto con el Prof. Fernando Duda).
 - o Estadía de Investigación en el Laboratorio Nacional de Computación Científica (LNCC), Petrópolis, Río de Janeiro, Brasil. Período: 20 de Julio - 02 de Agosto, 2014 (trabajo en conjunto con el Prof. Raúl Feijóo, el Prof. Pablo Blanco y el Prof. E.A. de Souza Neto).
- Los Dres. P.J. Sánchez y L. Battaglia colaboraron como evaluadores en la organización de las CYTAL 2014 - 6tas Jornadas de Ciencia y Tecnología, FR Villa María, 8 al 10 de octubre de 2014.
- La Dra. L. Battaglia colaboró como evaluador en la organización de la JIT 2014 - Jornada de Jóvenes Investigadores Tecnológicos de las Regionales UTN de la Provincia de Santa Fe, 6 de noviembre de 2014.
- El Dr. V. Sonzogni fue designado miembro titular de la defensa de tesis doctoral de Francisco Jose Luperi, Doctorado en Ingeniería U.N. Córdoba. Título: Impacto de grupo de barcazas contra pilas de puentes. Defensa: 17/10/2014
- Los integrantes del GIMNI forman parte a su vez de distintos proyectos de investigación homologados por agencias de investigación nacionales e internacionales. Todos éstos tienen relación estrecha con los objetivos del GIMNI, a saber:
 - o Proyecto: PPCP N°004-2011. Programa de proyectos conjuntos de investigación del Mercosur (SPU/CAPES), creado por resolución SPU N°1625 de fecha 6 de octubre de 2011 y resolución SPU N°1216 de fecha 12 de agosto de 2012. Integrantes: P.J. Sánchez. Responsables del proyecto: Dr. F.P. Duda (UFRJ) y Dr. A.E. Huespe (CIMEC-UNL-CONICET). En ejecución.
 - o Proyecto SAT 603733. Título: "Desarrollo de métodos computacionales para el análisis multiescala de materiales". Universidad Nacional del Litoral. Contratante: CIMNE, Univ. Politécnica de Catalunya, 2013. Integrante: P.J. Sánchez, S. Toro, A. Albanesi. En ejecución.
 - o Proyecto: Edital CNPq Universal, 2014. Título: "Modelagem Multi-Escala de Dano e Ruptura de Tecidos Biológicos. Aplicacao Avaliacao do Risco de Ruptura de Aneurismas Cerebrais. Integrante: P.J. Sánchez. Coordinador Pablo Javier Blanco. En ejecución.
 - o Proyecto: Edital MCT/CNPq/FNDCT/CAPES/FAPEMIG/FAPERJ/FAPESP, 2008. Instituto Nacional de Ciencia e Tecnologia em Medicina Assistida por Computacao Científica. Institutos Nacionais de Ciencia e Tecnologia. Integrante: P.J. Sánchez. Coordinador Raúl Antonino Feijóo. En ejecución.
 - o Proyecto: CAI+D 2011. Título: "Estrategia computacional multiescala mediante homogeneización espacial para el estudio de falla de materiales heterogéneos. Universidad Nacional del Litoral. Director: A.E. Huespe. Co-director: P.J. Sánchez. Integrante: S. Toro. En ejecución.
 - o Proyecto: PIP 2013-2015. Título: "Desarrollo e Implementación Computacional de Formulaciones Multiescala para Materiales heterogéneos. Aplicaciones al Modelado de Falla Material y Diseño de Micro-Estructura". Director: P.J. Sánchez. Co-director: A.E. Huespe. Integrante: S. Toro. En ejecución.
 - o Proyecto: PICT 2013-0938. Título: "Resolución numérica de flujos con superficie libre y a dos fases". Directora: Dra. L. Battaglia.

8.- TRABAJOS REALIZADOS Y PUBLICADOS

8.1. Trabajos publicados en revistas con referato (indicar título, autores y lugar de publicación)

- Cruchaga, M.A.; Battaglia, L.; Storti, M.; D'Elía, J.: "Numerical Modeling and Experimental Validation of Free Surface Flow Problems", Archives of Computational Methods in Engineering, Print ISSN 1134-3060, Online ISSN 1886-1784, Noviembre de 2014, doi: 10.1007/s11831-014-9138-4. EN PRENSA.
- Sarraf, S.; D'Elía, J.; Battaglia, L.; López, E.: "Método de elementos de borde jerárquico basado en el árbol de Barnes-Hut aplicado a flujo reptante exterior", Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, ISSN 0213-1315, Octubre-Diciembre 2014, 30(4), pp. 211-220, doi:10.1016/j.rimni.2013.07.005.

- D'Elía, J.; Battaglia, L.; Cardona, A.; Storti, M.; Ríos Rodríguez, G.: "Galerkin boundary elements for a computation of the surface tractions in Stokes flows", ASME-Journal of Fluids Engineering, ISSN 0098-2202, Septiembre de 2014, 136(11), pp. 111102-111118, doi:10.1115/1.4027685.
- S. Toro, P.J. Sánchez, A.E. Huespe, S.M. Giusti, P.J. Blanco, R.A. Feijóo. "A two-scale failure model for heterogeneous materials: numerical implementation based on the finite element method". International Journal for Numerical Methods in Engineering (IJNME), 97, pp. 313-351, 2014.
- F.P. Duda, A. Ciarbonetti, P.J. Sánchez, A.E. Huespe. "A phase-field/gradient damage model for brittle fracture in elastic-plastic solids". International Journal of Plasticity (IJP). Aceptado 2014.
- E.A. de Souza Neto, P.J. Blanco, P.J. Sánchez, R.A. Feijóo. "An RVE-based multiscale theory of solids with micro-scale inertia and body force effects". Mechanis of Materials. Aceptado 2014.
- P.J. Blanco, P.J. Sánchez, E.A. de Souza Neto, R.A. Feijóo. "Variational Foundations and Generalized Unified Theory of RVE-based Multiscale Models". Archives of Computational Methods in Engineering. Aceptado 2014.
- F.J. Cavalieri, C. Luengo, J. Risso, F. Zenklusen, A. Cardona. "Numerical and experimental stress analysis of an internal combustion engine valve during the closing event". Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering. En Prensa. Año: 2014 vol. 228 p. 1 – 33.

8.2. Trabajos publicados en revistas sin referato (indicar título, autores y lugar de publicación)

- Croppi, J. y Lazzaroni, M. (2014). "Modelo de elementos finitos para el análisis térmico de estructuras hormigonadas por etapas". Revista Obras y Proyectos, editada por la Universidad Católica de la Santísima Concepción (Chile), pp. 1-8, en prensa.

8.3. Informes y memorias técnicas en el período (indicar título, autores; adjuntar resumen / abstract)

- P.J. Blanco, P.J. Sánchez, E.A. de Souza Neto, R.A. Feijóo. "Variational foundations of RVE-based multiscale models". Relatorio de pesquisa, Laboratorio Nacional de Computación Científica (LNCC), Petrópolis, Río de Janeiro, Brasil, 2014.

8.4. Patentes, desarrollos y certificados de aptitud técnica en el período.

8.5. Libros o capítulos publicados en el período.

- F. Cavalieri, B. Olivier, A. Cardona. "A mortar algorithm combined with an augmented Lagrangian approach for treatment of frictional contact problems". Multibody Dynamics, Computational Methods and Applications. Año: 2014; pp. 1 – 23.

8.6. Revista o boletín en el período.

8.7. Comunicaciones a Congresos y Reuniones Científicas en el período (indicar título y autores)

- P.J. Sánchez, S.M. Giusti, S. Toro, A.E. Huespe. "Formulación multiescala para el problema estacionario de conducción de calor incluyendo términos de generación interna". V Workshop sobre Modelado Multiescala de Materiales, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Argentina, 11-12 de abril de 2014. Disertante: P.J. Sánchez.
- V. Fachinotti, S. Toro, P.J. Sánchez, A.E. Huespe. "Optimal design of materials for thermomechanically-loaded pieces". V Workshop sobre Modelado Multiescala de Materiales, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Argentina, 11-12 de abril de 2014.
- S. Toro, P. J. Sánchez, P. J. Blanco, E. de Souza Neto, A. E. Huespe, R. A. Feijóo. "Multiscale modeling for material failure". 52th SNP meeting of the Society for Natural Philosophy, Scale bridging in the Mathematical and Mechanical Science, 22-24 Octubre, 2014, Rio de Janerio, Brasil.
- Ver además detalle de publicaciones/presentaciones en Congresos en punto 6.1.

9.-REGISTROS Y PATENTES

9.1. Registros de Propiedad Intelectual

9.2. Registros de Propiedad Industrial

III - ACTIVIDADES EN DOCENCIA

Consignar todas las actividades de grado y posgrado llevadas a cabo por los integrantes del Grupo o Centro UTN que contribuyan a la formación de recursos humanos, cursos de grado y posgrado, cursos de actualización a docentes, transferencia a las cátedras del producido por las tareas de investigación y Desarrollo e integración del alumnado a través de becas, pasantías, jornadas y seminarios.

Carrera	Nivel	Asignatura	Docente
Ing. Civil	5	Método de elementos finitos aplicado al análisis estructural	P.J. Sánchez- L. Battaglia
Ing. Mecánica	5	Teoría y aplicaciones del método de elementos finitos	P.J. Sánchez- L. Battaglia.

Ing. Civil	5	Análisis Estructural II	V. Sonzogni- G. Balbastro
Ing. Civil	4	Geotecnia	M. Pardini, P.J. Sánchez
Ing. Civil	3	Resistencia de Materiales	Nadia Román
Ing. Mecánica	3	Cálculo Avanzado	F. Cavalieri
Ing. Civil	4	Análisis Estructural I	L. Battaglia
Ing. Civil	5	Cimentaciones	D. Turello
Ing. Civil	4	Elasticidad y Plasticidad	Nadia Román

Carrera	Asignatura	Docente
Doctorado en Ingeniería de la FICH-UNL	Cálculo Científico con Computadoras Paralelas	V. Sonzogni
Doctorado en Ingeniería de la FICH-UNL	Modelos constitutivos para materiales disipativos. Aplicación a mecánica de sólidos.	P.J. Sánchez
Especialización en Patologías y Terapéuticas de la Construcción	Tecnologías Aplicadas II	V. Sonzogni – L. Battaglia

IV - VINCULACIÓN CON EL MEDIO SOCIO PRODUCTIVO

10. TRANSFERENCIA AL MEDIO SOCIO PRODUCTIVO

- 10.1. Contrato de Transferencia de Tecnología. Breve descripción del compromiso asumido. Partes intervinientes, Duración y Resultados obtenidos, en caso que los hubiera
- 10.2. Contrato de Investigación y Desarrollo. Breve descripción del compromiso asumido. Partes intervinientes, Duración y Resultados obtenidos, en caso que los hubiera.
 - Los Drs P.J. Sánchez y S. Toro participan actualmente como investigadores integrantes de un contrato de Investigación y Desarrollo entre la UNL y el CIMNE (Centro de Investigación en Métodos Numéricos en Ingeniería, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España). SAT 603733. Título: "Desarrollo de métodos computacionales para el análisis multiescala de materiales". Inicio 2013. Duración 18 meses (con posibilidad de prórroga). En ejecución. Monto del contrato 80000 Euros.
- 10.3. Contrato de Transferencia de Conocimientos. Breve descripción del compromiso asumido. Partes intervinientes, Duración y Resultados obtenidos, en caso que los hubiera.-
- 10.4. Contrato de Asistencia Técnica o Consultoría. Breve descripción del compromiso asumido. Partes intervinientes, Duración y Resultados obtenidos, en caso que los hubiera.
- 10.5. Servicios Técnicos y/o Ensayos de Laboratorio. Breve descripción de las tareas realizadas
 Se desarrollaron modelos de elementos finitos para el análisis estructuras complejas (cubas) destinadas a la sedimentación de agua. Los trabajos realizados consistieron específicamente en la determinación de solicitaciones y deformaciones en muros y plateas de los sedimentadores. Los resultados derivados de estos análisis permitieron definir/optimizar el sistema de fundación de las cubas como también el diseño de estructuras subsidiarias de rigidización, debido a que el modelo numérico desarrollado preveía deformaciones excesivas (incompatibles) según el diseño estructural inicial.
 Estos trabajos están enmarcados en el proyecto del Acueducto Coronda, llevado adelante por el Departamento de Ing. Civil de la UTN-FRSF para el gobierno de la provincia de Santa Fe, a través del trabajo conjunto de diversas cátedras involucradas.
 Participantes: N. Román, P.J. Sánchez, L. Battaglia.

V - INFORME SOBRE RENDICIÓN GENERAL DE CUENTAS

11.- RESUMEN DE INGRESOS Y EGRESOS

Discriminar, en los formularios tipo que se acompañan, las fuentes de financiamiento y montos totales recibidos de la UTN, producidos propios y subsidios externos provenientes de fundaciones, Instituciones o por cualquier otro concepto.

Indicar los ingresos y egresos detallado por rubros (erogaciones corrientes y de capital) según fuente de financiamiento (UTN, ANPCyT, CONICET, producidos propios, otros)

CUENTA DE INGRESOS	PARCIAL	TOTAL
1. FUENTE DE FINANCIAMIENTO		\$ 312,393.44
1.1. CRÉDITO UTN		\$ 255753.44
1.1.1. Personal (incluir becas, docentes, contratos)	\$ 196,489.18	
1.1.2. Bienes de Consumo	\$ 1,183.20	
1.1.3. Servicios No Personales	\$ 17,349.06	
1.1.4. Bienes de Uso	\$ 17,652.00	
1.1.5. Transferencias	\$ 23,080.00	
2.1. OTROS PROYECTOS (ANCYPT, SECTEI, CONICET, OTROS) (indicar en cada uno de los proyectos)		\$
2.1.1. Personal (otro no declarado antes)	\$	
2.1.2. Bienes de Consumo	\$	
2.1.3. Servicios No Personales	\$	
2.1.4. Bienes de Uso	\$	
2.1.5. Transferencias	\$	
3.1. RECURSOS ESPECÍFICOS (indicar en cada uno de los proyectos)		\$ 56,640.00
3.1.1. Personal (otro no declarado antes)	\$ 56,640.00	
3.1.2. Bienes de Consumo	\$	
3.1.3. Servicios No Personales	\$	
3.1.4. Bienes de Uso	\$	
3.1.5. Transferencias	\$	

CUENTA DE EGRESOS	PARCIAL	TOTAL
1. EROGACIONES		\$312,393.44
1.1. CRÉDITO UTN		\$ 255,753.44
1.1.1. Personal (incluir becas, docentes, contratos)		\$ 196,489.18
1.1.2. Bienes de Consumo		\$ 1,183.20
1.1.3. Servicios No Personales		\$ 17,349.06
1.1.4. Bienes de Uso		\$ 17652,00
1.1.5. Transferencias		\$ 23,080.00
1.1.5.1. Becas de investigación (Alumnos)	\$ 23,080.00	
1.1.5.2. Becas de investigación (Graduados)	\$	
1.1.5.3. Incentivos	\$	
1.1.5.4. Otras	\$	
1.2. RECURSOS ESPECÍFICOS		\$ 56,640.00
1.2.1. Producidos Propios		\$
1.2.1.1. Bienes de Consumo	\$	
1.2.1.2. Servicios No Personales	\$	
1.2.1.3. Bienes de Uso	\$	
1.2.1.4. Transferencias		\$
1.2.1.4.1. Becas de investigación (Alumnos)	\$	
1.2.1.4.2. Becas de investigación (Graduados)	\$	
1.2.1.4.3. Incentivos	\$	
1.2.1.4.4. Otras	\$	
1.2.2. SUBSIDIOS/OTROS PROYECTOS (INDICAR 1 POR CADA SUBSIDIO)		\$
1.2.2.1 Bienes de Consumo	\$	
1.2.2.2 Servicios No Personales	\$	
1.2.2.3. Bienes de Uso	\$	
1.2.2.4. Transferencias		\$ 56,640.00
1.2.2.4.1. Becas de investigación (Alumnos)	\$	
1.2.2.4.2. Becas de investigación (Graduados - DOCTORALES CONICET)	\$ 56,640.00	
1.2.2.4.3. Incentivos	\$	
1.2.2.4.4. Otras	\$	

PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Los Centros y Grupos UTN informarán sobre el programa de actividades a realizar en el año inmediato siguiente actualizando los temas de investigación y desarrollo así como la planificación anual.

Se prevé continuar con la ejecución del proyecto interinstitucional PID UTN INI 1759 "Interacción suelo-estructura en pilotes sometidos a cargas laterales: modelado experimental y numérico", cuya prórroga se encuentra aprobada, mientras que comenzarán a ejecutarse los proyectos PID UTN 3526 "Mecánica de fluidos computacional con aplicaciones en flujo con superficie libre" y PID UTN 3527 "Estudio de desgaste en componentes mecánicos a través de técnicas de modelado multi-escala".

En cuanto a difusión y publicación de resultados, se espera participar de las siguientes reuniones y congresos:

- PANACM2015/MECOM2015: 1st. PanAmerican Congress on Computational Mechanics, XI Argentinian Congress on Computational Mechanics, Buenos Aires, Argentina, abril de 2015.
- MACI 2015: V Congreso de Matematica Aplicada, Computacional e Industrial, Tandil, Argentina, mayo de 2015.
- JIT 2015: Jornadas de Jóvenes Investigadores Tecnológicos 2015, a realizarse en FR Venado Tuerto, Santa Fe.
- Panamerican Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, a realizarse en Buenos Aires del 15 al 18 de noviembre de 2015.

En cuanto a difusión de resultados en revistas internacionales, se espera lograr aportes originales en:

- International Journal of Plasticity (IJP).
- International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics (IJNAMG).
- Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering (CMAME).

- Computer and Structures (C&S).
- International Journal of Solids and Structures (IJSS).

Se procurará la inclusión de nuevos integrantes en el GIMNI, como el Dr. Pablo Kler, investigador de CONICET en CIMEC y docente en UTN-FRSF, a través de las actividades en los PIDs asociados.

Continuarán las actividades de docencia en las siguientes cátedras de grado:

- Método de elementos finitos aplicado al análisis estructural.
- Teoría y aplicaciones del método de elementos finitos.
- Análisis Estructural II.
- Geotecnia.
- Resistencia de Materiales.
- Análisis Estructural I.
- Cálculo Avanzado.
- Cimentaciones.
- Elasticidad y Plasticidad.

Se prevé la participación de integrantes del GIMNI en el dictado de cursos de posgrado en la Especialización en Patologías y Terapéuticas de la Construcción en la UTN-FRSF, aprobada por Ord. 1393 del Consejo Superior Universitario.