

Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
e-mail: unsaing@unsa.edu.ar

SALTA, 27 JUL. 2016

**Nº 00266**

Expediente Nº 14.273/16

VISTO la Nota Nº 1188/16 presentada por la Dra. Liz Graciela NALLIM, mediante la cual solicita se autorice el dictado del Curso de Posgrado arancelado denominado "Dinámica Estructural Avanzada", a cargo del Dr. Sergio OLLER MARTÍNEZ, catedrático de la Universidad Política de Cataluña y Doctor Honoris Causa y Profesor Honorario de la Universidad Nacional de Salta, y

CONSIDERANDO:

Que el Curso será financiado por el proyecto "Doctor@r", actualmente vigente y está previsto para agosto del corriente año

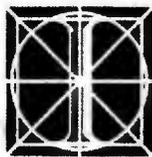
Que obra en autos la Planilla para la Solicitud de Autorización de Cursos de Posgrado aprobada por Resolución FI Nº 166-HCD-2012, debidamente cumplimentada.

Que el Director Responsable del Curso será el Dr. Sergio OLLER MARTÍNEZ, en tanto que la coordinación estará a cargo de la Dra. Liz Graciela NALLIM.

Que el Dr. OLLER MARTÍNEZ, cuyo currículum vitae se adjunta a la solicitud, cuenta con antecedentes de relevancia en la temática a abordar, como para garantizar el nivel adecuado de conocimientos, de conformidad con lo requerido por el Artículo 3º del Reglamento de Cursos de Posgrado vigente en el ámbito de la Universidad Nacional de Salta, aprobado por Resolución CS Nº 640/08.

Que los objetivos de la acción se enmarcan en los contemplados por el Artículo 1º del mencionado reglamento.

Que la duración del Curso es de sesenta (60) horas, de las cuales treinta (30) son de teoría y treinta (30) de práctica.



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
e-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

**Nº 0 0 2 6 6**

Expediente Nº 14.273/16

Que la Escuela de Posgrado recomienda la aprobación del Curso, desde el punto de vista académico, teniendo en cuenta que su contenido, duración y antecedentes del docente responsable, cumplen con las disposiciones contenidas en la Resolución CS Nº 640/08.

Que, no obstante, la mencionada Escuela hace notar que los aranceles propuestos deben ser ajustados a lo exigido por Resolución FI Nº 95-CD-2015.

Por ello y de acuerdo a lo aconsejado por el Cuerpo Colegiado constituido en Comisión,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

(en su VIII Sesión Ordinaria, celebrada el 29 de junio de 2016)

RESUELVE:

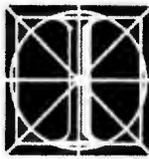
ARTÍCULO 1º.- Autorizar el dictado del Curso de Posgrado arancelado denominado "Dinámica Estructural Avanzada", bajo la dirección del Dr. Sergio OLLER MARTINEZ y la coordinación de la Dra. Liz Graciela NALLIM en el marco del Proyecto "Doctor@r", a llevarse a cabo durante el mes de agosto del corriente, con las especificaciones que, como Anexo, forman parte integrante de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2º.- Determinar los aranceles que a continuación se especifican, a aplicarse en el Curso de Posgrado cuya autorización se aconseja precedentemente:

- Docentes y alumnos de las carreras de posgrado de la Red NOA (Alimentos) y de las Facultades de Ingeniería y de

Ciencias Exactas de la UNSa:

PESOS TRESCIENTOS (\$ 300)



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
e-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

Expediente N° 14.273/16

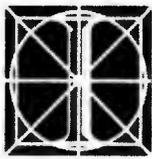
- Graduados de la Facultad de  
Ingeniería de la UNSa: PESOS QUINIENTOS (\$ 500)
- Docentes y estudiantes de posgrado  
de otras Facultades de la UNSa: PESOS SETESCIENTOS (\$ 700)
- Otros Profesionales: PESOS MIL (\$ 1.000)

ARTÍCULO 3º.- Hacer saber, dar amplia difusión a través del sitio web de la Unidad Académica y mediante correo electrónico a la comunidad universitaria; comunicar a Secretaría Académica de la Facultad; a la Dra. Liz Graciela NALLIM, al Dr. Sergio OLLER MARTÍNEZ; a la Escuela de Posgrado; a la Dirección Administrativa Económica Financiera; al Departamento Presupuesto y Rendición de Cuentas; a las Direcciones Generales Administrativas Económica y Académica y girar, por esta última, al Departamento Posgrado para su toma de razón y demás efectos.

**RESOLUCIÓN FI N° 0 0 2 6 6 -CD-2016**

DRA. ANALIA IRMA ROMERO  
SECRETARIA ACADEMICA  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa

ING. PEDRO JOSE VALENTIN ROMAGNOLI  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA - UNSa



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
e-mail: unsaing@unsa.edu.ar

**00266**

Expediente N° 14.273/16

**ANEXO**

**Planilla para la Solicitud de Autorización de Cursos de Postgrado**

(Elaborada de acuerdo con la reglamentación vigente para cursos de postgrado de la Universidad Nacional de Salta - Res. CS N° 640-08)

**Año: 2016**

**Cantidad de Horas: 60 horas de clases teóricas y prácticas.**

**Nombre del Curso: Dinámica Estructural Avanzada**

**Fines y objetivos que desea alcanzar:** Estudio, análisis y solución de problemas dinámicos de estructuras considerando los distintos tipos de no linealidades que se pueden presentar.

En distintas áreas de la Ingeniería existe un interés creciente por el estudio de la dinámica de las estructuras. Los efectos dinámicos se deben a distintas acciones, pero su influencia se amplía o reduce de acuerdo al diseño de la estructura. En ocasiones se proyectan estructuras muy susceptibles a la acción de cargas dinámicas producidas por acción del viento, sismo y otras que actualmente se encuentran poco consideradas, como las producidas por máquinas, vehículos, ascensores, etc. Por otro lado, las exigencias de seguridad y confort en las estructuras son mayores que en el pasado por lo que es necesario realizar un detallado estudio dinámico de las mismas. Estas solicitaciones dinámicas presentan características propias que requieren un tratamiento distinto al del resto de las acciones.

La dinámica de estructuras estudia el equilibrio estructural a lo largo del tiempo entre las acciones externas, las fuerzas elásticas, las fuerzas másicas y las fuerzas de amortiguamiento, para un sistema estructural discreto en forma de puntos vinculado internamente entre si y todos ellos a un sistema de referencia fijo, Estos vínculos internos entre los puntos que describen el sistema estructural pueden o no ser elásticos, en el caso que no lo sean, el comportamiento del sistema de puntos es no conservativo y por lo tanto se dice que el material de la estructura tiene un comportamiento constitutivo no lineal disipativo. Además de este comportamiento no lineal, también existe el comportamiento no lineal disipativo por influencia de la viscosidad del material. La no linealidad del sistema, también se manifiesta en aquellos casos en que hay grandes movimientos y el sistema trabaja fuera de su configuración geométrica inicial, motivando un comportamiento cinemática no lineal.

**Programa del Curso:**

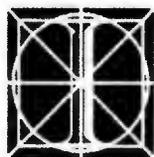
**CAPÍTULO I : Bases Termodinámicas de la Dinámica no Lineal**

Introducción. Primera ley de la termodinámica y la ecuación de conservación. Ecuación de equilibrio dinámico. No linealidades contenidas en la ecuación de equilibrio dinámico. Segunda ley de la termodinámica. Ecuación de la disipación. Presentación general de las ecuaciones constitutivas que se utilizarán en problemas dinámicos. Elasticidad, inelasticidad: comportamiento afectado por el tiempo, comportamiento independiente del tiempo. Formulación de los modelos constitutivos en variables internas.

**CAPÍTULO II : Resolución de la ecuación del movimiento:**

Introducción. Resolución de la ecuación del movimiento. Discretización espacial. Discretización temporal. Solución mediante diferencias finitas, series de Taylor. Solución explícita-implícita y exigencia de convergencia en el espacio y tiempo. Métodos de relajación dinámica. Solución implícita para comportamiento lineal y no-lineal, rasgos generales. Discretización temporal, método implícito,

*[Handwritten signatures]*



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE  
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
e-mail: unsaing@unsa.edu.ar

**Nº 0 0 2 6 6**

Expediente Nº 14.273/16

equilibrio instantáneo. Métodos de Newmark. Análisis de estabilidad en sistemas lineales. Casos particulares del método de Newmark, forma explícita, forma implícita o método de trapecio. A cerca de la estabilidad en la solución de sistemas no lineales. Algoritmos de conservación de la energía y disipación numérica. Forma variacional de la regla de trapecio. Regla del trapecio modificada. Aspectos particulares del problema no lineal. Particularización al caso elástico lineal y al caso sísmico. Reducción del problema elástico lineal.

### **CAPÍTULO III : Modelo constitutivos no-lineales independientes del tiempo**

Introducción. ¿Qué se quiere simular con un modelo constitutivo independiente del tiempo? Aproximación al fenómeno de fractura. Aproximación al fenómeno de pérdida de rigidez con deformaciones irrecuperables. Verificación del modelo a través de la disipación mecánica. Ecuación de equilibrio y consideraciones energéticas.

### **CAPITULO IV : Modelos constitutivos no-lineales dependientes del tiempo**

Introducción. Viscoelasticidad. Ecuaciones basadas en las analogías con los modelos muelle-amortiguador. Modelo general de Kelvin. Modelo múltiple sobre el modelo general de Kelvin. Modelo general de Maxwell. Generalización multiaxial de los modelos viscosos uniaxiales. A cerca de la integración numérica de Convolución. A cerca de la función de relajación en hormigones. Aplicación de la viscoelasticidad a problemas dinámicos, determinación del amortiguamiento natural.

### **CAPITULO V: Modelos constitutivos no-lineales para barras**

Introducción. Descripción breve de la formulación de barras de Timoshenko. Forma de resolver el problema estructural no-lineal mediante elementos finitos. Evaluación de deterioro mecánico en las estructuras.

**Distribución Horaria:** 30 horas de teoría y 30 horas de práctica

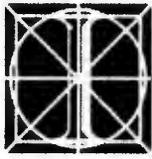
**Metodología:** Se dictarán clases expositivas con pizarrón y diapositivas. Se desarrollarán aplicaciones generales y otras específicas, producto de actividades de investigación y transferencia del Prof. Oller. Para las clases prácticas se planteará el desarrollo de ejercicios analíticos y numéricos.

**Sistema de Evaluación:** Realización de trabajos prácticos y evaluación final escrita. Se extenderá **Certificado de aprobación** a quienes cumplan con el 100% de los trabajos prácticos y aprueben la evaluación escrita al final del curso. Se extenderán certificados de asistencia a quienes asistan al 100% de las clases.

**Lugar y Fecha de Realización:** Se realizará en la Facultad de Ingeniería de la UNSa durante el mes de agosto de 2016, en horarios a acordar con los interesados.

**Conocimientos previos necesarios:** Se requieren conocimientos previos de los siguientes temas: dinámica lineal de estructuras, mecánica de medios continuos y técnicas numéricas incluyendo el método de los elementos finitos.

**Profesionales a los que está dirigido el curso:** Ingenieros (Civiles, Mecánicos y afines) y Licenciados en Física.



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5.150 - 4.400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
e-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

**Nº 00266**

Expediente Nº 14.273/16

**Cuando corresponda indicar las carreras de postgrado a las que está dirigido el curso:** Doctorados en Ingeniería y Maestrías en Ingeniería. En especial está dirigido a los alumnos de la carrera de Doctorado en Ingeniería de la Facultad de Ingeniería, ya que el curso está parcialmente financiado por el Proyecto Doctor@r de esta Facultad

**Director Responsable del curso:** Dr. Sergio Oller

**Cuerpo Docente:** -

**Colaboradores:** -

**Coordinador:** Dra. Liz G. Nallim

**Detalle analítico de erogaciones y eventual propuesta de arancelamiento:** El curso se financia parcialmente con el proyecto doctor@r.

Propuesta de arancelamiento:

Docentes y alumnos de las carrera de posgrado de la Red NOA (Alimentos) y de las Facultades de Ingeniería y de Ciencias Exactas de la UNSa: \$300

Graduados de esta Facultad: \$500

Docentes y estudiantes de Posgrado de otras Facultades de la UNSa: \$700

Otros profesionales: \$1000

Lo recaudado en el curso se destinará a gastos propios del curso y el remanente a los fondos de la carrera de doctorado.

**Indicar si se aceptan a alumnos avanzados de carreras de grado:** No

**Bibliografía:**

- S. Oller (2000). Fractura Mecánica. Cimne – Ediciones UPC.
- S. Oller (2015). Nonlinear Dynamics of Structures. Springer.
- S. Oller. Notas de Clases.
- T. Belytschko, T. Hughes (1983). Computational methods for transient analysis. Elsevier Science Publishers.
- O. Zienkiewicz, R. Taylor (2000). The finite element method. Vol 2. Solid Mechanics. Butterworth – Heinemann.
- R. Clough and J. Penzien – Dynamics of Structures. Mc Graw – Hill. N. York 1993.

DRA. ANALIA IRMA ROMERO  
SECRETARIA ACADEMICA  
FACULTAD DE INGENIERIA – UNSa

ING. PEDRO JOSE VALENTIN ROMAGNOLI  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA – UNSa