

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno  Proyecto Semilla  Proyecto Junior  Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica  Investigación Aplicada  Investigación Pedagógica  Innovación

**DEPARTAMENTO(S):**

1. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental

**LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:**

1. Vulnerabilidad Sísmica

**1 Proyecto de Investigación**

**Título:**

**Modelación de Estructuras de Hormigón Armado con Elementos Finitos sólidos y comparación de modelos de fisuramiento,**

**Resumen del proyecto**

La meta de esta propuesta es generar capacidades en la FICA para el análisis numérico-computacional del comportamiento mecánico de estructuras de hormigón armado. Para alcanzar esta meta, este proyecto persigue los siguientes objetivos: (1) Generar código Open-Access de análisis no-lineal 3D de estructuras de hormigón armado basado en tecnología de elemento finito, (2) Generar un estudio comparativo de diferentes modelos de agrietamiento implementados como parte del modulo de comportamiento constitutivo del hormigón. El alcanzar estos objetivos permitirá al grupo de mecánica computacional de la FICA establecer una línea base en el area de mecánica computacional de materiales compuestos con miras a potenciar el desarrollo de nuevos materiales y sistemas estructurales en base al modelamiento y simulación.

**Palabras clave (4-6):**

Elementos Finitos, Modelos de adherencia, Modelos de Fisuras





2	<p><b>Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación</b></p> <p><b>2.1 Objetivos</b></p> <p><b>2.1.1 Objetivo General</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Comparar modelos de fisuramiento en hormigón para el método de los elementos finitos tridimensionales.</li></ul> <p><b>2.1.2 Objetivos Específicos</b></p> <p>a. Crear programar códigos para análisis no lineales con elementos finitos tridimensionales modelando hormigón y acero por separado con formulación para adherencia, y obtener programas funcionales.</p> <p>b. Comparar resultados analíticos con ensayos hechos en la EPN.</p> <p><b>2.2 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)</b></p> <p>a. Tener un programa funcional para elementos finitos no lineales tridimensionales.</p> <p>b. Conocer qué modelo de fisuramiento es el más eficiente y/o liviano para análisis computacionales.</p> <p>c. Validar el programa comparándolo con ensayos estáticos.</p>
3	<p><b>Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación</b></p> <p>Al poder realizar análisis más precisos se podrá calibrar con mayor precisión ensayos a realizar, asimismo se podrán hacer análisis estructurales más reales, esto servirá para disminuir la vulnerabilidad de las estructuras. Además dejará una base importante para futuros trabajos en mejoras para este tipo de análisis.</p>
4	<p><b>Productos esperados</b></p> <p>a. Publicaciones científicas (obligatorio); <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>b. Disertación a la Comunidad Politécnica; <input type="checkbox"/></p> <p>c. Proyecto de Titulación; <input type="checkbox"/></p> <p>d. Tesis de Grado (maestría o doctorado); <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>e. Aplicación tecnológica construida o implementada; <input type="checkbox"/></p> <p>f. Patente presentada; <input type="checkbox"/></p> <p>g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación. <input type="checkbox"/></p>



5 Descripción y metodología y diseño del proyecto

5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto

La metodología a seguir en el desarrollo del proyecto será la siguiente:

1. Recopilación de Información teórica acerca del método de elementos finito [1].
2. Recopilación de información teórica acerca del análisis no lineal mediante el método de elementos finitos tridimensionales [2].
3. Recopilación de información teórica acerca del comportamiento no lineal del hormigón y del acero [3].
4. Recopilación de información teórica acerca de modelos de adherencia entre el hormigón y el acero [4].
5. Recopilación de información teórica acerca de modelos de fisuras para el método de elementos finitos [5] [6] [7].
6. Programación y refinamiento de programas del método de elementos finitos sólidos y lineales con comportamiento no lineal [8].
7. Programación y refinamiento de programas para modelos de adherencia entre acero y hormigón.
8. Programación y refinamiento de programas para modelos de fisuras en elementos frágiles [9] [10].
9. Validación del programa con comparación de ensayos realizados.
10. Creación de guía de uso de los programas antes mencionados.
11. Establecimiento de conclusiones y recomendaciones
12. Planteamiento para futuros trabajos [11].

Referencias

- [1] O. C. Zienkiewicz y R. L. Taylor, The Finite Element Method, The Basis, vol. I, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000.
- [2] O. C. Zienkiewicz y R. L. Taylor, Finite Element, Solid Mechanics, vol. II, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000.
- [3] ACI Committee 446.3R, Finite Element Analysis of Fracture in Concrete Structures: State-of-the-Art, American Concrete Institute, 1997.
- [4] R. Ruiz López, R. Lorefice, G. Etse y C. Santillán, «ANÁLISIS MESOMECAÁNICO DEL FENÓMENO DE ADHERENCIA EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO,» *Mecánica Computacional*, vol. 31, n° 1, pp. 1749-1766, 2012.
- [5] A Rama Chandra Murthy, G S Palani y Nagesh R Iyer, «State-of-the-art review on fracture analysis of concrete structural components,» *Sadhana*, vol. 34, n° 2, pp. 345-367, 2009.
- [6] P. Areias, J. César de Sá, A. Conceicao y V. Teixeira, «Strong displacement discontinuities and lagrange multipliers in the analysis of finite displacement fracture problems,» *Computational Mechanics*, vol. 35, n° 1, pp. 54-71, 2004.
- [7] S. Blanco, J. Oliver y A. E. Huespe, Contribuciones a la Simulación Numérica del fallo Material en Medios Tridimensionales mediante la metodología de discontinuidades fuertes de continuo, Barcelona, España: CIMNE, 2007.
- [8] I. M. Smith, D. V. Griffiths y L. Margetts, Programming the Finite Element Method, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, 2014.
- [9] T. Most, Stochastic crack growth simulation in reinforced concrete structures y means of coupled finite element and meshless methods, Alemania: Tesis Doctoral-Bauhaus-Universität Weimar, 2005.
- [10] R. Graffe y L. Dorian, «Simulación numérica del proceso de fractura en modo I de vigas de concreto con trayectoria de fisuración conocida mediante un modelo discreto de fisura cohesiva,» *Revista Ingeniería de Construcción*, vol. 25, n° 3, pp. 399-418, 2010.
- [11] K.-J. Bathe, «On Finite Element Method For Nonlinear Dynamic Response,» de *7th European Conference on Structural Dynamics*, Southampton, 2008.

23



**6 Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.**

**6.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.**

*El tiempo de dedicación máximo será de acuerdo al tipo de proyecto:*

Proyecto	Director	Colaboradores
PII y PIS	16 HSS	8 HSS
PIJ y PIMI	20 HSS	10 HSS

Nombre	Rol (director o colaborador)	Horas de dedicación	Departamento
Edgar David Mora Martínez	Director	8	DICA
Carlos Fabián Ávila Vega	Colaborador	8	DICA
María Belén Correa Vallejo	Colaborador	8	DICA

**6.2 Infraestructura y equipos**

- *Instalaciones y computadoras de las oficinas correspondientes del director y colaborador.*

**6.3 Breve justificación del equipo requerido**

- *Se utilizará las computadoras disponibles en el DICA para realizar los programas mencionados.*

**6.4 Fondos Adicionales**

- *N/A*

**7 Declaración del Director del Proyecto**

Declaro que la presente propuesta es de mi autoría y de los colaboradores mencionados y que no ha sido presentada en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada solicitando el financiamiento total del proyecto.

DIRECTOR DEL PROYECTO  
Nombre: Edgar David Mora M.  
CC: 171520495-2

Quito, 3 de Enero de 2017  
(lugar y fecha)

**DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO**

Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de F.U.G. CIVIL Y AMB en sesión del día 03/03/2017 mediante resolución No. 18..... Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.

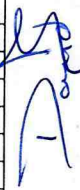
JEFE DEL DEPARTAMENTO  
Nombre: Marcos V. Rojas  
CC: 1207185569

Quito, 28 de 03 de 2017  
(lugar y fecha)

Título del Proyecto:

Modelación de Estructuras de Hormigón Armado con Elementos Finitos sólidos y comparación de modelos de fisuramiento

Nº	Actividad	AÑO 1																																					
		Mes 1			Mes 2			Mes 3			Mes 4			Mes 5			Mes 6			Mes 7			Mes 8			Mes 9			Mes 10			Mes 11			Mes 12				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Recopilación de información teórica acerca del método de elementos finitos.	X	X	X																																			
2	Recopilación de información teórica acerca del análisis no lineal mediante el método de elementos finitos tridimensionales.				X	X	X	X																															
3	Recopilación de información teórica acerca del comportamiento no lineal del hormigón y del acero.					X	X	X	X																														
4	Recopilación de información teórica acerca de modelos de fisuras para el método de elementos finitos.								X	X	X	X																											
5	Programación y refinamiento de programas del método de elementos finitos sólidos y lineales con comportamiento no lineal.								X	X	X	X	X	X																									
6	Programación y refinamiento de programas para modelos de adherencia entre acero y hormigón.													X	X	X	X																						
7	Programación y refinamiento de programas para modelos de fisuras en elementos frágiles.													X	X	X	X																						
8	Validación del programa con comparación de ensayos realizados.																	X	X	X	X	X	X																
9	Creación de guía de uso de los programas antes mencionados.																							X	X	X	X												
10	Establecimiento de conclusiones y recomendaciones																																		X	X			
11	Planteamiento para futuros trabajos.																																				X		
12	Escritura de resultados para artículo en revista																																		X	X	X	X	



Firma del Director del Proyecto  
 Edgar David Mora Martine, Ing. MSc



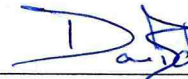
Director del proyecto	Título del proyecto
Edgar David Mora Martínez, Ing. Msc.	Modelación de Estructuras de Hormigón Armado con Elementos Finitos sólidos y comparación de modelos de fisuramiento

Presupuesto consolidado sin IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo	Reactivos y materiales de laboratorio	Literatura especializada	Viajes técnicos y de muestreo	Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	Total sin IVA
1	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Presupuesto consolidado con IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo	Reactivos y materiales de laboratorio	Literatura especializada	Viajes técnicos y de muestreo	Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	Total con IVA
1	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -



Firma

Edgar David Mora Martínez, Ing. Msc.

