

Fecha de presentación del Informe: Día Mes Año **1. Datos generales del Proyecto**

Código del proyecto: 21079			
Título del proyecto: Evaluación numérica del comportamiento sísmico de edificaciones de muros delgados de concreto reforzado representativas del diseño y construcción en Colombia			
Facultad o Instituto Académico: Ingeniería			
Departamento o Escuela: Escuela de Ingeniería Civil y Geomática			
Grupo (s) de investigación: Grupo de investigación en ingenierías sísmica, eólica, geotécnica y estructural (G-7)			
Entidades: Universidad del Valle			
Palabras claves: Muros delgados de concreto reforzado, simulación numérica, desempeño sísmico.			
Investigadores ¹	Nombre	Tiempo asignado	Tiempo dedicado
Investigador Principal	Gilberto Areiza Palma	2	2
Coinvestigadores	Johannio Marulanda Casas	3	3
	Peter Thomson	3	3
	Alejandro Cruz Escobar	2	2
Otros participantes	Eduar Cuesvas, Pedro Torres, Alejandro Arango, Roger Ortega		

¹ Todas las personas relacionadas en el informe y que participen en el proyecto deben haber suscrito el acta de propiedad intelectual de acuerdo con los formatos establecidos.

2. Resumen ejecutivo:

El sistema constructivo de muros delgados de concreto reforzado (MDCR) es uno de los más utilizados actualmente en Colombia y Latino américa. Esto se debe a que la forma en que ha sido diseñado demanda menor cantidad de mano de obra, de materiales y reduce el tiempo de ejecución respecto de los sistemas constructivos tradicionales. Lo anterior se traduce en menores costos, y ocasiona que las constructoras opten por este tipo de proyectos. La práctica profesional ha impulsado el uso de MDCR con ausencia de elementos de borde y el uso de una sola capa de malla electrosoldada como refuerzo en el alma, y sólo en algunos casos con barras adicionales de acero dúctil en los extremos de los muros. Investigaciones sobre el comportamiento de los muros de concreto reforzado, han puesto en evidencia que el sistema de MDCR puede presentar un desempeño limitado ante demandas sísmicas importantes.

La información sobre el desempeño de estas construcciones aún es limitada, y se desconoce su respuesta ante un evento sísmico de magnitud considerable. Por tal razón, es necesaria una evaluación del comportamiento no lineal de estos edificios. Con esta investigación se pretende aportar a la comprensión de la respuesta de este sistema, mediante la evaluación de su desempeño a través de modelos numéricos detallados. Para lo anterior, se estudiaron tres edificaciones de 5, 8 y 12 pisos, representativas de una base de datos de 121 edificios de MDCR. La evaluación de su desempeño se realizó mediante análisis dinámicos no lineales, usando los registros sísmicos de la Microzonificación de Santiago de Cali, y valorando su respuesta en términos de parámetros como la deriva de piso, la rotación de los muros en la base y las deformaciones unitarias en el concreto y acero. Posteriormente, mediante un análisis paramétrico se determinó cuáles son las variables que más influyen en el comportamiento de los muros.

Se encontró que la vulnerabilidad sísmica, según el procedimiento del Reglamento NSR-10, es crítica para los edificios de 8 y 12 pisos respecto a los índices de sobre esfuerzo, y para el edificio de 12 pisos respecto al índice de flexibilidad. De forma similar, la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones según la evaluación del desempeño, es crítica para los edificios de 8 y 12 pisos. En ambos se superan los límites propuestos para el nivel de desempeño de seguridad de vida, respecto a la deriva de piso, la deformación unitaria de compresión en el concreto en la

base de los muros, y la deformación unitaria de fractura del refuerzo. Respecto a este último parámetro, se observó que en ambos edificios hubo fractura del refuerzo del alma, al menos para uno de los sismos aplicados. El edificio de 5 pisos presentó un buen comportamiento para los sismos analizados.

El estudio paramétrico permite concluir que la relación de aspecto, la cuantía de refuerzo vertical en los bordes, el confinamiento y configuración de los elementos de borde son las variables que más influyen en el comportamiento sísmico de las edificaciones de MDCR.

Abstract

The construction system of thin reinforced concrete walls (MDCR) is currently one of the most widely used in Colombia and Latin America. This is since how it has been designed requires less labor and materials and reduces the execution time compared to traditional construction systems. It translates into lower costs and causes construction companies to opt for this type of project. Professional practice has encouraged the use of MDCR with the absence of edge elements and the use of a single layer of electro-welded mesh as reinforcement in the web, and only in some cases with additional ductile steel bars at the ends of the walls. Research on the behavior of reinforced concrete walls has shown that the MDCR system may have limited performance under significant seismic demands.

Experimental Information on the performance of these constructions is still limited, and their response to a seismic event of considerable magnitude is unknown. For this reason, an evaluation of the nonlinear behavior of these buildings is necessary. The purpose of this research is to contribute to the understanding of the response of this system by evaluating its performance through detailed numerical models. For this purpose, three buildings of 5, 8, and 12 stories, representative of a database of 121 MDCR buildings, were studied. The evaluation of their performance was carried out by means of nonlinear dynamic analysis, using the seismic records of the Microzonification of Santiago de Cali, and assessing their response in terms of parameters such as floor drift, wall rotation at the base, and strains in concrete and reinforcement steel. Subsequently, a parametric analysis was used to determine which variables have the greatest influence on the behavior of the walls.

It was found that the seismic vulnerability, according to the NSR-10 Regulation procedure, is critical for the 8 and 12-story buildings with respect to the overstress indices, and for the 12-story building with respect to the flexibility index. Similarly, the seismic vulnerability of the buildings according to the performance evaluation is critical for the 8 and 12-story buildings. Both exceed the limits proposed for the life safety performance level with respect to floor drift, compressive strain in the concrete at the base of the walls, and rupture strain of reinforcing steel. Regarding this last parameter, it was observed that in both buildings there was rupture of the web reinforcement, at least for one of the applied earthquakes. The 5-story building showed good behavior for the analyzed earthquakes.

The parametric study allows concluding that the aspect ratio, the longitudinal reinforcement ratio at the edges, the confinement and configuration of the edge elements are the variables that most influence the seismic behavior of MDCR buildings.

3. Síntesis del proyecto:

Tema: Evaluación numérica del comportamiento sísmico de edificaciones de muros delgados de concreto reforzado representativas del diseño y construcción en Colombia

Objetivo general y Objetivos específicos:

Evaluar la influencia del espesor de muros, el tipo y cuantía de refuerzo usados, el confinamiento y configuración de los elementos de borde, en el comportamiento sísmico de edificaciones de muros delgados de concreto reforzado representativas del diseño y construcción en Colombia.

- o Modelizar numéricamente edificaciones de MDCR representativas del diseño y construcción en Colombia.
- o Evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones mediante un Análisis Dinámico no Lineal
- o Analizar paramétricamente la influencia del espesor de los muros, cuantía de refuerzo, el confinamiento y la configuración de los elementos de borde, en el comportamiento sísmico de las edificaciones de muros delgados de concreto reforzado.

Metodología: La investigación se desarrolló en cuatro fases: **Fase 1: Elaboración de modelos numéricos.** Se elaboraron los siguientes modelos numéricos: i) modelos lineales de 18 edificios de MDCR, ii) modelos de la respuesta histerética de cinco MDCR aislados, y iii) modelos no lineales de tres edificios (E1, E2 y E3). **Fase 2: Ajuste de modelos.** Se ajustaron los modelos numéricos de los cinco muros comparando su respuesta analítica con los resultados experimentales de ensayos cíclicos cuasi estáticos. Los muros ajustados fueron tomados de referencias bibliográficas conocidas, y con características similares a los usados en Colombia. Posteriormente, se ajustaron los modelos de las edificaciones extrapolando los valores finales de los parámetros que permitieron calibrar los muros de CR aislados. Además, se identificaron las propiedades dinámicas experimentales de la Edificación denominada E2 (de 8 pisos); para ello se instrumentó la estructura mediante acelerómetros y se obtuvieron registros de vibración ambiental, lo cual permitió mejorar el ajuste de los modelos de las tres edificaciones. **Fase 3: Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.** El desarrollo de esta fase tuvo dos etapas: i) se evaluó la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones según lo propone el Reglamento NSR-10, y ii) Se evaluó el desempeño sísmico de estas edificaciones, mediante un análisis dinámico no

lineal respecto a criterios de aceptación relacionados con deformaciones globales y locales.

Fase 4: Análisis paramétrico. Se realizó un análisis paramétrico evaluando las siguientes variables: el espesor de los muros, la relación de aspecto, cuantía de refuerzo vertical y el confinamiento de los elementos de borde.

Resultados obtenidos: Se construyeron 18 modelos elásticos en el software ETABS de los cuales se seleccionaron tres edificaciones representativas, de 5, 8 y 12 pisos, ubicadas en la ciudad de Santiago de Cali, y denominadas como E1, E2 y E3. En la Tabla 1 se indican las características de las edificaciones modelizadas y se señalan, con un recuadro, las escogidas para la evaluación de la vulnerabilidad y desempeño. El análisis estructural elástico de las 18 edificaciones permitió identificar los valores típicos de variables como el nivel de carga axial, la relación momento – cortante, el periodo fundamental agrietado y la deriva, entre otros. Estos valores fueron utilizados por Ortega et al., (2019) para realizar una evaluación cualitativa de la vulnerabilidad sísmica respecto a valores recomendados en la literatura técnica. La información de referencia para generar la modelización fueron los planos constructivos y memorias de cálculo de cada edificación.

Se elaboraron y ajustaron cinco modelos numéricos de muros aislados, con base a sus resultados experimentales. En la Tabla 2 se describen sus propiedades. Para la modelización se empleó el software ETABS, basado en el Método de Elementos Finitos (MEF) que permitió modelizar los muros como objetos tipo área, constituidos por distintas capas equivalentes, mediante la herramienta Shell Layered. El muro M1R10 fue ensayado por Ortega, (2018) en la Escuela de Ingeniería Civil y Geomática, de la Universidad del Valle. Los muros R1 y R2 formaron parte de la campaña experimental desarrollada por (Oesterle et al., 1976). El muro RW2 fue ensayado por Thomsen IV & Wallace, (1995), y el muro MQE257EP fue ensayado en Perú, por Quiroz et al., (2013). El modelo propuesto logró una aceptable estimación de la capacidad de carga y desplazamiento de los muros modelados. En la Tabla 3 se resumen los resultados obtenidos, y en el Anexo 3 se muestran en detalle todos los productos del proyecto.

La prueba de vibración experimental se realizó en el edificio de 8 pisos (E2), ubicado en el barrio Valle del Lili de la ciudad de Cali. Para esto se utilizaron dos tipos de sensores, uniaxial y triaxial. Cada adquisición correspondió a una configuración diferente de los sensores y duró 5 minutos, en total se realizaron 11 configuraciones en el sexto piso del edificio. El ajuste del

modelo respecto al periodo fundamental experimental permitió definir la rigidez mediante un porcentaje de agrietamiento aproximado del 50% para los muros y de 35% para las vigas. Los valores después del ajuste del modelo, se presentan en la Tabla 4. Estos resultados, además de los parámetros identificados con la calibración de los modelos de muros aislados, sirvieron para implementar los modelos no lineales de los edificios E1, E2 y E3.

Tabla 1. Parámetros generales de las 18 edificaciones seleccionadas

No.	N	H [m]	f'_c [MPa]	h_w [mm]	t_w [mm]	h_w/t_w	T [s]	H/T	D_x [%]	D_y [%]
1	5	12.5	28, 21	2400	80	30	0.21	59.52	1.2	2.2
2	9	23.4	28, 21	2500	100	25	0.46	50.87	1.6	2.1
3	10	25.6	21	2460	120	20.5	0.40	64.00	2.4	3.7
4	5	12.5	21	2400	80	30	0.18	69.44	1.6	2.4
5	5	12.7	21	2280	100	22.8	0.14	90.50	4.4	3.3
6	11	27.5	21	2400	100	24	0.46	59.78	2.4	3.0
7	5	12.0	21	2300	100, 80	23, 29	0.23	52.17	2.5	3.8
8	6	15.0	21	2400	100, 80	24, 30	0.19	78.95	2.5	3.4
9	8	20.0	21	2400	150, 100, 80	16, 24, 30	0.25	80.00	3.0	4.4
10	8	20.8	21	2500	100	25	0.69	30.14	1.7	2.5
11	7	17.5	21	2400	120	20	0.26	67.31	3.8	2.6
12	5	12.8	21	2420	80	30.2	0.17	75.00	2.3	2.5
13	12	30.5	35, 21	2440	120	20.3	0.84	36.29	2.2	3.2
14	10	25.5	28, 21	2450	150, 12	16, 25	0.61	41.80	2.8	3.6
15	12	30.6	28, 21	2450	120	20.4	0.65	47.08	1.9	2.7
16	8	20.0	28, 21	2400	120, 100	24, 30	0.41	48.78	1.9	2.9
17	10	25.5	28, 21	2450	100	24.5	0.46	55.43	3.0	2.4
18	8	20.0	28, 21	2400	100	24	0.41	48.78	1.4	2.3

N: Número de pisos

H: Altura total de la edificación

f'_c : Resistencia a la compresión del concreto

h_w : Altura libre del muro

t_w : Espesor del muro

h_w/t_w : Relación de esbeltez

T: Periodo fundamental

H/T: Relación altura total edificación/Periodo

A: Área en planta de la edificación

D_x : Densidad de muros en la dirección longitudinal

D_y : Densidad de muros en la dirección transversal

Tabla 2. Propiedades de los muros modelados

Muro	l_w [mm]	h_w [mm]	t_w [mm]	f'_c [MPa]	ρ_l	ρ_t	ρ_{borde}	Shear-Span (M/VLw)	Carga axial ($N/f'_c A_g$)
M1R10	1200	2400	100	24.7	0.256%	1 MES $\varnothing 7$ mm @ 150 mm	1.46%	2.0	0.09 (260 kN)
R1	1905	4572	102	44.75	0.25% - 0.31%	Barras $\varnothing 6$ mm @ 228mm	1.47%	2.4	-
R2	1905	4572	102	46.44			4%	2.4	-
RW2	1219	3658	102	43.7	0.3%	Barras N°2 @ 191 mm	2.93%	3.0	0.07 (378 kN)
MQE257EP	2650	2400	100	17.16	0.26%	1 MES $\varnothing 7$ mm @ 150 mm	1.27%	0.9	0.04 (186 kN)

Una vez ajustados los modelos se evaluó su vulnerabilidad sísmica, mediante el procedimiento estándar que establece el Reglamento NSR-10. En la Tabla 5 se resumen los resultados obtenidos para cada edificación, en términos de índices de sobre esfuerzo y de flexibilidad.

Tabla 3. Comparación de la respuesta numérica y experimental de los muros.

Muro	$V_{\max}$ exp. (kN)	$V_{\max}$ num. (kN)	Error $V_{\max}$ (%)	$\delta_{\max}$ exp. (mm)	$\delta_{\max}$ num. (mm)	Error $\delta_{\max}$ (%)	δ_u exp. (mm)	δ_u num. (mm)	Error δ_u (%)
M1R10	151.7	134.4	11.4	25.81	25.51	1.2	38.74	37.8	2.43
R1	119.2	129.3	8.5	99.84	101.8	2.0	107.3	127.8	19.1
R2	222.3	238.2	7.2	126.2	125.5	0.6	125.1	155	24
RW2	160.3	160.8	0.3	85.46	82.7	3.2	85.46	83.79	2
MQE257EP	436	426	2.3	11.6	10	13.8	24.36	23.67	2.83

Tabla 4. Resultados de ajuste de parámetros con la prueba de vibración ambiental

Variable	Valor inicial	Valor final
f_c (MPa)	21	21
I_g muros elásticos (Shell Thin)	1	0.5
I_g capa elástica en muros inelásticos (Shell layered)	1	0.5
I_g vigas	1	0.35

Tabla 5. Índices generales de sobreesfuerzo y de flexibilidad de los edificios.

Edificio	Índice de sobreesfuerzo general a flexión ($ISE_{flex.}$)	Índice de sobreesfuerzo general a cortante ($ISE_{cort.}$)	Índice general de flexibilidad ($IFlex$)
E1	1/0.585=1.71	1/0.244=4.01	1/0.063=16.0 (piso 3)
	1/0.561=1.78	1/0.236=4.88	
	1/0.383=2.61	1/0.218=4.95	
E2	1/1.37=0.73	1/0.631=1.585	1/0.327=3.1 (piso 8)
	1/1.25=0.8	1/0.625=1.60	
	1/1.2=0.83	1/0.58=1.724	
E3	1/4.867=0.20	1/1.30=0.77	1/1.58=0.63 (piso 9)
	1/4.832=0.21	1/1.25=0.80	
	1/3.267=0.31	1/0.96=1.04	

La evaluación del desempeño, se realizó mediante un análisis dinámico no lineal. Para esto, se consideró un amortiguamiento del 5%, y se escogieron siete sismos, consistentes con la amenaza sísmica esperada en Cali, siguiendo los requisitos estipulados en el NSR-10 para esta selección. Se determinaron las fuerzas sísmicas de diseño ajustando los valores respecto al método de la fuerza horizontal equivalente. Finalmente, se evaluó el desempeño sísmico de cada edificación respecto a parámetros de rotación en la base de los muros, deriva y deformación según criterios de aceptación propuestos por la literatura técnica, y los resultados de ensayos experimentales en muros de concreto reforzado. En la Figura 1, se muestra la forma en que se reportaron los resultados para los tres edificios. Se evaluó el índice de demanda/capacidad para seis parámetros de desempeño, lo que permitió evaluar el desempeño y vulnerabilidad de las edificaciones.

El análisis paramétrico se realizó sobre un muro teórico rectangular aislado de 4 metros de longitud, mediante un Análisis Estático No Lineal (AENL) tipo “Pushover”. Se corrieron 162

análisis del modelo, para cada uno se obtuvo la curva de capacidad según la parametrización de las variables. Se evaluó la rotación de la rótula plástica y el desempeño sísmico. Para esto, se establecieron como criterios la deriva, y algunos estados límites relacionados con las deformaciones unitarias en el concreto y en el acero de refuerzo. En el Anexo 3. se detallan los criterios y resultados del análisis paramétrico.

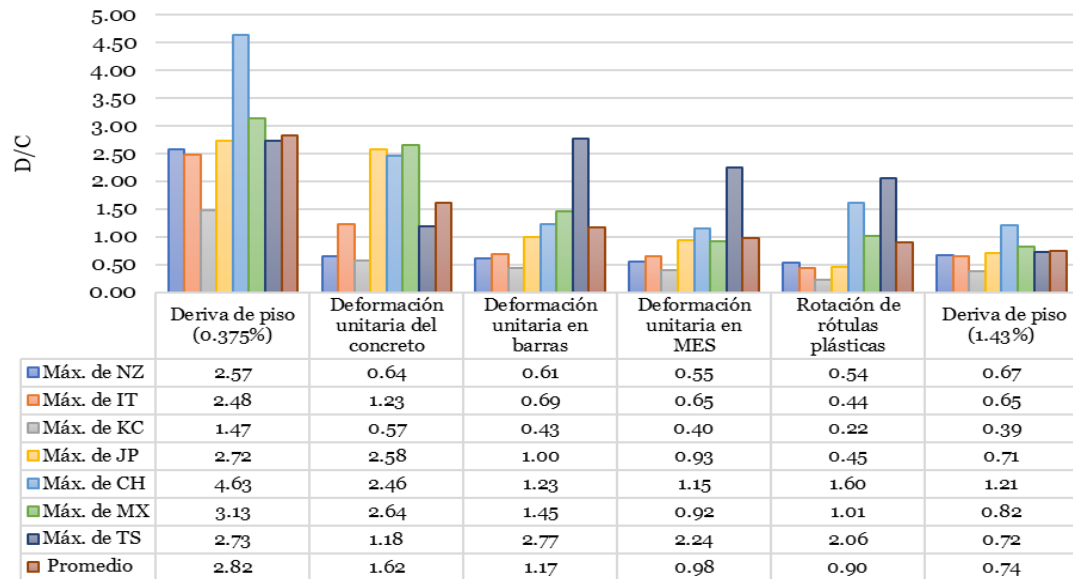


Figura 1. Resumen de la evaluación del desempeño del edificio E3.

Principales conclusiones y/o recomendaciones

Los edificios E2 y E3 presentan una vulnerabilidad sísmica crítica, respecto a los índices de sobre-esfuerzo, y el edificio E3 respecto al índice de flexibilidad. De forma similar, su desempeño sísmico es limitado. En ambos edificios se superan los límites, para el nivel de desempeño de seguridad de vida, de los parámetros deriva de piso, y deformaciones unitarias de compresión en el acero y de tensión en el refuerzo, y se presentó fractura del refuerzo del alma de los muros en al menos uno de los sismos aplicados. El edificio E1, de 5 pisos, presenta un buen comportamiento. El estudio paramétrico sobre muros individuales permite concluir que la relación de aspecto (H_w/l_w), la cuantía de refuerzo vertical en los bordes, el confinamiento y configuración de los elementos de borde son las variables más influyentes en el comportamiento sísmico de las edificaciones de MDCR. Lo anterior, confirma la necesidad de ajustar algunos de los requisitos de diseño sismo resistente (Normatividad) para las edificaciones del sistema industrializado de muros en Colombia.

4. Impactos actual o potencial:

El proyecto de investigación aporta conclusiones relevantes para diseñadores, investigadores y constructores. Mediante el aprovechamiento de las funciones especializadas de un software comercial, al alcance de la comunidad académica, se demostró que se pueden hacer modelos que representen el comportamiento no lineal de los muros de concreto reforzado con relativa facilidad. Esto se constituye como una herramienta práctica para diseñadores y estudiantes que requieran estimar de manera más aproximada la respuesta no lineal de estos elementos. Actualmente, el diseño elástico convencional que se realiza en las oficinas de cálculo no permite conocer el desempeño en el rango no lineal de los muros de concreto, y este desconocimiento puede afectar considerablemente la veracidad de las hipótesis empleadas en el diseño de estas construcciones. Por tal razón, poder verificar, de forma sencilla, previamente o paralelamente al diseño convencional el desempeño de los muros delgados de concreto es de gran utilidad para lograr mejores diseños estructurales.

Adicionalmente, la evaluación de las edificaciones representativas del sistema de muros delgados de concreto reforzado, seleccionadas de una base de datos de edificios construidos en la ciudad de Santiago de Cali, constituye un buen aporte a los limitados estudios sobre el desempeño sísmico de estas construcciones, cuya respuesta ante un sismo importante, como el sismo de diseño, se desconoce. Los resultados obtenidos muestran una tendencia similar a los reportados en otras investigaciones y constituyen una señal de alerta para diseñadores y constructores, respecto a las deficiencias que presenta el sistema industrializado en Colombia.

Con el proyecto también se apoyó la formación de dos estudiantes de pregrado y uno de maestría, quienes participaron en los análisis desarrollados en la investigación. Estos análisis fueron complementados con pruebas experimentales de muros individuales.

Los resultados de esta investigación se divulgaron en un Congreso Latino americano de Ingeniería, se recibió una mención como el mejor trabajo de la sesión y los resultados fueron publicados como un capítulo de libro de investigación. Actualmente, se prepara una publicación para una revista.

Los resultados obtenidos con este proyecto suscitaron y apoyaron la formulación de otras propuestas de trabajo para el Grupo de investigación. Actualmente, se proponen tres tipos de estudios sobre edificaciones existentes: i) una metodología simplificada para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica, ii) análisis de las edificaciones considerando el acople entre muros (secciones no rectangulares), y iii) Determinar la viabilidad de alternativas de reforzamiento.

5. Productos:

Tabla No. 1. **Cantidad y tipo de productos pactados en el Acta de Trabajo y Compromiso y productos finalmente presentados**

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS				No. de PRODUCTOS PRESENTADOS			
Productos de nuevos conocimientos								
Artículo en revista ISI-SCOPUS:	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
			1 ¹				0	
Artículo completo publicado en revistas indexadas	A1	A2	B	C	A1	A2	B	C
Libros de autor que publiquen resultados de investigación								
Capítulos en libros que publican resultados de investigación	1 ¹				1			
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados								
• Prototipos y patentes								
• Software								
Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial								
Normas basadas en resultados de investigación								

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS		No. de PRODUCTOS PRESENTADOS	
	No. de estudiantes vinculados	No. de tesis	No. De estudiantes Vinculados	No. De tesis
Formación de recursos humanos				
Estudiantes de pregrado	1		2	
Semillero de Investigación				
Estudiantes de maestría	1		1	
Estudiantes de doctorado				
Joven investigador				
Productos de divulgación				
Publicaciones en revistas no indexadas				
Ponencias presentadas en eventos (congresos, seminarios, coloquios, foros)	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales
	1			1
Propuesta de investigación				
Propuestas presentadas en convocatorias externas para búsqueda de financiación.				

Nota: 1. En el acta de compromiso se especificó uno u otro producto. El artículo publicado en revista Q3 o Capítulo de libro de investigación.

Tabla No. 2. Detalle de productos

Para cada uno de los productos obtenidos y relacionados en la tabla anterior, indique la información solicitada para cada uno, anexando copia de las respectivas constancias. Como anexo a este formato encontrará el instructivo para la revisión de informes finales y productos

Tipo de producto:	Capítulo de libro con el artículo denominado Simulación numérica del comportamiento sísmico de muros de concreto reforzado.
Nombre General:	Investigación formativa en Ingeniería. (Año 2020). 4ª Edición. Págs: 88 - 95



Nombre Particular:	Investigación formativa en Ingeniería. - Simulación numérica del comportamiento sísmico de muros de concreto reforzado
Ciudad y fechas:	Medellín, Antioquía. Septiembre de 2020.
Participantes:	Eduar Cuesvas, Roger Ortega, Pedro Torres, Johannio Marulanda, Peter Thomson.
Sitio de información:	ISBN: 978-958-52333-5-5 DOI: http://doi.org/10.5281/zenodo.4031253
Formas organizativas:	Grupo de Investigación en Ingenierías Sísmica, Eólica, Geotécnica y Estructural (G-7).

Tipo de producto:	Ponencia Internacional
Nombre General:	Congreso Latinoamericano de Ingeniería – I ^o NGENIO 2020. (Año 2020).
Nombre Particular:	Simulación numérica del comportamiento sísmico de muros de concreto reforzado.
Ciudad y fechas:	Virtual (Medellín), agosto 19 – 21, 2020.
Participantes:	Eduar Cuesvas, Roger Ortega, Pedro Torres, Johannio Marulanda, Peter Thomson.
Sitio de información:	http://fundacioniai.org/ingenio/
Formas organizativas:	Grupo de Investigación en Ingenierías Sísmica, Eólica, Geotécnica y Estructural (G-7).

La presente versión del informe contiene las observaciones de los evaluadores:


Gilberto Areiza Palma
Investigador principal

VoBo. Vicedecano de Investigaciones