

REPORTE DE PROYECTO O PROPUESTA

INFORMACIÓN DE LA CONVOCATORIA

Convocatoria	CONVOCATORIA PARA EL APOYO A PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y CREACIÓN ARTÍSTICA DE LA SEDE BOGOTÁ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - 2019
Modalidad	CONVOCATORIA PARA EL APOYO A PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y CREACIÓN ARTÍSTICA DE LA SEDE BOGOTÁ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - 2019

INFORMACIÓN ACADÉMICO-ADMINISTRATIVA DEL PROYECTO

INFORMACIÓN PRINCIPAL

Código del proyecto:	48236
Nombre:	COMPORTAMIENTO DE CONECTORES DE CORTANTE PARA SECCIONES COMPUESTAS DE CONCRETO Y PERFILES DE ACERO DE LÁMINA DELGADA ANTE SOLICITACIONES DE CORTE DIRECTO
Tipo de proyecto o programa:	Proyecto o programa de investigación
Tipología:	2030100-Investigación experimental
Estado:	Finalizado
Duración del proyecto o programa (meses):	18
Tiempo de formulación:	Semanas 0 Horas/semana 0
Proyecto relacionado (si aplica):	
Nombre Proyecto relacionado (si aplica):	

INFORMACIÓN DEL DIRECTOR

Director:	MARITZABEL MOLINA HERRERA
Documento del director:	C - 52202653
E-mail del director:	mmolinah@unal.edu.co
Escuela/departamento del director:	2- DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AGRÍCOLA
Facultad del director:	2- FACULTAD DE INGENIERÍA
Sede del director:	Bogotá
Horas/semana de dedicación al proyecto:	3
Valor de la dedicación:	\$18.625.752
Funciones:	Coordinar las actividades del proyecto

INFORMACIÓN DEL DIRECTOR**INFORMACIÓN DEL DIRECTOR DE LA RED DE COOPERACIÓN**

Revisar el cumplimiento de los objetivos propuestos en las diferentes etapas del proyecto

DEPENDENCIAS RESPONSABLES

2- DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AGRÍCOLA

INFORMACIÓN GENERAL**Resumen**

Durante las últimas décadas, a nivel mundial se ha incrementado el uso de secciones compuestas de acero y concreto, las cuales han sido utilizadas principalmente con el fin de lograr un comportamiento conjunto óptimo, ante solicitaciones externas sobre la estructura.

El principio de funcionamiento de estos elementos mixtos radica en el aprovechamiento de las propiedades mecánicas de la losa de concreto y el perfil en acero, por lo cual se debe garantizar la transferencia de esfuerzos en su interfaz por medio de los conectores de cortante.

Si bien, los elementos de acero resisten altos esfuerzos de compresión, los miembros esbeltos tienen una limitación por su susceptibilidad a la inestabilidad por pandeo lateral, pandeo torsional y/o pandeo local, principalmente en secciones abiertas y perfiles de pared delgada.

Por otra parte, la tecnología de materiales ha involucrado a los perfiles de acero doblados en frío (CFS) en esta alternativa de elementos híbridos, convirtiéndose en una opción estructural competitiva en el ámbito de la construcción. Esta tipología de secciones no procede de un proceso directo de fundición de metales como ocurre con la perfilería formada en caliente (HRS), sino que se fabrican a partir del figurado de láminas metálicas por medio de dobleces, que en conjunto aportan a la rigidez del elemento estructural.

Entre sus ventajas se destacan la posibilidad de utilizar luces mayores, facilidad de producción en masa y embalaje, transporte y montaje, alta relación de resistencia y peso, permitiendo considerarse como una alternativa sostenible de construcción, al requerir menor cantidad de acero y concreto con respecto a los sistemas de entrepiso tradicionales.

De acuerdo con la normatividad vigente, los elementos que han sido avalados para emplearse como conectores de cortante son los espigos, canales y tornillos, con los que se utiliza su fijación por soldadura en perfilería HRS, sin que exista alguna alternativa aplicable a secciones CFS. La soldadura como mecanismo de fijación ha generado incertidumbre en lo que respecta a optimización de su instalación, dado que, al tener un proceso térmico, se inducen esfuerzos residuales localizados en los perfiles metálicos de sección de lámina delgada, además el electrodo puede llegar a perforar la pared del perfil, y con ello afectar el comportamiento estructural de la sección compuesta.

Como otra alternativa de fijación, se ha planteado fijación con tornillos, sin embargo, no se han avalado técnicamente, debido a falta de normalización de ensayos, que conduzcan al desarrollo de una metodología de diseño.

Con esta investigación se pretende analizar el comportamiento de conectores de cortante CSC (Confining Shear Connector), para secciones compuestas sometidas a cortante puro, donde los conectores son instalados en los perfiles metálicos de pared delgada con tornillos autoperforantes.

El análisis del comportamiento se hará de acuerdo con los resultados experimentales de ensayos de corte directo tipo Pry-out y Push-out para cuantificar la capacidad del sistema compuesto. Dentro del plan de valoración estructural se proyectan tanto ensayos experimentales como simulaciones numéricas de los sistemas compuestos, donde se emplea el método de los elementos finitos (MEF), con los cuales se caracterizará integralmente el comportamiento a cortante del sistema y sus componentes.

Con el análisis de los conectores de cortante CSC (Confining Shear Connector) para secciones compuestas con perfiles CFS se pretende incentivar el uso sistemas de entrepiso livianos como una alternativa de construcción de edificaciones seguras, resilientes y sostenibles. Así mismo, dada la sencillez y rapidez de instalación, permitirá promover el desarrollo industrial del sistema de construcción de entrepisos, y de paso, fomentar el empleo pleno y productivo de mano de obra local no necesariamente calificada.

Descripción del problema u oportunidad a la cual responde el proyecto

Dentro del uso de sistemas estructurales de concreto y perfiles de acero formados en frío, que trabajan en sección compuesta, es necesario identificar la influencia que tiene cada uno de sus componentes, y su aporte efectivo en el trabajo conjunto de la sección.

Particularmente, la capacidad estructural de las secciones metálicas de lámina delgada, provenientes de un proceso de formación por doblado en frío, puede verse reducida, debido a la susceptibilidad al pandeo local, dado el limitado espesor de pared del perfil. Esta condición puede presentarse tras la inducción de compresiones de la losa de concreto a causa de la flexión del sistema, y que son transmitidas a la sección metálica a través de los conectores de cortante, los cuales se instalan uno a uno lo largo del perfil de acero. Al no ser continuos los conectores se presentan concentraciones de esfuerzos localizados, tanto en los conectores como en los perfiles metálicos que pueden reducir la capacidad del sistema. Considerando que los conectores son los elementos que transmiten las fuerzas entre el perfil y losa de concreto, son miembros fundamentales en la efectividad del trabajo conjunto de sistema compuesto.

En lo que respecta a la investigación de conectores, el mayor avance se ha dado en el estudio de los espigos (studs) los cuales son soldados a la perfilera estructural formada en caliente (HRS), cuya relación de ancho y espesor de las patillas es mucho mayor en comparación con la de los perfiles doblados en frío de lámina delgada.

No obstante, ninguna de las alternativas de conectores soldados utilizados para los perfiles formados en caliente (HRS) son eficientes para los perfiles formados en frío (CFS). La limitante del espesor de los perfiles CFS es inconveniente para el proceso de instalación de los conectores soldados, dado que el calor generado durante su fijación puede llegar a quemar y perforar la lámina, haciendo ineficiente su conexión.

Adicionalmente, debido a las altas temperaturas dadas por la soldadura, durante el enfriamiento de la lámina en la zona afectada se generan esfuerzos residuales que reducen la resistencia del perfil, principalmente en la zona de fijación de los conectores.

De acuerdo con la normatividad internacional, entre ellas AISC360, Eurocódigo 4 y JSCE 2009, para sistemas alternativos de conectores de cortante, se debe valorar su comportamiento estructural a través de ensayos experimentales, y bajo esta consideración, se han planteado como conectores de perfilera de lámina delgada, tornillos autoperforantes, lengüetas del perfil metálico, perfiles parcialmente embebidos en la placa de concreto, sistemas de fijación con arandelas y tuercas, clavos disparados en concreto endurecido, entre otros, cuyas variables de estudio se han enfocado hacia la disposición de las diferentes configuraciones, sin que se haya estructurado una metodología de diseño y construcción de una alternativa de conectores para los sistemas compuestos con perfiles formados en frío.

Esencialmente, conociendo que en la actualidad no existe una normatividad que avale el diseño de secciones compuestas con perfilera de lámina delgada, por medio de esta investigación se pretende analizar el comportamiento a cortante del conector de cortante denominado CSC (Confining-Shear-Connector).

Sin embargo, dada la susceptibilidad al pandeo por compresión o desgarramiento por tracción en la lámina delgada, se hace necesario establecer un ensayo estándar para la caracterización del comportamiento de secciones compuestas con perfiles de lámina delgada a cortante puro, por lo que en esta investigación se hará una comparación de su comportamiento entre los ensayos push-out y pry-out, con lo que se pretende evaluar integralmente la resistencia y la capacidad a cortante de los conectores CSC.

Objetivo general

Analizar el comportamiento a cortante del sistema de conectores con confinamiento tipo CSC, en secciones compuestas, formadas por losas de concreto y perfiles de acero formados en frío (CFC) a través de ensayos de corte directo tipo Pry-out y Push-out.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo específico	Medio de verificación
- Caracterizar los estados de esfuerzos internos de los componentes de las secciones compuestas (perfil CFS, losa de concreto y conector tipo CSC) y la interacción entre ellos, a través de las simulaciones numéricas realizadas con el método de los elementos finitos, calibradas a partir de los resultados de los ensayos experimentales.	
- Configurar las probetas y el montaje experimental de ensayos de corte	

Objetivo específico	Medio de verificación
directo tipo Push-out y Pry-out para cuantificar resistencia y deformación de sistema compuesto de placas de concreto, perfiles de acero de lámina delgada y conectores de cortante CSC.	
- Correlacionar estadísticamente los resultados de modos de falla y capacidad a cortante de sistemas compuestos con conectores de cortante con confinamiento tipo CSC, obtenidos a partir de ensayos experimentales de corte directo.	

RESULTADOS ESPERADOS		
- Determinación de factores estadísticamente relevantes en la capacidad a corte de secciones compuestas con perfiles CFS, que permitan correlacionar las cargas de falla con respecto a los parámetros mecánicos de sus componentes individuales.		
- Determinación de metodología experimental que permita evaluar la capacidad a cortante de conectores de cortante tipo CSC unidos a perfiles de acero de lámina delgada		
- Recomendaciones constructivas para el sistema de entrepiso con los conectores de cortante con confinamiento tipo CSC.		
- Validación de simulaciones numéricas utilizando el método de los elementos finitos de los ensayos Push-Out y Pry-Out a través de los resultados de los ensayos experimentales de corte directo.		

PRODUCTOS		
Producto	Descripción	Cantidad
Artículo sometido, aprobado o publicado en revista indexada	Artículo sometido, aprobado o publicado en revista indexada	1
Informe académico	Informe académico	1
Presentación de ponencia en evento científico o tecnológico	Presentación de ponencia en evento científico o tecnológico	1
Tesis de maestría	Tesis de maestría	1

REGIÓN QUE IMPACTA EL PROYECTO

Departamento	Ciudad
Bogotá, D.C.	Bogotá, D.C.

PROPIEDAD INTELECTUAL

¿Considera que este proyecto puede generar uno de los siguientes activos de propiedad intelectual?	Si
Activo de propiedad intelectual	Inventiones

BIODIVERSIDAD

¿En su investigación hará uso de los recursos de la biodiversidad colombiana?	No
---	----

LABORATORIOS

¿Dentro de la ejecución del proyecto va hacer uso de los servicios de laboratorios?	No
---	----

CLASIFICACIÓN

Objetivo de desarrollo sostenible principal
Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación

Objetivos de desarrollo sostenible secundarios
Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos
Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles

Objetivo socioeconómico
Transporte, telecomunicaciones y otras infraestructuras

ÁREAS CIENTÍFICAS/TEMÁTICAS

Area científica y tecnológica principal - OCDE	Sub-área de la ciencia
Ingeniería y tecnología	Ingeniería civil
Area científica y tecnológica secundaria	Sub-área de la ciencia
Ingeniería y tecnología	Ingeniería civil
Ingeniería y tecnología	Ingeniería de los materiales

PLAN GLOBAL DE DESARROLLO UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Política	Plan Global de Desarrollo 2019 - 2021: Proyecto Cultural y colectivo de la Nación
Elemento estratégico	Plan Global de Desarrollo 2019 - 2021: Proyecto Cultural y colectivo de la Nación
Línea de acción	Eje estratégico 3: La Universidad, como proyecto cultural de la Nación, se orienta a la construcción, desde el conocimiento, de una sociedad flexible, sostenible y en paz que se transforma y adapta permanentemente.
Programa	Programa 6: Transformación cultural desde el reconocimiento y visibilización de las capacidades de la comunidad académica y sus relaciones, para responder a los retos de país, a través de la generación de nuevo conocimiento, el trabajo colaborativo e interdisciplinario, la creación artística, la innovación social y tecnológica y el emprendimiento.

PALABRAS CLAVE

CONECTORES DE CORTANTE

Secciones compuestas

Perfiles de lámina delgada

Fijaciones mecánicas

INTEGRANTES

Participante	Unidad	Vinculación	Horas/semana	Meses	Valor (\$ dedicación)	Función	Fecha de vinculación
VALERIA RODRIGUEZ PATIÑO (C - 1136889524) (varodriguezpa@unal.edu.co)	2- FACULTAD DE INGENIERÍA Grupo:	Estudiante pregrado - Semillero	5	18	\$0	Estudiante de: INGENIERÍA CIVIL Planteamiento de montajes experimentales y caracterización de especímenes solicitados a cortante en sistemas secciones compuestos. Diseño de los elementos	15/09/2020 0:00

Participante	Unidad	Vinculación	Horas/semana	Meses	Valor (\$ dedicación)	Función	Fecha de vinculación
						del montaje de los ensayos a corte de los sistemas compuestos de entrepiso. Formulación de modelos numéricos de simulación estructural.	
XAVIER FERNANDO HURTADO AMEZQUITA (C - 80098348) (xfhurtadoa@unal.edu.co)	2- FACULTAD DE INGENIERÍA Grupo:	Estudiante posgrado UN	20	18	\$0	Estudiante de: DOCTORADO EN INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL Recopilación de información de estado del arte acerca de sistemas compuestos, principalmente en temas asociados a sistemas alternativos de fijación a la soldadura, y diversidad de geometrías posibles para asegurar una adecuada	15/09/2020 0:00

Participante	Unidad	Vinculación	Horas/semana	Meses	Valor (\$ dedicación)	Función	Fecha de vinculación
						transferencia de esfuerzos entre el concreto y el acero. Definición de la geometría, sistema de trabajo de los conectores en la interacción con los otros materiales y su mecanismo de fijación. Desarrollo de montajes adecuados para ensayos de corte, de manera que se permita determinar el efecto de los conectores tipo CSC de forma efectiva, sin que se enmascare su desempeño en el sistema por efectos locales de los demás componentes del sistema. Análisis de la información	

Participante	Unidad	Vinculación	Horas/semana	Meses	Valor (\$ dedicación)	Función	Fecha de vinculación
						experimental y resultado de la simulación computacional para el desarrollo de modelos estadísticos confiables, que permitan identificar las variables más incidentes en el comportamiento del conector y del sistema compuesto; así como el planteamiento de la metodología y formulación de diseño que garantice las condiciones de seguridad de uso del sistema.	
JUAN ESTEBAN JIMENEZ PIRAJAN (C - 1049657611) (juejimenezpi@unal.edu.co)	2- FACULTAD DE INGENIERÍA Grupo:	Estudiante pregrado - Semillero	5	0	\$0	Estudiante de: INGENIERÍA CIVIL Planteamiento de montajes experimentales y	15/09/2020 0:00

Participante	Unidad	Vinculación	Horas/semana	Meses	Valor (\$ dedicación)	Función	Fecha de vinculación
						caracterización de especímenes solicitados a cortante en sistemas secciones compuestos. Diseño de los elementos del montaje de los ensayos a corte de los sistemas compuestos de entrepiso. Formulación de modelos numéricos de simulación estructural.	
ADRIANNA LUCIA FRAGOZO ALVERNIA (C - 1233903247) (alfragozoa@unal.edu.co)	2- FACULTAD DE INGENIERÍA Grupo:	Estudiante pregrado - Semillero	5	18	\$0	Estudiante de: INGENIERÍA CIVIL Planteamiento de montajes experimentales y caracterización de especímenes solicitados a cortante en sistemas secciones compuestos. Diseño de los	15/09/2020 0:00

Participante	Unidad	Vinculación	Horas/semana	Meses	Valor (\$ dedicación)	Función	Fecha de vinculación
						elementos del montaje de los ensayos a corte de los sistemas compuestos de entrepiso. Formulación de modelos numéricos de simulación estructural.	
JUAN CARLOS GERARDINO SANDOVAL (C - 1018478079) (jgerardino@unal.edu.co)	2- FACULTAD DE INGENIERÍA Grupo:	Estudiante posgrado UN	2	18	\$0	Estudiante de: MAESTRIA EN INGENIERIA - ESTRUCTURAL Planteamiento de montajes experimentales y caracterización de especímenes a corte en sistemas de secciones compuestas. Diseño de los elementos del montaje de los sistemas compuestos de entrepiso solicitados	15/09/2020 0:00

Participante	Unidad	Vinculación	Horas/semana	Meses	Valor (\$ dedicación)	Función	Fecha de vinculación
						ante cargas de corte.	
CAMILO ANDRES MORA BORJA (C - 1030559144) (camorabo@unal.edu.co)	2- FACULTAD DE INGENIERÍA Grupo:	Estudiante posgrado UN	5	18	\$0	Estudiante de: MAESTRIA EN INGENIERIA - ESTRUCTURAL Responsabilidad Desarrollo de modelos computacionales de interacción de conectores de cortante con los perfiles de lámina delgada en sistemas compuestos. Determinación de los modelos constitutivos de los materiales a considerar en la modelación numérica por el método de los elementos finitos, para representar con una mejor	15/09/2020 0:00

Participante	Unidad	Vinculación	Horas/semana	Meses	Valor (\$ dedicación)	Función	Fecha de vinculación
						aproximación los mecanismos de falla que se presentan en los ensayos de corte directo.	
MATEO HERNANDEZ SANCHEZ (C - 1098808290) (mathernandezsan@unal.edu.co)	2- FACULTAD DE INGENIERÍA Grupo:	Estudiante pregrado - Semillero	5	18	\$0	Estudiante de: INGENIERÍA CIVIL Planteamiento de montajes experimentales y caracterización de especímenes solicitados a cortante en sistemas secciones compuestos. Diseño de los elementos del montaje de los ensayos a corte de los sistemas compuestos de entrepiso. Formulación de modelos numéricos de simulación estructural.	15/09/2020 0:00
DANIEL RICARDO LOZANO MONSALVE	2- DEPARTAME	Profesor carrera docente UN	1	18,3	\$4.900.224	Como experto	15/09/2020 0:00

Participante	Unidad	Vinculación	Horas/semana	Meses	Valor (\$ dedicación)	Función	Fecha de vinculación
(C - 79791849) (drlozanom@unal.edu.co)	DE INGENIERÍA CIVIL Y AGRÍCOLA Grupo:					diseñador de estructuras en acero laminado en frío, será el asesor en el diseño de elementos estructurales tipo que se ensayarán experimentalmente a cortante, orientando la revisión de condiciones de inestabilidad local en elementos de lámina delgada. En lo correspondiente al análisis de los resultados experimentales brindará asesoría en la determinación de la formulación de diseño de los conectores de cortante tipo CSC y la estimación de la metodología de diseño de las secciones	

Participante	Unidad	Vinculación	Horas/semana	Meses	Valor (\$ dedicación)	Función	Fecha de vinculación
						compuestas con perfiles laminados en frío.	
GERMÁN ANTONIO MOYA QUITO (C - 1020783317) (gamoyaq@unal.edu.co)	2- FACULTAD DE INGENIERÍA Grupo:	Estudiante pregrado - Semillero	5	18	\$0	Estudiante de: INGENIERÍA CIVIL Planteamiento de montajes experimentales y caracterización de especímenes solicitados a cortante en sistemas secciones compuestos. Diseño de los elementos del montaje de los ensayos a corte de los sistemas compuestos de entrepiso. Formulación de modelos numéricos de simulación estructural.	15/09/2020 0:00
DORIAN LUIS LINERO SEGRERA (C - 79601013) (dllineros@unal.edu.co)	2- DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AGRÍCOLA	Profesor carrera docente UN	1	18,3	\$10.303.776	Acompañamiento de modelamiento estructural en el manejo del software	15/09/2020 0:00

Participante	Unidad	Vinculación	Horas/semana	Meses	Valor (\$ dedicación)	Función	Fecha de vinculación
	Grupo:					implementado por el método de los elementos finitos, y de caracterización de los modelos constitutivos para el estudio particular del comportamiento de la mecánica de la fractura en materiales frágiles como el concreto, con el fin de representar adecuadamente su comportamiento experimental en la modelación numérica de las secciones compuestas con losas de concreto y perfiles laminados en frío, y de esta forma, lograr evidenciar en la simulación el desarrollo	

Participante	Unidad	Vinculación	Horas/semana	Meses	Valor (\$ dedicación)	Función	Fecha de vinculación
						de los mecanismos de falla de estas secciones compuestas, para complementar de una forma integral el análisis de su comportamiento e interacción de sus componentes.	
YOLANDA PILAR BENITEZ HERNANDEZ (C - 1052412718) (ypbenitez@unal.edu.co)	2- FACULTAD DE INGENIERÍA Grupo:	Estudiante pregrado - Semillero	5	18	\$0	Estudiante de: INGENIERÍA CIVIL Planteamiento de montajes experimentales y caracterización de especímenes solicitados a cortante en sistemas secciones compuestas. Diseño de los elementos del montaje de los ensayos a corte de los sistemas compuestos de entrepiso. Formulación	15/09/2020 0:00

Participante	Unidad	Vinculación	Horas/semana	Meses	Valor (\$ dedicación)	Función	Fecha de vinculación
						de modelos numéricos de simulación estructural.	
DANIEL ALEJANDRO GUZMÁN CORTÉS (C - 1015464019) (daaguzmanco@unal.edu.co)	2- FACULTAD DE INGENIERÍA Grupo:	Estudiante pregrado - Semillero	5	18	\$0	Estudiante de: INGENIERÍA CIVIL Planteamiento de montajes experimentales y caracterización de especímenes solicitados a cortante en sistemas secciones compuestos. Diseño de los elementos del montaje de los ensayos a corte de los sistemas compuestos de entrepiso. Formulación de modelos numéricos de simulación estructural.	15/09/2020 0:00
ANGEL JESUS GEREDA LIZCANO (C - 1193604429) (ageredal@unal.edu.co)	2- FACULTAD DE INGENIERÍA Grupo:	Estudiante pregrado - Semillero	5	18	\$0	Estudiante de: INGENIERÍA CIVIL	15/09/2020 0:00



Participante	Unidad	Vinculación	Horas/semana	Meses	Valor (\$ dedicación)	Función	Fecha de vinculación
						Planteamiento de montajes experimentales y caracterización de especímenes solicitados a cortante en sistemas secciones compuestos. Diseño de los elementos del montaje de los ensayos a corte de los sistemas compuestos de entrepiso. Formulación de modelos numéricos de simulación estructural.	

HISTÓRICO DEL EQUIPO DE TRABAJO

Documento	Nombre	Vinculación	Tipo de solicitud	Valor pagar	Fecha del cambio
No se encontraron solicitudes relacionadas con el equipo de trabajo.					

PRÓRROGAS EQUIPO DE TRABAJO

Documento	Nombre	Vinculación	Valor pagar	Fecha del cambio
No se encontraron solicitudes relacionadas con el equipo de trabajo.				

INFORMACIÓN ADICIONAL ESTUDIANTES, SEMILLEROS Y JÓVENES INVESTIGADORES

Participante	Fecha de nacimiento	Contacto	Nacionalidad	Pregrado	Facultad/Universidad pregrado
--------------	---------------------	----------	--------------	----------	-------------------------------

INFORMACIÓN ADICIONAL ESTUDIANTES, SEMILLEROS Y JÓVENES INVESTIGADORES

Participante	Fecha de nacimiento	Contacto	Nacionalidad	Pregrado	Facultad/Universidad pregrado
VALERIA RODRIGUEZ PATIÑO (C - 1136889524)	1 de febrero de 1999 - NO DISPONIBLE	Teléfono: - Celular: (varodriguezpa@unal.edu.co)			
GERMÁN ANTONIO MOYA QUITO (C - 1020783317)	25 de marzo de 1993 - NO DISPONIBLE	Teléfono: 2240230 Celular: (gamoyaqa@unal.edu.co)			
JUAN ESTEBAN JIMENEZ PIRAJAN (C - 1049657611)	3 de junio de 1999 - NO DISPONIBLE	Teléfono: 3124093405 Celular: (juejimenezpi@unal.edu.co)	CO		
YOLANDA PILAR BENITEZ HERNANDEZ (C - 1052412718)	19 de marzo de 1998 - NO DISPONIBLE	Teléfono: - Celular: (ypbenitez@unal.edu.co)			
ADRIANNA LUCIA FRAGOZO ALVERNIA (C - 1233903247)	29 de agosto de 1998 - NO DISPONIBLE	Teléfono: - Celular: (alfragozoa@unal.edu.co)			
DANIEL ALEJANDRO GUZMÁN CORTÉS (C - 1015464019)	7 de agosto de 1996 - NO DISPONIBLE	Teléfono: 7579814 Celular: (daaguzmanco@unal.edu.co)			
ANGEL JESUS GEREDA LIZCANO (C - 1193604429)	5 de enero de 2000 - NO DISPONIBLE	Teléfono: - Celular: (ageredal@unal.edu.co)			
MATEO HERNANDEZ SANCHEZ	23 de junio de 1998 - NO DISPONIBLE	Teléfono: - Celular: (mathernandezsan			

INFORMACIÓN ADICIONAL ESTUDIANTES, SEMILLEROS Y JÓVENES INVESTIGADORES

Participante	Fecha de nacimiento	Contacto	Nacionalidad	Pregrado	Facultad/Universidad pregrado
(C - 1098808290)		@unal.edu.co)			

INFORMACIÓN FINANCIERA
FUENTES DE FINANCIACION

Fuente de financiación	Tipo	Naturaleza	Valor efectivo (\$)
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Interna	Pública	\$30.000.000

PROPUESTA DE FINANCIACIÓN

Fuente de financiación	Rubro	Descripción	Valor
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Capacitación	Asistencia a eventos	\$1.500.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Compra de equipo	Instrumentación para ensayos experimentales	\$7.000.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Material bibliográfico	Adquisición de bibliografía	\$1.500.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Materiales y suministros	Compra de material para fabricación de especímenes experimentales	\$15.000.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Productos Metálicos Elaborados (Excepto Maquinaria Y Equipo)	Solicitud de cambio de rubros 57009	\$0
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Remuneración por servicios técnicos	Personal operativo para fabricación de montajes de ensayos experimentales	\$5.000.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Servicios De Construcción	Solicitud de cambio de rubros 57009	\$0
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Servicios Profesionales, Científicos Y Técnicos (Excepto Los Servicios De Investigación, Urbanismo, Jurídicos Y De Contabilidad)	Solicitud de cambio de rubros 57009	\$0
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Vidrio Y Productos De Vidrio Y Otros Productos No Metálicos N.C.P.	Solicitud de cambio de rubros 62909	\$0

PROPUESTA DE FINANCIACIÓN CATÁLOGO VIGENTE

Fuente de financiación	Cuenta	Objeto	Subordinado / Rubro	Descripción	Valor especie (\$)	Valor efectivo (\$)	Total (\$)
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Cuenta: Gastos De Comercialización Y Producción	Objeto: Materiales Y Suministros	Productos Metálicos Elaborados (Excepto Maquinaria Y Equipo)	Solicitud de cambio de rubros 57009	\$0	\$0	\$0
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Cuenta: Gastos De Comercialización Y Producción	Objeto: Adquisición De Servicios	Servicios De Construcción	Solicitud de cambio de rubros 57009	\$0	\$0	\$0
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Cuenta: Gastos De Comercialización Y Producción	Objeto: Adquisición De Servicios	Servicios Profesionales, Científicos Y Técnicos (Excepto Los Servicios De Investigación, Urbanismo, Jurídicos Y De Contabilidad)	Solicitud de cambio de rubros 57009	\$0	\$0	\$0
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Cuenta: Gastos De Comercialización Y Producción	Objeto: Materiales Y Suministros	Vidrio Y Productos De Vidrio Y Otros Productos No Metálicos N.C. P.	Solicitud de cambio de rubros 62909	\$0	\$0	\$0

PROPUESTA DE FINANCIACIÓN CATÁLOGO ANTERIOR

Fuente de financiación	Subordinado / Rubro	Valor especie (\$)	Valor efectivo (\$)	Total (\$)
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Material bibliográfico	\$1.500.000	\$0	\$1.500.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Capacitación	\$1.500.000	\$0	\$1.500.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Materiales y suministros	\$15.000.000	\$0	\$15.000.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Compra de equipo	\$7.000.000	\$0	\$7.000.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Remuneración por servicios técnicos	\$5.000.000	\$0	\$5.000.000

INFORMACIÓN ESPECÍFICA

Relacione como va a aportar el proyecto al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible seleccionados

El auge de la construcción metálica se ha venido incrementando en Colombia durante los últimos 20 años, y a nivel mundial se ha constituido como un sistema de rápida instalación y puesta en marcha de estructuras tales como edificaciones y puentes, garantizando a la vez la calidad de los procesos constructivos y de los materiales componentes del sistema.

Dadas las características mecánicas del acero, los diseños estructurales pueden ser desarrollados con elementos de menores dimensiones y más livianos, comparándolos con sistemas tradicionales en concreto. Esta condición permite reducir tiempos y costos directos en la construcción, al igual que volúmenes de obra en la cimentación de las estructuras. Es por esta razón que las construcciones de gran envergadura que se están construyendo en el país tienden al uso de este material, destacando edificaciones de gran altura e infraestructura para sistema de transporte a nivel nacional.

La propuesta de la nueva tipología de conectores de cortante tipo CSC para secciones compuestas por perfiles de acero laminado en frío y placas de concreto, pretende dar un impulso adicional al proceso de industrialización de sistemas estructurales de entrepiso, proponiendo mecanismos de fijación e instalación más eficientes y seguros a los actualmente empleados, y reduciendo los volúmenes de materiales de construcción, lo que proyecta este tipo de sistemas de entrepiso como una actividad sostenible. Además, el análisis y diseño de sistemas compuestos con el conector de cortante tipo CSC será respaldado por un planteamiento técnico que garantiza un adecuado comportamiento estructural, lo que permitirá que el desarrollo de la infraestructura de las ciudades y poblaciones sea seguro, sostenible y resiliente, en lo concerniente a la construcción de edificaciones.

Por otra parte, al simplificar y agilizar el proceso de construcción de estos sistemas de entrepiso, se garantizará la posibilidad de contratar mano de obra local, sin requerirse experticia de mayor complejidad, con lo cual se promoverá el empleo pleno y productivo dentro del sector de la construcción de estructuras.

De este modo, con el potenciamiento del uso de sistemas de entrepiso metálicos con perfiles de lámina delgada, se puede impulsar el sistema de construcción sostenible de vivienda a escala, de rápida implementación y a costos bastante competitivos con respecto a los sistemas tradicionalmente empleados, promoviendo su industrialización y generando el desarrollo de una infraestructura segura y resiliente para las ciudades.

Relacione como va a aportar el proyecto al cumplimiento de las áreas estratégicas de la Vicerrectoría de Investigación

Un aspecto por destacar es que, de acuerdo con la naturaleza del material, el acero estructural, puede ser obtenido por un proceso de reciclado y reuso, siendo transformado por medio de un proceso de fundición y reconfomado de piezas, lo que genera una menor huella contaminante y una reducción considerable en la producción de escombros, comparado con sistemas tradicionales como lo son las estructuras de concreto y la mampostería. Esta consideración demuestra que el acero es considerado como un material ambientalmente sostenible, consecuentemente al utilizarse a través de los perfiles de lámina delgada en los sistemas de entrepiso, conduce a que los entrepisos sean livianos, conllevando a que el sistema estructural de resistencia sísmica de las edificaciones tenga un menor uso de volúmenes de acero y concreto.

Dentro del desarrollo del sistema de entrepiso propuesto, se plantea el uso de elementos metálicos en lámina delgada, perfiles CFS y conectores tipo CSC, con características geométricas y mecánicas particulares, cuya optimización de la configuración propuesta está orientada por aspectos como la fabricación, los costos, la instalación en obra, y el adecuado comportamiento del sistema, en aras de promover la industrialización sostenible del sistema.

El desarrollo tecnológico del conector de cortante tipo CSC para secciones compuestas con perfiles laminados en frío está apoyado por expertos, con amplia experiencia profesional en diversas áreas tales como:

- Simulación computacional de modelos numéricos
- Implementación de modelos estadísticos de correlación de factores
- Diseño de estructuras en acero laminado en frío
- Construcción de estructuras en acero

De este modo se proporciona el respaldo técnico a la alternativa de configuración de secciones compuestas, ampliamente usada, pero sin normatividad asociada a la perfilera de lámina delgada, y cuya fabricación empírica no garantiza que los procedimientos constructivos actualmente empleados sean seguros. Por lo tanto, con el aporte de este proyecto se está contribuyendo al desarrollo de una infraestructura segura, resiliente y

sostenible, para el desarrollo de las ciudades y poblaciones, generada desde el área estratégica de Ciencias y tecnología para el desarrollo sostenible.

Adicionalmente, dada la facilidad constructiva del sistema de entepiso propuesto lo cual conlleva a la factibilidad de contratación de mano de obra local sin que se requiera mayor calificación, se está promoviendo que el empleo pleno y productivo en el sector de la construcción de estructuras sea parte del proceso de inclusión social de actores del conflicto armado colombiano del acuerdo de paz, lo que contribuye a la consolidación de una Paz estable y duradera en el país.

Aportes del proyecto al proceso de formación de los estudiantes vinculados para la investigación, creación o innovación

El aporte de estudiantes de pregrado de ingeniería civil dentro del proyecto de investigación permite dar continuidad a las líneas de investigación de materiales para la construcción, de análisis estructural y de diseño estructural en el entorno del análisis y diseño de secciones compuestas de acero y concreto, de igual manera que se ha llevado con los estudiantes de posgrado de la especialización y maestría de Estructuras.

Dentro del desarrollo de actividades se encuentra el apoyo a la planeación y ejecución de pruebas experimentales y de caracterización de materiales, brindándoles bagaje científico, el cual forma criterios para experimentaciones futuras, de paso permite que los estudiantes apliquen técnicamente la información conceptual dada en las aulas de clase.

De igual manera, se apoya la capacitación, uso e interpretación de software especializado, con el que se analizan los resultados de los ensayos físicos, lo cual además de permitir que los estudiantes puedan establecer patrones de comportamiento y de falla, y puedan correlacionar factores de influencia en estos patrones, también posibilita que los estudiantes tengan acceso y aplicación a herramientas de tecnología e informática de vanguardia.

Asimismo se apoya la capacitación de los estudiantes con software de simulación numérica por el método de los elementos finitos, con el objetivo de simular en condiciones ideales los ensayos experimentales de acuerdo con los resultados de laboratorio para complementar los análisis del comportamiento de los sistemas compuestos con conectores de cortante tipo CSC.

En conjunto las actividades de experimentación, simulación numérica y análisis estadístico permite que los estudiantes tengan la oportunidad de interactuar integralmente sus conocimientos con las herramientas de la investigación en el área de las estructuras, lo cual fortalece su desarrollo integral como profesionales de la ingeniería civil para el pregrado y de la ingeniería estructural para el posgrado.

Pertinencia del plan de trabajo de los semilleros, estudiantes de pregrado y/o estudiantes de maestría o doctorado con el objetivo del proyecto

Dado que el proyecto de comportamiento a cortante de los conectores de cortante tipo CSC en secciones compuestas de concreto y acero formado en frío se encuentra particularmente estructurado desde un trabajo de investigación de doctorado, el plan de actividades se estructura de la siguiente forma:

1. El semillero de Simulación Numérica de Estructuras se enfocará hacia el área de la modelación numérica por el método de elementos finitos de dos tipos de ensayos de corte directo: Push-Out y Pry-Out. Así mismo, este grupo aportará también el desarrollo de montajes y ensayos experimentales de la misma tipología, con los cuales se lograrán calibrar adecuadamente los parámetros mecánicos requeridos para la simulación computacional.
2. Los estudiantes de maestría serán quienes definan las principales variables que determinan el comportamiento de las secciones compuestas solicitadas ante corte directo, con base en los resultados de investigaciones preliminares y características mecánicas y comerciales de los materiales actualmente disponibles en el mercado, y de uso común en la construcción de sistemas de entepisos para edificaciones. De igual manera, dado su conocimiento avanzado en el comportamiento mecánico de los materiales, apoyarán la elaboración y optimización de los modelos numéricos, de manera que permitan obtener la mejor aproximación al comportamiento experimental.
3. El candidato doctoral será quien desarrolle la tipología de conector, de manera que se contemplen características de instalación y adecuado comportamiento estructural en secciones compuestas con perfiles de lámina delgada, por medio de modelación numérica en elementos finitos. Estos resultados serán validados a partir de los resultados de los ensayos experimentales de corte. Así mismo, esta persona será quien coordine tanto la definición y ejecución de ensayos experimentales como la elaboración de modelos numéricos, para hacer la respectiva recopilación, validación y tratamiento estadístico de información, con la cual se pretende correlacionar la pertinencia de las pruebas de corte con el desempeño de las secciones compuestas. Como resultado de este análisis se podrán detectar las variables estadísticamente significativas en los sistemas compuestos con conectores de cortante tipo CSC, llegando a establecer rangos de trabajo seguros para su aplicación en sistemas de entepiso. La interacción y apoyo de los estudiantes de pregrado y posgrado en la investigación se orienta a la implementación del conector de cortante tipo

CSC en sistemas compuestos para entresijos de edificaciones, apoyados por especialistas en las áreas de fabricación mecánica, simulación numérica, análisis y diseño estructural, y análisis estadístico. De este modo, la propuesta de conectores contempla aspectos de fabricación y producción mecánicos, térmicos, operativos y económicos, procurando que se den soluciones técnicamente viables, conociendo sus ventajas constructivas, y viabilizando el uso de alternativas estructurales sostenibles sin dejar de lado la seguridad.

Metodología

- 1.Revisión de antecedentes
- 2.Ensayos experimentales
 - a.Caracterización de materiales
 - b.Ensayos de corte directo Push -Out
 - c. Ensayos de corte directo Pry -Out
- 3.Modelos analíticos computacionales
 - a.Caracterización y optimización geométrica del conector
 - b.Modelos numéricos de ensayos de corte directo Push -Out
 - c. Modelos numéricos de ensayos de corte directo Pry -Out
- 4.Diseño estadístico experimental
 - a.Desarrollo de modelos de análisis de varianza
 - b. Determinación de factores relevantes en el comportamiento a cortante del sistema compuesto
- 5.Desarrollo de metodología de de experimentación a cortante
 - a.Planteamiento de montaje de experimentación a cortante de secciones compuestas con perfiles de lámina delgada
 - b.Evaluación de limitaciones y recomendaciones constructivas para los dos tipos de ensayo Push Out y Pry-Out

Consideraciones éticas

El desarrollo del proyecto no pone en riesgo ningún tipo de especie biológica, dada la naturaleza de los componentes a utilizar. De otra parte, tampoco se afectará en ningún momento a ningún profesional, empresa o desarrollo industrial, dado que será una propuesta de invención propia, generada y desarrollada como parte del proyecto doctoral CONECTORES DE CORTANTE PARA SECCIONES COMPUESTAS DE CONCRETO Y PERFILES DE ACERO FORMADOS EN FRÍO

Áreas estratégicas de la Iniciativa 4.0 - Vicerrectoría de la Sede

Ciudades inteligentes y sostenibles

Enfoque conceptual - Áreas estratégicas de la VRI en las cuales está enmarcado el proyecto

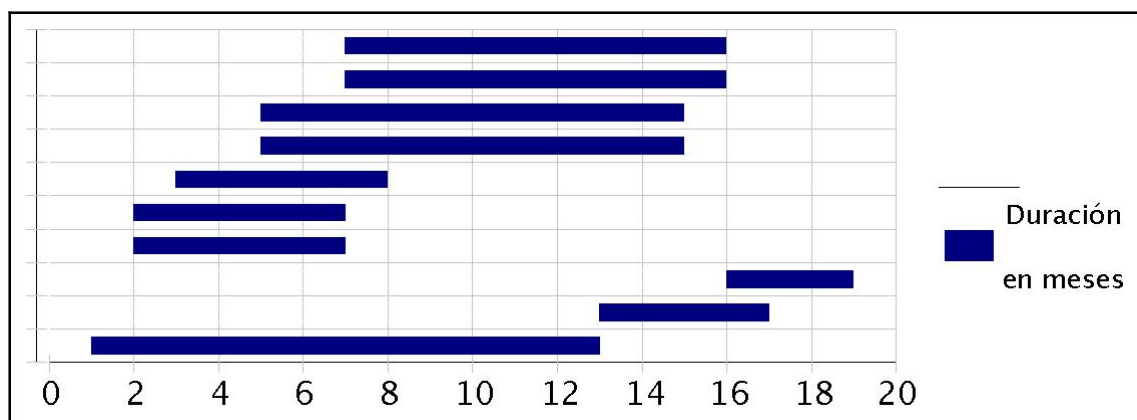
Superación de la guerra y construcción de paz

Ciencias y tecnología para el desarrollo sostenible, biodiversidad protegida

ACTIVIDADES Y CRONOGRAMA

Actividad	Responsable	Mes inicial	Duración
Revisión de antecedentes	XAVIER FERNANDO HURTADO AMEZQUITA	1	12
Premodelos numéricos de ensayos de corte directo - Pry out	YOLANDA PILAR BENITEZ HERNANDEZ	2	5
Premodelos numéricos de ensayos de	VALERIA RODRIGUEZ PATIÑO	2	5

corte directo - Push out			
Caracterización de materiales	JUAN CARLOS GERARDINO SANDOVAL	3	5
Ensayos de corte directo - Push out	MATEO HERNANDEZ SANCHEZ	5	10
Ensayos de corte directo - Pry out	GERMÁN ANTONIO MOYA QUITO	5	10
Modelos numéricos de ensayos de corte directo - Push out	ANGEL JESUS GEREDA LIZCANO	7	9
Modelos numéricos de ensayos de corte directo - Pry out	JUAN ESTEBAN JIMENEZ PIRAJAN	7	9
Desarrollo de modelos de análisis de varianza	XAVIER FERNANDO HURTADO AMEZQUITA	13	4
Determinación de la metodología de ensayos a corte de secciones compuestas con perfiles CFS	XAVIER FERNANDO HURTADO AMEZQUITA	16	3



BIBLIOGRAFÍA

- ALHAJRI, T., TAHIR, M., AZIMI, M., MIRZA, J., LAWAN, M., ALENEZI, K., & RAGAEI, M. Behavior of pre-cast u-shaped composite beam integrating cold-formed steel with ferro-cement slab. *Thin-Walled Structures*, 102. (2016); p18-29.
- AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION. Specification for structural steel buildings. 2010.
- AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE. North American specification for the design of cold-formed steel structural members (S-100). 2016.
- ANDERSON, N & MEINHEIT, D. Pryout capacity of cast-in headed stud anchors. *PCI Journal*, (2005). p90-112.
- ARROYO, R. & JULLIEN, J.. A new shear stud connector proposal. En 15th International Specialty Conference on Cold-Formed Steel Structures, 307-319. En ASCE Structures Congress, (1997). p298-311.
- ASM INTERNATIONAL & The Materials Information Society. Sheet metal forming. (2012).
- ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. Norma brasileira ABNT 8800. (2008).
- AUSTRALIAN/NEW ZELAND STANDARDS. Cold formed steel structures (AS/NZ 4600:2005).
- AVELAR, I., BECK, A. & MALITE, M. Reliability-based evaluation of design guidelines for cold-formed steel-concrete composite beams. *Journal of*

the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, Vol XXXII No. 5, (2010), p442-449.
BAMAGA, S., TAHIR, M., & TAN, C. S. Push tests on innovative shear connector for composite beam with cold-formed steel section. En 21 ^o International Specialty Conference on Cold-Formed Steel Structures - Recent Research and Developments in Cold-Formed Steel Design and Construction, (2012). 325-337.
BRITISH STANDARD. Structural use of steelwork in building. (2010).
CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION. North american specification for the design of cold formed steel structural members (S136-07). (2007).
CANDIDO-MARTINS, J., COSTA-NEVES, L. & DA S.VELLASCO, P. Experimental evaluation of the structural response of perfobond shear connectors. Engineering Structures, 32,, (2010). p1976-1985.
COSTA-NEVES, L., FIGUEIREDO, J., S.VELLASCO, P. & DA CRUZ, J. Perforated shear connectors on composite girders under monotonic loading: an experimental approach. Engineering Structures, 56, (2013). p721-737.
EUROPEAN COMMITTEE STANDARDIZATION. Eurocode 4: design of composite steel and concrete structures. (2004).
FONTANA, M. & BÄRTSCHI, R. New types of shear connectors with powder-actuated fasteners. ETH Zürich Research Collection. Institute of Structural Engineering ; Swiss Federal Institute of Technology Zurich. ETH Library. (2002).
HANAOR, A. Tests of composite beams with cold-formed sections. Journal of Constructional Steel Research, 54(2), (2000). p245-264.
HANCOCK, G. Cold-formed steel structures. Journal of Constructional Steel Research, 59, (2003). p473-487.
HSU, T., PUNURAI, S., PUNURAI, W., & MAJDI, Y. New composite beams having cold-formed steel joist and concrete slab. Engineering Structures, N ^o 2, (2014). p187-200.
IRVWAN, J., & HANIZAH, A. Test of shear transfer enhancement in symmetric cold-formed steel concrete composite beams. Journal of Constructional Steel Research, 65, (2009). p2087-2098.
JAPAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. Standard specifications for steel and composite structures. (2007).
KIM, S., AHN, J., CHOI, K. & JUNG, C. Experimental evaluation of the shear resistance of corrugated perfobond rib shear connections. Advances in Structural Engineering, Vol. 14, N ^o 2, (2011). p249-263.
KIM, S., AHN, J., PARK, S. J., PARK, S. M. & JUNG, C. Experimental shear resistance evaluation of y-type perfobond rib shear connector. Journal of Constructional Steel Research, N ^o 82, (2011). p1-18.
KYVELOU, P., GARDNER, L. & NETHERCOT, D. Finite element modelling of composite cold-formed steel flooring systemS. Engineering Structures, N ^o 158, (2018). p28-42.
LAKKAVALLI, B. & LIU, Y. Experimental study of composite cold-formed steel c-section floor joist. Journal of Constructional Steel Research, 62, (2006). p995-1006.
LAWAN, M., TAHIR, M., NGIAN, S. & SULAIMAN, A. Structural performance of cold-formed steel section in composite structures: a review. Jurnal Teknologi, 74:4, (2015). p165-175.
LESMESS, D. Análise teórica e experimental de conectores de cisalhamento e vigas mistas constituídas por perfis de aço formados a frio e laje de vigotas pré-moldadas. Tesis de doctorado Programa de Posgrado en Área de Concentración en Ingeniería de Estructuras. Escuela de Ingeniería de São Carlos de Universidad de São Paulo. (2007).
MAJDI, Y., HSU, C., & ZAREI, M. Finite element analysis of new composite floors having cold-formed steel and concrete slab. Engineering Structures, 77, (2014). p65-83.
MALITE, M., NIMIR, W., GONCALVES, R. & DE SALES, J. Cold-formed shear connectors for composite constructions. En 14 th International Specialty Conference on Cold-Formed Steel Structures, (1998). p409-421.

MALITE, M., NIMIR, W., GONCALVES, R. & DE SALES, J. On the structural behavior of composite beams using cold-formed shapes. En 15° International Specialty Conference on Cold-Formed Steel Structures, (2000). p307-319.
MERRYFIELD, G., EL-RAGABY, A., & GHRIB,. New shear connector for open web steel joist with metal deck and concrete slab floor system. Construction and Building Materials, 125. (2016). p1-11.
PAPASTERGIOU, D., & LEBET, J. Experimental investigation and modelling of the structural behaviour of confined grouted interfaces for new steel-concrete connection. Engineering Structures. N74, (2014). p180-192.
QUEIROZ, G., RODRIGUES, F., PEREIRA, S., PFEIL, M., OLIVEIRA, C. & DA MATA, L. Behavior of steel concrete beams with flexible shear connectors. En. International Colloquium on Stability and Ductility of Steel Structures 2006, Vol. 1. (2010). p863-870.
SHARIATI, M., RAMLI, N., SUHATRIL, M., SHARIATI, A., ARABNEJAD, M. & SINAEL, H. Behavior of c-shaped angle shear connectors under monotonic and fully reversed cyclic loading: an experimental study. Materials and Design, 41, (2012). p67-73.
STEEL DECK INSTITUUTE. C-2011 standard for composite steel floor deck-slabs. (2011).
THIVYA, J., & MALATHY, R. Performance of concrete filled in cold form steel sheet with shear connector under pure bending. Journal Of Scientific & Industrial Research, 75(3), (2016). p172;175.
TITOU, M., MAZOZ, A., BENANANE, A. & OUINAS, D. Experimental study and finite element modelling of push-out test on a new shear connector of i-shape. Advanced Steel Construction, Vol. 12, N°4, (2016). p487-506.
VALENCIA, G. Diseño básico de estructuras de acero de acuerdo con nsr-10. 1ª ed. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería., Bogotá, Colombia. (2010).
VINNAKOTA, S., FOLEY, C. & VINNAKOTA, M. Design of partially or fully composite beams, with ribbed metal deck, using Irfd specifications. Engineering Journal/American Institute of Steel Construction, (2003). p60-78.
WEHBE, N., WEHBE, A., DAYTON, L. & SIGL, A. Development of concrete/cold formed steel composite flexural members. En ASCE Structures Congress 2011, (2011). p3099-3109.

WIJESIRI, S., UY, B., MIRZA, O., & ZHU, X. Flexural behavior of composite steel-concrete beams utilizing blind bolt shear connectors. Engineering Structures, N114, (2016). p181-194.

YU, W. W. & LABOUBE, R. Cold formed steel design. 4Ed. John Wiley & Sons Inc., New Jersey, Estados Unidos. (2010).

ÁLVAREZ, O. & CHÁRARO, C. Construcción compuesta acero-concreto. Gerdau Corsa. Ciudad de México, México. 2010.

ARCHIVOS ADJUNTOS

RESUMEN_EJECUTIVO_PROPUESTA-1812.pdf

Carta_Estudiente_Pregrado_-_Adrianna_Fragozo.pdf

Carta_estudiante_Pregrado_-_Juan_Jimenez.pdf

Carta_Estudiente_Pregrado_-_Mateo_Hernandez.pdf

Carta_Estudiente_Pregrado_-_Pilar_Benitez.pdf

Carta_Estudiente_Pregrado_-_Angel_Gereda.pdf

Carta_Estudiantes_Pregrado-_Valeria_Rodriguez.pdf

Carta_Estudiente_Maestria_-_Juan_Gerardino.pdf

Carta_Estudiente_Pregrado_-_German_Moya.pdf

Aval_departamento_Ing_Civil.pdf

Carta_Estudiente_Pregrado_-_Daniel_Guzman.pdf

Carta_Estudiente_Maestria_-_Camilo_Mora.pdf

Carta_Estudiente_Doctorado_-_Xavier_Hurtado.pdf

AVAL_PROF._MARITZABEL_MOLINA_48236.pdf

Formato_Planeación_MMH_23-07-2020_48236.xlsx

144_Prórroga_proyecto_48236.pdf

Yo, MARITZABEL MOLINA HERRERA investigador(a) principal del proyecto: COMPORTAMIENTO DE CONECTORES DE CORTANTE PARA SECCIONES COMPUESTAS DE CONCRETO Y PERFILES DE ACERO DE LÁMINA DELGADA ANTE SOLICITACIONES DE CORTE DIRECTO declaro:

- Conozco los términos de referencia de la convocatoria: CONVOCATORIA PARA EL APOYO A PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y CREACIÓN ARTÍSTICA DE LA SEDE BOGOTÁ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - 2019 .

- Que junto con todos los participantes de este proyecto aceptamos y cumplimos todos los requisitos estipulados en los términos de referencia y renunciamos a cualquier reclamación por ignorancia o errónea interpretación de estos documentos

MARITZABEL MOLINA HERRERA

RESPONSABLE DEL PROYECTO