

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNO SIN FINANCIAMIENTO PII-DICA-2020-01**

***"Estudio de la capacidad resistente de conectores de corte tipo ángulo en vigas metálicas con losa de hormigón armado"***

En la ciudad de Quito D.M., a los tres días del mes de junio de dos mil veintidós, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento **PII-DICA-2020-01 "Estudio de la capacidad resistente de conectores de corte tipo ángulo en vigas metálicas con losa de hormigón armado"**, por una parte, la **Dra. Alexandra Patricia Alvarado Cevallos** en calidad de **Vicerrectora de Investigación, Innovación y Vinculación** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra el **Dr. Luis Tinerfe Hernández Rodríguez** en calidad de **Director del Proyecto de Investigación Interno Sin Financiamiento PII-DICA-2020-01**, al tenor de lo siguiente:

**1. ANTECEDENTES:**

- a) Mediante Memorando Nro. EPN-DICA-2020-0778-M del 27 de abril de 2020, la Jefe del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental - DICA, remite a la Dirección de Investigación la propuesta de Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento **"Estudio de la capacidad resistente de conectores de corte tipo ángulo en vigas metálicas con losa de hormigón armado"** presentada por el Dr. Luis Hernández.
- b) Mediante Memorando Nro. EPN-DI-2020-0325-M del 6 de mayo de 2020, la Dirección de Investigación notifica al Jefe del DICA el registro del Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento **"Estudio de la capacidad resistente de conectores de corte tipo ángulo en vigas metálicas con losa de hormigón armado"**, con código PII-DICA-2020-01, fecha de inicio 5 de mayo de 2020 y fecha de finalización 4 de mayo de 2021.
- c) Mediante Memorando EPN-CIIV-2021-0068-M del 07 de abril de 2021, el Consejo de Investigación, Innovación y Vinculación, notifica al Dr. Luis Hernández, la Resolución RCIIV-062-2021 del 30 de marzo de 2021, donde se aprueba prórroga técnica del Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento PII-DICA-2020-01, por lo que la fecha de fin de ejecución del proyecto es el 4 de agosto del 2021.

**2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:**

<b>Código de Proyecto</b>	PII-DICA-2020-01
<b>Nombre del Proyecto</b>	Estudio de la capacidad resistente de conectores de corte tipo ángulo en vigas metálicas con losa de hormigón armado
<b>Director del Proyecto</b>	LUIS TINERFE HERNANDEZ RODRIGUEZ
<b>Colaborador del Proyecto</b>	JORGE RICARDO VINTIMILLA JARAMILLO
<b>Colaboradores técnicos del Proyecto</b>	CHRISTIAN MICHAEL GOMEZ SOTO GABRIEL EDMUNDO VELASTEGUI BALDA
<b>Departamento</b>	Ingeniería Civil y Ambiental (DICA)
<b>Línea de Investigación</b>	Sistemas estructurales
<b>Objetivo</b>	Estudiar experimentalmente la capacidad resistente de conectores de corte tipo ángulo en vigas metálicas con losa de hormigón armado utilizando el método de ensayo propuesto por el EUROCODE 4 denominado como PushOut y posteriormente realizar una modelación por elementos finitos
<b>Duración del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fecha de Inicio: 5 de mayo de 2020</li> <li>• Fecha de fin planeada: 4 de mayo de 2021</li> <li>• Prórroga técnica: hasta el 4 de agosto de 2021</li> <li>• Duración total: 15 meses</li> </ul>
<b>Presupuesto</b>	\$ 00,00 USD
<b>Entrega del Informe Final</b>	13 de octubre de 2021



### 3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando Nro. EPN-DICA-2021-1836-M del 13 de octubre de 2021, el Dr. Luis Hernández, Director del Proyecto PII-DICA-2020-01, presenta el Informe Final del Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento que dirige, mismo que es revisado por la Dirección de Investigación, que se anexa y forma parte integral del Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

#### CONCLUSIONES:

- Luego de revisar el estado del arte se observa que las variables que guardan relación con la resistencia son el área transversal y dimensiones del conector, la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad del hormigón.
- Luego de los ensayos experimentales observados en las investigaciones propuestas (Franco & Martínez, Ayala & Chicaiza, Castañeda & Vera) se concluye que el ángulo de 4 mm colocados a 45° y 90° aporta una adecuada resistencia y ductilidad con los requisitos establecidos en el EUROCODE 4. Cabe mencionar que se recomienda realizar mucha más investigación variando la geometría, espesor y cantidad de los conectores de corte, así como también la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad del hormigón.
- Se observa que los parámetros que guardan relación directa con la resistencia a cortante del conector son el área transversal del conector, la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad del hormigón, es así como se propone un par de ecuaciones para aproximarse al valor de diseño de la resistencia a cortante de este tipo de conectores, cuyo objetivo no es generalizar su uso, sino más bien para las condiciones idénticas a las ensayadas.
- Luego de los ensayos experimentales se observa que los conectores tipo ángulo de 4 mm colocados a 45° y 90° proveen una resistencia similar a la de un conector tipo STUD con la misma área transversal. Asimismo, se observa que estos conectores cumplen con los criterios de ductilidad recomendada por el EUROCODE 4. Se recomienda en futuras investigaciones variar las dimensiones, espesor y cantidad de los conectores de corte, así como también la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad del hormigón.
- Luego de la modelación por elementos finitos de los conectores de corte realizado por los investigadores Moreta y Naula, se concluye que el método provee una aproximación adecuada, sin embargo, se recomienda seguir con investigaciones similares para obtener una base de datos robusta y llegar a un mejor entendimiento del comportamiento de este tipo de conectores. Por lo pronto se ha realizado un análisis paramétrico variando geometría y propiedades de los materiales con valores cercanos a los experimentales. No se recomienda emplear conectores de corte no estandarizados en la construcción sin la ejecución de ensayos experimentales, salvo los propuestos en la investigación Franco & Martínez, siempre y cuando se mantenga la misma geometría y propiedades de los materiales. Partiendo de los resultados experimentales y con la modelación usando el método de elementos finitos, se llega a una ecuación aproximada para el cálculo de la capacidad resistente del conector no incluida en ningún código.



## PRODUCTOS:

- Artículo presentado en formato de la Revista Politécnica: "Comparación y análisis del comportamiento de los conectores de corte tipo ángulo en posición L y V embebidos en losas de hormigón armado"; Castañeda Marcelo, Vera Brayan.
- Difusión a la comunidad politécnica: "Análisis de la resistencia a corte de los conectores tipo ángulo en losas de hormigón armado sobre estructura metálica"; Luis Hernández; Foro "Conexiones precalificadas en el Ecuador & Conectores de Corte No Estandarizados", Escuela Politécnica Nacional, Centro de Investigación de la Vivienda; diciembre 2020.
- Artículo publicado: "Structural performance of steel angle shear connectors with different orientation"; Arévalo Diego, Hernández Luis, Gómez Christian, Velasteguí Gabriel, Guaminga Edwin, Baquero Raúl, Dibujés Roberto; Case Studies in Construction Materials (indexada Scopus, Q1); ISSN: 22145095; DOI: 10.1016/j.cscm.2021.e00523; junio 2021.
- Artículo publicado: "Comparación del comportamiento entre conectores de corte angulares de diferentes espesores bajo cargas monotónicas y cíclicas"; Ayala Diego, Chicaiza Carlos, Hernández Luis, Velástegui Gabriel, Baquero Raúl; Gaceta Técnica (indexada Latindex); ISSN: 1856-9560, 2477-9539; DOI: 10.13140/RG.2.2.18659.27684; julio 2021.
- Artículo publicado: "Análisis de la resistencia a corte de los conectores tipo ángulo en losas de hormigón armado sobre estructura metálica"; Jonathan Franco, Miguel Martínez, Luis Hernández, Diego Arévalo, Melisa Herrera, Christian Gómez; Revista Técnica de Ingeniería de la Universidad de Zulia (indexada Scopus, Q4); ISSN: 02540770; DOI: 10.22209/rt.v45n1a04; diciembre 2021.
- Artículo enviado para revisión: "Comparación y análisis del comportamiento de los conectores de corte tipo ángulo en posición L y V embebidos en losas de hormigón armado"; Castañeda M., Vera B., Hernández L., Arévalo D., Velástegui G., Guaminga E.; Informes de la Construcción (indexada Scopus, Q2); ISSN: 00200883, 19883234; septiembre 2021.
- Proyecto de titulación de Ingeniería Civil y Ambiental: "Análisis de la resistencia a corte de los conectores tipo ángulo en losas de hormigón armado sobre estructura metálica"; Franco Pacheco Jonathan Rolando, Martínez Torres Miguel Slyter; URL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21235>; noviembre 2020.
- Proyecto de titulación de Ingeniería Civil y Ambiental: "Análisis de la influencia de los conectores de corte en la unión viga metálica y losas de hormigón armado"; Ayala Manangón Diego Alexander, Chicaiza Chicaiza Carlos Andrés; URL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21546>; abril 2021.
- Proyecto de titulación de Ingeniería Civil y Ambiental: "Análisis de la resistencia a corte de los conectores tipo ángulo con un espesor de 6 milímetros en losas de hormigón armado sobre estructura metálica"; Castañeda Vilatuña Marcelo Fernando, Vera Vélez Brayan Alejandro; URL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21827>; septiembre 2021.
- Proyecto de titulación de Ingeniería Civil y Ambiental: "Determinación de la capacidad a fuerzas cortantes de perfiles angulares para sistemas compuestos de acero y hormigón utilizando el método de elementos finitos"; Moreta Ortiz Cynthia Estefanía, Naula López David Patricio; URL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21990>; diciembre 2021.

#### 4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento PII-DICA-2020-01 no contó con asignación presupuestaria.

#### 5. FINALIZACIÓN:

Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento PII-DICA-2020-01 "Estudio de la capacidad resistente de conectores de corte tipo ángulo en vigas metálicas con losa de hormigón armado".

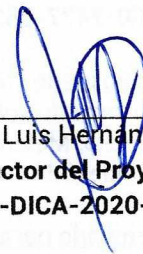
Para constancia de lo ejecutado y por estar de acuerdo con el contenido de la presente Acta, las partes libre y voluntariamente suscriben la misma, en tres ejemplares de igual contenido, tenor y valor legal.

Dado en la ciudad de Quito, D.M. a los tres días del mes de junio de dos mil veintidós.



Dra. Alexandra Alvarado  
Vicerrectora de Investigación,  
Innovación y Vinculación

sp/cc



Dr. Luis Hernández  
Director del Proyecto  
PII-DICA-2020-01

Recibido