



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ÁREA CURRICULAR DE INGENIERÍA CIVIL Y AGRÍCOLA

DOCTORADO EN INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL



Doctorado en Ingeniería

Ingeniería Civil

ANÁLISIS DINÁMICO DE SECCIONES COMPUESTAS ACERO-CONCRETO CON CONECTORES DE CORTANTE TIPO TORNILLO

M.Sc. Marinés Pérez Ramírez

Ph.D. Maritzabel Molina Herrera
Directora

Doctorado en Ingeniería


UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

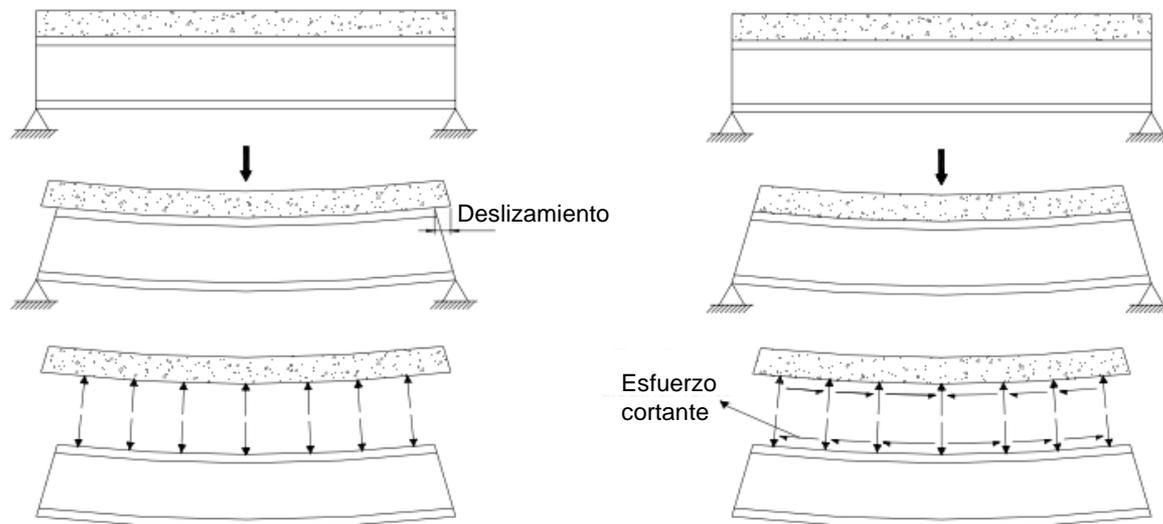
 ORGULLO UN



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA CURRICULAR DE INGENIERÍA CIVIL Y AGRÍCOLA
DOCTORADO EN INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL

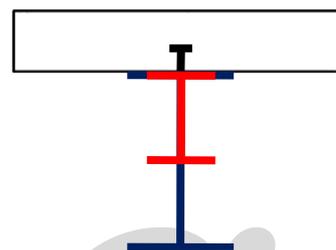
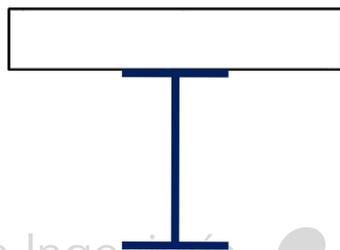
Sección compuesta



a) Viga sin acción compuesta

b) Viga con acción compuesta

Fuente: D. Lesmes David (2007)



Doctorado en Ingeniería

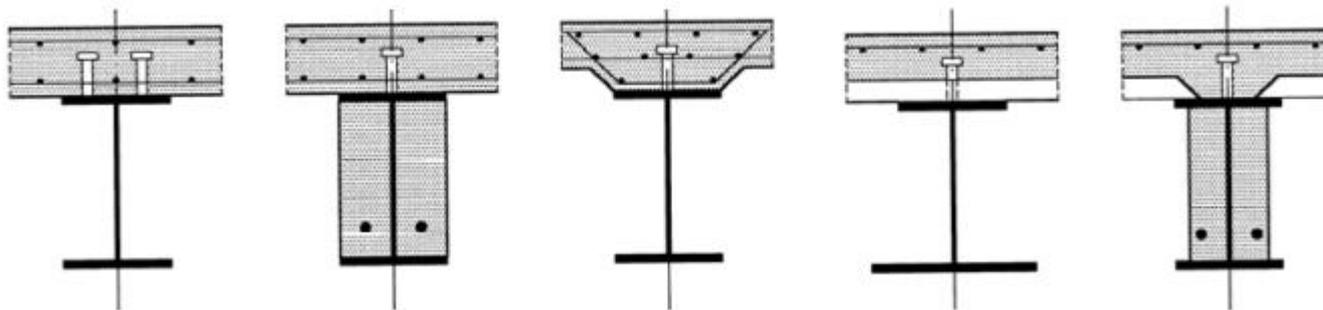
Ventajas

- ◆ El concreto y el acero trabajan de forma conjunta para proporcionar una estructura más rígida y liviana.
- ◆ Reducción de peso de la estructura (Hasta en un 30%).
- ◆ Reducción de los costos de cimentación.
- ◆ Reducción de deflexiones por cargas gravitacionales.
- ◆ Reducción de altura de la edificación al considerar vigas de menor sección.
- ◆ Aumento de luces entre apoyos.
- ◆ Mayor resistencia a la corrosión y al fuego.

Desventajas

- ◆ Representa una actividad adicional en el cronograma de ejecución de la obra.
- ◆ Un costo adicional en obra por instalación de conectores.
- ◆ Constructor con experiencia y mano de obra calificada para sistemas compuestos.
- ◆ Requerimiento de energía adicional en obra.

Tipos de sección compuesta



Tipos de secciones compuestas – Eurocódigo 4 (2001)

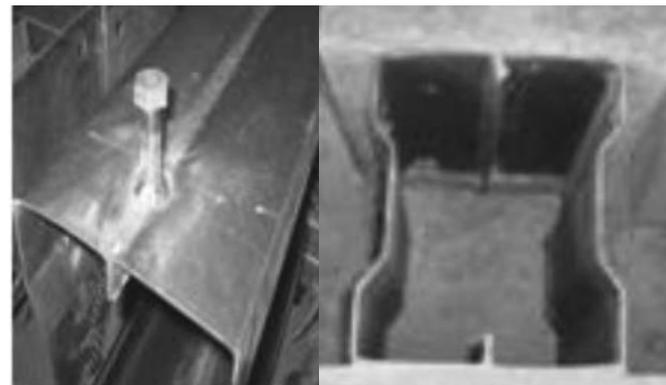
- Con perfil de alma llena o laminados en caliente (Hot rolled steel)
- Con perfil de lámina delgada o laminados en frío (Cold formed steel)



Fuente: Oliveira (2001)

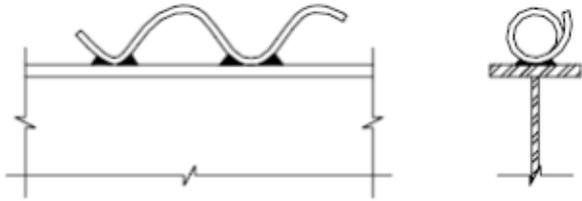


Fuente: Irwan et al. (2011)

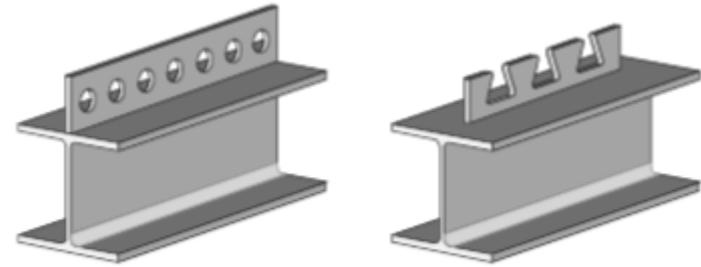


Fuente: Larrañaga, Molina (2007)

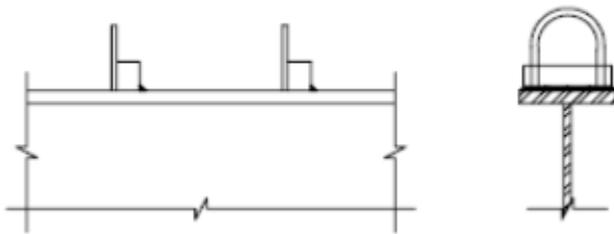
Conectores de cortante



Primer conector propuesto – Espiral (Viest 1960)
Fuente: Chaves (2009)



Conector perforobond – Fuente: Veríssimo (2006)



Conector barra en forma de gancho – (Chapman 1964)
Fuente: Chaves (2009)



a) Stud
Fuente: Veríssimo (2006)

b) Conector tipo Canal

Conectores reglamentados en AISC-360
adoptados por la NSR-98

Tornillos vs Studs

Características Geométricas



Fuente: Propia



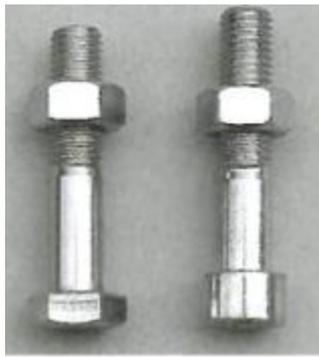
Fuente: Conexiones apertadas



Fuente: Nelson Stud Welding (2007)



Fuente: Ahmed El-Hageen (2012)



Fuente: Uniones y conexiones de acero estructural



Fuente: KERF-Soldadura

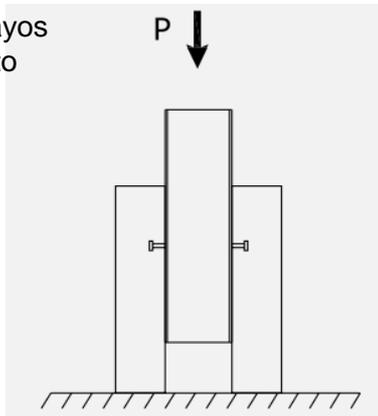


Fuente: Nelson Stud Welding (2007)

Resistencia nominal de un conector

Viest (1956)

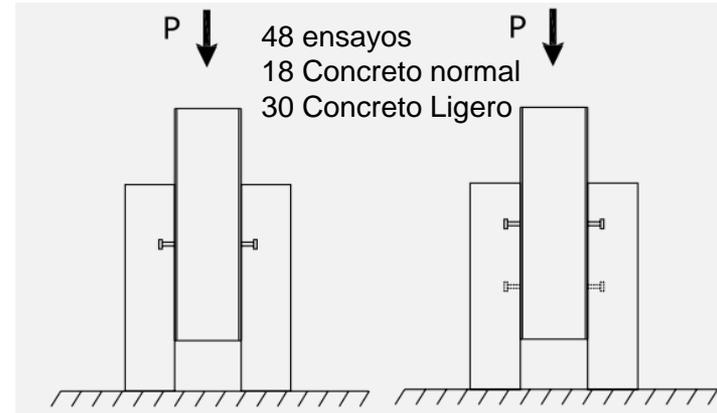
12 ensayos
Concreto
normal



Fuente: Pallarés y Hajjar (2010)

Ollgaard et al. (1965)

48 ensayos
18 Concreto normal
30 Concreto Ligero



Fuente: Pallarés y Hajjar (2010)

Para conectores de diámetro menor a 1in:

$$Q_u = 5.25d^2f'_c \cdot \sqrt{\frac{4000}{f'_c}}$$

Para conectores de diámetro mayor a 1in:

$$Q_u = 5df'_c \cdot \sqrt{\frac{4000}{f'_c}}$$

Donde:

Qu: Carga última (lb)
d: Diámetro del stud (in)
f'c: Resistencia a la compresión del concreto (psi)

$$Q_u = 0.5A_s \cdot \sqrt{f'_c \cdot E_c}$$

Donde:

Qu: Carga última (kg)
As: Área del conector (stud) (in²)
f'c: Resistencia a la compresión del concreto (psi)
Ec: Módulo de elasticidad del concreto (psi)

AISC-360
adoptada por la NSR-98

Resistencia nominal de un conector

Molina, Hurtado (2011)

Larrañaga (2007)



No es recomendable el uso de la formulación para stud (espigo) en el diseño de secciones compuestas con conectores tipo tornillo.

Se presentó fenómeno no previsto, pandeo local del perfil.

$$Q_u = 0.14A_s \cdot \sqrt{f'_c \cdot E_c} \cdot \left(\frac{S}{d}\right)^{0.25}$$

Donde:

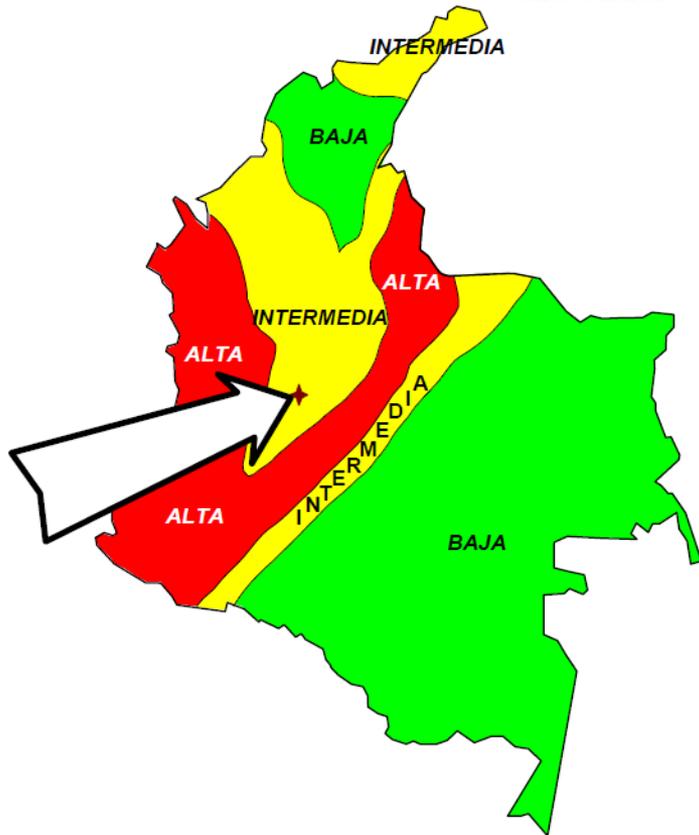
- Qu: Carga nominal de un conector de cortante tipo tornillo (N)
- As: Área de la sección transversal del conector tipo tornillo (mm²)
- f'c: Resistencia a la compresión del concreto (MPa)
- Ec: Módulo de elasticidad del concreto (MPa)
- S: Separación longitudinal centro a centro entre los conectores (mm)
- d: Diámetro nominal de un conector tipo tornillo (mm)

Doctorado en Ingeniería

Ingeniería Civil

Incluida en la NSR-10

Amenaza sísmica en Colombia



Paso 3 - Definición de las características de la estructuración y del material estructural empleado

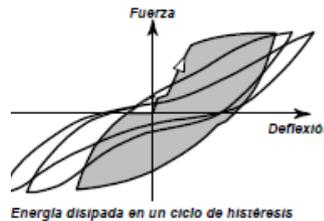
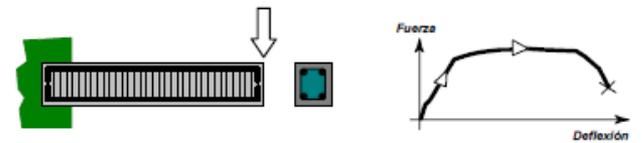
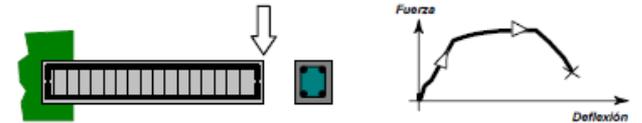


Figura 6 - Capacidad de disipación de energía en el rango inelástico

DES CAPACIDAD ESPECIAL DE DISIPACION DE ENERGIA



DMO CAPACIDAD MODERADA DE DISIPACION DE ENERGIA



DMI CAPACIDAD MINIMA DE DISIPACION DE ENERGIA

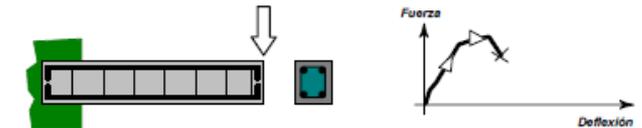
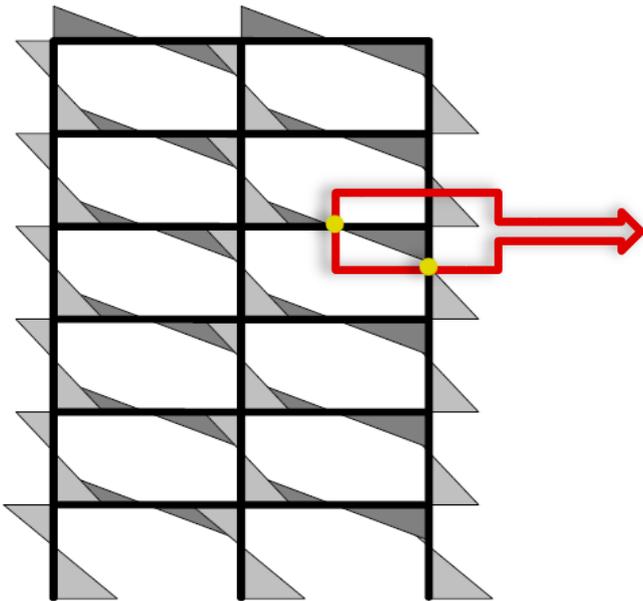


Figura 7 - Definición de la capacidad de disipación de energía en el rango inelástico

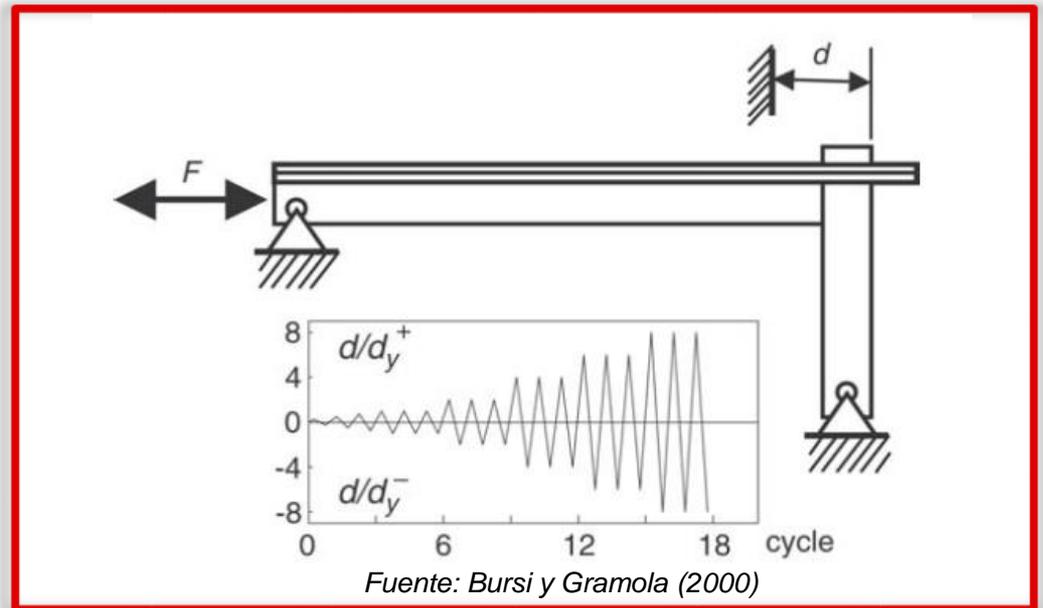
Fuente: NSR-10

Comportamiento de la sección

Bursi y Gramola (2000)

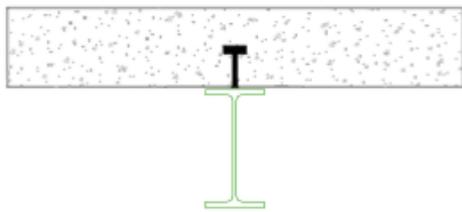


Fuente: NSR-10

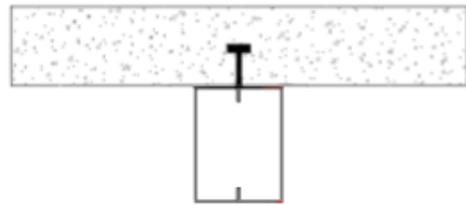


Fuente: Bursi y Gramola (2000)

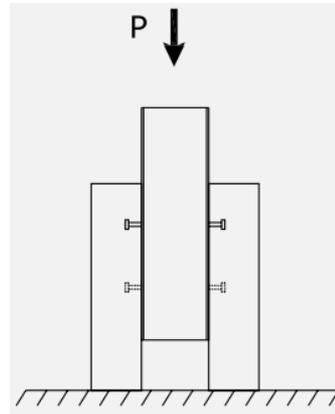
Fase experimental



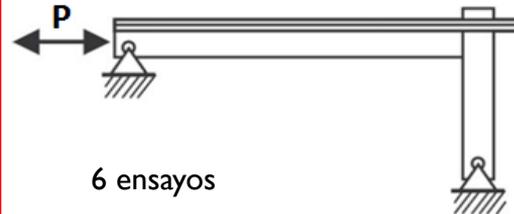
a) Perfil de alma llena



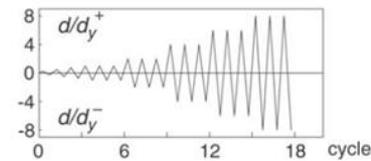
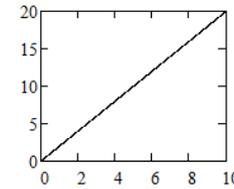
b) Perfil de lámina delgada



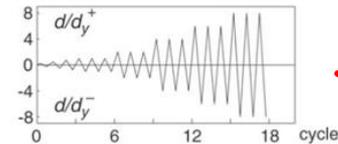
48 configuraciones diferentes



6 ensayos



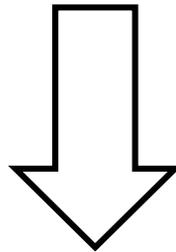
- Diámetro del conector
- Separación
- Concreto f'_c



- Grado de interacción de la sección compuesta

Metodología

1. Análisis conceptual y teórico
2. Análisis experimental
3. Modelación numérica



4. Metodologías de diseño

Aporte de la investigación

- ◆ Aporte significativo al conocimiento del comportamiento de los sistemas compuestos de uso común en la construcción Colombiana.
- ◆ Ofrecer un soporte para el uso y mercadeo de sistemas de construcción compuesta.
- ◆ Respaldo de seguridad.
- ◆ Impulso a tecnología Colombiana.
- ◆ Punto de partida para futuras investigaciones.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA CURRICULAR DE INGENIERÍA CIVIL Y AGRÍCOLA
DOCTORADO EN INGENIERÍA - INGENIERÍA CIVIL

Laboratorio de Ensayos Hidráulicos
Edificio 408 (LEH) – Oficina 205
Tel/Fax: +57 | 316 5000 Ext. 13411

diracica_fibog@unal.edu.co

<https://sites.google.com/a/unal.edu.co/diracica/>