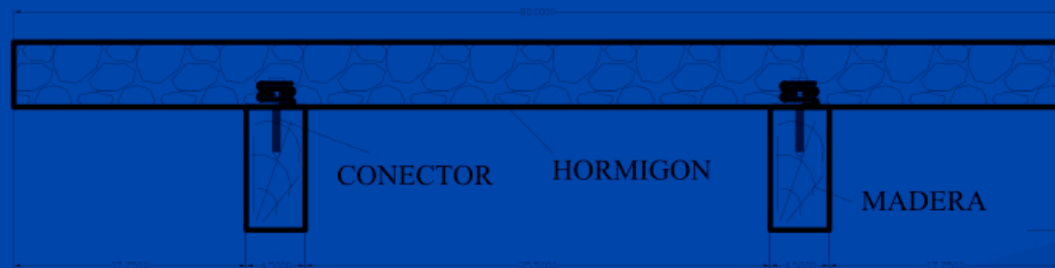




# ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE UNA SECCIÓN MIXTA DE HORMIGÓN-MADERA SOMETIDA A ESFUERZO DE FLEXION



**Autores:**

**Ing. Federico Solari**

**Mg. Ing. Raúl Astori**

**Mg. Ing. Ricardo Barrios D'Ambra**

**Ing. Luis Koteski**

**Facultad de Ingeniería – Universidad  
Nacional del Nordeste  
Resistencia – Chaco – Argentina**

# **ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE UNA SECCIÓN MIXTA DE HORMIGÓN-MADERA SOMETIDA A ESFUERZO DE FLEXION**

**Autores:**

**Ing. Federico Solari**

**Mg. Ing. Raúl Astori**

**Mg. Ing. Ricardo Barrios D'Ambra**

**Ing. Luis Kostaschi**

**Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional del Nordeste  
Resistencia – Chaco – Argentina**

# ANTECEDENTES

El presente Trabajo se realiza dentro del marco del Proyecto de Investigación “Estructuras Mixtas de Hormigón-Madera para Puentes” PI-67/04, que se desarrolla en el Instituto de Estabilidad de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Nordeste.

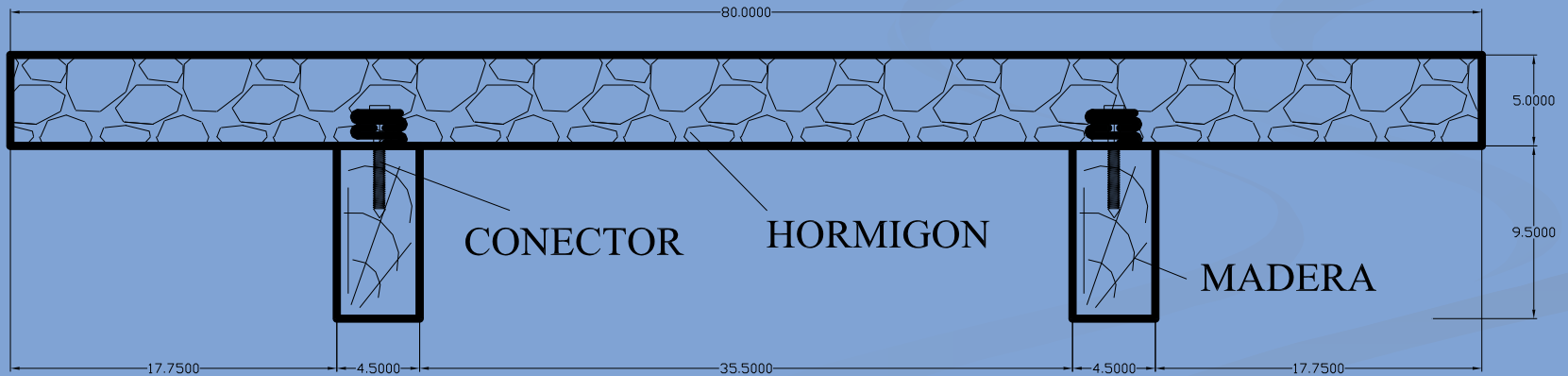
Se analiza el comportamiento de una estructura mixta de hormigón – madera, sometida a flexión, esfuerzo predominante en los modelos de puentes a analizar en otras etapas del Proyecto de Investigación de referencia.

El desarrollo de la acción compuesta entre la viga de madera y la losa de hormigón depende de la ocurrencia de una deflexión desde la fibra superior del hormigón hasta la parte inferior de la viga de madera. Se analiza el comportamiento de cada uno de los materiales que componen el prototipo y el comportamiento global de la estructura, para determinar si efectivamente se produce la interacción entre hormigón y madera.

# MATERIALES Y METODOS

## Ensayo Experimental:

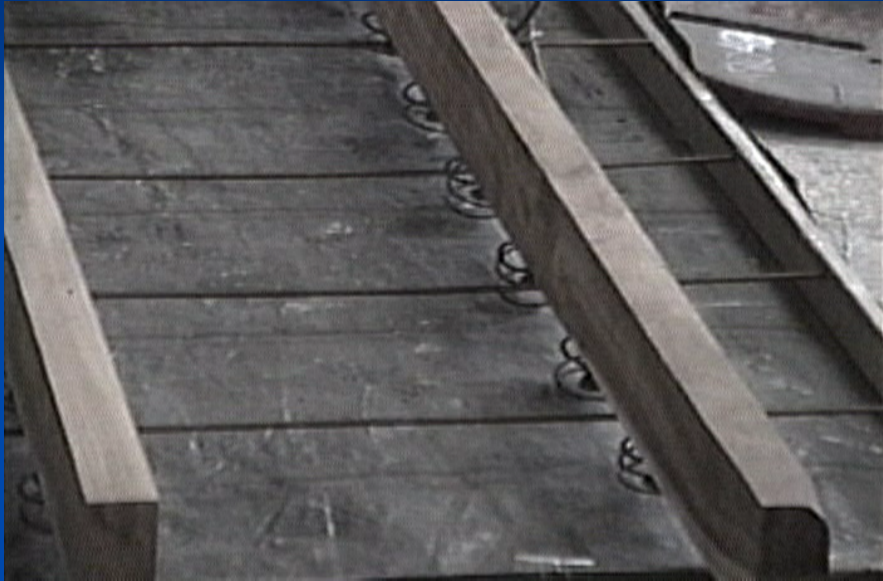
Se presenta un prototipo de estructura mixta de hormigón - madera, diseñado a escala reducida. En la parte inferior posee dos tirantes de madera de 45mm x 95mm de sección y 3,20m de longitud (3,00m de luz libre), separados por una distancia entre ejes de 400mm. Sobre dichos tirantes se ubica una capa de hormigón de 800mm de ancho y 50mm de espesor.



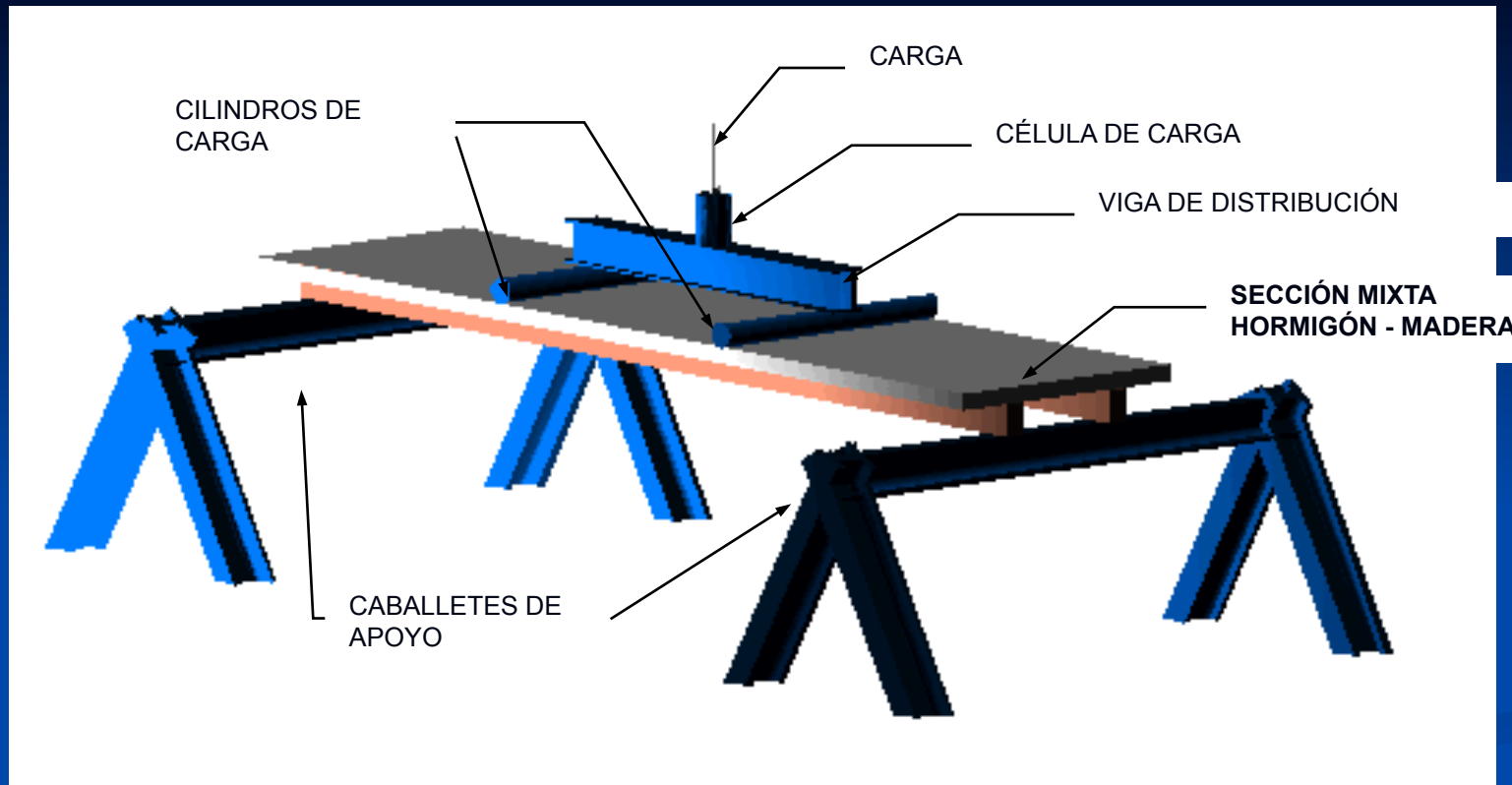
*Sección transversal del prototipo*



Se presentan imágenes de la probeta de ensayo antes y durante su hormigonado. Se aprecian los tirantes, la disposición de los conectores y la malla transversal. Cabe aclarar, como se deduce en la imagen, que la probeta es hormigonada en posición invertida.

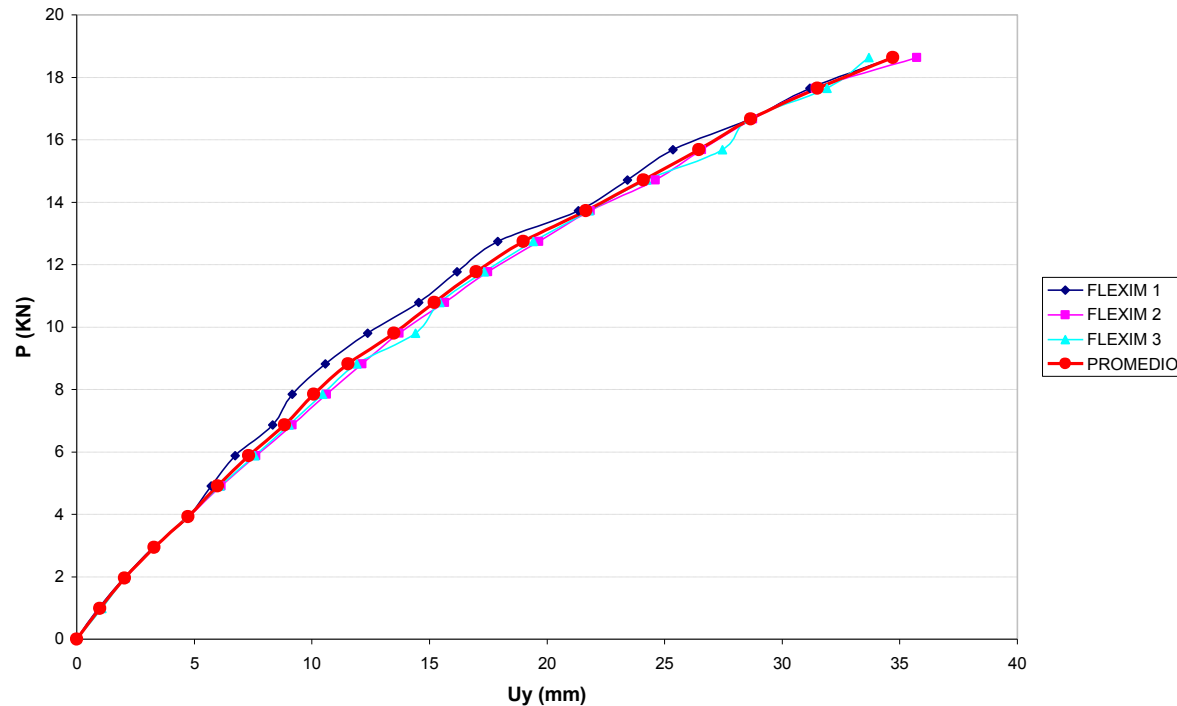


*Prototipo de Ensayo a la Flexión*



*Esquema del ensayo*

El ensayo se realiza bajo un marco de carga. Se disponen tres extensímetros en la línea media transversal de la luz: uno en la placa de hormigón y los dos restantes en cada uno de los tirantes de madera con el objeto de obtener valores medios de la evolución de la deformación en ese punto (flecha máxima) y verificar si existe separación vertical entre los dos materiales.



*Diagrama Cargas – Deformación*

## Resultados Experimentales

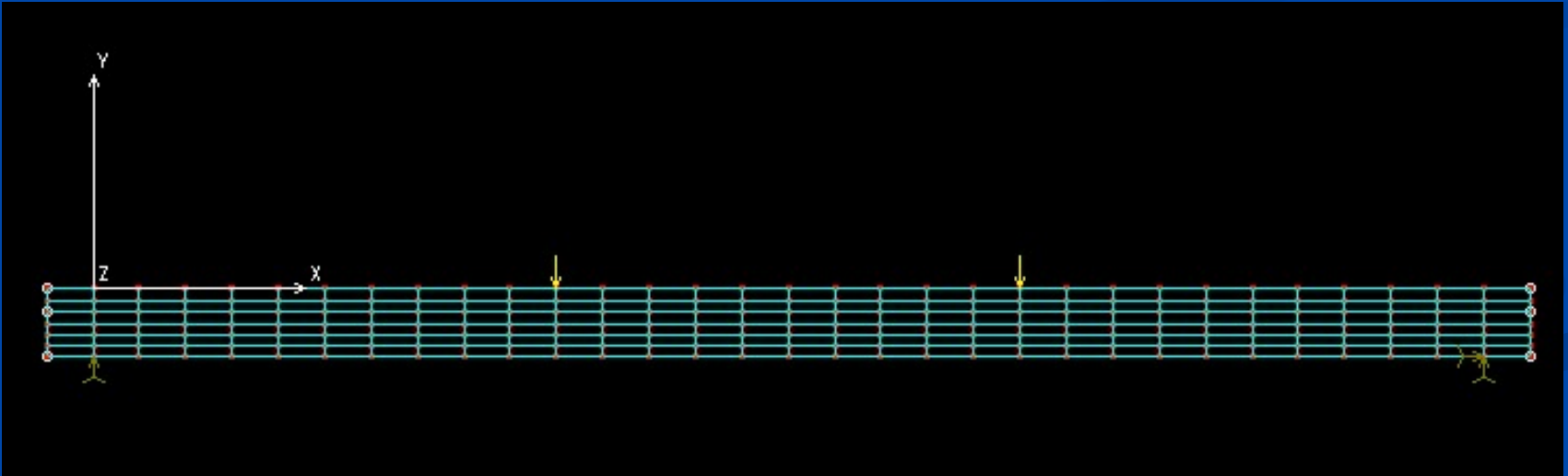
Los resultados se presentan en la Figura N° 4 mediante una curva carga – deformación, donde se representan las lecturas obtenidas en cada uno de los extensímetros, al aplicarse la carga y una curva promedio de los descensos verticales.

Se observa un bajo grado de dispersión comparando las curvas obtenidas para cada uno de los extensímetro

# DISCUSION DE RESULTADOS

## Modelado Numérico

Para analizar numéricamente el comportamiento del prototipo de estructura mixta de hormigón madera sometido a esfuerzos de flexión y verificar los resultados experimentales, se presenta un Modelo Simplificado planteado en trabajos previos (Astori y otros, 2006) donde el hormigón y la madera son representados mediante elementos planos y los conectores son representados mediante elementos tipo Resorte.





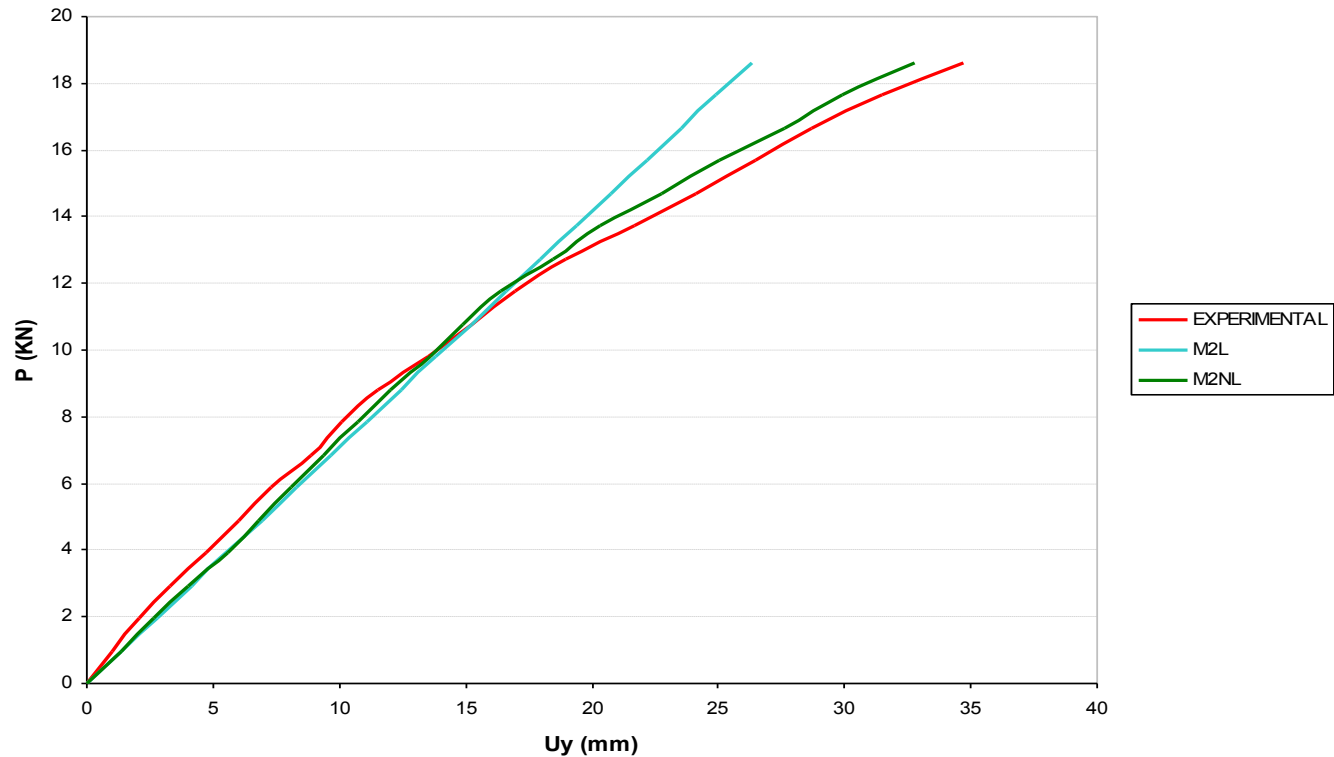
Tipo de Elemento	Modulo de Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Ancho modelado (cm)
PLANO 2D para madera	100000	8
PLANO 2D para Hormigón	300000	60
RESORTE para conector	2100000	--

### *Propiedades de los elementos*

Inicialmente se adopta para el resorte un comportamiento lineal. Los desplazamientos obtenidos a mitad de la luz son representados en un Diagrama Carga-Deformación, donde se aprecia que, coinciden con los resultados experimentales solo en la primer parte lineal.

Esto muestra que, para esos niveles de carga, la acción compuesta entre madera y hormigón es total. A medida que las cargas aumentan, ocurren deslizamientos y el sistema trabaja bajo una acción compuesta parcial.

Para simular este comportamiento, se reemplazan los conectores lineales por otros con comportamiento No Lineal, introduciendo los valores de la curva promedio obtenida de los resultados de los ensayos de corte, en la curva que representa las propiedades materiales del elemento



### *Curva Cargas-Desplazamientos*

Se aprecia un alto grado de coincidencia con la curva obtenida en los ensayos experimentales de flexión, verificándose claramente que la relación carga deformación de la estructura mixta de hormigón madera presentada es No Lineal.

# CONCLUSIONES

- Los resultados experimentales indican un buen comportamiento del prototipo de estructura mixta ensayado al ser sometido a solicitaciones de flexión
- Para un amplio rango de cargas, los conectores aseguran pequeñas deformaciones relativas en la interfase hormigón-madera, condición fundamental para que ambos materiales trabajen en forma solidaria o mixta.
- Respecto a los distintos modelados numéricos, los análisis sucesivos de cada uno de ellos llevan a presentar un alto grado de coincidencia entre el modelado No Lineal con los resultados experimentales. Dicho modelado servirá entonces para trabajar, con los ajustes convenientes, con otros prototipos y estructuras mixtas a analizar en lo sucesivo.

# AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la UNNE, A la Facultad de Ingeniería de la UNNE y en especial al Instituto de Estabilidad y al Departamento de Mecánica Aplicada, que hicieron posible la realización y presentación de este trabajo.

FIN