



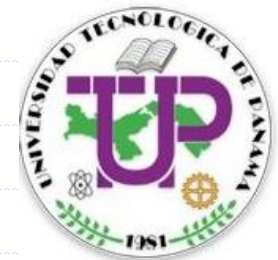
**INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE BOCA DEL RÍO**



Nuevas técnicas de Formado de Placas de los Cascos de Buques; Buscando la Sostenibilidad de la Industria de Construcción y Reparación Naval

Dr. Adan VEGA

Universidad Tecnológica de Panamá



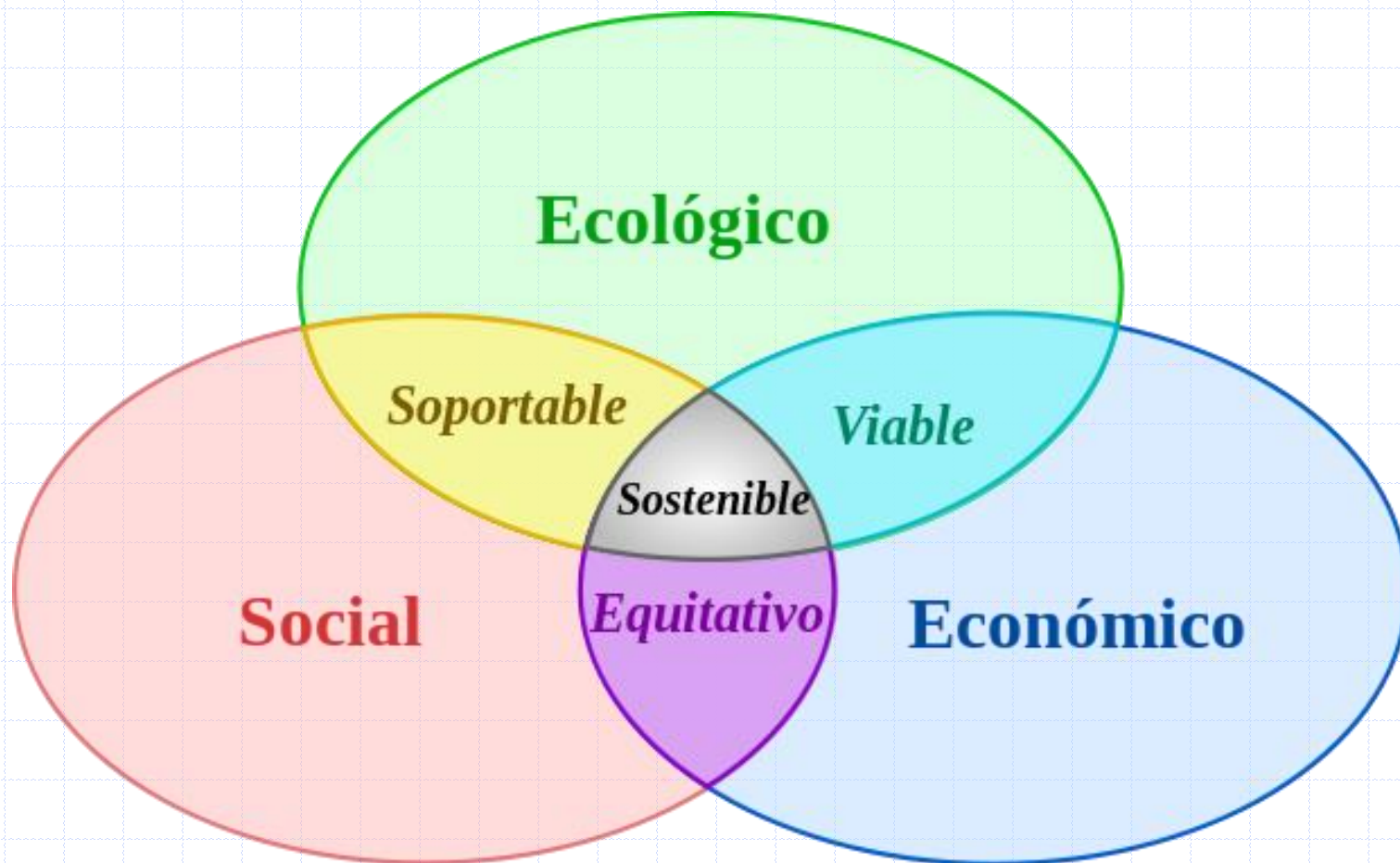
Contenido

- Introducción
- Mecanismo de formado con líneas de calentamiento
- Relación entre calor y deformación
- Robot IHI – a
- Comentarios finales sobre sostenibilidad de la industria de construcción y reparación naval

Contenido

- **Introducción**
- Mecanismo de formado con líneas de calentamiento
- Relación entre calor y deformación
- Robot IHI – a
- Comentarios finales sobre sostenibilidad de la industria de construcción y reparación naval

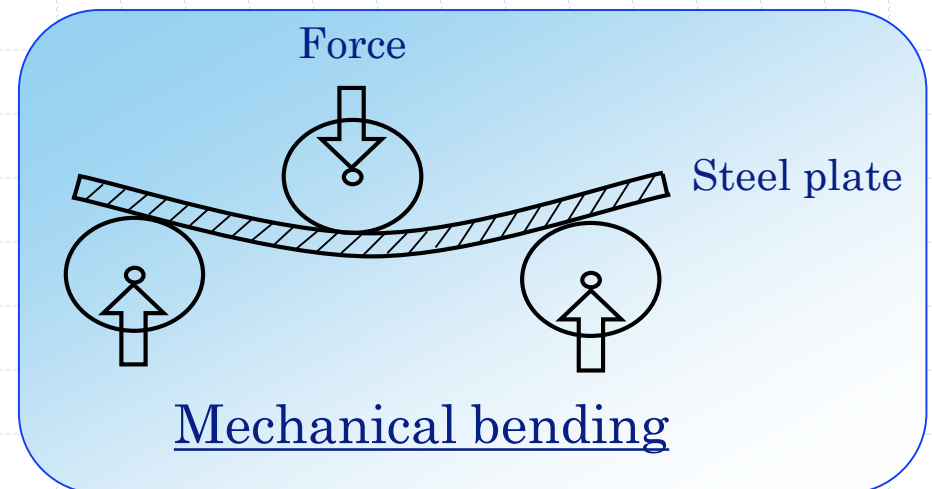
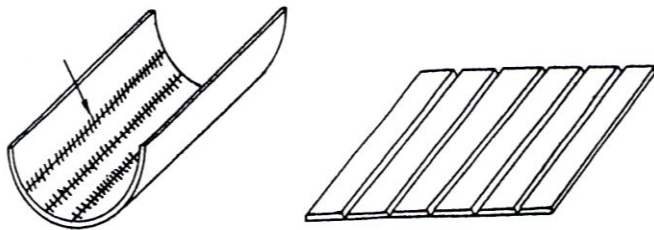
Sostenibilidad

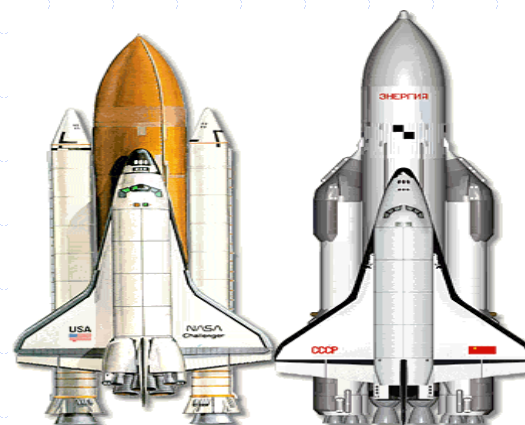


Formado metálico

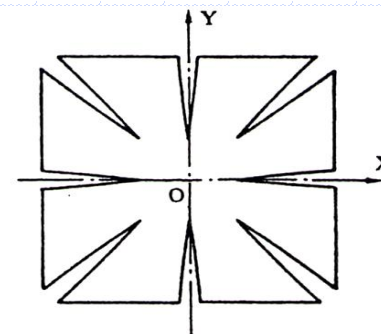
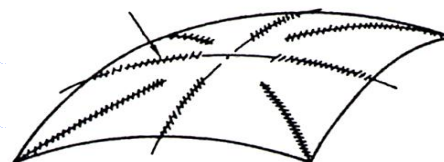


Producidas por doblado





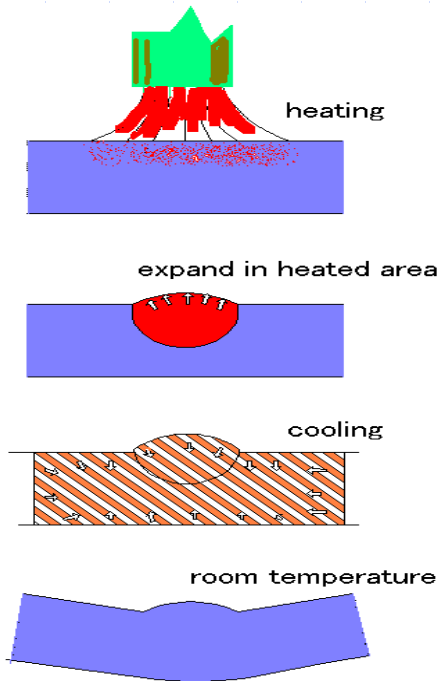
Producidas por doblado y encogimiento



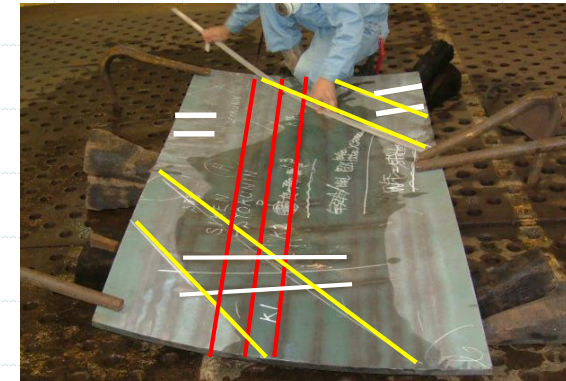
Contenido

- Introducción
- Mecanismo de formado con líneas de calentamiento
- Relación entre calor y deformación
- Robot IHI – a
- Comentarios finales sobre sostenibilidad de la industria de construcción y reparación naval

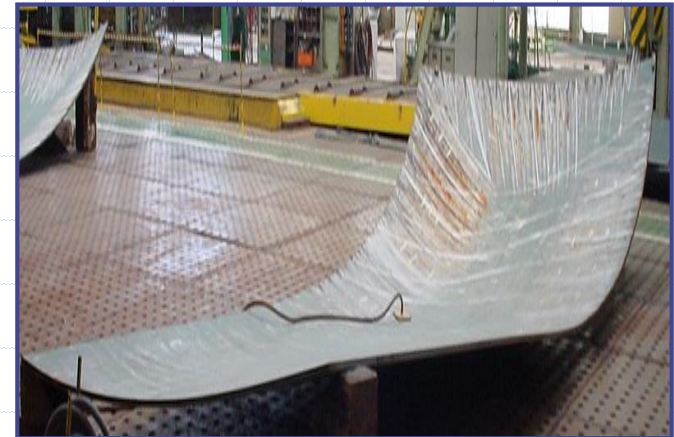
Mecanismo de formado



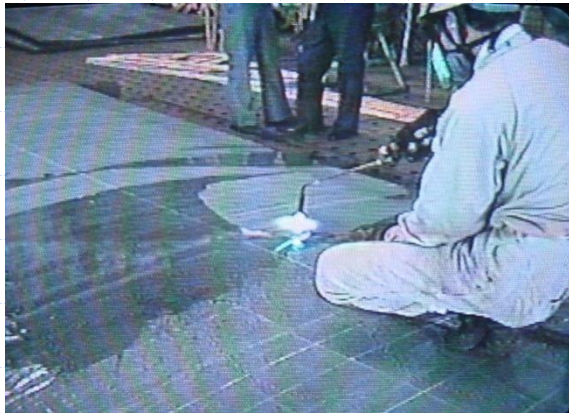
Proceso de formado



Planeamiento

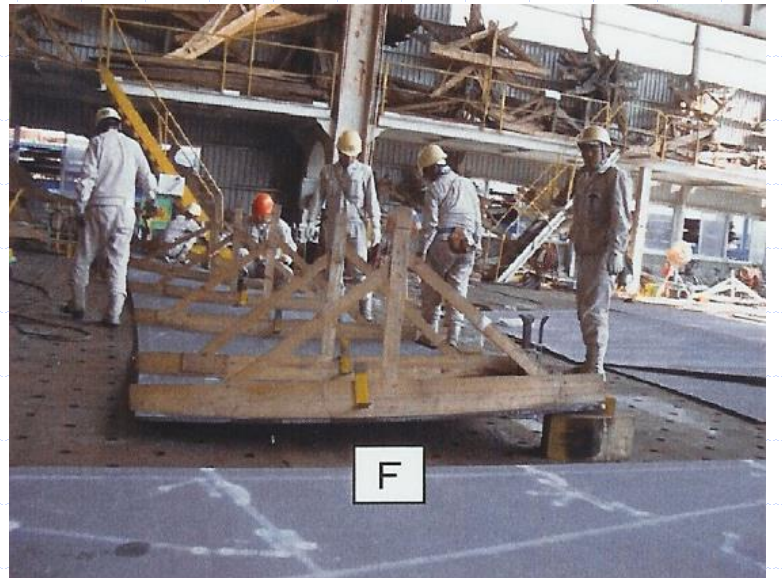
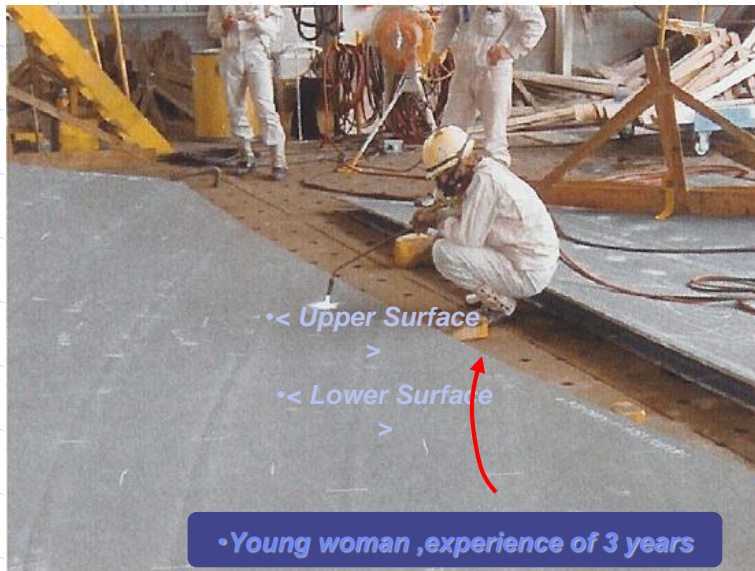


Forma Final



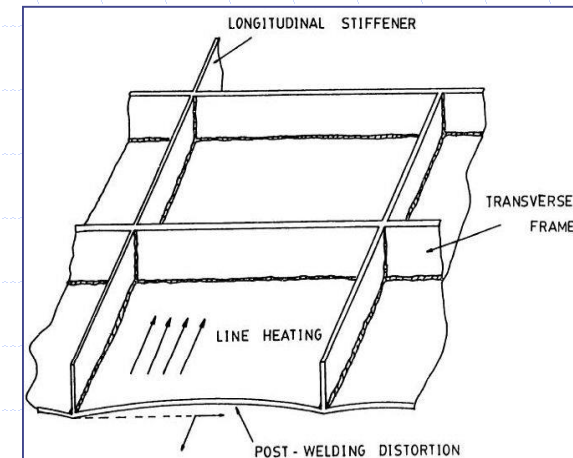
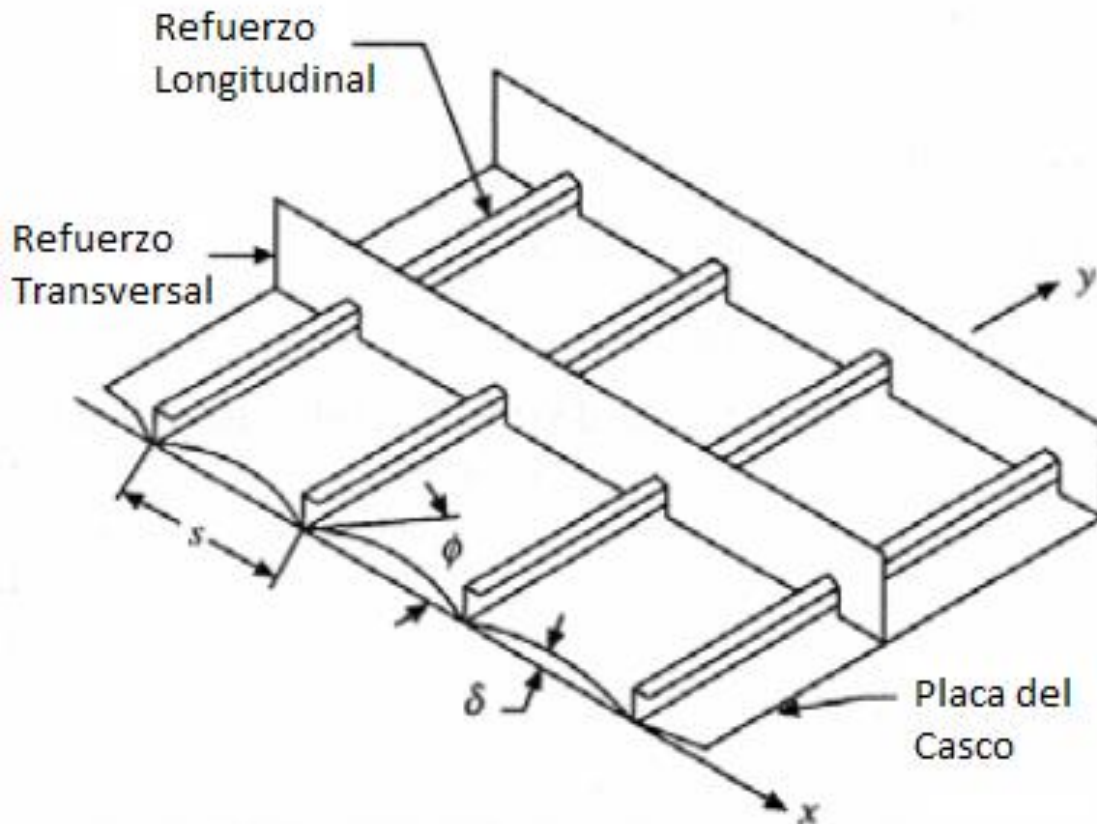
- Requiere de mucha experiencia
- Es muy difícil de aprender



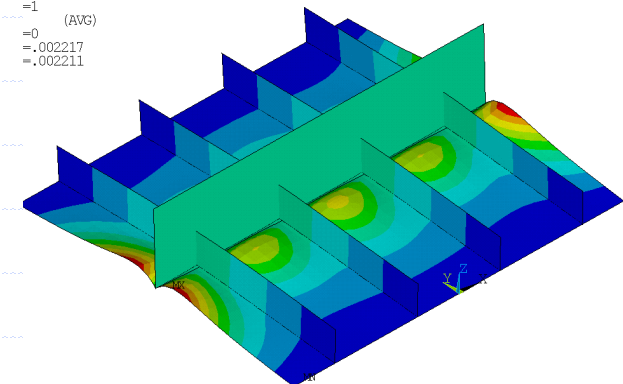


Otras aplicaciones del proceso

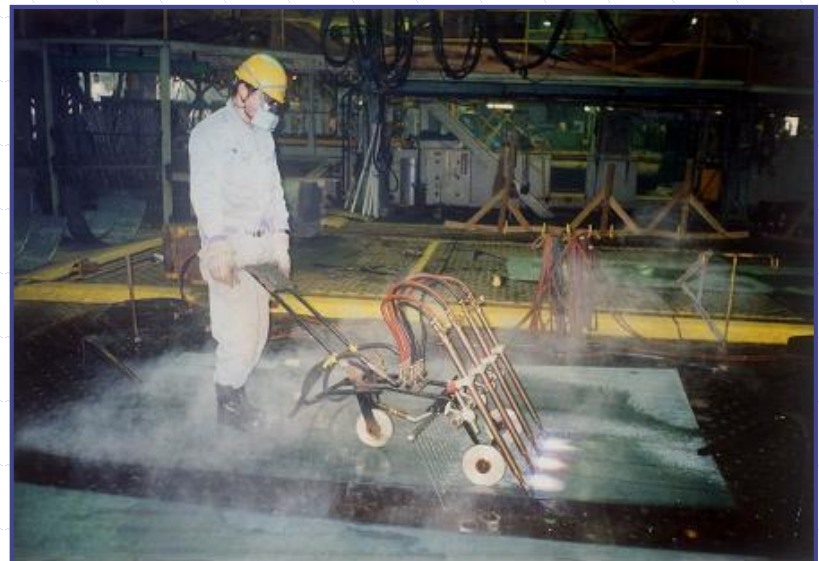
- ✓ Corrección de distorsiones producidas por la soldadura



-1 (AVG)
=0
=.002217
=-.002211



Automatización del proceso



Requisitos básicos para que trabajase como un robot de formado

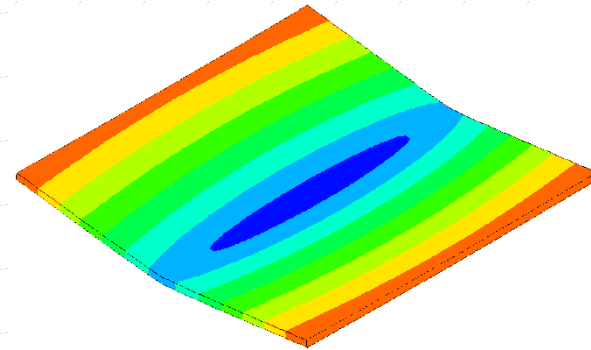
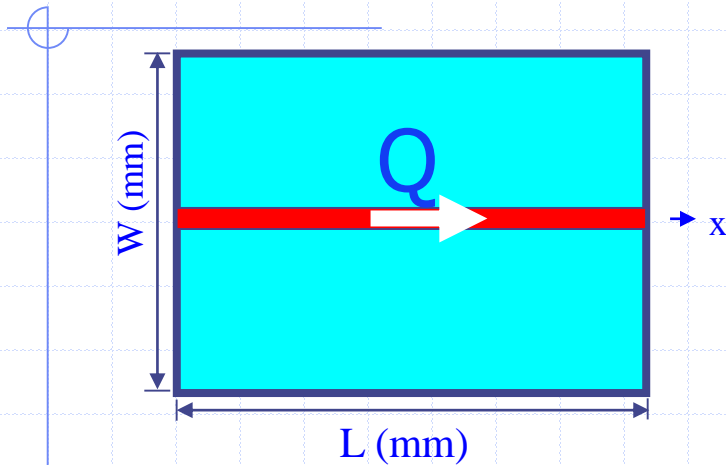
Dado una superficie tridimensional requerida:

- Identificar la posición y la cantidad de calor necesaria para deformar la placa plana hasta transformarla en la forma final requerida.
- Aplicar líneas de calentamiento en las posiciones identificadas en el punto anterior.
- Medir y comparar la forma obtenida con la forma requerida.
- Corregir errores hasta obtener la forma requerida.

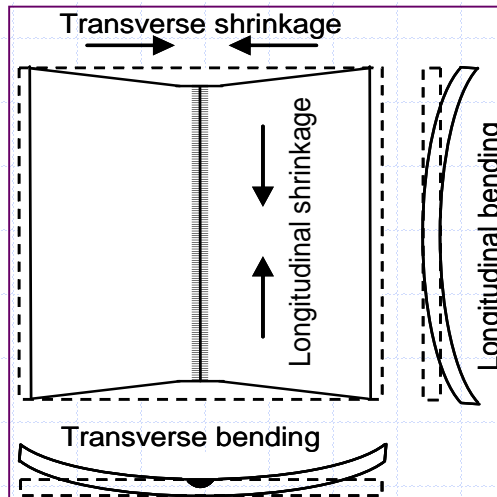
Contenido

- Introducción
- Mecanismo de formado con líneas de calentamiento
- **Relación entre calor y deformación**
- Robot IHI – a
- Comentarios finales sobre sostenibilidad de la industria de construcción y reparación naval

Método de analysis



Componentes de deformación inherente



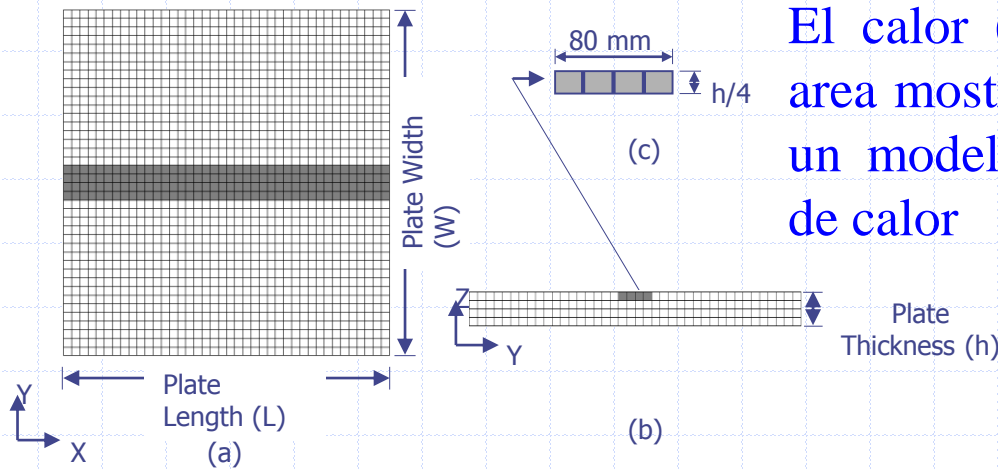
$$\delta_x^i = \int \varepsilon_x^* dydz / h$$

$$\delta_y^i = \int \varepsilon_y^* dydz / h$$

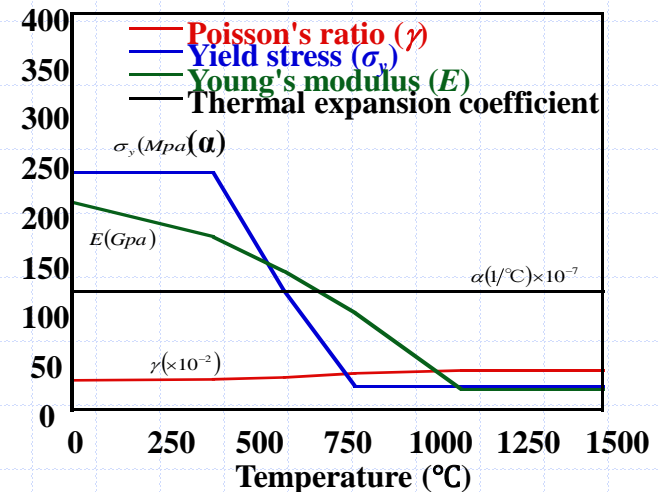
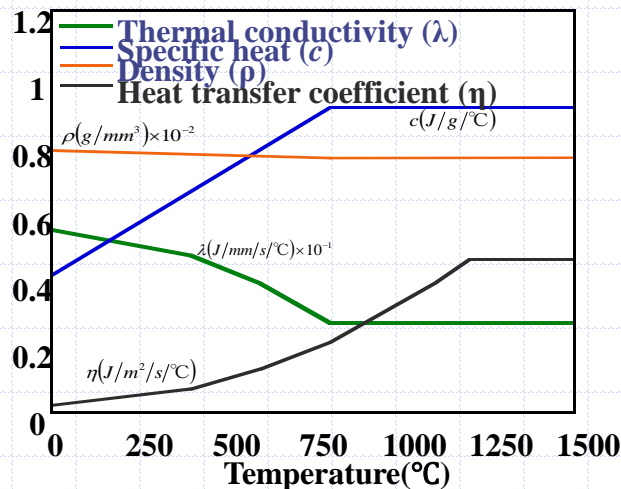
$$\theta_x^i = \int \varepsilon_x^* (z - h/2) / (h^3 / 12) dydz$$

$$\theta_y^i = \int \varepsilon_y^* (z - h/2) / (h^3 / 12) dydz$$

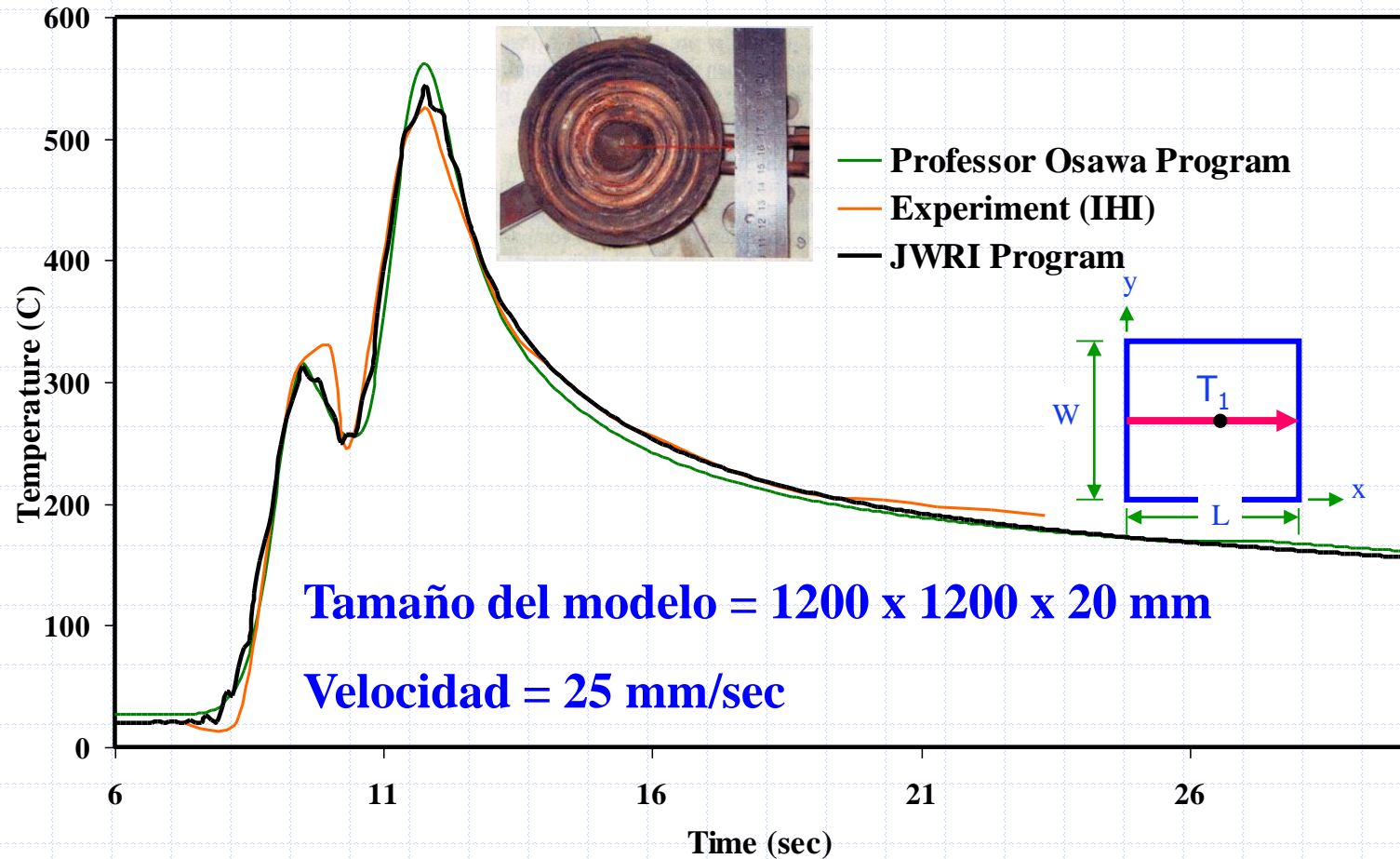
Análisis por medio de elementos finitos

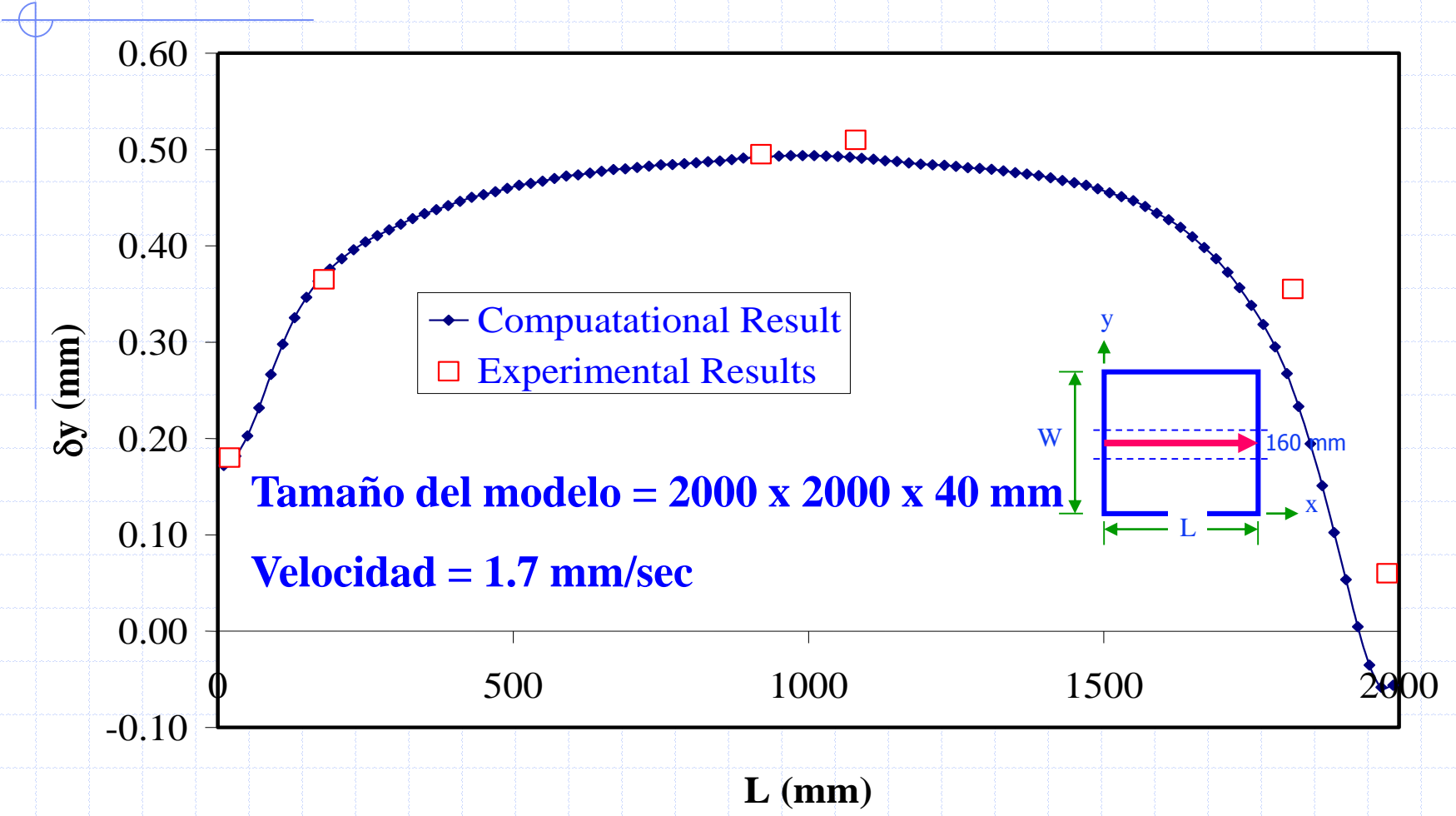


El calor (Q) es introducido en el area mostrada en (c), por medio de un modelo simplificado de fuente de calor

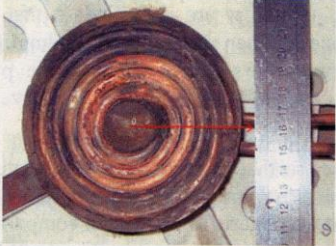
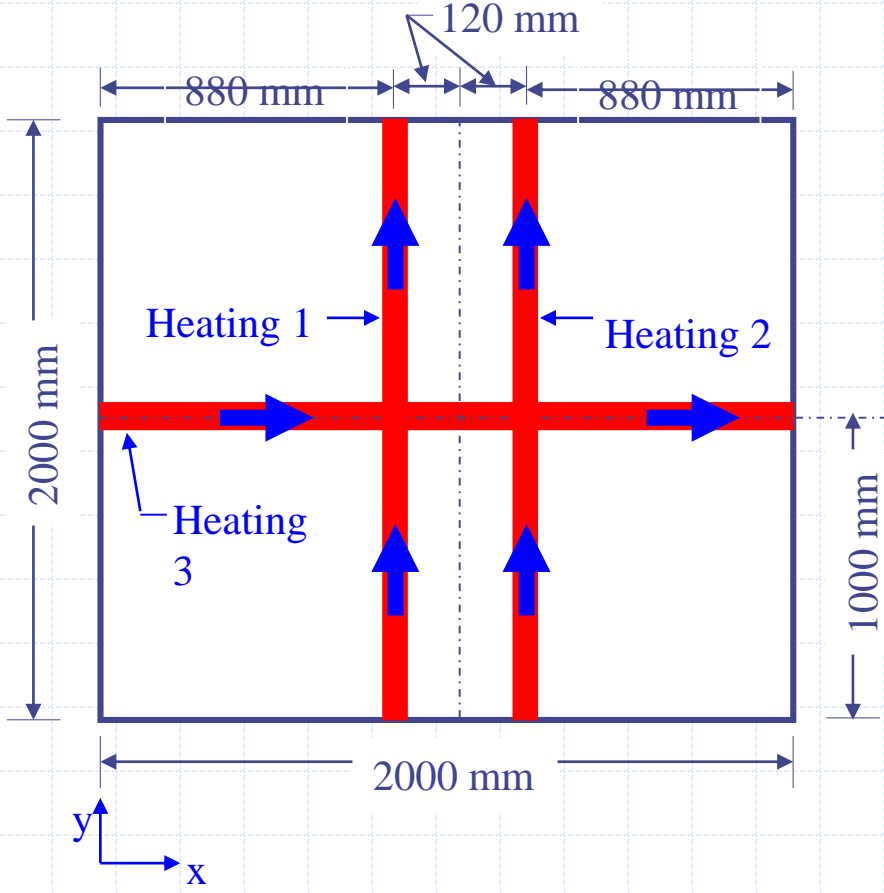


Verificación de los resultados

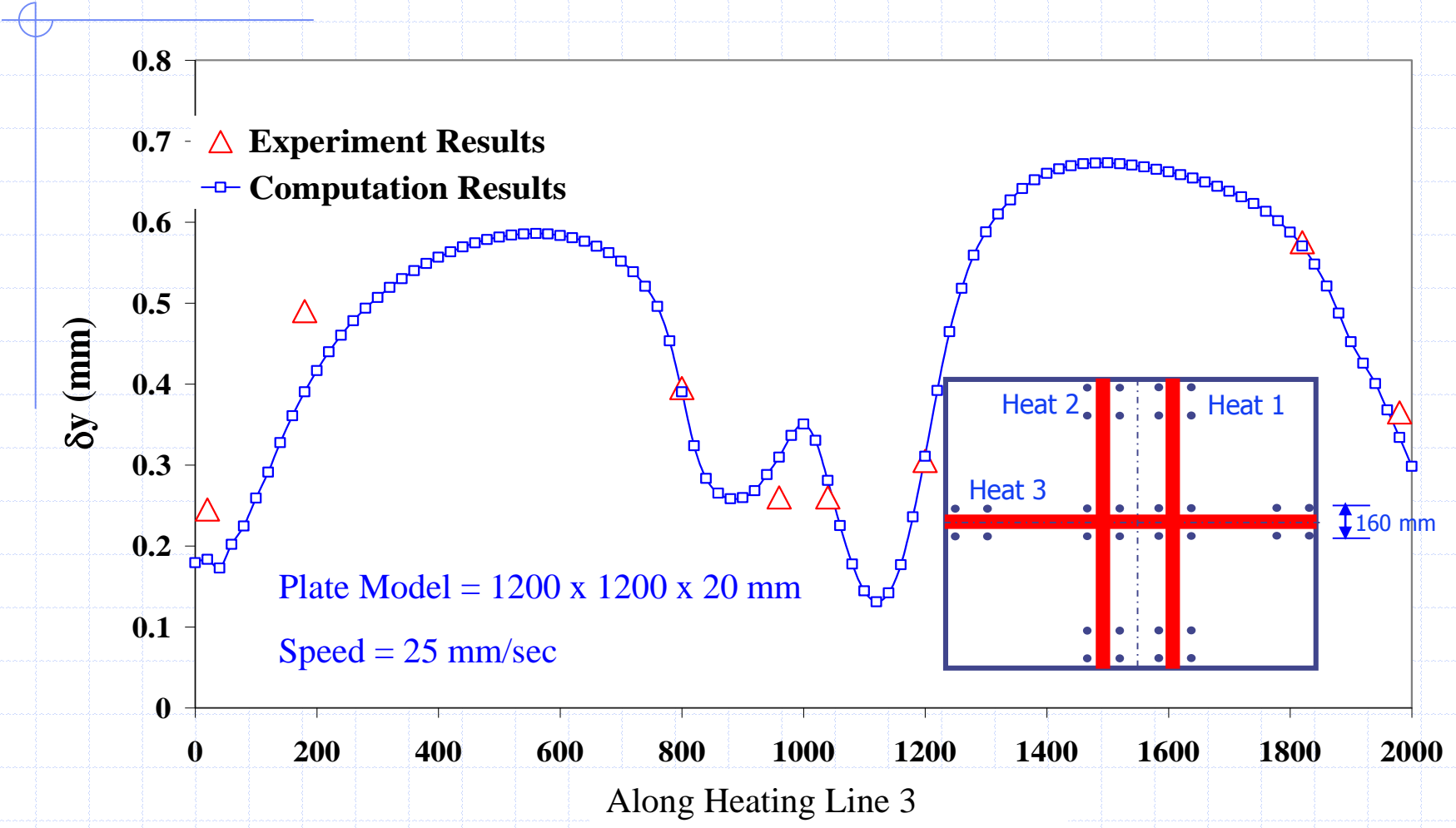




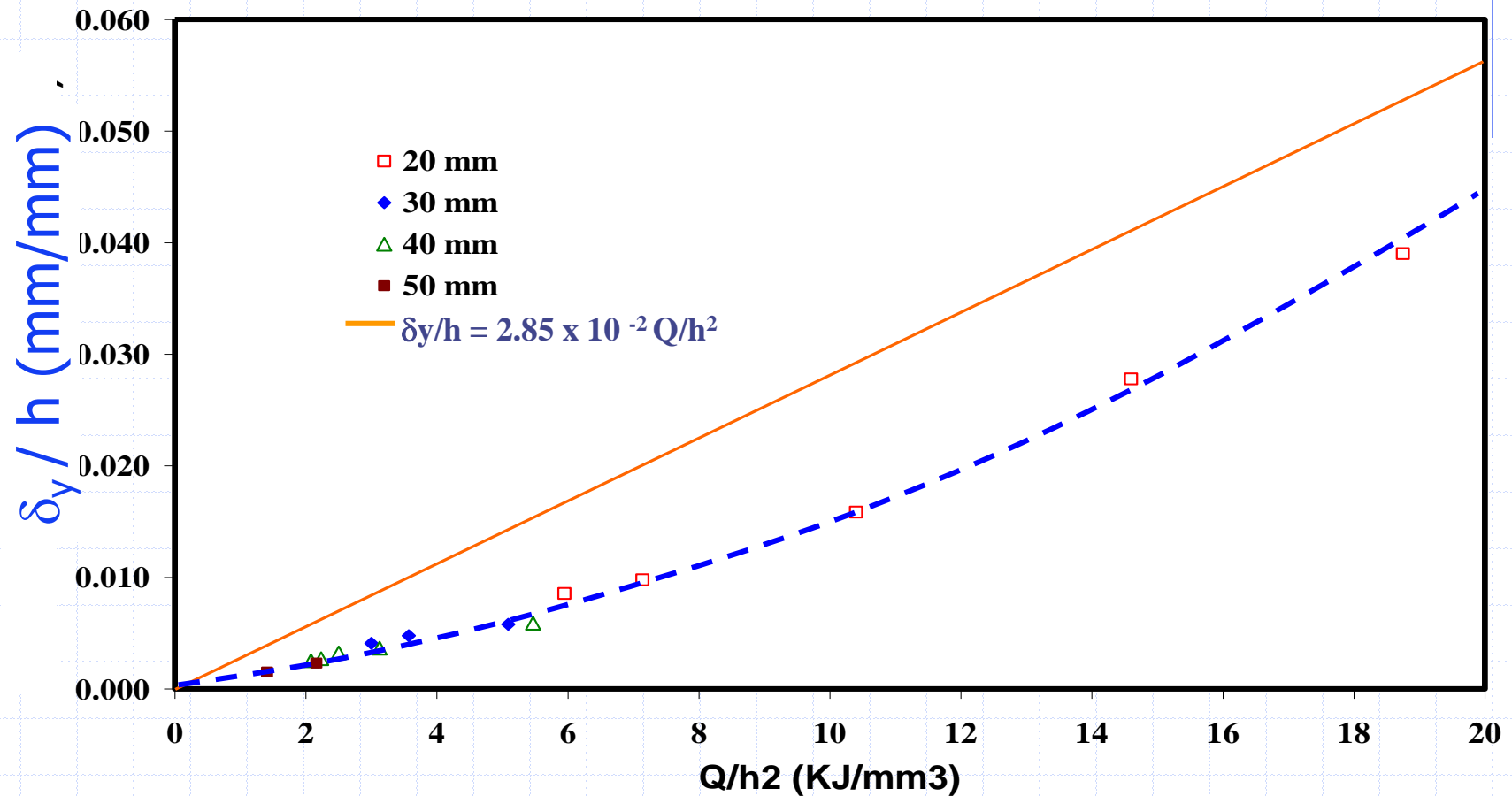
Experimentos

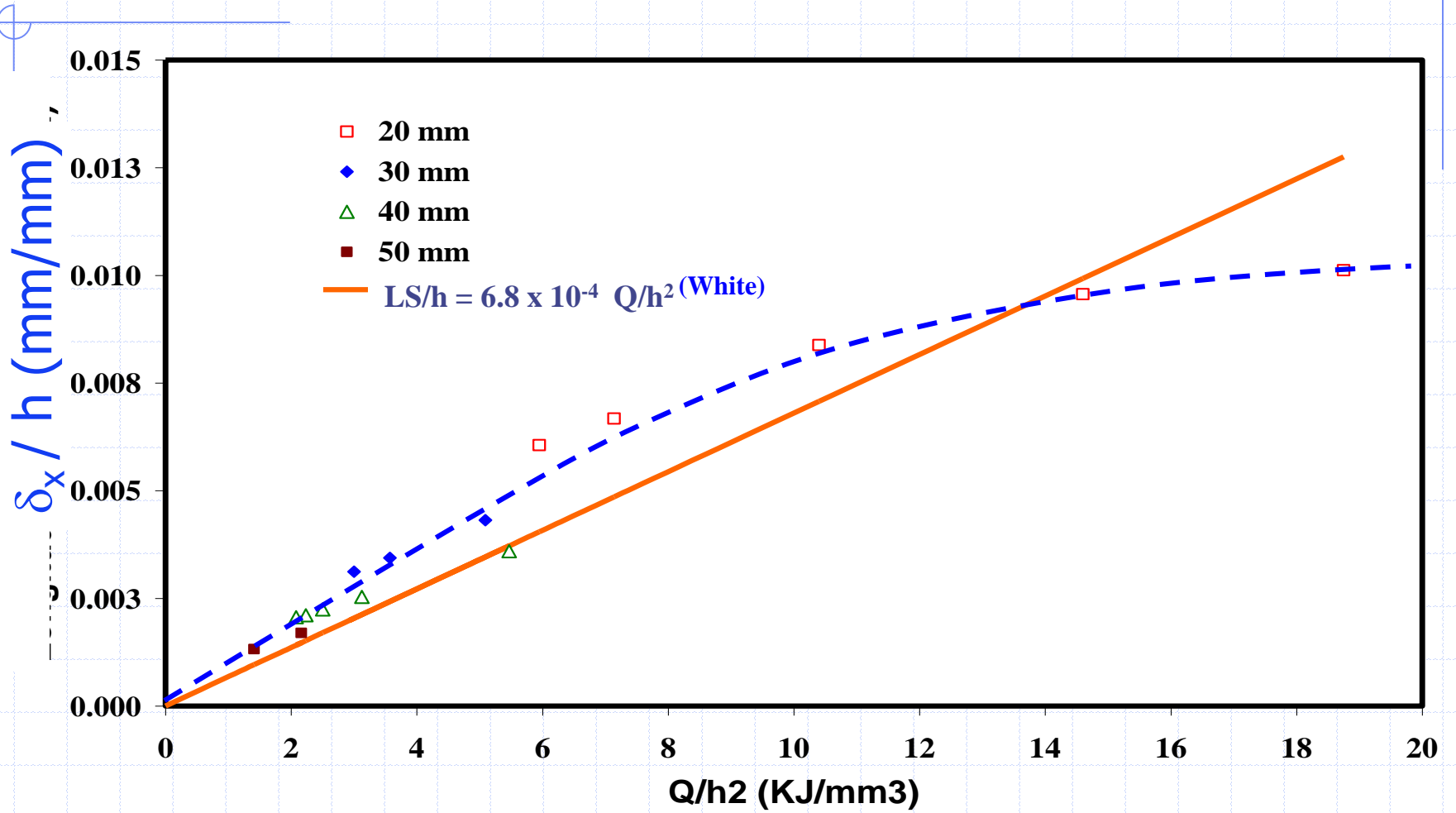


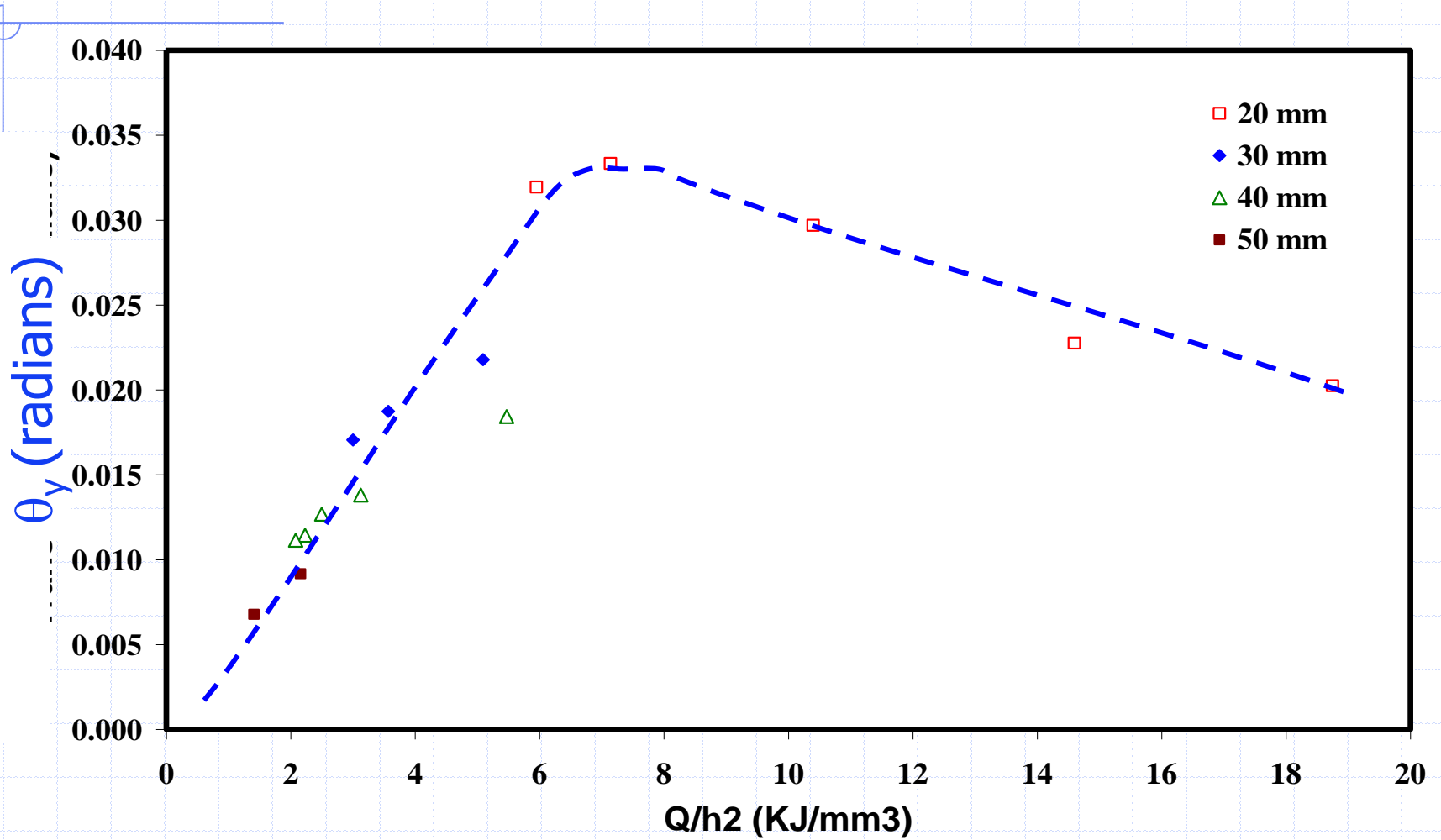
Fuente de Calor

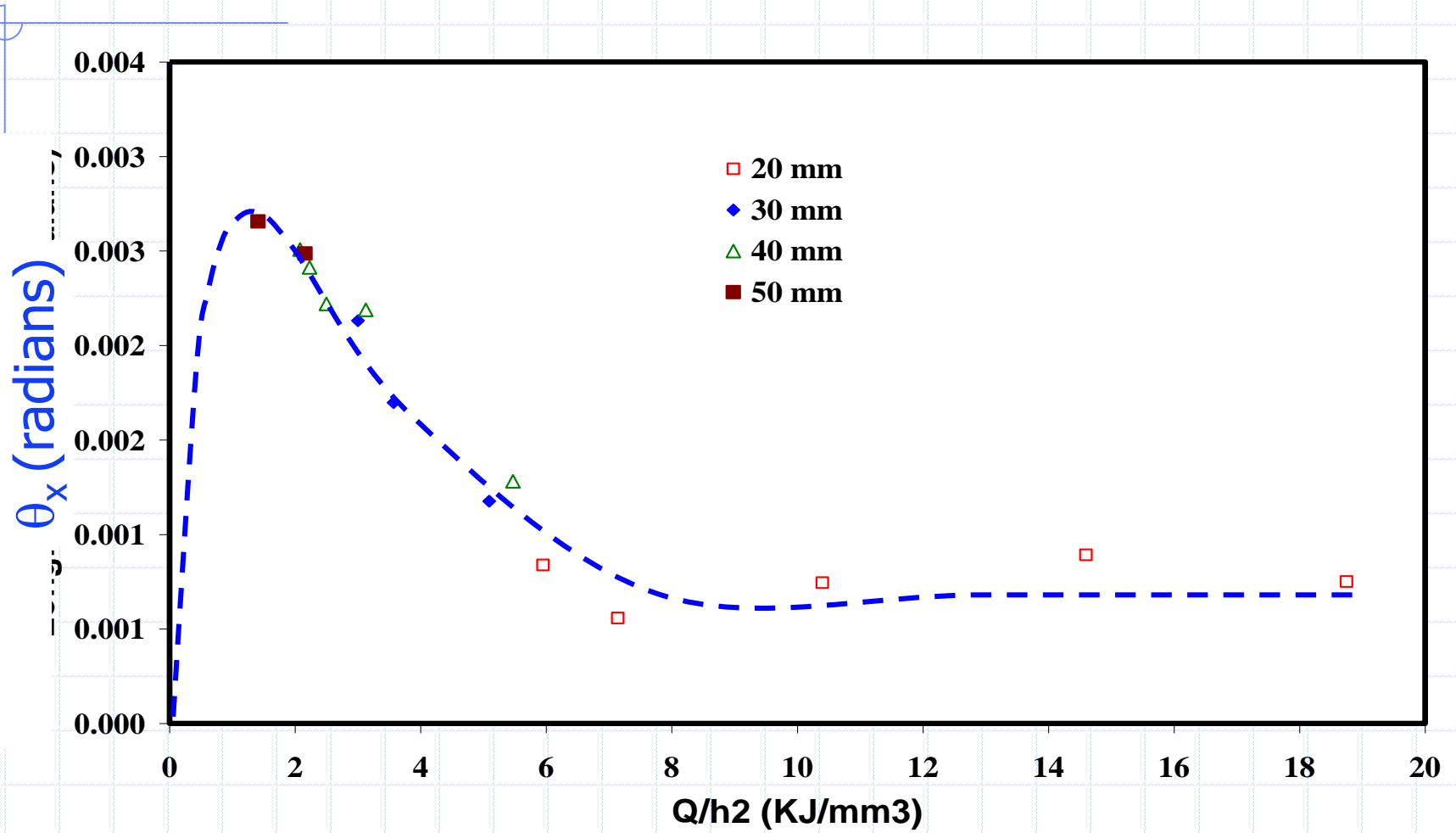


Relación matemática entre cantidad de calor y deformación

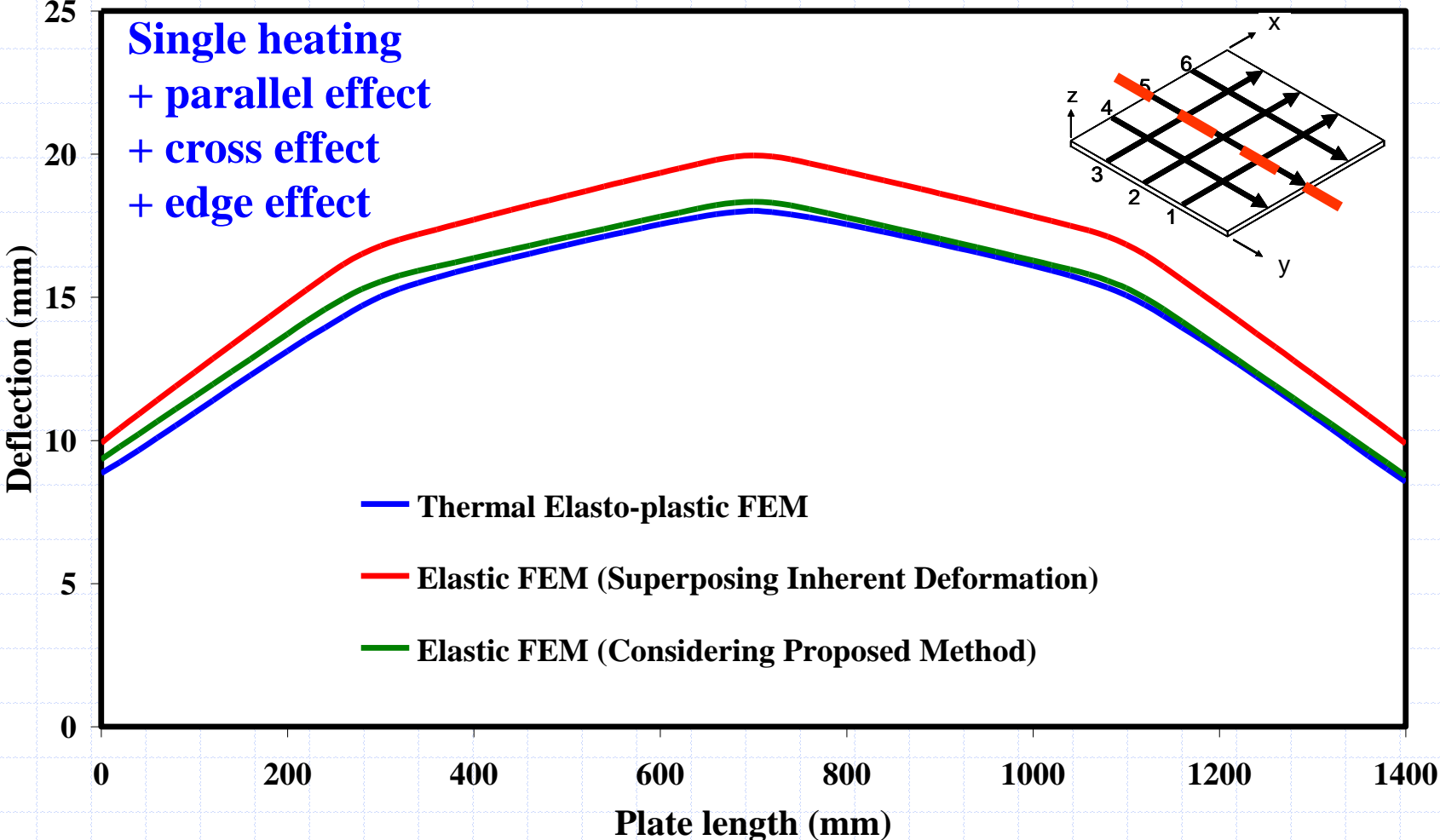




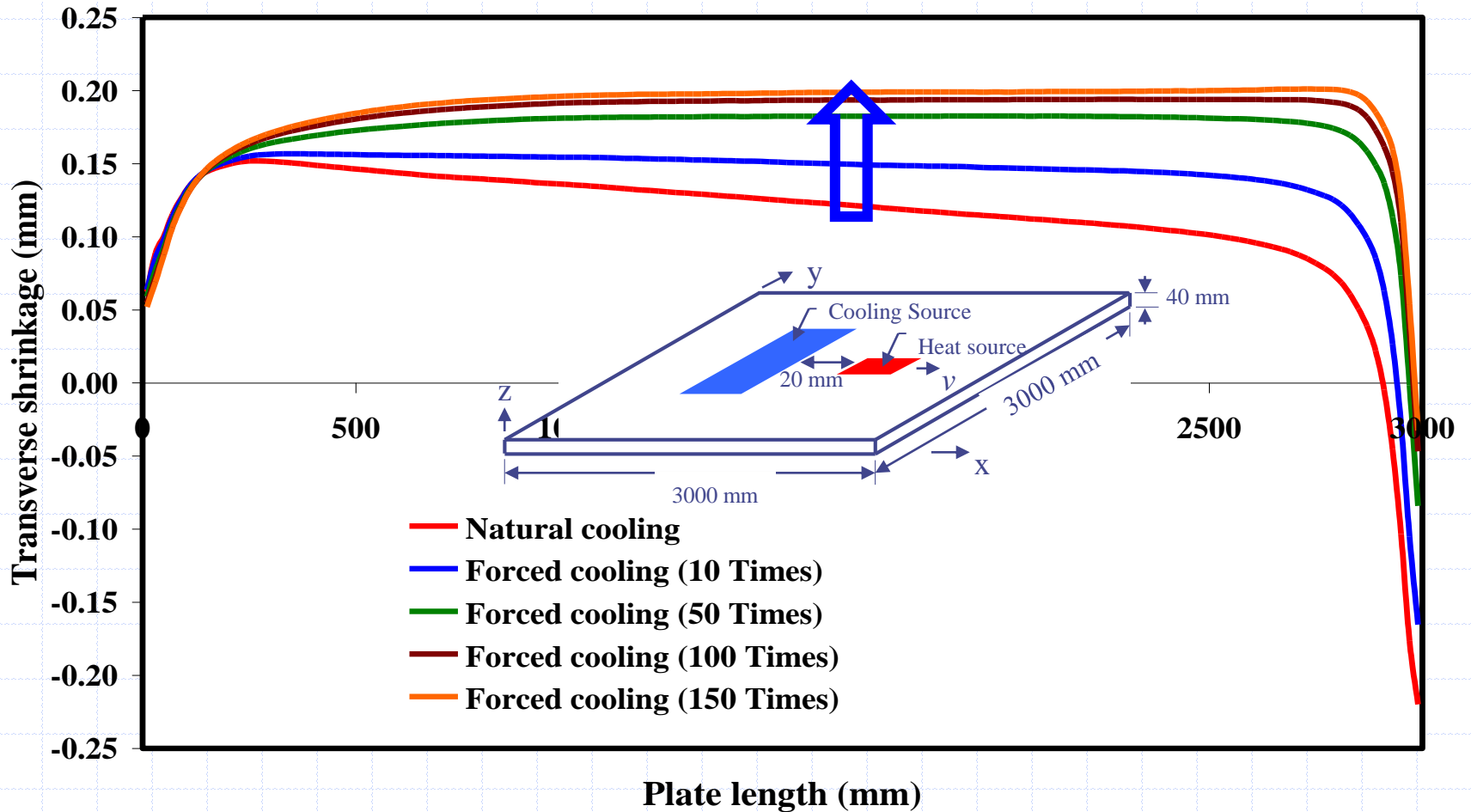


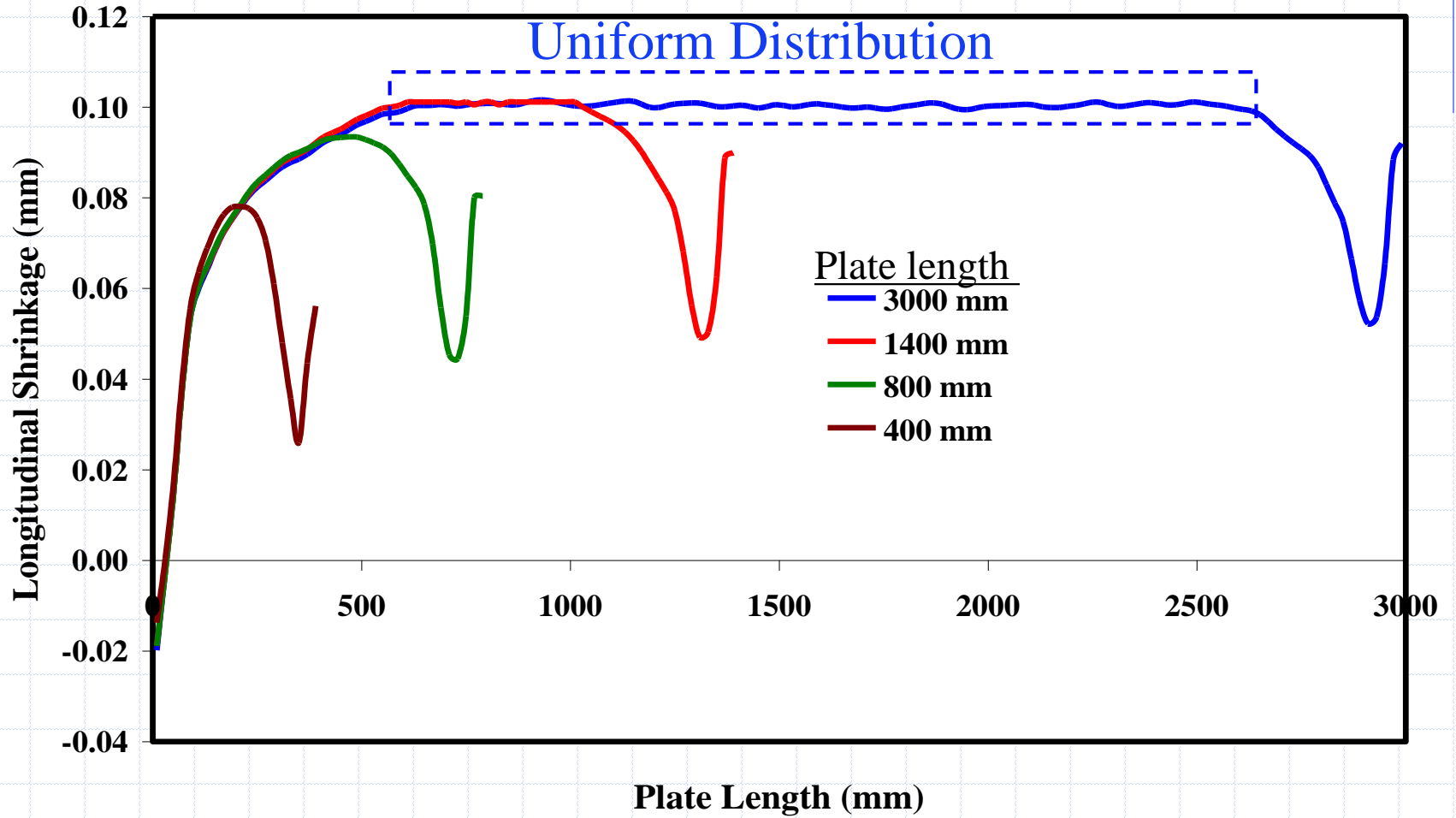


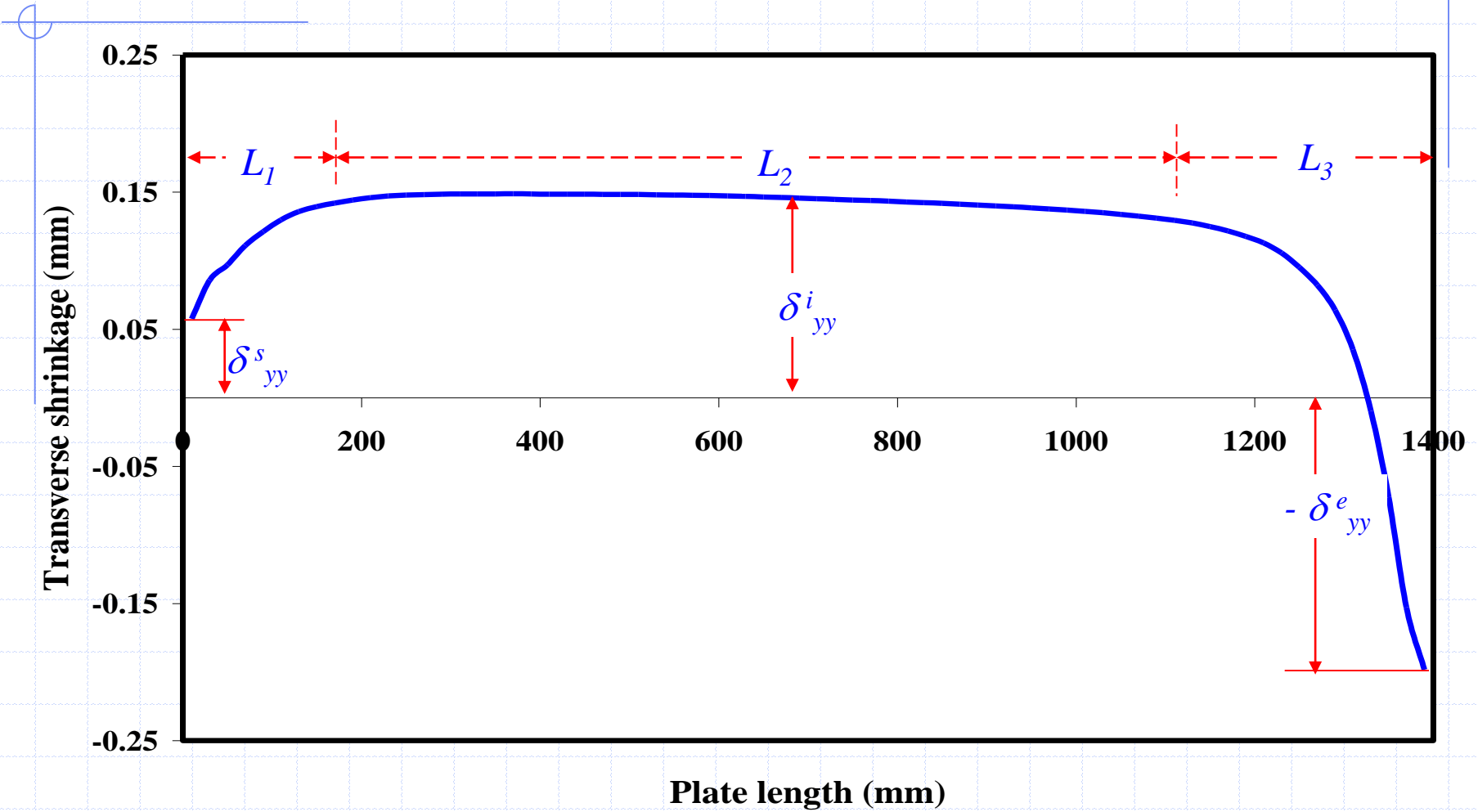
Comparación con otros modelos

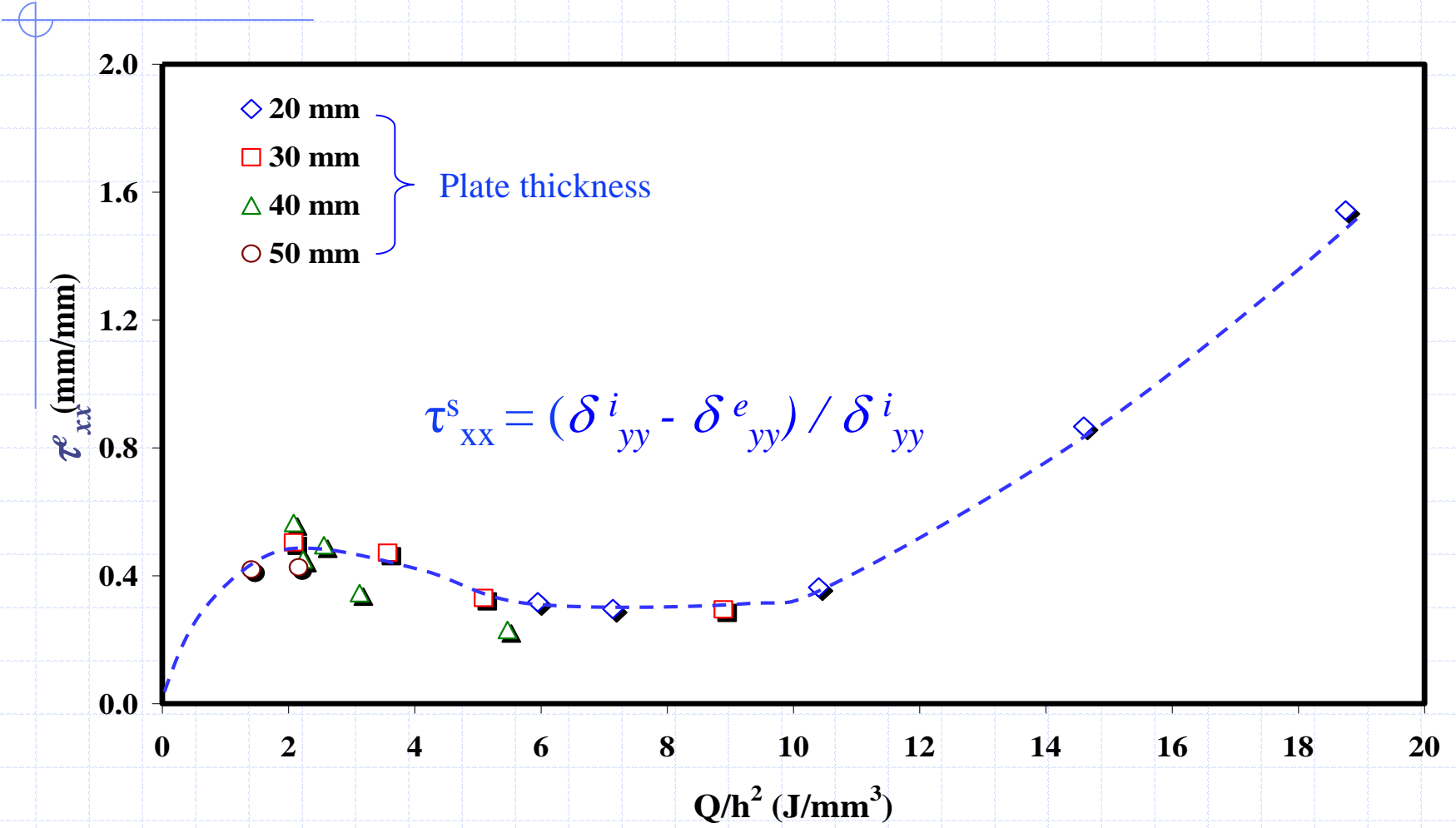


Estudio Paramétrico

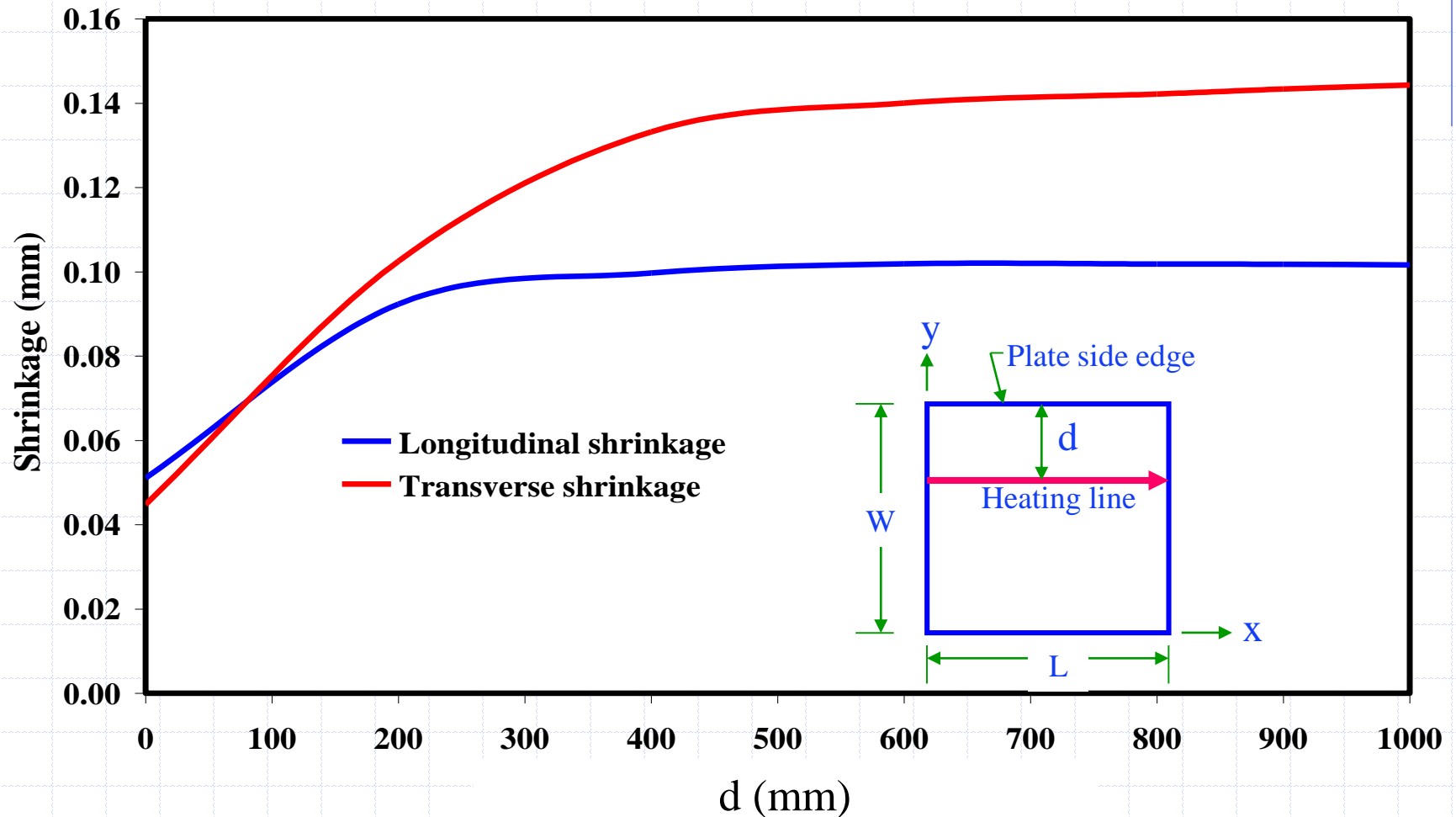




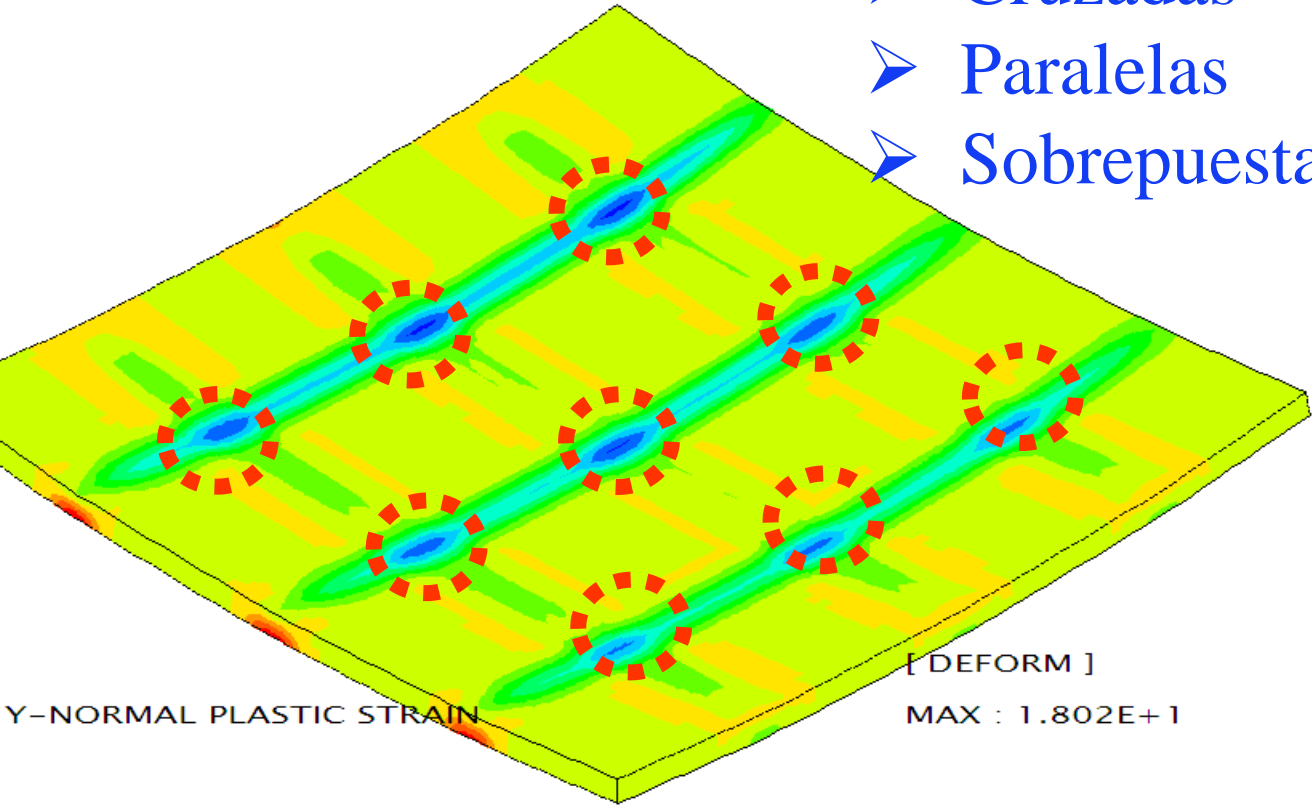
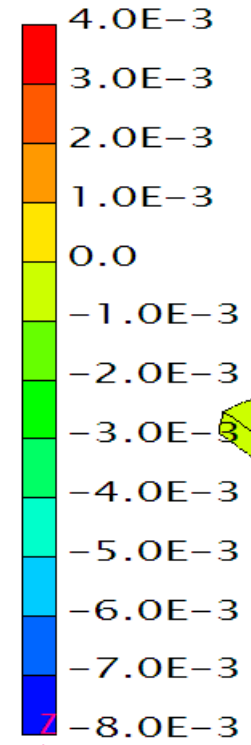




Factores secundarios: Efecto de borde lateral



Factores secundarios: multiples líneas

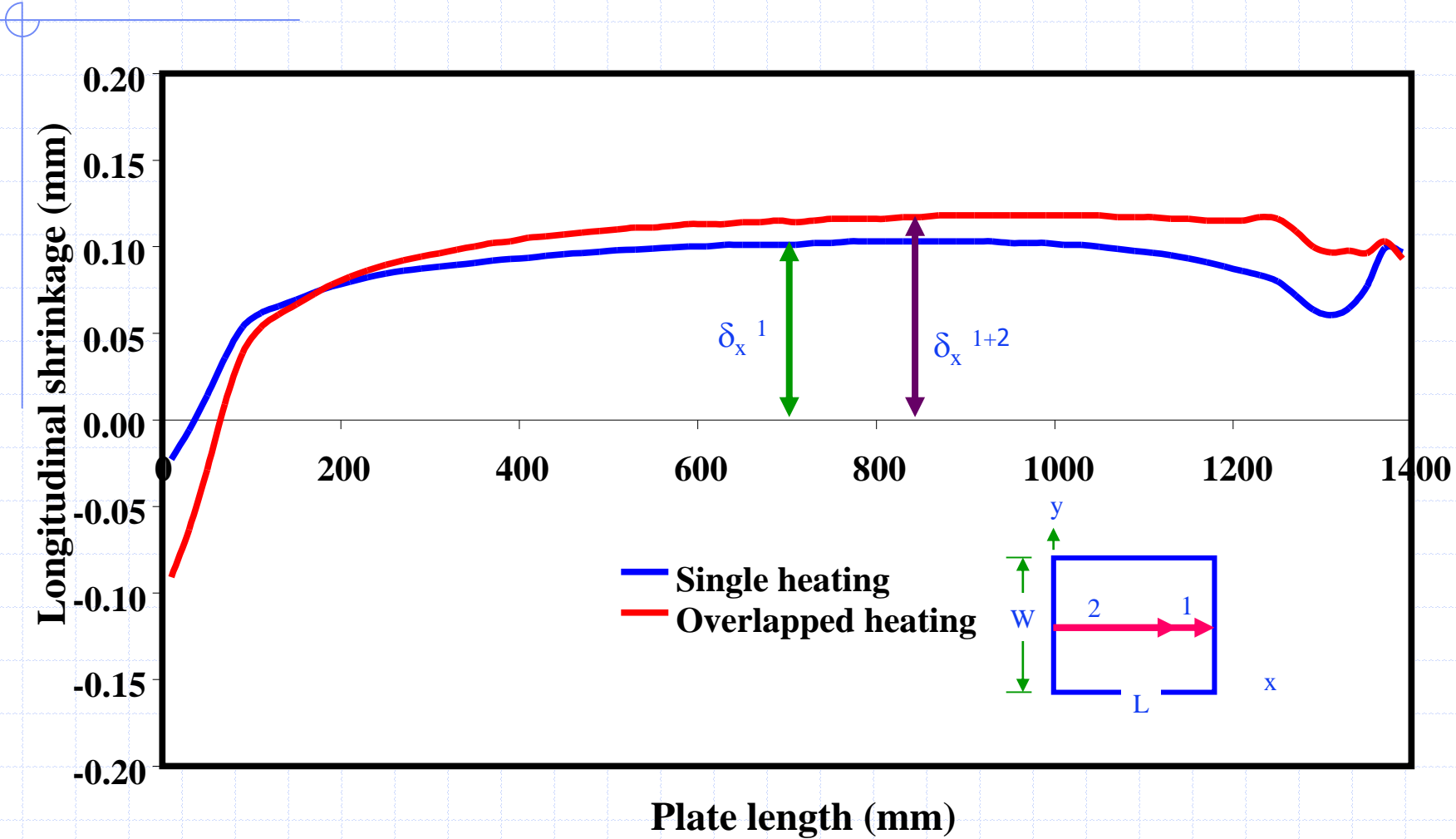


- Cruzadas
- Paralelas
- Sobrepuestas

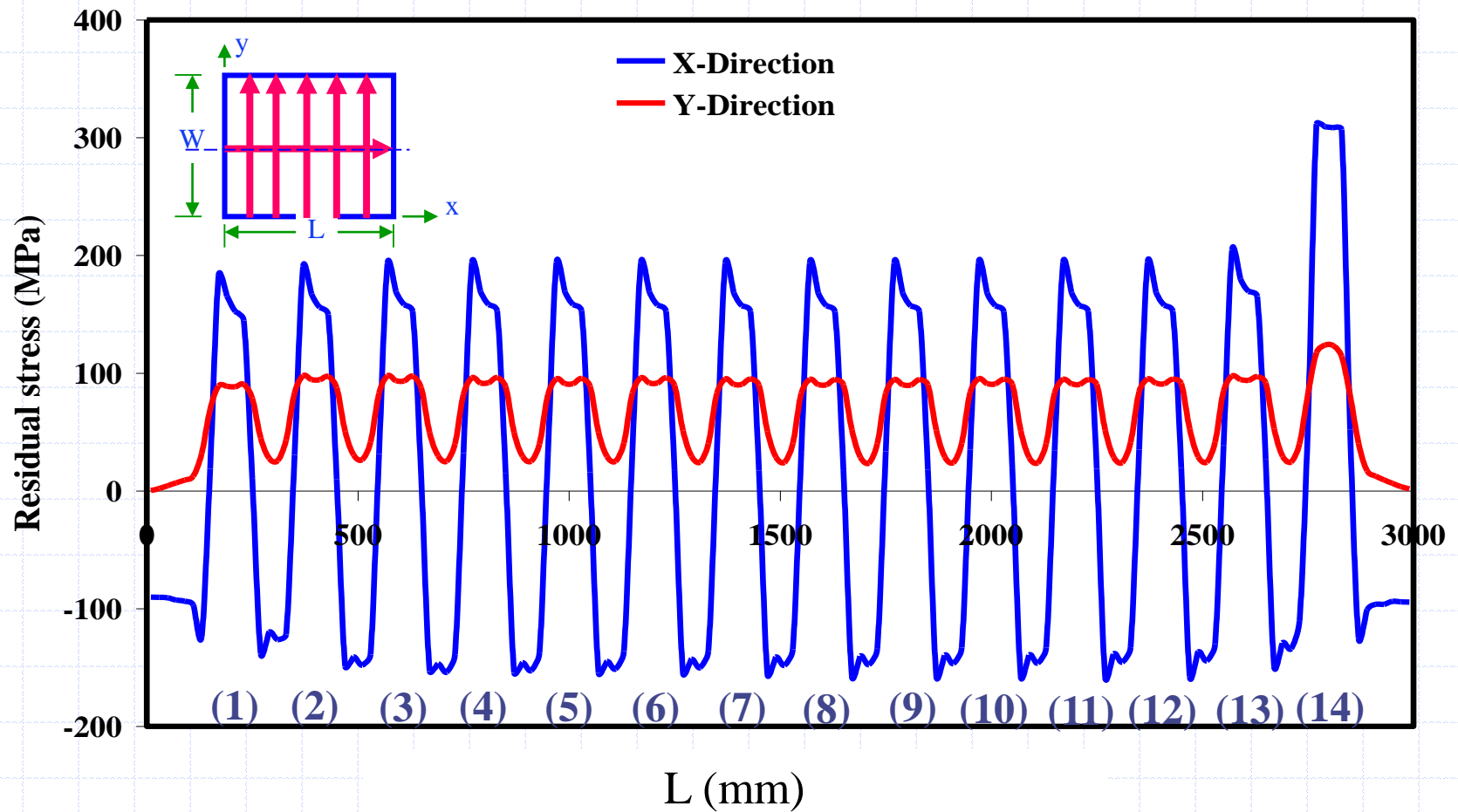
Y-NORMAL PLASTIC STRAIN

[DEFORM]
MAX : 1.802E+1

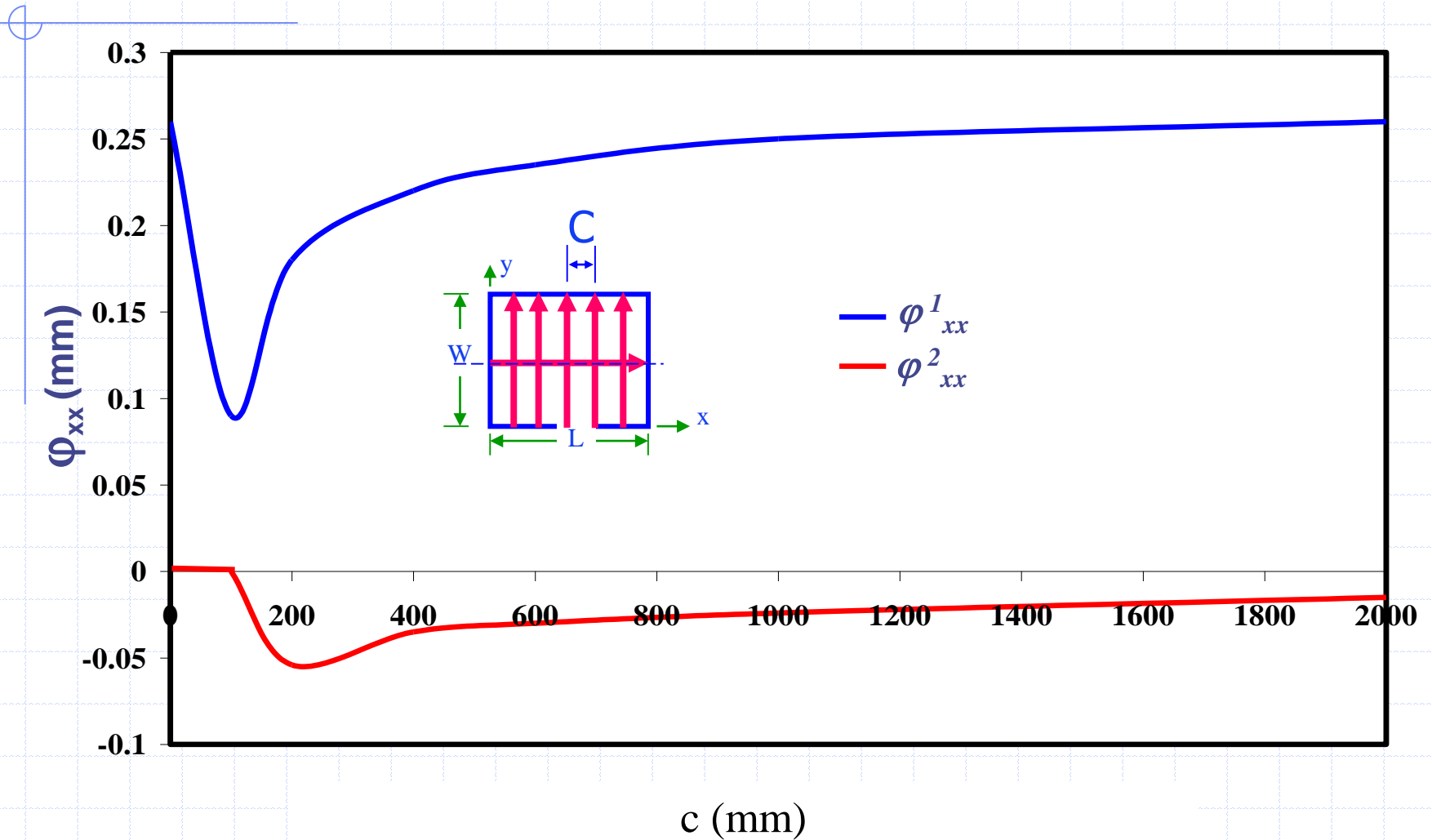
Líneas sobrepuestas



Líneas paralelas



Líneas cruzadas



Contenido

- Introducción
- Mecanismo de formado con líneas de calentamiento
- Relación entre calor y deformación
- **Robot IHI – a**
- Comentarios finales sobre sostenibilidad de la industria de construcción y reparación naval

Robot IHI - α



Principales Características del Robot IHI-α

- Puede formar cualquier tipo de superficie tridimensional sin significativa ayuda humana.
- Única capaz de formar cualquier espesor de lamina y de diferentes materiales

Principales Características del Robot IHI-α

- Posee sistema de medición de errores que permiten al robot corregir hasta lograr una aproximación de 97% con referencia al objetivo
- Alta velocidad de trabajo. Se reduce el tiempo de formado aproximadamente cuatro veces, reduciendo el costo y el tiempo de espera.

Contenido

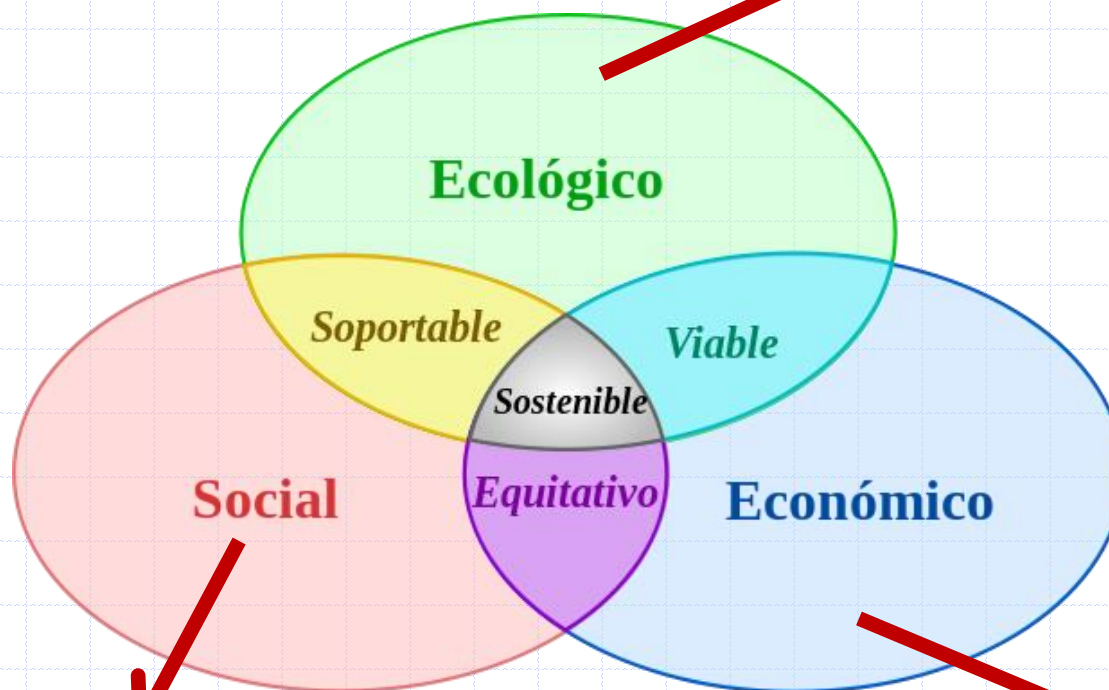
- Introducción
- Mecanismo de formado con líneas de calentamiento
- Relación entre calor y deformación
- Robot IHI – a
- Comentarios finales sobre sostenibilidad de la industria de construcción y reparación naval

- Con el desarrollo de este trabajo se logró predecir la deformación producida por líneas de calentamiento en placas metálicas gracias al modelo tridimensional de análisis termo-mecánico por medio de elementos finitos.
- La deformación causada por múltiples líneas de calentamiento fue clarificada y nuevos métodos fueron propuestos para predecir este tipo de deformación.

Un nuevo y más eficiente método fue creado para el análisis y predicción de la deformación causada por líneas de calentamiento.

Se desarrollo del primer robot capaz de formar una superficie tridimensional cualquiera con gran eficiencia, ahorrando costo, menos contaminante y reduciendo en gran medida el tiempo de construcción del buque.

- Menos gases contaminantes
- Menos desperdicio de agua
- **Consume mayor electricidad, pero se compensa**



- Menos efectos negativos en la salud
- Mejores salarios
- Mas capacitación
- **Menos empleos**

- Se reduce el tiempo de entrega
- Menos mano de obra
- Menos consumibles
- **Inversión Inicial alta**

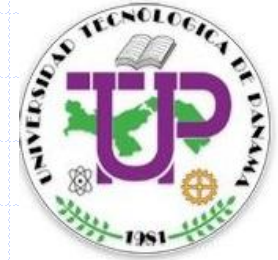
Retos de la construcción y reparación naval

1. Utilizar espesores de plancha mas delgados (4 mm por ejemplo) para reducir peso y aumentar velocidad.
↓
2. La reducción de los espesores nos lleva a mayores distorsiones de las estructuras.
↓
3. Se necesita entonces invertir mucho mas dinero en corregir estas distorsiones
↓
4. Se requiere el desarrollo de herramientas que nos permitan minimizar estas distorsiones durante el proceso de diseño (predecirlas) y poder disminuir los efectos negativos de los mismos

Muchas Gracias por su Amable Atención



ClassIBS
ISTHMUS BUREAU OF SHIPPING



LEPUM

Doctor Adan Vega Saenz

Director del Laboratorio Especializado en Procesos de Unión y Manufactura (LEPUM)
Universidad Tecnológica de Panamá, Ciudad de Panamá

www.lepum.utp.ac.pa

Email: adan.vega@utp.ac.pa

Phone: (507) 60198076 / 560-3095