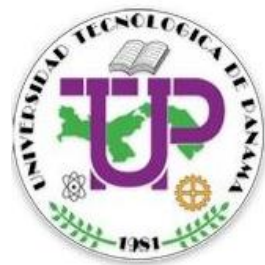


Predicción de la Distorsión Inducida por los Procesos de Soldadura en Estructuras de Acero mediante el método de redes neuronales

**Dr. Adan VEGA**

Universidad Tecnológica de Panamá

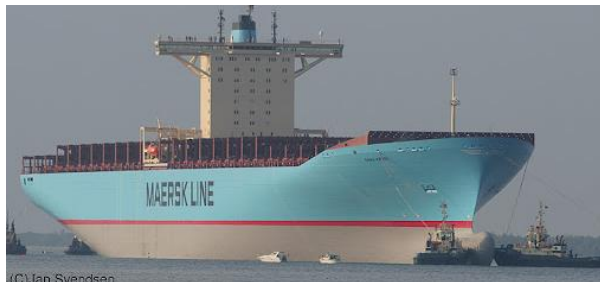


# Contenido

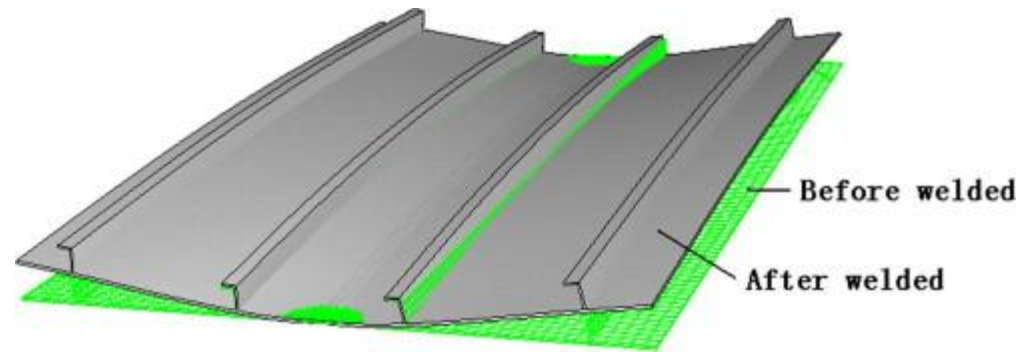
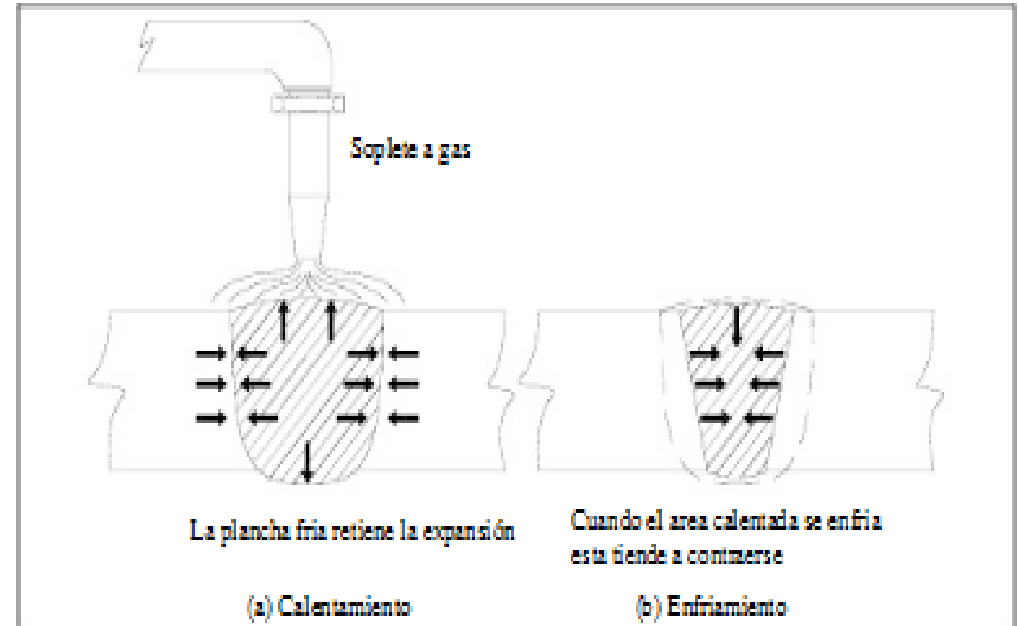
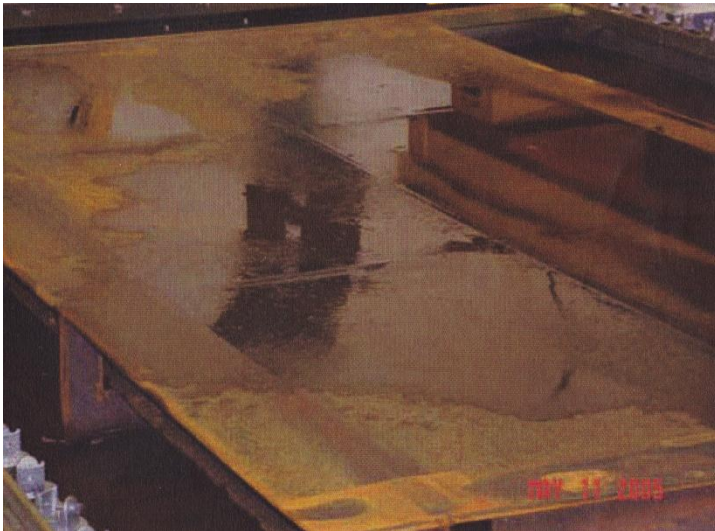
1. Introducción
2. Distorsión inducida por la soldadura
  - Factores o Variables que Influyen en las Deformaciones
  - Técnicas de Prevención de Deformaciones
  - Técnicas de Corrección de Deformaciones
3. Métodos para Predecirla
  - Método Experimental
  - Método termo - elástico Plástico de elementos finitos
  - Modelos de Redes Neuronales
  - Método Elástico de elementos finitos
4. Comentarios finales

# Introducción

# Soldadura

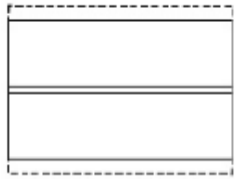


# Distorsión

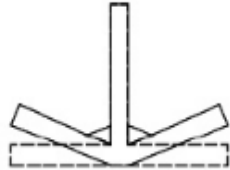




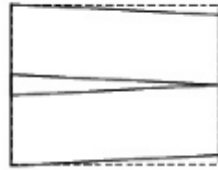
# Distorsión



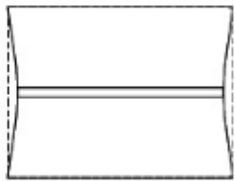
Contracción Transversal



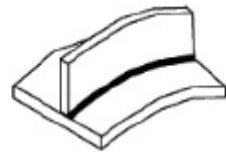
Distorsión Angular



Distorsión Rotacional



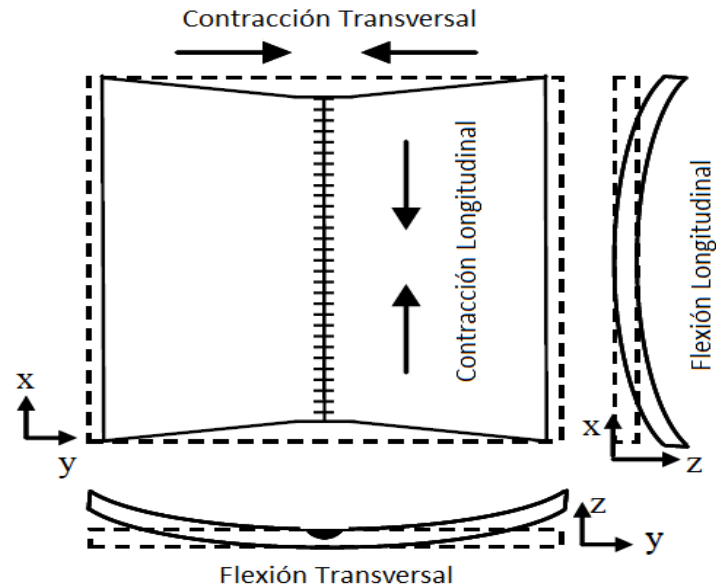
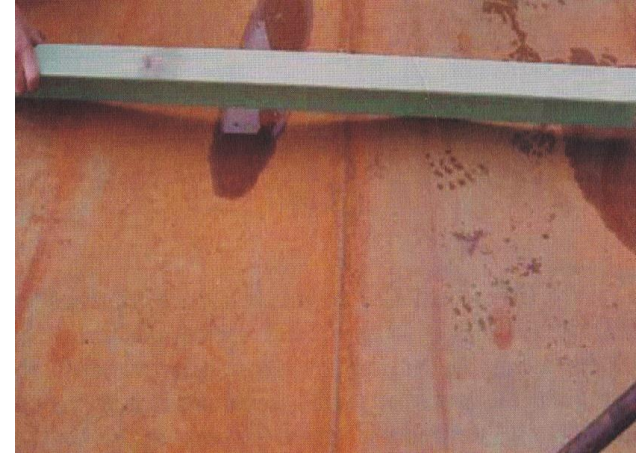
Contracción Longitudinal



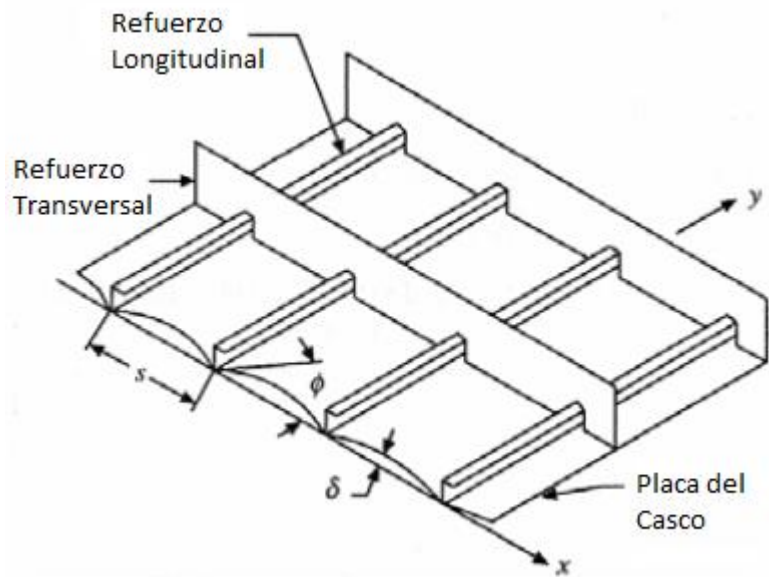
Doblado Longitudinal



Pandeo

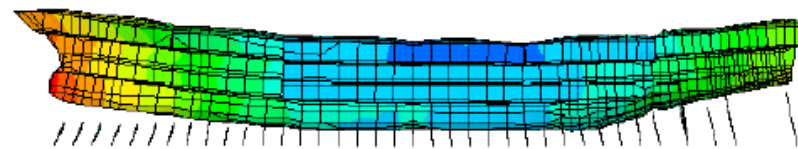
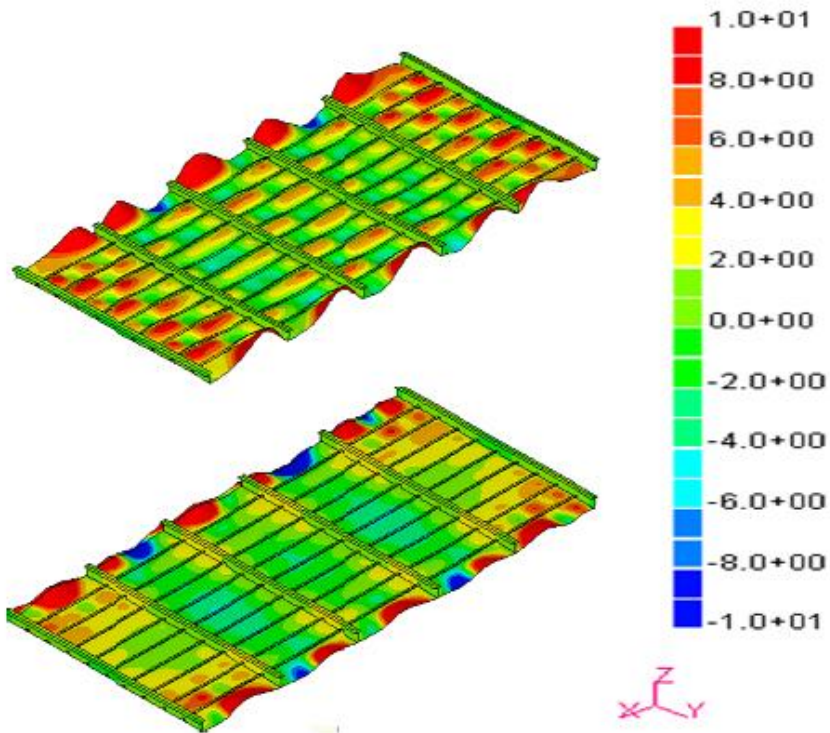


# Distorsión



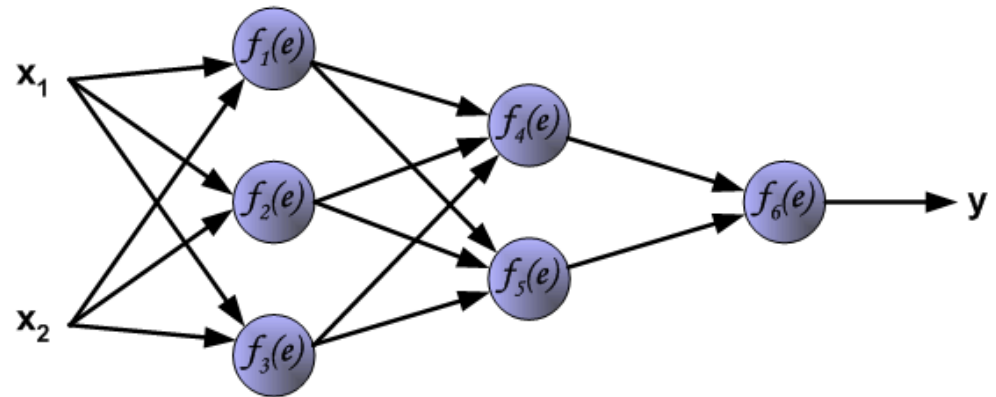
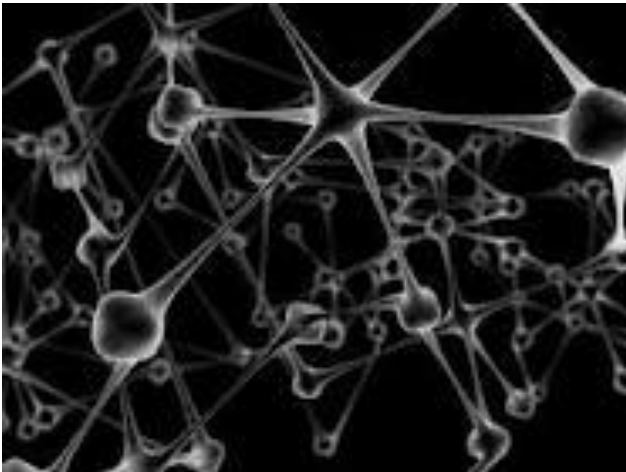


# Distorsión

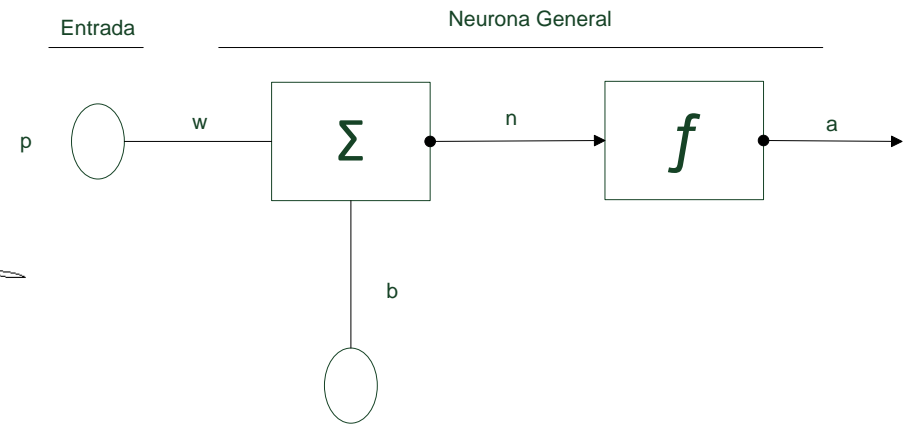
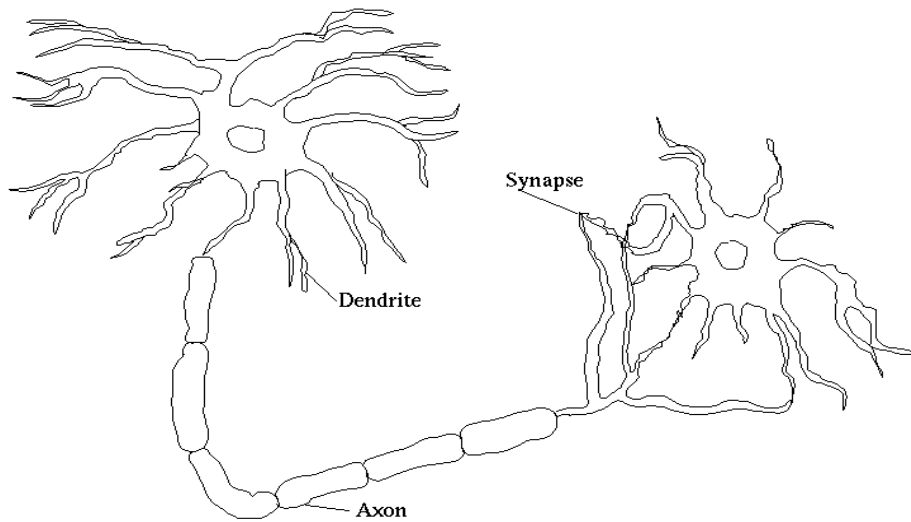




# Redes Neuronales Artificiales



# Redes Neuronales Artificiales



# Objetivos

- Desarrollar un modelo de red neuronal que permita estudiar y predecir las distorsiones producidas por los procesos de soldadura en estructuras soldadas.
- Desarrollar un programa computacional de fácil uso para la predicción de distorsiones en estructuras soldadas.
- Estudiar, por medio del modelo de red neuronal las variables que afectan el proceso e incorporarlas en el análisis de deformaciones en estructuras soldadas.
- Introducir una nueva herramienta para el análisis de distorsiones producidas por soldadura en estructuras soldadas.

# Metodología

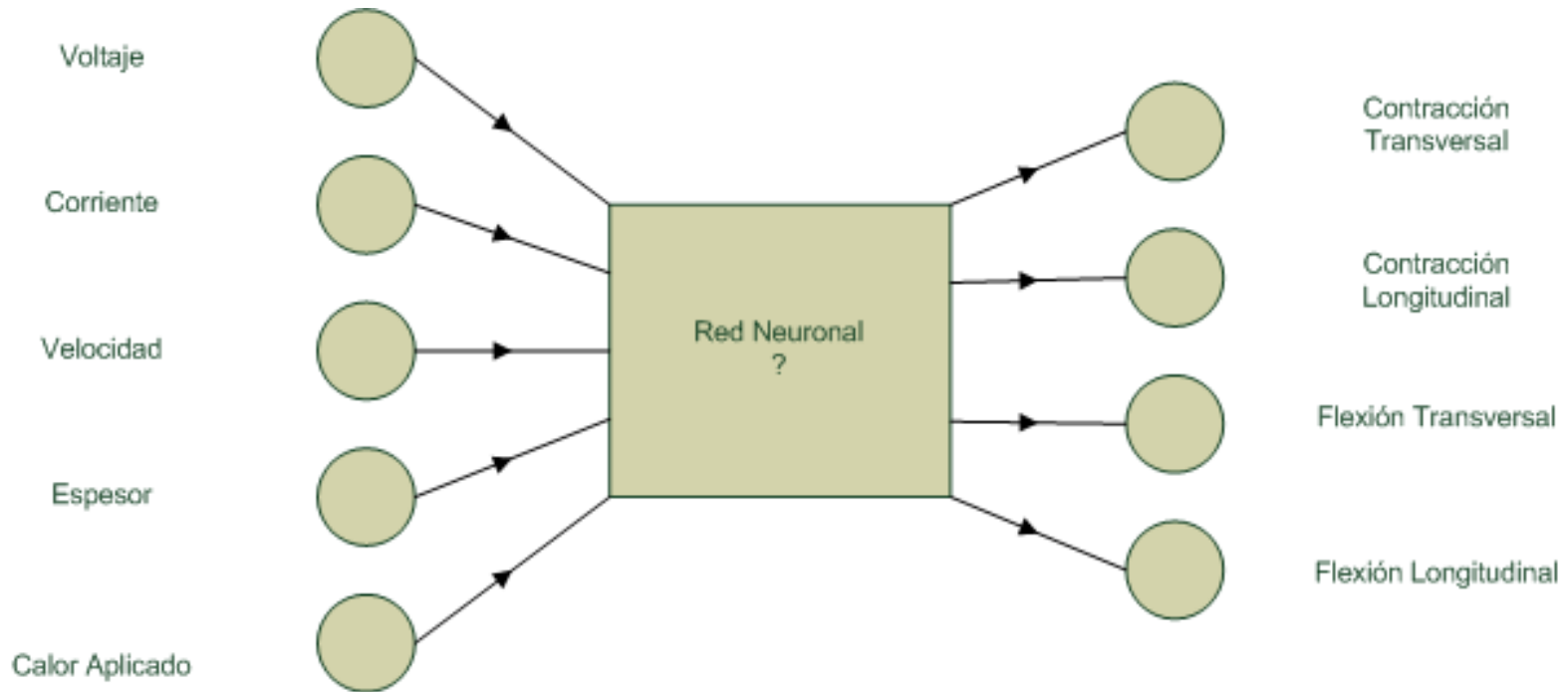
- La primera etapa de este trabajo de tesis consiste en una extensa revisión bibliográfica de las diferentes causas de las distorsiones producida por los procesos de soldadura y ¿cómo se puede predecir estos?
- Una vez comprendido el problema de estudio, procederemos a desarrollar la herramienta de análisis. Para ello estudiaremos a fondo la teoría detrás de los modelos de redes neuronales y ¿cómo se puede incorporar en el caso de nuestro interés?
- Para ello utilizaremos el software comercial MATLAB, el cual contiene funciones recomendadas para el desarrollo de modelos de redes neuronales.
- Una vez desarrollado y entrenado el modelo, para lo que utilizaremos referencias de datos obtenidos por otros autores mediante simulación por elementos finitos y experimentos, procederemos a validarlo.
- Luego de la validación desarrollaremos un estudio paramétrico para entender y explicar la influencia de las variables que afectan nuestro modelo.



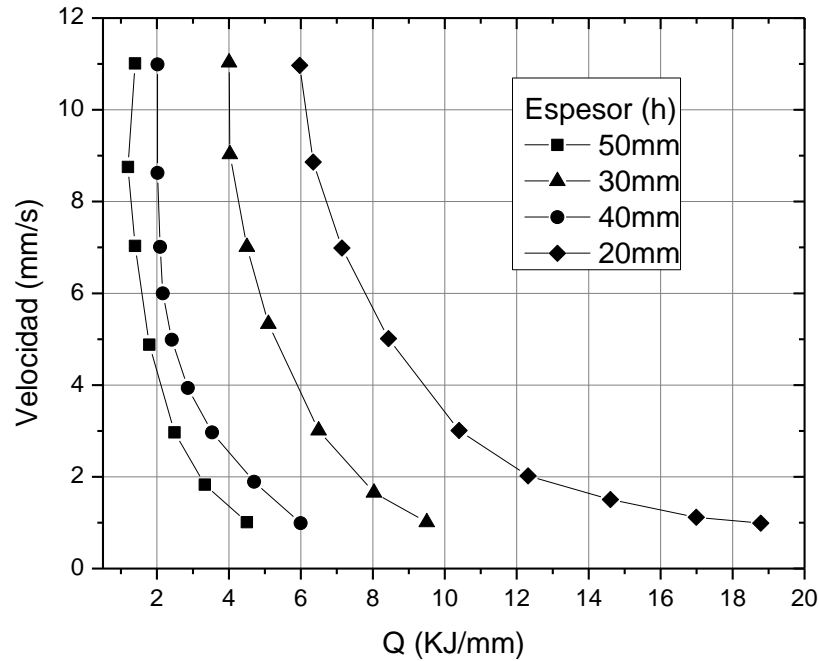
# Desarrollo del Modelo

- Modelo Preliminar
- Extracción de la información
- Desarrollo de la red
  - Arquitectura
  - Capas
  - Neuronas
  - Entrenamiento
- Generalización
- Resultados

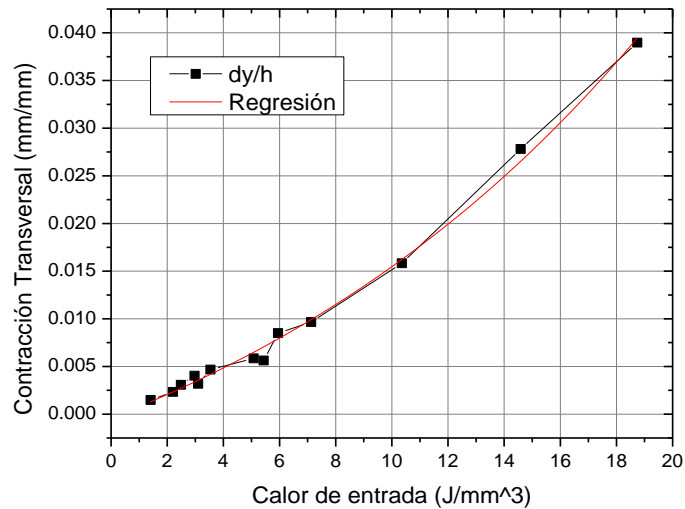
# Modelo Preliminar



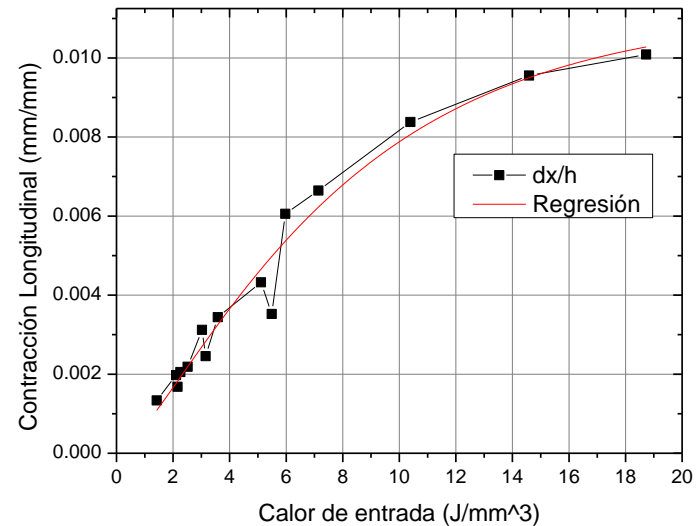
# Extracción de la Información



# Extracción de la Información



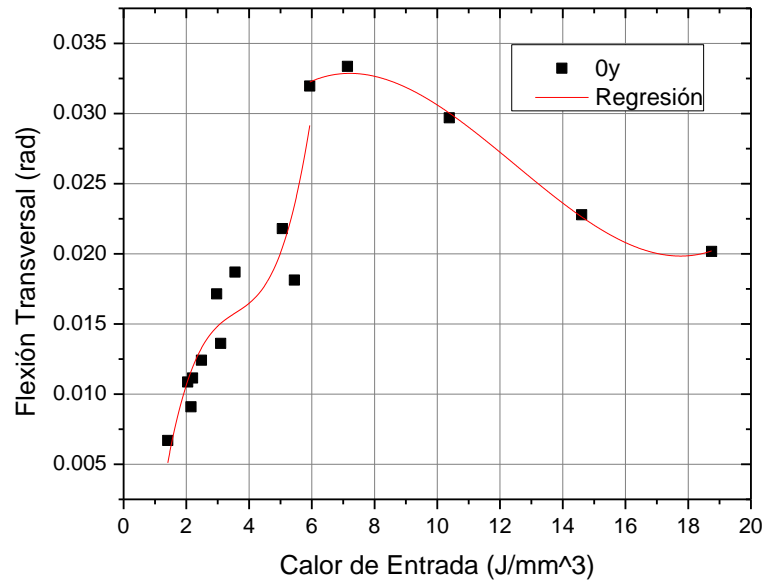
Contracción Transversal



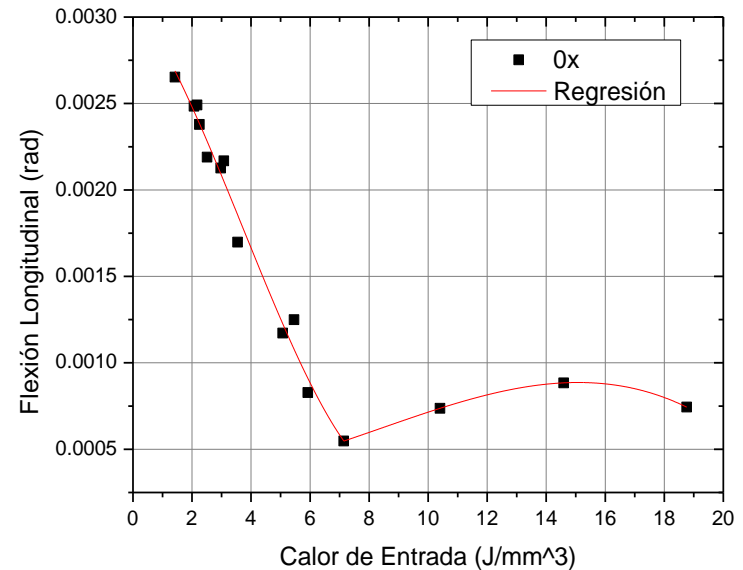
Contracción Longitudinal



# Extracción de la Información



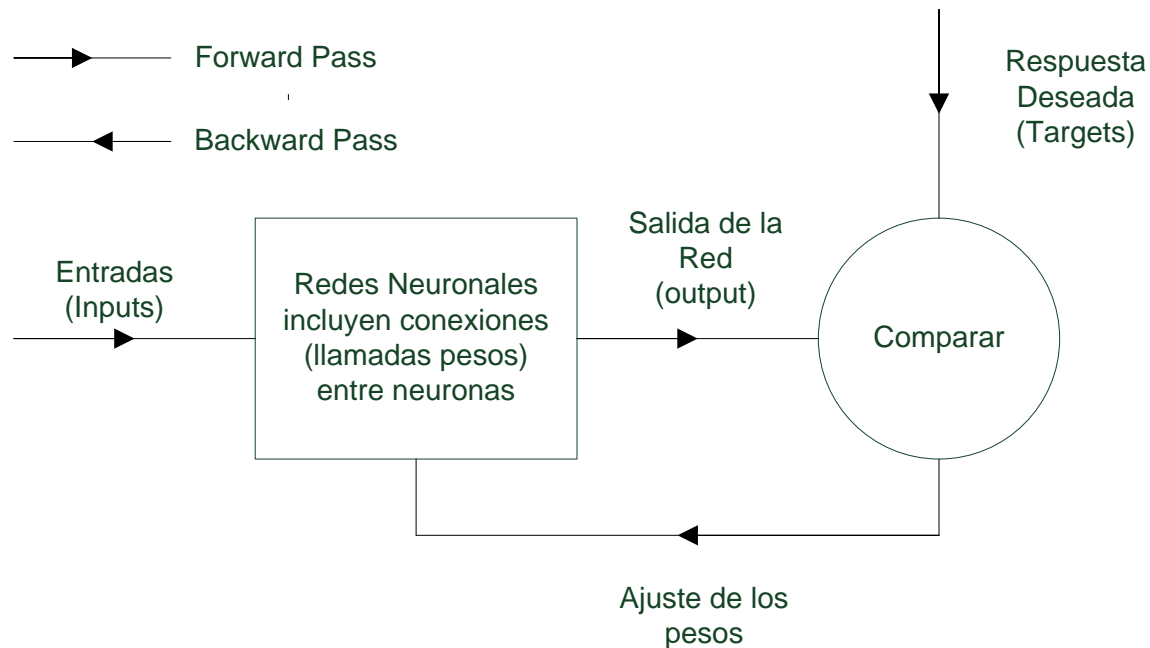
Contracción Transversal



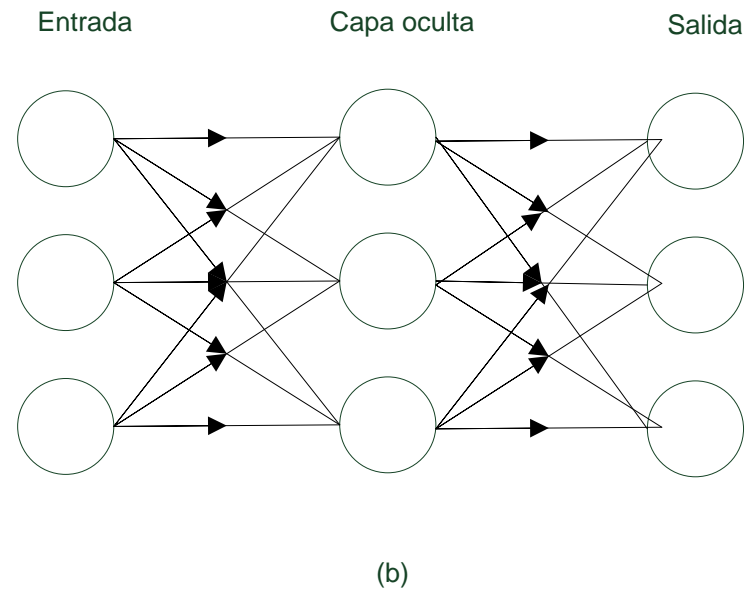
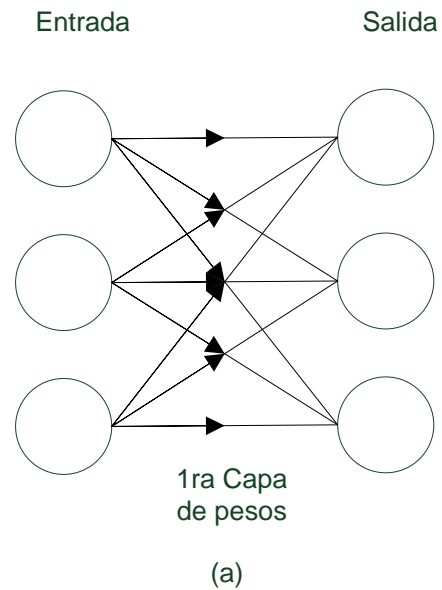
Contracción Longitudinal

# Desarrollo de la red Neuronal

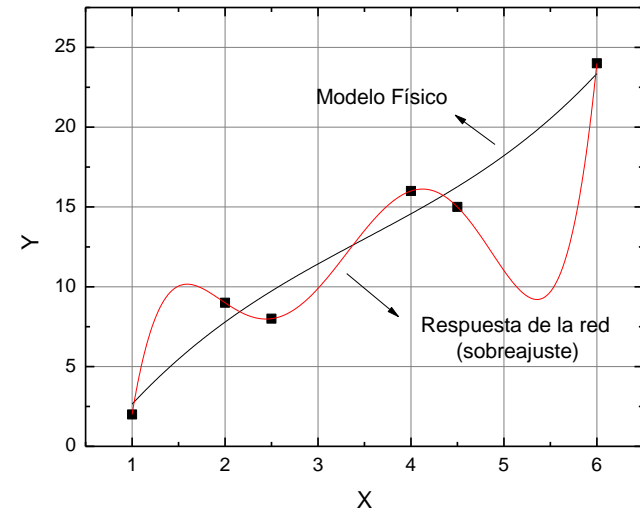
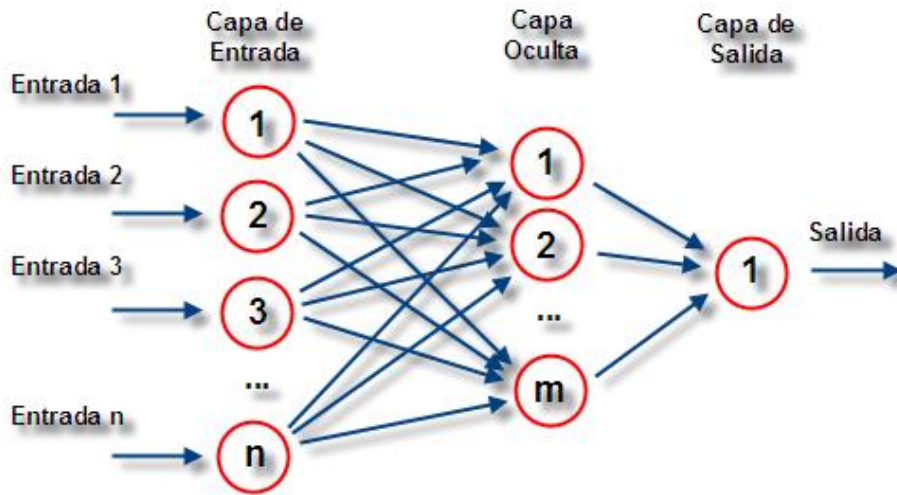
- Arquitectura



# Cantidad de Capas



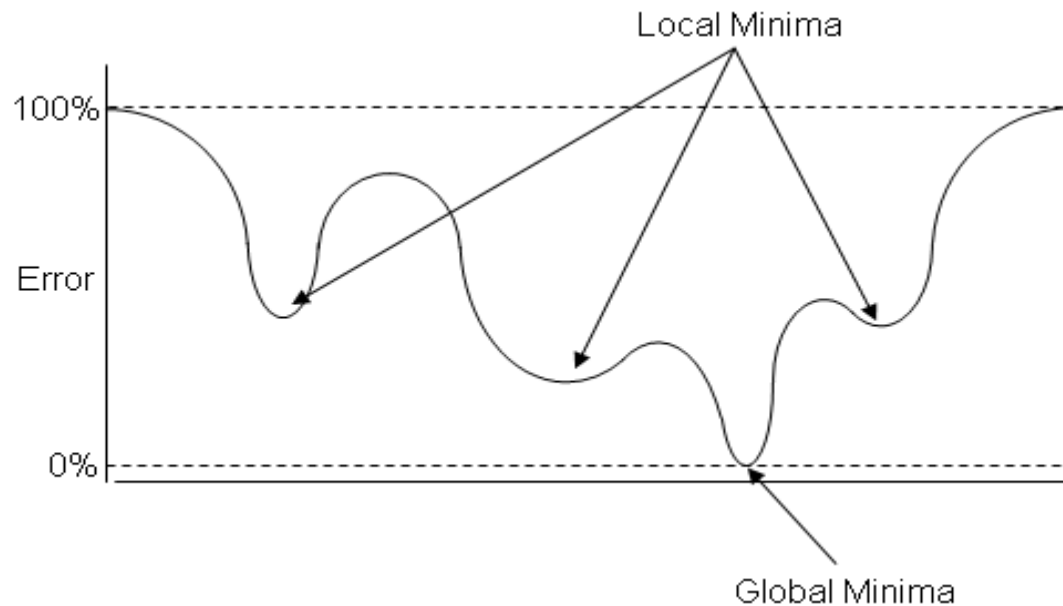
# Cantidad de Neuronas



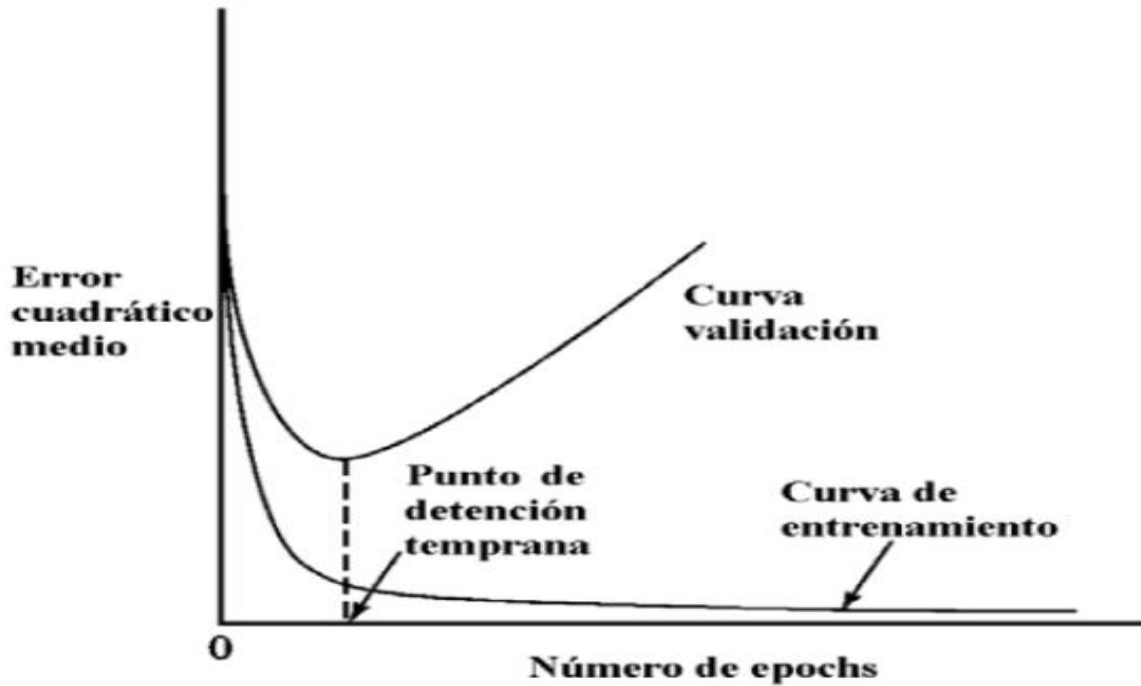


# Entrenamiento

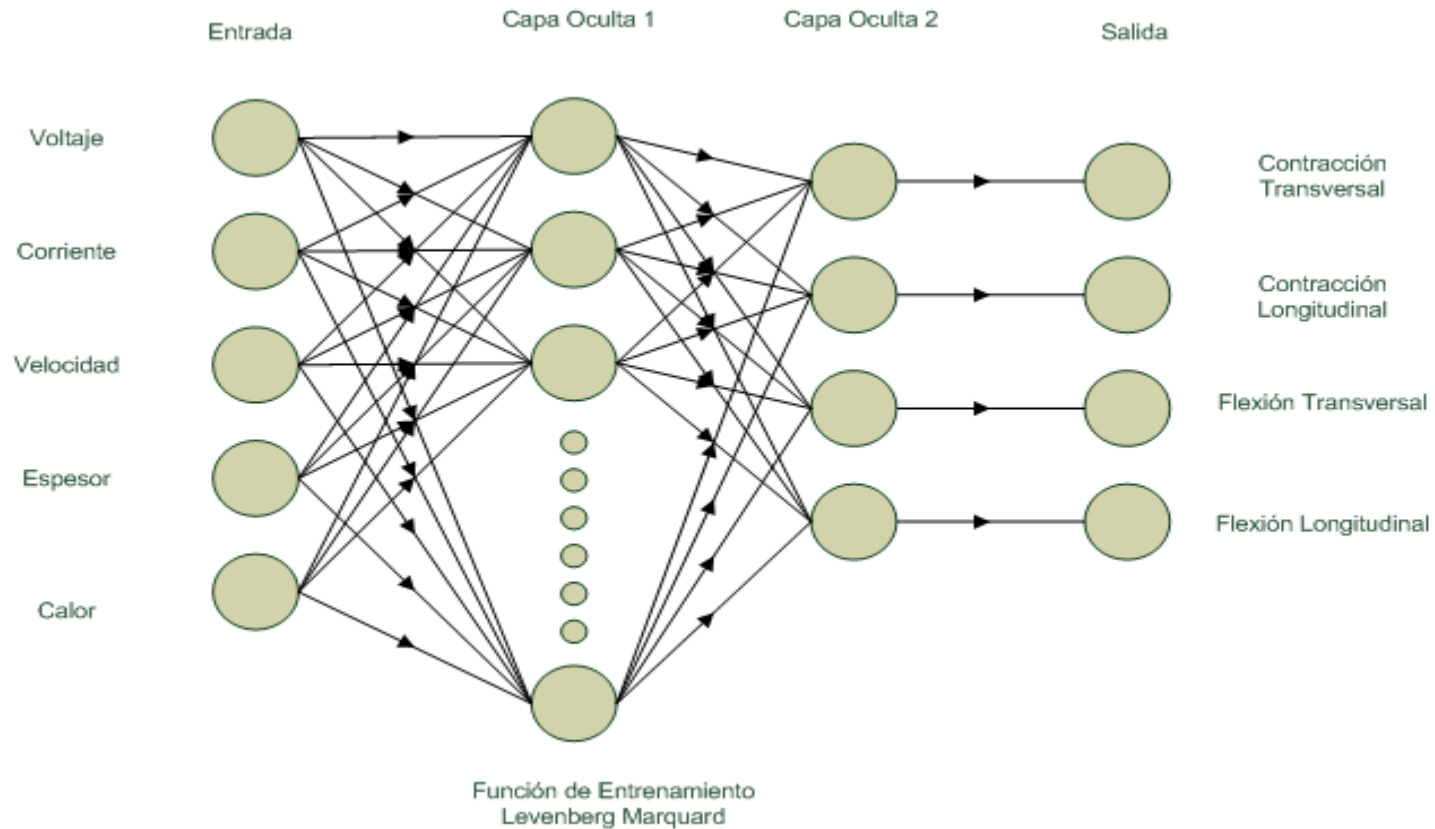
- Levenberg -Marquardt



# Generalización

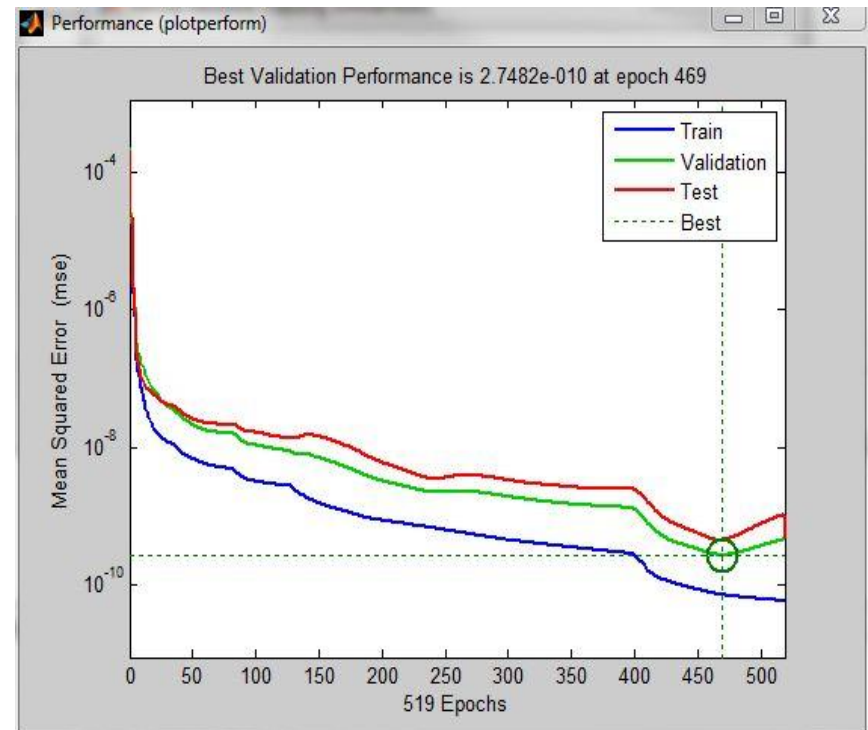


# Vista Preliminar

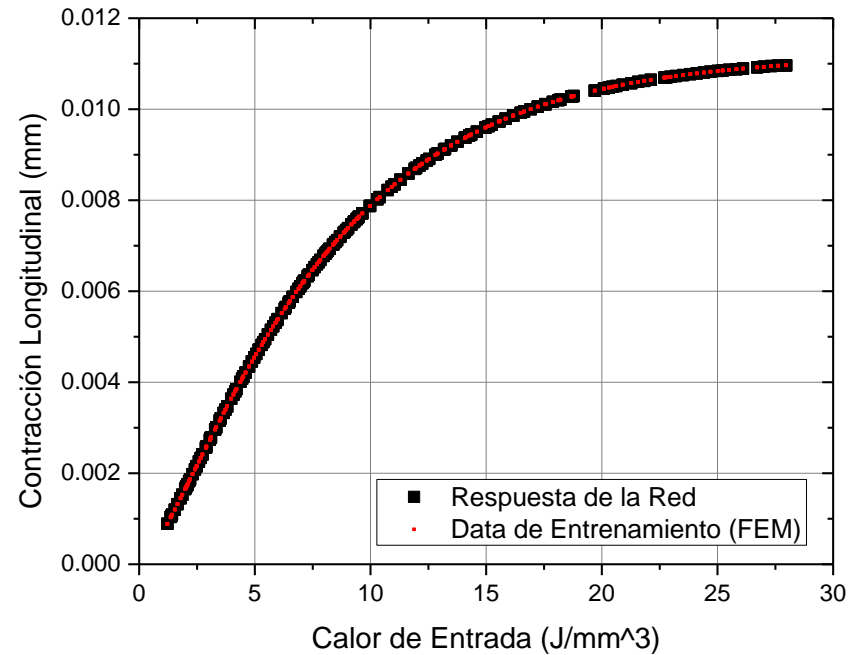
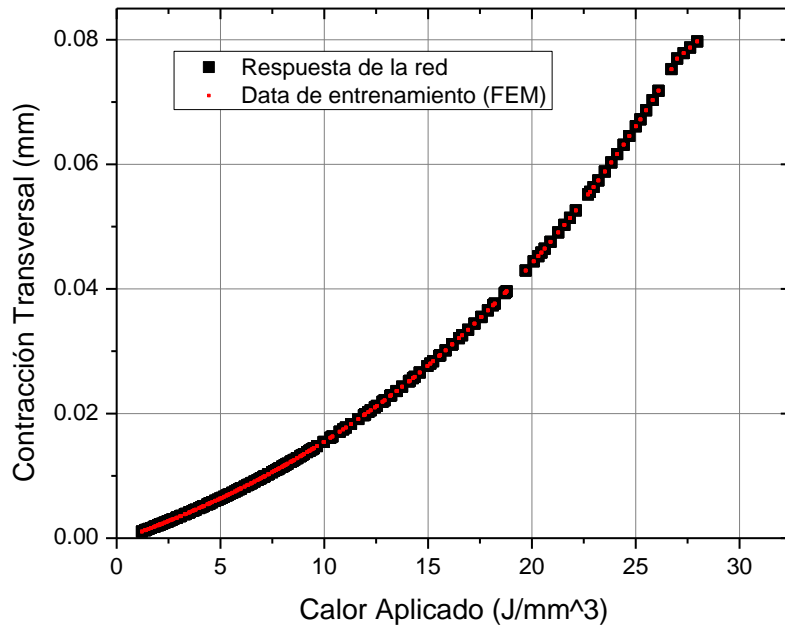


# Resultados

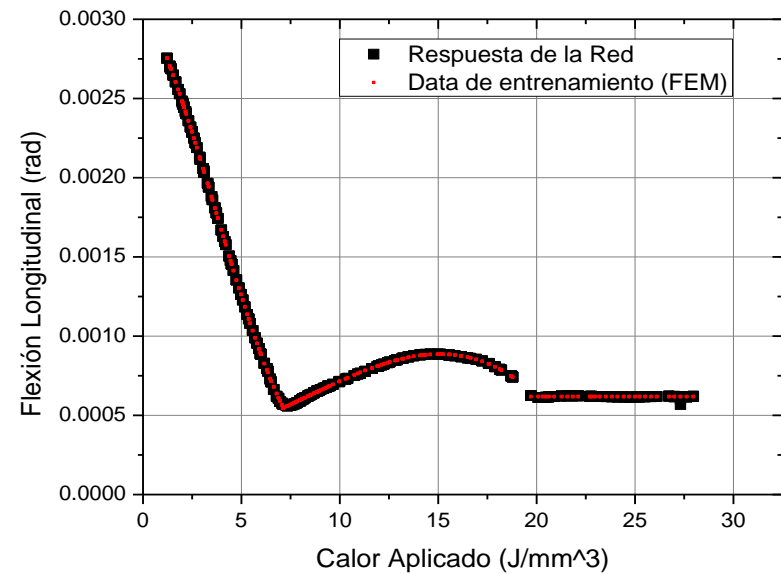
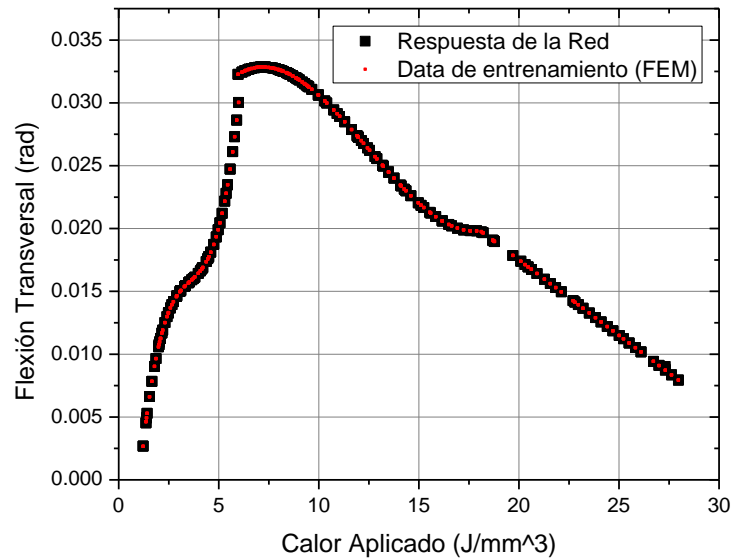
RNA	MSE Validación	Correlación
15-4	1.28E-8	0.9765
20-4	9.14E-9	0.9820
8-6-4	5.32E-10	0.9949
10-8-4	2.17E-9	0.9925
12-8-4	2.74E-10	0.9999
12-8-6-4	7.67E-10	0.9994



# Resultados



# Resultados



# Validación

Condición de Soldadura	Caso #1	Caso #2	Caso #3	Caso #4	Caso #5	Caso #6
Voltaje	33	37	41	43	31	38
Corriente	800	500	337	244	110	36
Velocidad	2.50	1.50	1.33	1.34	1.20	1.10
Espesor	50	40	30	20	10	6
Calor de Entrada	3.17	5.78	8.66	14.68	21.31	25.91

Contracción Transversal	0.0037	0.0076	0.0128	0.0268	0.0492	0.0708
Contracción Longitudinal	0.0028	0.0052	0.0072	0.0095	0.0106	0.0109
Flexión Transversal	0.0152	0.0271	0.0322	0.0225	0.0159	0.0104
Flexión Longitudinal	0.0020	0.0010	0.0006	0.0009	0.0006	0.0006



# Validación

	Caso #1				Caso #2				Caso #3			
	dy	dx	0y	0x	dy	dx	0y	0x	dy	dx	0y	0x
Deformación Inherente	0.0037	0.0028	0.0152	0.0020	0.0076	0.0052	0.0271	0.0010	0.0128	0.0072	0.0322	0.0006
Respuesta de la Red	0.0037	0.0028	0.0152	0.0020	0.0076	0.0052	0.0269	0.0010	0.0127	0.0072	0.0322	0.0006
% Error	0.1039	0.0173	0.3535	0.0698	0.0324	0.0462	0.7693	0.1533	0.1116	0.0703	0.0117	0.3710

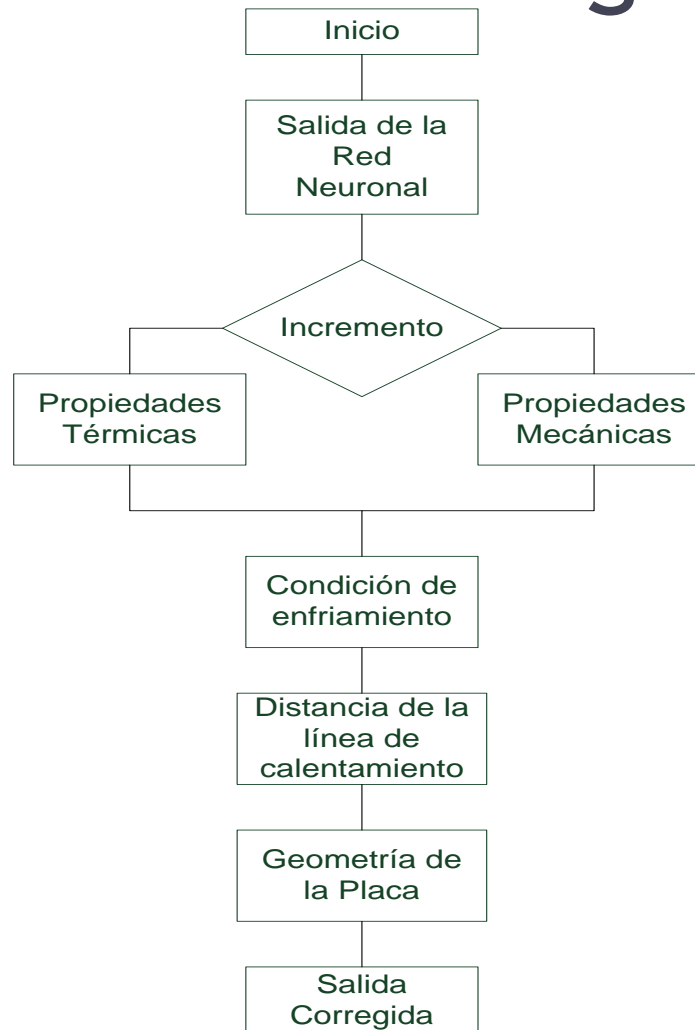
	Caso #4				Caso #5				Caso #6			
	dy	dx	0y	0x	dy	dx	0y	0x	dy	dx	0y	0x
Deformación Inherente	0.0268	0.0095	0.0225	0.0009	0.0492	0.0106	0.0159	0.0006	0.0708	0.0109	0.0104	0.0006
Respuesta de la Red	0.0268	0.0095	0.0225	0.0009	0.0492	0.0106	0.0159	0.0006	0.0708	0.0109	0.0104	0.0006
% Error	0.0132	0.0159	0.0272	0.2204	0.0471	0.2343	0.1570	2.9239	0.0336	0.1506	0.0873	2.9239

# Aplicación del modelo

- Programa para la predicción de distorsiones utilizando redes neuronales.
  - Factores secundarios que influyen en la distorsión.
  - Estructuración del programa.
  - Interfaz gráfica del usuario.

- Factores secundarios que influyen la distorsión debido a soldadura
  - Condiciones de Enfriamiento.
  - Propiedades Mecánicas del material.
  - Propiedades Térmicas.
  - Geometría de la Placa.
  - Distancia del borde del eje a la línea de calentamiento.

# Estructuración del Programa



# Interfaz gráfica de usuario

ANND24

Plate Geometry	
Length	1000 mm
Thickness	30 mm
Width	1000 mm

Thermal Properties	
Thermal Conductivity	1
Specific Heat	1
Density	1
Heat Transfer Coefficient	1

Heating Conditions	
Voltage	35 V
Current	1500 A
Speed	9.87 mm/s
Efficiency	.75

Mechanical Properties	
Yield Stress	1
Young's Modulus	1
Thermal Expansion Coefficient	1
Poisson's Ratio	1

Location of Heating Lines	
Distance of Edge	1000 mm

Deformation	
dy	0.181794 mm
dx	0.118096 mm
oy	0.526866 Rad
ox	0.0509814 Rad

Calculate

Normal Cooling

**LEPUM**

Design by César Pinzón V1.0

# Comentarios finales

- La distorsión Inducida por la soldadura juega un importante rol en el costo y la calidad final de una estructura soldada
- Existen métodos para corregir y minimizar los efectos del calor en el metal, sin embargo estos no son del todo preciso
- Es necesario poder predecir durante la etapa de diseño, la distorsión que se producirá durante el proceso de fabricación



*Muchas Gracias por su Amable Atención*



**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](http://www.lepum.utp.ac.pa)

Email: [adan.vega@utp.ac.pa](mailto:adan.vega@utp.ac.pa)

Phone: (507) 60198076 / 560-3095

