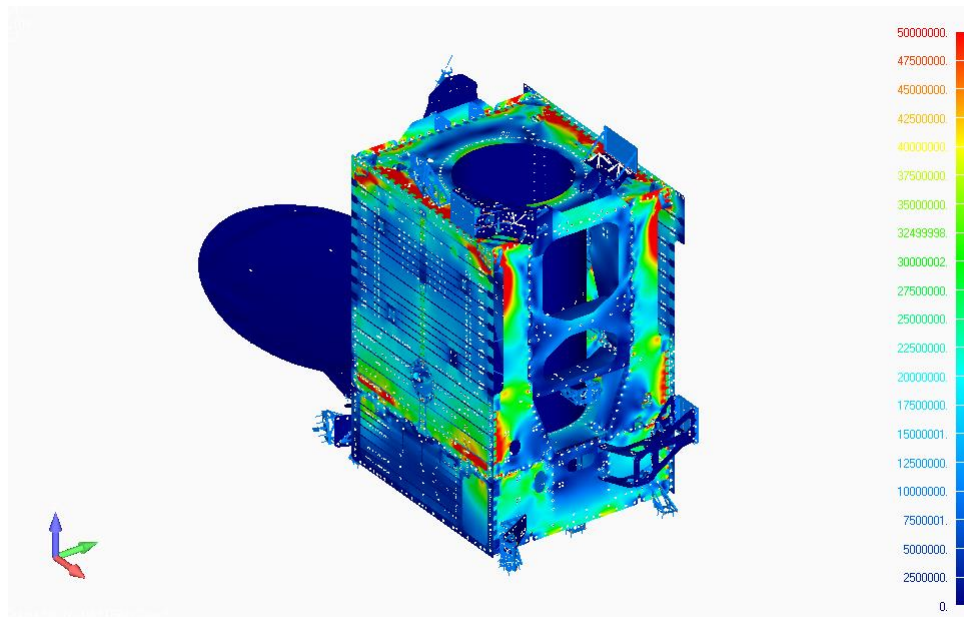


MODELADO COMPUTACIONAL DE LA CIENCIA A LA TECNOLOGÍA

Eduardo N. Dvorkin



Ciencia y Tecnología: juntas pero no revueltas

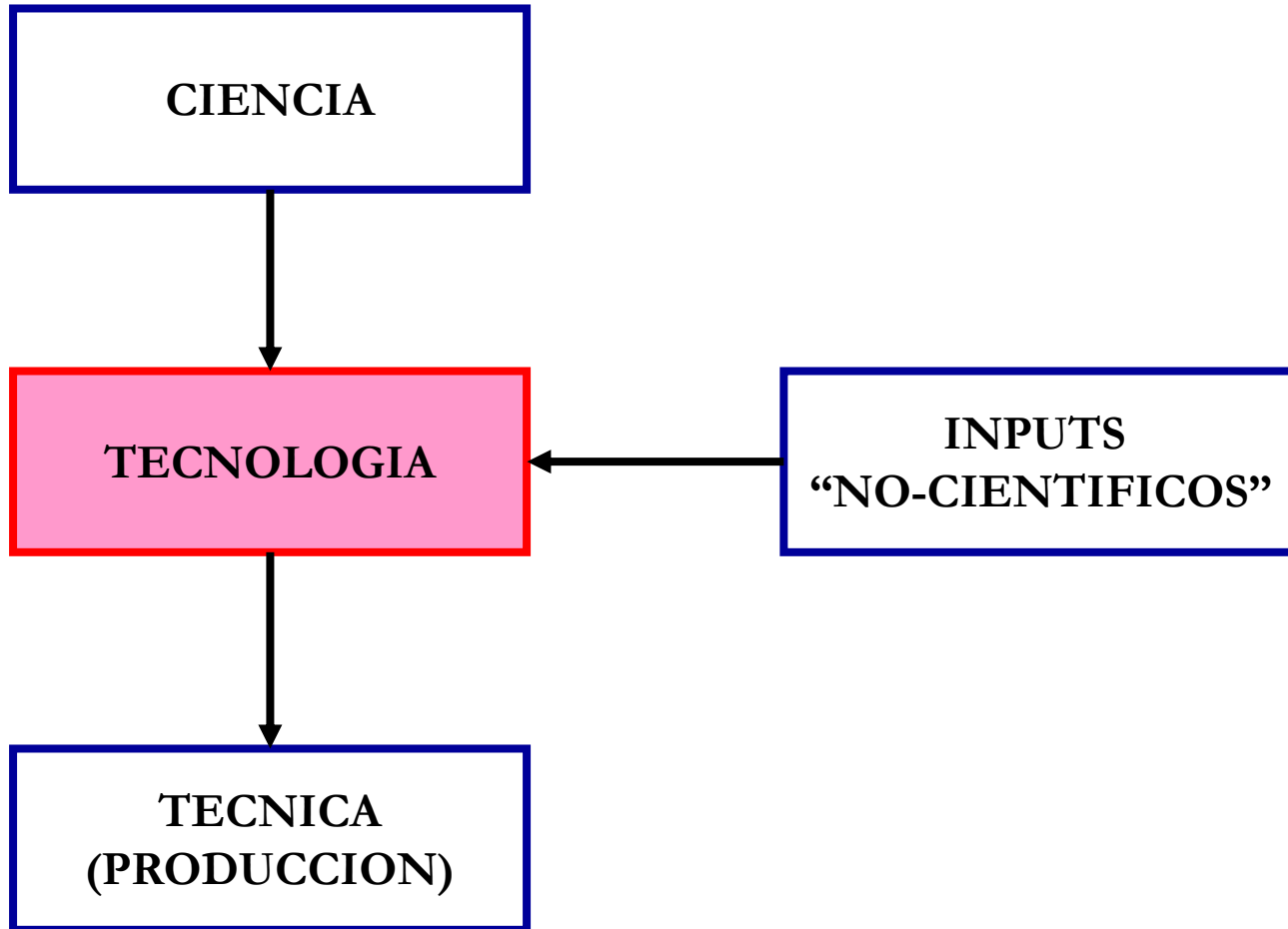
	CIENCIA	TECNOLOGIA
PROPIEDAD	SOCIAL	PARTICULAR
FIN ULTIMO	INDEPENDIENTE	DEPENDIENTE
DIFUSION	IRRESTRICTA	RESTRINGIDA
DESARROLLO	ACUMULATIVO <i>"If I have seen further it is by standing on the shoulders of Giants" Isaac Newton</i>	DESIGUAL
METODOLOGIA	CIENTIFICA	INDIFERENTE
REPERCUSION	INMEDIATA O DIFERIDA <i>Método de Jacobi para cálculo de autovalores/ autovetcor es presentado hace más de un siglo y de utilización intensiva en computación</i>	INMEDIATA
REPERCUSION LATERAL	MUCHA <i>La descripción matemática de problemas de combustión y epidemiología es similar N. Wiener</i>	MUCHA

El objetivo de los científicos es entender la naturaleza para poder establecer leyes que permitan predecir sus fenómenos

Este objetivo no necesita justificarse con consideraciones económicas ó sociales y vale en si mismo

El objetivo de los tecnólogos es modificar la naturaleza para satisfacer las necesidades de los hombres

Este modificar de la naturaleza puede basarse en conocimientos científicos ó en el puro empirismo y obtenidos los resultados esperados no suele ser importante justificar las metodologías de obtención y uso de los conocimientos necesarios



Innovación tecnológica

En Ciencia el concepto es el de *innovación absoluta*:
es hacer lo que nadie hizo antes.

Hay tecnologías que tienen el mismo criterio sobre la innovación que la Ciencia, son las que llamamos “tecnologías de punta”.

En las tecnologías menos de punta el concepto de innovación es distinto.

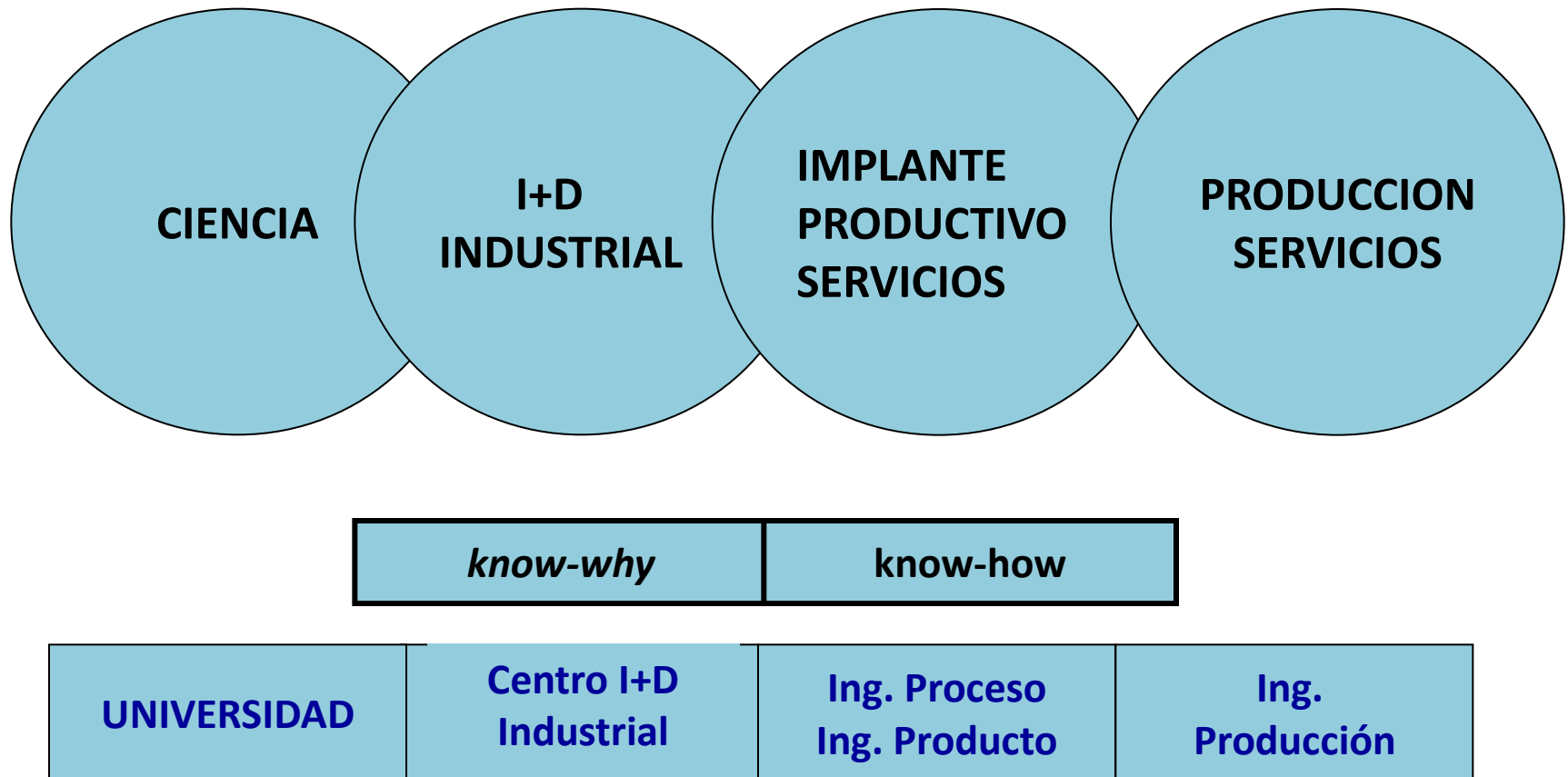
Existe un proceso de *innovación local*:

una empresa que no fabricaba un determinado producto o no prestaba un determinado servicio empieza a hacerlo;

lo que constituye una innovación en el medio productivo de referencia independientemente de que en el mundo o en el mismo país hubiese otras empresas que ya produjesen el producto o prestasen el servicio en cuestión.

La cadena del I+D científico - tecnológico

Vannevar Bush – “Science the endless frontier” (1944)



Desarrollo del “know why”

(el “know how” se vende ... no así el
“know why “

Nuevos productos y nuevos procesos
Optimización de productos y procesos

Exploración de “ventanas tecnológicas”

Simulación Computacional

Simulación Computacional

- **Mecánica de Sólidos y de Estructuras**
- **Mecánica de Fluidos**
- **Transferencia de calor y masa**

Mecánica de Sólidos y de Estructuras

Tensiones

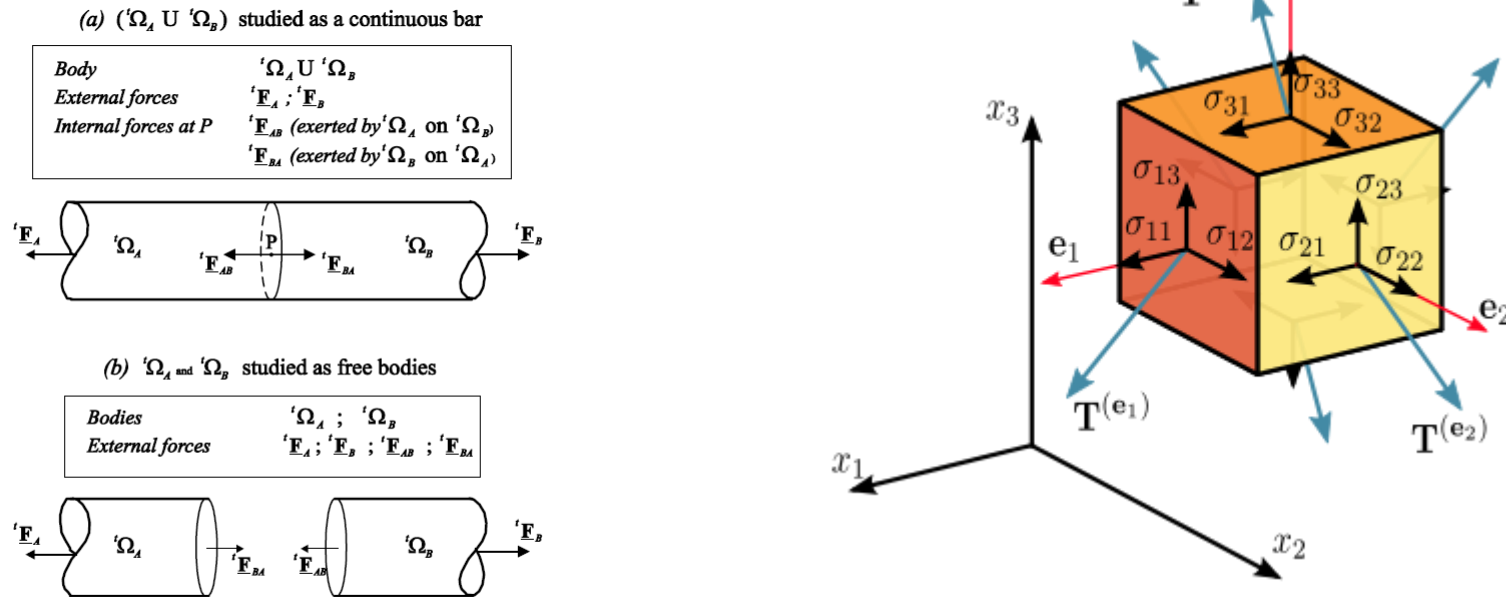


Fig. 3.1. External and internal forces in a bar

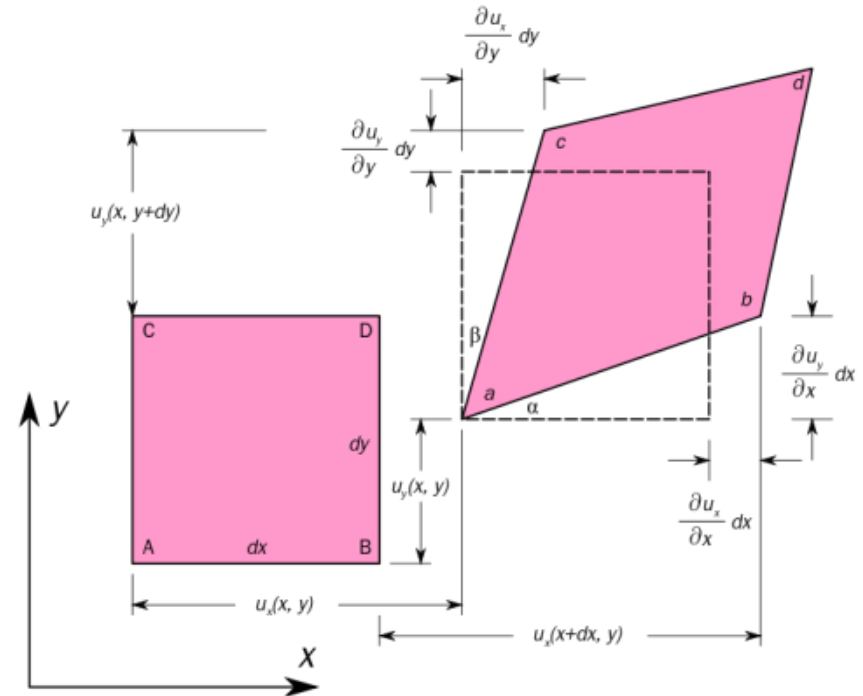
Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales que modelan matemáticamente el problema

- Equilibrio

$${}^t\rho \frac{D {}^t\mathbf{v}}{Dt} = {}^t\rho {}^t\mathbf{b} + \nabla \cdot {}^t\mathbf{\underline{\underline{\sigma}}}$$

- Relaciones cinemáticas

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} (u_{i,j} + u_{j,i})$$

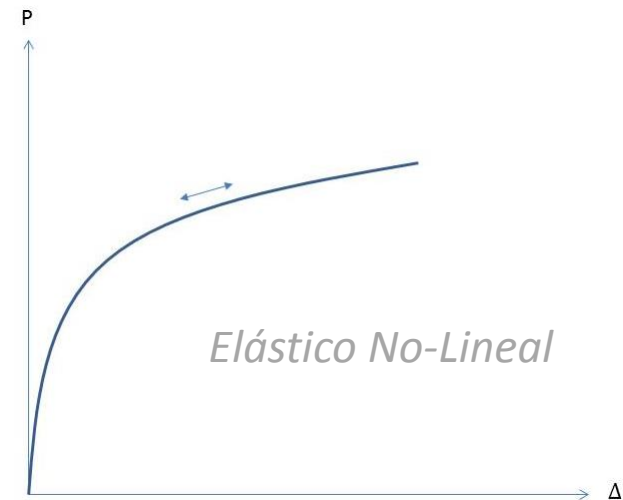
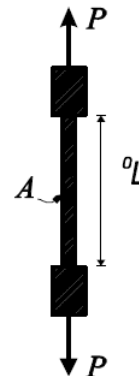
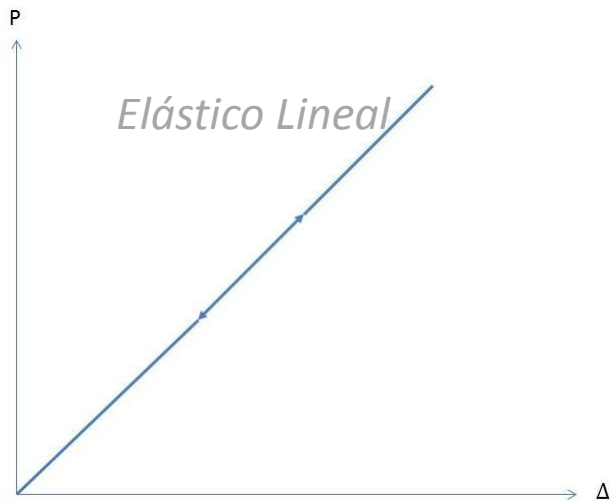


Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales que modelan matemáticamente el problema

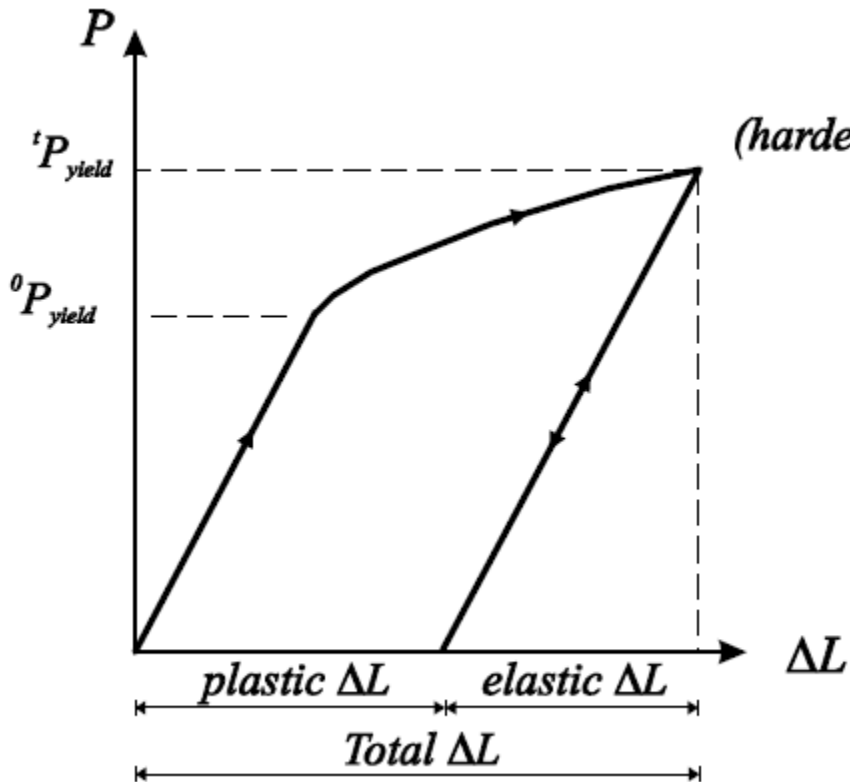
- Relación constitutiva (*el material*)

$$\sigma = \sigma(\varepsilon, \dot{\varepsilon}, T, \text{historia}, \text{etc.})$$

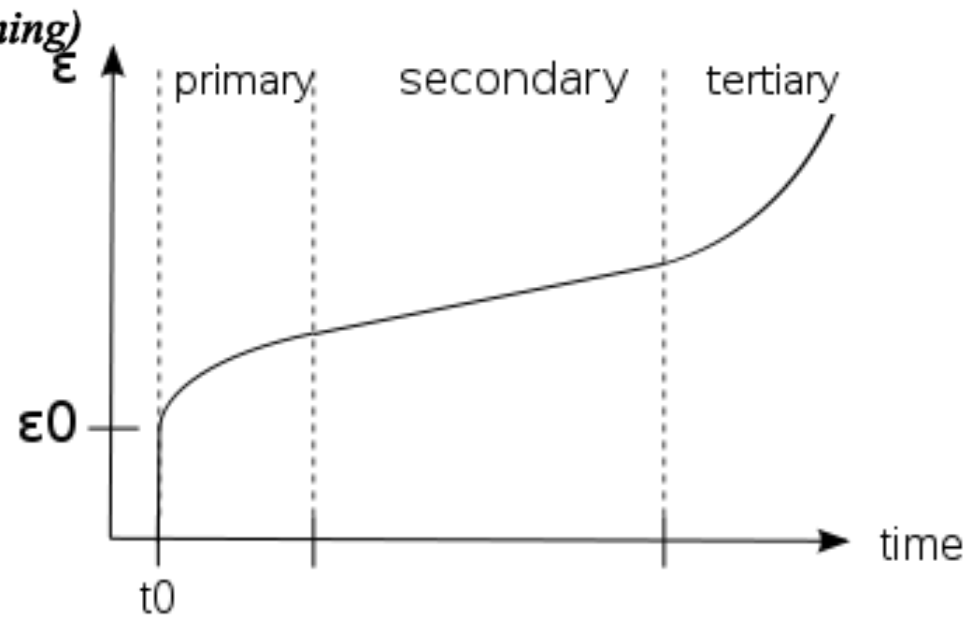
Modelos fenomenológico de material



Modelos de material

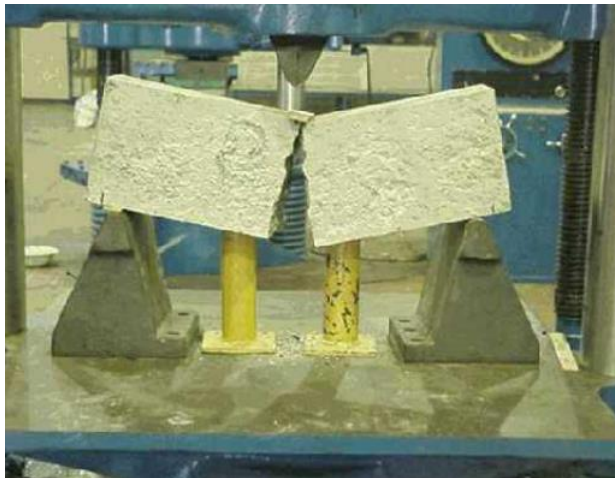
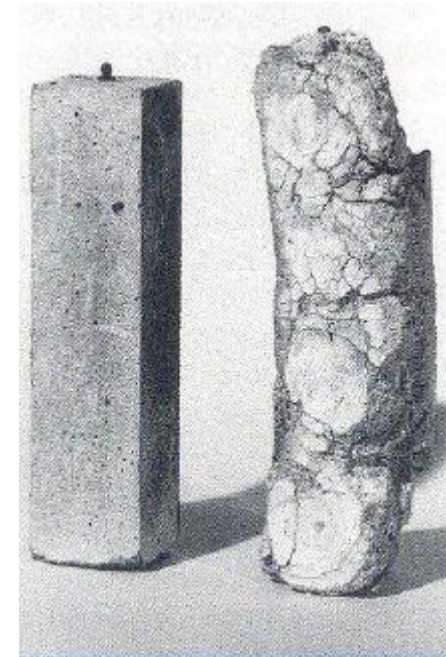


Elasto-Plástico



Creep

Modelos de material

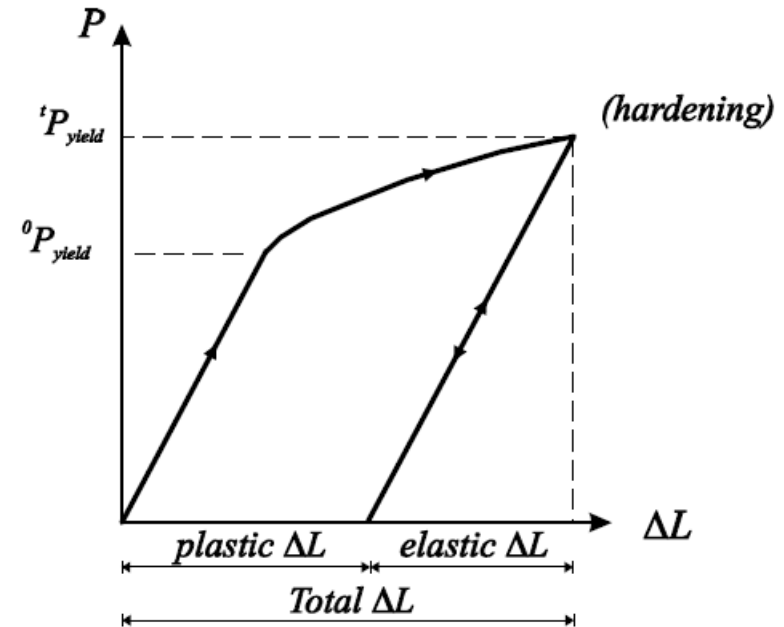
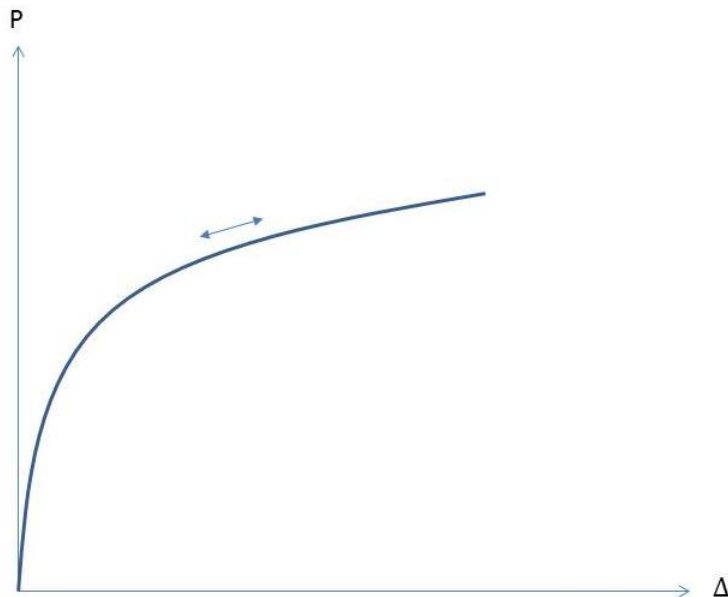


*Materiales friccionales
(hormigón, rocas, etc.)*

Problemas No-Lineales

No hay proporcionalidad constante entre causa y efecto

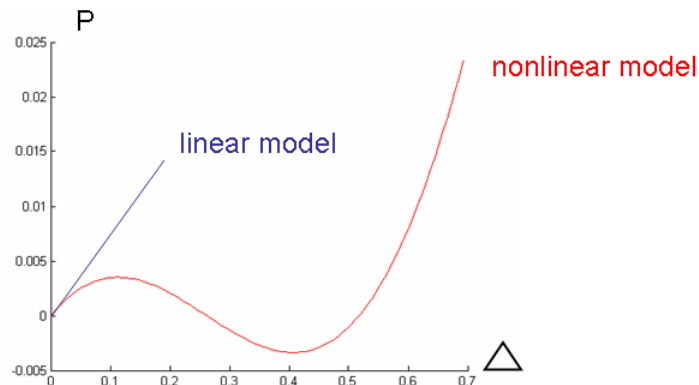
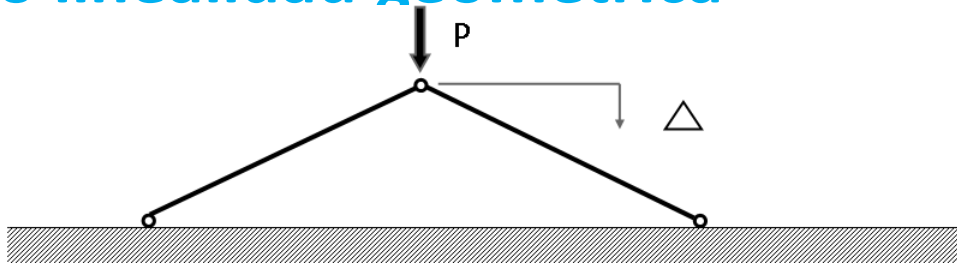
No linealidad material



Problemas No-Lineales

No hay proporcionalidad constante entre causa y efecto

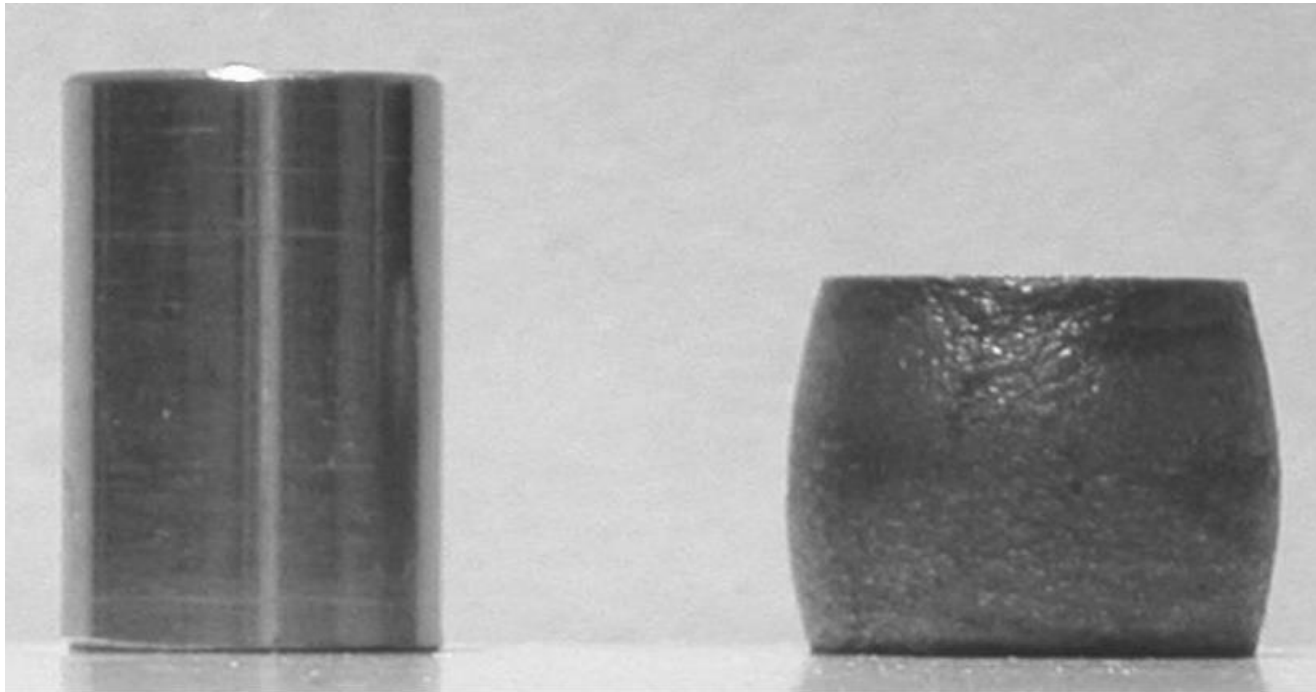
No linealidad geométrica



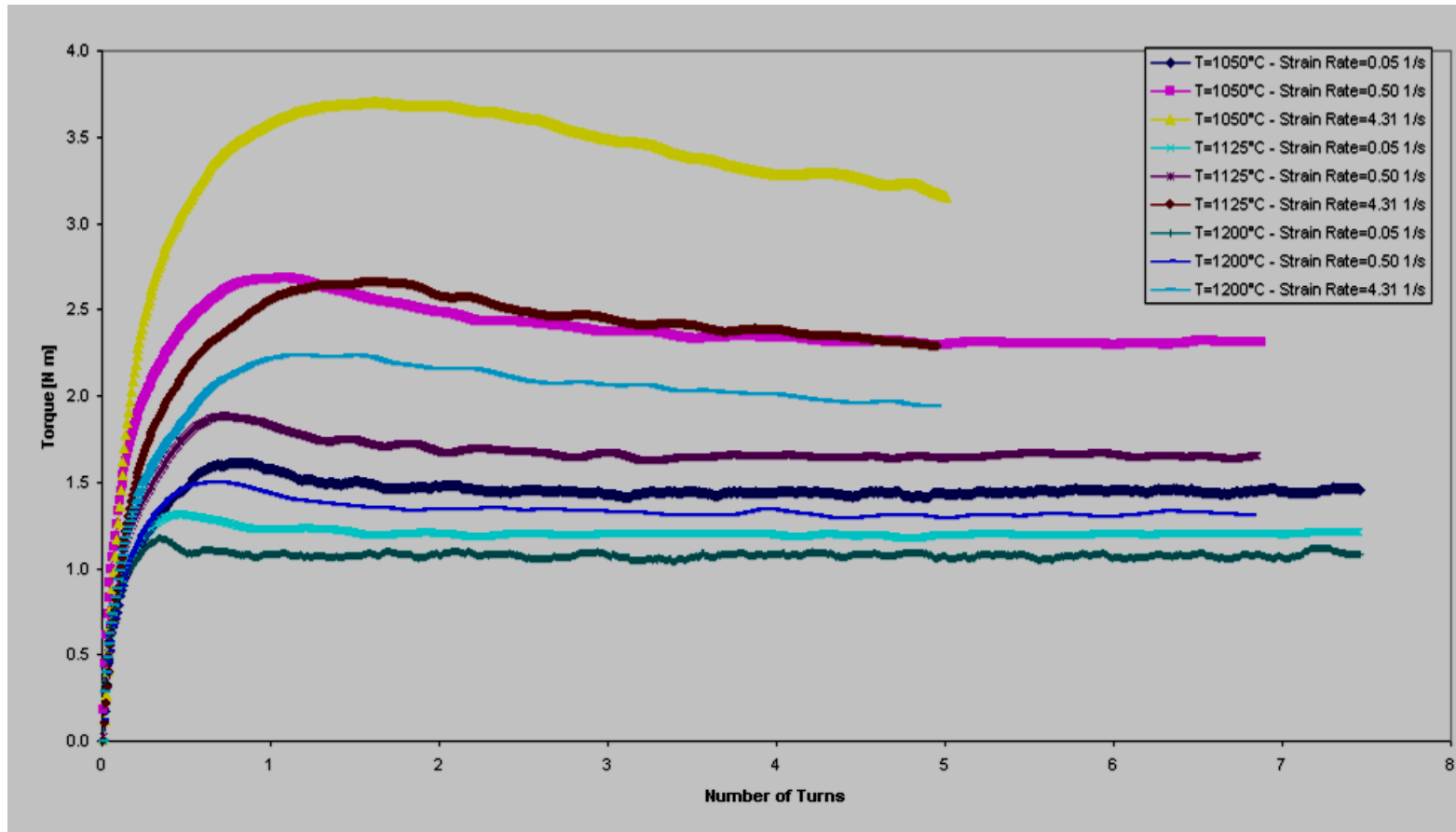
Problemas No-Lineales

No hay proporcionalidad constante entre causa y efecto

No linealidad material + geométrica

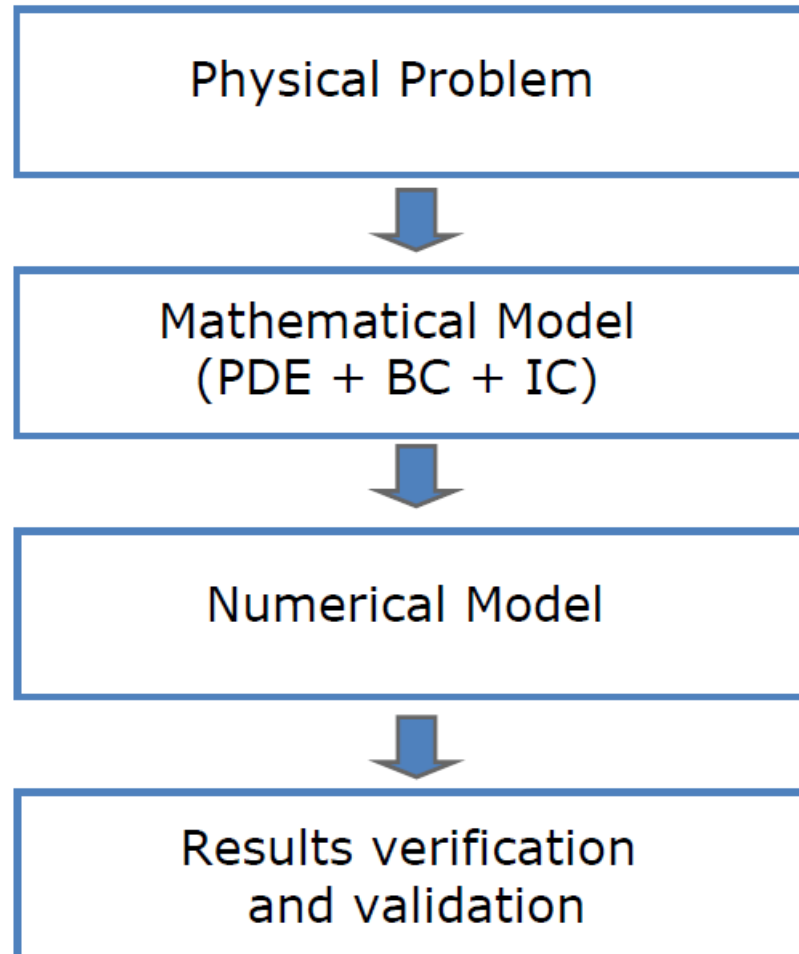


Modelos de material



Viscoplasticidad: efecto de la velocidad de deformación y de la temperatura

Modelado Computacional

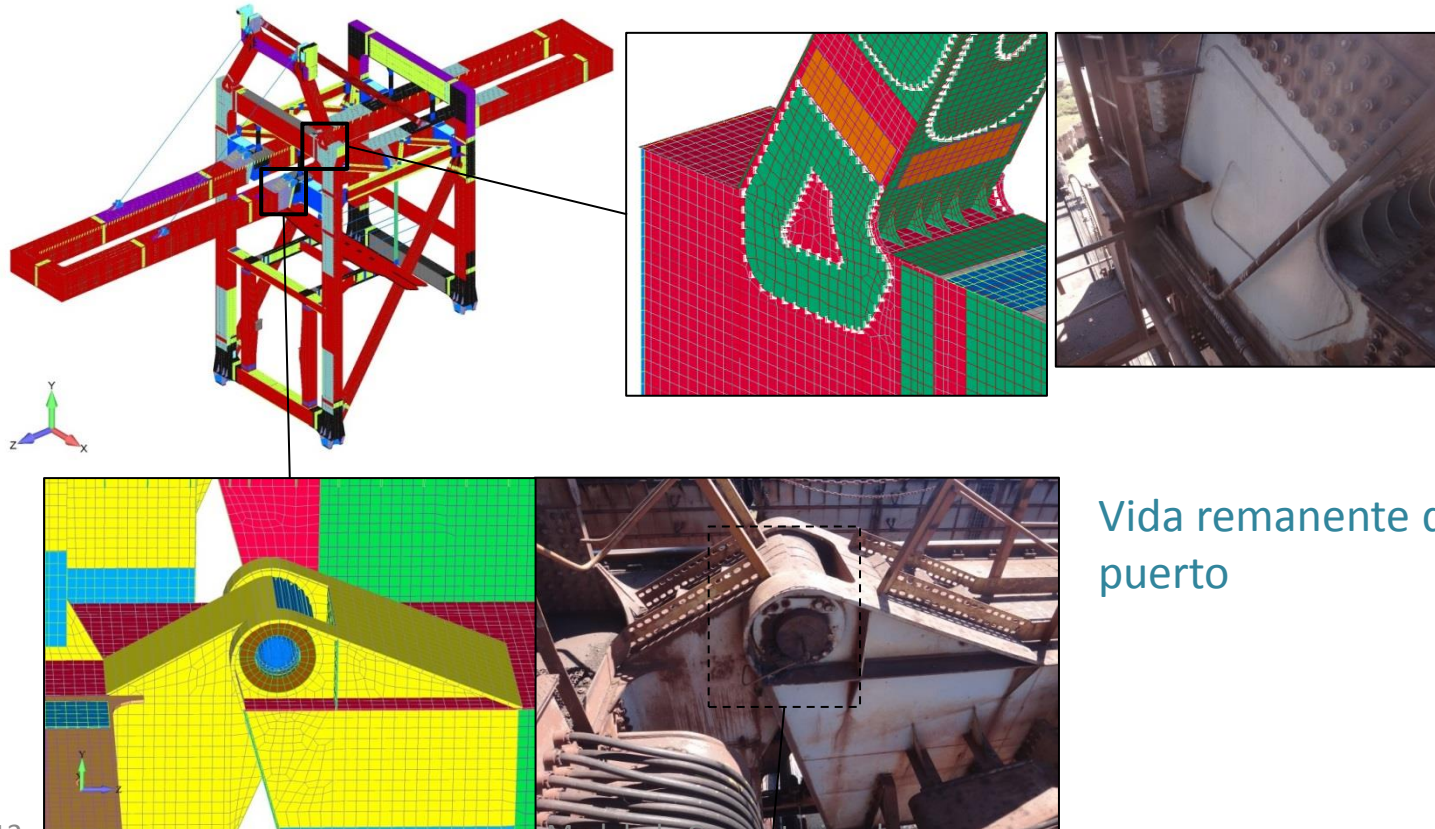


Modelado Computacional

El método de elementos finitos en Mecánica de Sólidos

Del problema continuo al problema discreto

Finite Element Mesh Details

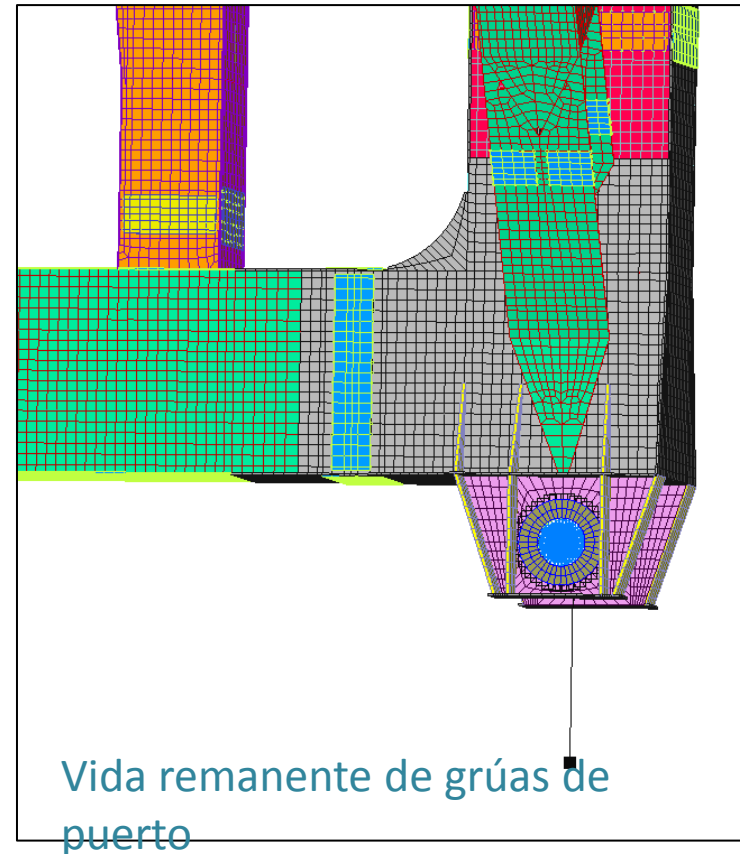


Vida remanente de grúas de puerto

Modelado Computacional

El método de elementos finitos en Mecánica de Sólidos

Del problema continuo al problema discreto

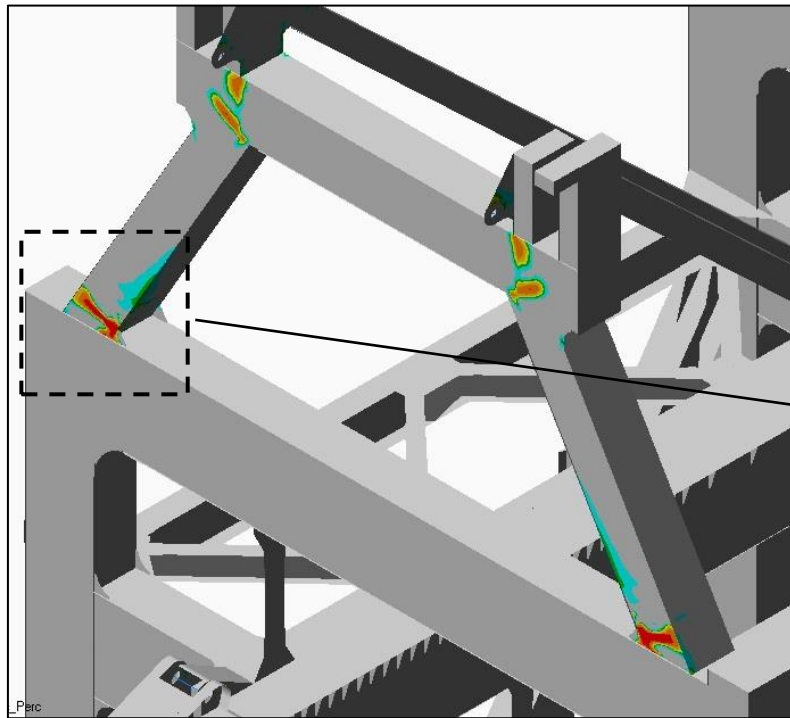


Vida remanente de grúas de puerto

Modelado Computacional

El método de elementos finitos en Mecánica de Sólidos

Del problema continuo al problema discreto



Vida remanente de grúas de puerto

Modelado Computacional

El método de elementos finitos en Mecánica de Sólidos

1. Figures 4.1 to 4.3 shows S/C lateral views.

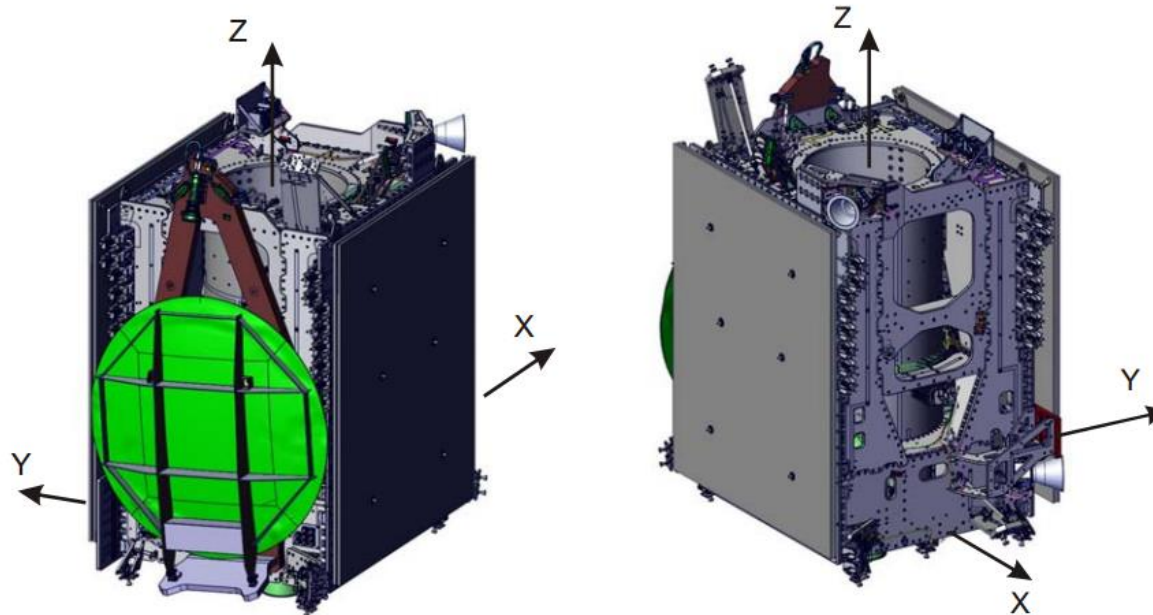
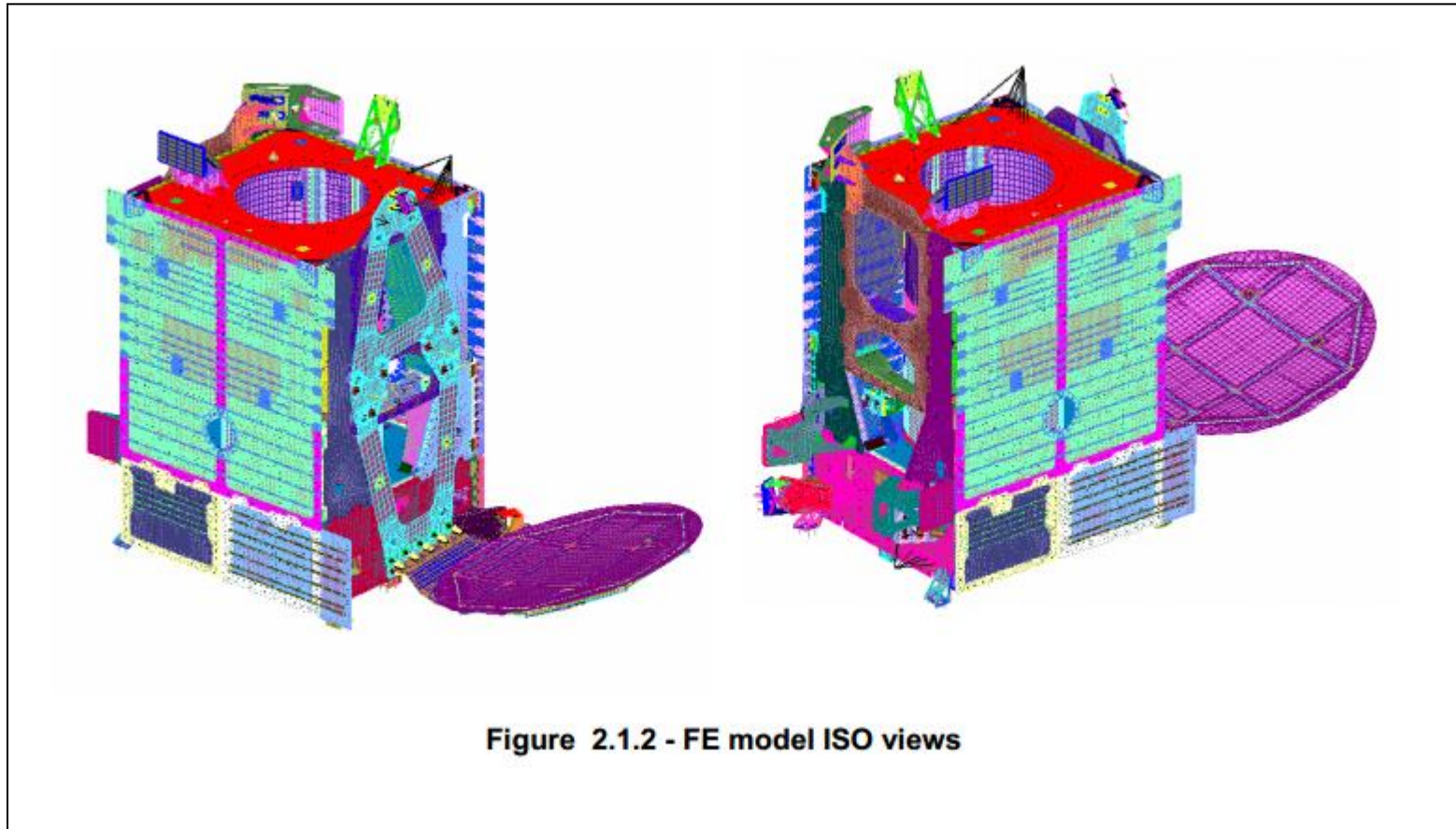


FIGURE 4.1.1 – LAUNCH

Arsat-1

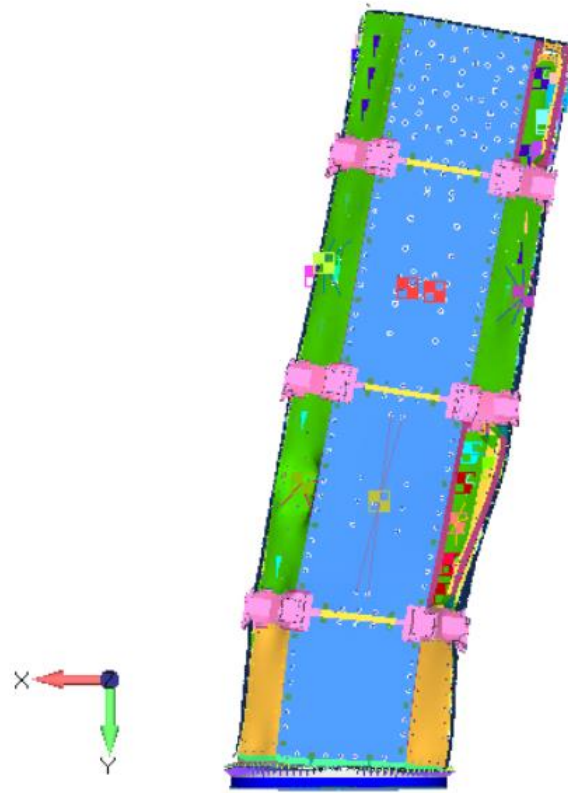
Modelado Computacional

El método de elementos finitos en Mecánica de Sólidos

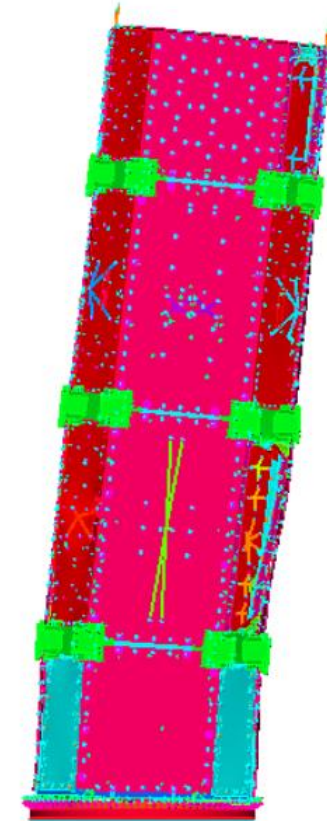
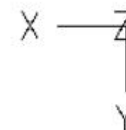


Structural models: satellites

Natural modes



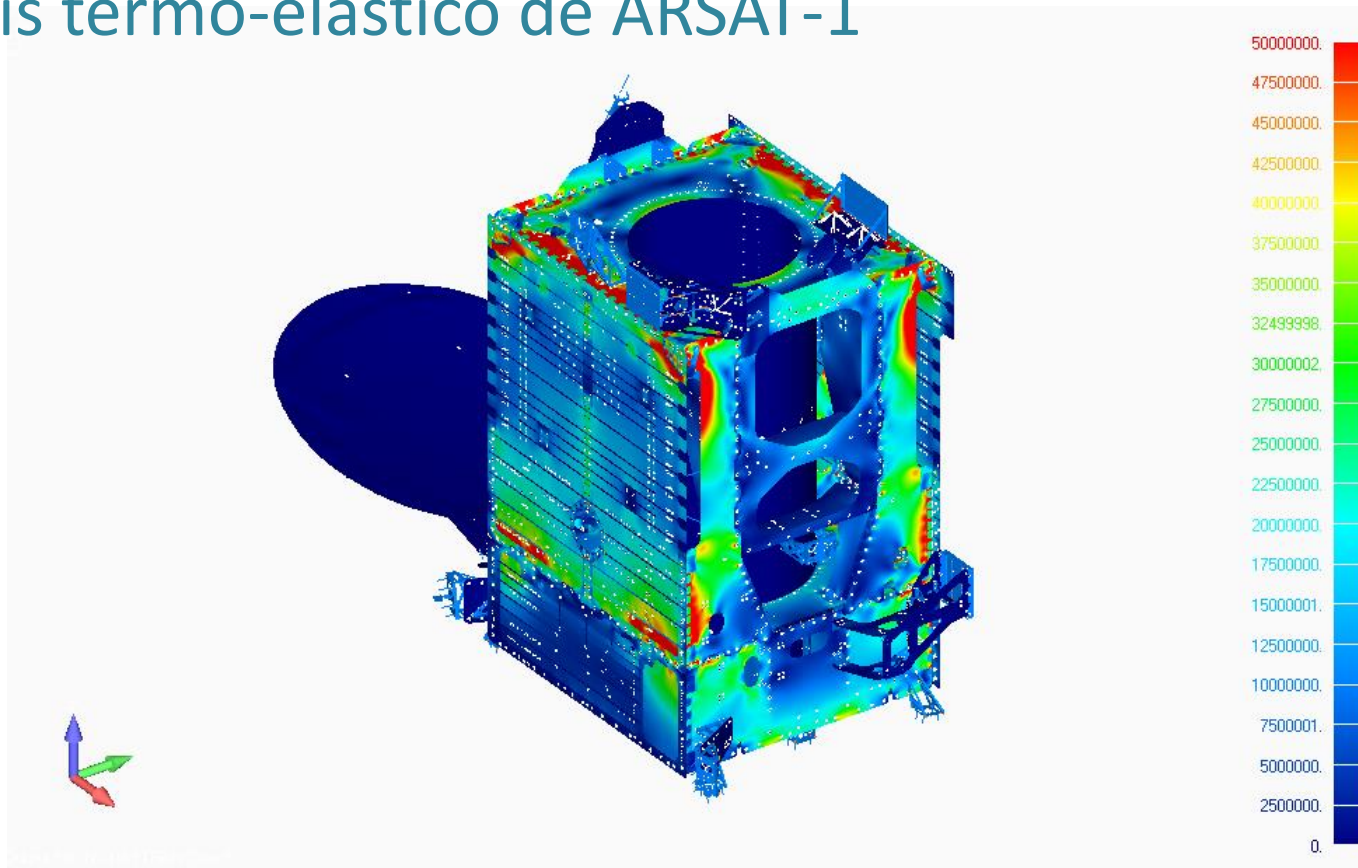
NASTRAN - 21.1 Hz



ADINA - 21.5 Hz

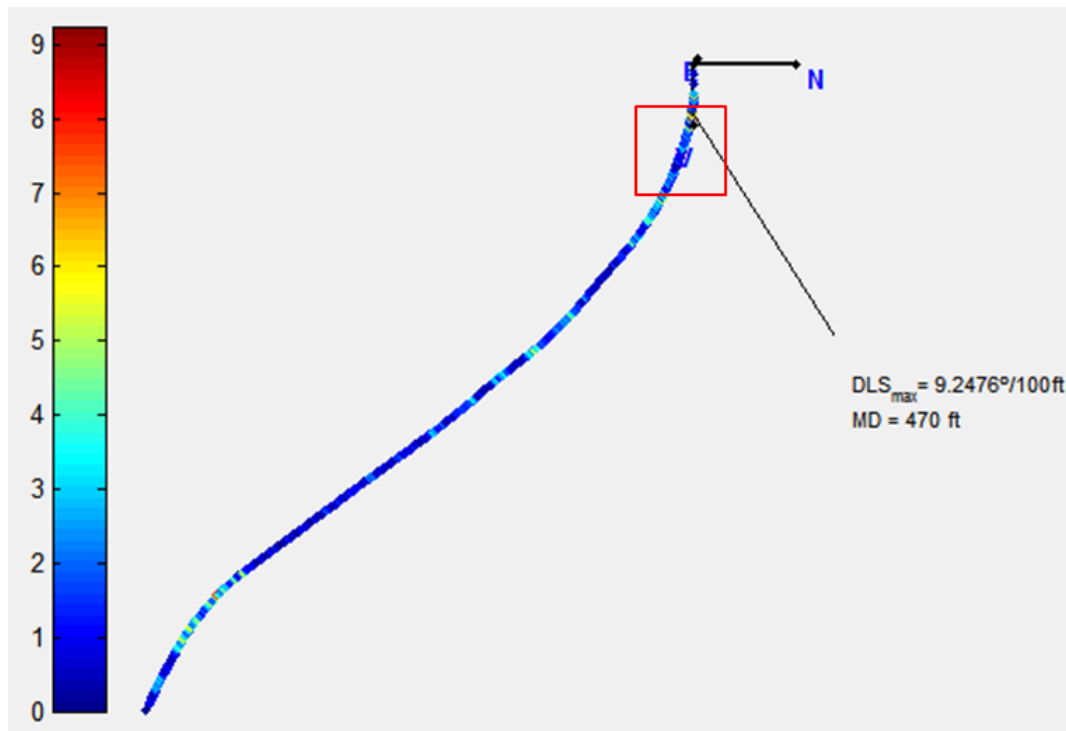
Modelado Computacional

Análisis termo-elástico de ARSAT-1



Modelado Computacional

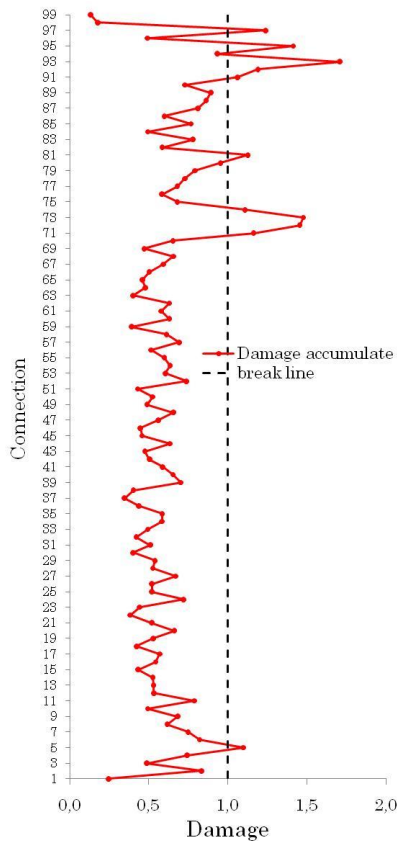
El método de elementos finitos en Mecánica de Sólidos



Simulación de perforaciones petroleras

Modelado Computacional

El método de elementos finitos en Mecánica de Sólidos

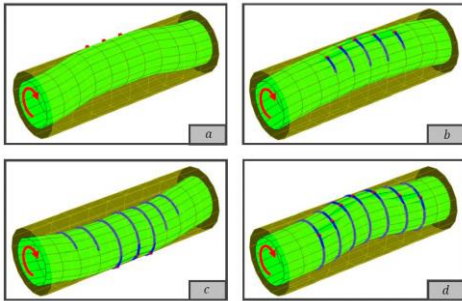


Accumulated damage
per
connection

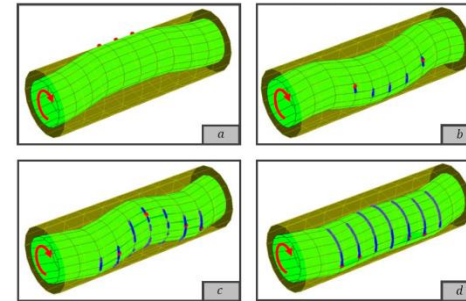
Simulación de perforaciones petroleras

Modelado Computacional

El método de elementos finitos en Mecánica de Sólidos



μ (pipes/well)=0.0



μ (pipes/well)=0.1

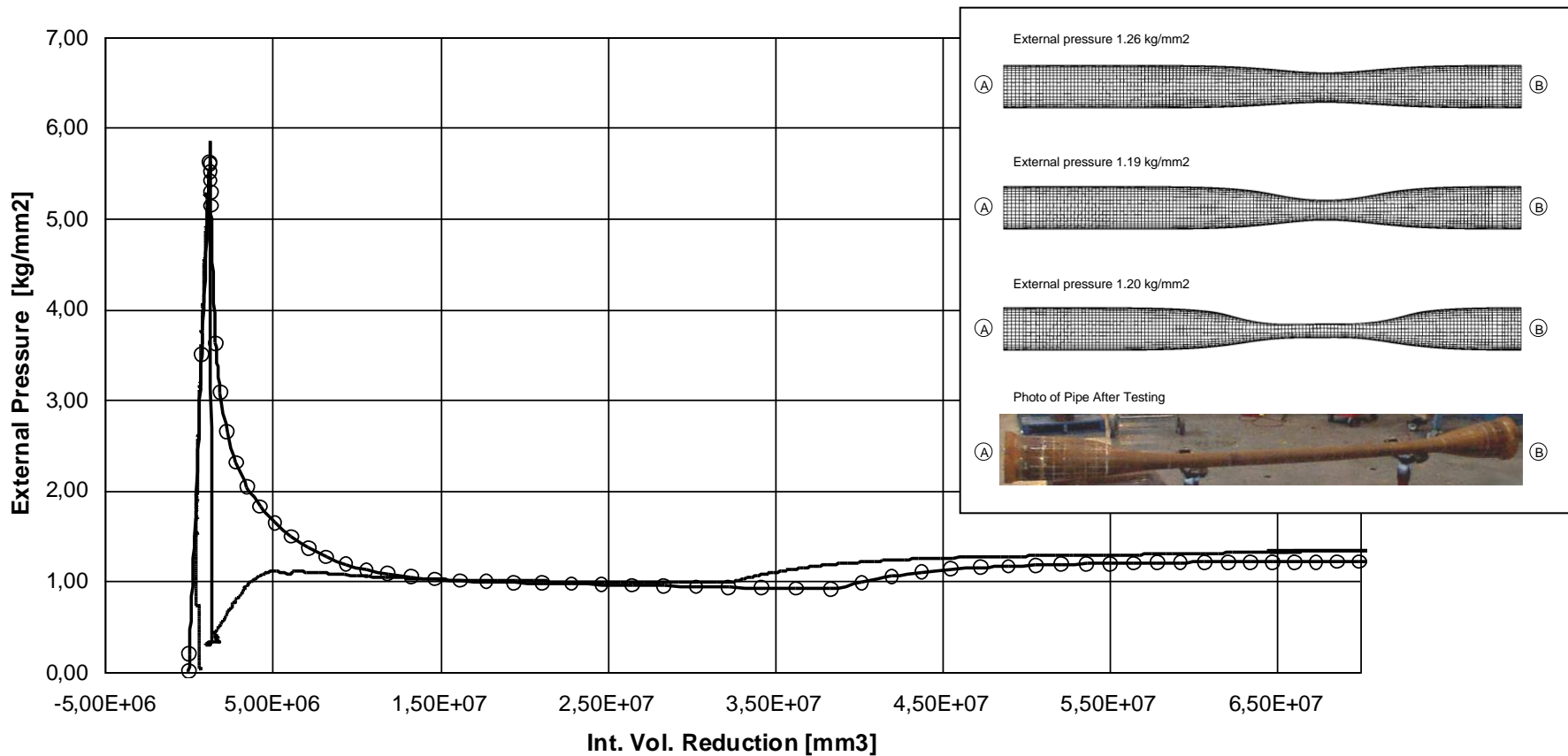


Comparison at the central cross section

Simulación de perforaciones petroleras

Modelado Computacional

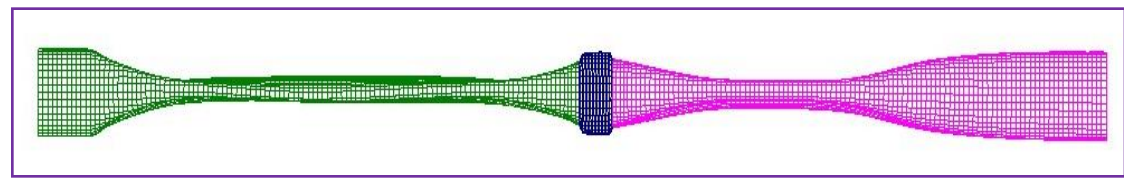
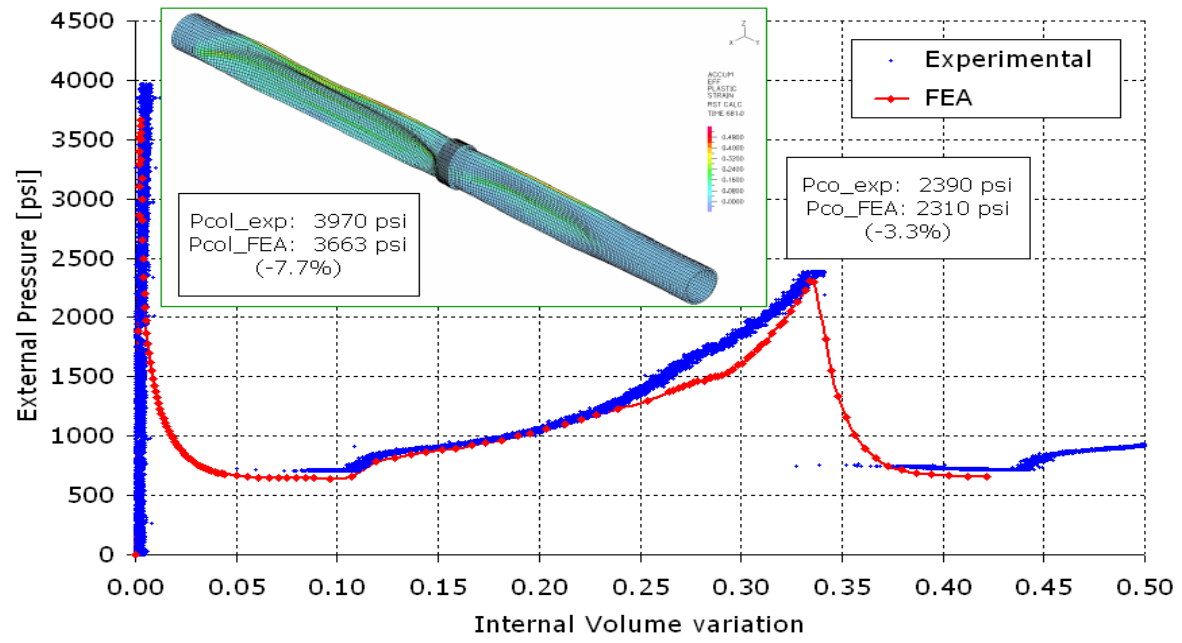
Validación de modelos



Modelado Computacional

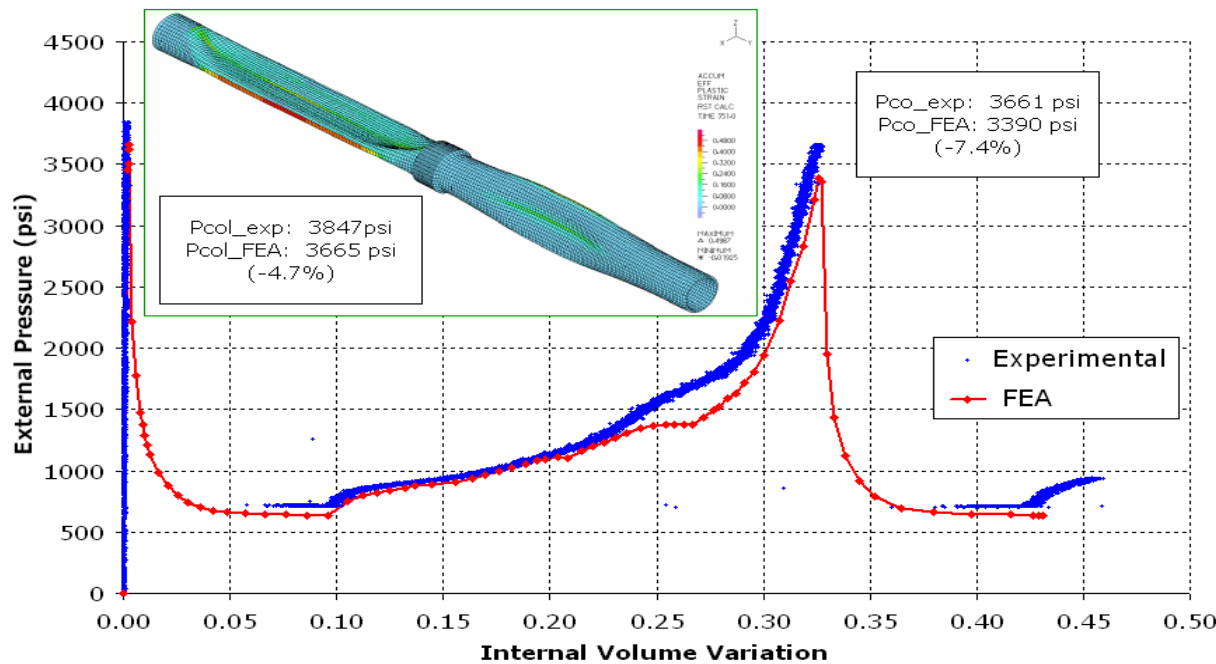
Validación de modelos

Sample 4: Pressure vs. Volume

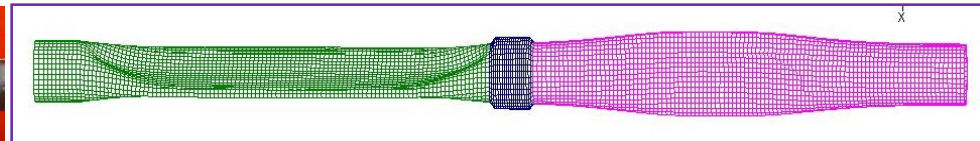
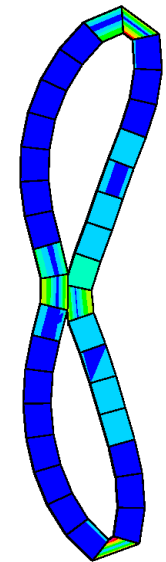
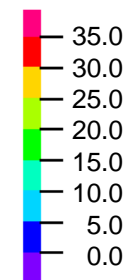


Modelado Computacional

Validación de modelos

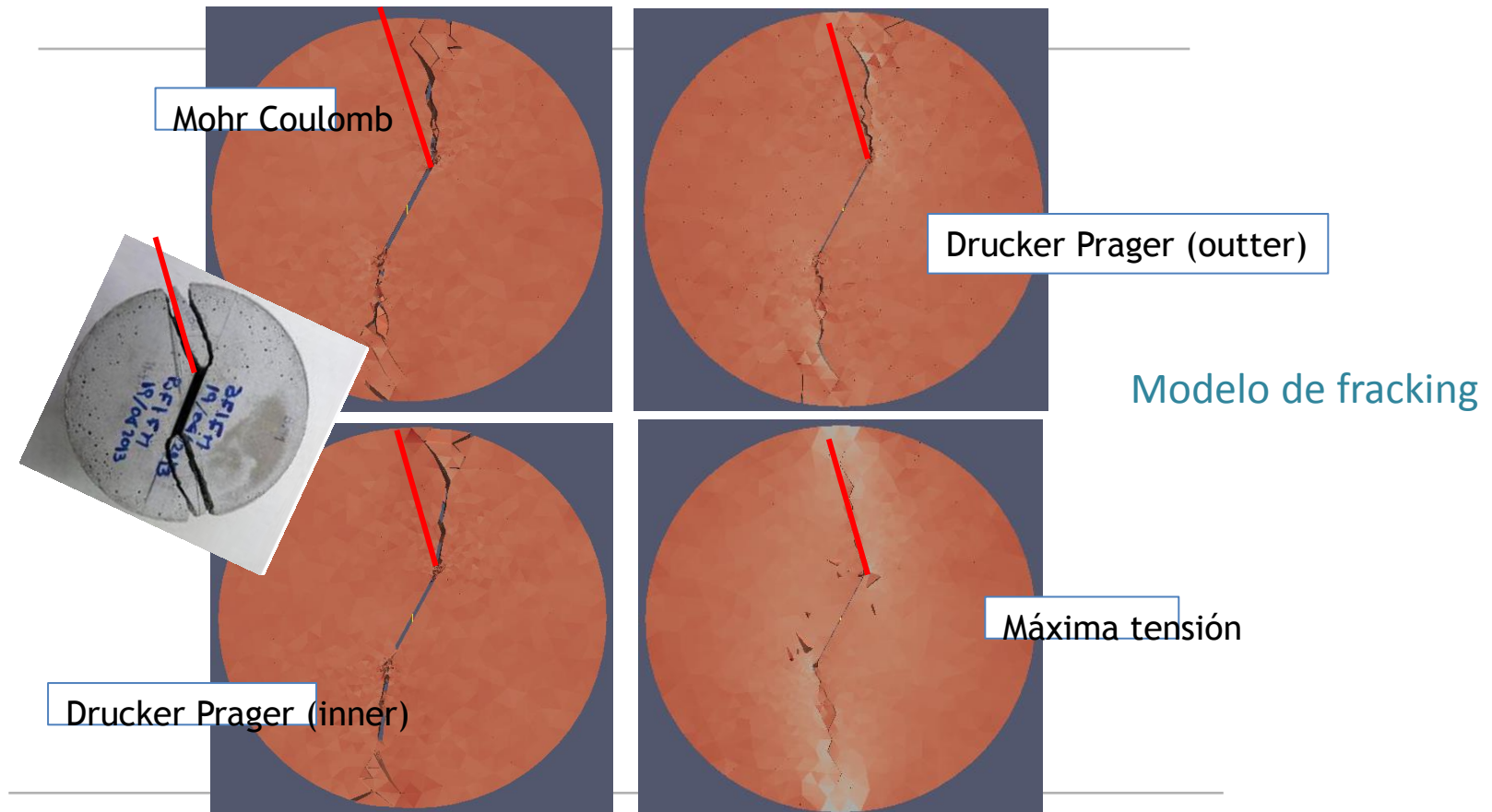


Strains [%]



Modelado Computacional

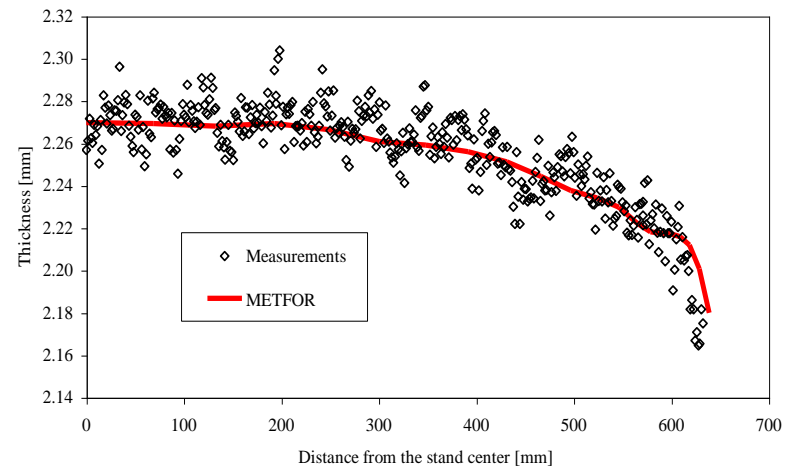
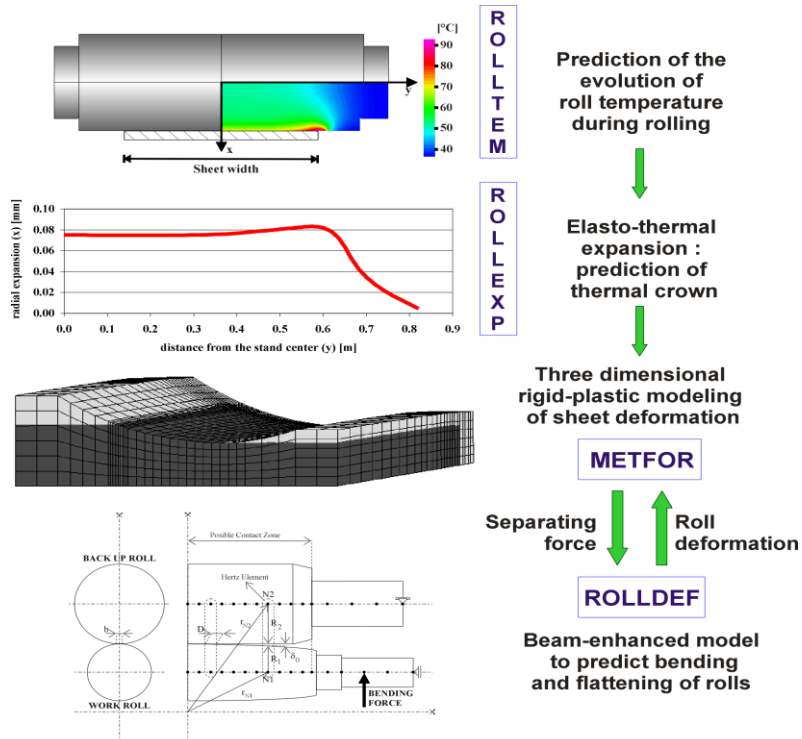
Validación de modelos



Metal Forming: rolling

Modelado Computacional

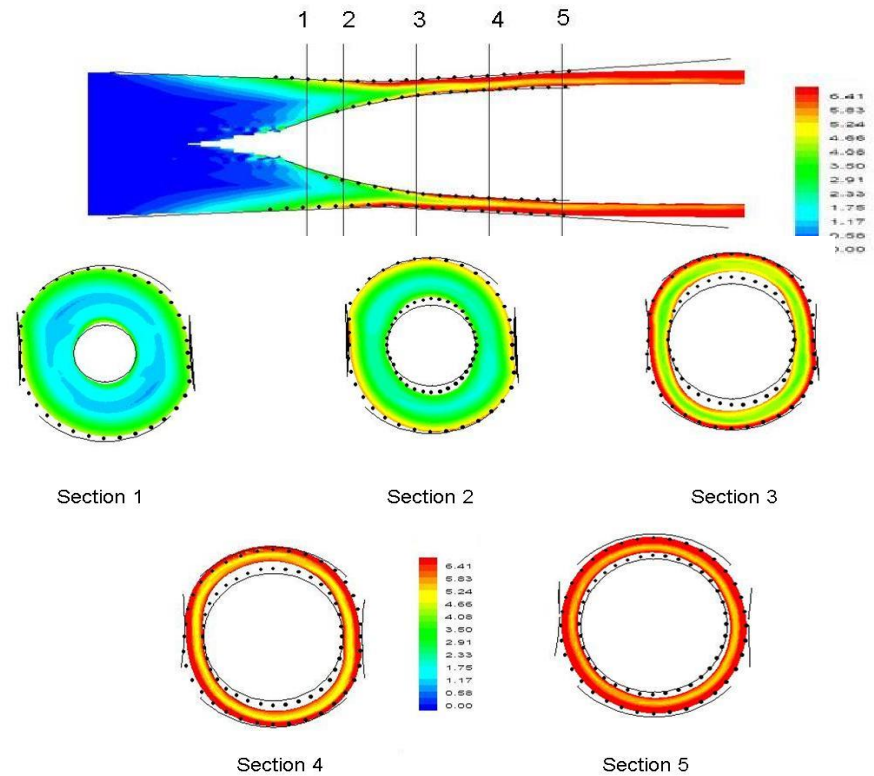
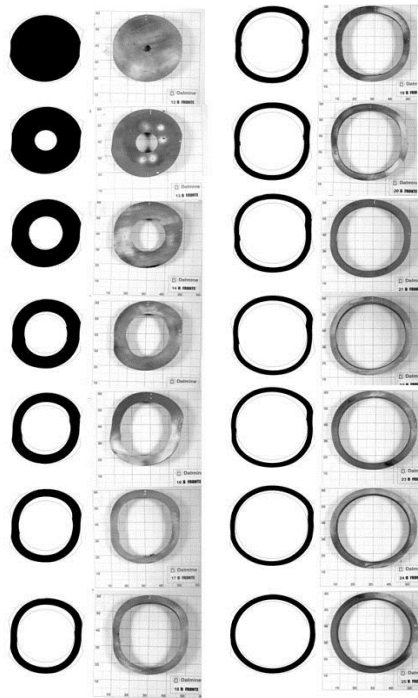
Validación de modelos



Modelado Computacional

Validación de modelos

The Mannesmann piercing process



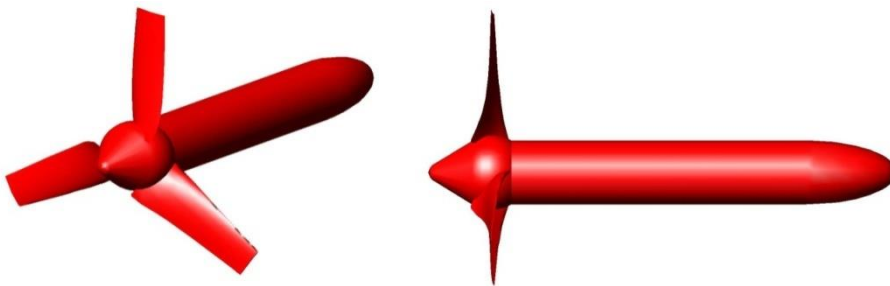
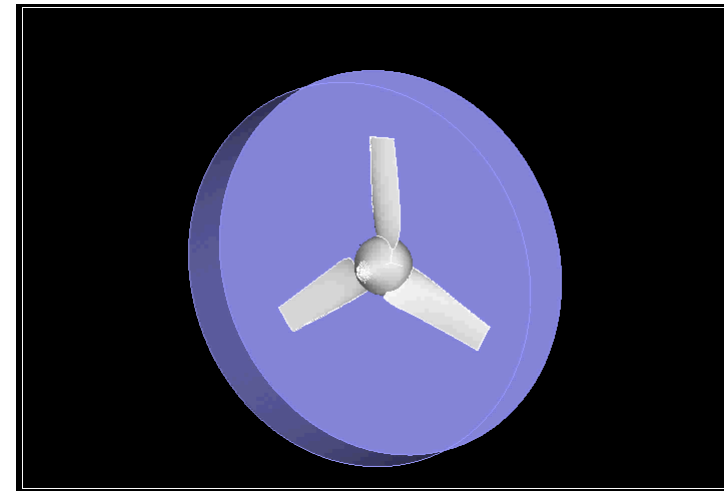
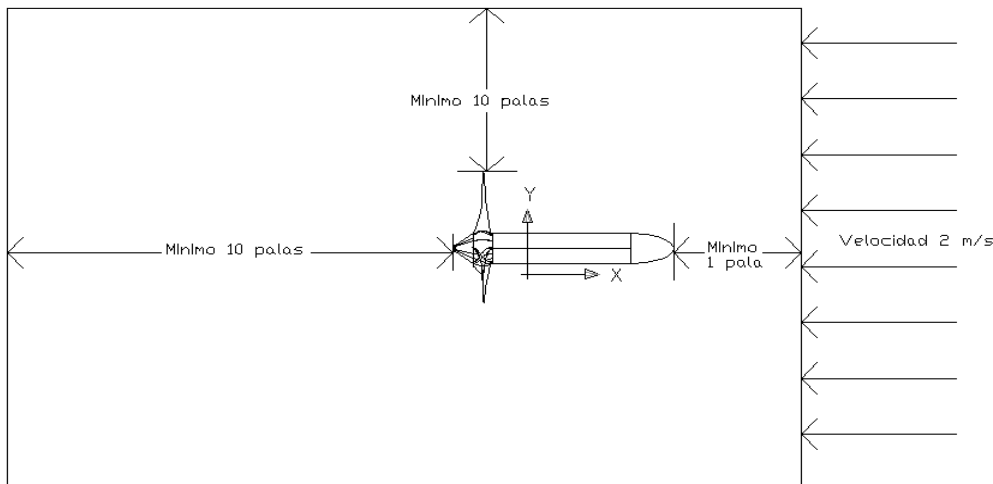
Mecánica de Fluidos

$${}^t\rho \frac{D \underline{{}^t\mathbf{v}}}{Dt} = {}^t\rho \underline{{}^t\mathbf{b}} + \underline{\nabla} \cdot \underline{{}^t\boldsymbol{\sigma}}$$

Navier - Stokes

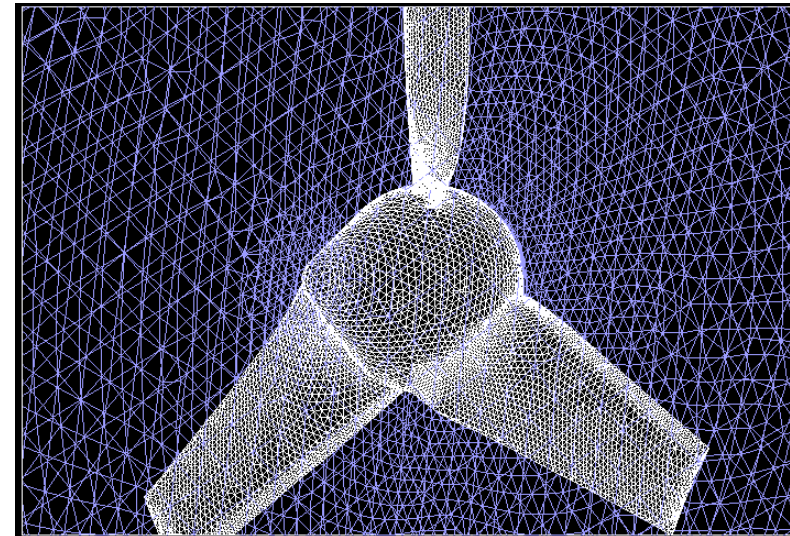
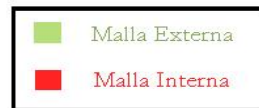
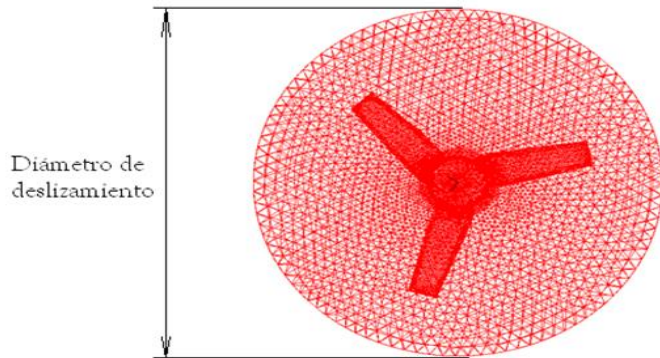
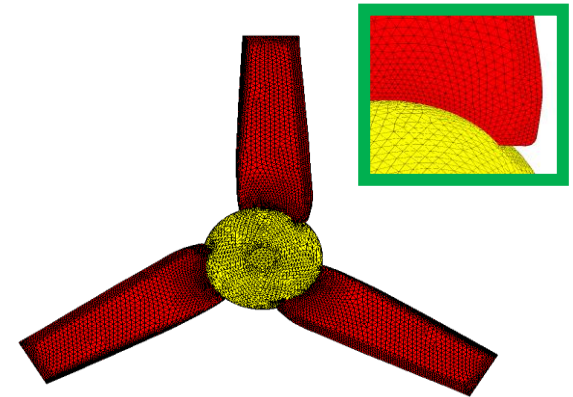
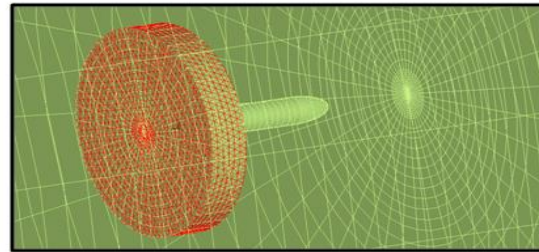
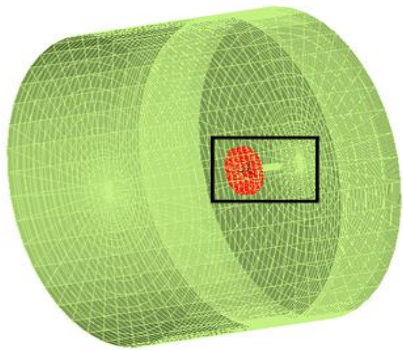
Mecánica de Fluidos

Turbina hidráulica



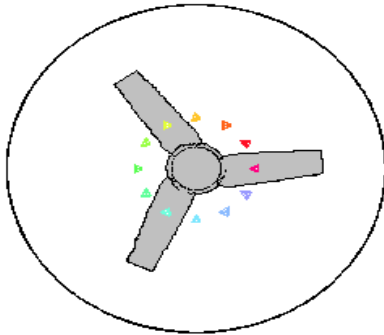
Mecánica de Fluidos

Turbina hidráulica

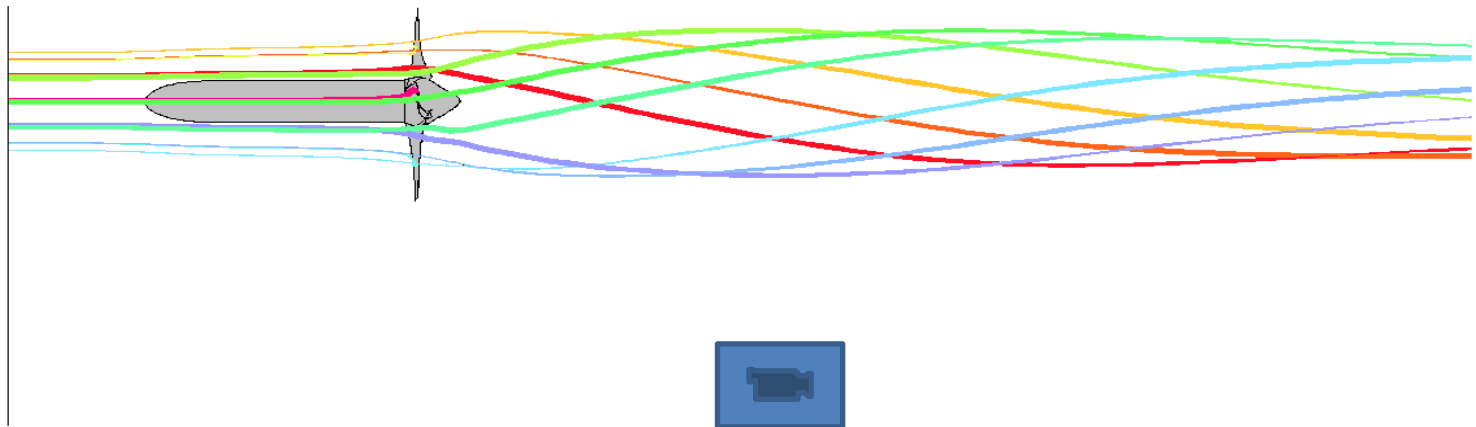


Mecánica de Fluidos

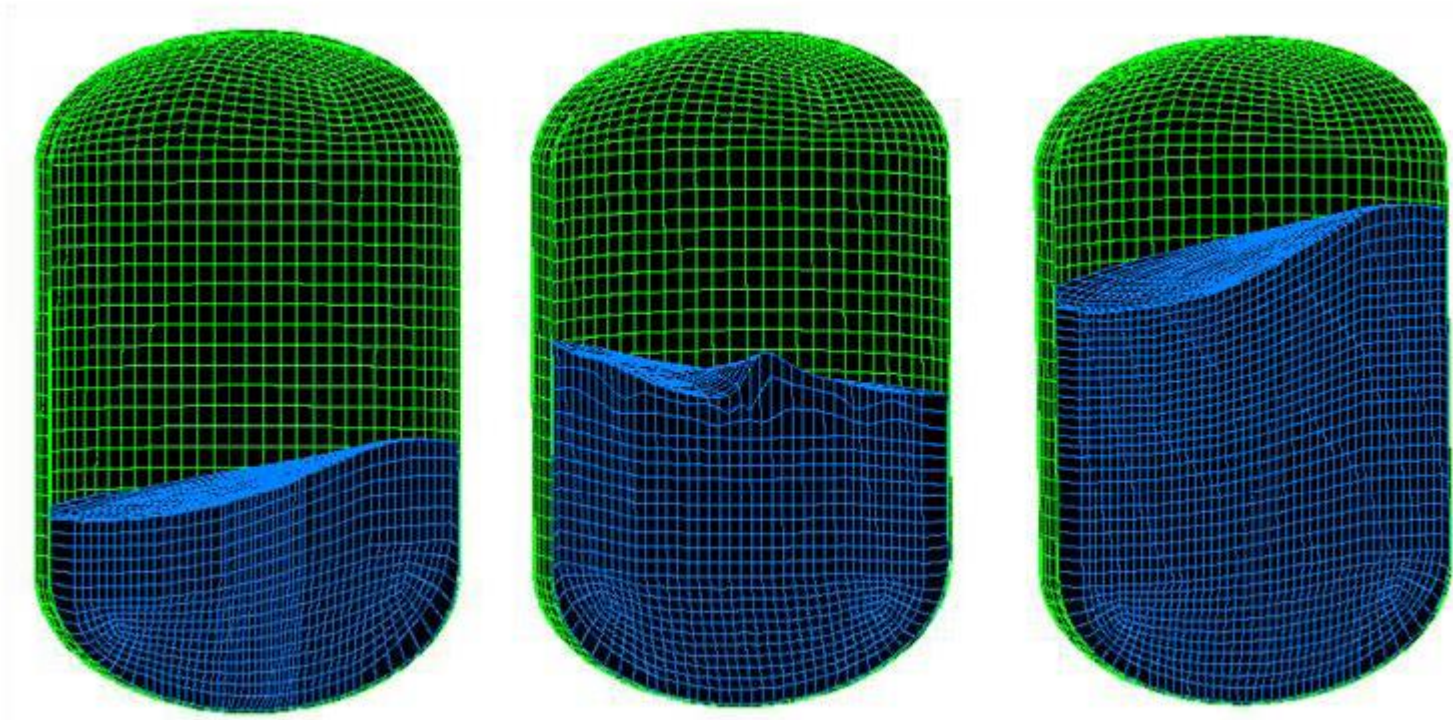
Turbina hidráulica



Flow lines



Interacción Fluido Estructura

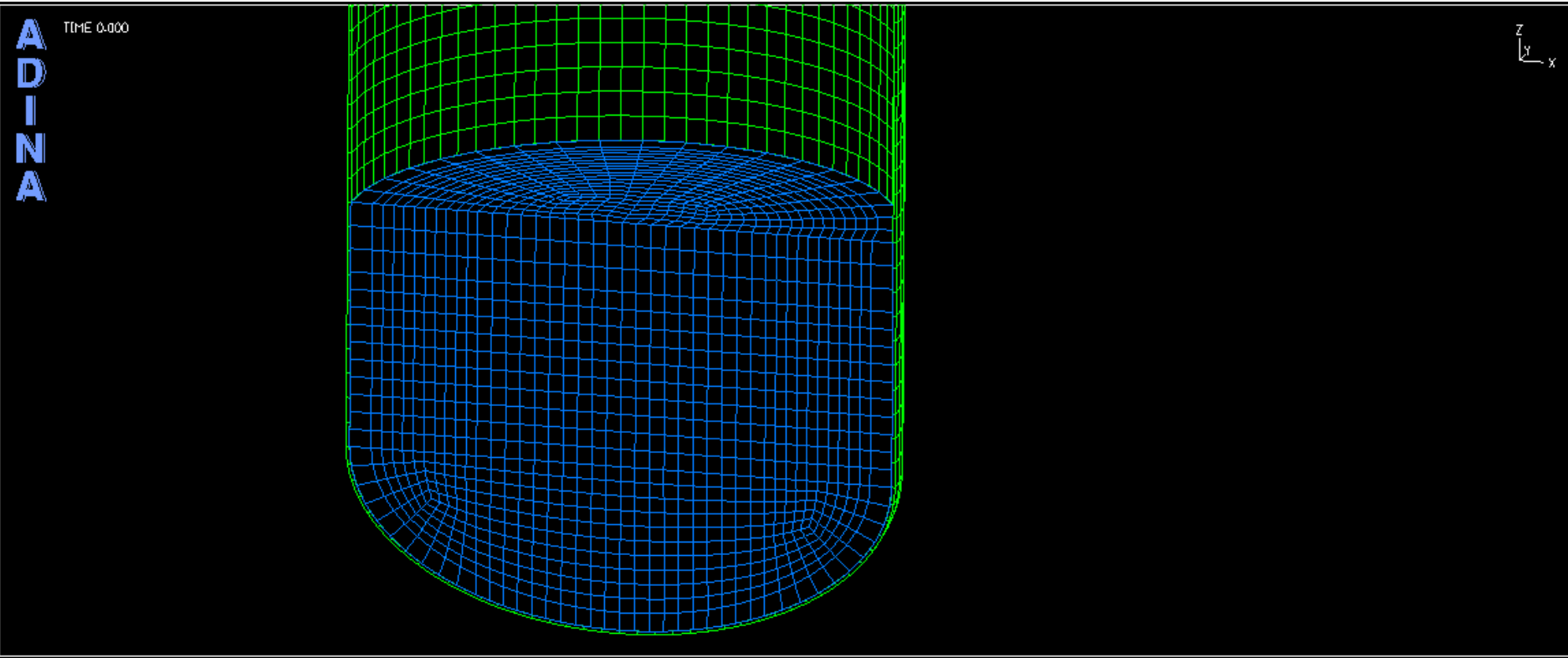


Caso 1

Caso 3

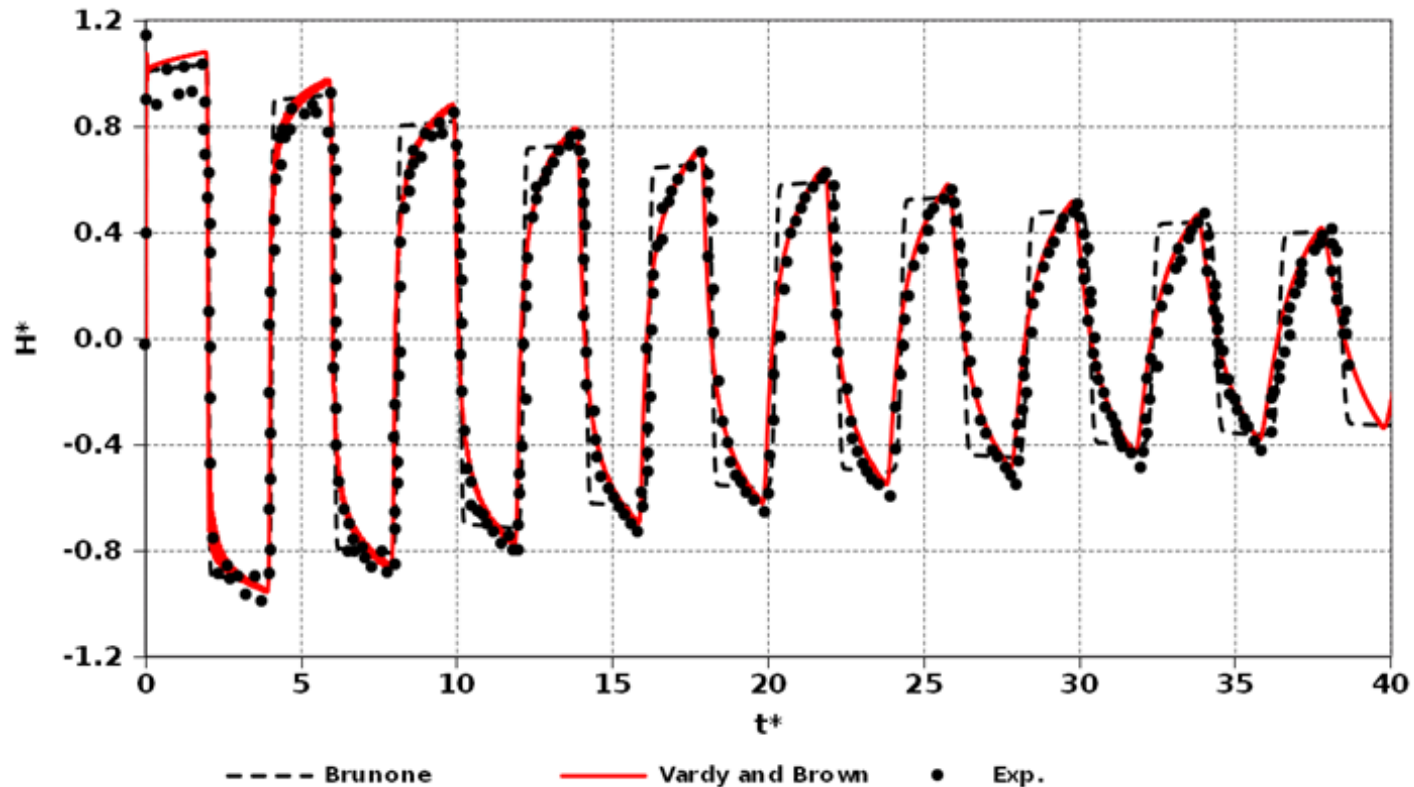
Caso 7

Interacción Fluido Estructura



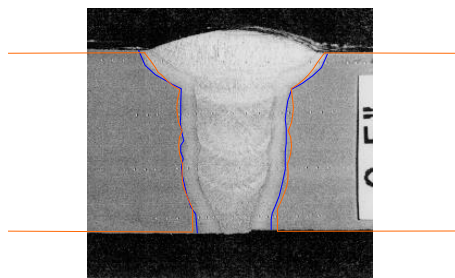
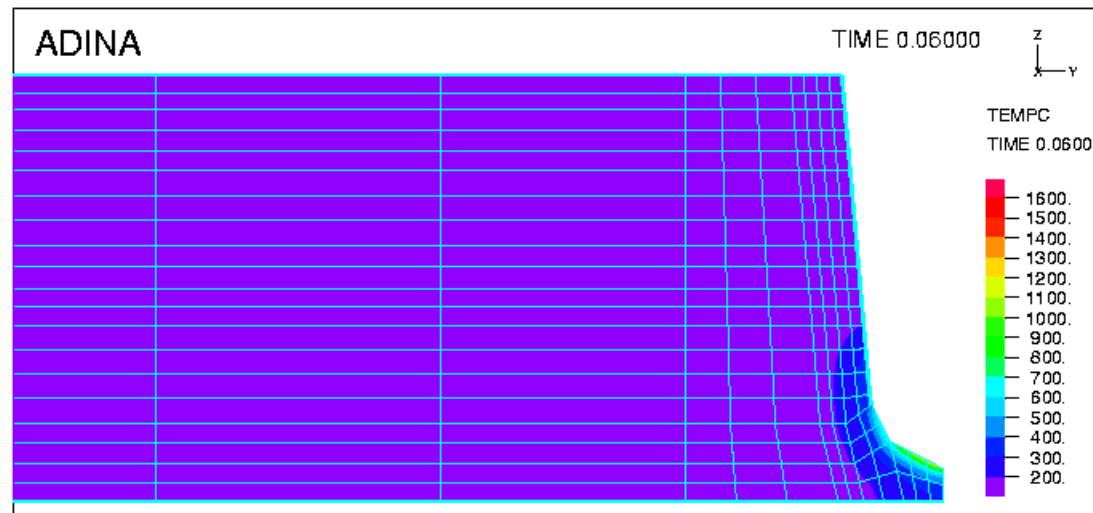
Interacción Fluido Estructura

Golpe de ariete

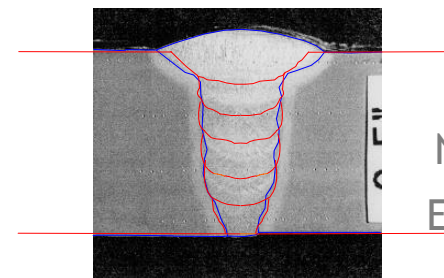


Transferencia de calor

Soldadura



HAZ

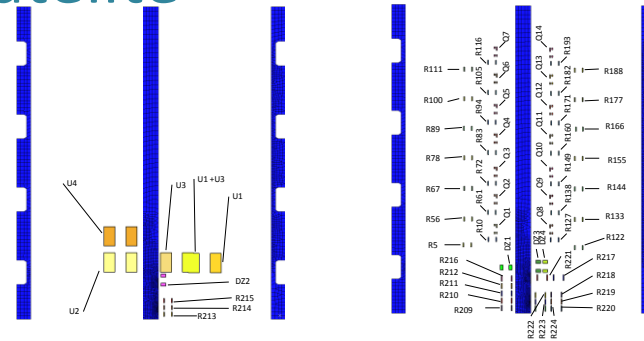
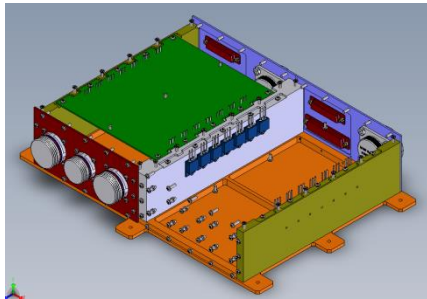


Liquid pool zone

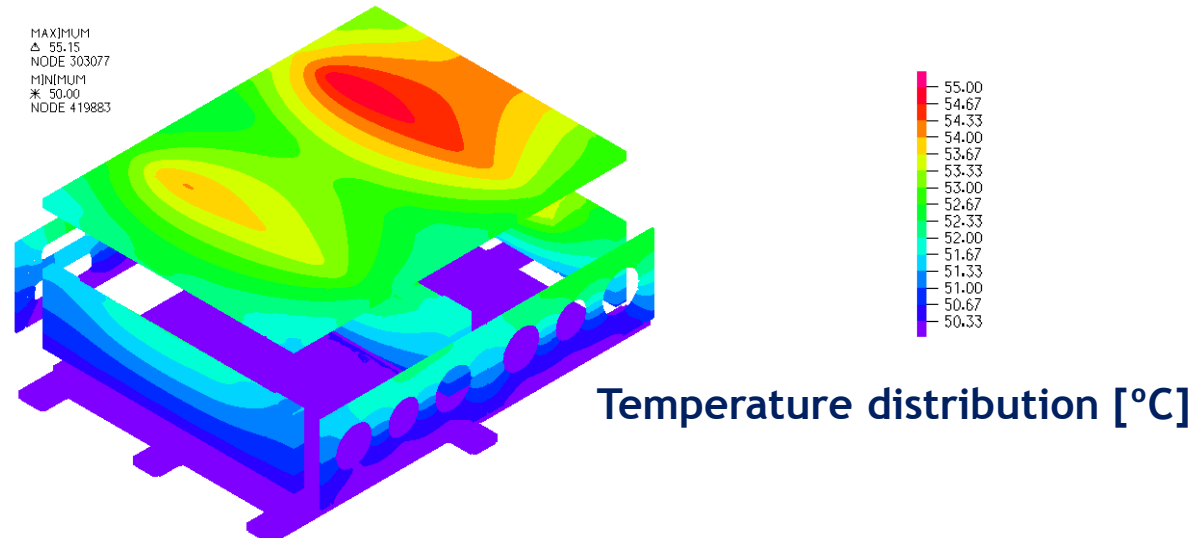
Numerical values
Experimental values

Transferencia de calor

Circuitos electrónicos en un satélite



Components of the bottom and top board



Proyecto FONARSEC - ONDAS

Socios del CAPP ONDAS

Sistema Público I+D	CONICET
Universidades Nacionales	UNLP UNC UNSJ UNRN
Empresas del Estado	INVAP S.E.
Empresas Privadas	YPF S.A. SIM&TEC S.A.

Proyecto FONARSEC - ONDAS

Proyecto ONDAS

Temática científica	Modelado computacional de la propagación de ondas mecánicas y electromagnéticas en medios complejos
Aplicaciones tecnológicas	Ondas mecánicas: sonar y sísmica petrolera
	Ondas electromagnéticas: radar

HPC (Computación de alto rendimiento)

Usamos programas que calculan paralelizando para resolver problemas que no pueden ser resueltos en un tiempo razonable usando una sola computadora.

Motivos:

- **Altísimo uso de tiempo de máquina**
- **Altísimo uso de memoria RAM**
- **Muchos experimentos numéricos similares**
- **Necesito resultados en tiempos rápidos (meteorología)**

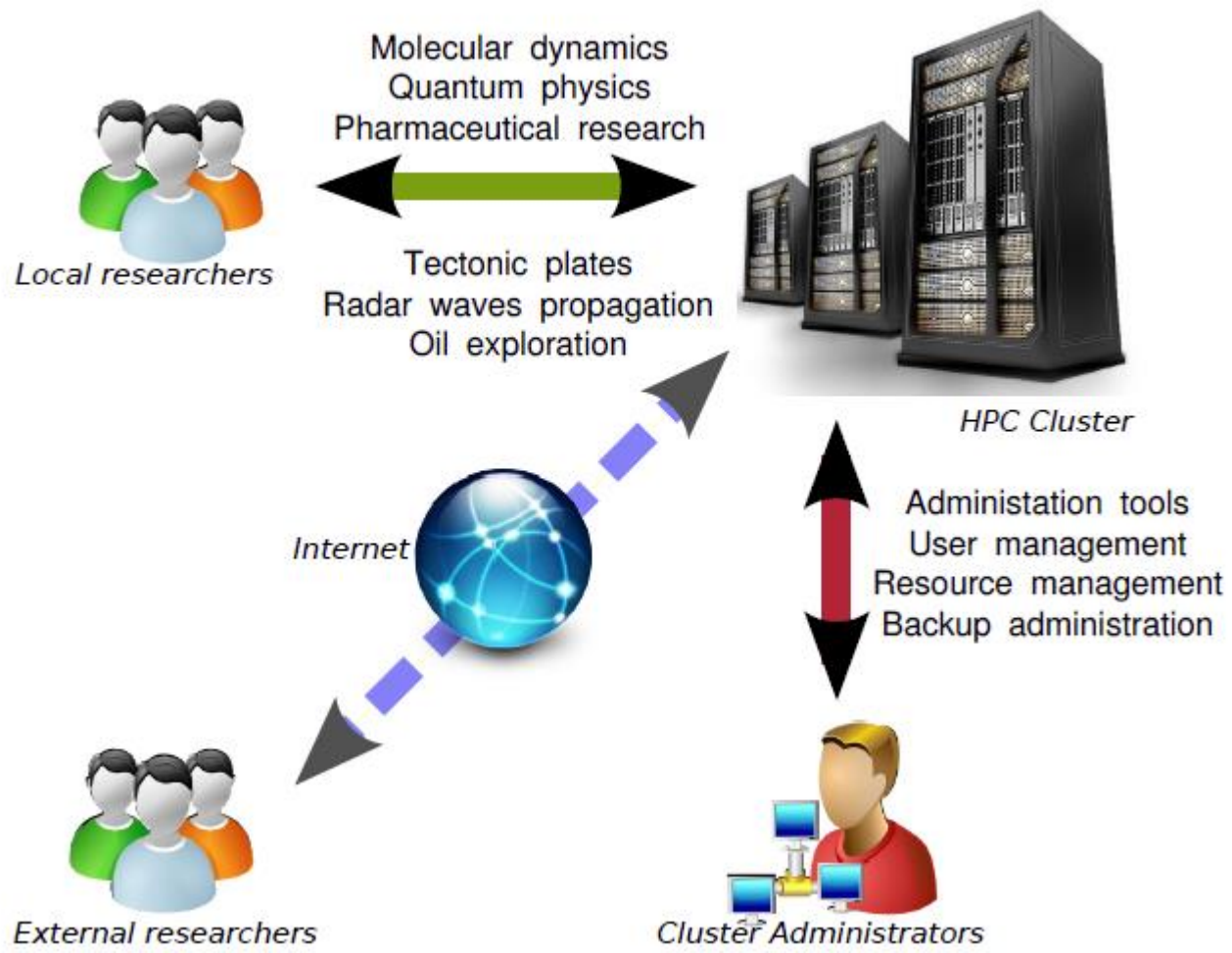


Centro de Simulación Computacional - GIOL



In total

- 4600 AMD CPU cores.
- 18 TB of DDR3 RAM.
- 32 nVidia Tesla GPU.
- 50400 Watts of computing power.
- About 48TFLOPS of GPU+CPU (Top500 RPeak)



Escalabilidad

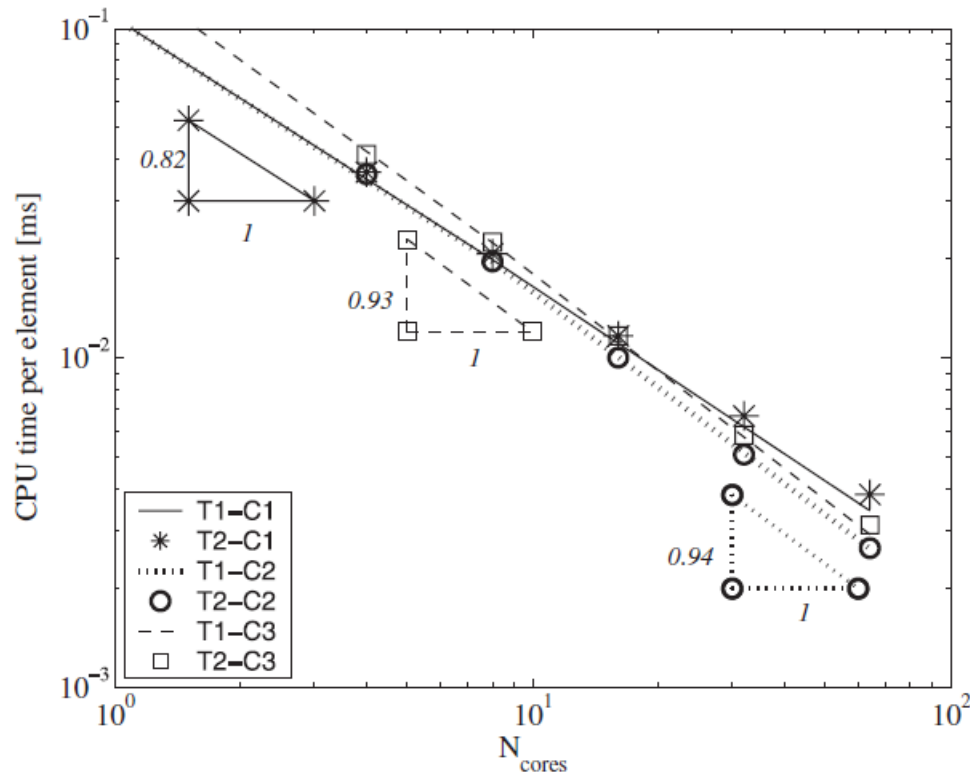


Figure 12. Scaled speed-up (T1) and constant problem size (T2) scalability results: The figure shows the computational time per element needed to compute one time step as a function of the number of cores, N_{cores} .

Programa SUMMIT, Prof. Raúl Radovitzky, MIT

La cadena del I+D científico - tecnológico

Es factibilizada por el Estado

