

CÁLCULO Y HOMOLOGACIÓN DE ESTRUCTURAS FERROVIARIAS

INDICE

- 1. Presentación de la dupla Alerce.**
- 2. Modelado y ensayo estructural coche.**
- 3. Modelado y ensayo estructural bogie Lapacho.**
- 4. Modelado y ensayo de la unidad motriz.**
- 5. Ensayo de confort.**
- 6. Modelo dinámico de la formación.**

TREN ALERCE



TREN ALERCE

- 90 % DE INTEGRACIÓN NACIONAL
- CONCEPTO DMU (CR+UM+CR)
- CARROCERÍA DE ALUMINIO
- TRACCIÓN DIESEL-HIDROSTÁTICA
- PUERTAS DE ÚLTIMA GENERACIÓN
- BOGIE PROPIO CON SUSPENSIÓN NEUMÁTICA



TREN ALERCE



ERGONOMÍA Y VISIBILIDAD



240 PASAJEROS POR DUPLA – MÁXIMO CONFORT



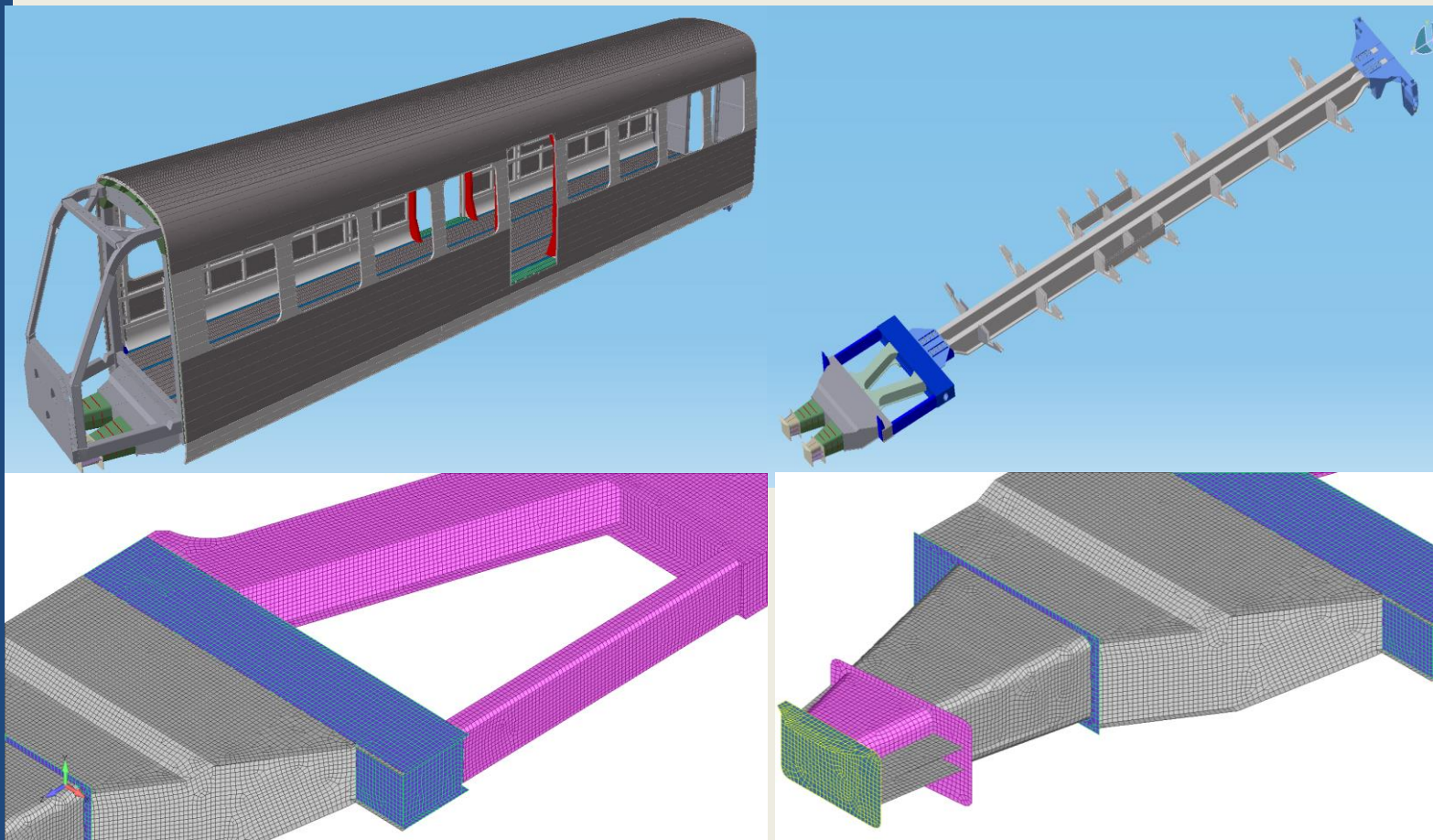
500 HP

FRENO ELECTRO NEUMÁTICO

COCHE DE PASAJEROS

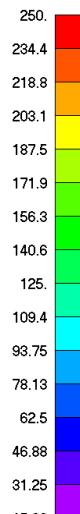
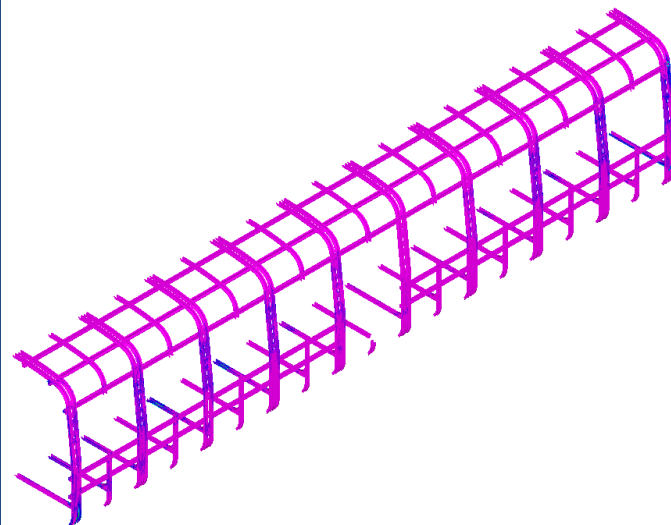
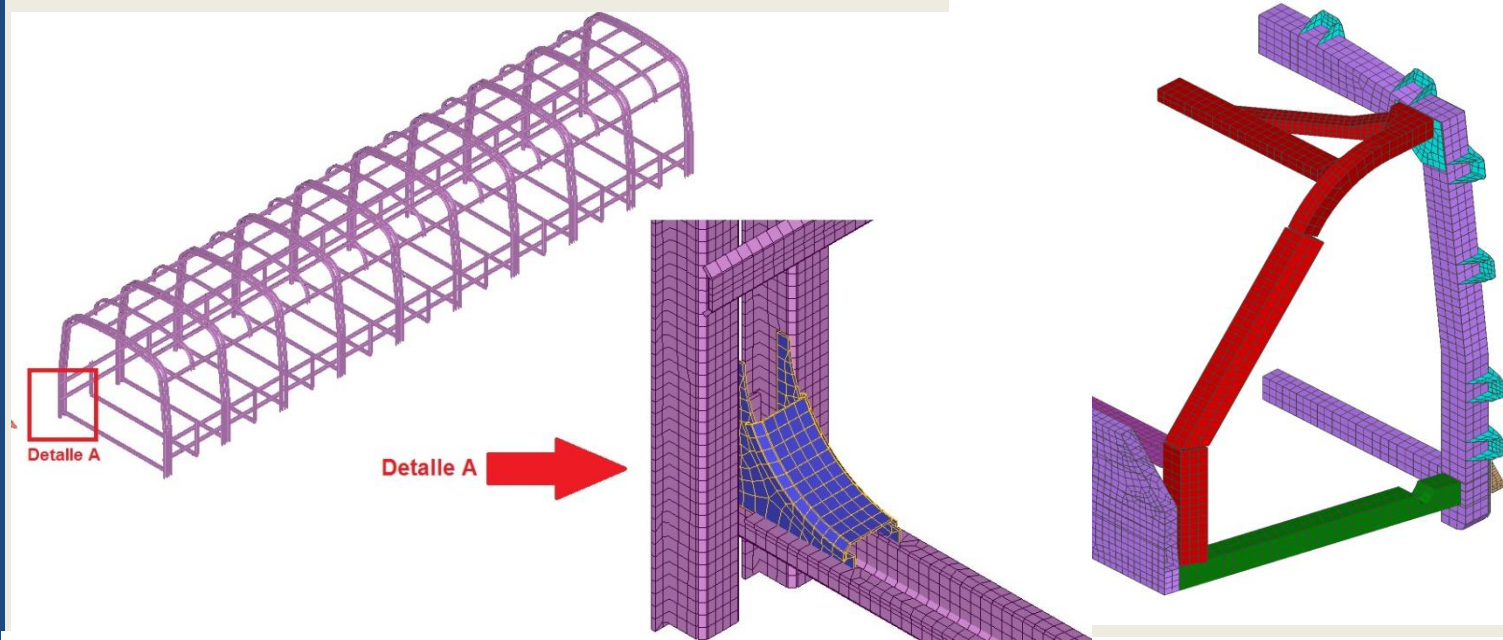
Modelo Estructural

Se realizó una verificación estructural por el método de los elementos finitos, de acuerdo a la norma UNE-EN 12663:2001.

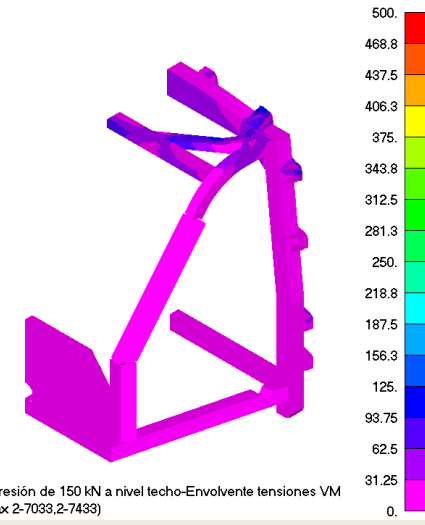


COCHE DE PASAJEROS

Modelo Estructural



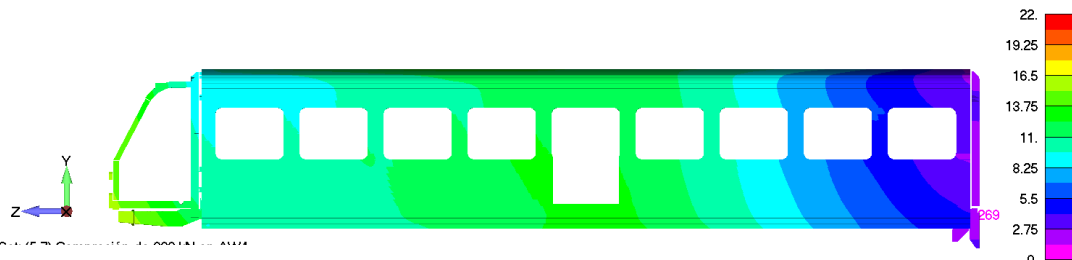
Output Set: (5.2) Compresión de 150 kN a nivel techo-Envoltente tensiones VM
Contour: Envelope (Max 2-7033.2-7433)



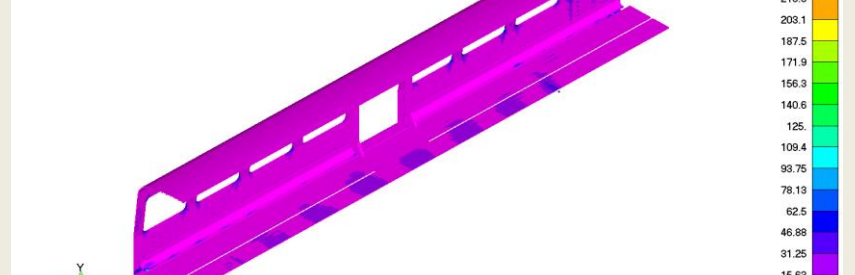
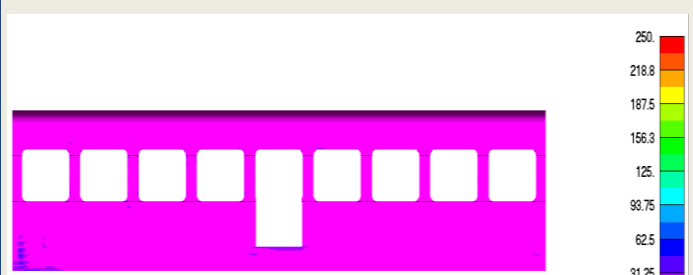
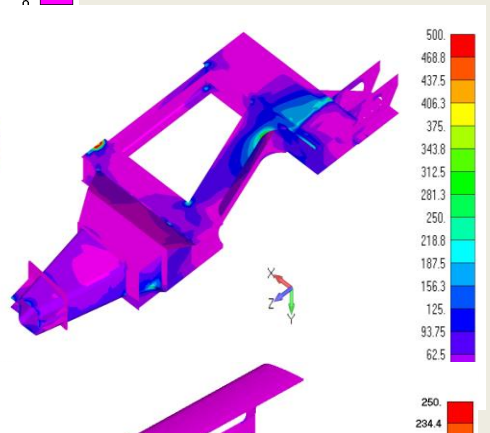
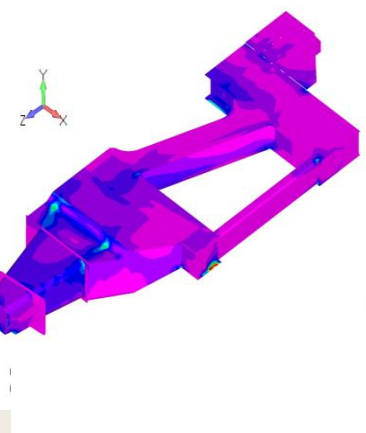
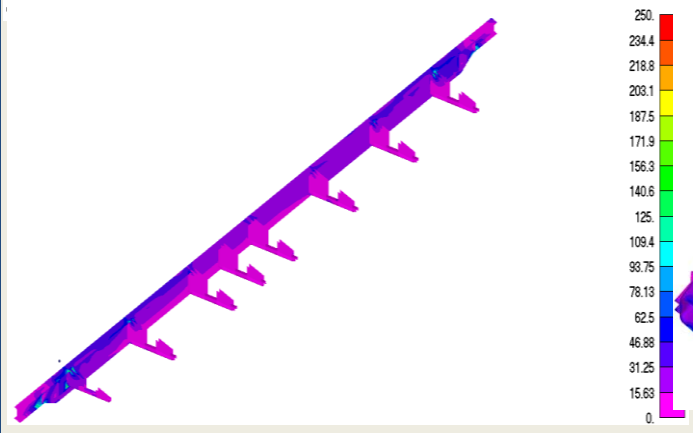
COCHE DE PASAJEROS

Modelo Estructural

Compresión de 800kN en AW4



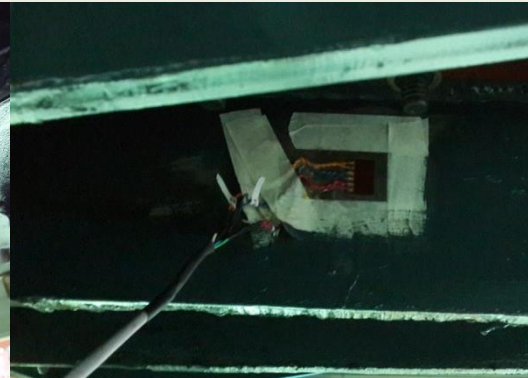
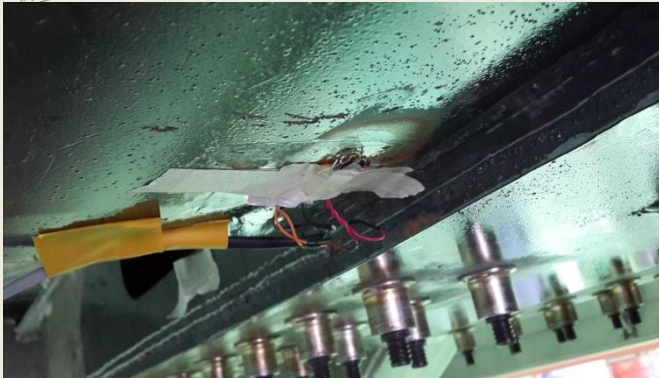
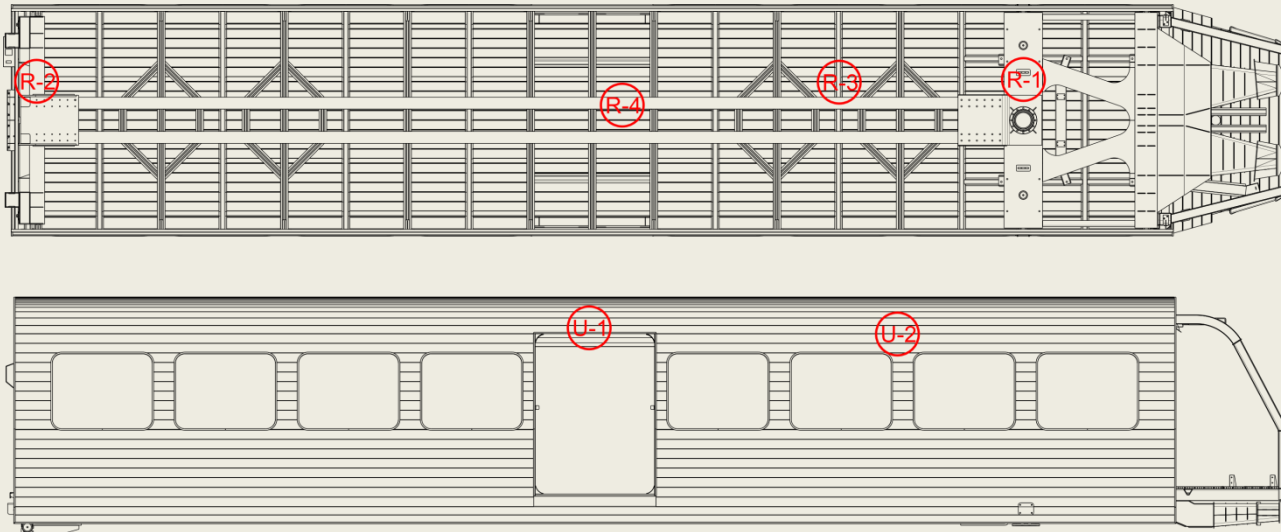
Desplazamiento Máximo [mm]	
Eje X	3.45
Eje Y	21.34
Eje Z	9.71
Total	21.92



COCHE DE PASAJEROS

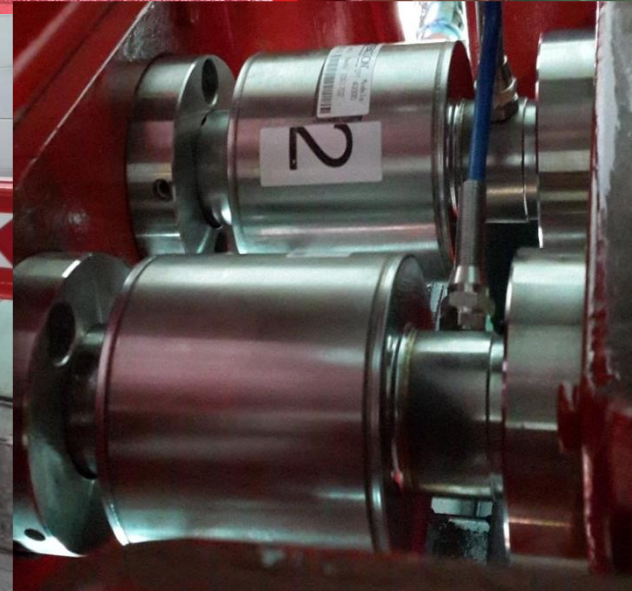
Ensayo de Extensometría

Se instrumentó de acuerdo a análisis de MEF y se verificó el nivel de tensiones calculadas.



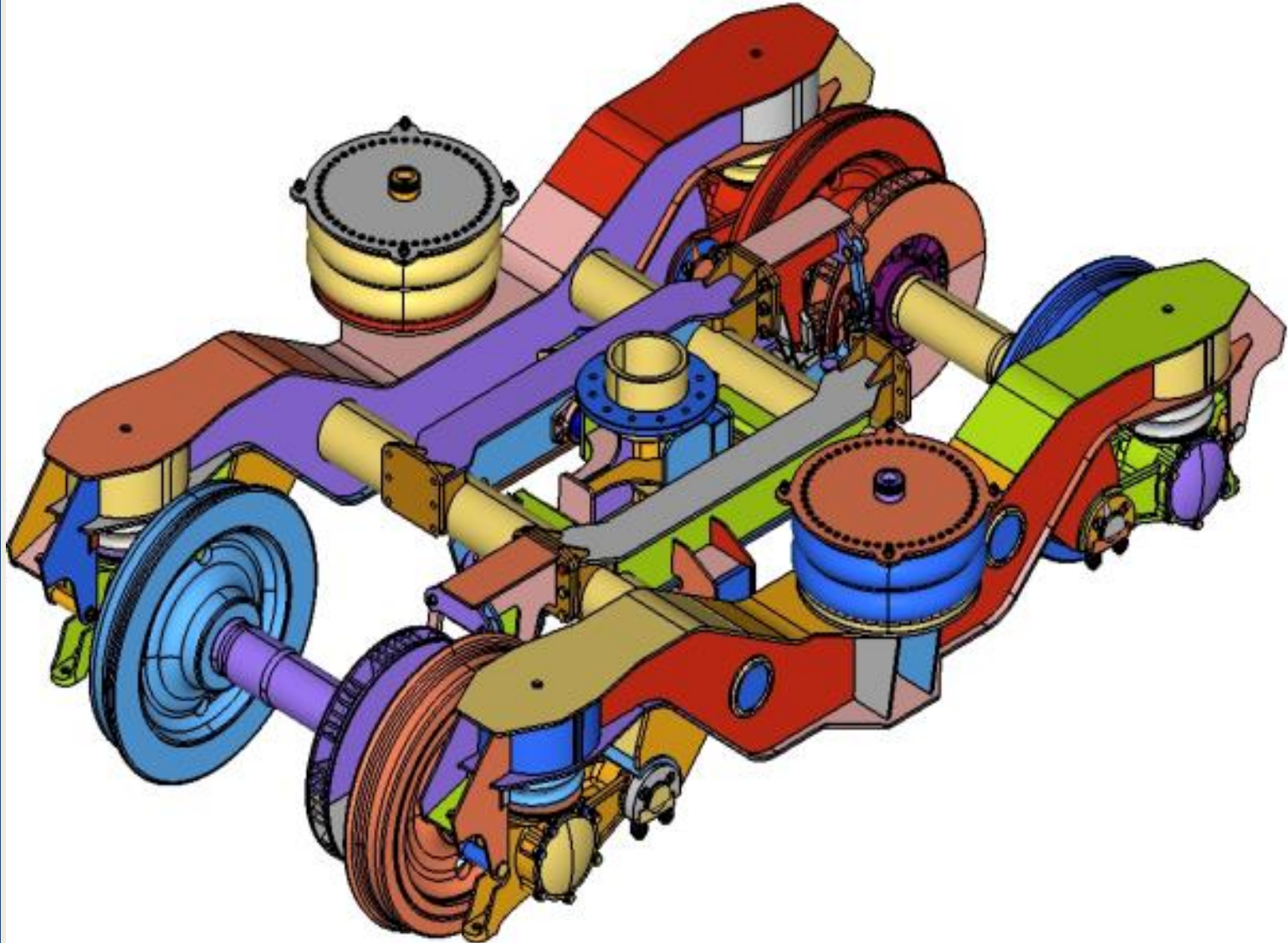
COCHE DE PASAJEROS

Ensayo de Extensometría



BOGIE LAPACHO

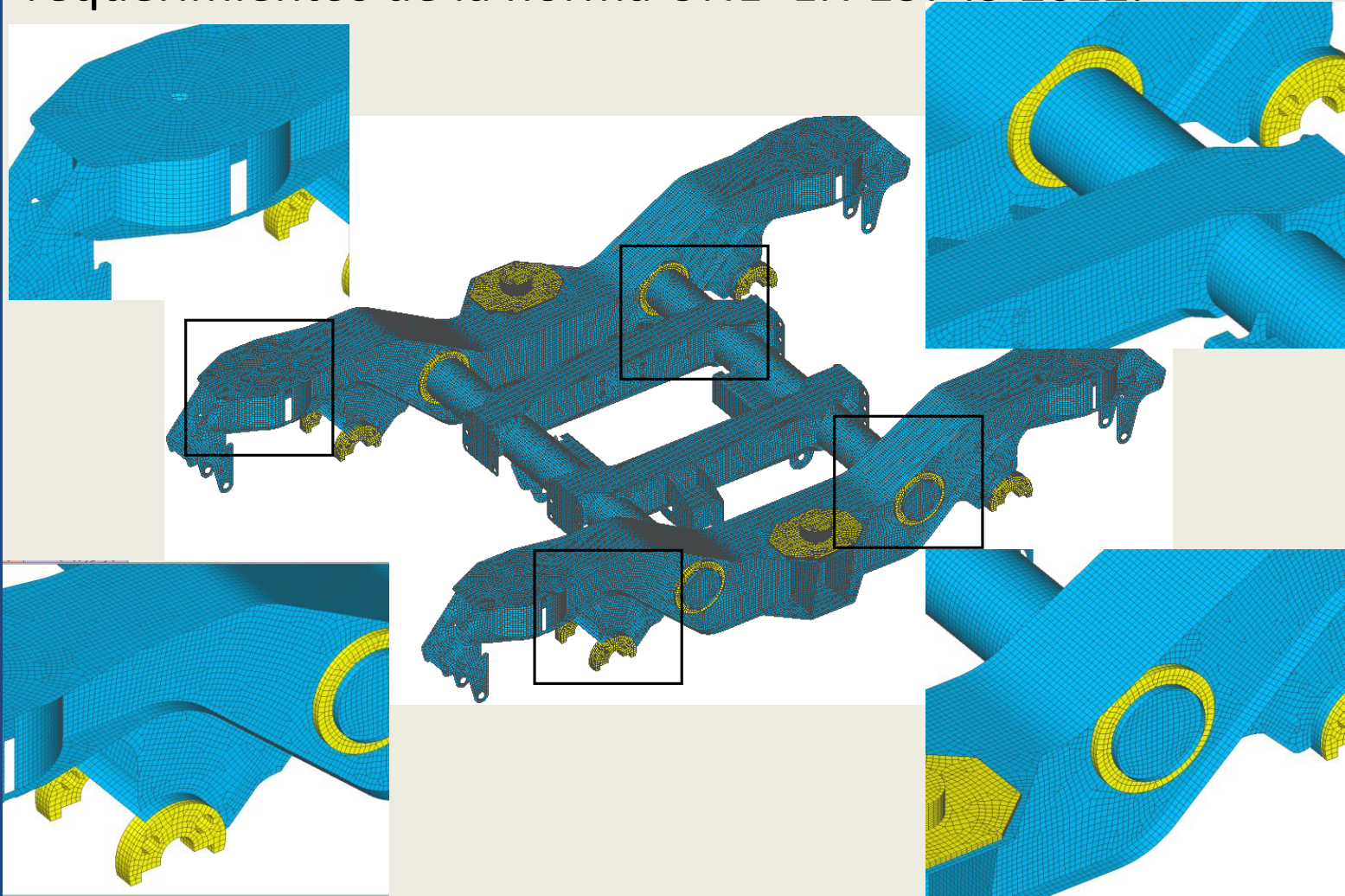
Modelo CAD



BOGIE LAPACHO

Modelo Estructural

Se analizo el bastidor del *Bogie Lapacho*, de acuerdo a los requerimientos de la norma UNE-EN 13749 2012.



BOGIE LAPACHO

Estados de carga

Del informe técnico de simulación se extraen los estados de cargas aplicadas según norma UNEEN13749/2006

Cargas en servicio normal				
Caso	F_{z1} [N]	F_{z2} [N]	F_{yx} [N]	F_{xy} [N]
1	109200	109200	0	0
2	98260	76430	0	0
3	98260	76430	+66250	0
4	141900	120100	0	0
5	141900	120100	+66250	0
6	76430	98260	0	0
7	76430	98260	-66250	0
8	120100	141900	0	0
9	120100	141900	-66250	0
10	109200	109200	0	26500
11	109200	109200	0	-26500
Cargas Excepcionales				
12	153500	153500	0	0
13	0	0	108700	0
14	153500	153500	108700	0
15	0	0	0	-35370
16	153500	153500	0	-35370
17	153500	153500	0	+35370

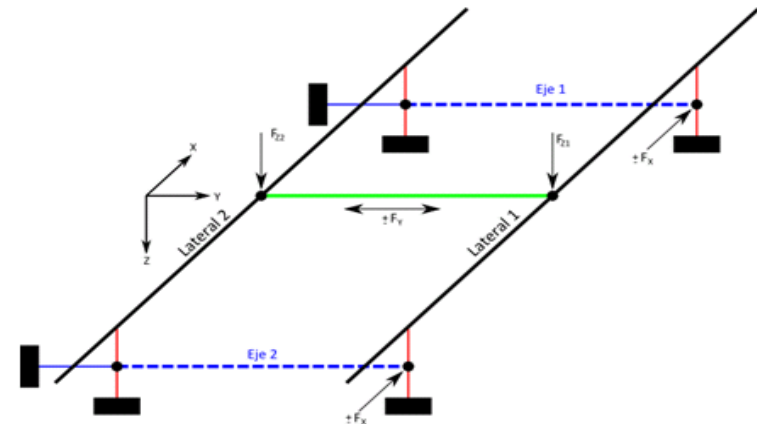


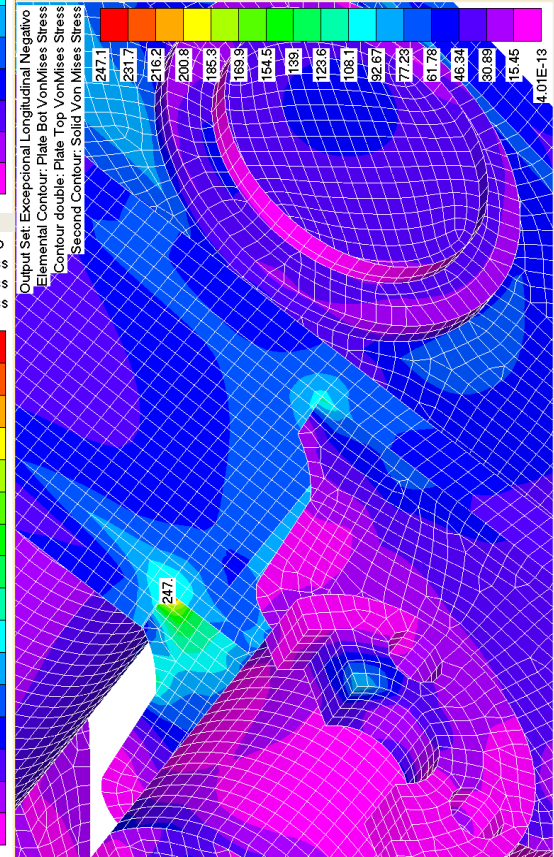
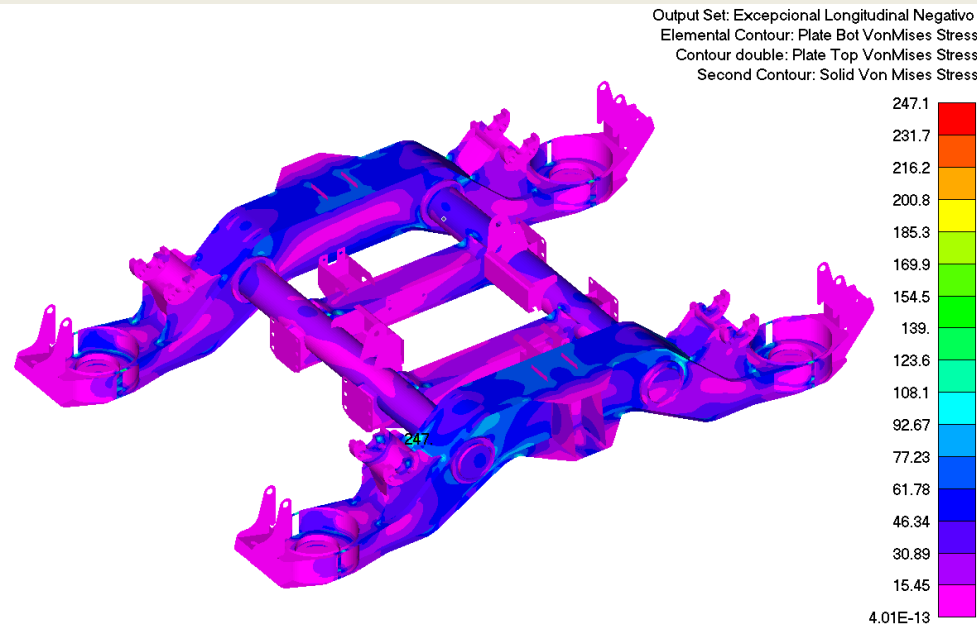
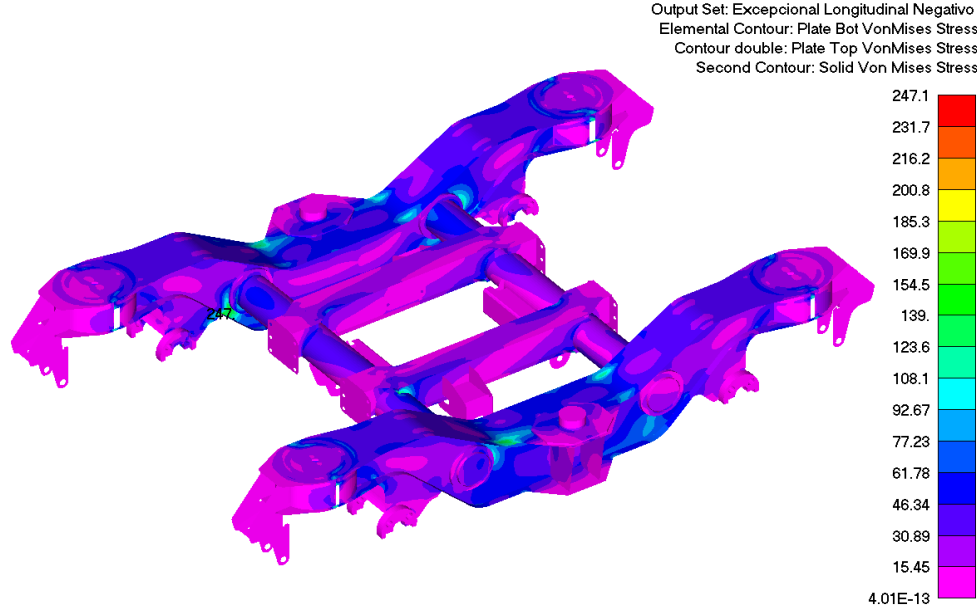
Figura 1. Disposición de cargas y condiciones de contorno según norma UNE-EN 13749

- 10 Longitudinal Positivo
- 11 Longitudinal Negativo
- 12 Excepcional vertical
- 13 Excepcional transversal
- 14 Excepcional combinado
- 15 Excepcional longitudinal.
- 16 Excepcional vertical y longitudinal negativo
- 17 Excepcional vertical y longitudinal positivo

Tabla 1: Valores de fuerza para la combinación de cargas en estado de servicio normal, y excepcional para trocha angosta

BOGIE LAPACHO

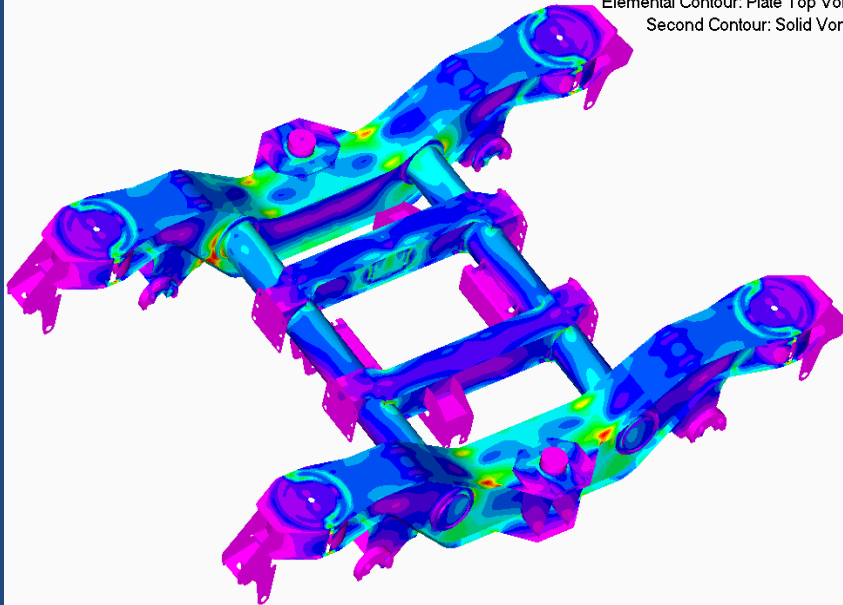
Resultados FEM



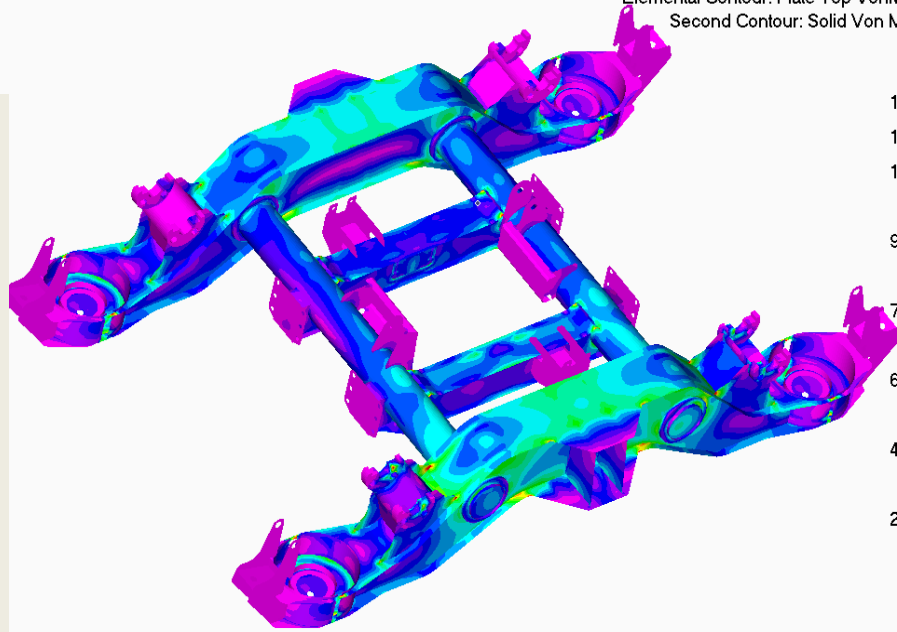
BOGIE LAPACHO

Envolvente de los 17 estados de carga

Output Set: Envelope (Max 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13)
Elemental Contour: Plate Top Von
Second Contour: Solid Von



Output Set: Envelope (Max 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17)
Elemental Contour: Plate Top VonMises Stress
Second Contour: Solid Von Mises Stress



BOGIE LAPACHO

Instrumentación: para verificar la correcta distribución de deformaciones y tensiones se instrumenta de acuerdo a lo mostrado.

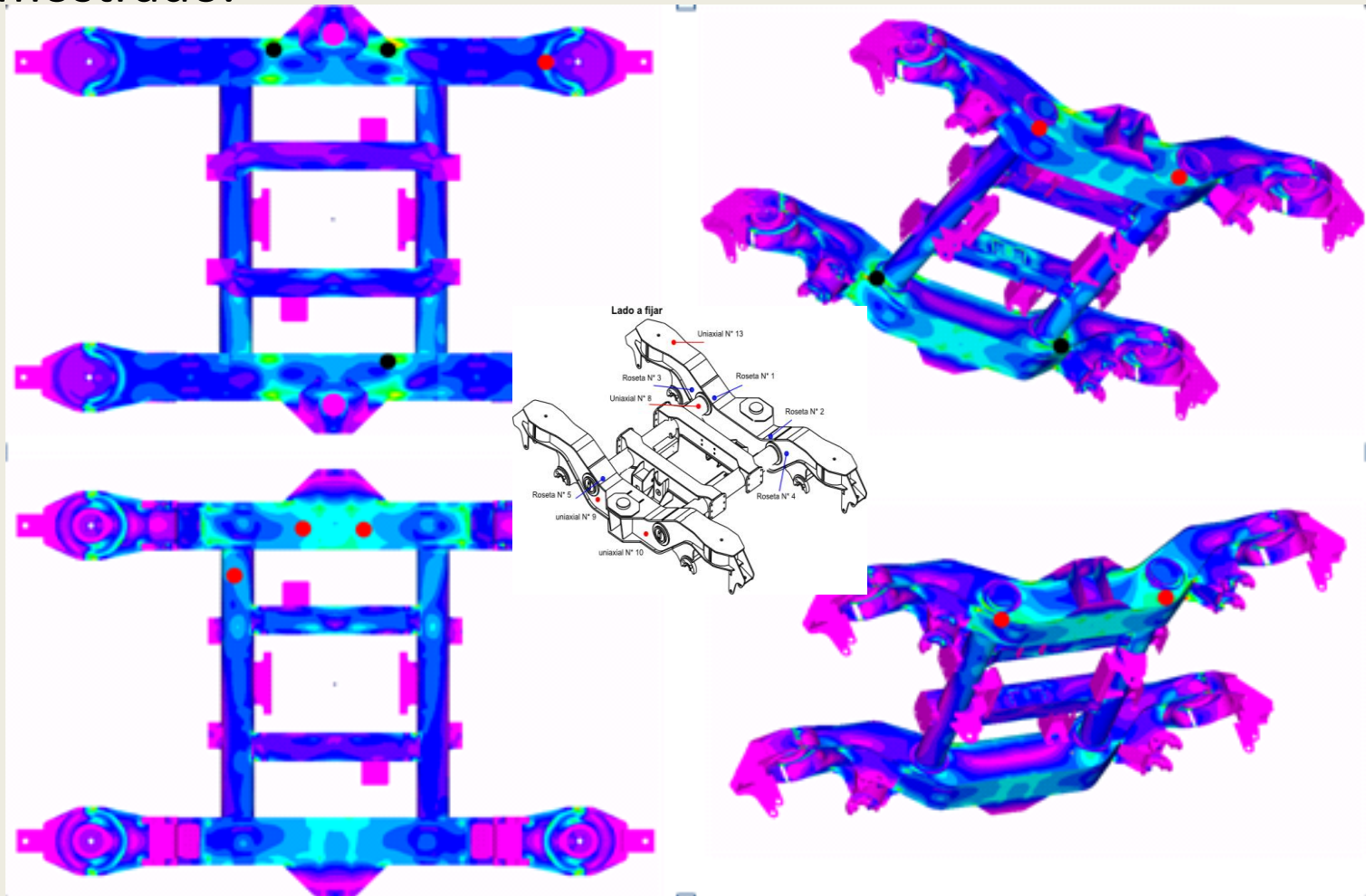
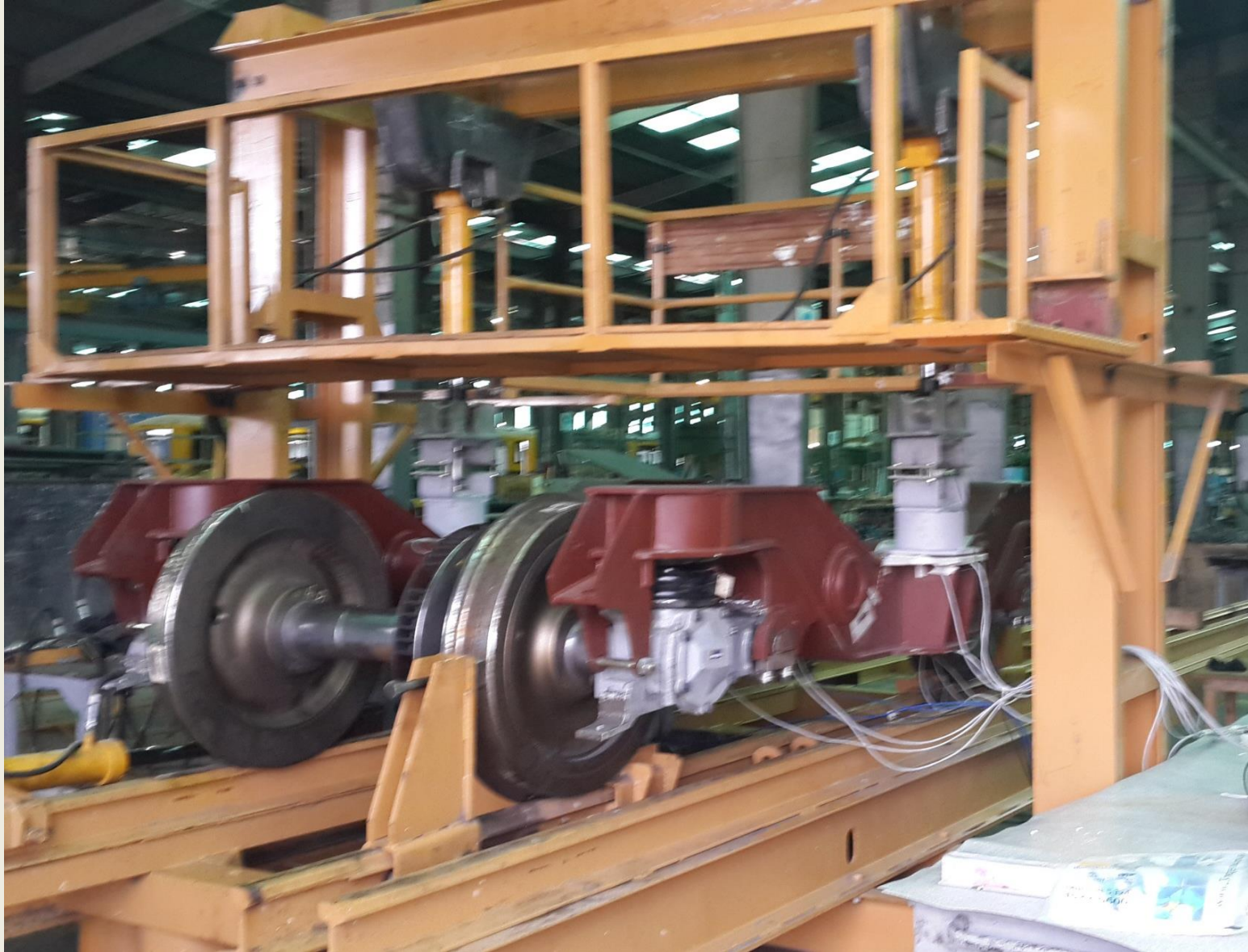


Figura 6. Ubicación de las galgas extensométricas rosetas (puntos negros) y las uniaxiales (puntos rojos).

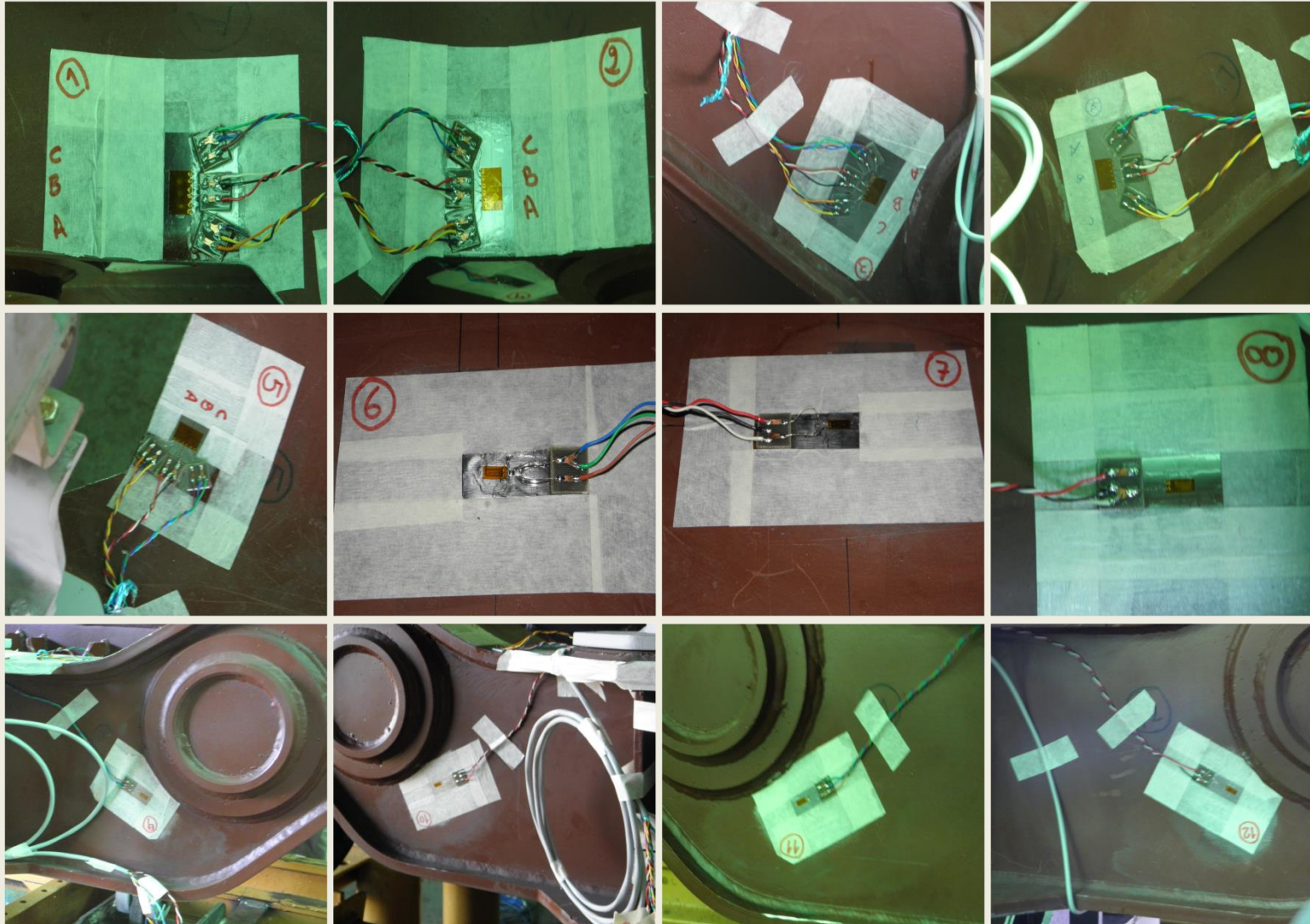
BOGIE LAPACHO

Instrumentación



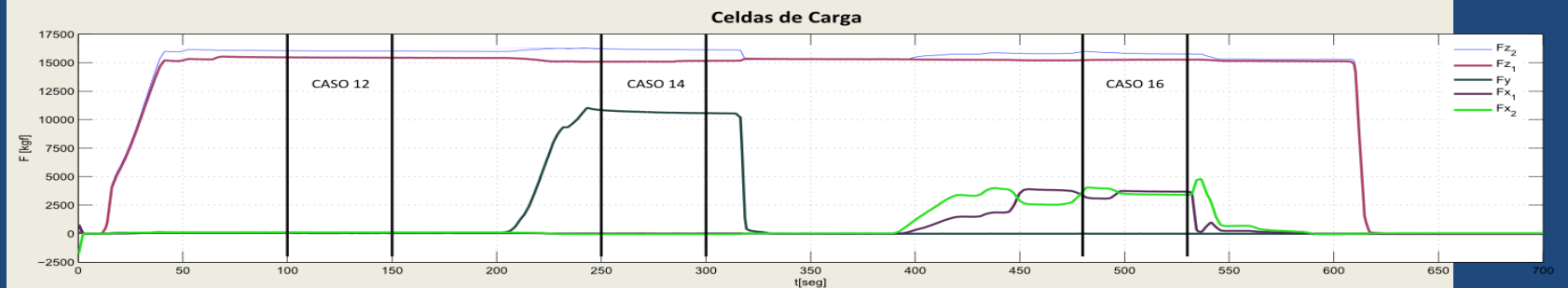
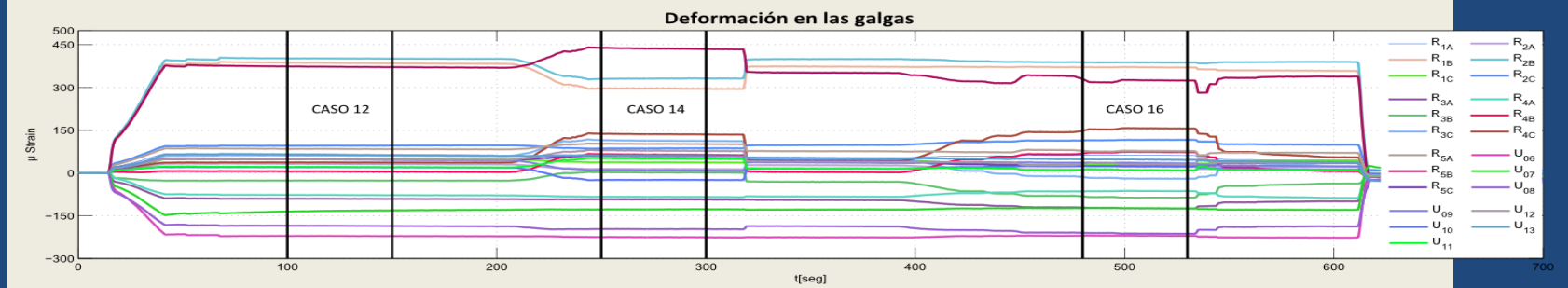
BOGIE LAPACHO

Instrumentación



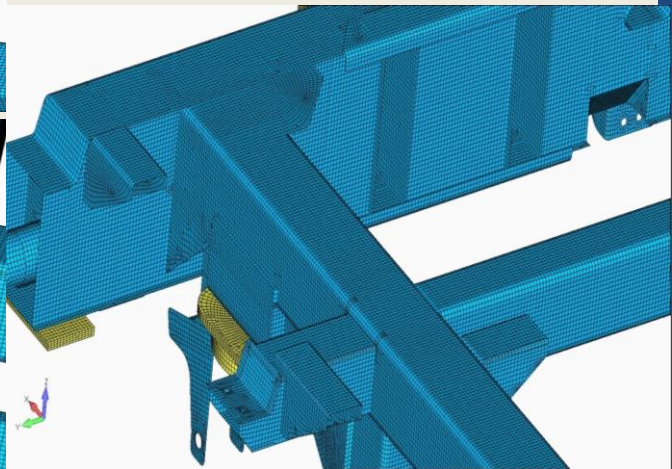
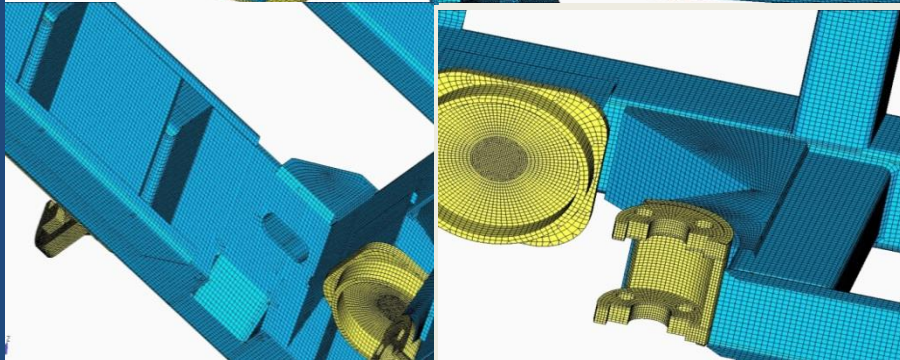
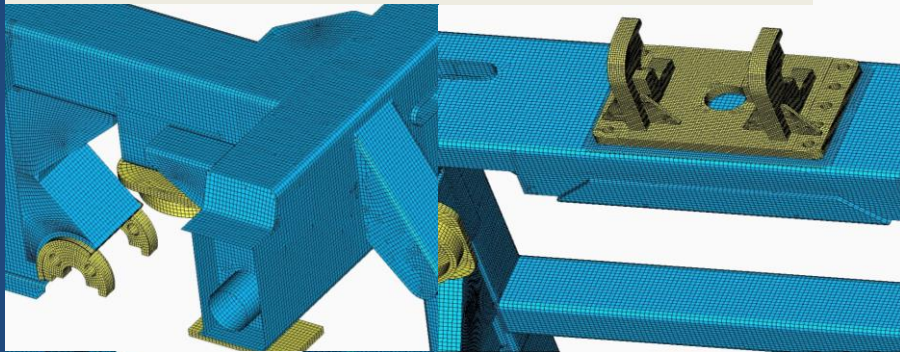
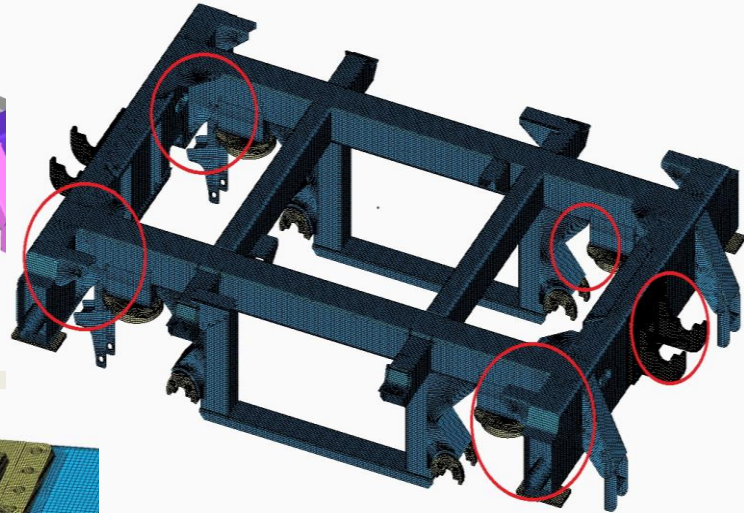
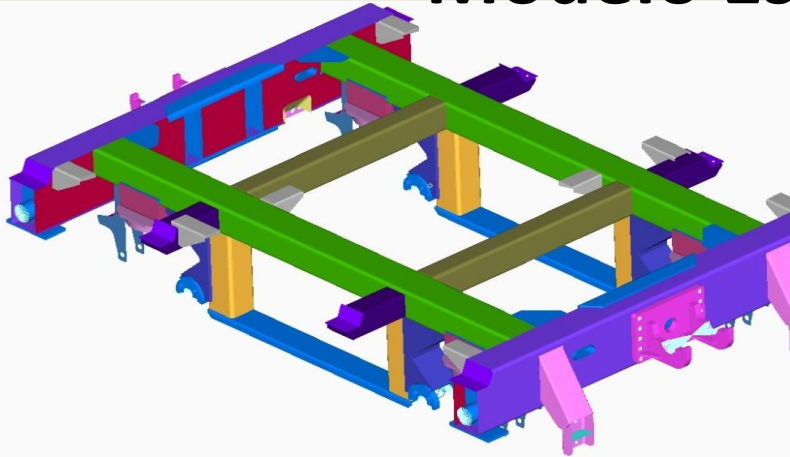
BOGIE LAPACHO

Instrumentación/Ensayo de Extensometría



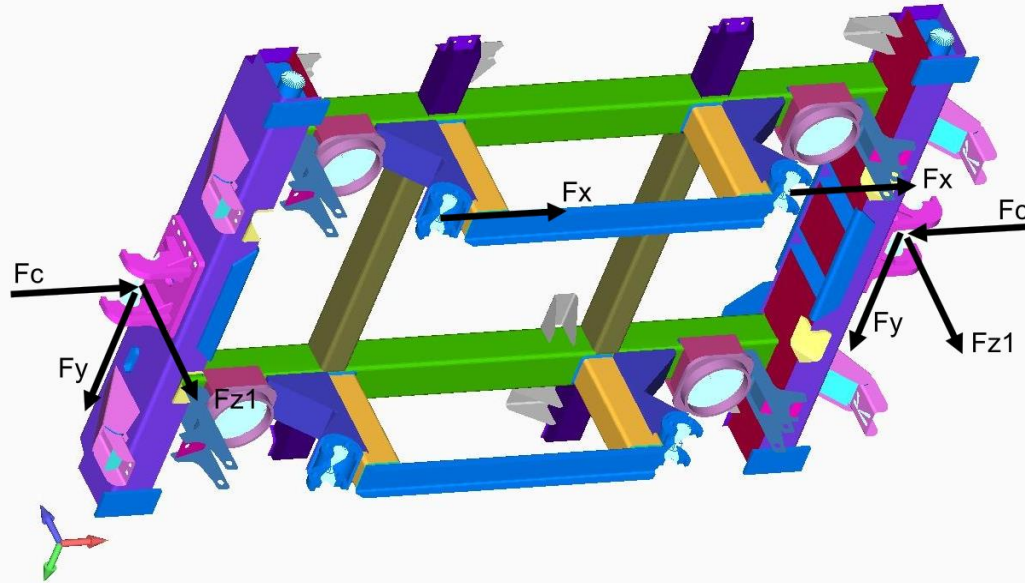
UNIDAD MOTRIZ

Modelo Estructural



UNIDAD MOTRIZ

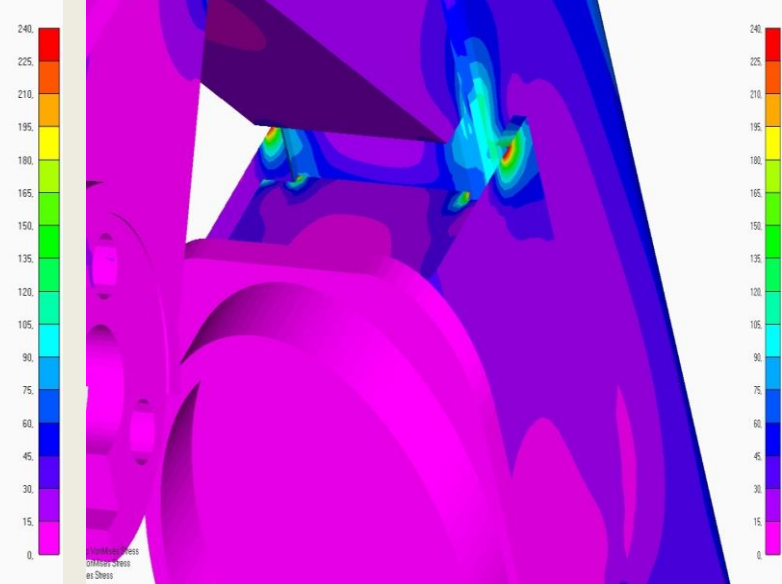
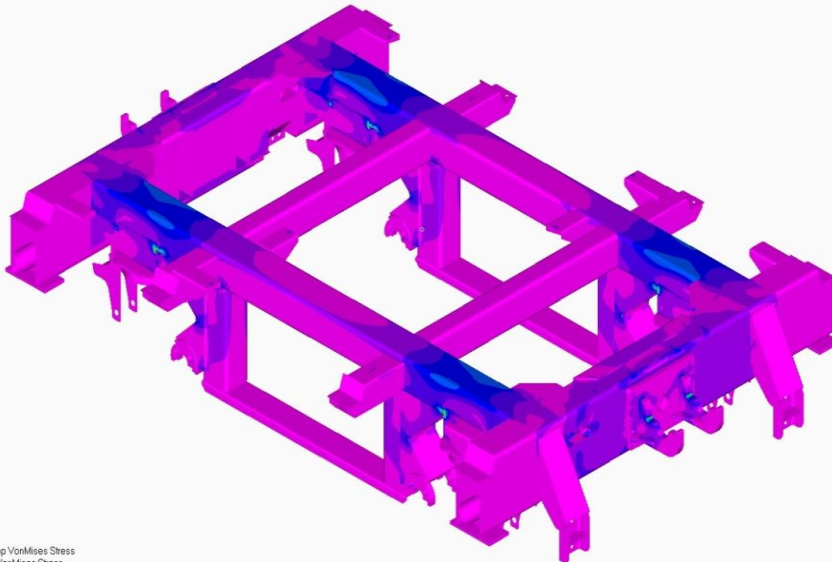
Modelo Estructural



Cargas, caso 12:

$$P_p = 125000 \text{ N}$$

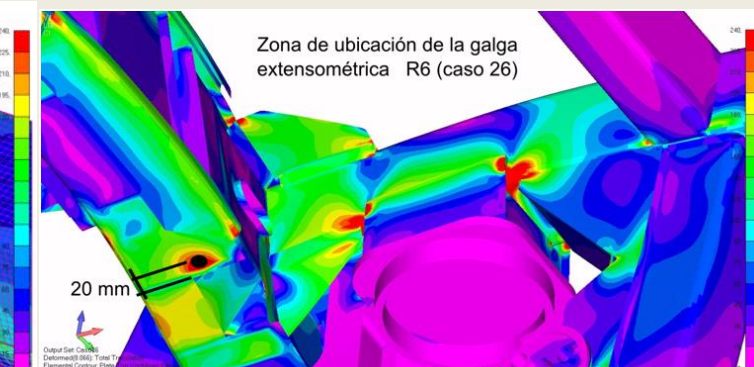
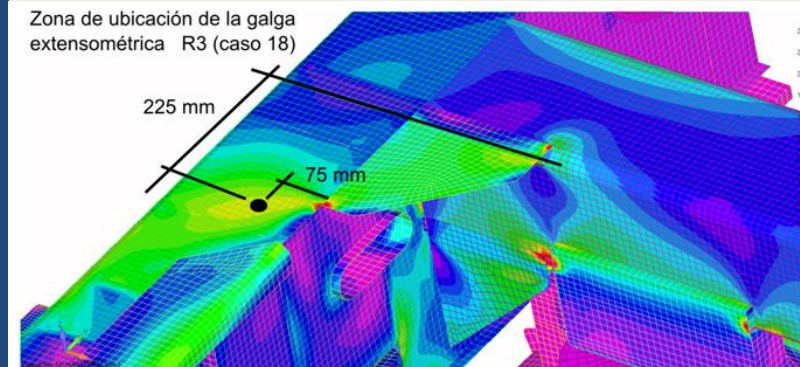
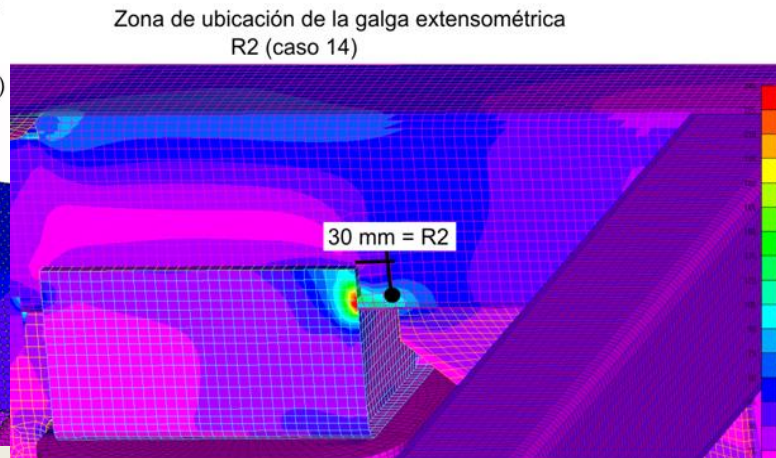
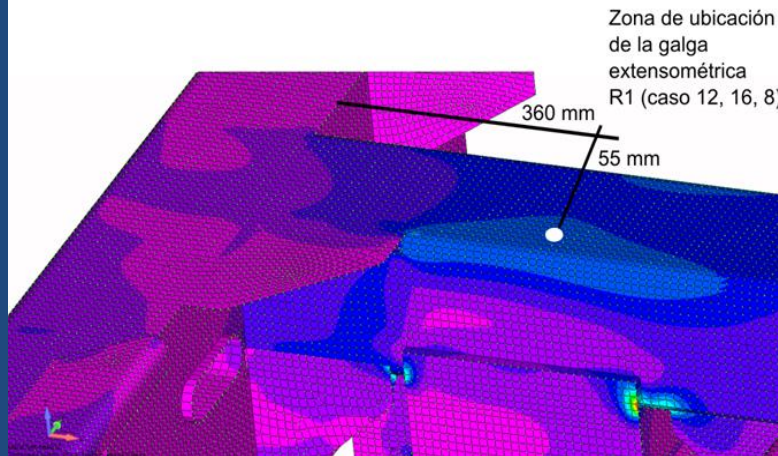
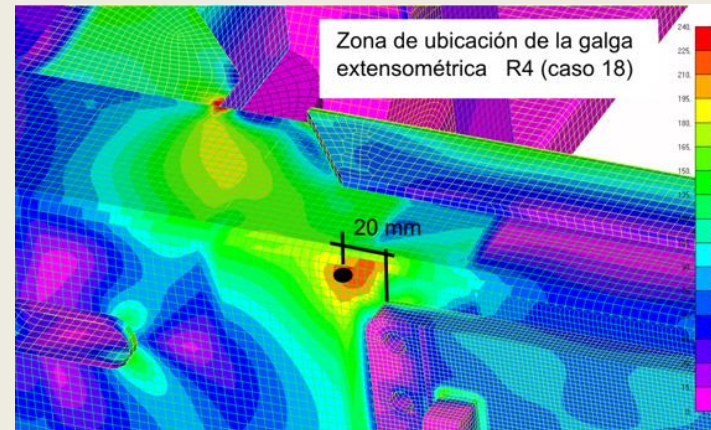
$$F_{z1} = F_{z2} = 118000 \text{ N}$$



UNIDAD MOTRIZ

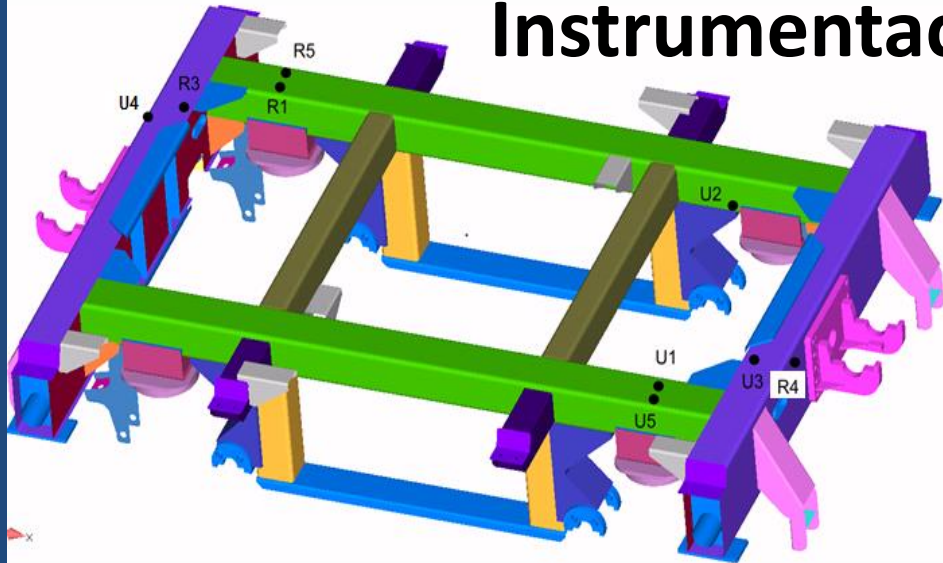
Modelo Estructural

Los resultados FEM son usados para ubicar las zonas críticas y ahí ubicar las galgas extensiométricas.

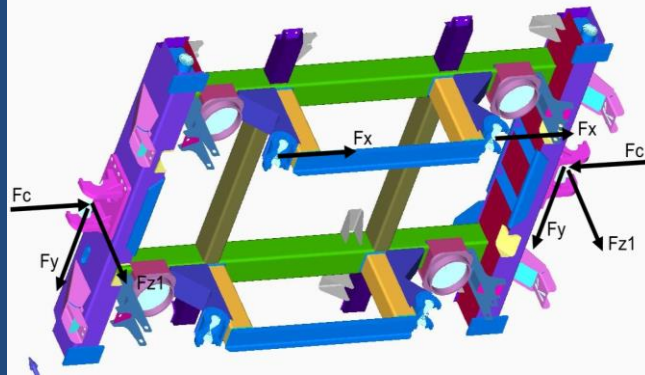
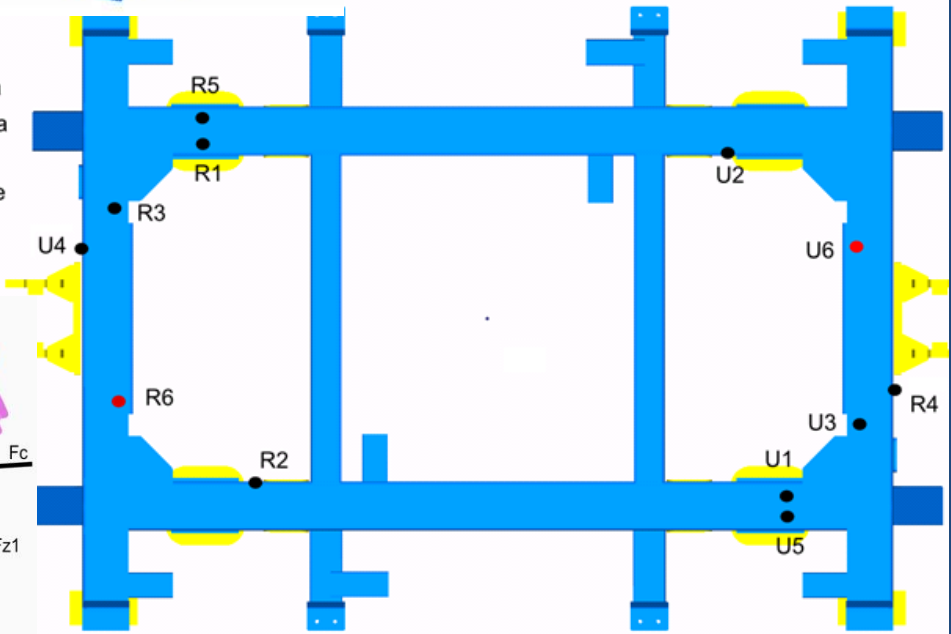


UNIDAD MOTRIZ

Instrumentación

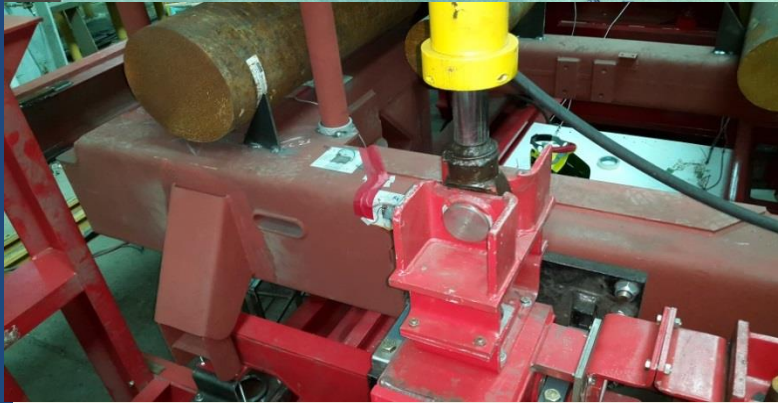
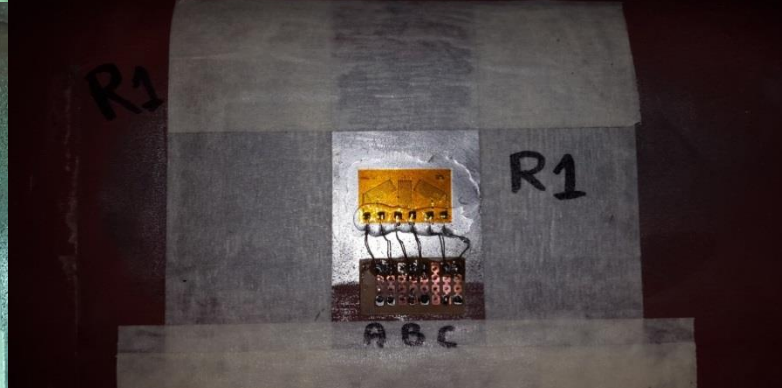
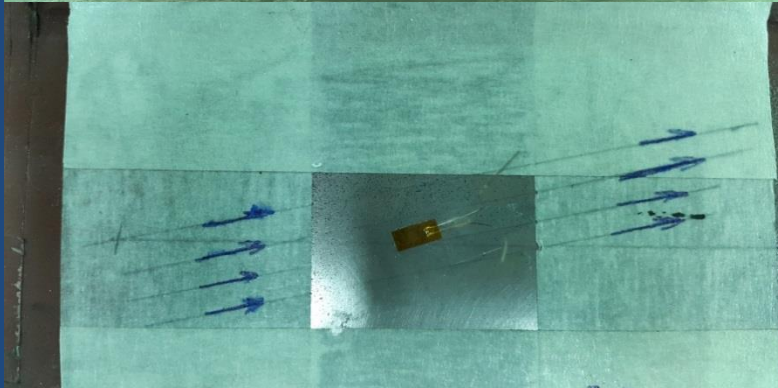


- Ubicadas en la parte superior de la estructura
- Ubicadas en la parte inferior de la estructura



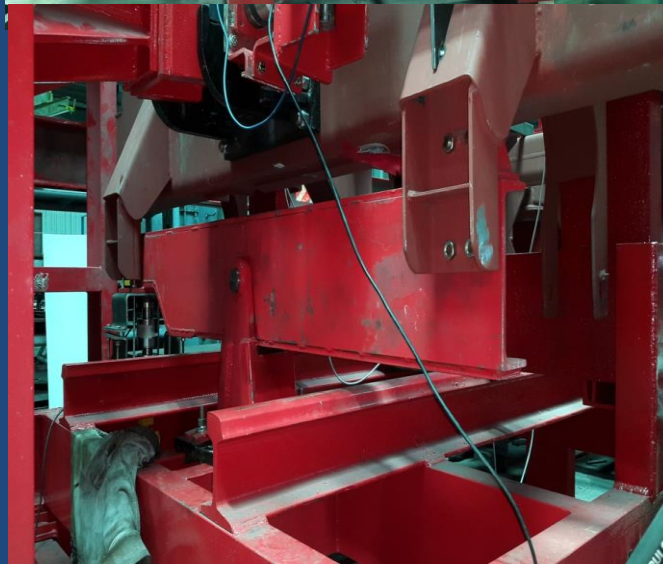
UNIDAD MOTRIZ

Instrumentación



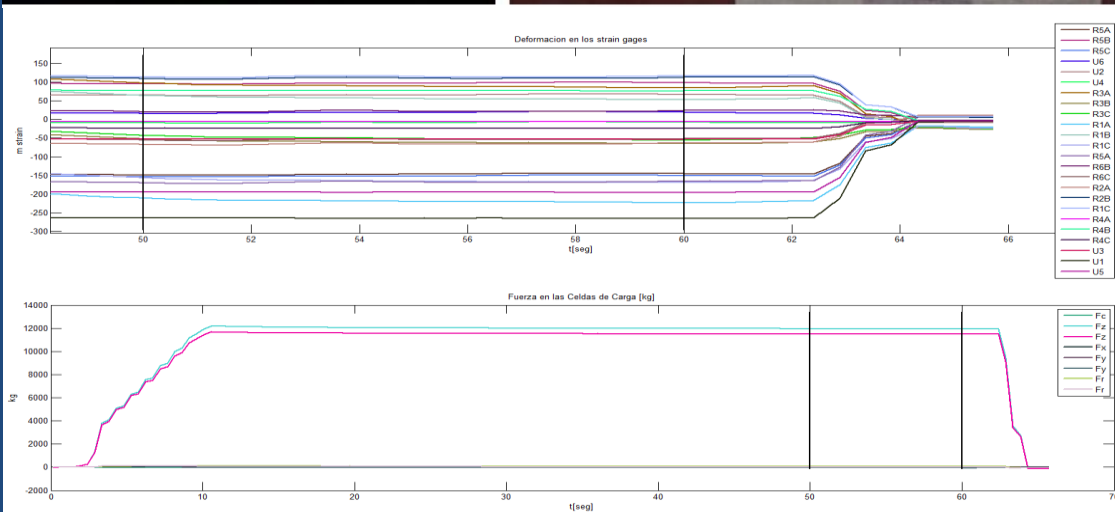
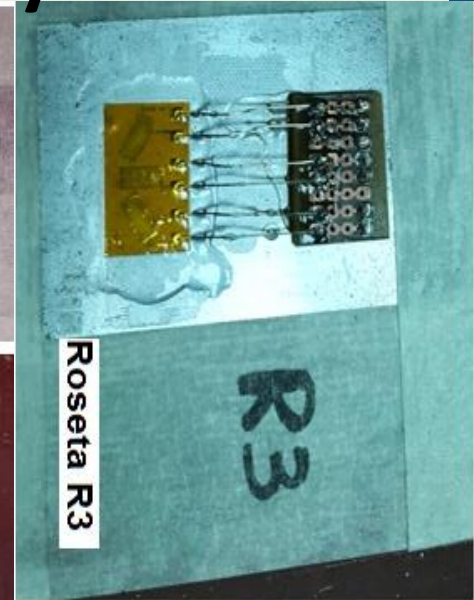
UNIDAD MOTRIZ

Ensayo de Extensometría



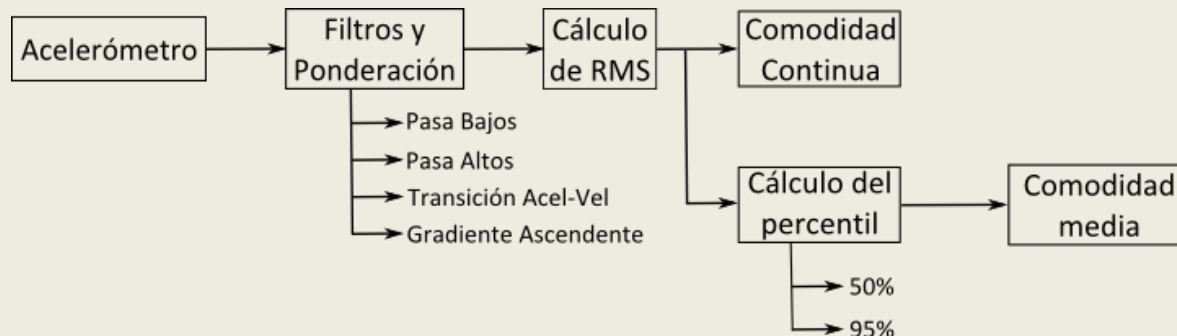
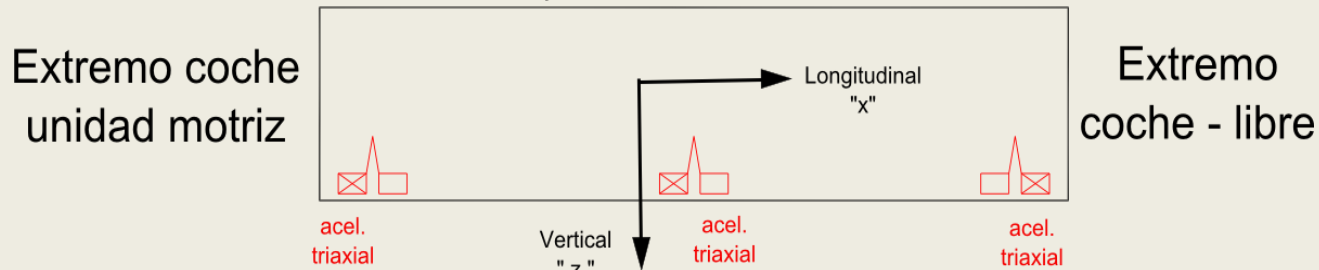
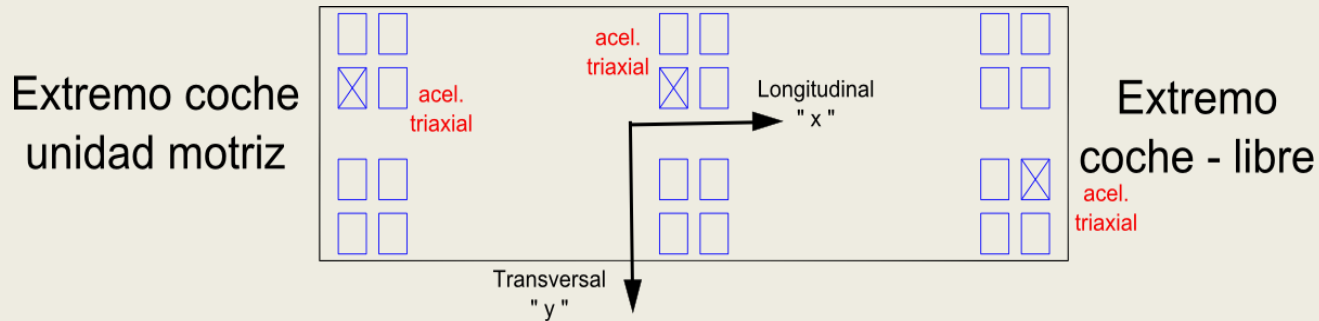
UNIDAD MOTRIZ

Instrumentación/Ensayo



ENSAYOS DE CONFORT

Se miden aceleraciones longitudinales, laterales y verticales en el piso del coche de pasajeros según requiere la norma UNE-EN 12299.



ENSAYOS DE CONFORT

Instrumentación

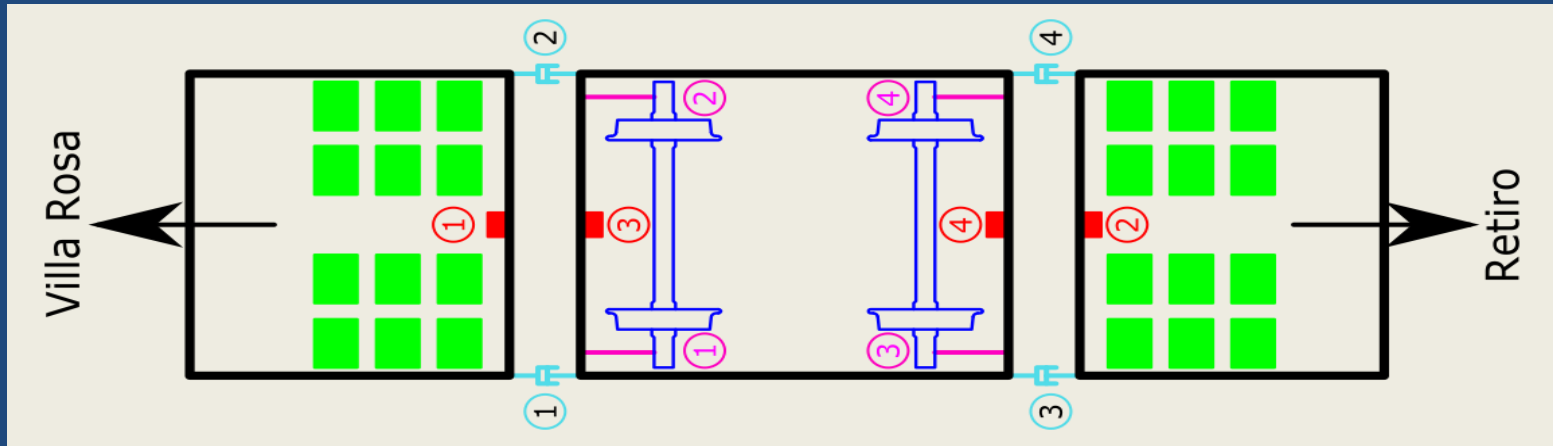


ENSAYOS DE CONFORT

Ensayos de confort



MEJORA CALIDAD DE MARCHA



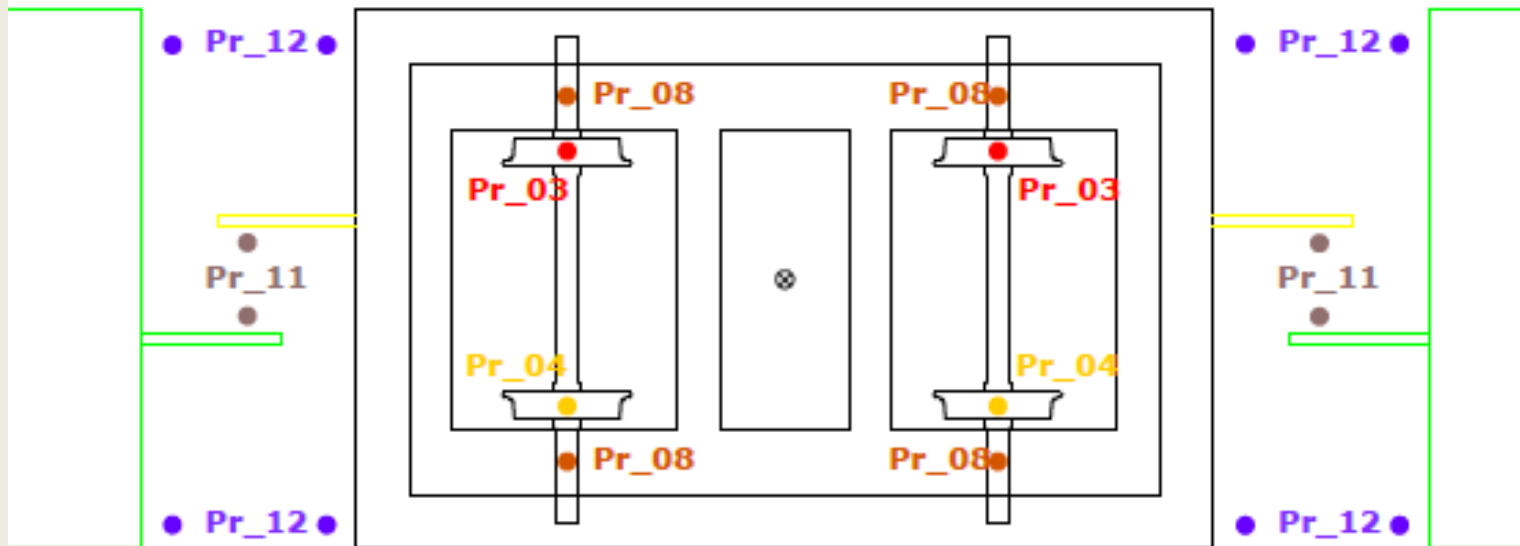
MEJORA CALIDAD DE MARCHA



MEJORA CALIDAD DE MARCHA

Modelo dinámico

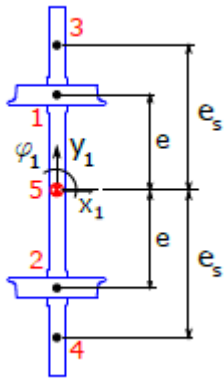
La Dupla Alerce esta formada por seis pares montados, dos bogies, dos coches y una unidad motriz. Las ecuaciones que se plantearan son considerando los cuerpos que componen la formación como cuerpos rígidos y vinculados entre si a través de muelles y amortiguadores.



MEJORA CALIDAD DE MARCHA

Modelo dinámico

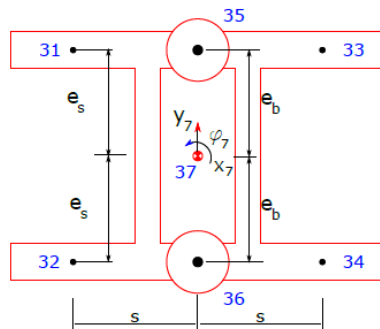
- Ecuaciones Diferenciales del Para Montado



$$M_{pm} \times \ddot{y}_1 = (-2 \times Ky_1) \times y_1 + (2 \times Ky_1) \times y_7 + (CY_1 + CY_2) \times \theta_1 + (-2 \times Ky_1 \times s) \times \theta_7 \\ + (-2 \times Cy_1 - 2 \times \mu_n - \frac{CY_1 + CY_2}{V}) \times \dot{y}_1 + (2 \times Cy_1) \times \dot{y}_7 \\ + (-2 \times Cy_1 \times s) \times \dot{\theta}_7$$

$$I_{pm} \times \ddot{\theta}_1 = \frac{CX_1 \times \gamma_d \times e + CX_2 \times \gamma_i \times e}{ro} \times y_1 + (-2 \times Kx_1 \times e_s^2) \times \theta_1 \\ + (2 \times Kx_1 \times e_s^2) \times \theta_7 + (-2 \times Cx_1 \times e_s^2 - \frac{CX_1 \times e^2 + CX_2 \times e^2}{V}) \times \dot{\theta}_1 \\ + (2 \times Cx_1 \times e_s^2) \times \dot{\theta}_7$$

- Ecuaciones Diferenciales del Bogie



$$M_{bg} \times \ddot{y}_7 = (2 \times Ky_1) \times y_1 + (2 \times Ky_1) \times y_2 + (-4 \times Ky_1 - 2 \times Ky_3 - Ky_4) \times y_7 + (2 \times Ky_3 \\ + Ky_4) \times y_{10} + (-2 \times Ky_3 \times l_1 - Ky_4 \times l_1) \times \theta_{10} + (2 \times Cy_1) \times \dot{y}_1 \\ + (2 \times Cy_1) \times \dot{y}_2 + (-4 \times Cy_1 - 2 \times Cy_3 - Cy_4) \times \dot{y}_7 + (2 \times Cy_3 \\ + Cy_4) \times \dot{y}_{10} + (-2 \times Cy_3 \times l_1 - Cy_4 \times l_1) \times \dot{\theta}_{10}$$

$$I_{bg} \times \ddot{\theta}_7 = (-2 \times Ky_1 \times s) \times y_1 + (2 \times Ky_1 \times s) \times y_2 + (2 \times Kx_1 \times e_s^2) \times \theta_1 \\ + (2 \times Kx_1 \times e_s^2) \times \theta_2 + (-2 \times Kx_3 \times e_b^2 - 4 \times Kx_1 \times e_s^2 \\ - 4 \times Ky_1 \times s^2) \times \theta_7 + (2 \times Kx_3 \times e_b^2) \times \theta_{10} + (-2 \times Cy_1 \times s) \times \dot{y}_1 \\ + (2 \times Cy_1 \times s) \times \dot{y}_2 + (2 \times Cx_1 \times e_s^2) \times \dot{\theta}_1 \\ + (2 \times Cx_1 \times e_s^2) \times \dot{\theta}_2 + (-2 \times Cx_3 \times e_b^2 - 4 \times Cx_1 \times e_s^2 \\ - 4 \times Cy_1 \times s^2) \times \dot{\theta}_7 + (2 \times Cx_3 \times e_b^2) \times \dot{\theta}_{10}$$

GRACIAS
POR LA
ATENCIÓN

PREGUNTAS

¿?

UNE-EN 12663

Requisitos de dimensionamiento de las estructuras de los vehículos ferroviarios.

UNE-EN 13749

Ejes montados y bogies.

Métodos para especificar los requisitos estructurales de los bastidores de bogie.

UNE-EN 15227

Requisitos de resistencia a la colisión para cajas de vehículos ferroviarios

UNE-EN 12299

Comodidad de viaje para los pasajeros.
Medición y evaluación.