

ESTUDIO TÉCNICO Y DOCUMENTACIÓN A EFECTOS DE
HOMOLOGACIÓN DE LAS REFORMAS DE UN TURISMO
MANTENIENDO LA CAPACIDAD DE CIRCULAR POR VÍAS PÚBLICAS



Iván Rodríguez Cambeiro
Grado en Ingeniería Mecánica
Curso 2023/24

Introducción

- El fabricante de cualquier tipo de vehículo destinado a uso en vía pública debe cumplir una serie de normativas y reglamentos establecidos en el momento de la puesta en circulación.
- Los vehículos de competición se regulan mediante una normativa diferente que limita su circulación por vías públicas.



Vehículo uso vía pública



Vehículo competición

Tipos de reforma

Reforma: modificación, instalación o sustitución de algún componente del vehículo posterior a su matriculación.

- Reforma de importancia menor → No requiere de homologación estricta
- Reforma de importancia → Legalización → Manual de Reformas

Manual de Reformas de Vehículos

- Documento elaborado por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo que establece las descripciones de las reformas tipificadas como de importancia, su codificación y la documentación precisa para su tramitación.
- Incluye los Actos Reglamentarios aplicables a cada Código de Reforma

Actos Reglamentarios

- Criterios de aplicación:
 - Reformas tipo (1): El AR se aplica en su última actualización en vigor, a fecha de tramitación de la reforma
 - Reformas tipo (2): El AR se aplica en la actualización en vigor a fecha de primera matriculación del vehículo.

**Un AR derogado puede ser válido para legalizar una reforma realizada
en la actualidad**

Vehículo objeto de estudio

- Marca: Honda
- Tipo: ED7
- Denominación comercial: Civic 1600 3P
- Fecha primera matriculación: 08/10/1991



Reformas realizadas

- Modificación del sistema de suspensión
- Modificación del sistema de frenado
- Instalación jaula antivuelco
- Sustitución de asientos delanteros por otros deportivos
- Instalación cinturones de seguridad de tipo arnés

Sistema de suspensión

- Sustitución del conjunto muelle-amortiguador:
 - Amortiguador cuerpo roscado
 - Resortes con mayor rigidez
- **Manual de reformas:** Suspensión 5.1 Modificación de las características de la suspensión o algunos de sus componentes elásticos



Actos Reglamentarios afectados

- Dispositivos de protección trasera
- Emplazamiento de la matrícula posterior
- Dispositivos de visión indirecta
- Frenado
- Parásitos radioeléctricos
- Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa
- Guardabarros
- Masas y dimensiones
- Dispositivos de acoplamiento
- Protección delantera contra el empotramiento

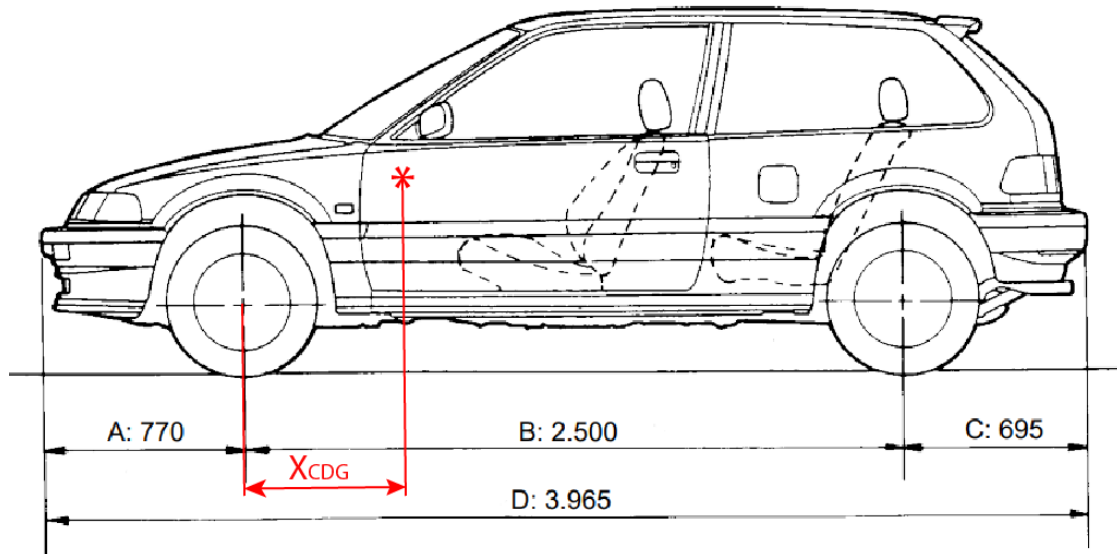
Desplazamientos máximos carrocería

$$\text{Desplazamiento máx. del.} = \frac{MMA_{del} / 2}{k_1}$$

$$\text{Desplazamiento máx. tras.} = \frac{MMA_{tras} / 2}{k_2}$$

EJE	DELANTERO	TRASERO
Recorrido útil (mm)	100	95
Desplazamiento máx. (mm)	25,83	51,88
Diferencia	74,17	43,12

Localización longitudinal CDG



$$\text{Masa eje trasero} * B = \text{Masa total} * X_{CDG}$$

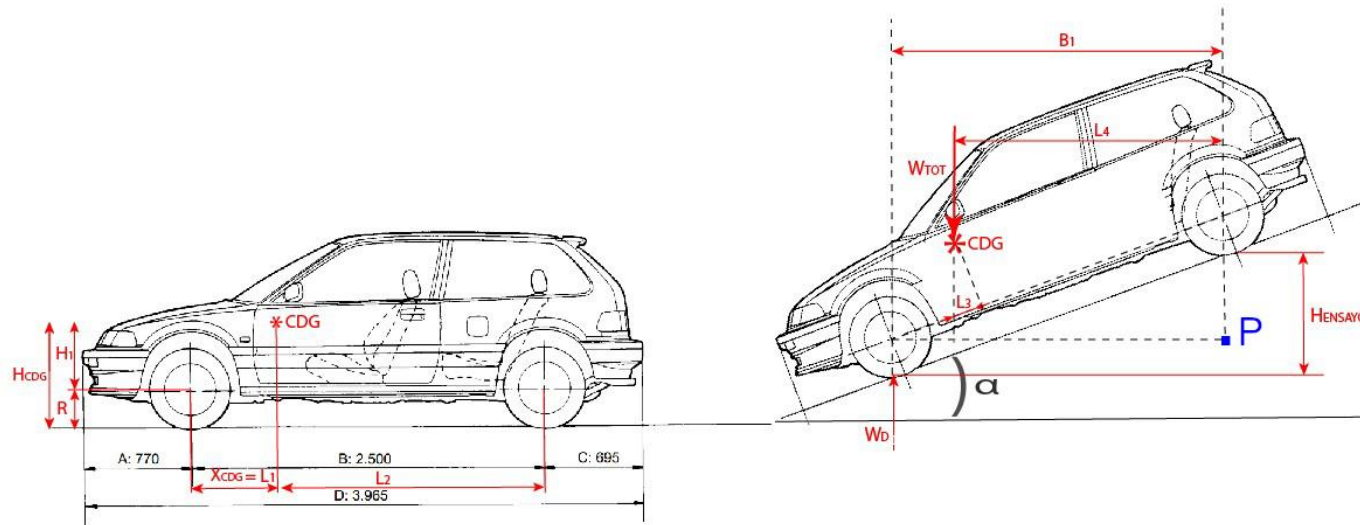
$$X_{CDG} = \frac{\text{Masa eje trasero} * B}{\text{Masa total}}$$

Localización longitudinal CDG



$$X_{CDG} = 913,60 \text{ mm}$$

Localización altura CDG



$$\text{sen } \alpha = \frac{H_{\text{ENSAYO}}}{B}$$

$$H_{\text{CDG}} = \frac{\frac{W_D * B}{W_{\text{TOT}}} - L_2}{\tan \alpha} + R$$

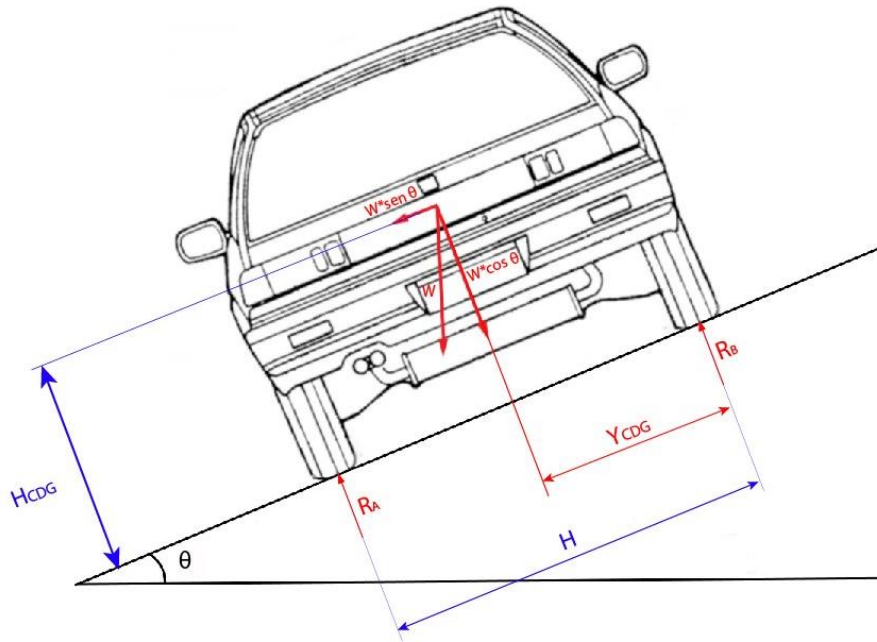
$$H_{\text{CDG}} = H_1 + R$$

Localización altura CDG



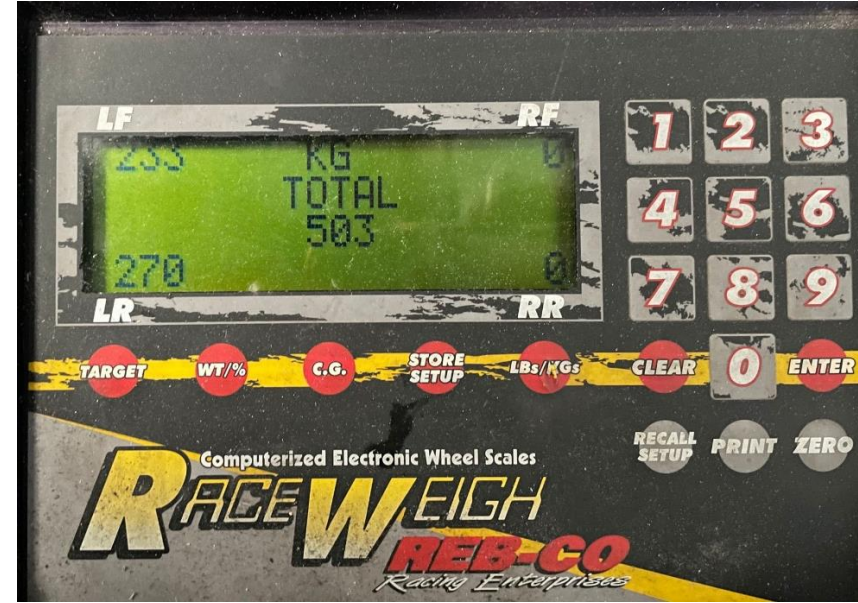
$H_{CDG} = 460,18 \text{ mm}$

Localización transversal CDG



$$Y_{CDG} = \frac{R_A * H - W * \sin \theta * H_{CDG}}{W * \cos \theta}$$

Localización transversal CDG



$$Y_{CDG} = 665,60 \text{ mm}$$

Frenado

- **Manual de Reformas:** Frenos: 7.1 Modificación de las características del sistema de frenado o de alguno de sus componentes.



Frenada eje delantero
antes de reforma



Frenada eje delantero
después de reforma

Frenado



Bomba principal freno
después/ antes de
reforma



Servofreno
antes/después
de reforma

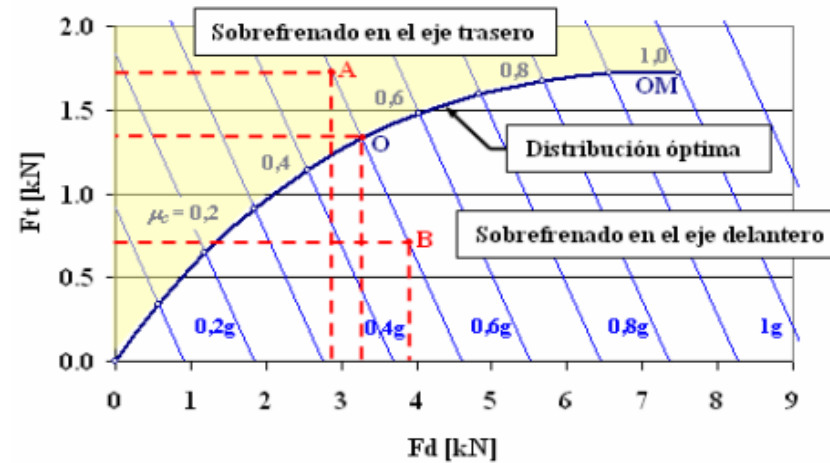
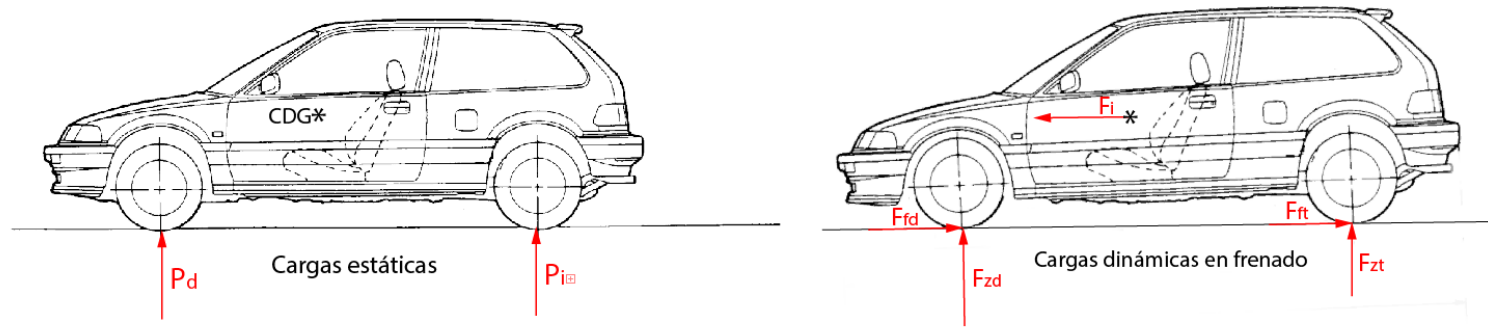
Actos Reglamentarios afectados

- Mecanismos de dirección
- Frenado
- Parásitos radioelétricos
- Acondicionamiento interior

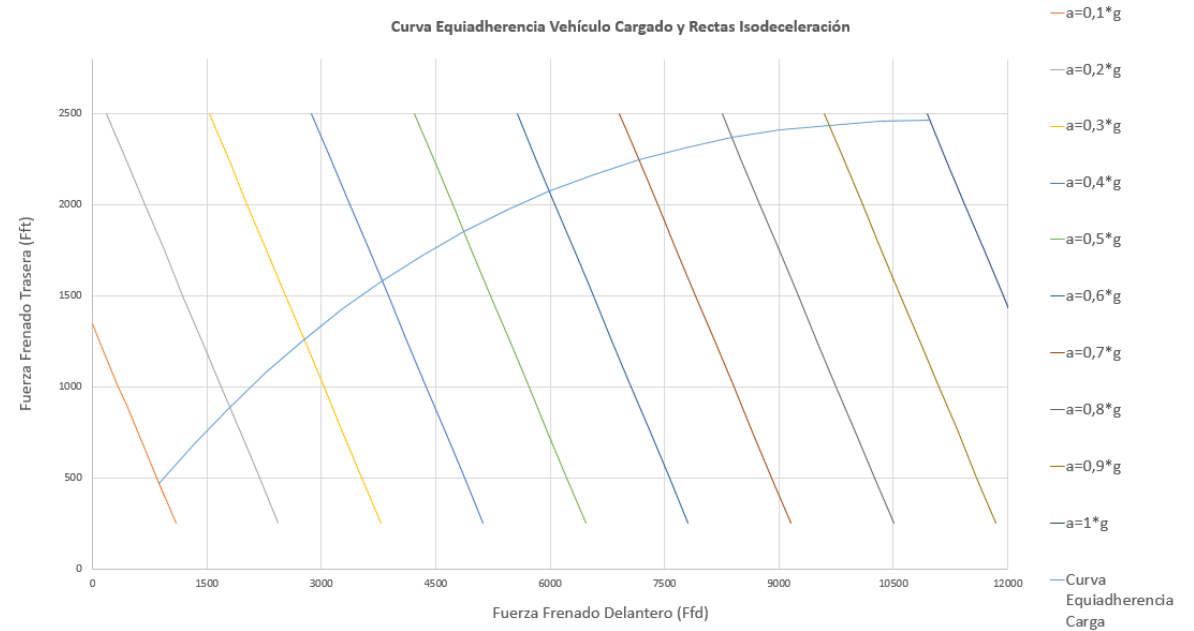
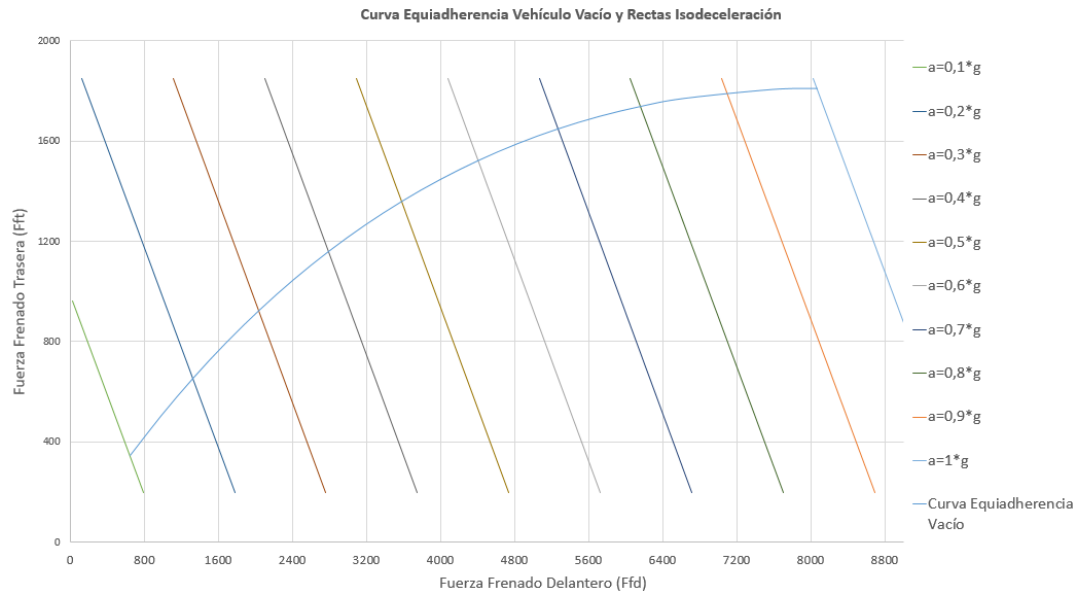
Frenado

	ANTES REFORMA	DESPUÉS REFORMA
Fuerza sobre forro de freno eje delantero (kN)	26,57	32,93
Fuerza sobre forro de freno eje trasero (kN)	9,32	11,86
Par frenada eje delantero (N*m)	2367,7	3455,75
Par frenada eje trasero (N*m)	873,4	1181,05
Presión suministrada por la bomba (Mpa)	13,0082	13,068

Frenado: Curvas Equiadherencia



Frenado: Curvas Equiadherencia



Jaula antivuelco de 6 puntos

- **Manual de Reformas:**

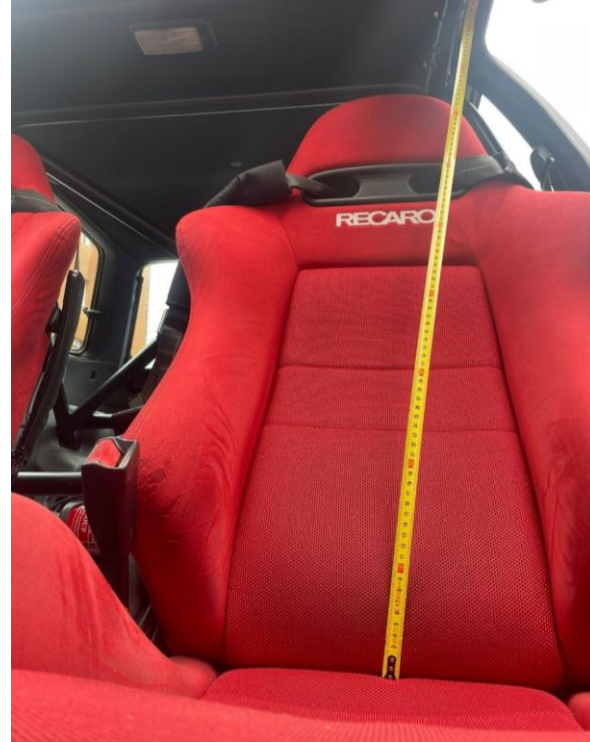
- Carrocería: 8.1. Reducción de plazas de asiento
- Carrocería: 8.33. Instalación o desinstalación arco de seguridad interior contra vuelco



Actos Reglamentarios afectados

- Carrocería: 8.1. Reducción de plazas de asiento
 - Resistencia de los asientos
 - Anclajes de los cinturones de seguridad
 - Cinturones de seguridad y sistemas de retención
 - Masas y dimensiones (automóviles)
- Carrocería: 8.33. Instalación o desinstalación arco de seguridad interior contra vuelco
 - Acondicionamiento interior
 - Masas y dimensiones

Acondicionamiento Interior



Resistencia mecánica estructura

$$F_{MMA} = 2 * MMA * g = 26879,4 \text{ N}$$

$$\sigma_{RES} = F_{MMA} / A$$

$\varnothing 40 \text{ mm, } e = 2 \text{ mm}$	$\varnothing 45 \text{ mm, } e = 2,5 \text{ mm}$
$A = 238,76 \text{ mm}^2$	$A = 333,79 \text{ mm}^2$
$\sigma_{RES} = 112,58 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_{RES} = 80,51 \text{ N/mm}^2$

ACERO E-355
$\sigma_e = 295 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{RES} < \sigma_e$$

Sustitución asientos delanteros

- **Manual de Reformas:** Carrocería: 8.10. Sustitución de asiento por otro distinto



Actos Reglamentarios afectados

- Cerraduras y bisagras
- Dispositivos de visión indirecta
- Parásitos radioeléctricos
- Acondicionamiento interior
- Resistencia de los asientos
- Anclajes de los cinturones de seguridad
- Cinturones de seguridad y sistemas de retención
- Masas y dimensiones (automóviles)

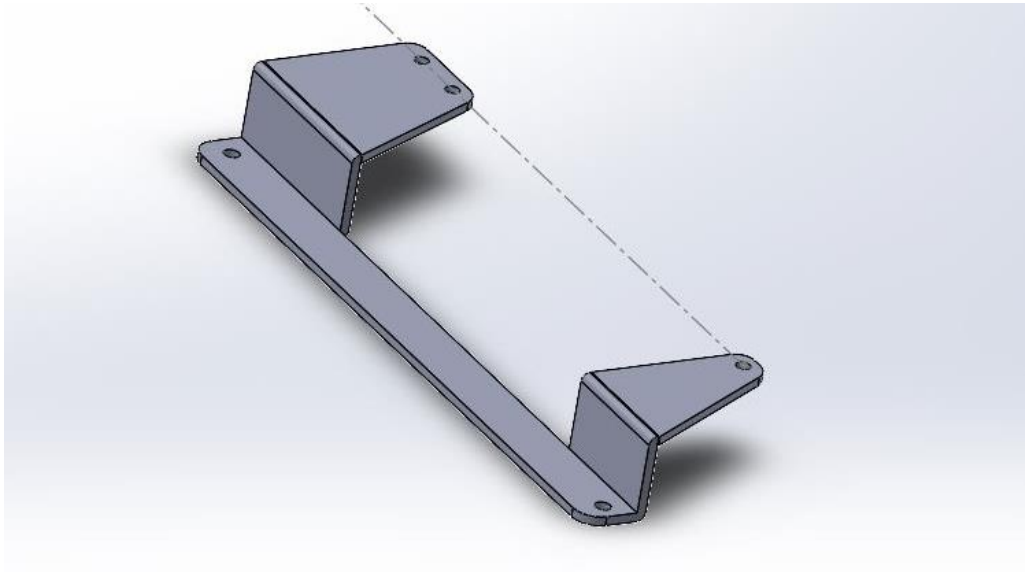
Diseño bases adaptadoras asiento

- Base túnel central



Diseño bases adaptadoras asiento

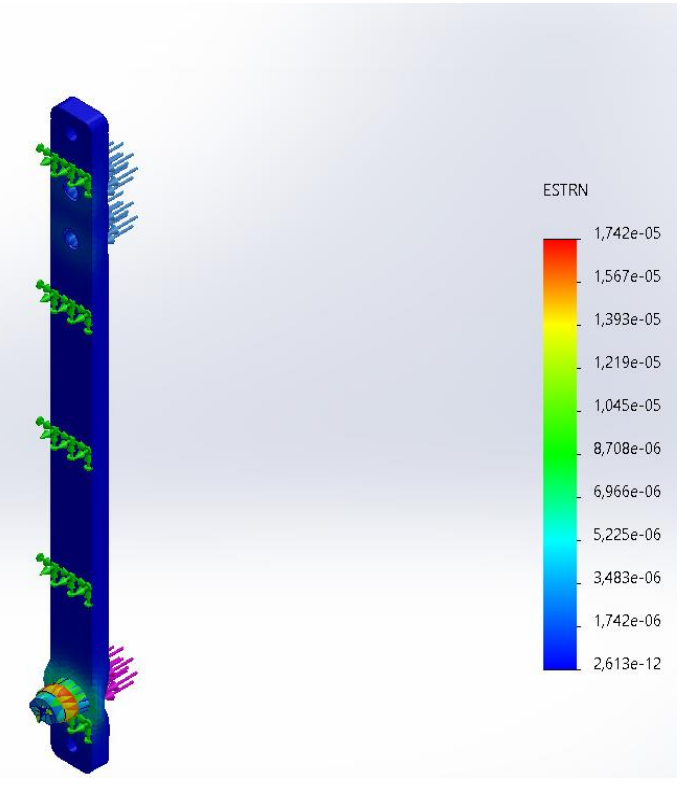
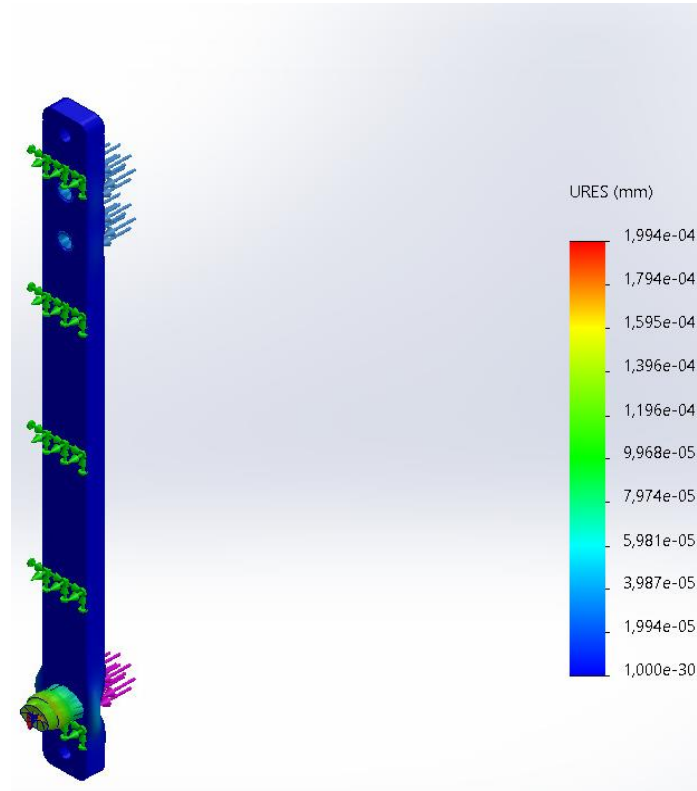
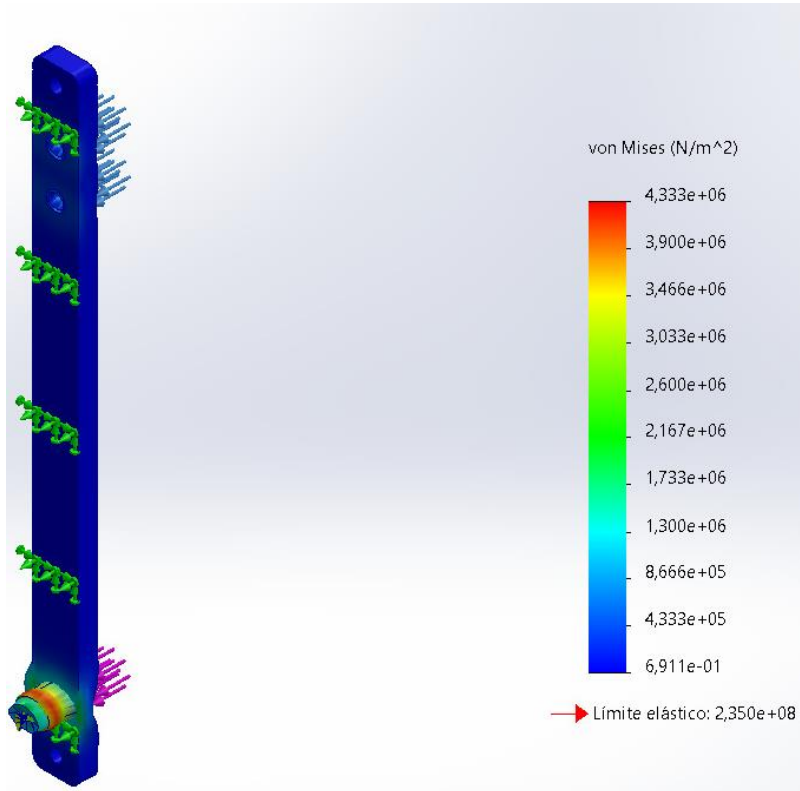
- Base umbral de puerta



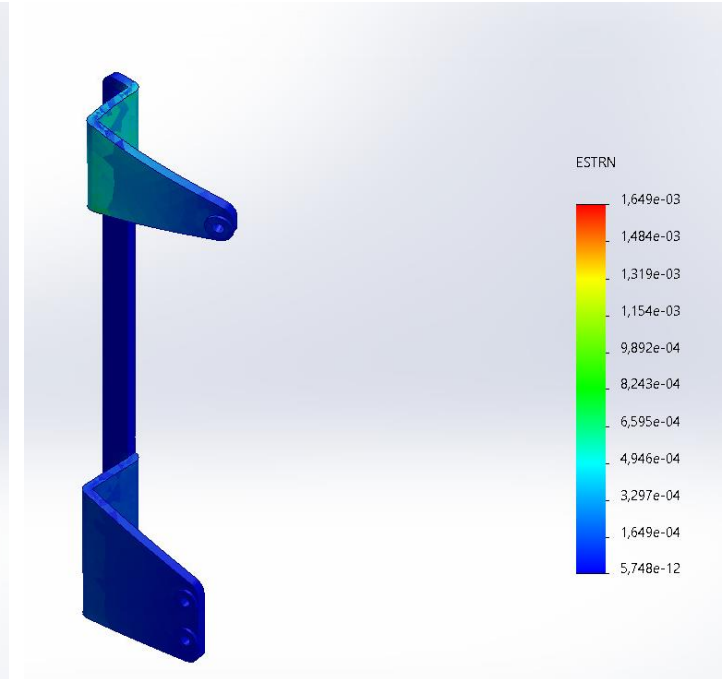
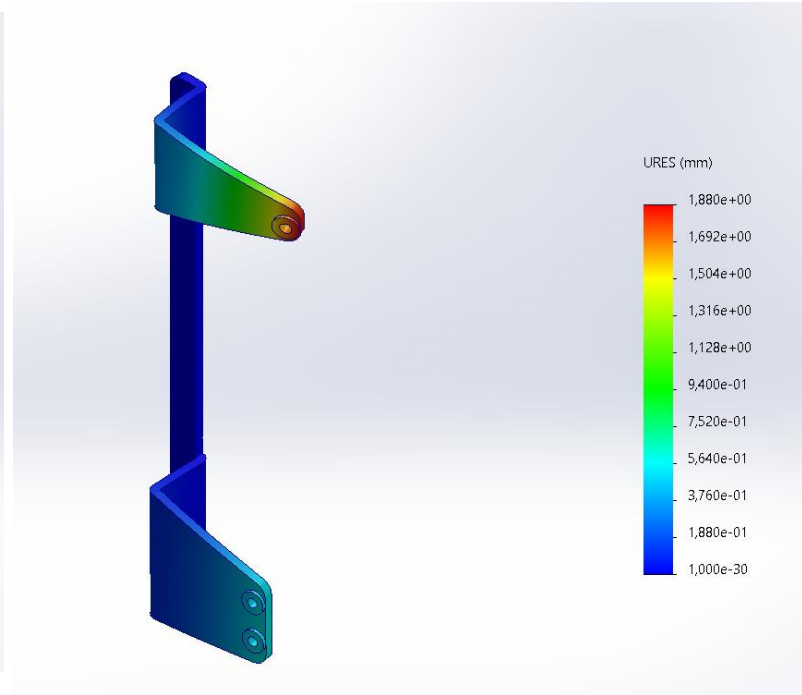
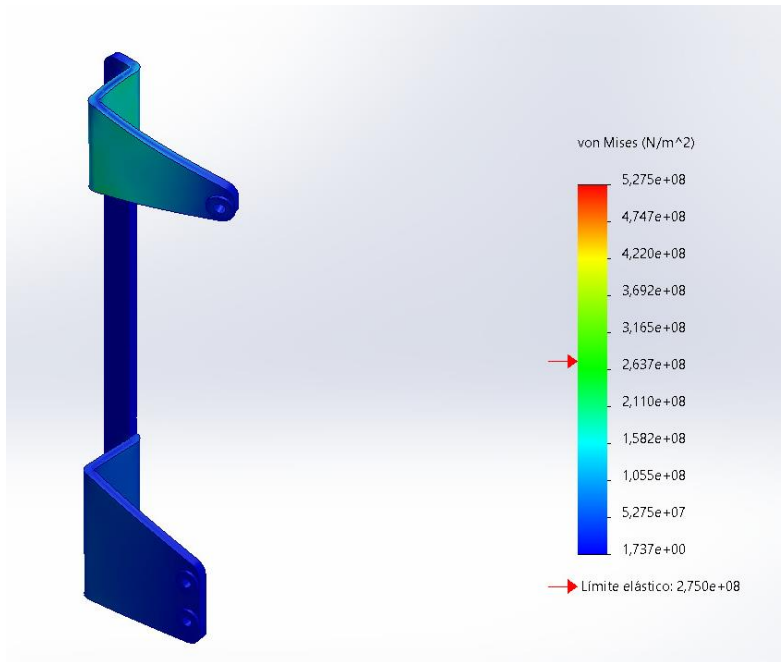
Análisis FEM bases adaptadoras

- Hipótesis de carga:
 - Masa ocupante: 75 kg
 - Masa asiento: 20 kg
 - Coeficiente de seguridad: 2
- $F_{total} = m_{conjunto} * g * CS = 1863,9 \text{ N}$
- Reparto cargas:
 - 80% intersección culera-respaldo asiento
 - 20% zona delantera culera

Análisis FEM bases adaptadoras



Análisis FEM bases adaptadoras



Instalación cinturones de tipo arnés

- **Manual de Reformas:** Carrocería: 8.11. Cambio de algún cinturón de seguridad por otro de diferente tipo, número o situación de los puntos de anclaje.



Actos Reglamentarios afectados

- Resistencia de los asientos
- Anclajes de los cinturones de seguridad
- Cinturones de seguridad y sistemas de retención

Tornillería arneses

- Tornillería Whitworth 7/16, Clase 8.8

$$F_{v,Rd} = n * 0,6 * R_m * A / \gamma = 37,25 \text{ kN}$$

$$F_{i \text{ choque}} = m_{ocupante-asiento} * a_{choque}$$

$$V_f^2 = V_o^2 + 2 * a_{choque} * d$$

$$a_{choque} = -11,01 \text{ g}$$

$$F_{v,Ed} = 2 * F_{i \text{ choque}} = 20,52 \text{ kN}$$

$$\mathbf{F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}}$$

Presupuesto

- Documentación y redacción

CONCEPTO	TIEMPO (H)	COSTE UNITARIO (€/H)	COSTE TOTAL (€)
Sistema suspensión	2	60	120
Frenada	2	60	120
Jaula antivuelco	1,5	60	90
Asientos delanteros	1,5	60	90
Cinturones de seguridad tipo arnés	1	60	60
SUBTOTAL M.O DOCUMENTACIÓN Y REDACCIÓN (€)			480

Presupuesto

- Diseño y análisis FEM

CONCEPTO	TIEMPO (H)	COSTE UNITARIO (€/H)	COSTE TOTAL (€)
Mediciones vehículo	1	60	60
Diseño bases adaptadoras	2	80	160
Análisis FEM	1,5	80	120
SUBTOTAL M.O DISEÑO Y ANÁLISIS FEM (€)			340

- Ensayos

CONCEPTO	UNIDAD	COSTE UNITARIO (€)	COSTE TOTAL (€)
Ensayo posición CDG	1	150	150
SUBTOTAL M.O ENSAYOS (€)			150

Presupuesto

- Resumen

CONCEPTO	COSTE (€)
SUBTOTAL M.O DOCUMENTACION Y REDACCION	480
SUBTOTAL M.O DISEÑO Y ANÁLISIS FEM	340
SUBTOTAL ENSAYOS	100
COSTE TOTAL	980 €

Coste total realización estudio técnico y documentación correspondiente: 980€



Gracias por su atención