



## Trabajo Fin de Grado

Análisis de carga axial del componente “front rail”  
de automóvil utilizando el software GAS 2.0

Axial load analysis of the automobile front rail  
component using GAS 2.0 software

### **ANEXOS**

Autor/es

Pablo Fumanal Mur

Director/es

David Valladares Hernando

Titulación del autor

Ingeniería Mecánica

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
2021

## Índice

Anexo I .....	3
Anexo II .....	6
Anexo III.....	11
Anexo IV.....	12
Anexo V .....	17

## Anexo I

En este anexo se van a reflejar los pasos de como se ha llevado a cabo la obtención de las secciones de los vehículos mediante el programa LS-PrePost.

1. Abrimos el modelo y mediante el comando “*model → sel part*” vamos eliminando las piezas del vehículo que no nos interesan hasta ver nuestro “front rail”.

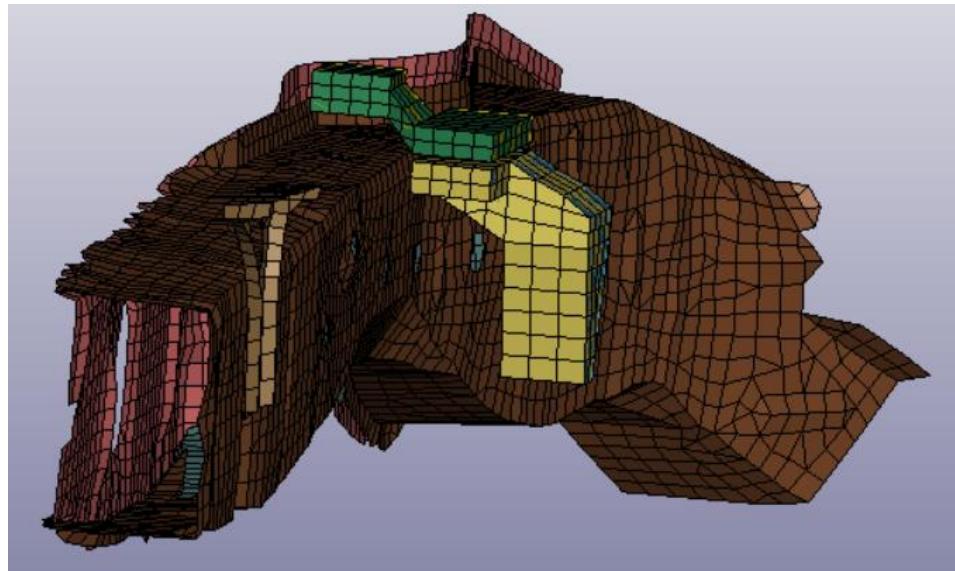
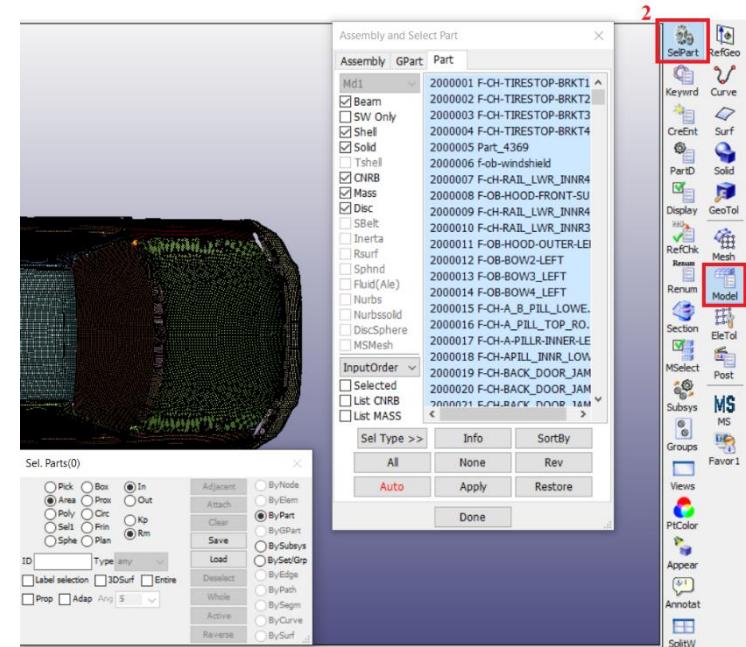


Figura 1.1 Impresiones de pantalla en la que se muestran los comandos para eliminar partes del vehículo y la sección final a analizar.

2. Una vez aislado el componente procedemos a tomar las medidas de las secciones usando el comando “*EleTol* → *Measur*” y vamos tomando la posición nodo por nodo hasta completar la sección. En el cuadro de texto inferior nos aparecerán las coordenadas de los nodos.

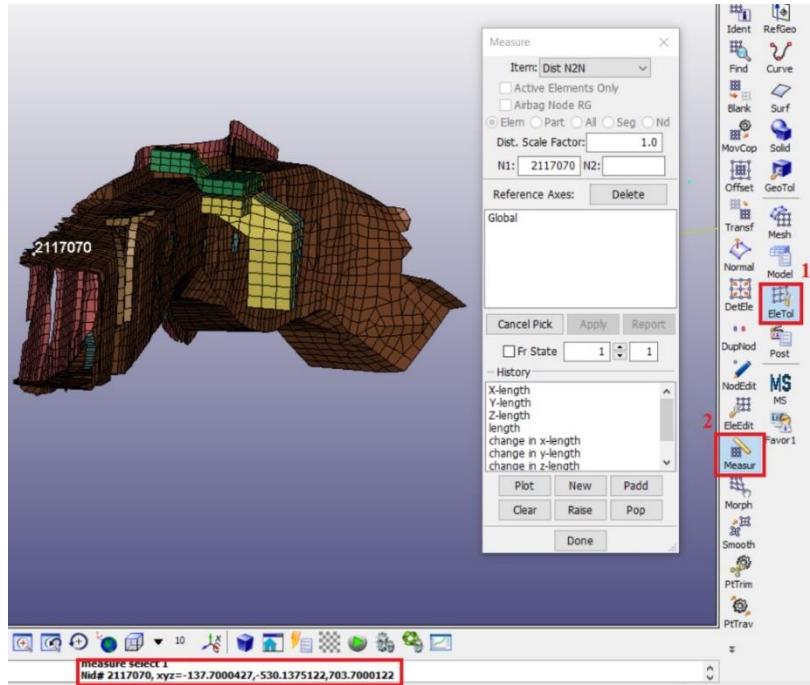


Figura 1.2 Impresión de pantalla en la que se muestra como medir las coordenadas de los nodos.

3. A continuación, se obtendrán las características de los materiales y espesores de las secciones. Seleccionamos el comando “*model* → *sel part*” utilizado anteriormente, con el botón derecho del ratón mantenemos sobre la pieza de la cual necesitamos información y nos aparece un cuadro con información general de la pieza.

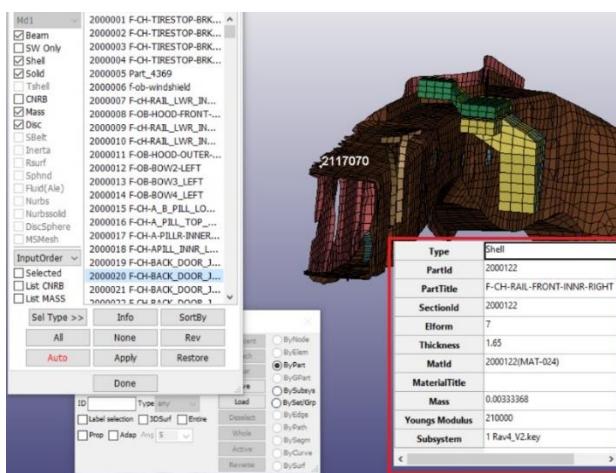


Figura 1.3 Impresión de pantalla en la que se muestra cómo obtener las características de las partes que componen la sección.

4. Para obtener las características del material que compone la sección usaremos el comando “*Model* → *Keywrd* → *Part* → *MID*”, se accederá a las características de la pieza por el número que tiene asignado en el programa, pudiendo obtenerlo en el paso 3.

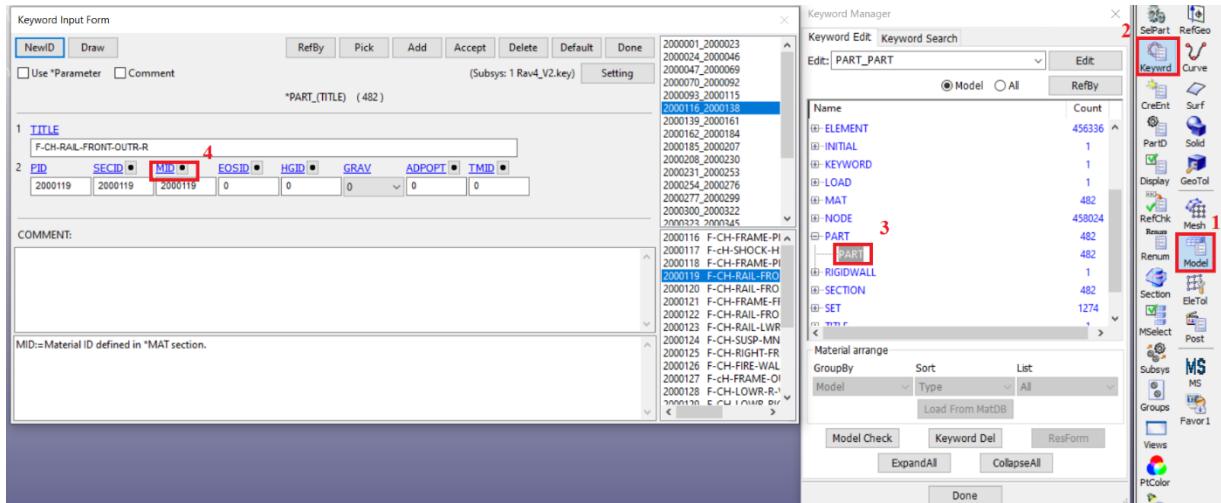


Figura 1.4 Impresión de pantalla en la que se muestra como acceder a las características del material.

- Una vez dentro del MID podemos ver las características:

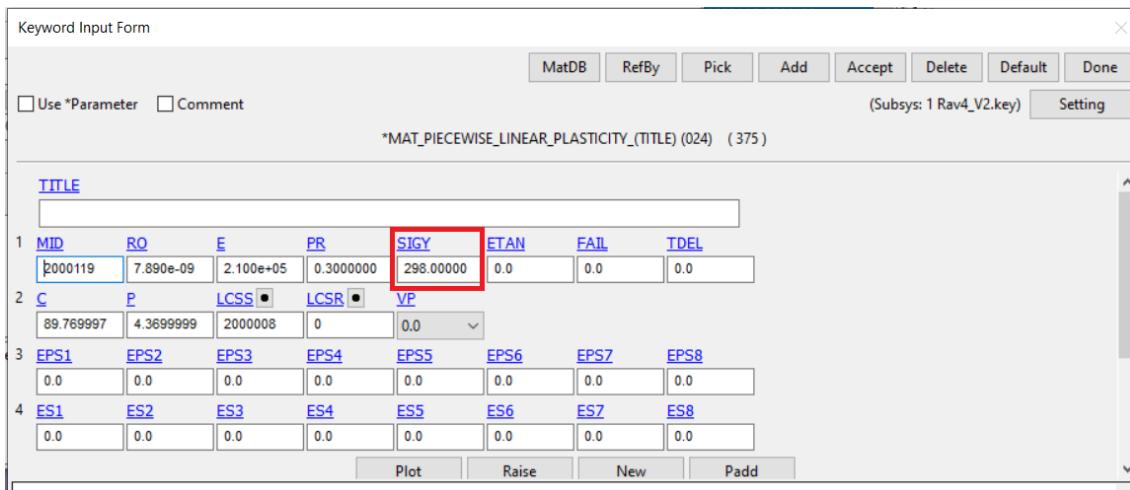


Figura 1.5 Impresión de pantalla en la que se muestra que características del material nos interesan.

## Anexo II

En este anexo se explicará mediante un modelo simple el procedimiento seguido con el software Gas 2.0.

1. En primer lugar, se introducirán las coordenadas de los nodos obtenidas en el LS-PrePost. Seleccionamos la opción “Node”, introducimos las coordenadas de nuestros nodos y clicamos en “Done”.

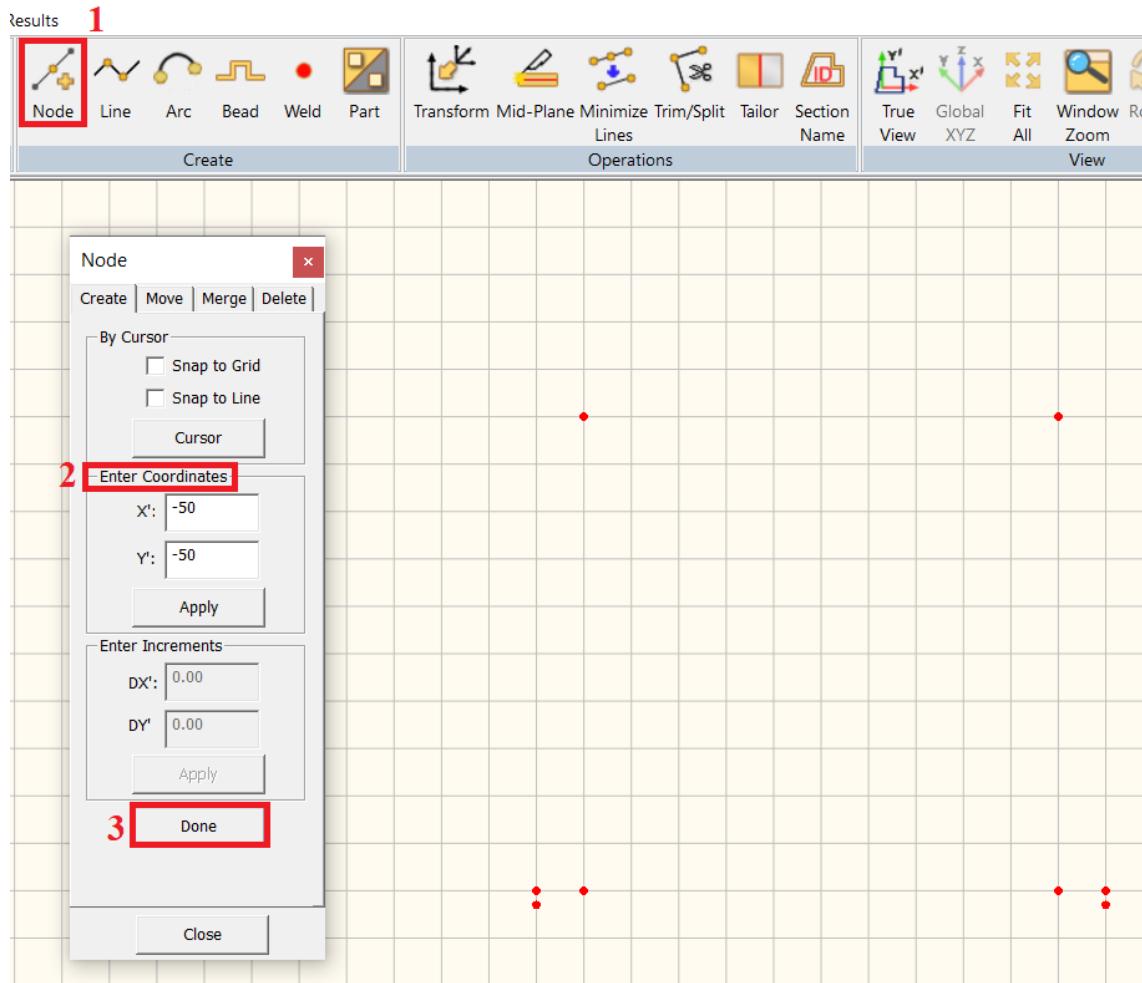


Figura 2.1 Impresión de pantalla en la que se muestra cómo se crearán los nodos en el GAS 2.0.

2. Continuaremos uniendo los nodos mediante líneas a las que se les asignará una parte con valores que se definirán posteriormente. Para ello seleccionaremos “Line”, uniremos los nodos mediante la opción “By Nodes” y por último haremos clic en “Done”.

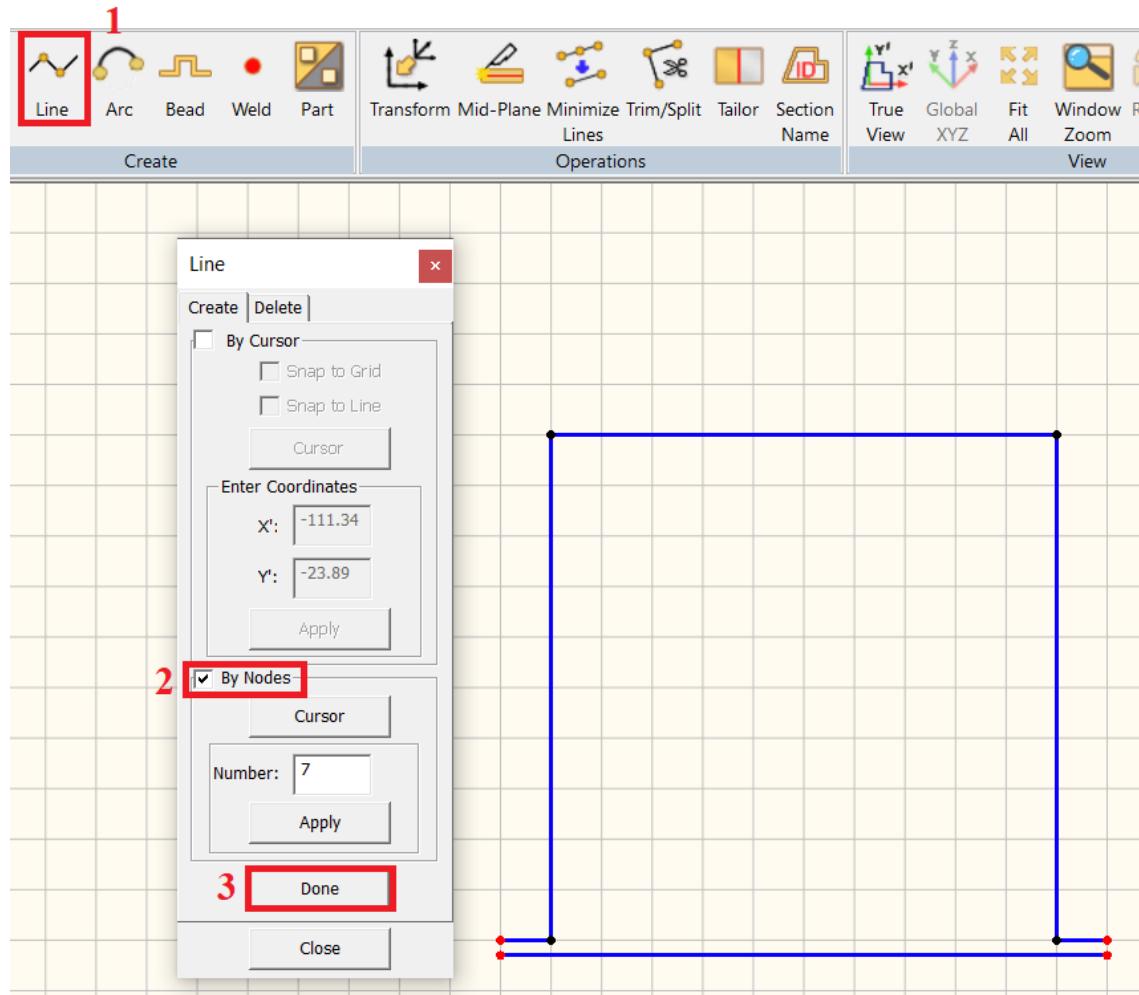


Figura 2.2 Impresión de pantalla en la que se muestra cómo crear líneas que unan los nodos en el programa GAS 2.0.

3. Ahora se lleva a cabo la creación y asignación de la parte.

- Generar parte: “*Part* → *New Part*”, con esto generaremos la nueva parte.

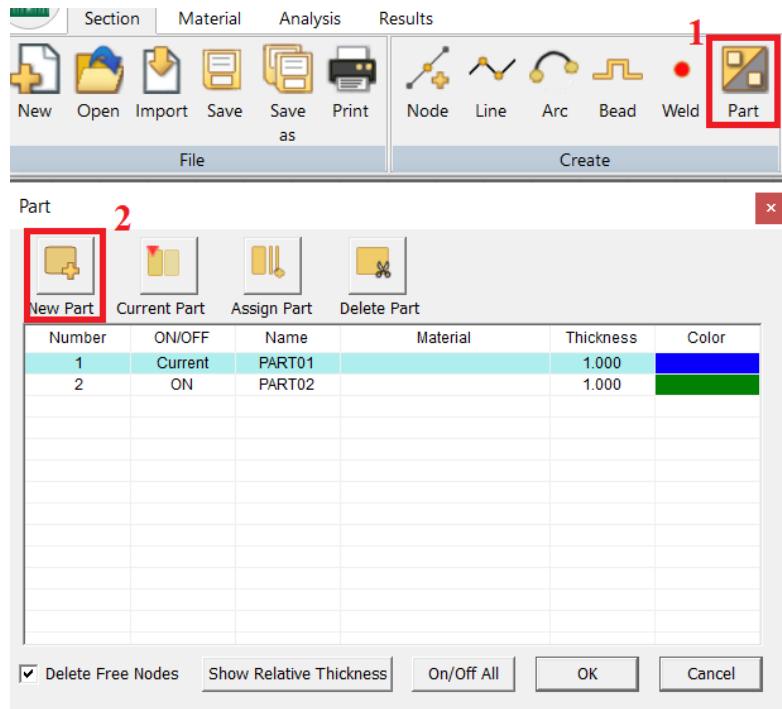


Figura 2.3 Impresión de pantalla en la que se muestra cómo generar una nueva parte en el GAS 2.0.

- Asignación de la parte: “*Assign Part*”, seleccionamos la parte que queremos asignar, mediante la opción “*Cursor*” seleccionamos la línea a la que le queremos asignar esa parte y la línea cambiará al color de la nueva parte, por último, hacemos clic en “*Done*”.

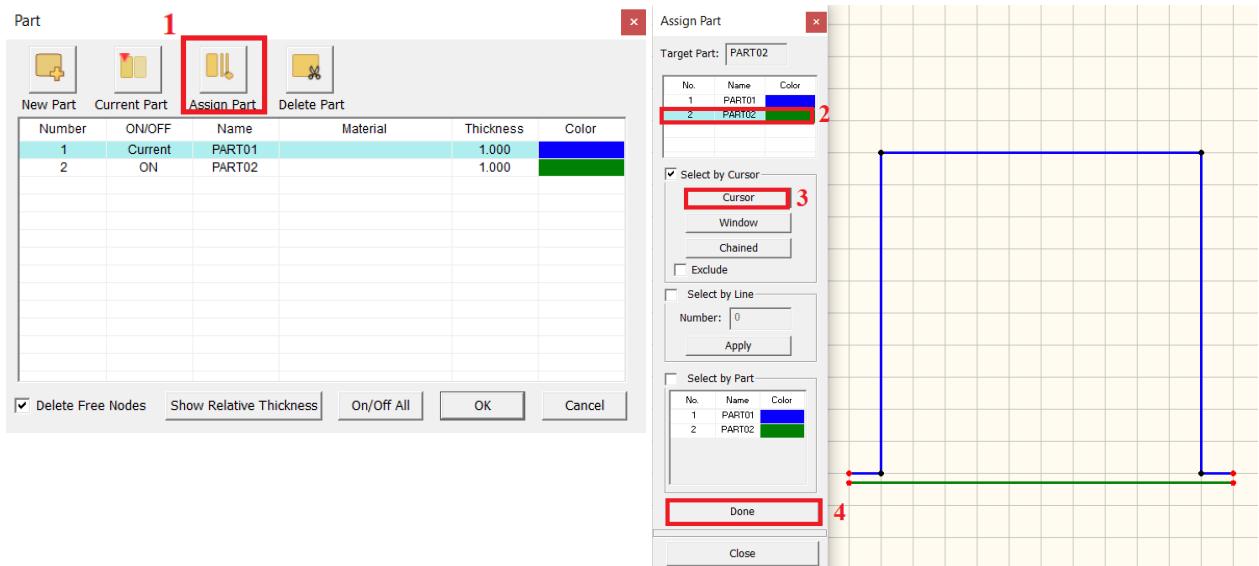


Figura 2.4 Impresión de pantalla en la que se muestra cómo asignar la parte creada a las partes que queremos en el GAS 2.0.

4. Las características del material se definirán en el menú “*Part*”, donde se nos permite modificar espesores y material.

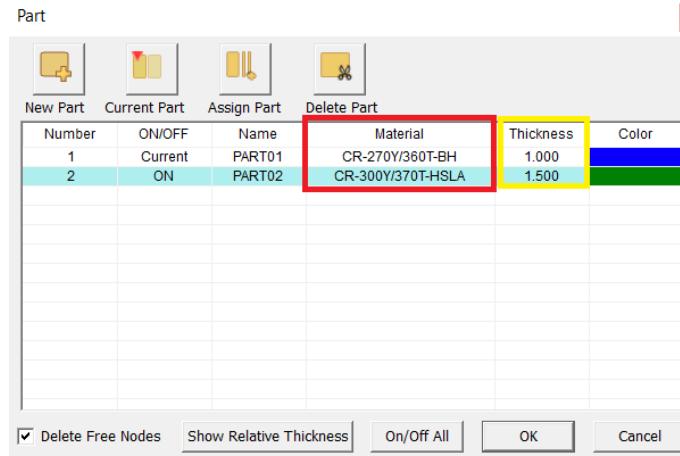


Figura 2.5 Impresión de pantalla en la que se muestra donde se definen el material y espesor en el GAS 2.0.

5. A continuación, se procede a realizar las uniones. Para ello seleccionamos “*Weld*”, posteriormente la opción “*Cursor*” y seleccionamos las líneas que queremos unir, por último, hacemos clic en “*Done*” y las secciones habrán quedado unidas.

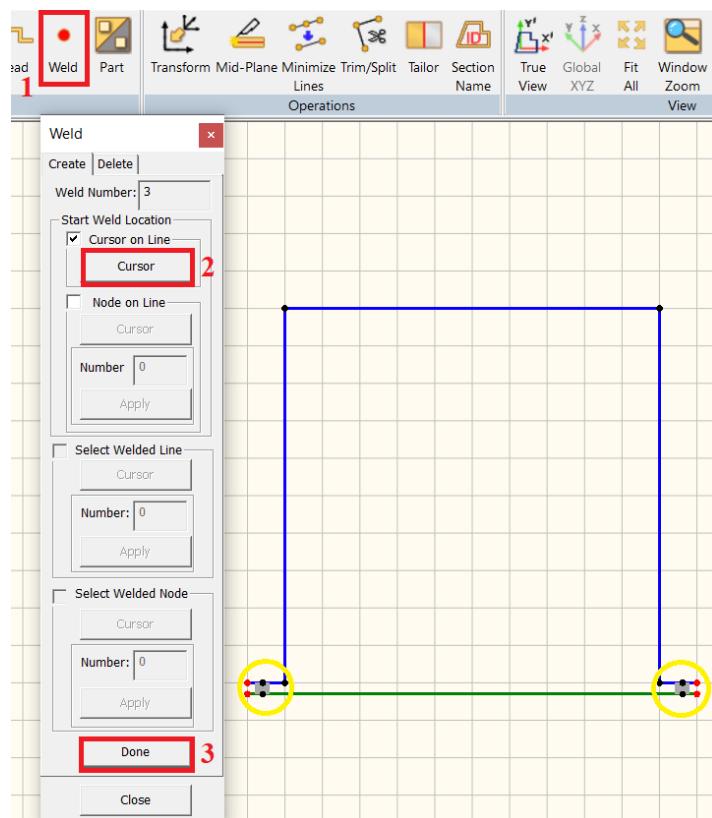


Figura 2.6 Impresión de pantalla en la que se muestra cómo se realizan las uniones en el GAS 2.0.

6. Para visualizar los resultados se siguen los siguientes pasos: “*Analysis* → *Effective Property Calculation* → *Axial* → *Calculate*”. Siguiendo estos pasos se abre el cuadro de resultados que nos permite observar la fuerza axial que soporta dicha sección.

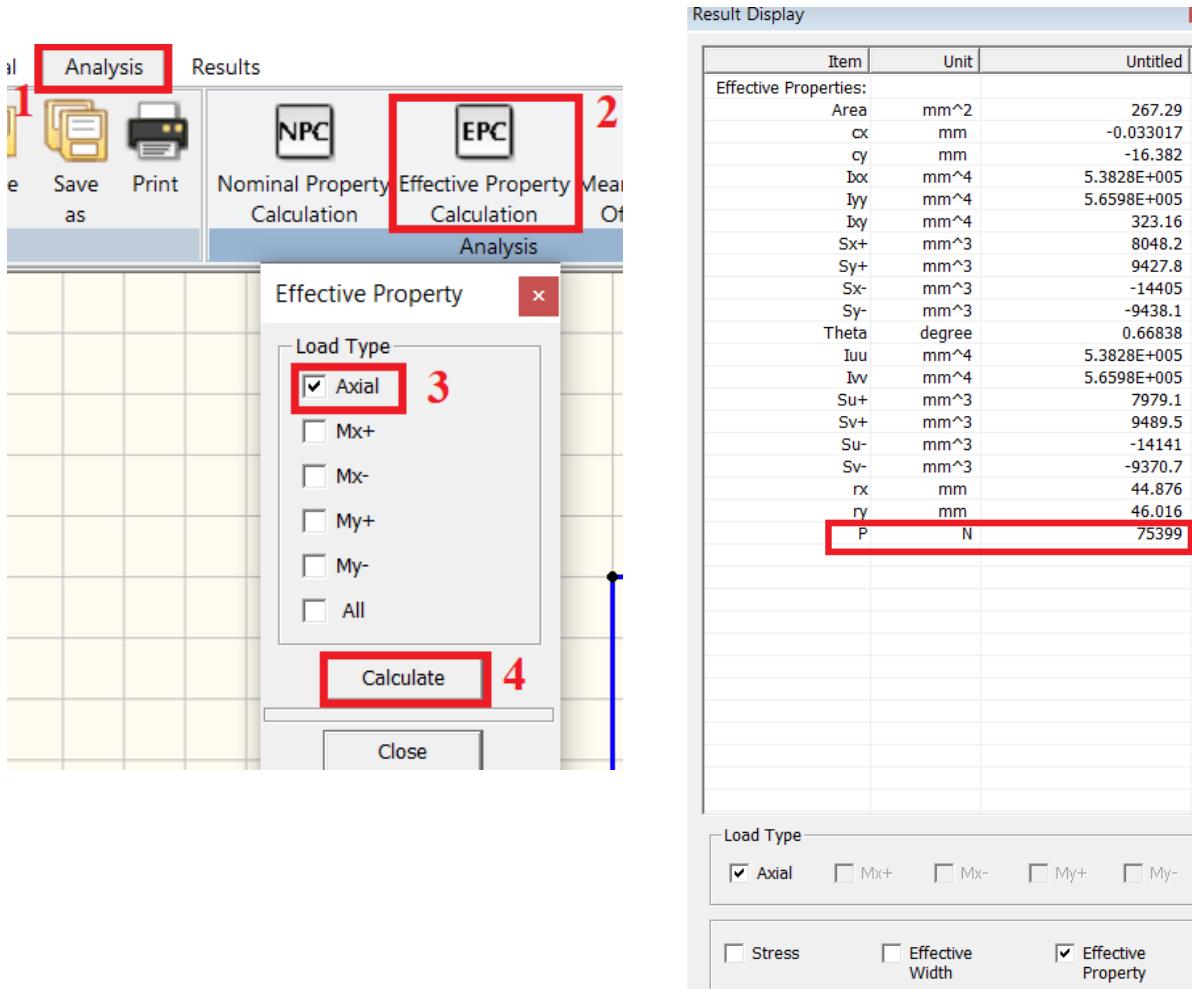


Figura 2.7 Impresiones de pantalla en las que se muestra cómo visualizar resultados en el GAS 2.0.

En el “*Result Display*” podríamos ver más resultados si se le hubiesen pedido al programa, también se puede ver el aprovechamiento de las partes de la sección mediante “*Effective Width*”.



### Anexo III

En este anexo está compuesto por el listado de materiales de la librería de materiales que nos proporciona el programa, en el podemos observar las características de los materiales para seleccionar el que más se ajuste a lo que necesitamos.

No.	Steel Grade	E(MPa)	YS(MPa)	UTS(MPa)	Tot.EL(%)	Poisson's Ratio	Density(g/cm3)	Vehicle Usage
1	CR-110Y/260T-CR5	207000	110	260	42	0.30	7.85	1
2	CR-140Y/270T-CR4	207000	140	270	40	0.30	7.85	1
3	CR-140Y/270T-CR3	207000	140	270	38	0.30	7.85	1
4	CR-140Y/270T-CR2	207000	140	270	34	0.30	7.85	1
5	CR-140Y/270T-CR1	207000	140	270	28	0.30	7.85	1
6	CR-210Y/320T-BH	207000	210	320	33	0.30	7.85	8
7	CR-240Y/340T-BH	207000	240	340	30	0.30	7.85	8
8	CR-270Y/360T-BH	207000	270	360	28	0.30	7.85	4/8
9	CR-300Y/440T-BH	207000	300	440	30	0.30	7.85	8
10	CR-300Y/390T-BH	207000	300	390	26	0.30	7.85	4/8
11	CR-300Y/490T-BH	207000	300	490	25	0.30	7.85	8
12	CR-205Y/310T-SS	207000	205	310	24	0.30	7.85	4
13	CR-275Y/358T-SS	207000	275	358	20	0.30	7.85	4
14	CR-240Y/320T-HSLA	207000	240	320	28	0.30	7.85	4
15	CR-300Y/370T-HSLA	207000	300	370	24	0.30	7.85	4
16	CR-340Y/410T-HSLA	207000	340	410	22	0.30	7.85	4
17	CR-420Y/480T-HSLA	207000	420	480	18	0.30	7.85	4
18	CR-500Y/560T-HSLA	207000	500	560	16	0.30	7.85	4
19	CR-550Y/610T-HSLA	207000	550	610	15	0.30	7.85	4
20	CR-290Y/490T-DP	207000	290	490	25	0.30	7.85	8
21	CR-340Y/590T-DP	207000	340	590	21	0.30	7.85	3
22	CR-390Y/620T-DP	207000	390	620	25	0.30	7.85	3
23	CR-420Y/780T-DP	207000	420	780	14	0.30	7.85	3
No.	Steel Grade	E(MPa)	YS(MPa)	UTS(MPa)	Tot.EL(%)	Poisson's Ratio	Density(g/cm3)	Vehicle Usage
24	CR-500Y/860T-DP	207000	500	860	17	0.30	7.85	3
25	CR-550Y/980T-DP	207000	550	980	8	0.30	7.85	3
26	CR-700Y/1040T-DP	207000	700	1040	13	0.30	7.85	3
27	CR-600Y/780T-CP	207000	600	780	11	0.30	7.85	3
28	CR-700Y/980T-MP	207000	700	980	8	0.30	7.85	7
29	CR-875Y/1180T-MP	207000	875	1180	6	0.30	7.85	3
30	CR-700Y/900T-MS	207000	700	900	3	0.30	7.85	2
31	CR-860Y/1100T-MS	207000	860	1100	3	0.30	7.85	2
32	CR-1030Y/1300T-MS	207000	1030	1300	3	0.30	7.85	2
33	CR-1200Y/1500T-MS	207000	1200	1500	3	0.30	7.85	2
34	CR-1350Y/1700T-MS	207000	1350	1700	3	0.30	7.85	2
35	CR-370Y/550T-PHS	207000	370	550	16	0.30	7.85	6
36	CR-950Y/1300T-PHS	207000	950	1300	5	0.30	7.85	5
37	CR-400Y/690T-RA-SE	207000	400	690	25	0.30	7.85	3
38	CR-450Y/780T-RA-SE	207000	450	780	22	0.30	7.85	3
39	CR-600Y/980T-RA-HE	207000	600	980	19	0.30	7.85	3
40	CR-600Y/980T-RA-SE	207000	600	980	15	0.30	7.85	3
No.	Steel Grade	E(MPa)	YS(MPa)	UTS(MPa)	Tot.EL(%)	Poisson's Ratio	Density(g/cm3)	Vehicle Usage
41	CR-700Y/1050T-RA	207000	700	1020	21	0.30	7.85	3
42	CR-700Y/1180T-RA-...	207000	700	1180	17	0.30	7.85	3
43	CR-850Y/1180T-RA-...	207000	850	1180	12	0.30	7.85	3
44	CR-1020Y/1230T-RA	207000	1020	1230	15	0.30	7.85	3
45	HR-180Y/270T-HR3	207000	180	270	38	0.30	7.85	1
46	HR-180Y/270T-HR2	207000	180	270	34	0.30	7.85	1
47	HR-210Y/310T-HR1	207000	210	310	30	0.30	7.85	1
48	HR-300Y/450T-FB	207000	300	450	26	0.30	7.85	7
49	HR-440Y/580-FB	207000	440	580	16	0.30	7.85	7
50	HR-600Y/780T-FB	207000	600	780	13	0.30	7.85	7
51	HR-570Y/640T-SF	207000	570	640	20	0.30	7.85	7
52	HR-330Y/580T-DP	207000	330	580	21	0.30	7.85	7
53	HR-450Y/780T-DP	207000	450	780	15	0.30	7.85	7
54	HR-660Y/760T-MP	207000	660	760	12	0.30	7.85	7
55	HR-205Y/340T-SS	207000	205	340	25	0.30	7.85	4
56	HR-275Y/380T-SS	207000	275	380	21	0.30	7.85	4
57	HR-380Y/480T-SS	207000	380	480	15	0.30	7.85	7
58	HR-240Y/290T-HSLA	207000	240	290	31	0.30	7.85	4
59	HR-300Y/370T-HSLA	207000	300	370	27	0.30	7.85	4
60	HR-340Y/410T-HSLA	207000	340	410	25	0.30	7.85	4/7
61	HR-420Y/480T-HSLA	207000	420	480	22	0.30	7.85	7
62	HR-500Y/560T-HSLA	207000	500	560	20	0.30	7.85	7
63	HR-550Y/610T-HSLA	207000	550	610	18	0.30	7.85	7

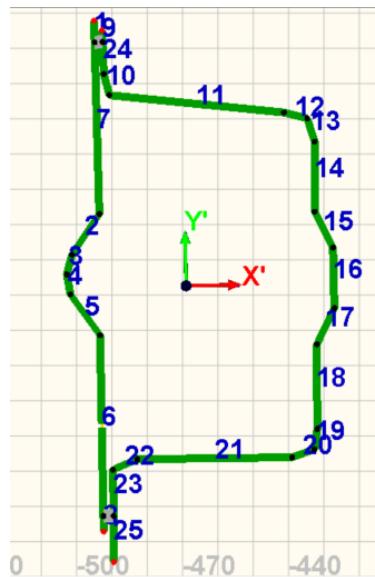
Figura 3.1 Listado de materiales de la biblioteca del GAS 2.0.

## Anexo IV

En este anexo está compuesto por las secciones efectivas que nos proporciona el software GAS 2.0. observaremos las secciones originales de los tres modelos de automóvil analizados en profundidad.

### 1. Toyota Yaris

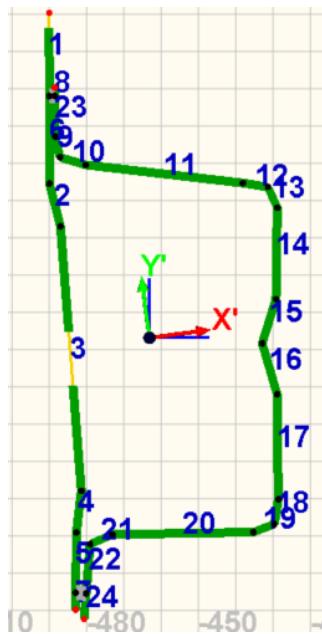
#### - Sección frontal:



Item	Unit	Sección Yaris Frontal
Effective Widths:		
Line No.		Percent Effective
1		100.000
2		100.000
3		100.000
4		100.000
5		100.000
6		97.830
7		100.000
8		100.000
9		100.000
10		100.000
11		100.000
12		100.000
13		100.000
14		100.000
15		100.000
16		100.000
17		100.000
18		100.000
19		100.000
20		100.000
21		100.000
22		100.000
23		100.000
24		100.000
25		100.000

Figura 4.1 Imagen de la sección efectiva original Yaris.

#### - Sección intermedia:



Item	Unit	Sección Yaris Inter
Effective Widths:		
Line No.		Percent Effective
1		82.070
2		100.000
3		79.500
4		100.000
5		100.000
6		100.000
7		100.000
8		100.000
9		100.000
10		100.000
11		100.000
12		100.000
13		100.000
14		100.000
15		100.000
16		100.000
17		100.000
18		100.000
19		100.000
20		100.000
21		100.000
22		100.000
23		100.000
24		100.000

Figura 4.2 Imagen de la sección efectiva original Yaris.

- Sección final:

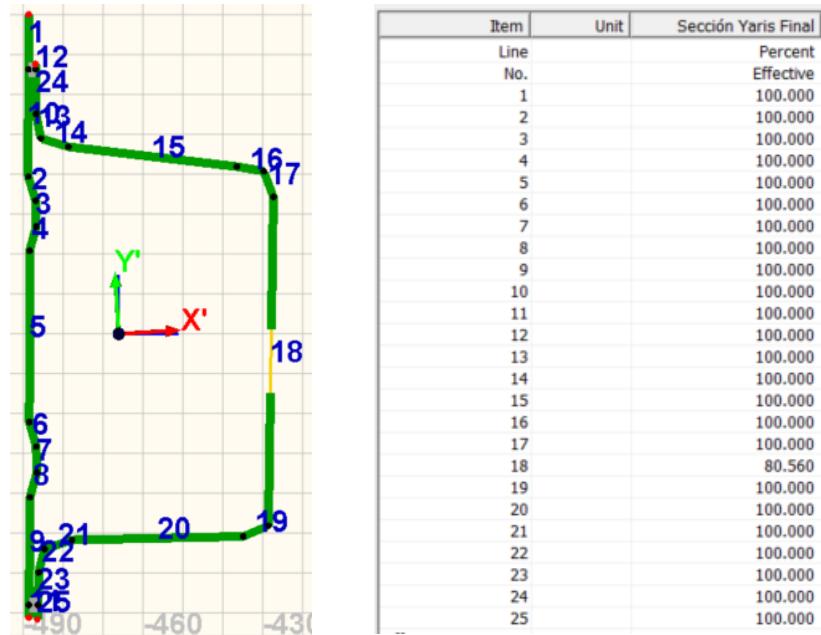


Figura 4.3 Imagen de la sección efectiva Yaris.

2. Toyota Rav-4

- Sección frontal:

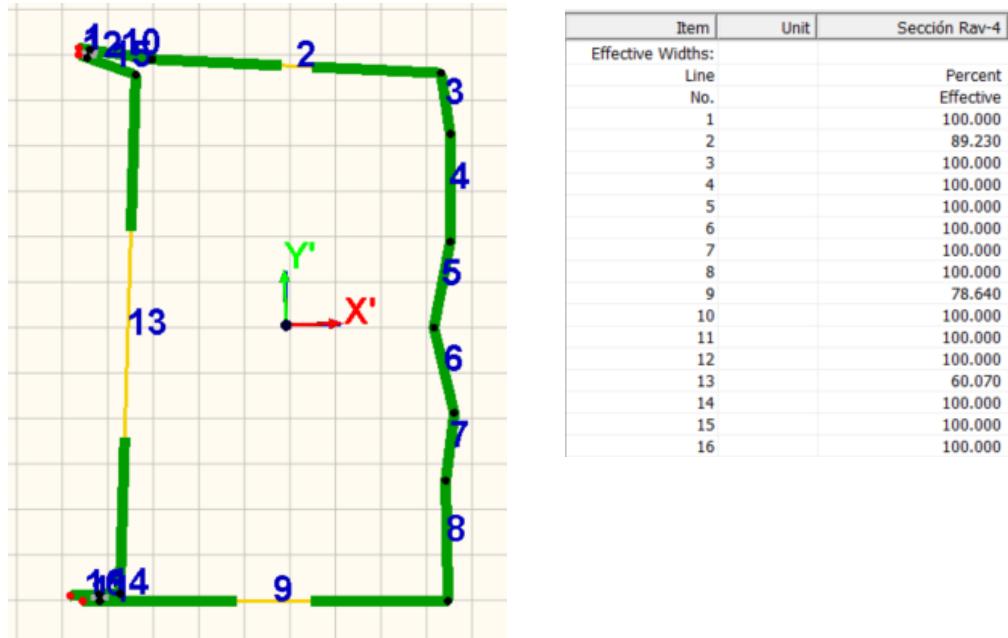
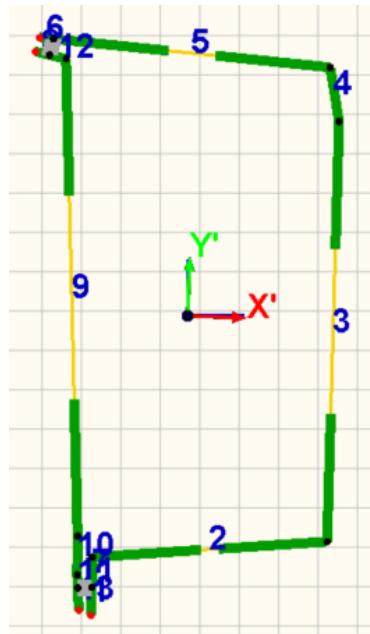


Figura 4.4 Imagen de la sección efectiva original Rav-4.

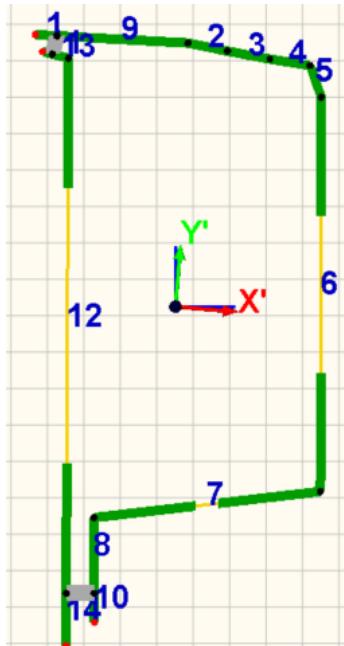
- Sección intermedia:



Item	Unit	Sección Rav-4 Inter
Effective Widths:		
Line No.	Percent	Effective
1	100.000	100.000
2	92.670	92.670
3	60.920	60.920
4	100.000	100.000
5	83.190	83.190
6	100.000	100.000
7	100.000	100.000
8	100.000	100.000
9	57.210	57.210
10	100.000	100.000
11	100.000	100.000
12	100.000	100.000
13	100.000	100.000

Figura 4.5 Imagen de la sección efectiva original Rav-4.

- Sección final:

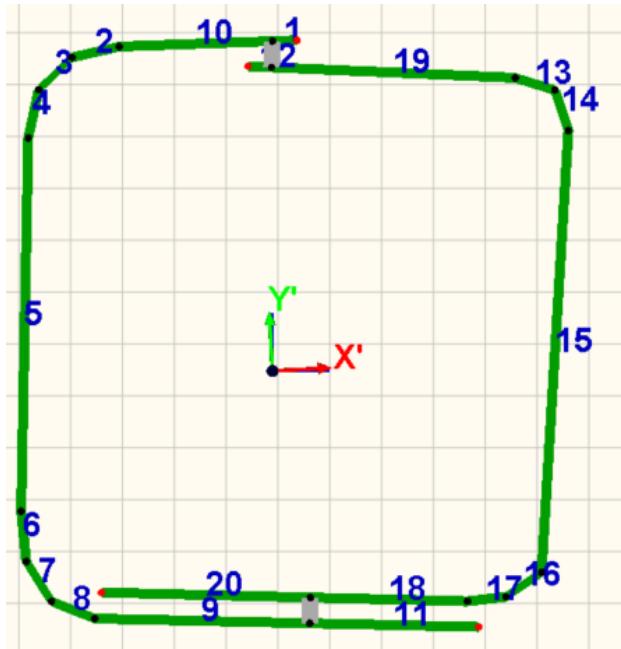


Item	Unit	Sección Rav-4 Final
Effective Widths:		
Line No.	Percent	Effective
1	100.000	100.000
2	100.000	100.000
3	100.000	100.000
4	100.000	100.000
5	100.000	100.000
6	60.240	60.240
7	90.090	90.090
8	100.000	100.000
9	100.000	100.000
10	100.000	100.000
11	100.000	100.000
12	48.660	48.660
13	100.000	100.000
14	100.000	100.000

Figura 4.6 Imagen de la sección efectiva original Rav-4.

### 3. Ford F250

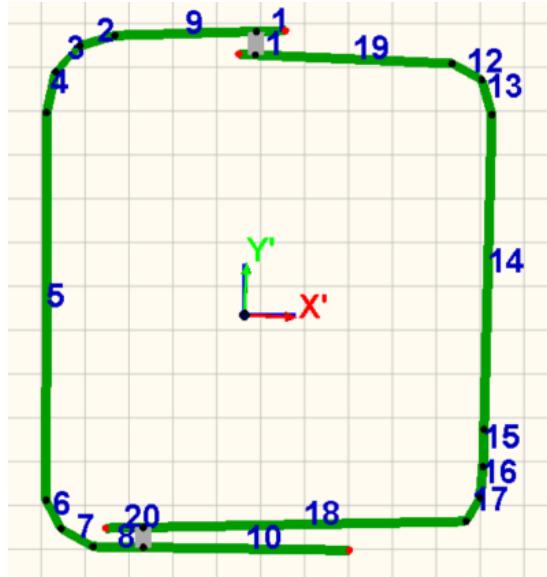
- Sección frontal:



Item	Unit	Sección F250 Frontal
Effective Widths:		
Line No.		Percent Effective
1		100.000
2		100.000
3		100.000
4		100.000
5		100.000
6		100.000
7		100.000
8		100.000
9		100.000
10		100.000
11		100.000
12		100.000
13		100.000
14		100.000
15		100.000
16		100.000
17		100.000
18		100.000
19		100.000
20		100.000

Figura 4.7 Imagen de la sección efectiva original F250.

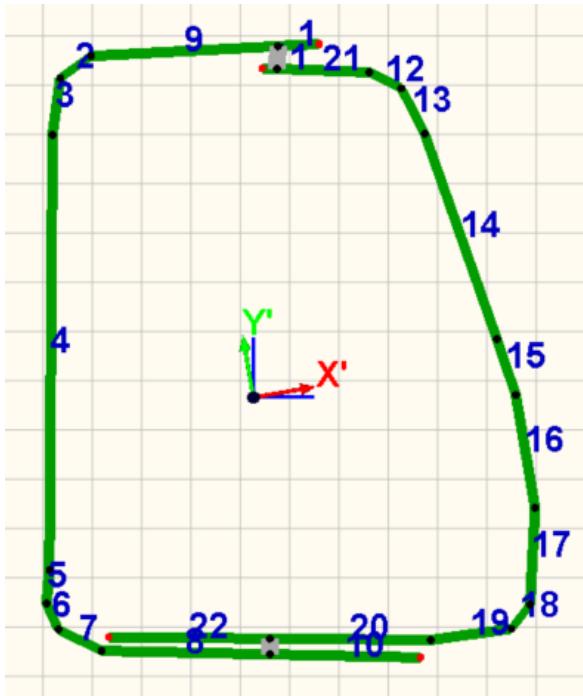
- Sección intermedia:



Item	Unit	Sección F250
Effective Widths:		
Line No.		Percent Effective
1		100.000
2		100.000
3		100.000
4		100.000
5		100.000
6		100.000
7		100.000
8		100.000
9		100.000
10		100.000
11		100.000
12		100.000
13		100.000
14		100.000
15		100.000
16		100.000
17		100.000
18		100.000
19		100.000
20		100.000

Figura 4.8 Imagen de la sección efectiva original F250.

- Sección final:



Item	Unit	Sección F250 Final
Effective Widths:		
Line No.		Percent Effective
1		100.000
2		100.000
3		100.000
4		100.000
5		100.000
6		100.000
7		100.000
8		100.000
9		100.000
10		100.000
11		100.000
12		100.000
13		100.000
14		100.000
15		100.000
16		100.000
17		100.000
18		100.000
19		100.000
20		100.000
21		100.000
22		100.000

Figura 4.1 Imagen de la sección efectiva original F250.

## Anexo V

En este anexo está compuesto por las secciones efectivas que nos proporciona el software GAS 2.0. Observaremos las secciones modificadas de los tres modelos de automóvil analizados en profundidad.

### 4. Toyota Yaris

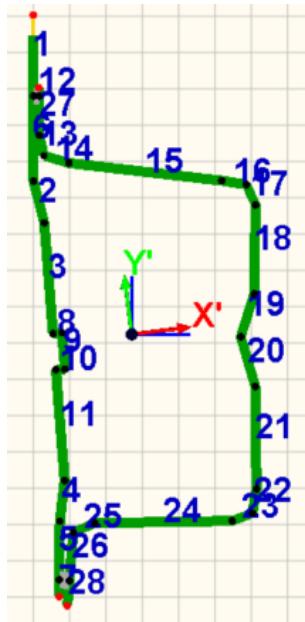
- Sección frontal:



Item	Unit	Sección Yaris Frontal
Effective Widths:		
Line No.		Percent Effective
1		100.000
2		100.000
3		47.890
4		100.000
5		100.000
6		100.000
7		100.000
8		100.000
9		100.000
10		100.000
11		100.000
12		100.000
13		100.000
14		100.000
15		100.000
16		100.000
17		100.000
18		100.000
19		100.000
20		100.000

Figura 5.1 Imagen de la sección efectiva modificada Yaris.

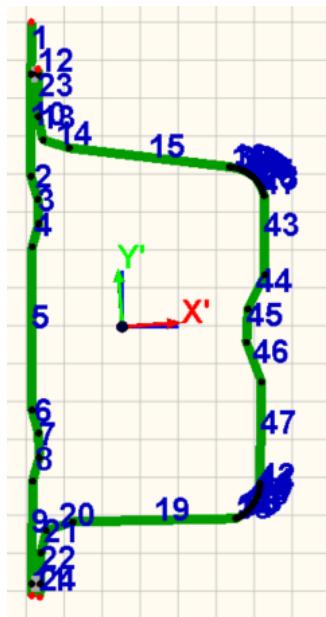
- Sección intermedia:



Item	Unit	Sección Yaris Inter
Effective Widths:		
Line No.		Percent Effective
1		74.920
2		100.000
3		100.000
4		100.000
5		100.000
6		100.000
7		100.000
8		100.000
9		100.000
10		100.000
11		100.000
12		100.000
13		100.000
14		100.000
15		100.000
16		100.000
17		100.000
18		100.000
19		100.000
20		100.000
21		100.000
22		100.000
23		100.000
24		100.000
25		100.000
26		100.000
27		100.000
28		100.000

Figura 5.2 Imagen de la sección efectiva modificada Yaris.

- Sección final:



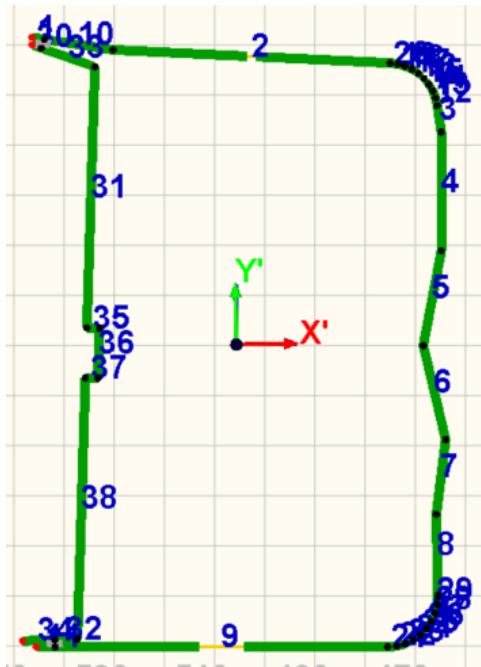
Item	Unit	Sección Yaris Final
Effective Widths:		
Line	Percent	
No.	Effective	
1	100.000	
2	100.000	
3	100.000	
4	100.000	
5	100.000	
6	100.000	
7	100.000	
8	100.000	
9	100.000	
10	100.000	
11	100.000	
12	100.000	
13	100.000	
14	100.000	
15	100.000	
16	100.000	
17	100.000	
18	100.000	
19	100.000	
20	100.000	
21	100.000	
22	100.000	
23	100.000	
24	100.000	
%	100.000	

23	100.000
24	100.000
25	100.000
26	100.000
27	100.000
28	100.000
29	100.000
30	100.000
31	100.000
32	100.000
33	100.000
34	100.000
35	100.000
36	100.000
37	100.000
38	100.000
39	100.000
40	100.000
41	100.000
42	100.000
43	100.000
44	100.000
45	100.000
46	100.000
47	100.000
%	100.000

Figura 5.3 Imagen de la sección efectiva modificada Yaris.

5. Toyota Rav-4

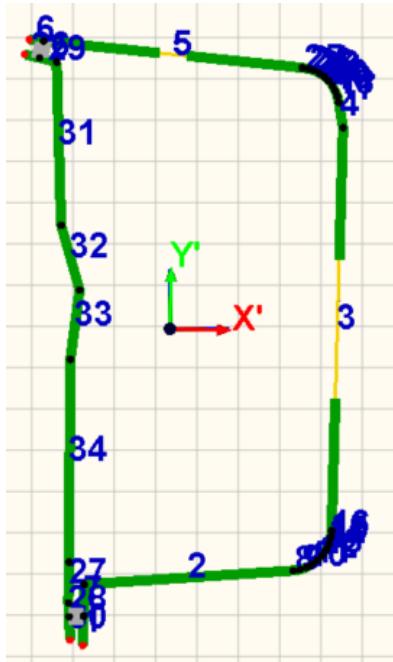
- Sección frontal:



Item	Unit	Sección Rav-4
Effective Widths:		
Line	Percent	
No.	Effective	
1	100.000	
2	96.890	
3	100.000	
4	100.000	
5	100.000	
6	100.000	
7	100.000	
8	100.000	
9	86.740	
10	100.000	
11	100.000	
12	100.000	
13	100.000	
14	100.000	
15	100.000	
16	100.000	
17	100.000	
18	100.000	
19	100.000	
20	100.000	
21	100.000	
22	100.000	
23	100.000	
24	100.000	
%	100.000	

Figura 5.4 Imagen de la sección efectiva modificada Rav-4.

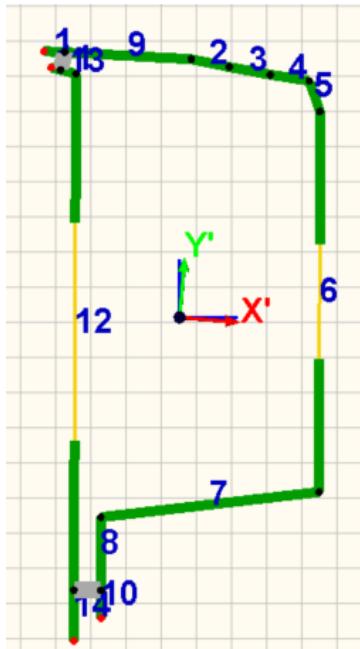
- Sección intermedia:



Item	Unit	Sección Rav-4 Inter
Effective Widths:		
Line No.		Percent
1		Effective
2		100.000
3		100.000
4		65.420
5		100.000
6		89.710
7		100.000
8		100.000
9		100.000
10		100.000
11		100.000
12		100.000
13		100.000
14		100.000
15		100.000
16		100.000
17		100.000
18		100.000
19		100.000
20		100.000
21		100.000
22		100.000
23		100.000
24		100.000
25		100.000

Figura 5.5 Imagen de la sección efectiva modificada Rav-4.

- Sección final:



Item	Unit	Sección Rav-4 Final
Effective Widths:		
Line No.		Percent
1		Effective
2		100.000
3		100.000
4		100.000
5		100.000
6		70.130
7		100.000
8		100.000
9		100.000
10		100.000
11		100.000
12		57.830
13		100.000
14		100.000
Effective Properties:		
Area	mm <sup>2</sup>	718.4
cx	mm	-494.73
cy	mm	641.41
Ixx	mm <sup>4</sup>	2.5089E+006
Iyy	mm <sup>4</sup>	6.1106E+005
Ixy	mm <sup>4</sup>	1.5757E+005
Sx+	mm <sup>3</sup>	32694
Sy+	mm <sup>3</sup>	14946
Sx-	mm <sup>3</sup>	-27254
Cxx	mm <sup>2</sup>	-15073

Figura 5.6 Imagen de la sección efectiva modificada Rav-4.

## 6. Ford F250

### - Sección frontal:

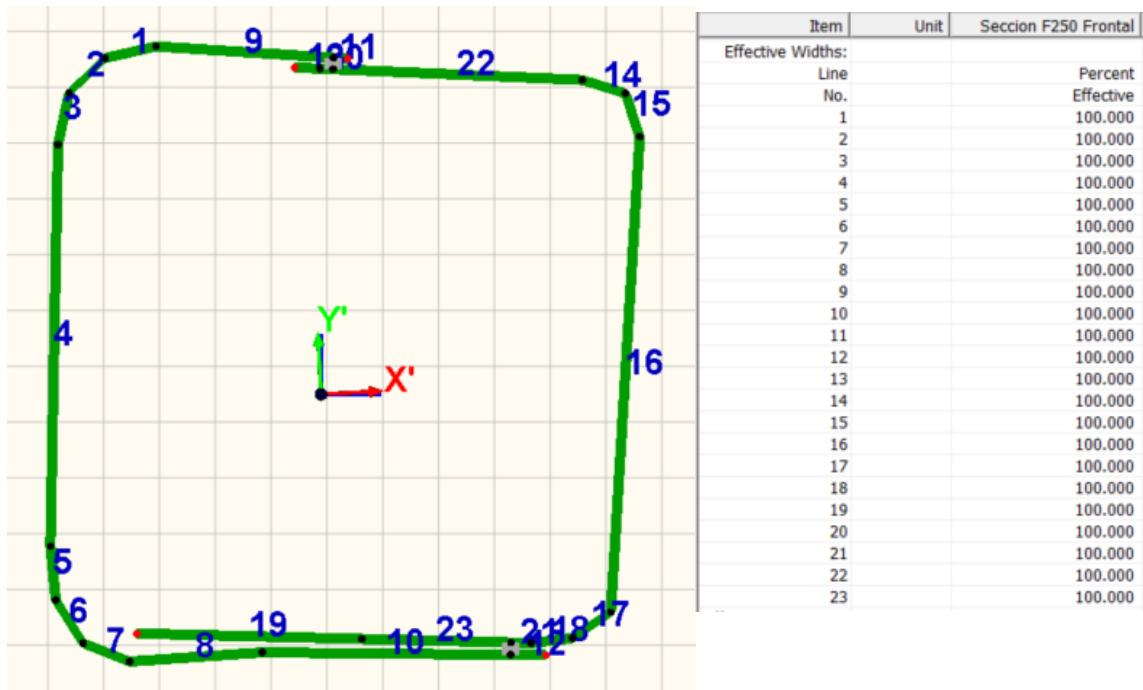


Figura 5.7 Imagen de la sección efectiva modificada F250.

### - Sección intermedia:

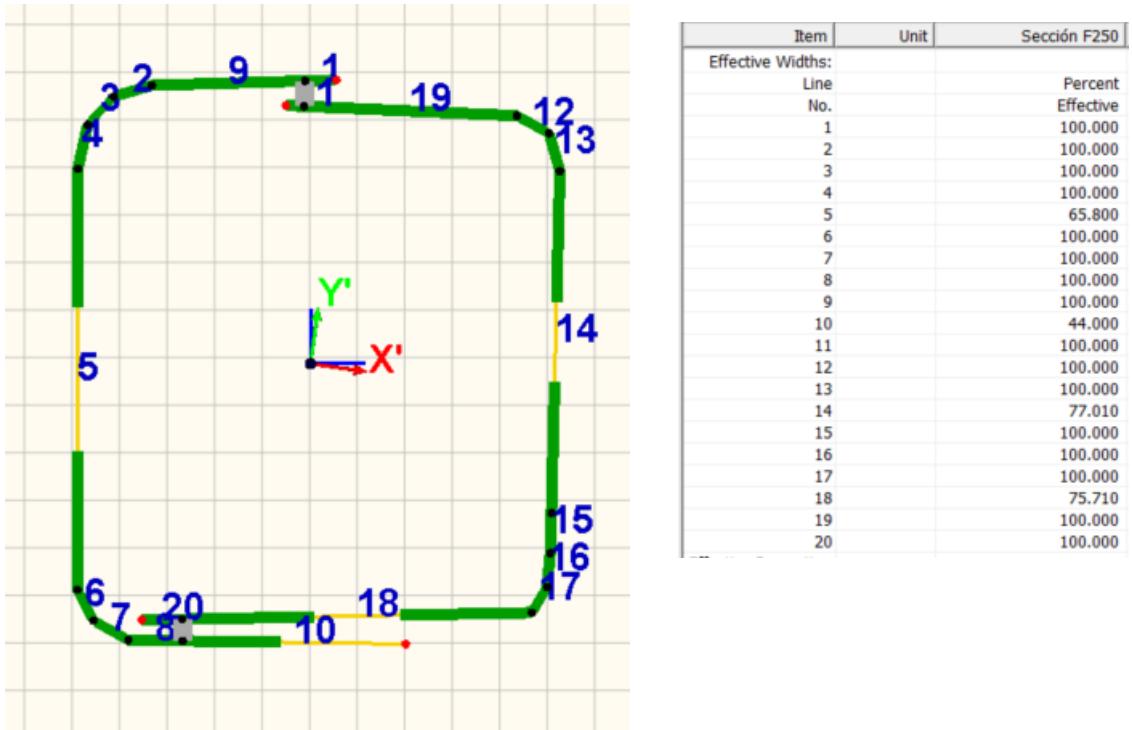
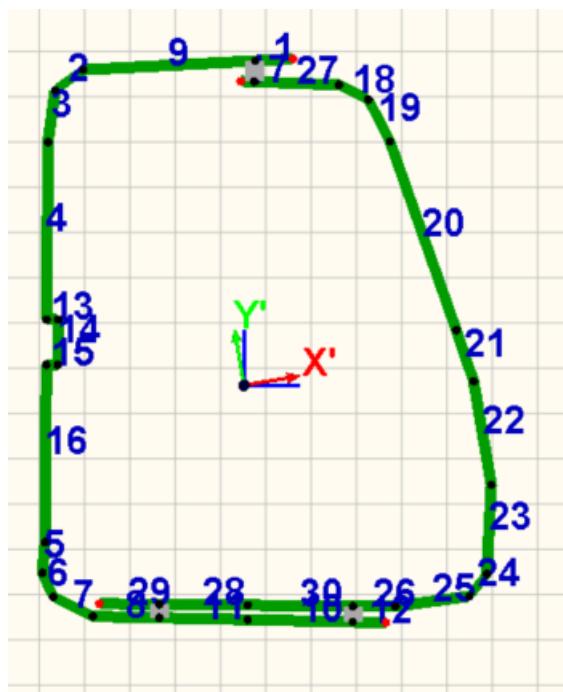


Figura 5.8 Imagen de la sección efectiva modificada F250.

- Sección final:



Item	Unit	Sección F250 Final
Effective Widths:		
Line No.		Percent Effective
1		100.000
2		100.000
3		100.000
4		100.000
5		100.000
6		100.000
7		100.000
8		100.000
9		100.000
10		100.000
11		100.000
12		100.000
13		100.000
14		100.000
15		100.000
16		100.000
17		100.000
18		100.000
19		100.000
20		100.000
21		100.000
22		100.000
23		100.000
24		100.000
25		100.000
26		100.000
27		100.000
28		100.000
29		100.000
30		100.000

Figura 5.7 Imagen de la sección efectiva modificada F250.