

CAPITULO VI

6.1 Cantidad de vibración en las piezas de ensamble del faro

En el análisis Modal una de las condiciones importantes es la forma y lugar de fijación, como el lugar de unión, tanto como para una pieza así como el ensamble, en este análisis virtual como es el elemento finito es necesario de simplificar piezas, que no tengan muchos detalles, las partes internas del faro se consideraron como cajas negras por dos motivos:

1. La simplificación de las piezas, pues no se cuenta con una gran computadora que pueda hacer el análisis.
2. El proveedor consideró estas piezas como confidenciales, parte de su investigación de ingeniería.

Se efectuaron varios análisis desde el Modal que fue el que posteriormente se va a comparar con las pruebas de laboratorio, hasta el análisis de esfuerzos y deformaciones con las vibraciones forzadas, recordando que estos análisis solo dependen de los parámetros utilizados para cada uno de estos análisis.

6.2 Análisis modal (vibraciones naturales)

En este análisis, debemos recordar que las vibraciones naturales o modos son iguales a las vibraciones forzadas en los picos de estos (en la resonancia), esto nos ayudara para comparar con las pruebas físicas que se mencionara mas adelante. Este análisis nos arrojará los modos de vibración.

En seguida se mostrara los parámetros que se utilizaron, se presentaran los cuadros de dialogo que ALGOR 16, esto se realizara para que el lector que necesite hacer este tipo de análisis, le sea mas fácil seguirlo paso a paso.

1.- En el sub-programa de ALGOR FEMPRO, se debe seleccionar el tipo de análisis en este caso serán frecuencias naturales (modales):

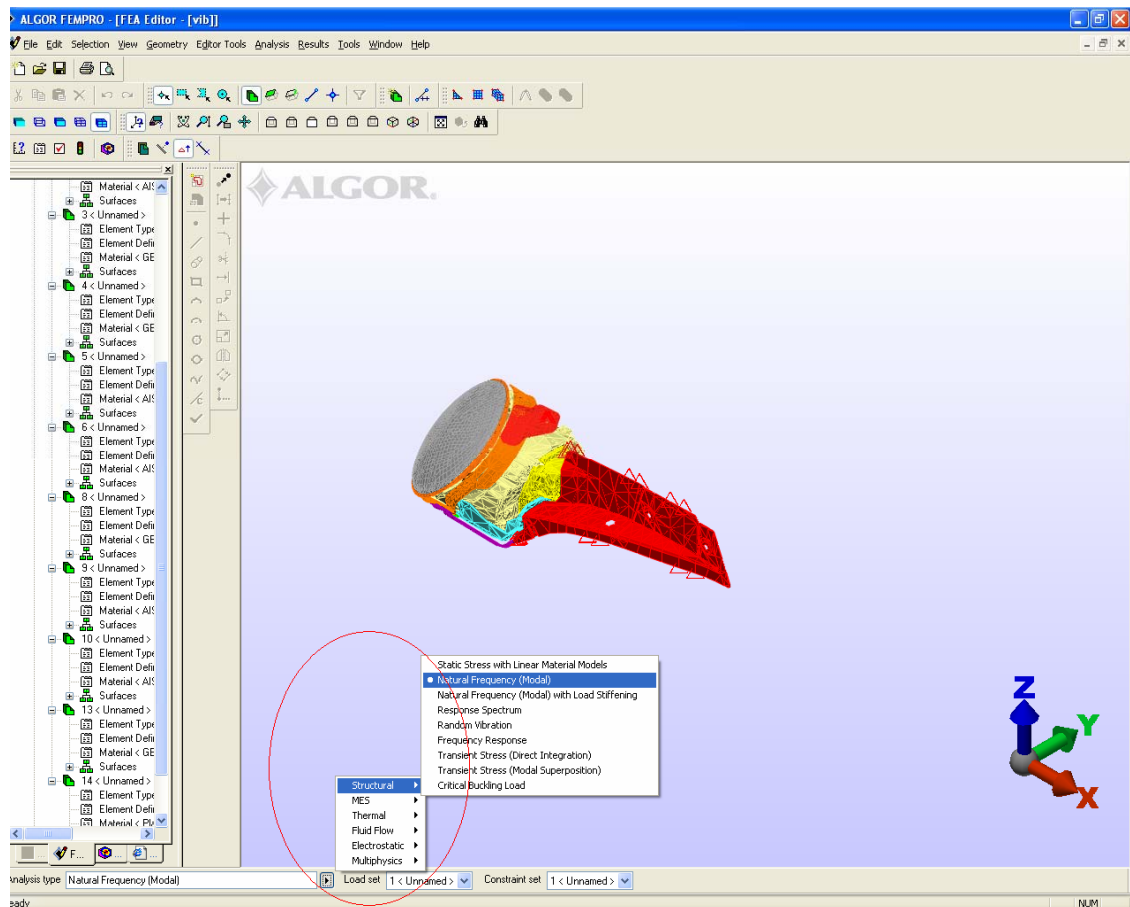


Figura 6.1 Selección de Análisis Frecuencias Naturales

2.- Del lado izquierdo de la pantalla se presentan, cada parte del ensamble, hay se debe poner forma de la pieza en este caso como son sólidos no uniformes se pone BRICK, ver que material es.

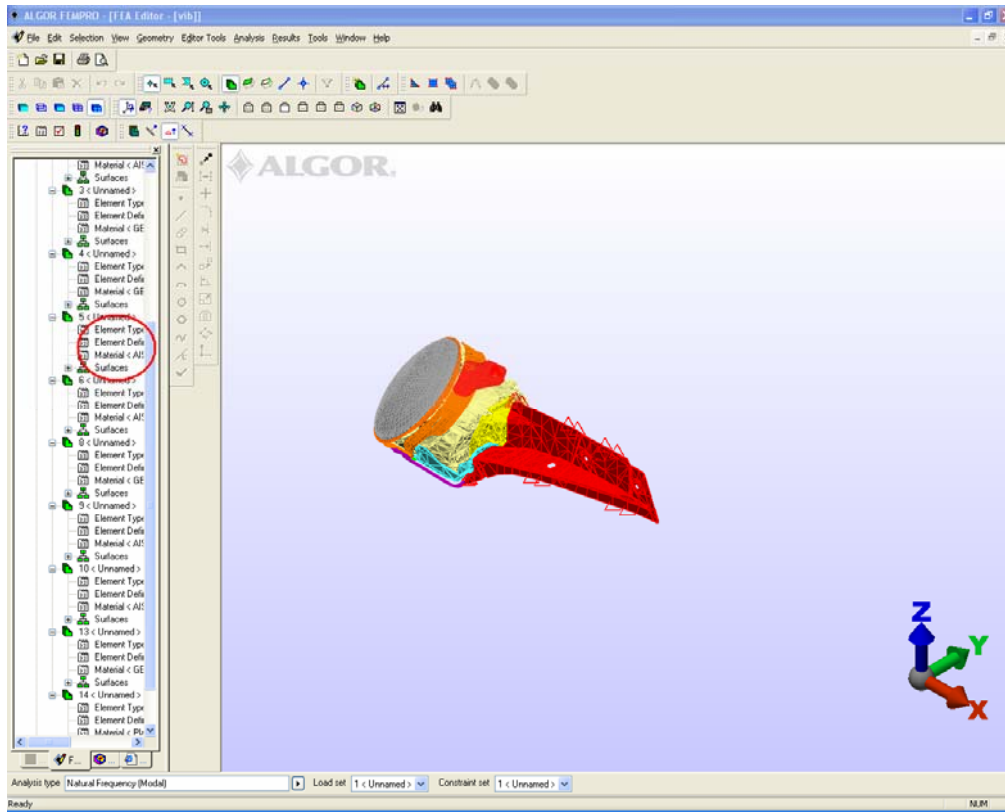


Figura 6.2 Brick

3.- Después ir a icono de parámetros y poner nuestros parámetros, se desea ver los primeros 15 modos de vibración.

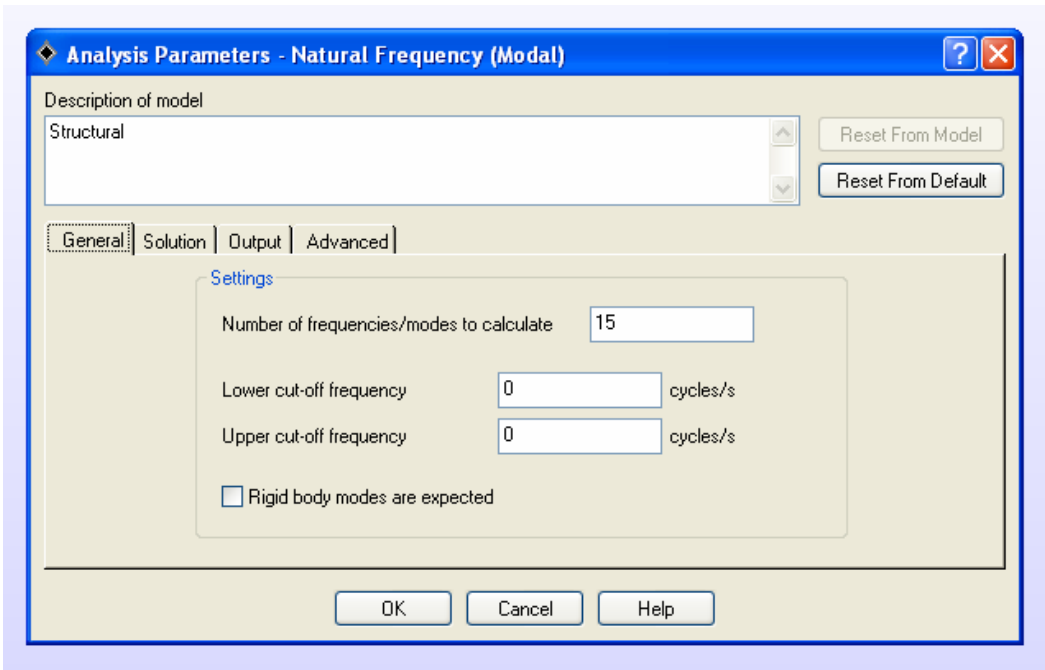


Figura 6.3 Parámetros

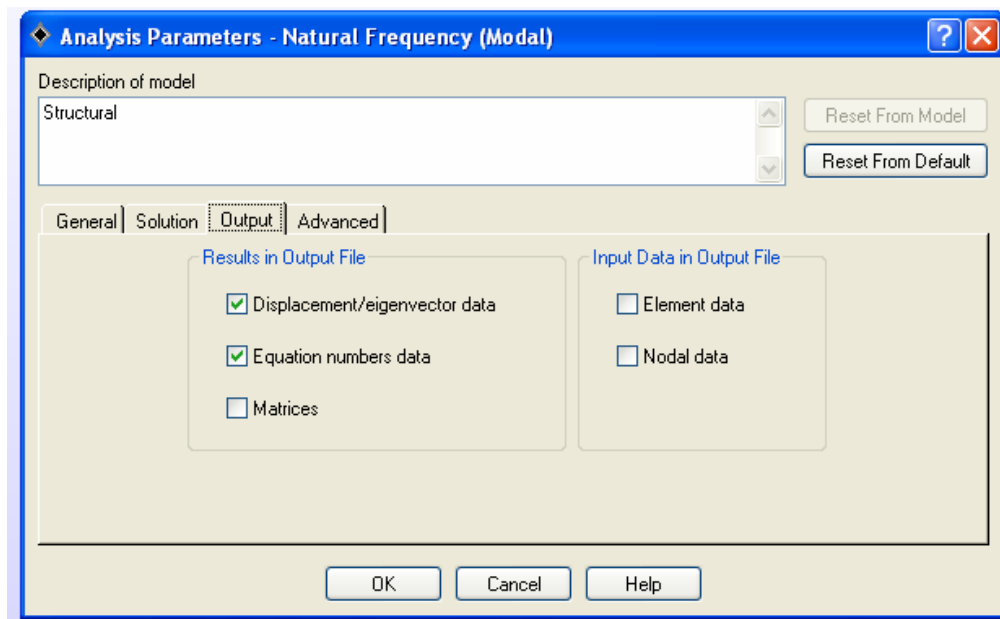


Figura 6.4 Parámetros

4.- Se debe dar clic en check model, se espera a que no tenga ningún error y en seguida Perform analysis.

5.- Después mostrara el análisis, y estos fueron los resultados obtenidos.

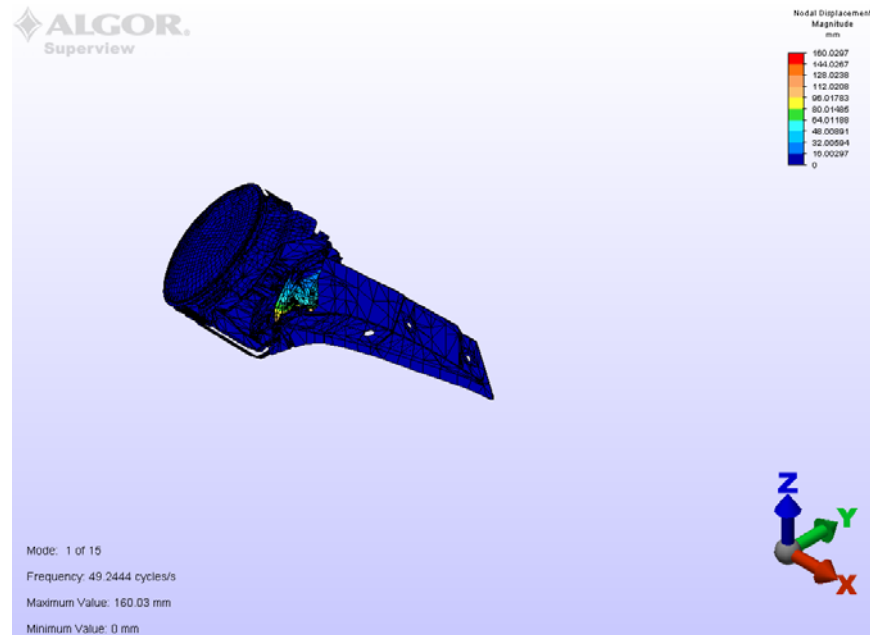


Figura 6.5 Primer modo de vibración

Como se muestra en esta imagen el primer modo a 49.2444 hertz de vibración no afecta a la mica que es nuestra pieza de comparación, por tanto en este análisis no es de importancia y esto sucede hasta el 3 modo donde ya nuestra mica entra en vibración con 120.78 hertz

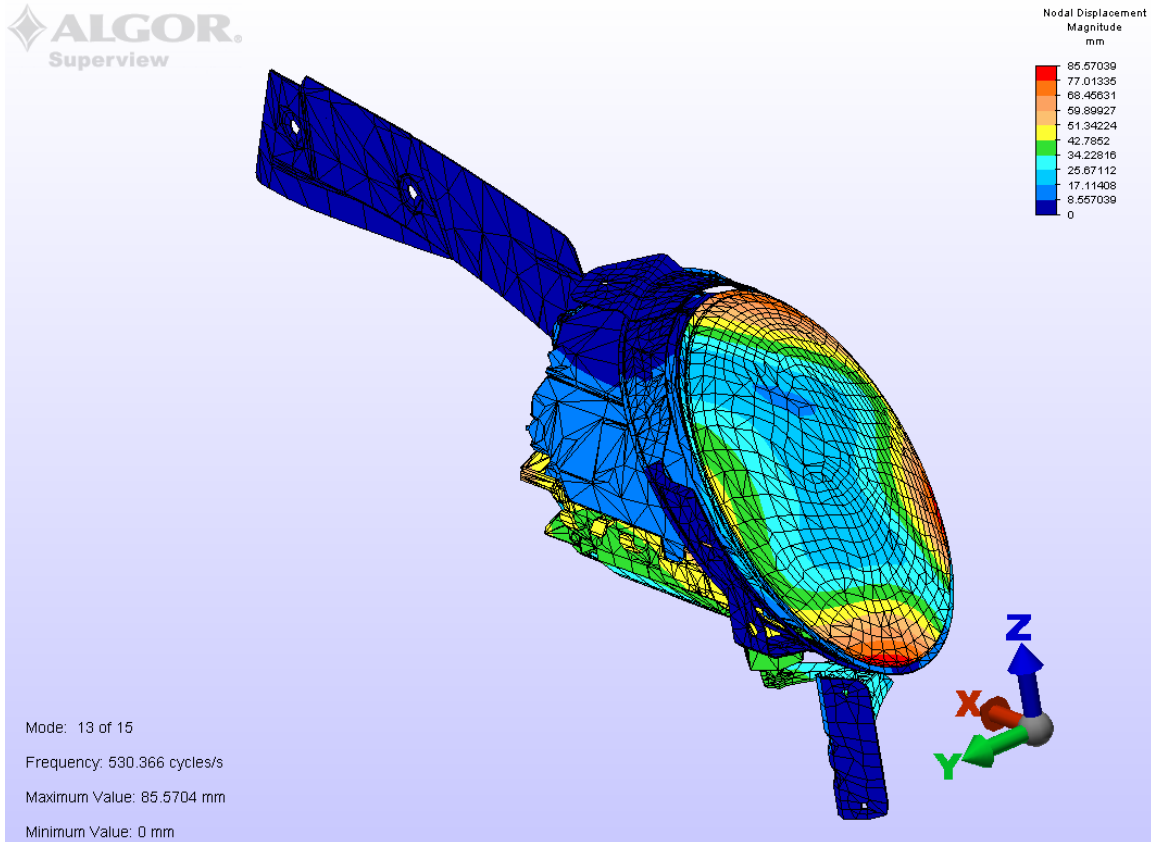


Figura 6.6 Modo 13

Como podemos ver, el programa muestra un desplazamiento por colores, pero este desplazamiento no es real, como ya se explico es necesario el normalizado de los desplazamientos, estos desplazamientos se llaman desplazamientos imaginarios, y las frecuencias se llaman frecuencias modales es por eso que los desplazamientos son exagerados. Enseguida se muestra una tabla con cada uno de los modos y remarcado los que no influyen afectan a la mica.

Tabla 6.1

ANALISIS MODAL TRIDIMENSIONAL				
numero de modo	Frecuencia	Circular	Valor Max (mm)	Valor Min (mm)
	Hertz	rad/sec	Desplazamiento	Desplazamiento
1	4.92E+01	3.09E+02	160.33	0
2	7.53E+01	4.73E+02	155.431	0
3	1.20E+02	7.58E+02	120.781	0
4	1.95E+02	1.23E+03	141.932	0
5	2.64E+02	1.66E+03	163.511	0
6	2.88E+02	1.81E+03	97.6016	0
7	3.12E+02	1.96E+03	92.1018	0
8	3.49E+02	2.19E+03	80.9588	0
9	3.76E+02	3.76E+03	76.2495	0
10	3.78E+02	3.78E+03	74.5565	0
11	4.25E+02	2.67E+03	84.5076	0
12	5.00E+02	3.14E+03	123.321	0
13	5.30E+02	3.33E+03	85.5704	0
14	5.63E+02	3.53E+03	130.925	0
15	6.13E+02	3.85E+03	96.7334	0

Los desplazamientos vienen dados en forma tridimensional, para su comparación posterior; el desplazamiento en el eje Y es insignificativo por las fijaciones, En los ejes X y Z se desarrolla casi todo el desplazamiento.

Tabla 6.2

DESPLAZAMIENTO EN EL EJE X			
numero de modo	Frecuencia	Valor Max (mm)	Valor Min (mm)
	Hertz	Desplazamiento	Desplazamiento
1	4.92E+01	153.413	-7.796
2	7.53E+01	19.4323	-8.4871
3	1.20E+02	77.186	-9.4986
4	1.95E+02	85.8243	-87.7964
5	2.64E+02	118.911	-155.985
6	2.88E+02	49.613	-39.3507
7	3.12E+02	81.3682	-7.81842
8	3.49E+02	32.7469	-10.4299
9	3.76E+02	33.8753	-32.9691
10	3.78E+02	32.475	-44.5662
11	4.25E+02	54.6762	-52.1562
12	5.00E+02	72.2396	-67.35
13	5.30E+02	51.7069	-76.3867

14	5.63E+02	100.524	-70.2302
15	6.13E+02	30.0571	-27.6213

Como se observa en la tabla, el mayor desplazamiento en el eje X se da en el modo 14, que tiene una frecuencia de 563.026 Hz.

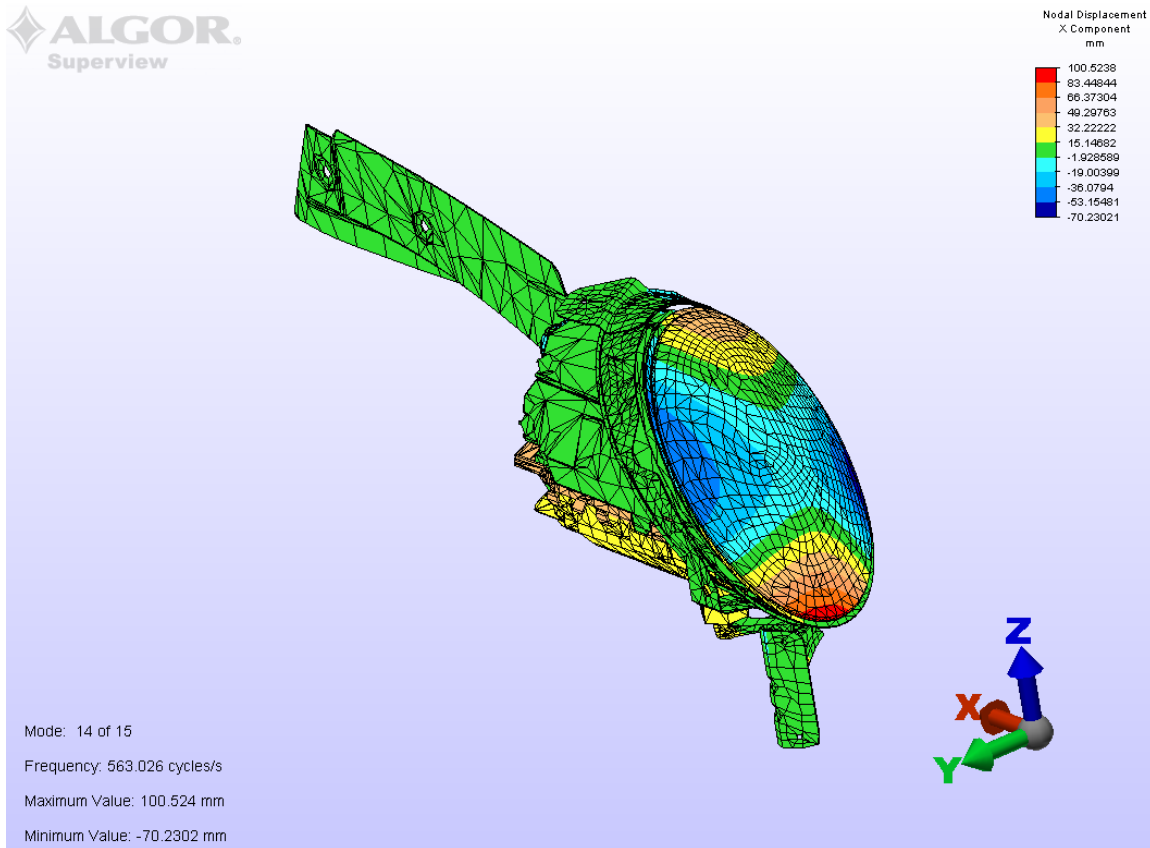


Figura 6.7 Frecuencia 563.026

Los desplazamientos en el eje Z también son significativos aunque el modelo se desplaza mayormente en el eje X, la siguiente tabla muestra los desplazamientos en el eje Z.

Tabla 6.3

DESPLAZAMIENTO EN EL EJE Z			
numero de modo	Frecuencia	Valor Max (mm)	Valor Min (mm)
	Hertz	Desplazamiento	Desplazamiento
1	4.92E+01	35.7155	-52.9259
2	7.53E+01	70.0798	-26.7326
3	1.20E+02	11.1556	-71.4621
4	1.95E+02	88.656	-85.2943
5	2.64E+02	56.2653	-26.6816
6	2.88E+02	90.9708	-6.43222
7	3.12E+02	42.1582	-16.1721
8	3.49E+02	79.2429	-30.0617
9	3.76E+02	61.5324	-51.9539
10	3.78E+02	61.133	-26.6086
11	4.25E+02	50.4805	-55.0856
12	5.00E+02	57.2365	-81.5076
13	5.30E+02	44.8462	-77.626
14	5.63E+02	70.6801	-83.4116
15	6.13E+02	39.0079	-41.1243

6.2.1 Modos de vibración

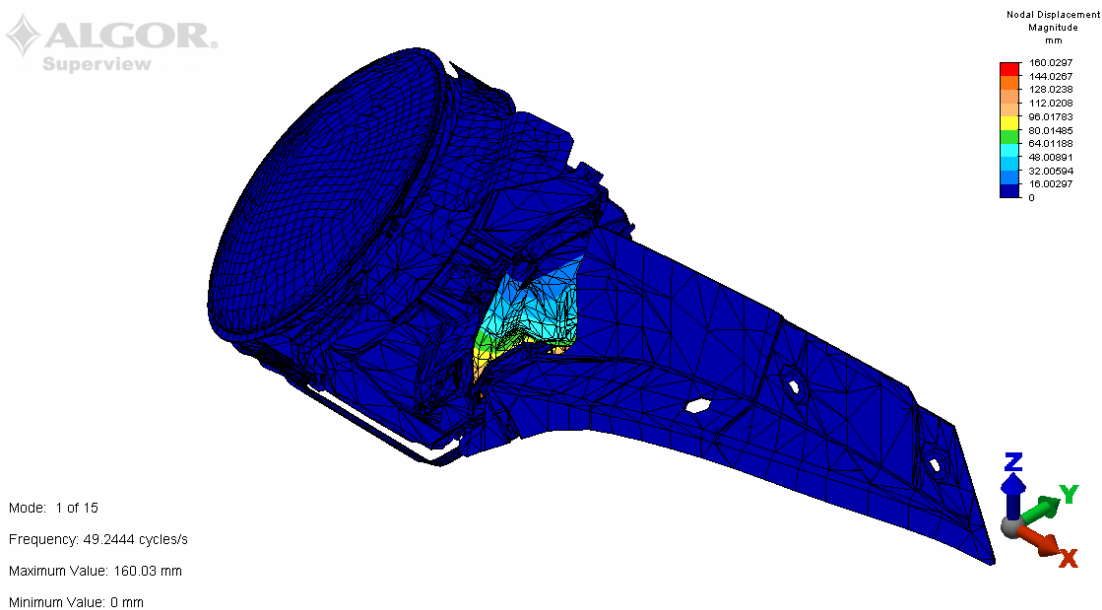


Figura 6.8 Primer modo y desplazamiento

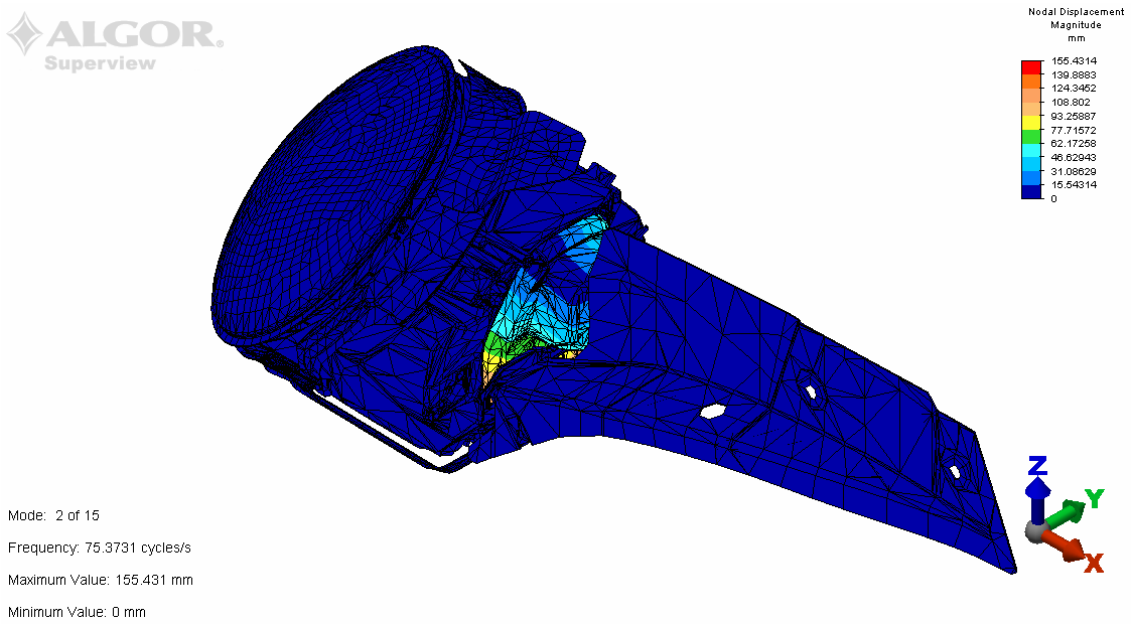


Figura 6.9 Segundo modo y desplazamiento

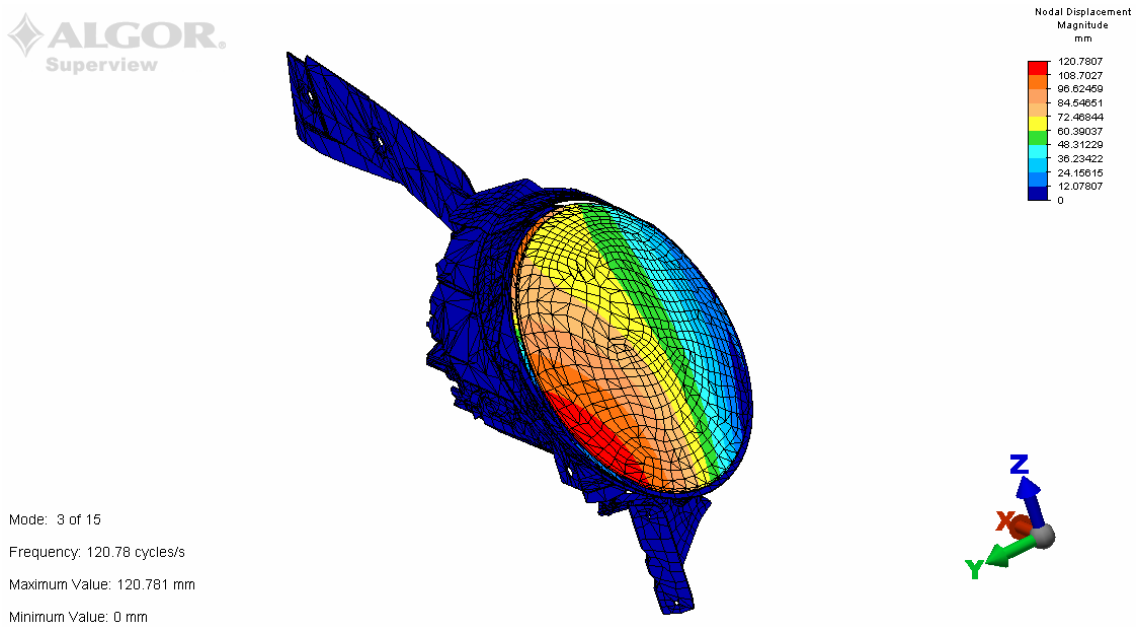


Figura 6.10 Tercer modo y desplazamiento

Mode: 4 of 15
Frequency: 195.87 cycles/s
Maximum Value: 141.932 mm
Minimum Value: 0 mm

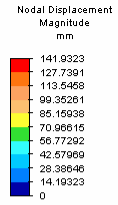
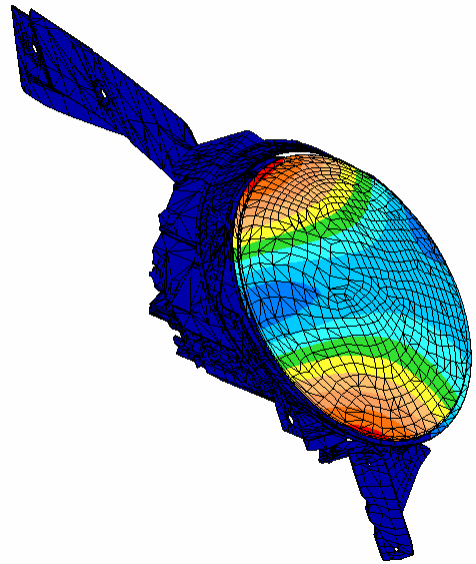


Figura 6.11 Cuarto modo y desplazamiento

Mode: 5 of 15
Frequency: 264.793 cycles/s
Maximum Value: 163.511 mm
Minimum Value: 0 mm

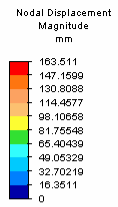
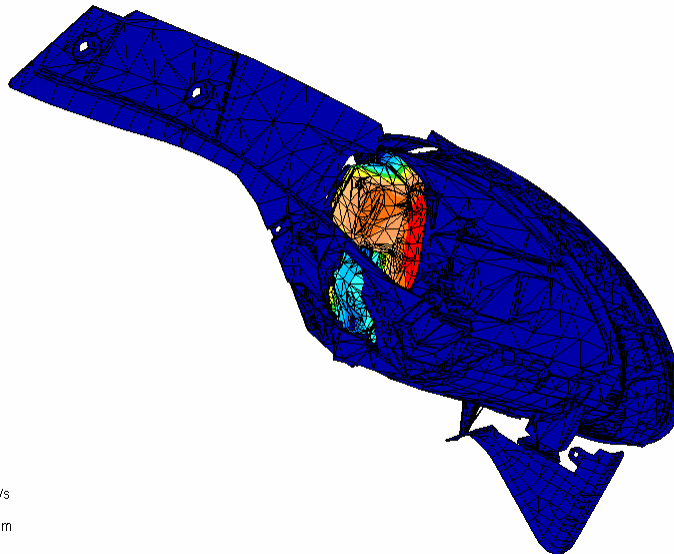


Figura 6.12 Quinto modo y desplazamiento

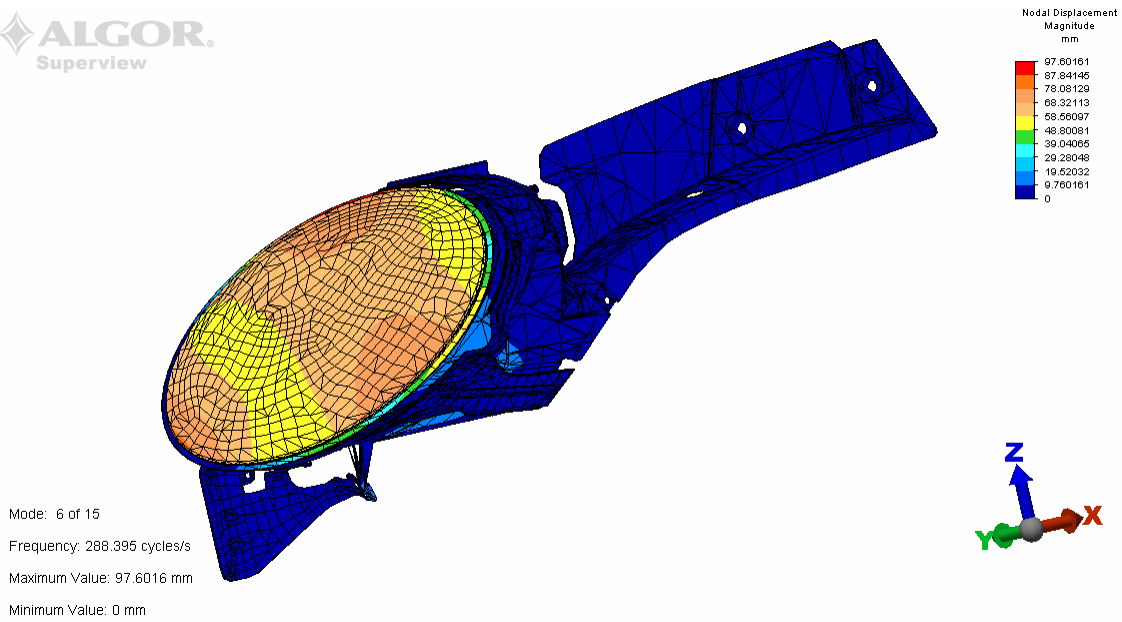


Figura 6.13 Sexto modo y desplazamiento

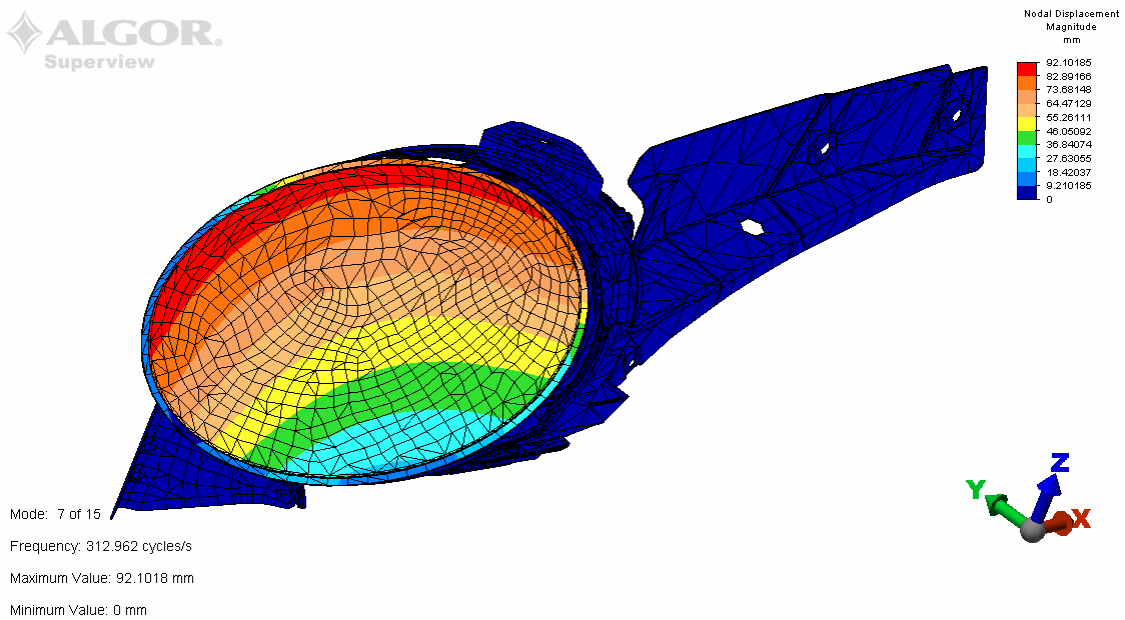


Figura 6.14 Séptimo modo y desplazamiento

Mode: 8 of 15
Frequency: 349.897 cycles/s
Maximum Value: 80.9588 mm
Minimum Value: 0 mm

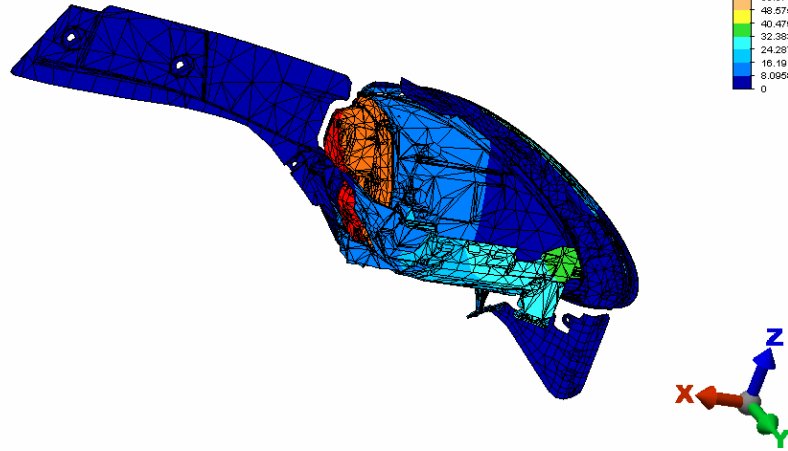


Figura 6.15 Octavo modo

Mode: 9 of 15
Frequency: 376.306 cycles/s
Maximum Value: 76.2495 mm
Minimum Value: 0 mm

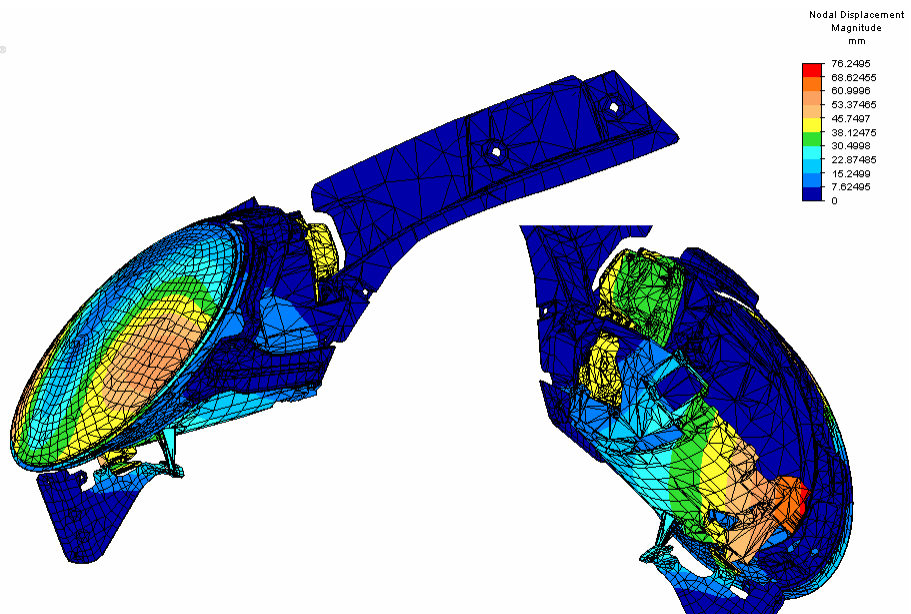


Figura 6.16 Noveno modo

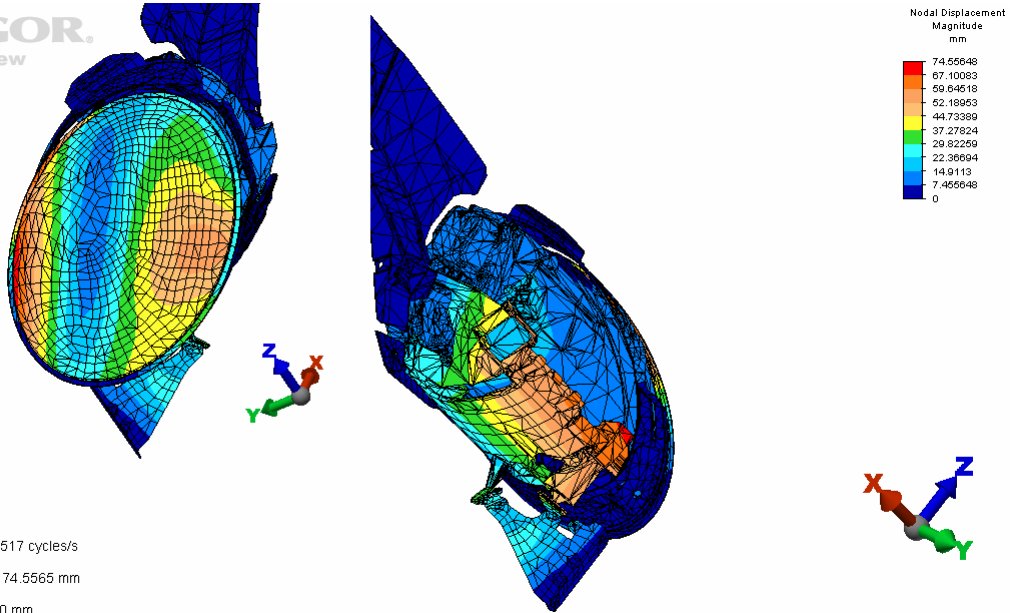


Figura 6.17 Décimo modo

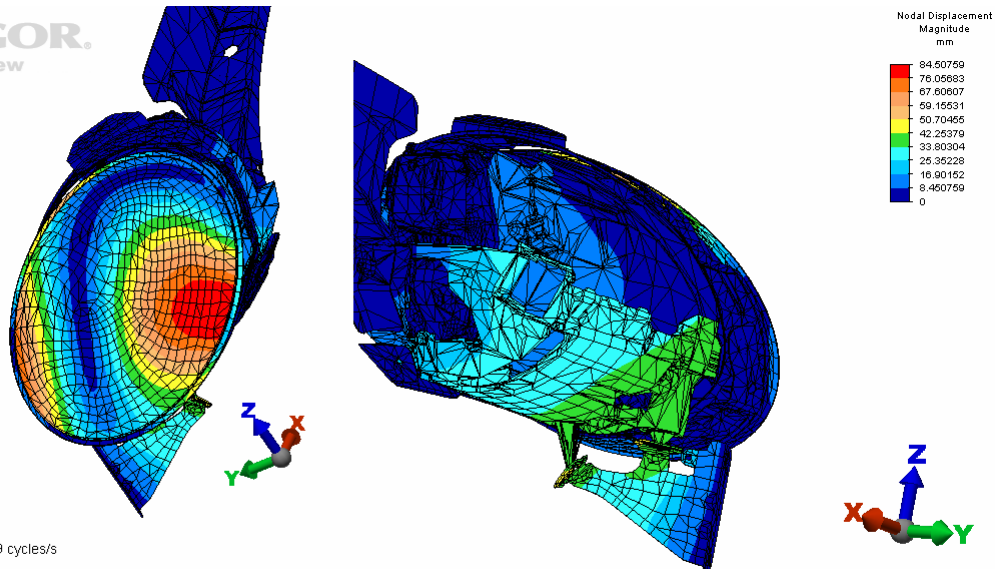


Figura 6.18 Onceavo modo

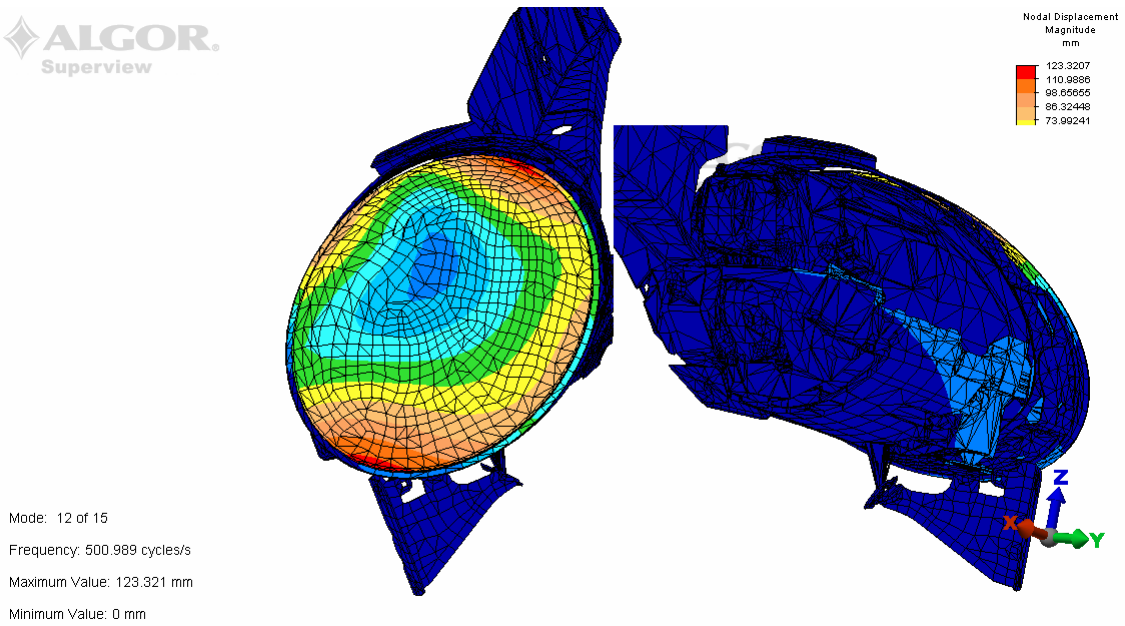


Figura 6.19 Doceavo modo

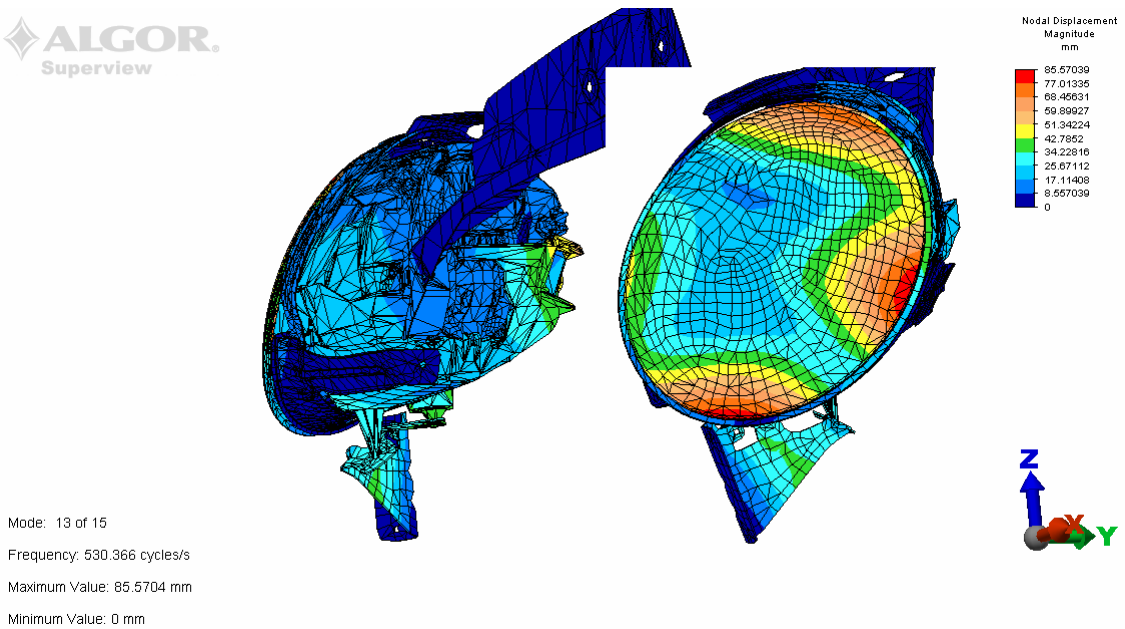


Figura 6.20 Treceavo modo

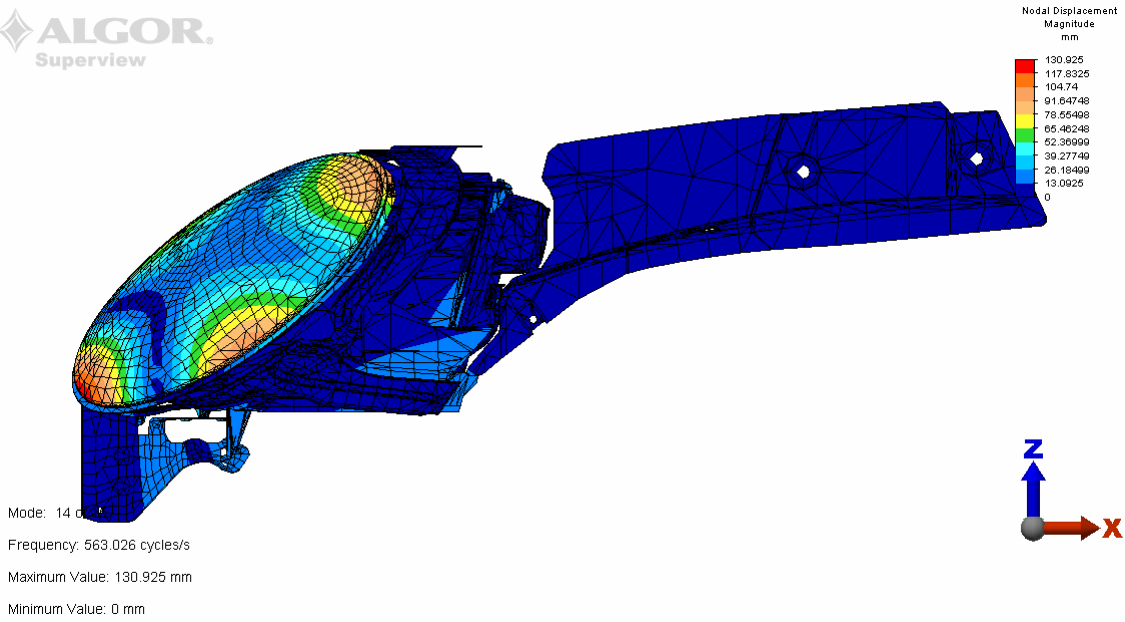


Figura 6.21 Catorceavo modo

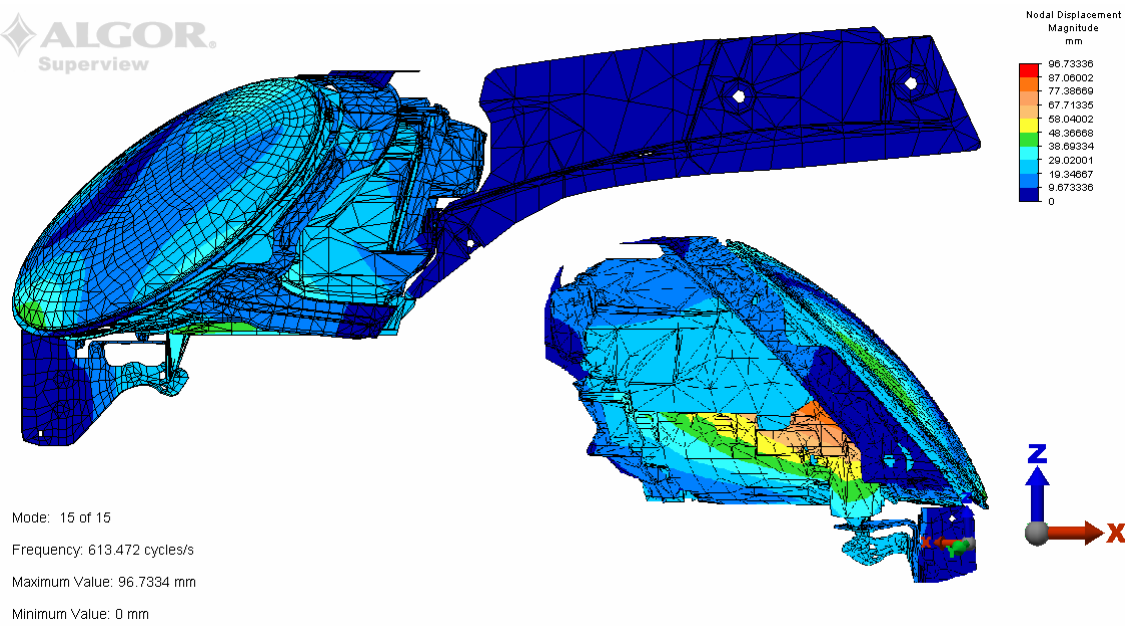


Figura 6.22 Quinceavo modo

Figura

6.3 Vibraciones forzadas

El análisis de las vibraciones forzadas, son aquellas que cuentan con una fuerza de excitación externa. Cuando esta excitación es oscilante, la estructura vibra de acuerdo a tal excitación y cuando esta vibración coincide con las obtenidas en el análisis de frecuencias naturales (los picos de la grafica), se generan resonancia y se encuentra en un rango de peligro para la estructura. Estas frecuencias son reales, por tanto los desplazamientos, esfuerzos y deformaciones mostradas aquí también son reales y no se necesitan normalizar. Estas vibraciones se pueden comparar ya con la vida real.

Para las vibraciones forzadas se realizaron dos tipos de prueba

1. Vibraciones aleatorias
2. Espectro de respuesta

6.3.1 Vibraciones aleatorias

Para todos los análisis diferentes de frecuencias naturales, el software ALGOR 16 ocupa como base de análisis los resultados de las frecuencias naturales, por tal motivo siempre es necesario hacer el análisis de frecuencias naturales. Enseguida enunciaremos los pasos para hacer análisis de “*Random Vibration*”.

1. Una vez acabado el análisis de frecuencias naturales es necesario regresar al FEA EDITOR
2. Después se le da clic en tipo de análisis/estructural/vibraciones aleatorias
3. El programa te desplegara un anuncio dar “*ok*”
4. Dar clic en el icono de parámetros
5. Poner las condiciones que se desean, en este caso: se seleccionó g Squared/Hz, un amortiguamiento de .03, un rango de frecuencia de 90 a 1000 con una amplitud de 1g

Random Vibration Analysis Input

Input Power Spectrum Density (PSD) Type
 Accel Squared/Hz vs. Freq (Hz) g Squared/Hz vs. Freq (Hz)

Cluster 0
Damping Ratio 0.03

Modal Spectral Matrix Calculation
 Approximation Method Std. Numerical Integration Method Neglect Cross-Mode Effect

Random Vibration Input Spectrum
1 - Input Spectrum 1 New

ID 1 Title Input Spectrum 1 Delete

Excitation Type
Power Spectrum Density X Direction Y Direction Z Direction
Cross-Spectral Density X and Y Y and Z Z and X

Frequency (Hz)	Amplitude
90	1
1000	1

xMin xMax yMin yMax

Insert Row Delete Row
Import Export

OK Cancel Apply Help

Figura 6.23 Parámetros

6. Dar clic en ok, se desplegara la siguiente pantalla, y seleccionar:

Analysis Parameters - Random Vibration

Description of restart
Restart Analysis

Output Controls
 Displacement data
 Stress data

Analysis Data...
Reset From Model
Reset From Default

Percent memory allocation 50 %

OK Cancel Help

7. Dar clic en *Perform análisis*

Las condiciones de frontera que se utilizaron fueron las mismas que en el las vibraciones naturales, con la diferencia que la excitación se da en los puntos de unión con el chasis. Enseguida se mostraran los resultados de desplazamiento pieza por pieza para poder ver su análisis:

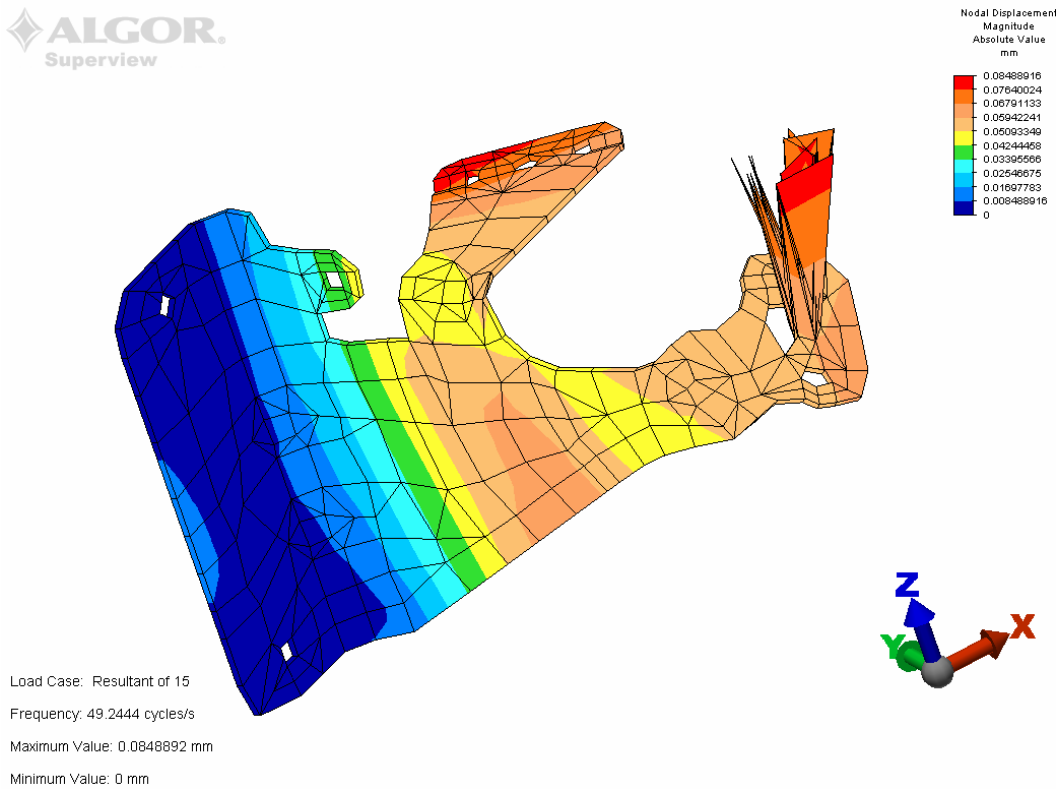


Figura pieza 1 desplazamientos

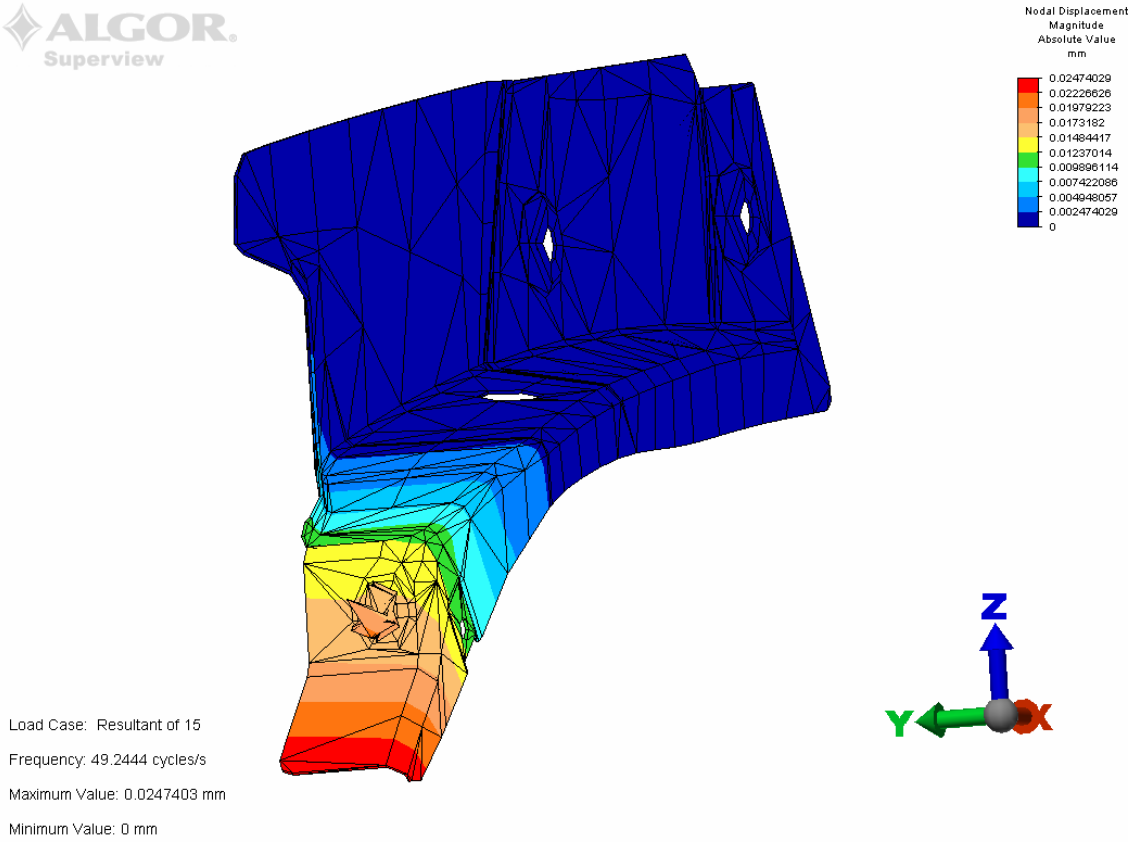


Figura 6.24 pieza 2 desplazamientos

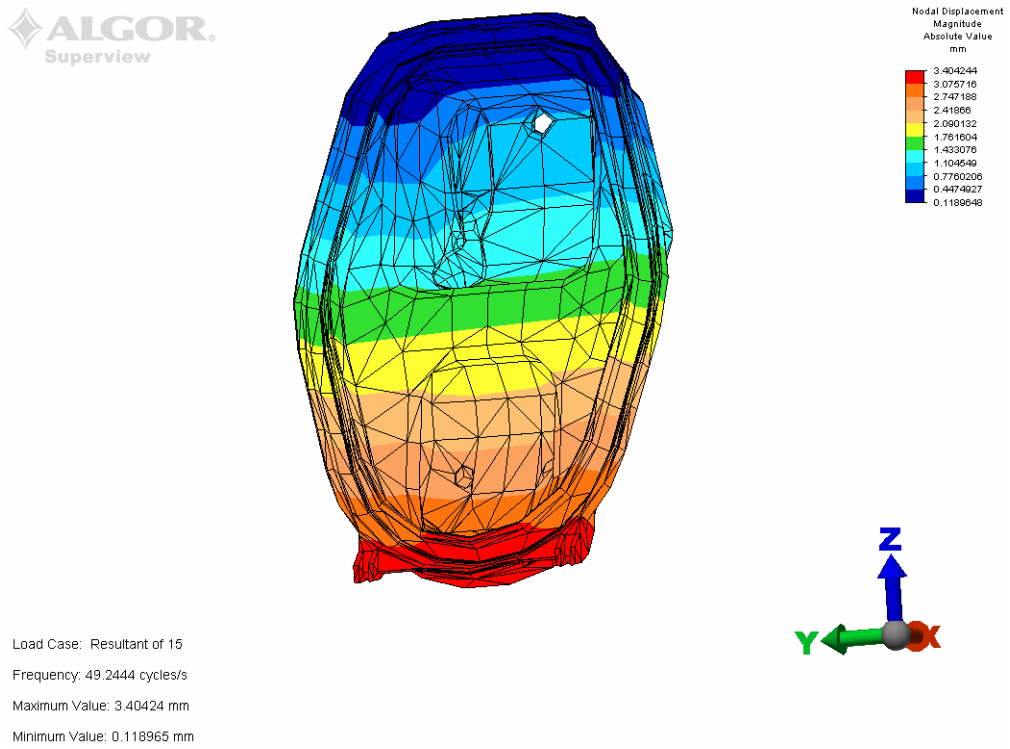
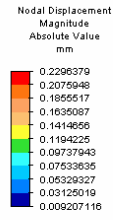
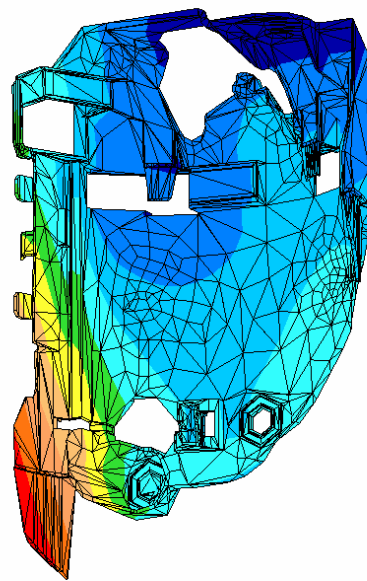


Figura 6.25 pieza 3 desplazamiento



Load Case: Resultant of 15
Frequency: 49.2444 cycles/s
Maximum Value: 0.229638 mm
Minimum Value: 0.00920712 mm

Figura 6.26 pieza 4 desplazamientos

Load Case: Resultant of 15
 Frequency: 49.2444 cycles/s
 Maximum Value: 0.0714832 mm
 Minimum Value: 0.00216944 mm

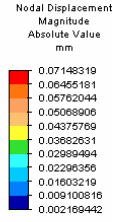
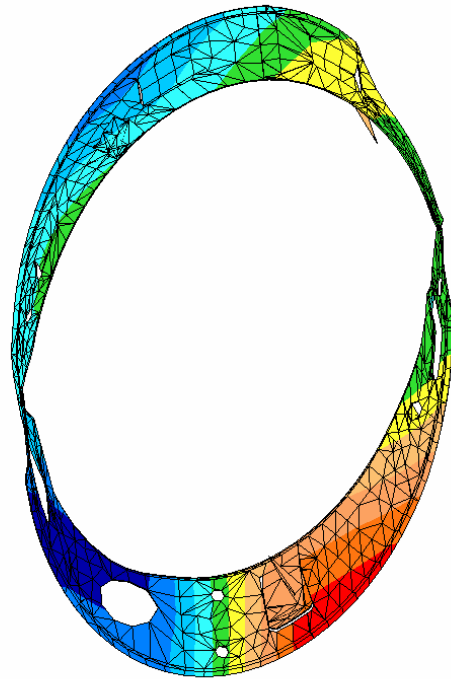


Figura 6.27 pieza 5

Load Case: Resultant of 15
 Frequency: 49.2444 cycles/s
 Maximum Value: 0.0324188 mm
 Minimum Value: 0 mm

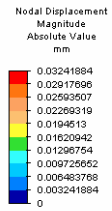
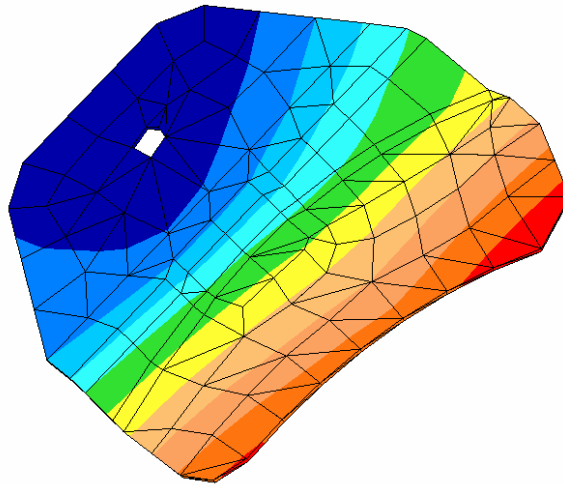
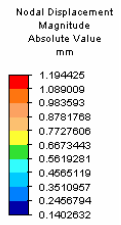
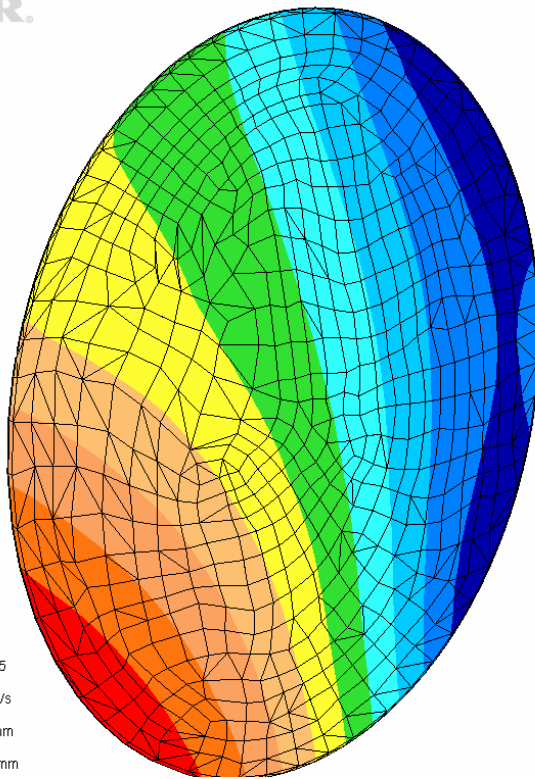


Figura 6.28 pieza 6



Load Case: Resultant of 15
 Frequency: 49.2444 cycles/s
 Maximum Value: 1.19443 mm
 Minimum Value: 0.140263 mm

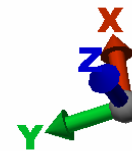
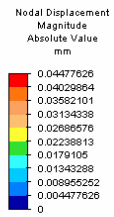
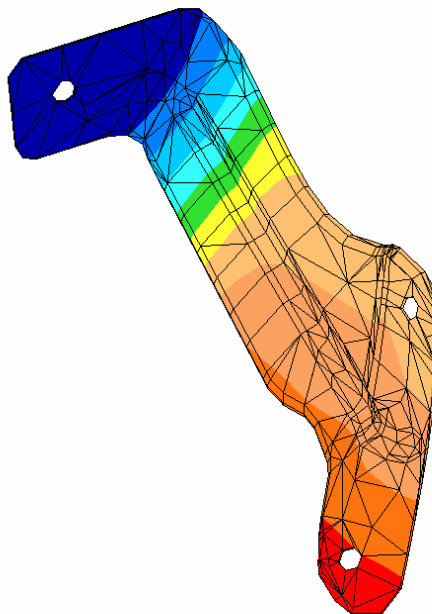


Figura 6.29 pieza 8



Load Case: Resultant of 15
 Frequency: 49.2444 cycles/s
 Maximum Value: 0.0447763 mm
 Minimum Value: 0 mm

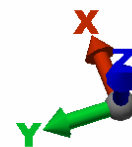


Figura 6.29 pieza 9

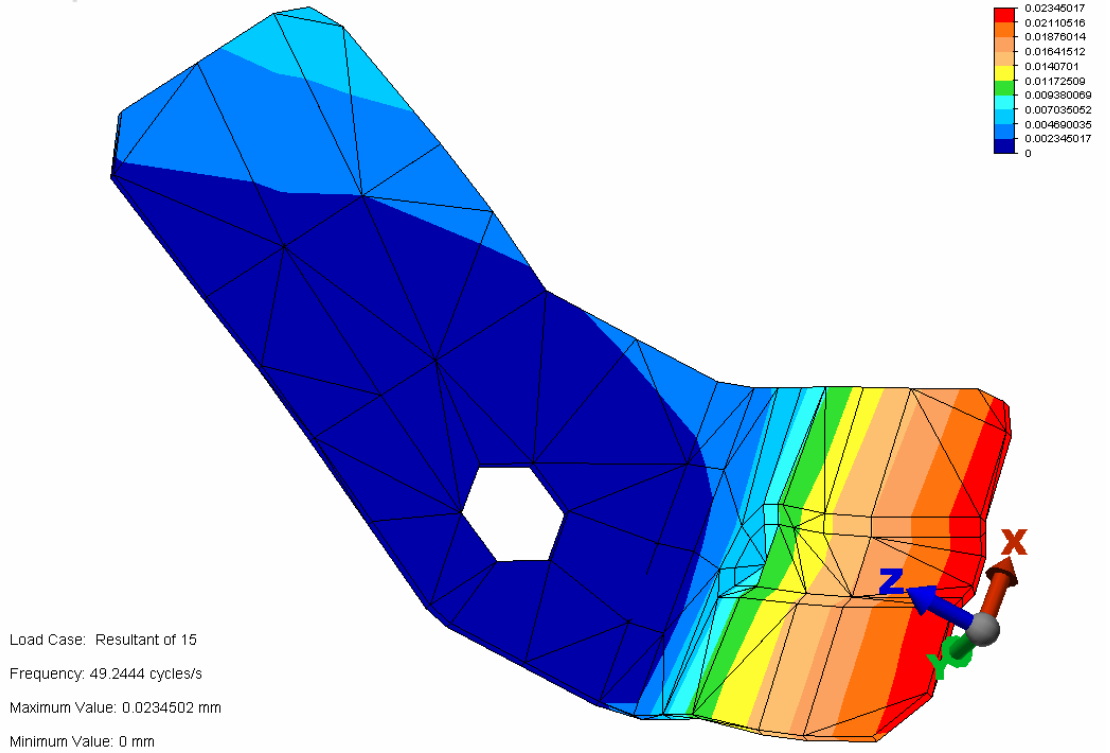


Figura 6.30 pieza 10

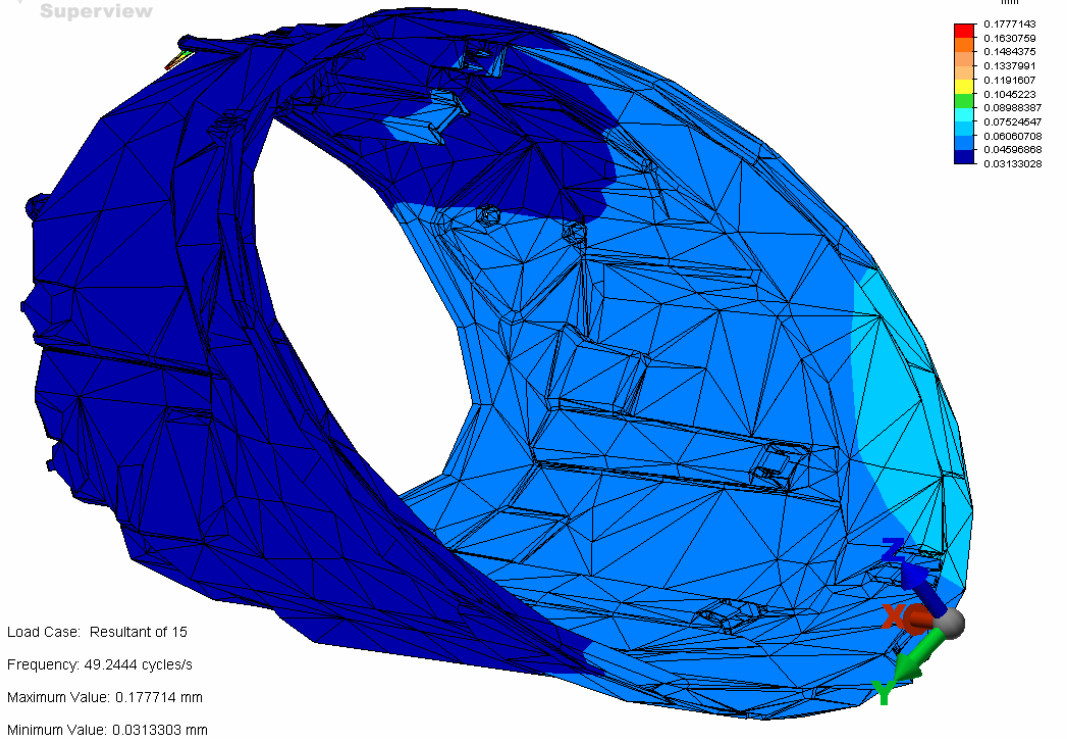


Figura 6.31 pieza 11

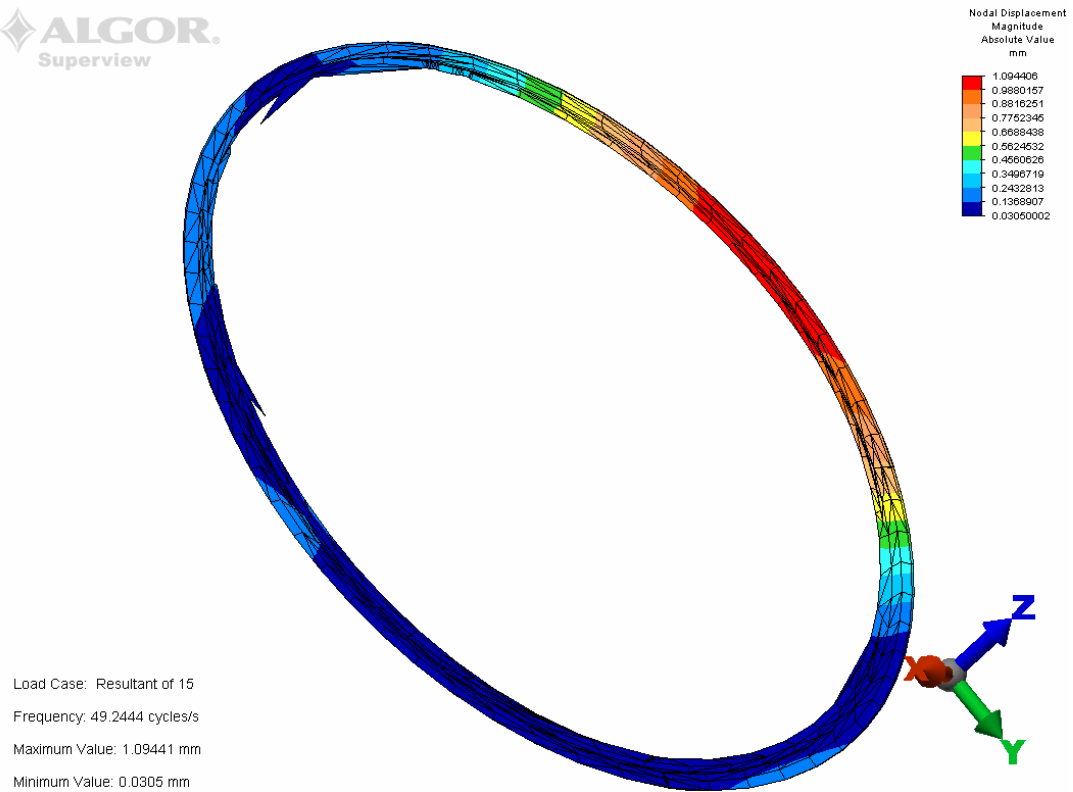
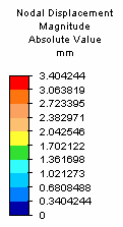
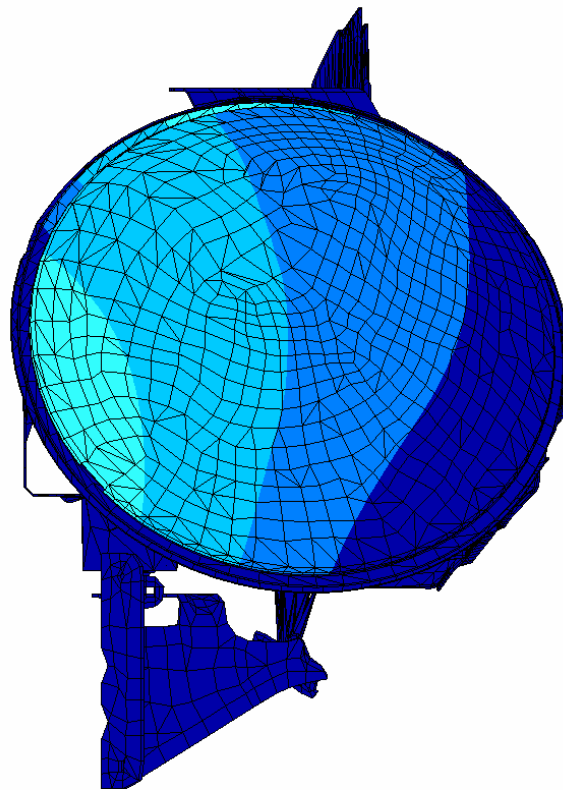


Figura 6.32 pieza 13



Load Case: Resultant of 15
Frequency: 49.2444 cycles/s
Maximum Value: 3.40424 mm
Minimum Value: 0 mm

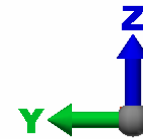


Figura 6.33 ensamble

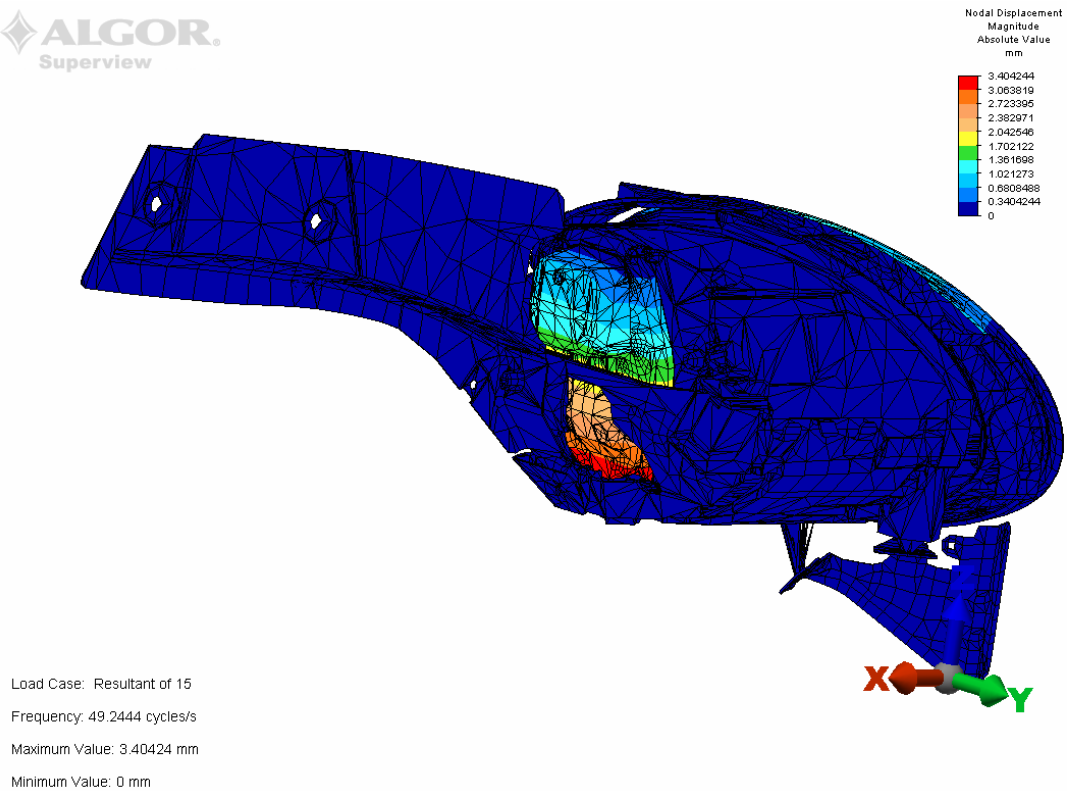


Figura 6.34 ensamble b

6.3.1.2 Espectro de respuesta

Como ya se menciono este análisis también toma en cuenta el resultado del análisis de frecuencias naturales, enseguida se mencionara el procedimiento para hacer este análisis.

1. Una vez acabado el análisis de frecuencias naturales es necesario regresar al FEA EDITOR
2. Después se le da clic en tipo de análisis/estructural/Espectro de respuesta
3. El programa te desplegara un anuncio dar "ok"
4. Dar clic en el icono de parámetros
5. Poner las condiciones que se desean, en este caso:

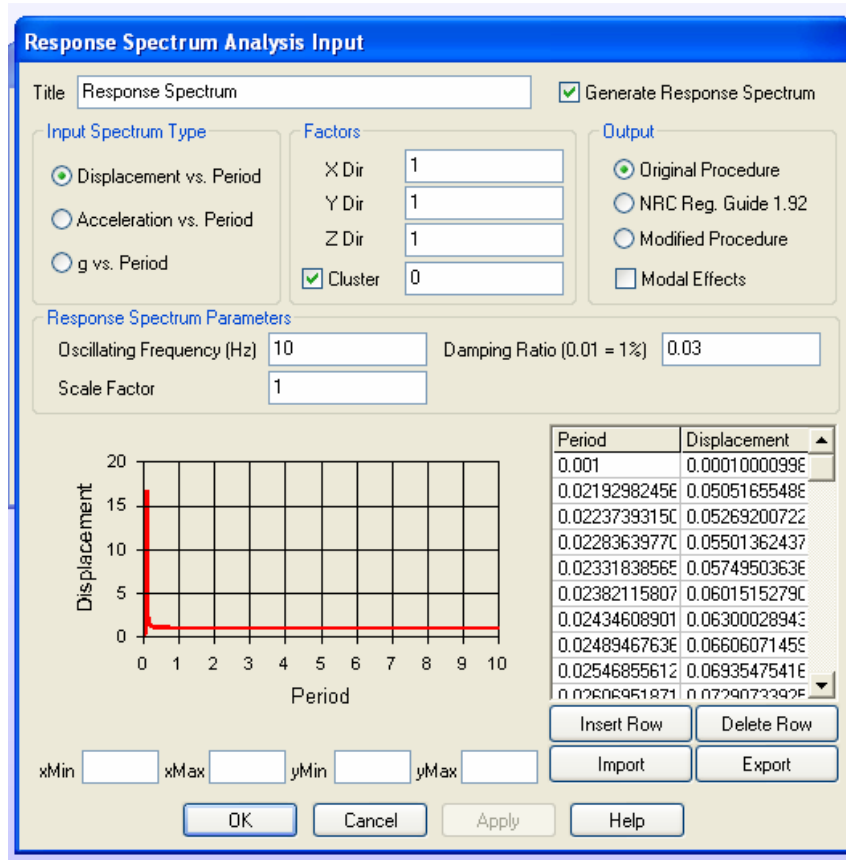
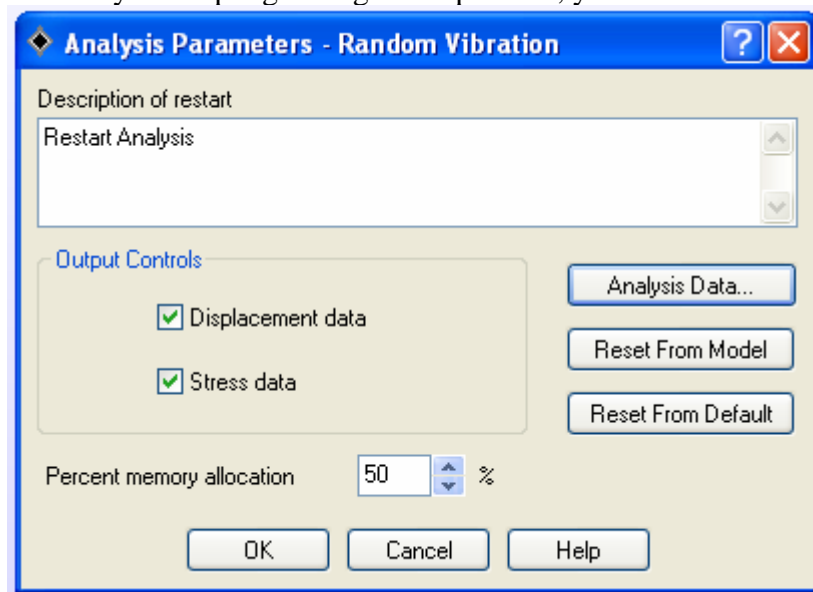


Figura 6.35 Parametros

6. Dar clic en ok y se despliega la siguiente pantalla, y seleccionar:



7. Dar clic en *Perform análisis*

El programa te muestra los desplazamientos, nosotros solo presentaremos los valores resultantes de las piezas.

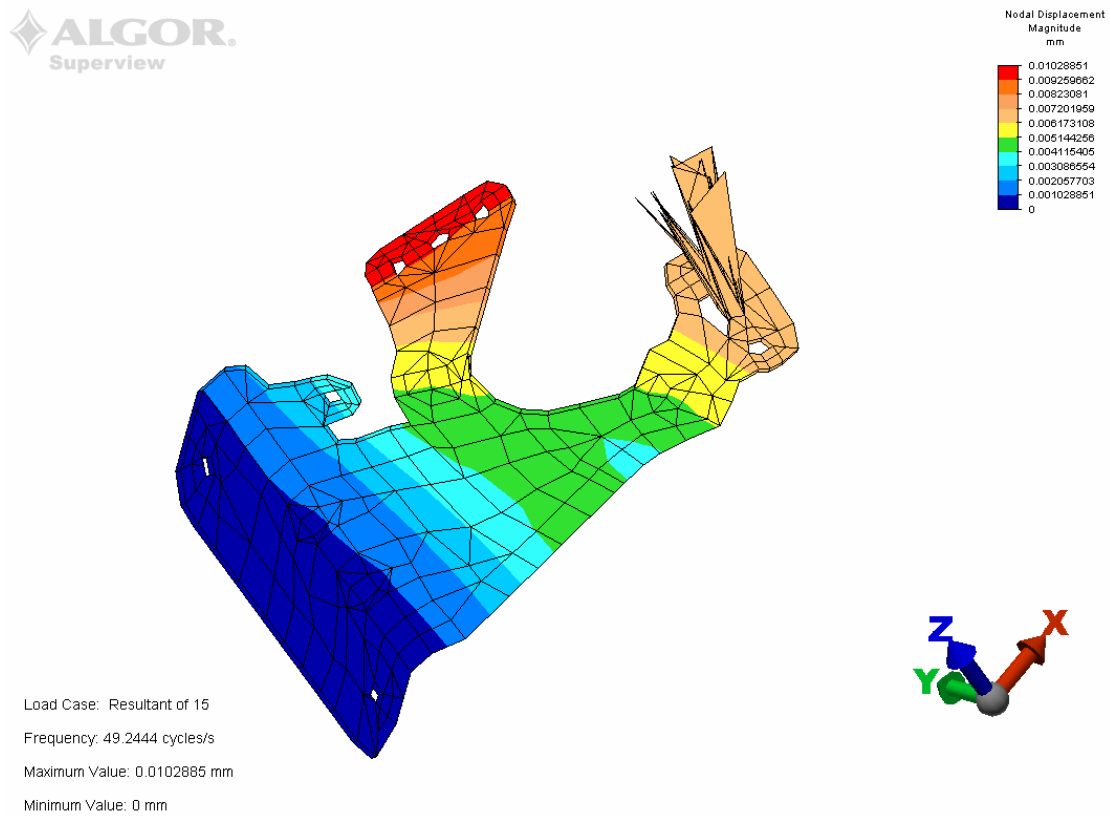
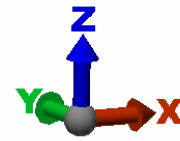
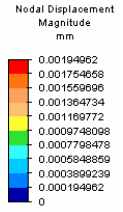
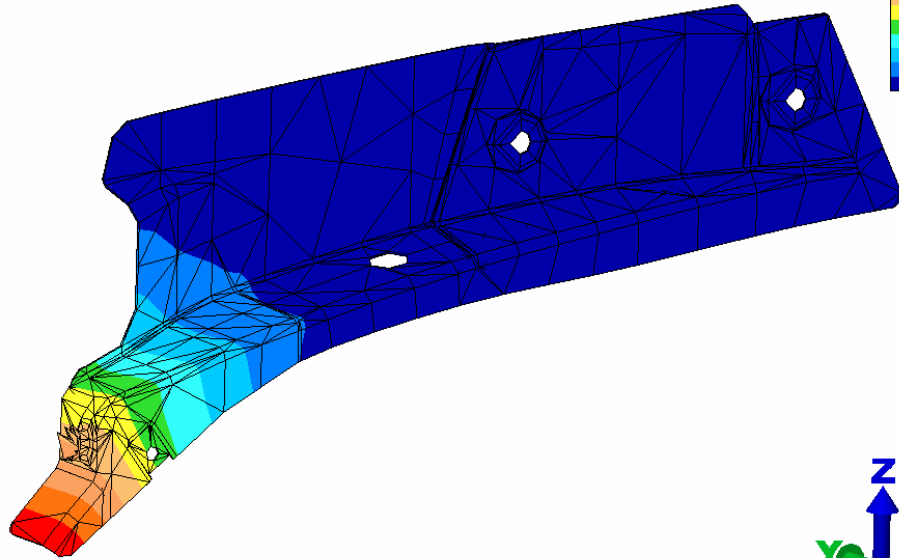
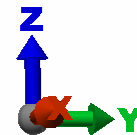
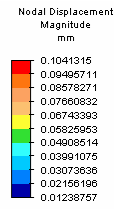
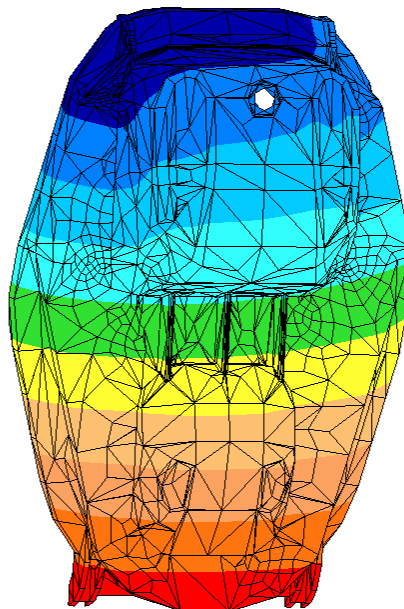


Figura 6.36 Pieza 1



Load Case: Resultant of 15
 Frequency: 49.2444 cycles/s
 Maximum Value: 0.00194962 mm
 Minimum Value: 0 mm

Figura 6.37 Pieza 2



Load Case: Resultant of 15
 Frequency: 49.2444 cycles/s
 Maximum Value: 0.1041315 mm
 Minimum Value: 0.01238767 mm

Figura 6.38 Pieza 3

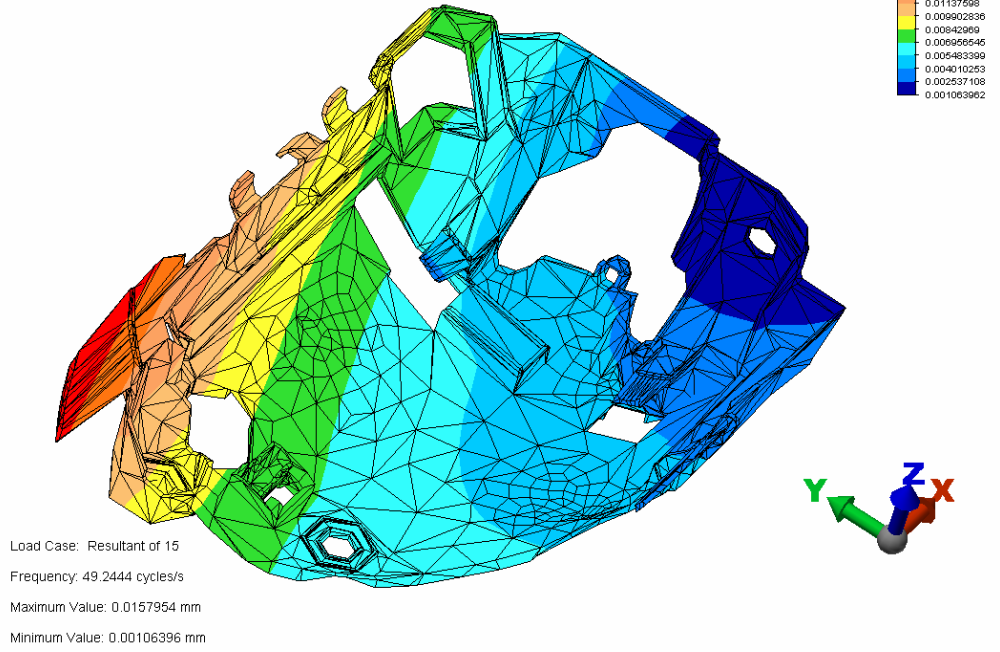


Figura 6.39 Pieza 4

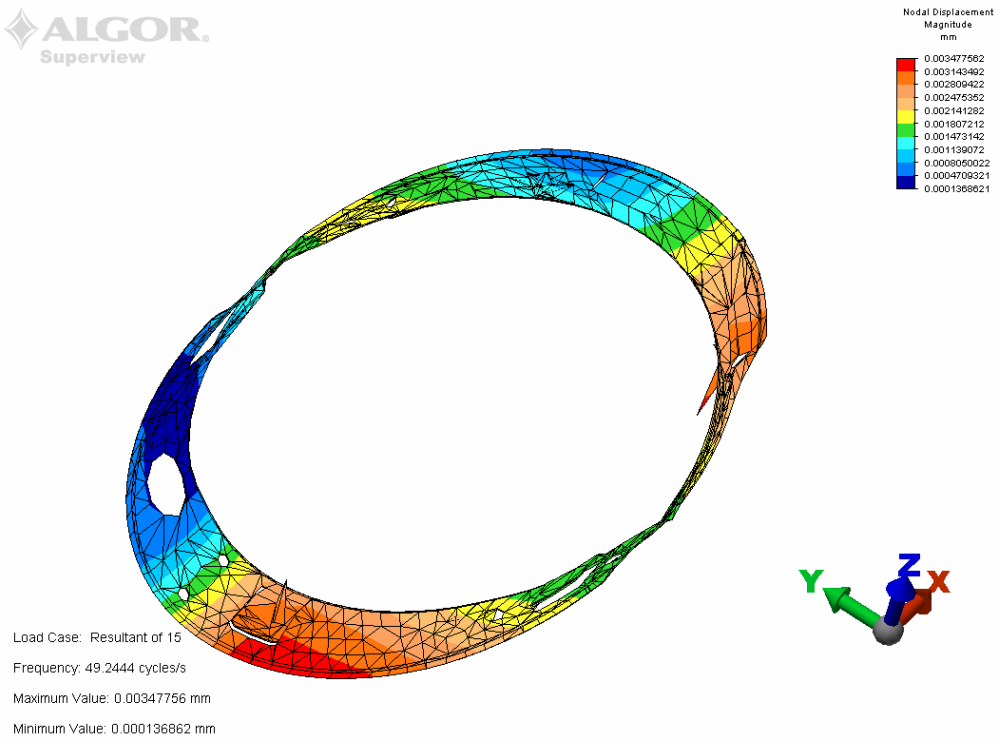
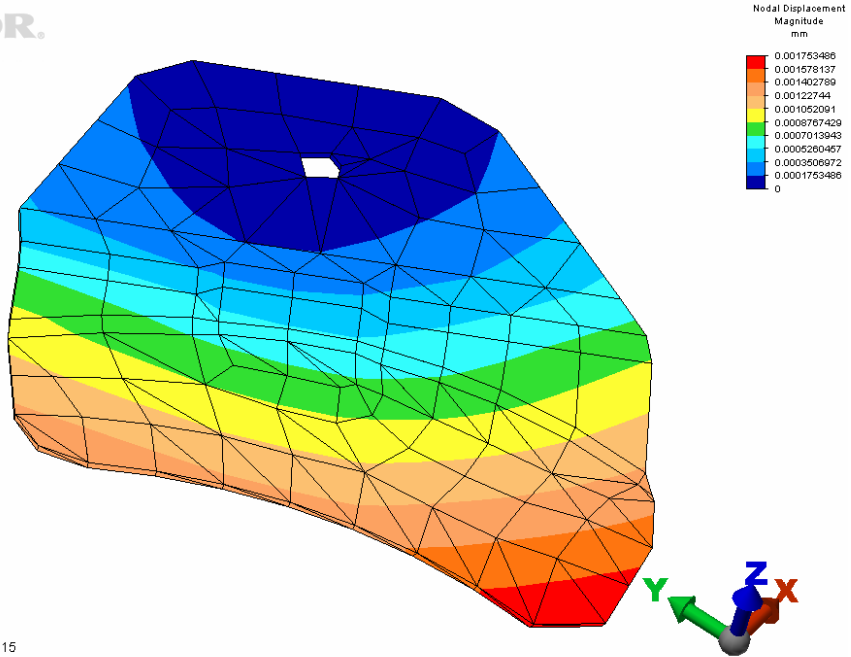
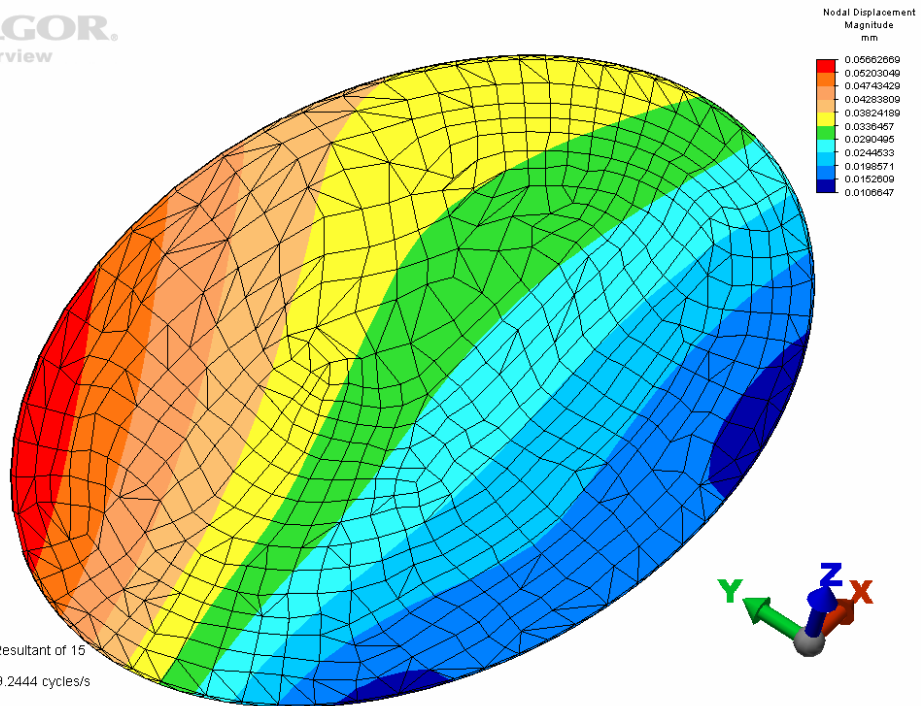


Figura 6.40 Pieza 5



Load Case: Resultant of 15
Frequency: 49.2444 cycles/s
Maximum Value: 0.00175349 mm
Minimum Value: 0 mm

Figura 6.41 Pieza 6



Load Case: Resultant of 15
Frequency: 49.2444 cycles/s
Maximum Value: 0.0566267 mm
Minimum Value: 0.0106647 mm

Figura 6.42 Pieza8

Load Case: Resultant of 15
Frequency: 49.2444 cycles/s
Maximum Value: 0.00223365 mm
Minimum Value: 0 mm

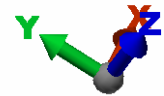
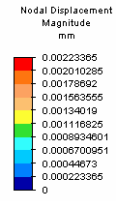
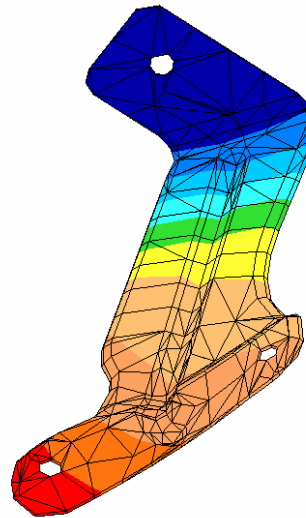
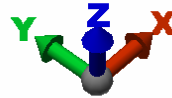
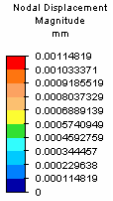
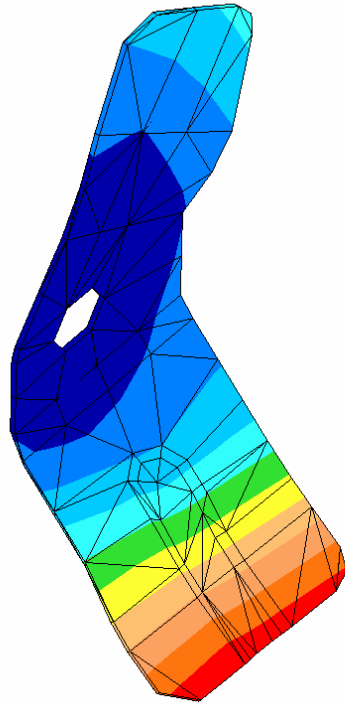
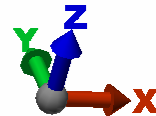
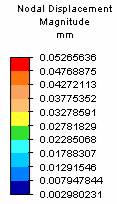
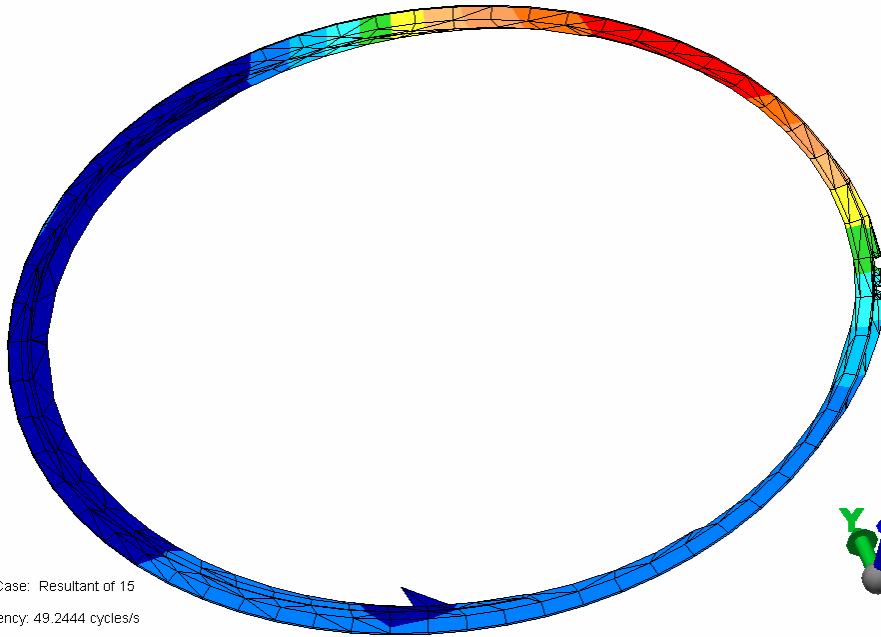


Figura 6.43 Pieza 9



Load Case: Resultant of 15
 Frequency: 49.2444 cycles/s
 Maximum Value: 0.00114819 mm
 Minimum Value: 0 mm

Figura 6.44 Pieza10



Load Case: Resultant of 15
 Frequency: 49.2444 cycles/s
 Maximum Value: 0.0526564 mm
 Minimum Value: 0.00298023 mm

Figura 6.45 pieza 14