

CAPITULO 3: OBTENCIÓN DE LOS MODELO SÓLIDOS Y MALLAS.

3.1. Descripción del modelo.

El modelo es el faro derecho del *New Beetle* versión 2.5; el modelo consta de 11 piezas reales (imagen 3.1.1) y 7 imaginarias (3.1.2).

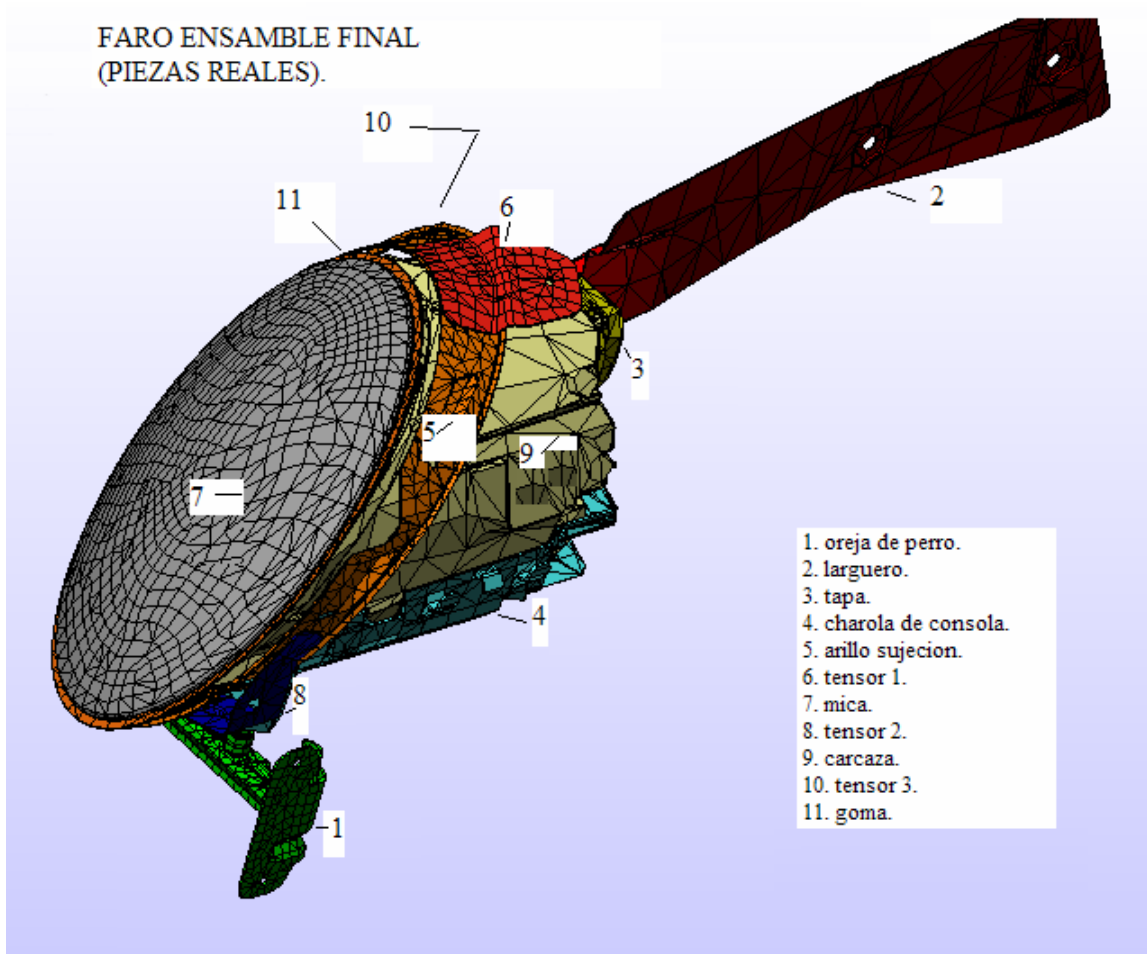


Figura 3.1.1: piezas reales.

Las piezas imaginarias no fueron tomadas, debido a que estas piezas son consideradas como una caja negra, es decir, el proveedor tiene la marca registrada y por lo tanto, los derechos de confidencialidad ante la pieza. Pero en la simulación realizada fueron consideradas.

- PIEZAS IMAGINARIAS.**
1. refractante 1.
 2. refractante 2.
 3. anillo sujecion.
 4. lente.
 5. anillo lente.
 6. foco.
 7. foco 2.

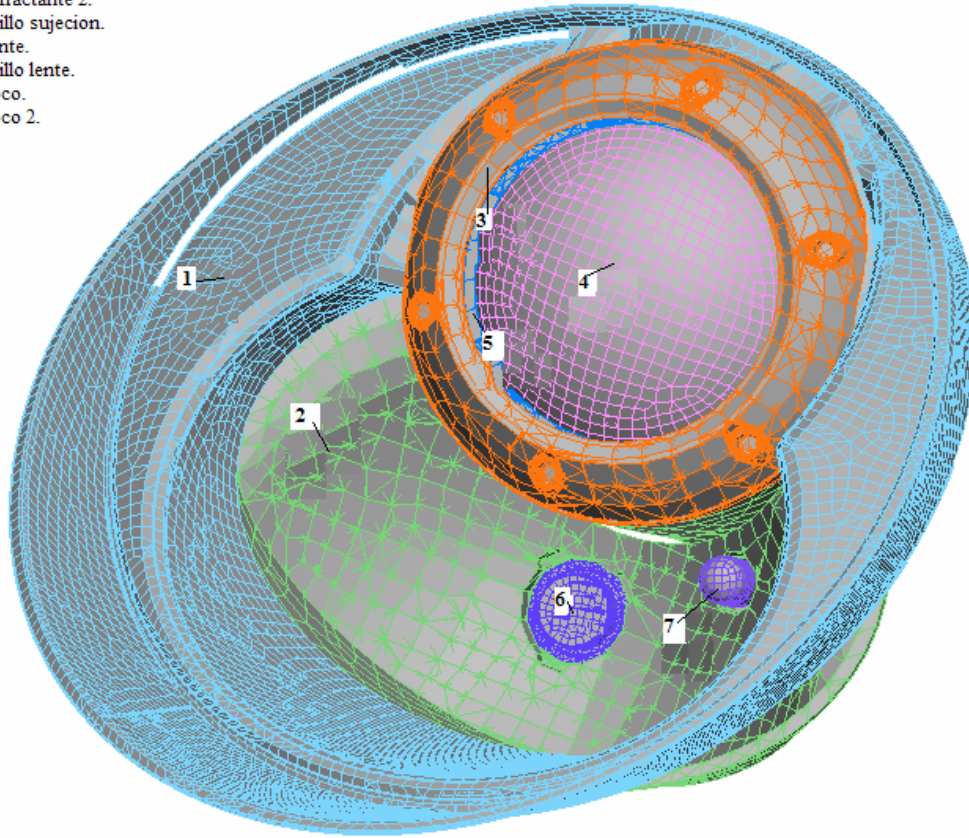


Figura 3.1.2: partes internas imaginarias.

Las piezas reales tienen materiales que están hechos de materiales reales (tabla 3.1.1), por lo tanto sus características son diversas; su ficha mecánica o propiedades mecánicas, fueron utilizadas en el análisis, por lo cual se hizo mención de ellas.

Las piezas metálicas que son: *la oreja de perro*, *el larguero*, *el arillo de sujeción*, y *los tensores*, están hechos de acero 1018 común (tabla 3.1.2). Estas piezas son metálicas ya que son las piezas de soporte del faro; estas piezas metálicas van fijadas con tornillos o soldadas, dependiendo del caso.

Tabla 3.1.1: tipos de materiales de las piezas.

ID parte	Nombre de la pieza	Nombre del material
1	<i>Oreja de perro</i>	AISI acero 1018
2	<i>Larguero</i>	AISI acero 1018
3	<i>Tapa</i>	GE Plásticos VALOX 5031 PBT (Europa)
4	<i>Charola de consola</i>	GE Plásticos VALOX 5031 PBT (Europa)
5	<i>Arillo sujeción</i>	AISI acero 1018
6	<i>Tensor 1</i>	AISI acero 1018
8	<i>Mica</i>	Plástico- Policarbonato (Moldeado)
9	<i>Tensor 2</i>	AISI acero 1018
10	<i>Tensor 3</i>	AISI acero 1018
13	<i>Carcaza</i>	GE Plásticos VALOX 5031 PBT (Europa)
14	<i>Goma</i>	Plástico- Nylon Tipo 6/6

Tabla 3.1.2: propiedades de los aceros.

AISI acero 1018	
<i>Modelo material</i>	Standard
<i>Referencia</i>	Algor librería de materiales
<i>Referencia del material</i>	www.matweb.com
<i>Actualizado día</i>	2004/10/28-16:02:00
<i>Descripción material</i>	ninguno
<i>Densidad del material</i>	0.00000000787 N*s ² /mm/mm ³
<i>Módulo de elasticidad</i>	205000 N/mm ²
<i>Módulo de Poisson</i>	0.29
<i>Módulo de elasticidad cortante</i>	80000 N/mm ²
<i>Coefficiente de expansión térmica</i>	0 1/°C

Lo que es la *tapa*, *charola* y *carcaza*, están hechos de un plástico duro y resistente, además muy ligero. En ellos residen varias piezas como son las piezas internas, además de arneses, cables, varios conectores, por lo cual deben de tener las siguientes propiedades (tabla 3.1.3).

Tabla 3.1.3: propiedades del plástico de las piezas soporte.

GE Plásticos VALOX 5031 PBT (Europa)	
<i>Modelo material</i>	Standard
<i>Referencia</i>	Algor librería de materiales
<i>Referencia del material</i>	www.matweb.com
<i>Actualizado día</i>	2004/10/28-16:02:00
<i>Descripción material</i>	ninguno
<i>Densidad del material</i>	0.00000000147 N*s ² /mm/mm ³
<i>Módulo de elasticidad</i>	9000 N/mm ²
<i>Módulo de Poisson</i>	0.39
<i>Módulo de elasticidad cortante</i>	3237.4101 N/m ²
<i>Coefficiente de expansión térmica</i>	0.000040 1/°C

La mica que es la pieza por donde pasa la luz, tiene el objetivo de proteger todas las piezas internas, por lo mismo esta debe de ser liviana y resistente (tabla 3.1.4). Por lo mismo, debe de ser un plástico especial ya que si fuera un vidrio común y corriente podría romperse.

Tabla 3.14: propiedades del plástico de la mica.

Plástico- Policarbonato (Moldeado)	
<i>Modelo material</i>	Standard
<i>Referencia</i>	Algor librería de materiales
<i>Referencia del material</i>	www.matweb.com
<i>Actualizado día</i>	2004/09/30-16:00:00
<i>Descripción material</i>	ninguno
<i>Densidad del material</i>	0.0000000013137 N*s ² /mm/mm ³
<i>Modulo de elasticidad</i>	2378.7 N/mm ²
<i>Modulo de Poisson</i>	.37
<i>Modulo de elasticidad cortante</i>	785.23 N/mm ²
<i>Coefficiente de expansión térmica</i>	0.000070019 1/°C

La diferencia entre el faro derecho, y el izquierdo, es el espacio requerido, ya que todas las piezas del auto no son simétricas, cada pieza es única, esto se debe a la distribución de las piezas en el auto (el motor no tiene su centro de masa exactamente en el centro del auto). Por esta razón los faros son diferentes.

3.2. Obtención de los modelos sólidos.

La mayoría de las estructuras están modeladas usando elementos de una o dos dimensiones, como los cables, vigas, y platos. Generalmente las estructuras tridimensionales requieren el uso de un sólido o de elementos finitos de tres dimensiones.

En el principio de este proyecto, el objetivo principal fue disponer de los modelos en extensión *CAD*, (sin estos modelos en *CAD* no hubiera sido posible el análisis teórico o modal), la base de datos de la *VW* tiene todos estos modelos en *CAD*, este se llama el sistema *KVS* y es absolutamente de uso interno de la planta *VW*; este sistema facilitó la labor en una gran medida, todos los modelos están clasificados por departamento (eléctrico, chasis, etc.) y por función, aparte de que casi todos los modelos en sí, por ser “diseño sobre diseño” (modelos rediseñados sobre modelos anteriores), además se tienen los datos en distintas terminaciones de software, es decir, las terminaciones son los modelos en el tipo de software deseado; en este caso había terminaciones de archivos de *CATIA*, *PRO E*, *STEP*, *ANSA*, etc.

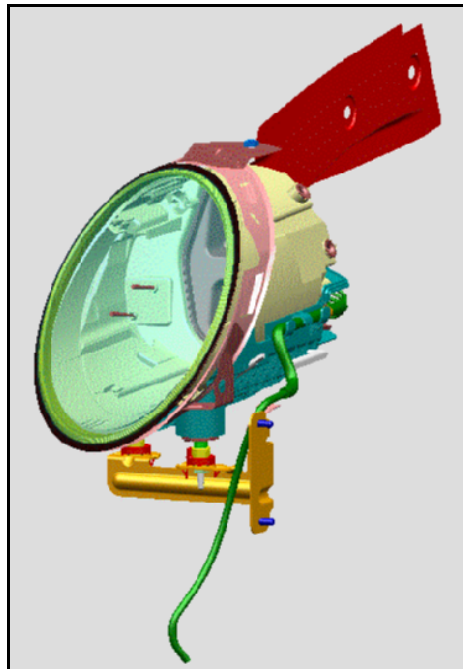


Figura 3.2.1: modelo de CAD de las piezas mostradas faro derecho.

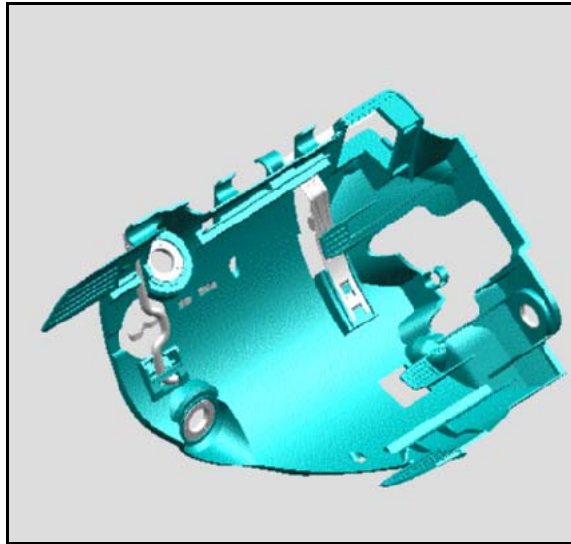


Figura 3.2.2: modelo de CAD de la pieza 4 obtenida del KVS.

3.3. Preparación de los mallados de los modelos.

Los elementos sólidos en el *software algor*, son usados para determinar cualquier tipo de análisis necesario, como el análisis de esfuerzo deformación. Los elementos sólidos pueden ser creados desde los elementos bidimensionales como son el *triángulo* o el *rectángulo* (esta es la comúnmente llamada malla).

Por ejemplo, la forma más simple de un elemento sólido puede ser creada desde el elemento de 4 nodos llamado tetraedro y puede ser generado desde un elemento plano triangular. Otro tipo de elemento sólido es el elemento de ocho nodos llamado hexaedro o un elemento cubo, el elemento hexaédrico es generado por un elemento plano rectangular (figura 3.3). Ambos elementos como sus diferencias se pueden utilizar simultáneamente para crear los sólidos más complejos.¹

¹ “Finite element analysis in engineering practice” CONSTANTINE C, SPYRAKOS

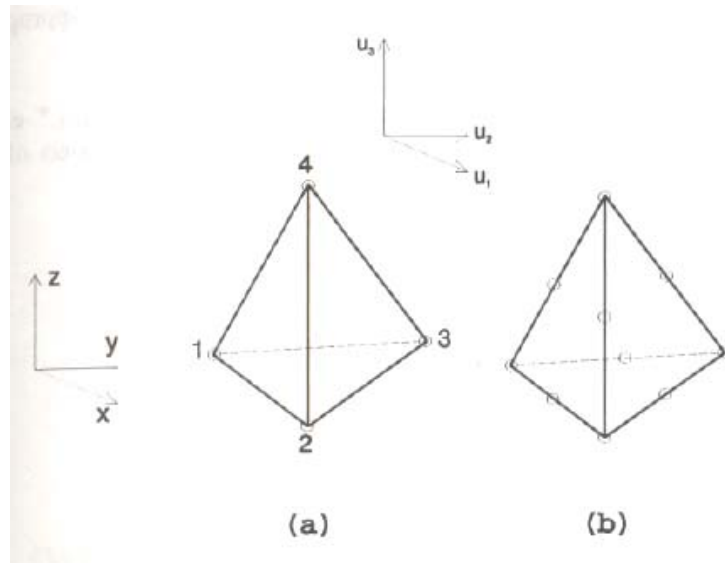


Figura 3.3.1: a) 4- nodo hexaedro, b) 10 nodo hexaedro.

Para preparar el análisis de vibraciones de las piezas, es necesario tenerlas en una terminación universal para poder hacer la *transferencia entre softwares*. Esta terminación universal se transforma de un modelo de *CAD* a uno con terminación *IGES*, ya teniendo los modelos en *.iges*, se pueden abrir los modelos en otro software y así poder mallarlos; las mallas sirven para poder ubicar en el espacio de la pieza las cargas de vibración o simplemente las fuerzas, ya el modelo mallado se puede hacer sin dificultad el análisis requerido desde análisis de esfuerzos y deformaciones, hasta en nuestro caso la respuesta de la frecuencia de la carga establecida en el ensamble, suena fácil pero mallar una pieza requiere un gran *software* y *memoria RAM* de la computadora, y aún así gozando de estos requisitos, el modelo de *CAD* debe ser depurado y re-trabajado para conseguir una malla satisfactoria. Esto se debe a que la transformación a *.iges* provoca gran cantidad de errores de geometría en las piezas, ya que cada software utilizado para hacer los modelos *CAD* proporciona también sus especificaciones de geometría.

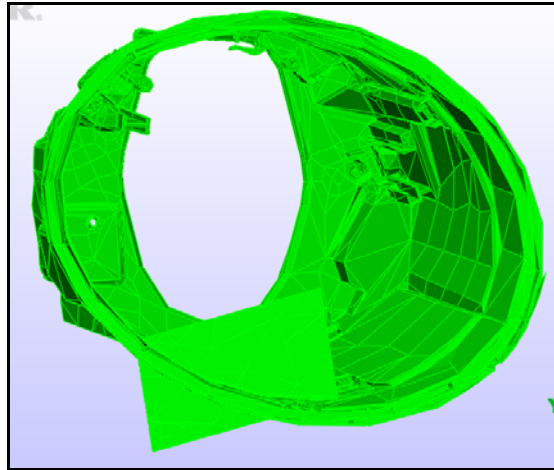


Figura 3.3.2: Errores típicos de la transformación a .iges de un modelo CAD, imagen obtenida del ALGOR FEMPRO

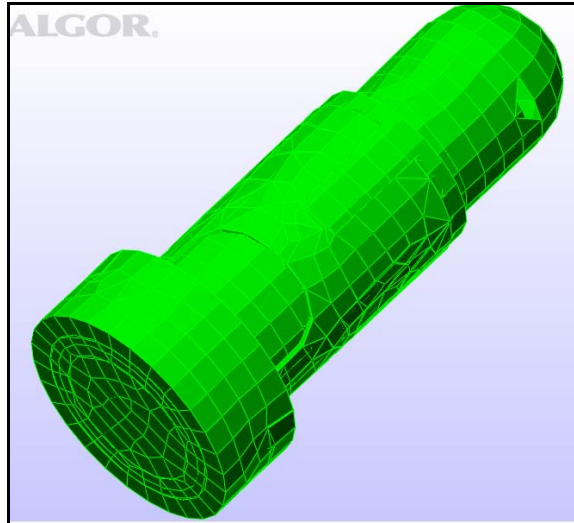


Figura 3.3.3: Errores de geometría en el mallado de la pieza 10.

Como se puede ver en las imágenes 3.3.2 y 3.3.3, estos son los típicos errores de la malla los cuales se deben de re-trabajar.

El modelado manual de sistemas (mallado de una pieza internamente) con elementos sólidos solo se puede lograr con una geometría muy simple. En la practica, el modelando es usualmente hecho con un generador automático de malla. Estos pueden crear una malla rellenando el volumen definido por unas superficies de la estructura con elementos sólidos, dependiendo del análisis que se quiera lograr. El software puede crear la malla trabajando o desde el interior de la superficie o desde el interior según le convenga al

programa y al análisis, ya que si se requiere un análisis modal no es necesario tener una malla tan chica como en el análisis de esfuerzos.

Pero para sólidos complejos no siempre es tan fácil, para las mallas empezamos utilizando el software *PRO MECHANICAL*, pero al haber hecho los sólidos con el software *CATIA*, éste provocaba innumerables errores significativos, por lo cual fue descartado después de varios intentos. Además de que es muy difícil utilizar las vibraciones forzadas con una carga en este software.

Después se probaron para formar mallas los softwares *NASTRAN-PATRAN* y *ANSA*, que son muy utilizados debido a su facilidad de manejo, pero son poco utilizados en la planta VW, lo cual provocó bastantes problemas, en lo que respecta la obtención de la licencia de uso, por lo cual se descartó también el uso de estos softwares. El segundo de los antes mencionados pudo haber sido la mejor opción en el manejo de las mallas, ya que crea mallas a partir de líneas añadidas por el usuario. El problema de este era el ambiente inusual para manipular las piezas.

Finalmente se terminó utilizando el software **ALGOR 16**, este software además de tener una ambiente muy amigable resulta ser muy eficaz en el manejo de las mallas, ya que se pueden manipular y hasta corregir las superficies.

3.4. Software CATIA.

Hay un gran número de opciones en las cuales se pueden re-trabajar los modelos, pero en este caso se obtuvo en el departamento eléctrico, utilizándose el software *CATIA V4*, debido a que es de los mejores softwares de CAD para el rediseño de arneses y recorridos (cables eléctricos).

El software *CATIA* es una herramienta o software muy fácil de utilizar para la elaboración de los sólidos de los modelos de CAD, a pesar de que las piezas de CAD se encuentran en superficies, el software *CATIA* pudo convertir las piezas en modelos sólidos, eso sí, se requiere un poco de habilidad para hacer este proceso.

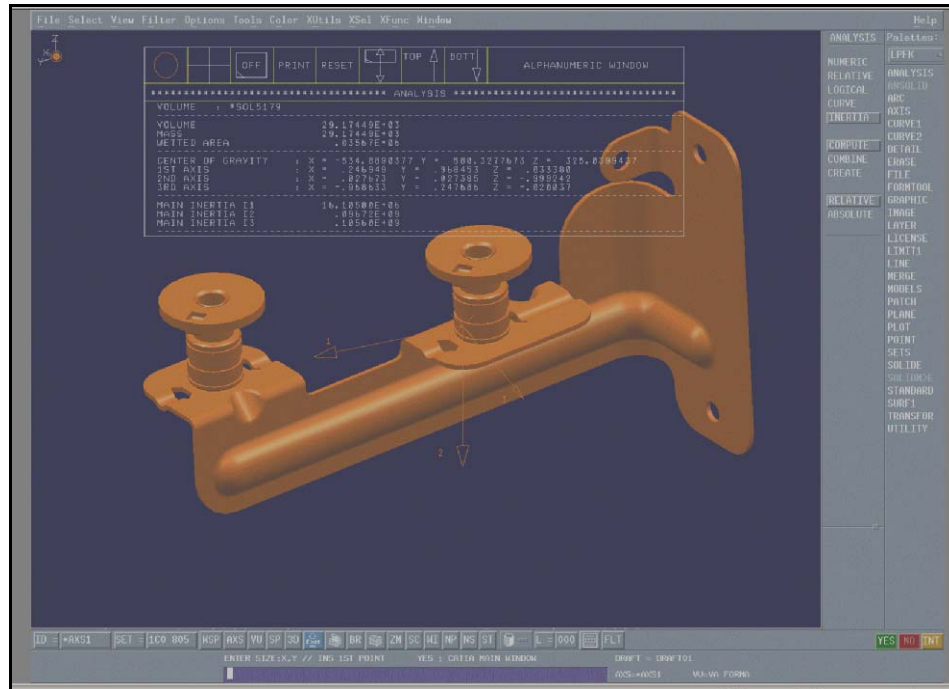


Figura 3.4.1: ambiente de trabajo del software CATIA.

Como se aprecia en la figura 3.4.1, el ambiente de trabajo del software *CATIA* no es muy amigable, lo cual podría parecer ser muy difícil de utilizar, pero solamente requiere de un poco de destreza, solamente se introducen los valores y es muy fácil la obtención de sólidos a partir de un modelo solamente de superficies; en la *VW* para la realización de las piezas se utiliza un software llamado *ICEMSURF* para crear las piezas en superficies y posteriormente se vuelve sólidas manualmente en el *CATIA* o *PRO E*.

3.5. Software ALGOR 16

El software *Algor* es una herramienta muy eficaz de elemento finito, en el que se puede hacer el análisis de forma limpia y de ambiente relajado. Los resultados se muestran claramente de acuerdo a lo que se pide y se necesita. Cambia totalmente al conocido *Algor 12*, que es fácil de utilizar y no se requiere gran conocimiento.

3.6. Errores en la transferencia a .iges.

Como antes se había mencionado, la transferencia *iges* provoca bastantes errores en las piezas, aún si estas no tuvieran problemas de geometría u otros; estos errores son

acarreados por las condiciones de frontera y geometría de las especificaciones de cada software.

En el caso del *CATIA V4* un error muy común observado fueron las superficies dobles provocadas por la *extrucción* de algún contorno, al utilizar este comando el programa graba una superficie que es la del contorno y otra cara que es propiamente la del sólido.

Y así son demasiados los errores, por lo cual se deben de re-trabajar las piezas en editor de superficies del *Algor*. Cada programa al mandar a la extensión *.iges* provoca ciertos errores.

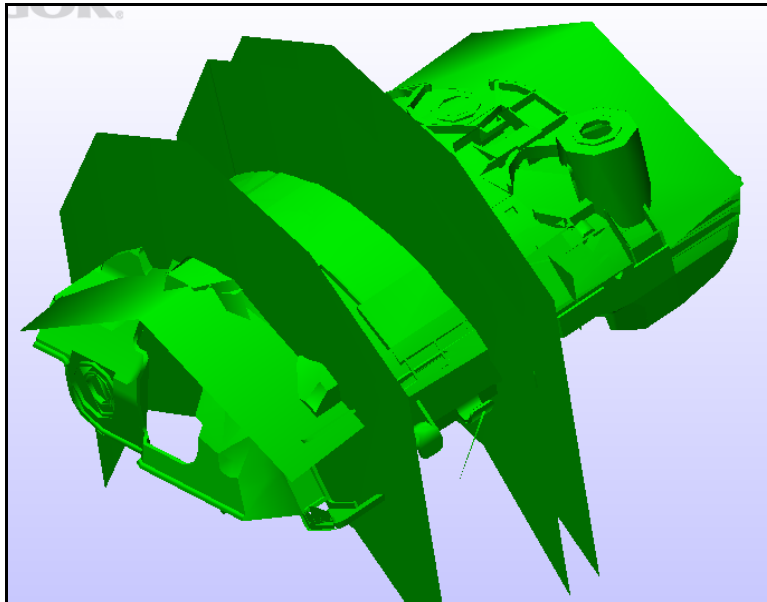


Figura 3.6.1: imagen de la pieza 4 con extensión *.iges*.

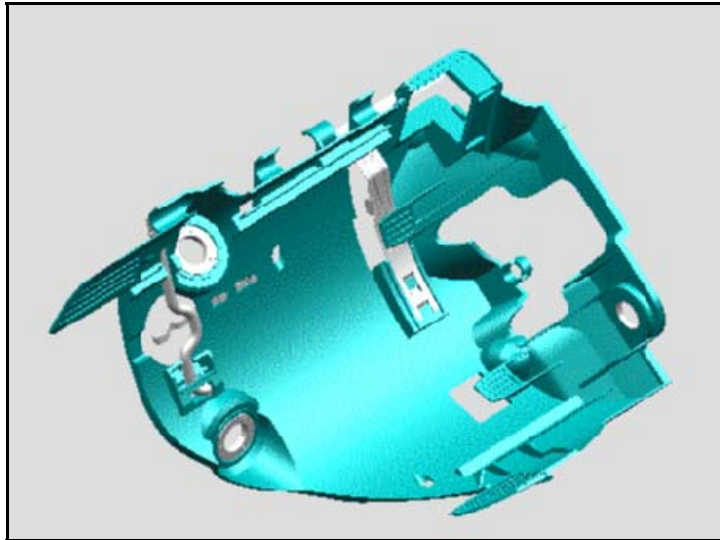


Figura 3.6.2: trabajada en el software CATIA con extensión de modelo de CAD.

Como se puede observar en las imágenes 3.6.1 y 3.6.2, se muestran claramente los errores en la transferencia de archivos a la conversión *.iges*. En la primera se aprecia claramente cuales son las condiciones de frontera o de geometría que el *CATIA V4* guarda como referencia.

3.7. Errores en el mallado de las piezas.

Los errores de transferencia causan una geometría poco parecida a la pieza original, por lo que, si la pieza es mallada, va a tomar las condiciones de la geometría con errores, de esta forma se produce una geometría inusual, y por lo tanto se deben de re-trabajar, aún así, si la pieza no tiene errores de las especificaciones de geometría, muchas veces la malla tiene ciertos problemas con respecto a las condiciones de frontera.

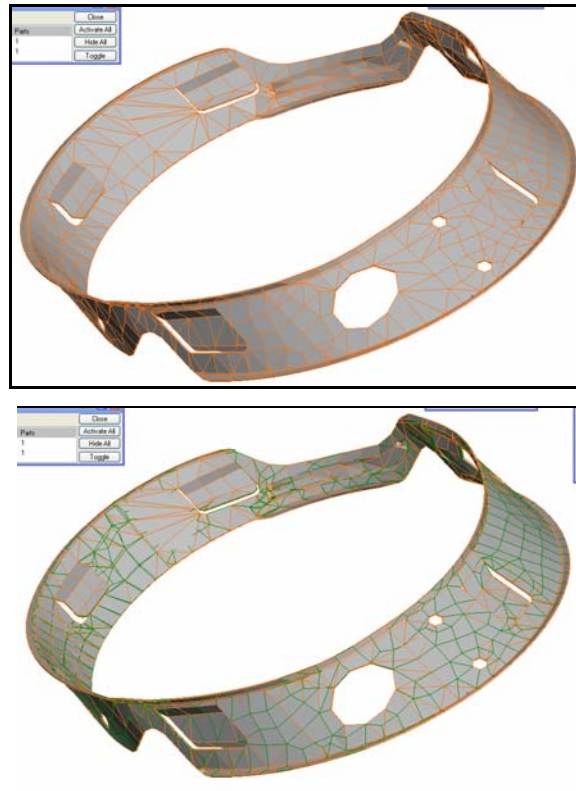


Figura 3.7.1: diferencias de mallados de la pieza 7.

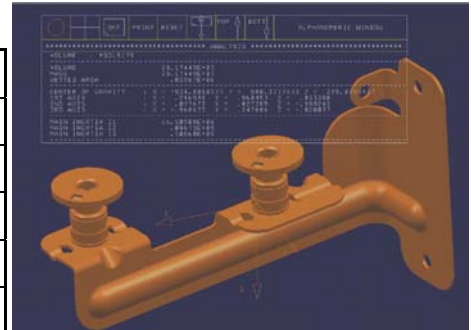
Las diferencias de mallados se pueden notar en la imagen 3.9, en donde se observa perfectamente que la de la izquierda no tiene superficies empalmadas, es decir la malla va perfectamente relacionada con las condiciones de frontera de la pieza.

3.8. Obtención del centro de masa de las piezas.

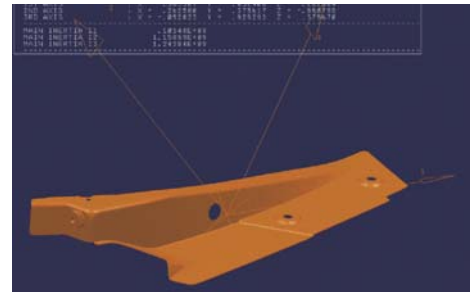
El centro de masa es importante en el cálculo de las vibraciones de un sistema, ya que es el centro gravitatorio de la pieza. En este proyecto, la terminología del momento de inercia es inadecuadamente usada, ya que se hace referencia a las propiedades de un área, y que no se refiere a masa alguna, por eso se usó la terminología de centro de masa de las piezas. En los trabajos de ingeniería rara vez se tienen que localizar centroides o centros de masa por integración, por que los centroides de figuras geométricas comunes ya se conocen y se encuentran tabulados, pero en este caso, el software utilizado por medio de iteraciones calcula el centro de masa de las piezas complejas. A continuación se van a mostrar los centroides calculados por el software *CATIA*.

Nota: todos los valores están en milímetros y ubicados en el espacio del auto completo.

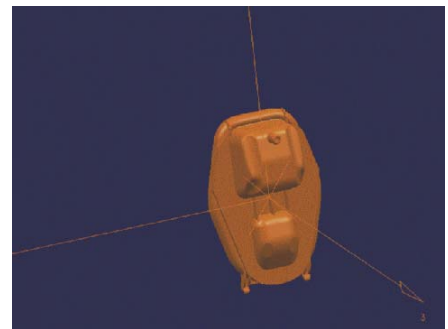
Pieza 1			
<i>Volumen</i>	29174.400		
<i>Masa</i>	29174.400		
<i>Auto completo</i>	x	y	z
<i>Centro de gravedad</i>	-534.889	580.3278	325.0399
<i>Punto de inercia</i>	1.6105E+07		



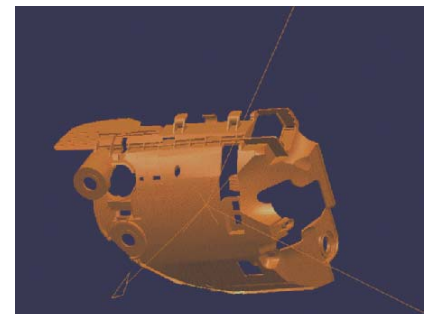
Pieza 2			
<i>Volumen</i>	655150.000		
<i>Masa</i>	655151.000		
<i>Auto completo</i>	x	y	z
<i>Centro de gravedad</i>	-110.334	686.47	508.8935
<i>Punto de inercia</i>	1.0248E+08		



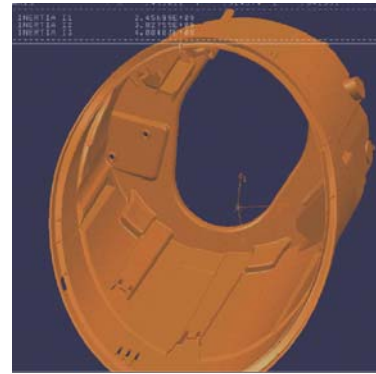
Pieza 3			
<i>Volumen</i>	886200.000		
<i>Masa</i>	886200.000		
<i>Auto completo</i>	x	y	z
<i>Centro de gravedad</i>	-300.957	652.9034	457.6777
<i>Punto de inercia</i>	9.1460E+07		



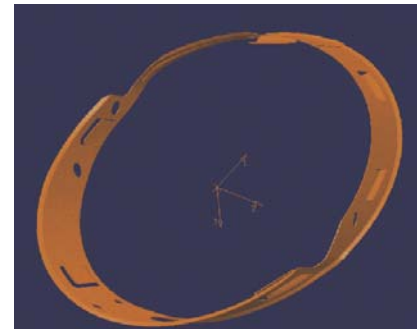
Pieza 4			
<i>Volumen</i>	177980.000		
<i>Masa</i>	177980.000		
<i>Auto completo</i>	x	y	z
<i>Centro de gravedad</i>	-417.659	631.3275	388.1007
<i>Punto de inercia</i>	6.9639E+08		



Pieza 5			
<i>Volumen</i>	360940.000		
<i>Masa</i>	360940.000		
<i>Auto completo</i>	x	y	z
<i>Centro de gravedad</i>	-417.773	629.3126	438.6634
<i>Punto de inercia</i>	2.4570E+09		



Pieza 7			
<i>Volumen</i>	30163.310		
<i>Masa</i>	30163.310		
<i>Auto completo</i>	x	y	z
<i>Centro de gravedad</i>	-482.351	643.6958	449.4677
<i>Punto de inercia</i>	2.0490E+08		



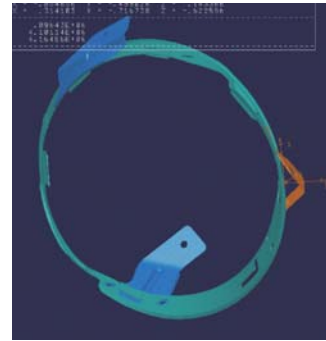
Pieza 8a			
<i>Volumen</i>	7552.475		
<i>Masa</i>	7552.475		
<i>Auto completo</i>	x	y	z
<i>Centro de gravedad</i>	-357.465	644.1043	561.5748
<i>Punto de inercia</i>	3.8848E+06		



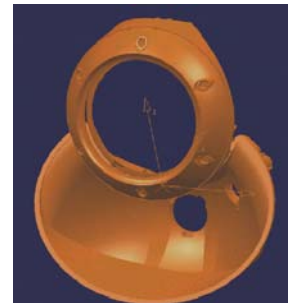
Pieza 8b			
<i>Volumen</i>	10.1562+03		
<i>Masa</i>	10.1562+03		
<i>Auto completo</i>	x	y	z
<i>Centro de gravedad</i>	-412.786	730.4719	367.8387
<i>Punto de inercia</i>	3.16513+6		



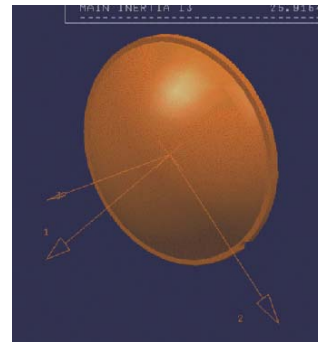
Pieza 8c			
<i>Volumen</i>	4472.690		
<i>Masa</i>	4472.690		
<i>Auto completo</i>	x	y	z
<i>Centro de gravedad</i>	-586.57	544.2418	400.7522
<i>Punto de inercia</i>	8.9643E+05		



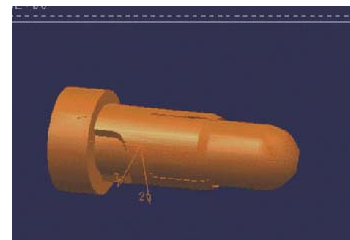
Pieza 9			
<i>Volumen</i>	84790.000		
<i>Masa</i>	84790.000		
<i>Auto completo</i>	x	y	z
<i>Centro de gravedad</i>	-396.549	652.3388	442.647
<i>Punto de inercia</i>	1.5503E+08		



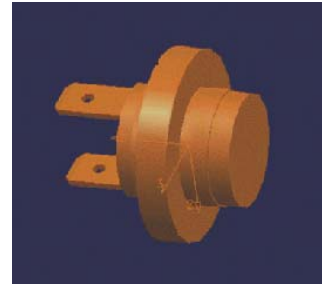
Pieza 10a			
<i>Volumen</i>	52540.000		
<i>Masa</i>	52540.000		
<i>Auto completo</i>	x	y	z
<i>Centro de gravedad</i>	-425.521	651.1635	489.0865
<i>Punto de inercia</i>	1.4373E+07		



Pieza 10b			
<i>Volumen</i>	2142.428		
<i>Masa</i>	2142.428		
<i>Auto completo</i>	x	y	z
<i>Centro de gravedad</i>	-364.283	617.8707	436.7483
<i>Punto de inercia</i>	5.8640E+04		



Pieza 10c			
<i>Volumen</i>	3756.578		
<i>Masa</i>	3756.578		
<i>Auto completo</i>	x	y	z
<i>Centro de gravedad</i>	-346.378	652.8711	417.7483
<i>Punto de inercia</i>	1.4969E+05		



Pieza 11			
<i>Volumen</i>	74310.000		
<i>Masa</i>	74310.000		
<i>Auto completo</i>	x	y	z
<i>Centro de gravedad</i>	-490.446	633.8976	438.7777
<i>Punto de inercia</i>	3.3387E+08		

