

# **GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

# **TRABAJO FIN DE GRADO**

## ***PROYECTO DE DISEÑO Y CÁLCULO DE UN MECANISMO DE CARGA LATERAL DE CAMIONES PARA LA RECOGIDA DE RESIDUOS URBANOS***

**Alumno: Moh-ladadih, Mokhtar, Malaenin**

**Directora: Martija, López, Itziar**

**Curso: 2017-2018**

**Fecha: viernes, 23, febrero, 2018**

# **GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

# **TRABAJO FIN DE GRADO**

## ***PROYECTO DE DISEÑO Y CÁLCULO DE UN MECANISMO DE CARGA LATERAL DE CAMIONES PARA LA RECOGIDA DE RESIDUOS URBANOS***

### ***DOCUMENTO 4- ANEXOS***

**Alumno: Moh-ladadih, Mokhtar, Malaenin**

**Directora: Martija, López, Itziar**

**Curso: 2017-2018**

**Fecha: viernes, 23, febrero, 2018**

# Índice

4.1. Objeto del documento anexos.....	4
4.2. Diagramas cinemáticos de los elementos principales (PR).....	5
4.2.1. Pluma.....	5
4.2.2. Brazo.....	6
4.2.3. Gancho .....	7
4.3. Diagramas cinemáticos de los elementos principales (PIR).....	9
4.3.1. Pluma.....	9
4.3.2. Brazo.....	10
4.3.3. Gancho .....	11
4.4. Datos obtenidos de los programas de cálculo.....	12
4.4.1. Pluma.....	13
4.4.2. Brazo.....	14
4.4.3. Gancho .....	14
4.5. Procedimiento seguido para el análisis de MEF .....	15
4.5.1. Tensiones y deformaciones pluma.....	18
4.5.2. Tensiones y deformaciones brazo .....	19
4.5.3. Tensiones y deformaciones gancho.....	20
4.6. Elementos escogidos de los catálogos comerciales .....	22

## Índice de Figuras

4.1. Mecanismo diseñado .....	4
4.2. Velocidad angular de la pluma en la PR .....	5
4.3. Aceleración angular de la pluma en la PR .....	6
4.4. Velocidad angular del brazo en la PR .....	6
4.5. Aceleración angular del brazo en la PR .....	7
4.6. Velocidad angular del gancho en la PR .....	7
4.7. Aceleración angular del gancho en la PR .....	8
4.8. Velocidad angular de la pluma en la PIR .....	9
4.9. Aceleración angular de la pluma en la PIR .....	9
4.10. Velocidad angular del brazo en la PIR .....	10
4.11. Aceleración angular del brazo en la PIR .....	10
4.12. Velocidad angular del gancho en la PIR .....	11
4.13. Aceleración angular del gancho en la PIR .....	11
4.14. Propiedades del material en Inventor.....	12
4.15. Propiedades del elemento.....	13
4.16. Propiedades del elemento pluma.....	13
4.17. Propiedades del elemento brazo.....	14
4.18. Propiedades del elemento gancho.....	14
4.19. Elección del tipo de análisis .....	15
4.20. Asignación del material .....	16
4.21. Restricciones del material .....	16

4.22. Asignación de cargas en el programa .....	17
4.23. Control de mallado en Inventor .....	17
4.24. Resultados de salida en el programa .....	17
4.25. Tensiones generadas en la pluma .....	18
4.26. Deformaciones generadas en la pluma .....	19
4.27. Tensiones generadas en el brazo .....	19
4.28. Deformaciones generadas en el brazo.....	20
4.29. Tensiones máximas generadas en el gancho .....	20
4.30. Deformaciones generadas en el gancho .....	21
4.31. Catálogo cilindros hidráulicos.....	22
4.32. Catálogo tornillos industriales .....	23
4.33. Catálogo tuercas industriales .....	24

## DOCUMENTO 4. Anexos

### 4.1. Objeto del documento anexos

El objeto del presente documento es reflejar todos aquellos resultados que nos han ido saliendo durante la realización de este proyecto, así como el análisis obtenido por el MEF para dar por bueno el diseño realizado. Este documento sirve de apoyo, junto con la memoria y los cálculos, para entender de una forma general el desarrollo del proyecto y los resultados obtenidos.

En un primer lugar, se reflejarán los diagramas cinemáticos obtenidos por el programa Gim para todos aquellos elementos principales del conjunto diseñado, estos diagramas muestran de qué forma se mueve cada elemento durante la realización de la descarga del contenedor.

En segundo lugar, se explicará de qué forma se han obtenido los datos necesarios de los programas de cálculo para hacer posible el cálculo, por ejemplo, de las fuerzas generadas en los pares de los elementos del conjunto diseñado.

En tercer lugar, se introducirá el procedimiento seguido para el análisis de tensiones y deformaciones de los elementos principales mediante el programa Inventor.

Y, por último, se reflejarán los catálogos comerciales que han servido para la elección de todos aquellos elementos normalizados involucrados en el proyecto.

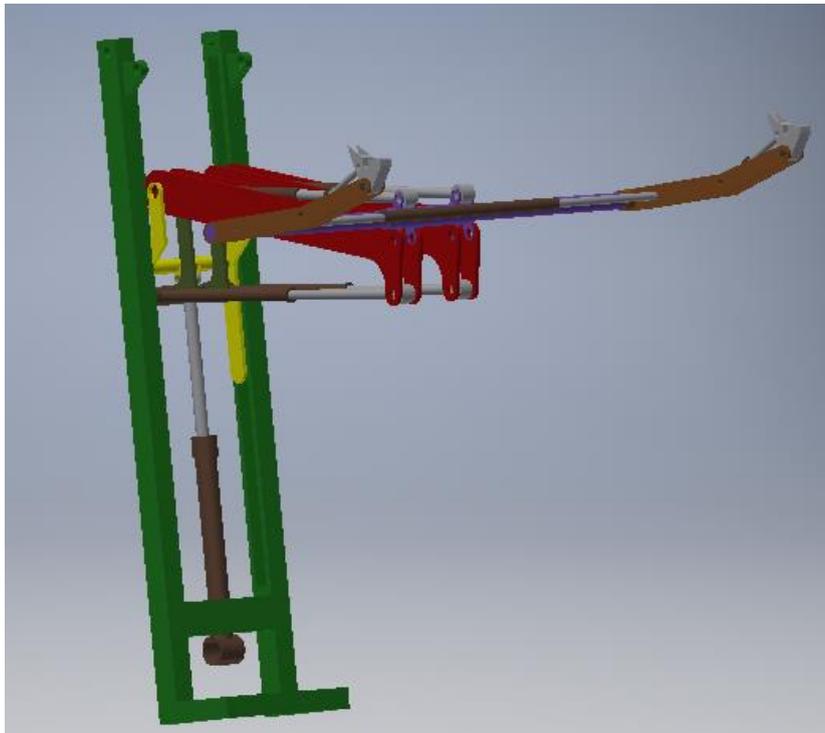


Figura 4.1. Mecanismo diseñado

## 4.2. Diagramas cinemáticos de los elementos principales (PR)

En este apartado se incluirán todos aquellos diagramas que reflejen los movimientos que realizan los elementos principales durante un ciclo de descarga del contenedor en la tolva del camión. Las posiciones que se van a analizar son la posición inicial de recogida del contenedor y la posición intermedia de descarga del contenedor, dado que esta última corresponde a la posición crítica por presentar las mayores velocidades y aceleraciones en el movimiento de descarga.

Empezamos con la posición de recogida del contenedor de residuos:

### 4.2.1. Pluma

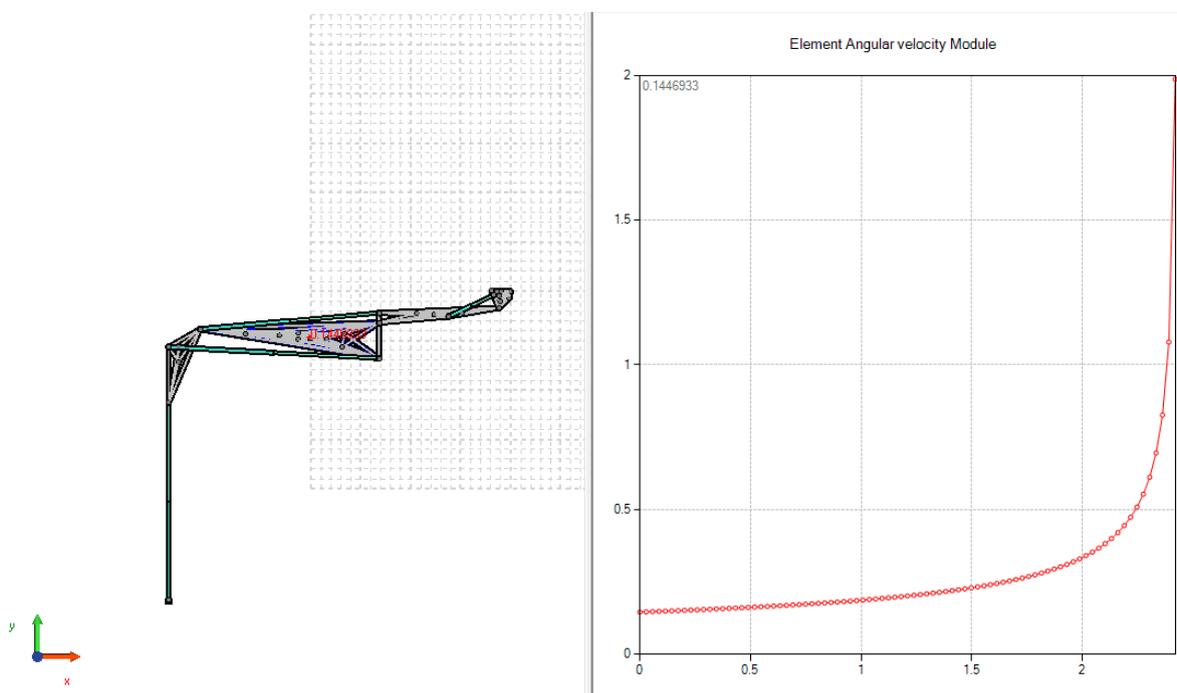


Figura 4.2. Velocidad angular de la pluma en la PR

En el diagrama se puede observar como la pluma empieza con la velocidad de entrada del cilindro hasta alcanzar la velocidad final.

Este incremento considerable de velocidad se debe a que como tratamos con unos instantes muy concretos de tiempo, el espacio recorrido no es muy considerable por lo que el incremento tanto en velocidades como aceleraciones es muy importante.

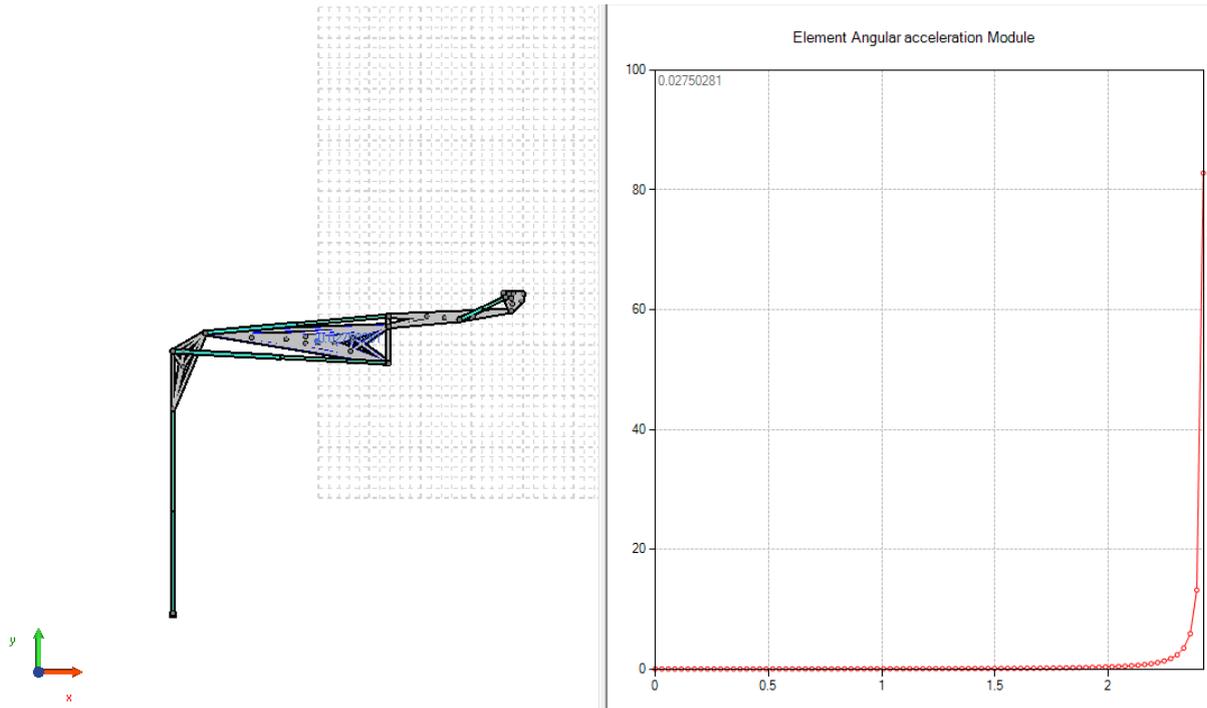


Figura 4.3. Aceleración angular de la pluma en la PR

#### 4.2.2. Brazo

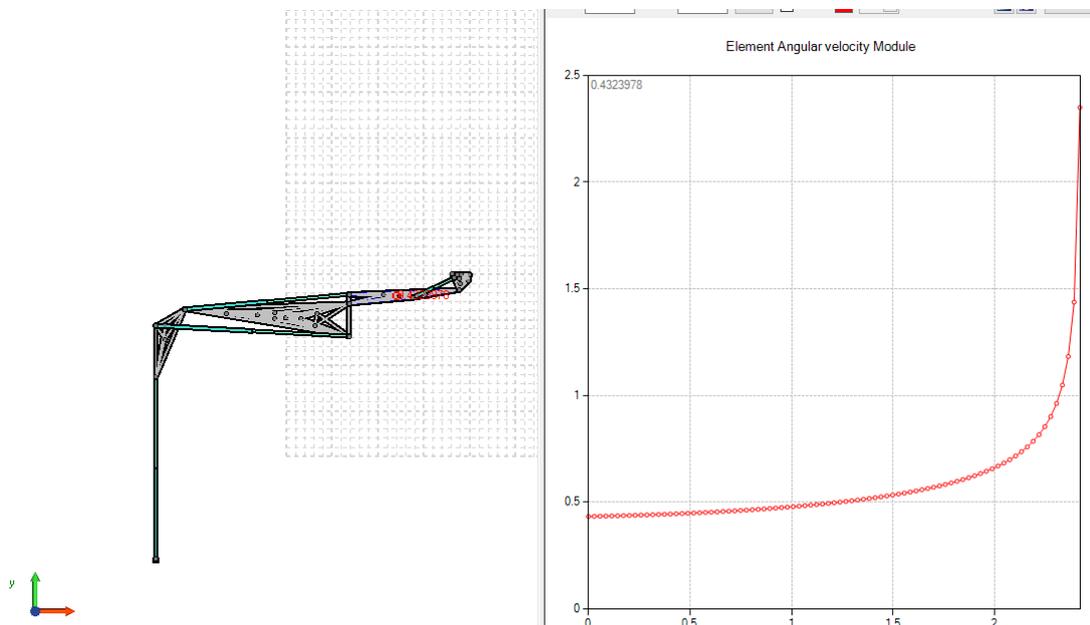


Figura 4.4. Velocidad angular del brazo en PR

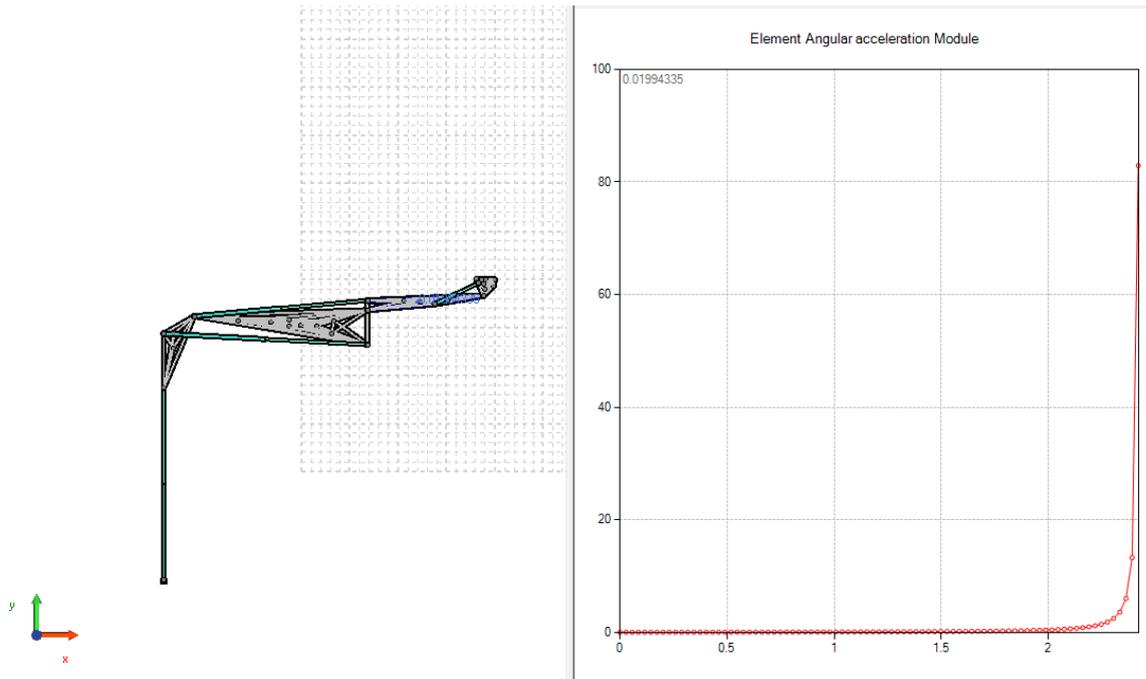


Figura 4.5. aceleración angular del brazo en la PR

### 4.2.3. Gancho

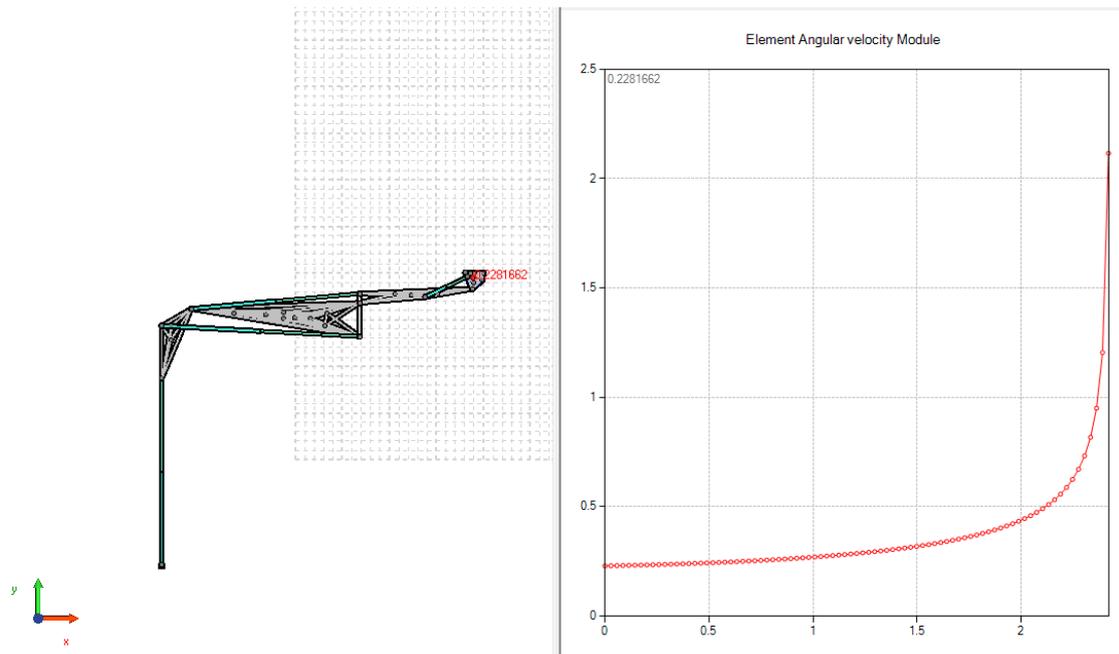


Figura 4.6. Velocidad angular del gancho en la PR

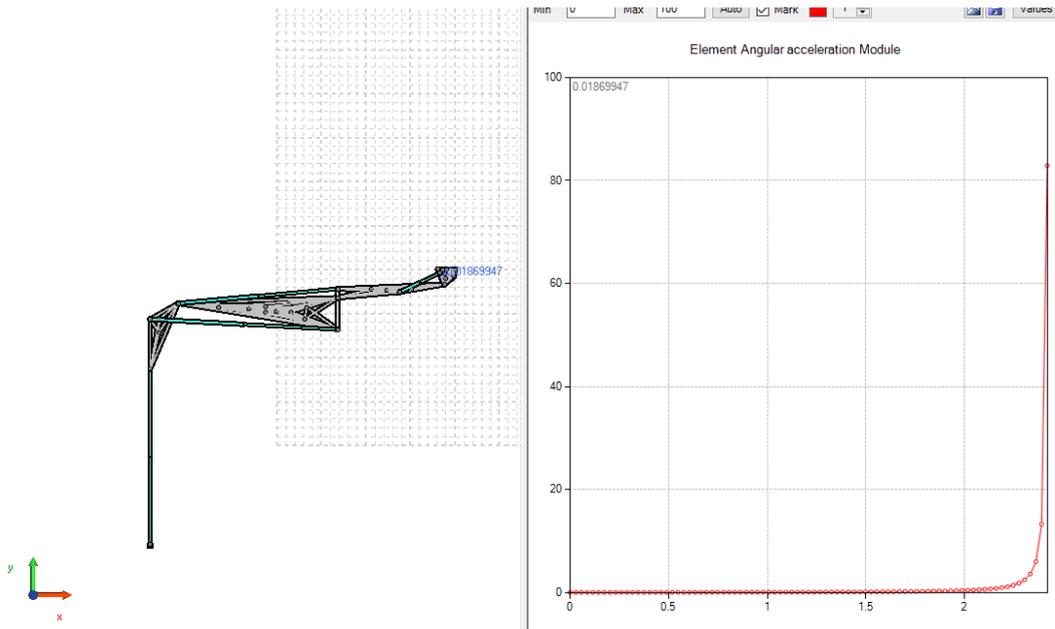


Figura 4.7. Aceleración angular del gancho en la PR

### 4.3. Diagramas cinemáticos de los elementos principales (PIR)

Los diagramas que se presentan en este apartado corresponden a aquella posición crítica, es decir, donde se obtienen las mayores velocidades y aceleración tanto lineales como angulares. Si le añadimos el caso en que el conjunto va cargado con el contenedor de residuos lleno, obtendremos las mayores fuerzas que soportan los elementos a la hora de realizar un estudio de resistencia de materiales en un caso dinámico.

#### 4.3.1. Pluma

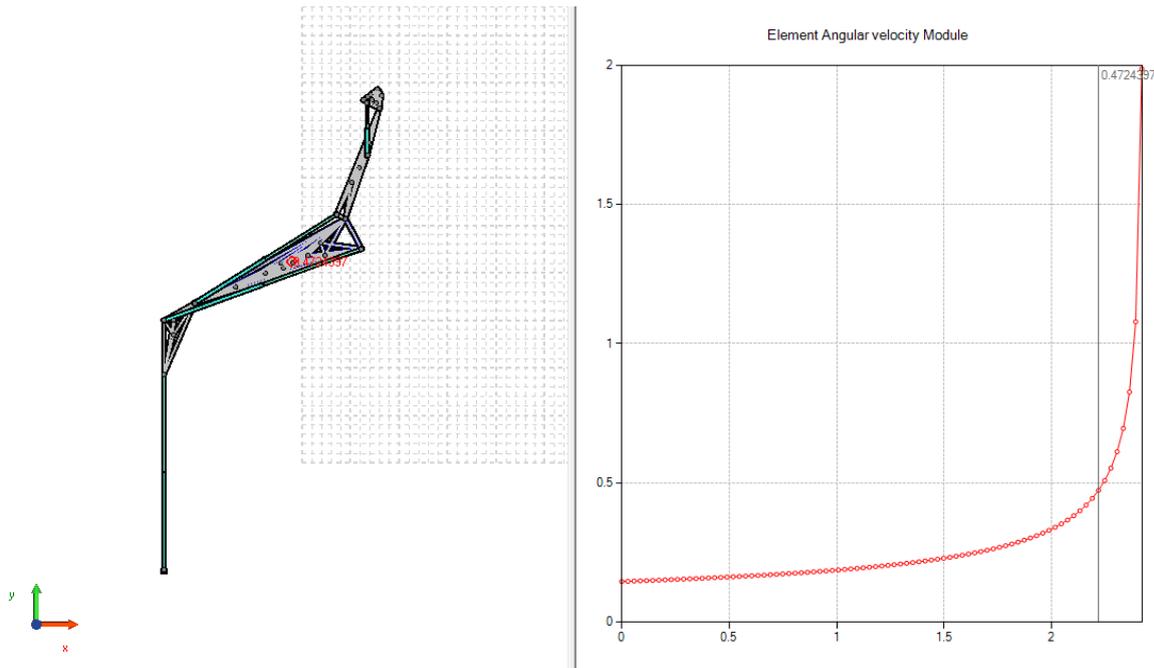


Figura 4.8. Velocidad angular de la pluma en la PIR

Como podemos observar en el diagrama, la pluma en esta posición alcanza una velocidad de 0,47 m/s, muy superior a la inicial.

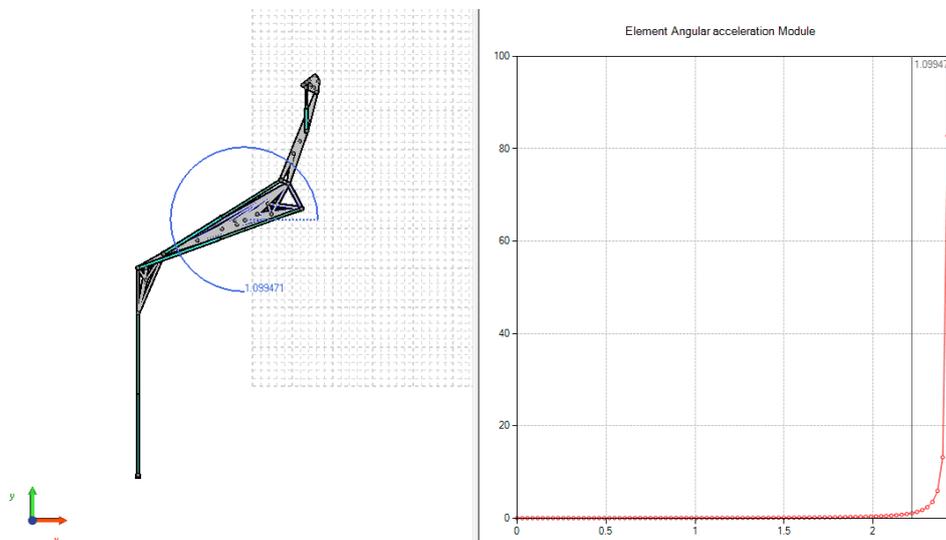


Figura 4.9. Aceleración angular de la pluma en la PIR

4.3.2. Brazo

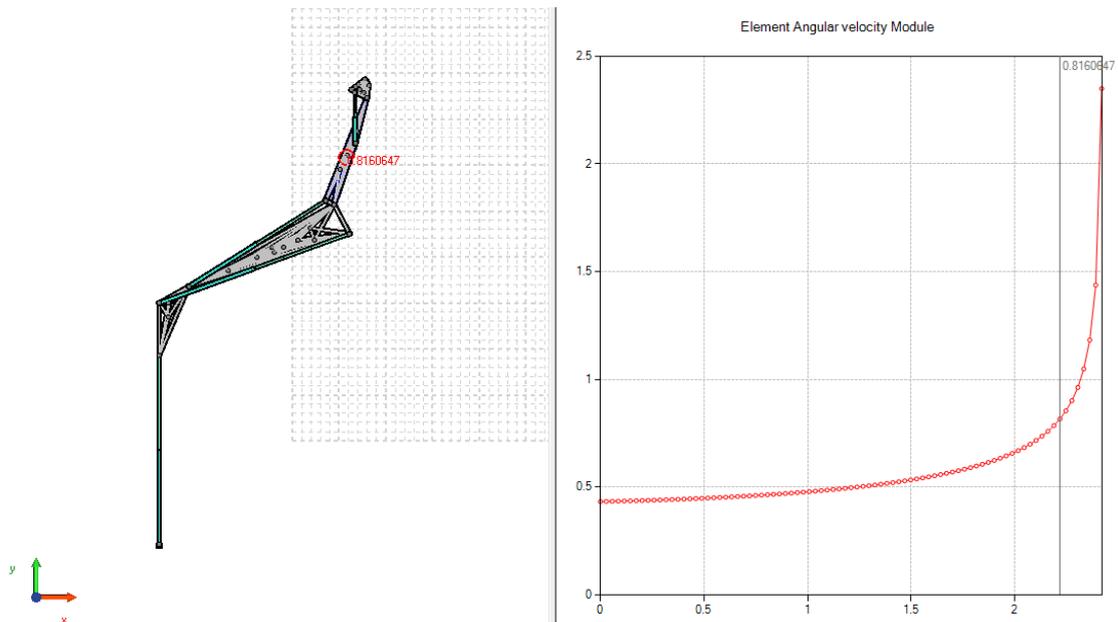


Figura 4.10. Velocidad angular del brazo en la PIR

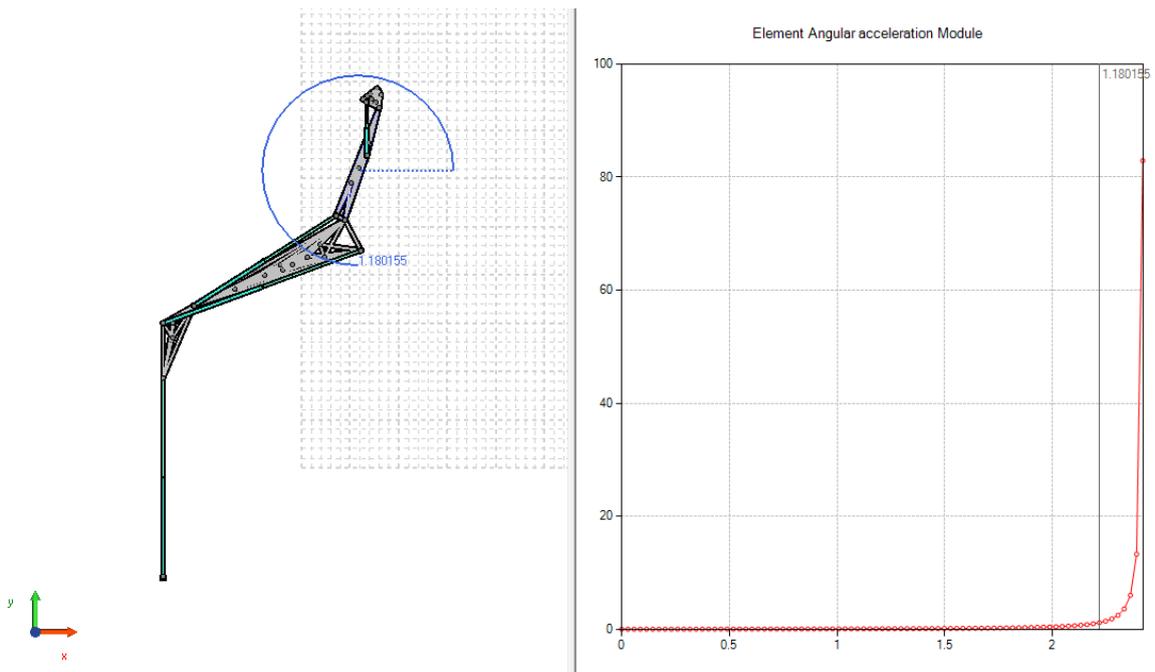


Figura 4.11. Aceleración angular del brazo en la PIR

### 4.3.3. Gancho

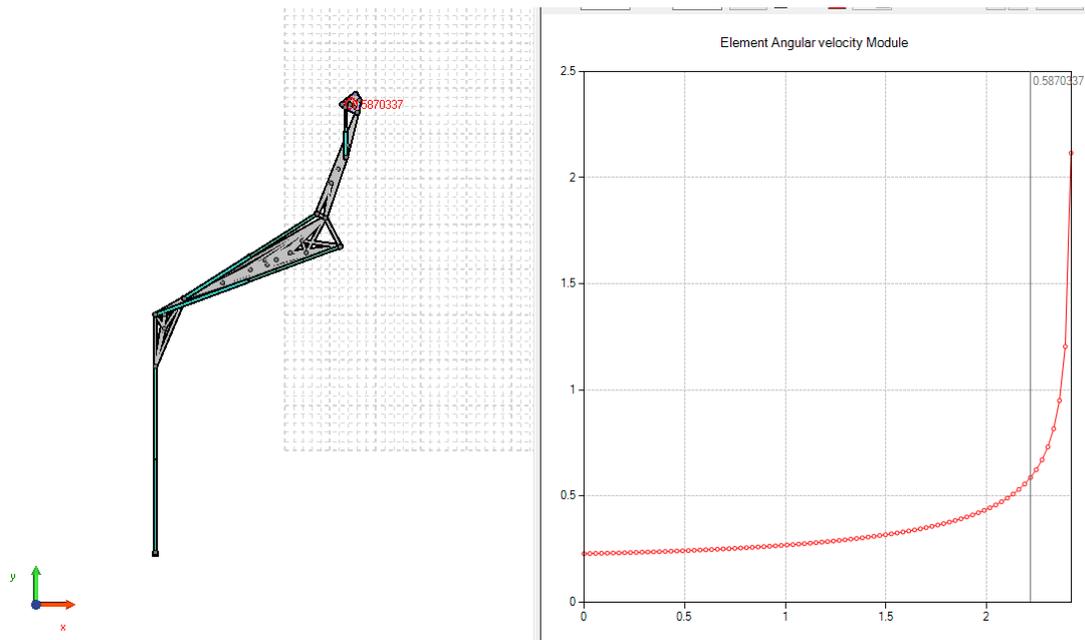


Figura 4.12. Velocidad angular del gancho en la PIR

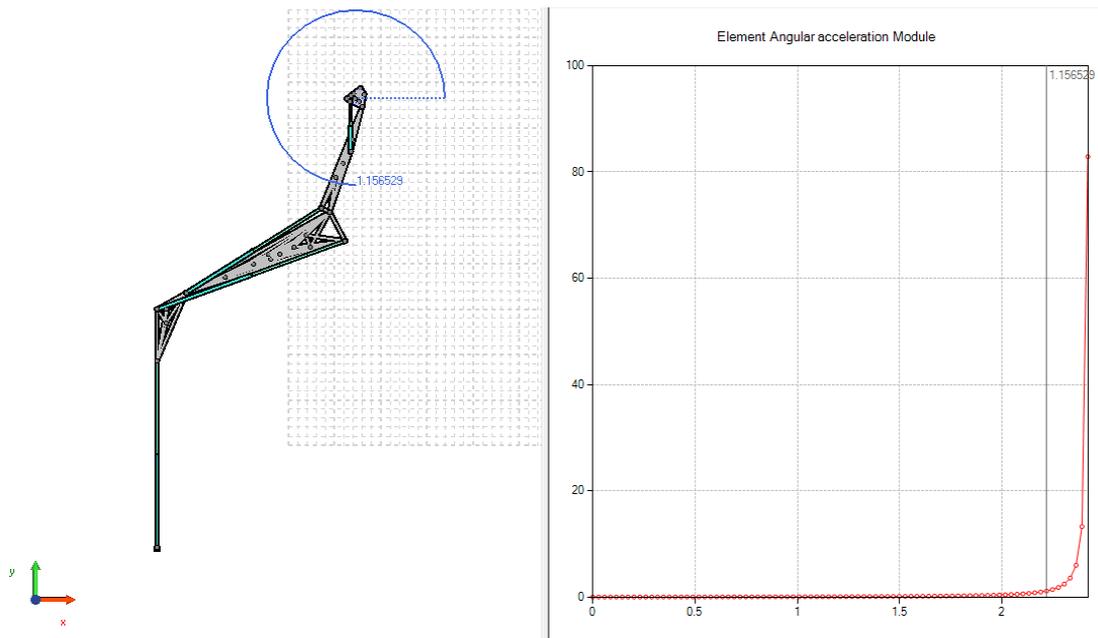


Figura 4.13. Aceleración angular del gancho en la PIR

#### 4.4. Datos obtenidos de los programas de cálculo

Para realizar el estudio dinámico explicado en el documento Cálculos, se han necesitado las masas, centros de gravedad y momentos de inercia de los diferentes elementos principales que componen el mecanismo diseñado. Para ello, una vez realizado el diseño de estos elementos en Inventor, se pueden obtener los datos mencionados como explicaremos más adelante. Estos datos dependen principalmente de la sección del elemento diseñado y del material con el que se haya fabricado.

Para acceder a las propiedades mencionadas anteriormente, en el programa de diseño Inventor encontramos una opción de propiedades de cada elemento (figura 4.14).

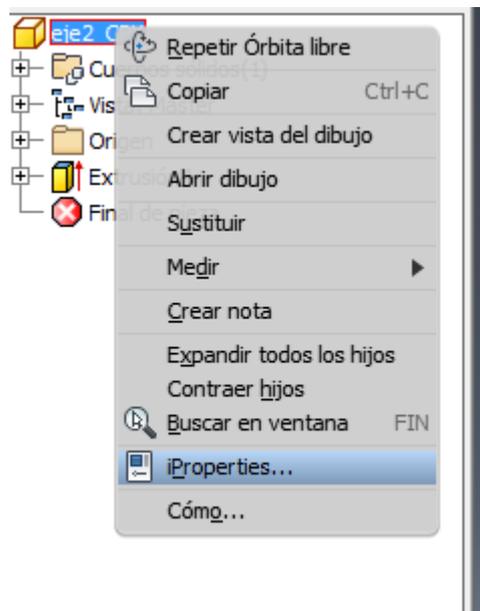


Figura 4.14. Propiedades del material en Inventor.

Una vez se haya accedido a dicha opción, seleccionamos el material del elemento y obtenemos las propiedades de masa, centros de gravedad y momentos de inercia del elemento (figura 4.15).

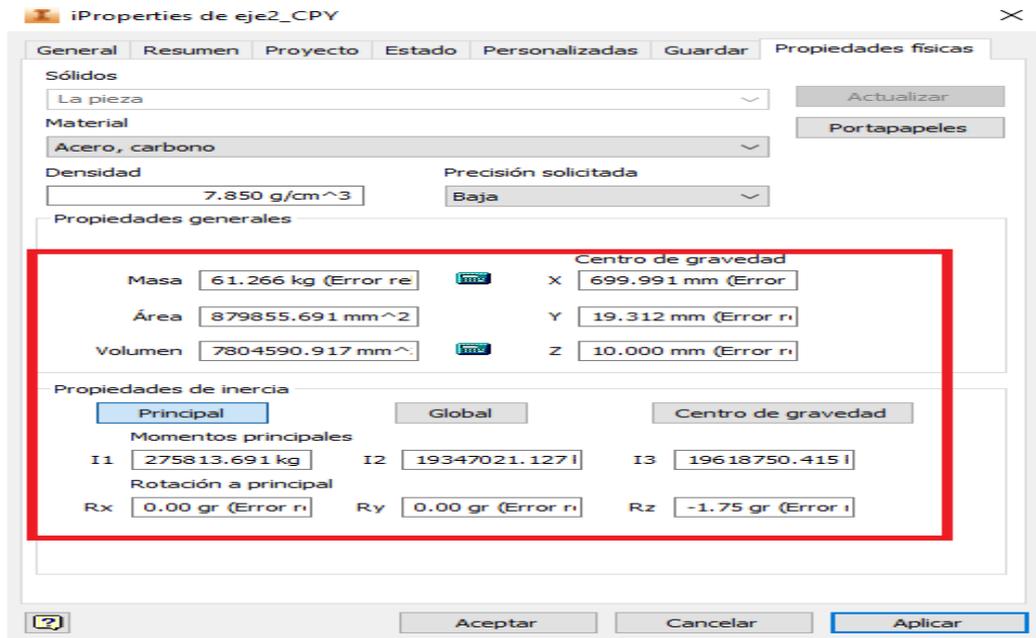


Figura 4.15. Propiedades del elemento

#### 4.4.1. Pluma

Para la pluma, brazo y gancho se ha seleccionado como material acero al carbono debido a su gran resistencia al desgaste y a su aceptable precio comercial.

Las propiedades del elemento pluma son las que aparecen a continuación:

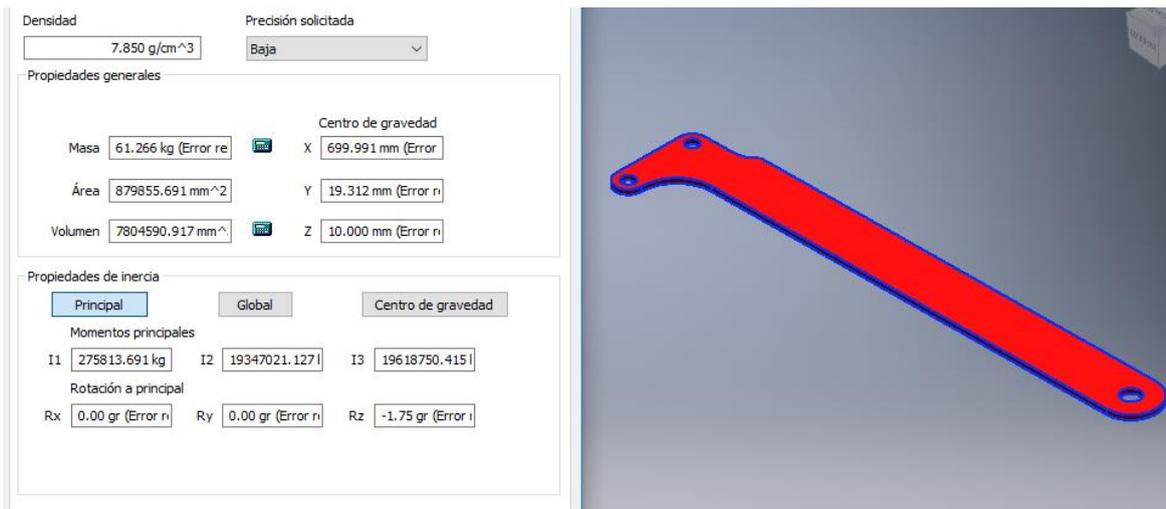


Figura 4.16. Propiedades del elemento pluma

#### 4.4.2. Brazo

Las propiedades del elemento brazo son las que aparecen a continuación:

Densidad	7.850 g/cm <sup>3</sup>		Precisión solicitada	Baja	
Propiedades generales					
Masa	60.154 kg (Error rel)	Centro de gravedad	X	453.664 mm (Error rel)	
Área	572118.414 mm <sup>2</sup>		Y	9.651 mm (Error rel)	
Volumen	7662916.553 mm <sup>3</sup>		Z	-1.291 mm (Error rel)	
Propiedades de inercia					
Principal		Global	Centro de gravedad		
Momentos principales					
I1	118478.195 kg	I2	5705086.642 kg	I3	5716188.479 kg
Rotación a principal					
Rx	6.84 gr (Error rel)	Ry	0.76 gr (Error rel)	Rz	-3.30 gr (Error rel)

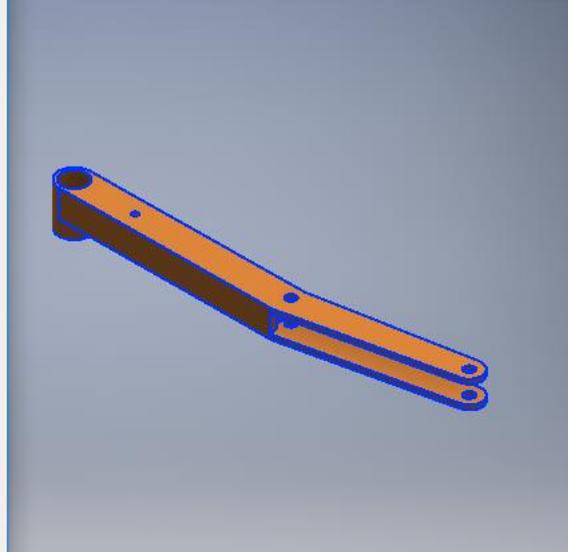


Figura 4.17. Propiedades del elemento brazo

#### 4.4.3. Gancho

Las propiedades del elemento gancho son las que aparecen a continuación:

Densidad	7.850 g/cm <sup>3</sup>		Precisión solicitada	Baja	
Propiedades generales					
Masa	8.456 kg (Error rel)	Centro de gravedad	X	-18.434 mm (Error rel)	
Área	113932.952 mm <sup>2</sup>		Y	-39.354 mm (Error rel)	
Volumen	1077139.105 mm <sup>3</sup>		Z	30.000 mm (Error rel)	
Propiedades de inercia					
Principal		Global	Centro de gravedad		
Momentos principales					
I1	20239.539 kg m <sup>2</sup>	I2	25259.598 kg m <sup>2</sup>	I3	39749.427 kg m <sup>2</sup>
Rotación a principal					
Rx	0.00 gr (Error rel)	Ry	0.00 gr (Error rel)	Rz	35.22 gr (Error rel)

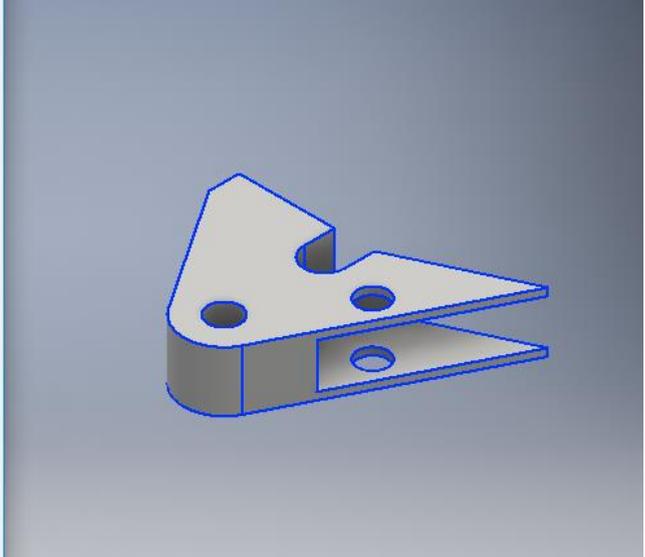


Figura 4.18. Propiedades del elemento gancho

#### 4.5. Procedimiento seguido para el análisis MEF en Inventor

Terminado el diseño de los diferentes elementos principales que componen el mecanismo de carga lateral objeto de este proyecto es necesario seguir un procedimiento para realizar el análisis de elementos finitos de estos elementos. El objetivo de este análisis es calcular las tensiones, deformaciones y desplazamientos de los diferentes elementos para comprobar que el conjunto diseñado cumple con las solicitaciones a las que será sometido durante un caso real de aplicación.

Los pasos seguidos para realizar el estudio son los siguientes:

##### 1. Crear tipo de análisis:

En nuestro caso el tipo de análisis elegido es de tipo estático lineal por las razones que se han expuesto en el documento memoria. El modo para designar este tipo de análisis en el programa es el siguiente:

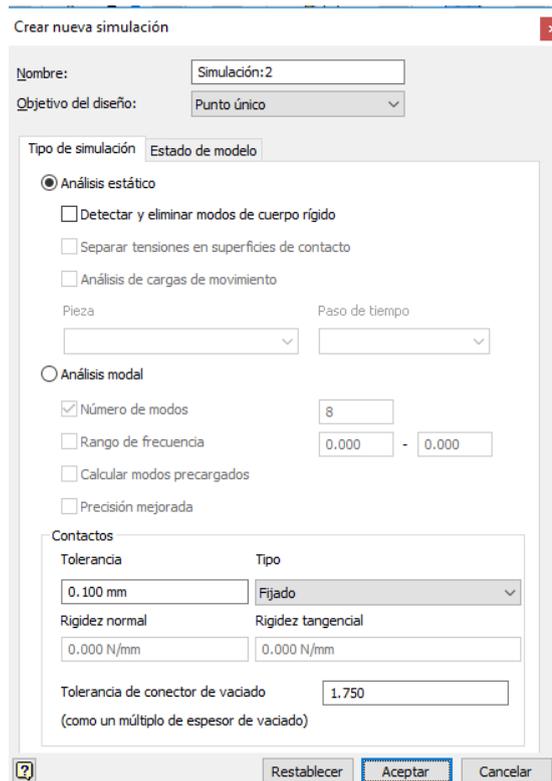


Figura 4.19. Elección del tipo de análisis

## 2. Asignación del material:

El material utilizado para la pluma, brazo y gancho es el acero al carbono por las razones explicadas anteriormente. El modo para asignar el material en el programa es el siguiente:

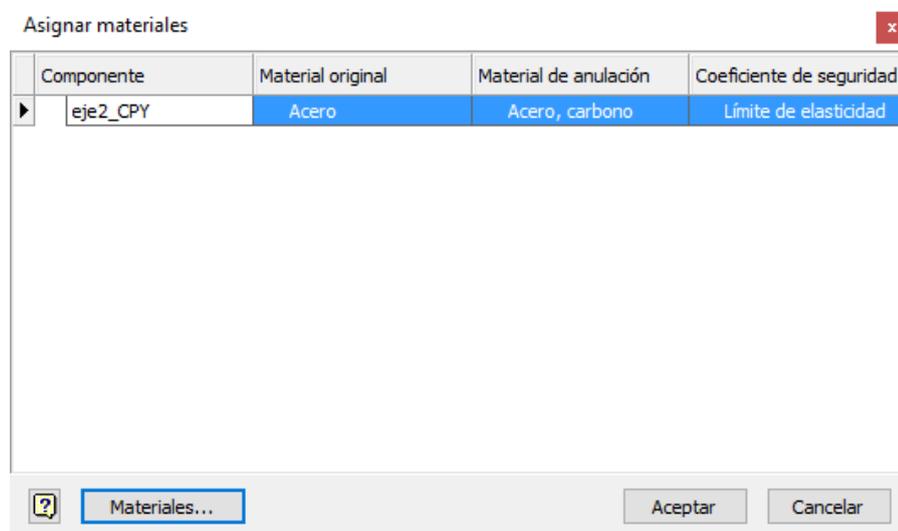


Figura 4.20. Asignación de material

## 3. Crear restricciones:

Indicar las condiciones de contorno de cada elemento estudiado para restringir sus movimientos. En el programa se realiza de la siguiente forma:

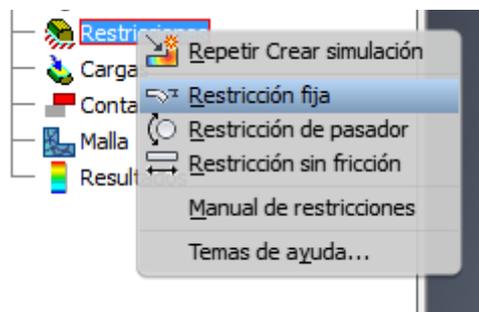


Figura 4.21. Restricciones del material

#### 4. Definir las cargas:

Aplicar las cargas que soporta cada elemento analizado fruto de las fuerzas de inercia soportadas y la carga del contenedor. El modo seguido en el programa para definir este punto es el siguiente:



Figura 4.22. Asignación de cargas en el programa

#### 5. Mallado:

Realizar el mallado de la pieza estudiada para obtener un resultado aceptable en cuanto a tensiones y deformaciones. Lo más idóneo es obtener una malla muy fina en aquellos lugares de la pieza donde tenemos las concentraciones de tensiones, con el inconveniente que tendremos luego un mayor coste computacional. El modo seguido para mallar las piezas en el programa es el siguiente:

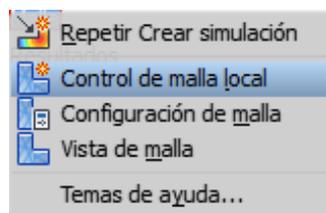


Figura 4.23. Control de mallado en Inventor

#### 6. Generación de resultados:

En este último apartado es donde obtendremos los resultados de salida, es decir, las gráficas de tensiones y deformaciones donde se reflejan las respuestas de la pieza a las sollicitaciones que soporta. En el programa se realiza del siguiente modo:

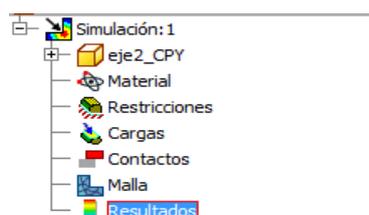


Figura 4.24. Resultados de salida en el programa

Antes de seguir, hay que señalar que el mecanismo diseñado no necesita de un estudio muy elaborado en cuanto a análisis de tensiones y deformaciones ya que no formará parte de una aplicación de grandes exigencias tensionales. Es por ello, que el programa utilizado para este estudio es un programa muy básico de comprobación tensional de mecanismos.

Por último, hay que recordar que solamente se va a analizar la posición intermedia de descarga del contenedor en la tolva del camión, es decir, aquella posición crítica que nos proporcione las sollicitaciones más críticas a las que va a estar sometido el conjunto del mecanismo.

#### 4.5.1. Tensiones y deformaciones de la pluma

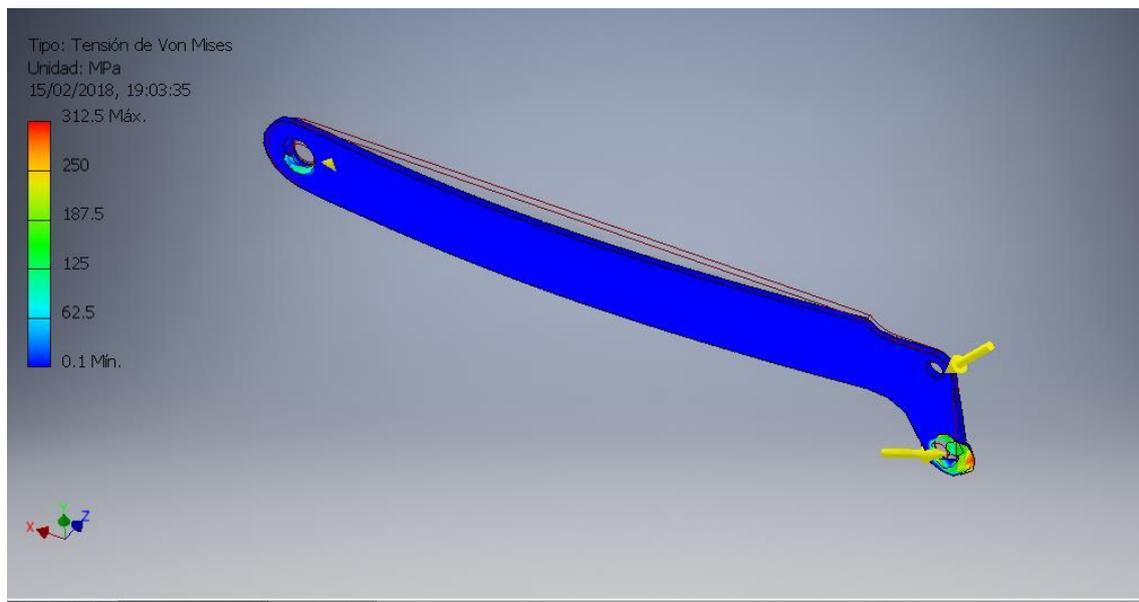


Figura 4.25. Tensiones generadas en la pluma

Como se puede observar en la figura 4.25, la tensión máxima que sufre la pluma fruto de las sollicitaciones que soporta es de 312,5 MPa. Por lo tanto, podemos dar por bueno su diseño ya que la tensión de fluencia del material elegido (Acero al carbono S460 N/NL) es de 460 MPa.

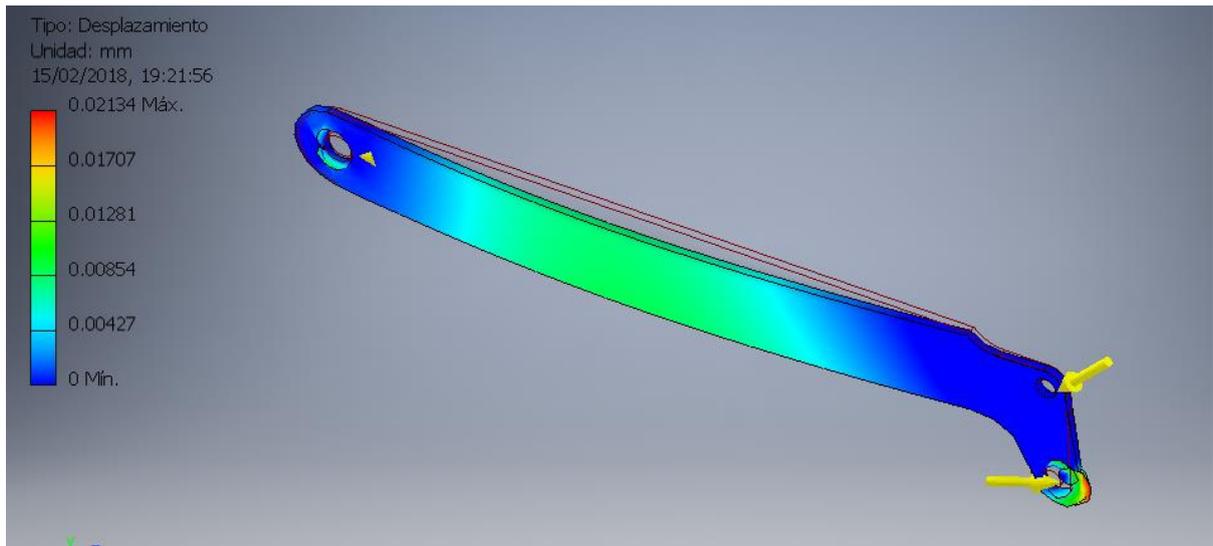


Figura 4.26. Deformaciones generadas en la pluma

La deformación máxima que sufre la pluma es de 0,02134 mm, es decir, una deformación aceptable que no supone ningún riesgo de rotura de la pieza.

#### 4.5.2. Tensiones y deformaciones del brazo

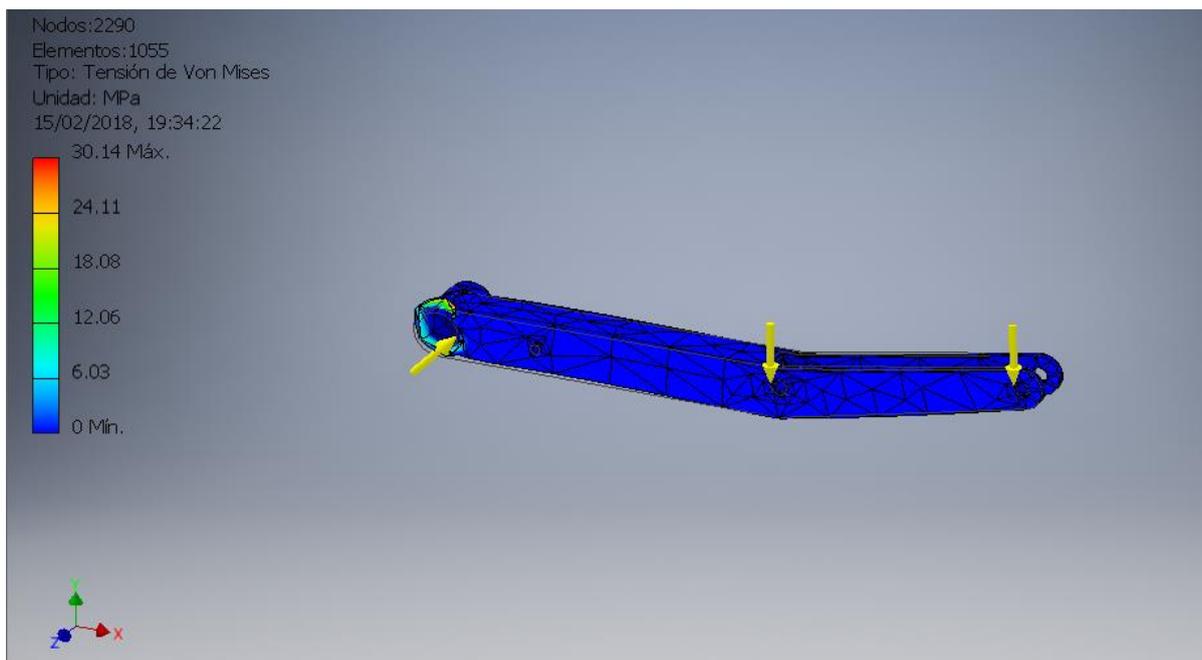


Figura 4.27. Tensiones generadas en el brazo

La tensión máxima que sufre el brazo es de 30,14 MPa, es decir, una tensión muy inferior al límite de fluencia del material, por lo que tomamos por bueno el diseño de la pieza.

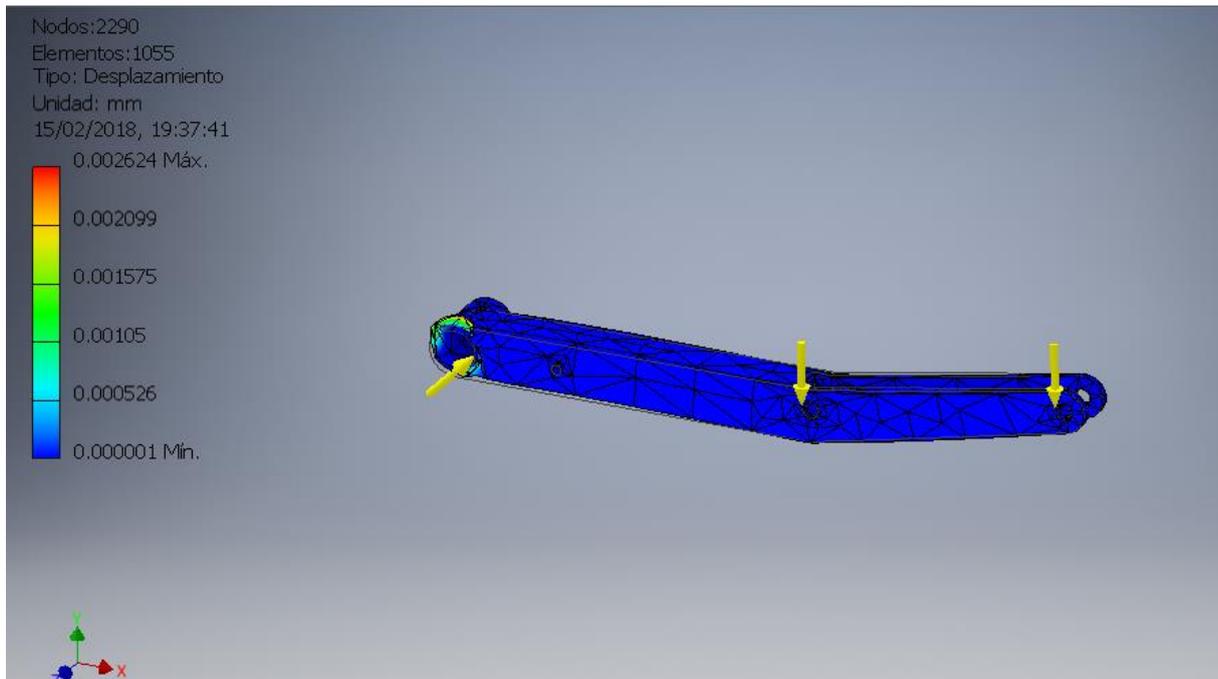


Figura 4.28. Deformaciones generadas en el brazo

La deformación máxima que sufre el brazo fruto de las sollicitaciones actuantes sobre ella es de 0,002624 mm.

#### 4.5.3. Tensiones y deformaciones del gancho

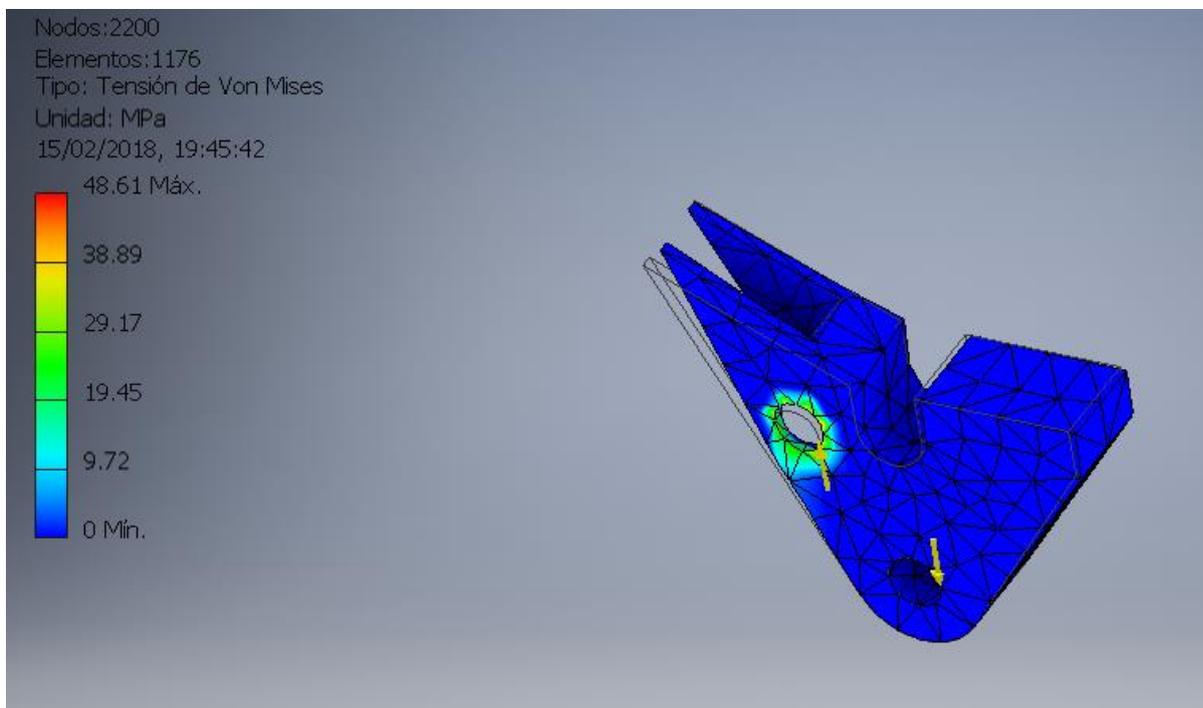


Figura 4.29. Tensiones máximas generadas en el gancho

La tensión máxima generada en el gancho es de 48,61 MPa, es decir, una tensión bastante inferior a la tensión de influencia del material.

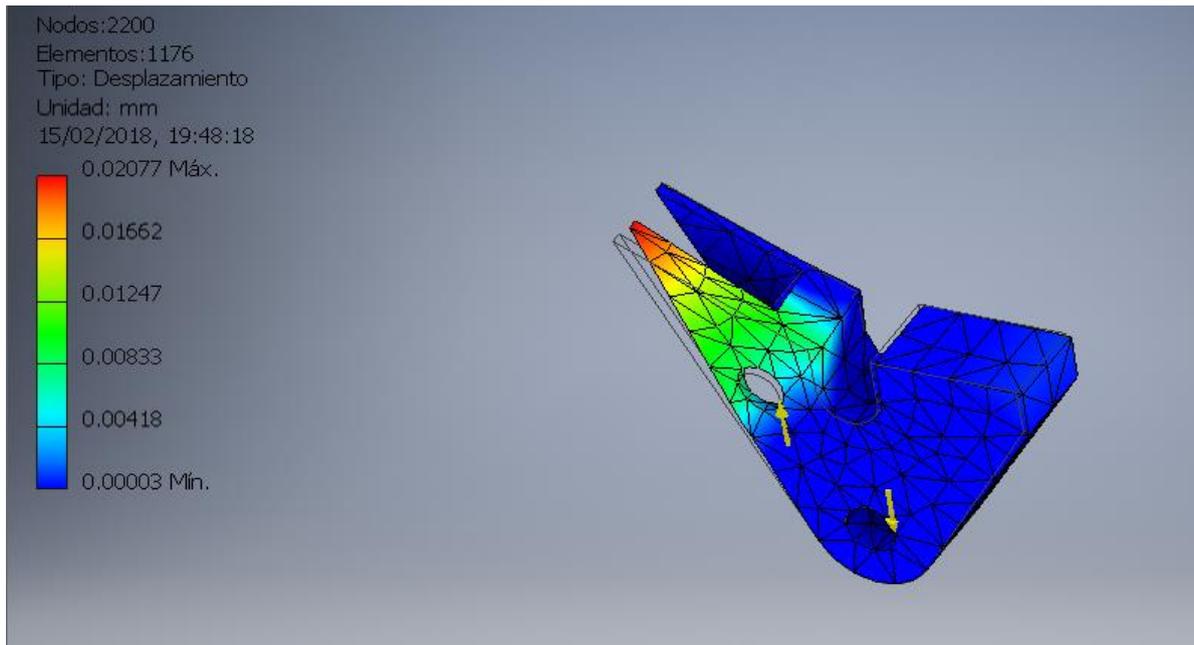


Figura 4.30. Deformaciones generadas en el gancho

La deformación máxima generada en el gancho fruto de las sollicitaciones es de 0.021 mm.

Como conclusión del análisis de elementos finitos realizado, podemos decir que las piezas analizadas cumplen con las exigencias de resistencia pedidas fruto de las sollicitaciones que soportan para la descarga del contenedor en la tolva del camión.

Viendo los resultados obtenidos, podemos dar por bueno el diseño realizado ya que en materiales dúctiles una tensión máxima superior a la tensión de fluencia no implica necesariamente el fallo de la pieza, la pieza puede seguir teniendo una deformación admisible aun cuando haya pequeñas zonas plastificadas. Una forma simplificada y generalmente aceptada de estimar si se da el fallo es comparando la tensión nominal con la tensión de fluencia.

En nuestro caso, se ha observado que en ningún momento la tensión máxima que sufren las piezas ha superado la tensión de fluencia del material escogido para el diseño del mecanismo.

### 4.6. Elementos escogidos de los catálogos comerciales

En este apartado se van a indicar aquellos elementos normalizados que han sido necesarios para el diseño del proyecto, así como los catálogos comerciales consultados para la selección de éstos.

Los elementos comerciales que se han usado son los siguientes:

- Cilindros hidráulicos.
- Pasadores y anillos de seguridad.
- Tornillos y tuercas comerciales.

Para la selección de los cilindros hidráulicos se ha consultado el siguiente catálogo:

Cilindro hidráulico estándar  
Doble efecto con vástago simple Serie **CH2E/CH2F/CH2G/CH2H**

Figura 75  
Símbolo

Referencias de las fijaciones de montaje de los detectores magnéticos

Modelo	Diámetro (mm)	Modelo detector magnético			
		D-43, D-44, D-53, D-53	D-56, D-56	D-45, D-45	D-55, D-55
CH2E	32	-	SA-32	BT-06	
	40	SD1-04M	SA-04	BT-06	
	50	SD1-05M	SA-05	BT-06	
	63	SD1-06M	SA-06	BT-06	
	80	SD1-08M	SA-08	BT-16	
CH2F	32	-	SAF-32	BT-06	
	40	SDG-04M	SAF-04	BT-06	
	50	SDG-05M	SAF-05	BT-06	
	63	SDG-06M	SAF-06	BT-16	
	80	SDG-08M	SAF-08	BT-16	
CH2H	32	-	SAH-32	BT-06	
	40	SD1-04M	SAH-04	BT-06	
	50	SD1-05M	SAH-05	BT-06	
	63	SD1-06M	SAH-06	BT-06	
	80	SD1-08M	SAH-08	BT-16	

Modelo	CH2E	CH2F	CH2G	CH2H
Material del tubo	Aluminio	Acero inoxidable	Acero	Acero inoxidable
Presión nominal	3.5MPa	7MPa	14MPa	14MPa
Diámetro	32, 40, 50, 63, 80, 100mm			
Detección magnética	Aplicable	Aplicable	-	Aplicable

**Características técnicas**

Modelo	CH2E	CH2F	CH2G	CH2H
Funcionamiento	Doble efecto con vástago simple			
Fluido	Aceite hidráulico			
Presión nominal	3.5MPa	7MPa	14MPa	14MPa
Presión máxima admisible	3.5MPa	Travesa: 9MPa Detente: Vástago B13.5MPa Vástago C11MPa	Travesa: 14MPa Detente: Vástago B15MPa Vástago C14MPa	14MPa
Presión de prueba	5.0MPa	10.5MPa	21MPa	21MPa
Presión mínima de trabajo	Cuando el lado travesero se presuriza: 0.15MPa Cuando el lado detentero se presuriza: 0.2MPa			
Temperatura ambiente y de fluido	Sin detector magnético: -10° hasta 50°C Con detector magnético: -10° hasta 50°C			
Velocidad del émbolo	5 a 300mm/s			
Amortiguación	Amortiguación interna regulable			
Tolerancia de rosca	Clase 2.35			
Tolerancia de longitud de carnos	±100mm <sup>±0.1</sup> , 101 a 250mm <sup>±0.1</sup> , 251 a 830mm <sup>±0.1</sup> , 831 a 1.000mm <sup>±0.1</sup> , 1001 a 1800mm <sup>±0.1</sup>			

**Carreras estándar**

Conexión del cilindro (mm)	Carreras estándar (mm)	
	Carreras estándar (mm)	Carreras largas (mm)
32	25 a 800	1500 (1401 o más con anillo de refuerzo del brando) (ver 1)
40	25 a 800	1500 (1401 o más con anillo de refuerzo del brando) (ver 1)
50	25 a 800	1500 (1401 o más con anillo de refuerzo del brando) (ver 1)
63	25 a 800	1500 (1501 o más con anillo de refuerzo del brando) (ver 1)
80	25 a 1000	1600
100	25 a 1000	1600

\* Véase la tabla de selección de carreras en los datos técnicos 2, para determinar los límites de la carrera en función del tipo de fijaciones de montaje que se usen. A continuación, véase la selección. Los rangos de carreras largas son diferentes según el tipo de fijaciones de montaje.  
Nota 1) El rango de carreras largas para las series CH2E, CH2F y CH2H con fijaciones de montaje por brida y fijación casquillo como la serie CH2G llega hasta los 1.600mm.  
Nota 2) El rango de carreras largas de las series CH2E, CH2F y CH2H con fijaciones por brida y casquillo como la serie CH2G, llega hasta los 1.500mm.

**Posiciones de conexión y de válvula de amortiguación**

	-	A	C	D	E	F	G	H
Modelo de montaje	Carro, vástago, vástago de amortiguación							
B (Modelo estándar)								
B, C, D, E, F, G, H (Modelo estándar)								
LA, LB (Escuadrado)								

†† Conectado. ⊕ Válvula de amort. \* Las dimensiones externas de cilindro aquí representadas se observan desde el extremo del vástago del cilindro.

SMC

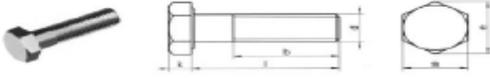
Figura 4.31. Catálogo cilindros hidráulicos

Para los tornillos se ha consultado el siguiente catálogo:

ANDALINDX<sup>SL</sup>

# DIN 931

## TORNILLO CABEZA HEXAGONAL, ROSCA PARCIAL



INOX A-2 • INOX A-4 • ACERO • 8.8 10.9 12.9 Medidas en mm

	16	18	22	26	30	34	36	42	46	50	54	60	66	72	78
<b>b&lt;125</b>	16	18	22	26	30	34	36	42	46	50	54	60	66	72	78
<b>b&gt;125</b>	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	78	84
<b>S</b>	8	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	50	55
<b>k min.</b>	3,35	3,85	5,15	6,22	7,32	8,62	9,82	11,28	12,28	13,78	14,78	16,65	18,28	20,58	22,08
<b>e</b>	8,79	11	14,4	18,9	21,1	24,5	26,8	30,1	33,5	35,7	40	45,2	50,9	55,4	

L/φ	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36
25	•••	•••													
30	•••	•••	•••												
35	•••	•••	•••	•••											
40	•••	•••	•••	•••	•••										
45	•••	•••	•••	•••	•••	•••									
50	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••								
55	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••							
60	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••						
65	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••					
70	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••				
75	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••			
80	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••		
85	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	
90	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
95	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
100	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
110	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
120	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
130	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
140	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
150	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
160	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
170	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
180	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
190	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
200	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••

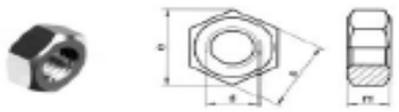
Figura 4.32. Catálogo tornillos industriales

Para las tuercas se ha consultado el siguiente catálogo:

ANDALINOX<sup>+</sup>

# DIN 934

## TUERCA HEXAGONAL



INOX A-2 • INOX A-4 • ACERO • C-6 C-8 C-10 C-12 LATÓN • Medidas en mm

d	m mín.	s	e	Rosca izquierda	
M2	1,35	4	4,32	••••	
M3	2,15	5,5	6,01	••••	
M4	2,9	7	7,66	••••	•••
M5	3,7	8	8,79	••••	•••
M6	4,7	10	11,05	••••	•••
M7	5,2	11	12,12	••••	•••
M8	6,14	13	14,38	••••	•••
M10	7,64	17	18,9	••••	•••
M12	9,64	19	21,1	••••	•••
M14	10,3	22	24,5	••••	•••
M16	12,3	24	26,75	••••	•••
M18	14,3	27	29,56	••••	•••
M20	14,9	30	32,95	••••	•••
M22	16,9	32	36,03	••••	•••
M24	17,7	36	39,55	••••	•••
M27	20,7	41	45,2	••••	•••
M30	22,7	46	50,85	••••	•••
M33	24,7	50	55,37	••••	
M36	27,4	55	60,79	••••	
M39	29,4	60	66,44	••••	
M42	32,4	65	71,3	••••	
M45	34,4	70	76,95	••••	
M48	36,4	75	82,6	••••	
M52	40,4	80	88,25	••••	
M60	46,4	90	99,21	••••	
M64	49,1	95	104,86	••••	

Figura 4.33. Catálogo tuercas industriales