

TRABAJO FIN DE GRADO

INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO DE SOPORTE PARA  
RESOLVER DESALINEADO DE  
GRÚAS RTG KONECRANE**

AUTOR:

JORGE GALÁN REDONDO

TUTOR:

CARLOS MIGUEL RUBIÓ SANVALERO



### **3. Pliego de condiciones**

#### **3.1. Objeto**

#### **3.2. Condiciones de los materiales**

- 3.2.1. Pieza conjunta Guide Rollers (haciendo referencia al plano 2.1)
- 3.2.2. Pieza del anclaje del Guide Rollers (haciendo referencia al plano 2.2)
- 3.2.3. Pieza de la base del soporte de los ejes (haciendo referencia al plano 2.3)
- 3.2.4. Pieza de ejes excéntricos (haciendo referencia al plano 2.4)
- 3.2.5. Pieza de la tapa de la base de los ejes (haciendo referencia al plano 2.5)
- 3.2.6. Pieza de las cartelas laterales (haciendo referencia al plano 2.6)
- 3.2.7. Pieza de placa base del soporte (haciendo referencia al plano 2.7)
- 3.2.8. Pieza de base del soporte (haciendo referencia al plano 2.8)
- 3.2.9. Pieza de la cartela del soporte (haciendo referencia al plano 2.9)
- 3.2.10. Pieza de la cartela salva-pies (sistema anti-atrapamiento) (haciendo referencia al plano 2.10)
- 3.2.11. Pieza de la tapeta de los ejes (haciendo referencia al plano 2.11)

#### **3.3. Condiciones de la ejecución**

#### **3.4. Pruebas y ajustes finales o de servicio**

### **3. Pliego de condiciones**

#### **3.1. Objetivo**

El presente pliego de condiciones tiene por objetivo definir las condiciones técnicas correspondientes al soporte diseñado para evitar el desalineado del carro con el raíl en grúas RTG Konecrane.

### 3.2. Condiciones de los materiales

Para la construcción de dicho soporte, se utilizan dos aceros similares, pero con diferentes propiedades mecánicas. Para todas las piezas del soporte, se utiliza un acero ST52 (S355), y para los ejes excéntricos un acero F-125.

Para el conjunto de piezas del soporte se opta por un acero ST52 por sus aplicaciones, estado de suministro, perfiles y composición media.

Este acero es un acero básico, soldable y con alto contenido en manganeso. Son suministradores ya laminados, forjados y calibrados (estirado, torneado y rectificado) lo que facilita la labor del operario a la hora de la fabricación y corte laser de la pieza.

Este acero es un acero al carbono, los cuales son aceros no aleados laminado en caliente cuyas propiedades dependen del contenido en carbono. Son adecuados para la fabricación de piezas base, estructurales y componentes que normalmente no requieren tratamiento térmico.

Este acero se compone de las siguientes características:

- Límite Elástico –  $355 \text{ N/mm}^2$
- Módulo de Rigidez –  $81000 \text{ N/mm}^2$
- Coeficiente de Poison –  $0.3$
- Coeficiente de Dilatación Térmica –  $12 \cdot 10^{-5} (\text{°C})^{-1}$
- Densidad –  $7850 \text{ kg/m}^3$
- Módulo Elástico –  $210000 \text{ N/mm}^2$

Es un producto metálico según NBE – EA/95 de la UNE – EN 10025-94

La lámina de acero S355 es un acero estructura de estándar europeo de alta resistencia y baja aleación cubriendo cuatro de las seis categorías dentro de la UNE – EN 10025-94. Con una resistencia mínima de  $344.72 \text{ N/mm}^2$ , cumple con los requisitos en propiedades químicas y físicas. Las piezas de este material pueden ser soldadas, antes del tratamiento de cementación o de carbonitruración sin tener ninguna precaución especial.

Las equivalencias de este acero según las diferentes normas son:

- UNE – F-1515
- DIN – 20Mn5
- STAND N° - 1,1133
- AFNOR – 20M5

Este acero se compone de: (%)

- $C < 0,2$
- $Mn < 1,60$
- $Si < 0,55$
- $P < 0,035$
- $S < 0,035$

Para los ejes excéntricos, se opta por un acero F-125 por sus componentes mecánicas ya que es el componente que mayores esfuerzos deberá soportar.

Este acero es un acero al cromo molibdeno para temple y revenido para la fabricación de piezas que tratadas deben de tener una gran resistencia ( $80/120 \text{ Kg/mm}^2$ ) y buena tenacidad como ejes, bielas, cilindros, rotores de turbinas... Admiten un temple superficial a la llama y por inducción, tiene soldabilidad limitada.

Este tipo de acero tiene una muy buena mecanización, y en el caso de oxicorte, precisa de estabilidad o recorrido posterior.

Las equivalencias de este acero según las diferentes normas son:

- UNE – F-1250
- DIN – 34CrMo4
- STAND N° - 1,7220
- AFNOR – 34CD4

Este acero se compone de: (%)

- $0,30 < C < 0,37$
- $0,60 < Mn < 0,90$
- $Si < 0,40$
- $P < 0,025$
- $S < 0,035$
- $0,90 < Cr < 1,20$
- $0,15 < Mo < 0,30$

### 3.2.1. Pieza conjunta Guide Rollers (haciendo referencia al plano 2.1)

En dicho plano podemos observar la configuración final de todas las piezas de la unidad. En ella marcamos los puntos de soldadura para la unión de las diferentes piezas a un mismo conjunto.

Se trata de una soldadura semi-automática en taller, la cual mantiene unas prestaciones mecánicas muy altas y acabado superficial sin desperfectos ni poros.

En dicha configuración final se puede observar el sistema anti-atrapamiento además de las aletas laterales y la disposición del eje en el interior del cajón.

Hemos mantenido la forma trapezoidal del diseño ya existente en las RTG Fantuzzi Noell Iberia debido a las dimensiones del carro y para así mantener el estudio de esfuerzos realizado por la empresa Fantuzzi Noell Iberia.

Por otra parte, se pensó en realizar los orificios a presentación para facilitar la instalación de dicho soporte al carro debido a su elevado peso.

### 3.2.2. Pieza del anclaje del Guide Rollers (haciendo referencia al plano 2.2)

Además de las piezas que componen el cuerpo del soporte, tuvimos que añadir un anclaje al carro, el cuál irá atornillado por la zona plana al soporte, y además, soldado a la estructura del carro.

En dicho anclaje, podemos diferenciar dos piezas, las cartelas, las cuales soportarán parte de los esfuerzos transmitidos desde los tornillos hasta el carro; y la base recta, también soldada al carro y útil además de para unir las dos cartelas, para unir el soporte a dichas cartelas con tornillería.

### 3.2.3. Pieza de la base del soporte de los ejes (haciendo referencia al plano 2.3)



El diseño de esta pieza fue uno de los más complejos debido a que es donde se ubican los ejes. Estos irán metidos en los dos orificios pasantes del cuerpo. Deben de entrar sin holgura ya que una pequeña holgura incrementaría los esfuerzos puntuales y reduciría su utilidad.

El escote central de 100mm de anchura ya que el raíl es de 80mm de anchura, por lo cual, al haber una distancia de 2,5mm por lado entre el rodillo y el raíl, creamos el escote de 100mm para que no pudiera colisionar con el lateral del escote.

Decidimos hacer un cuerpo de 430mm de anchura porque en él, debíamos dejar la distancia entre ejes, además de los 100mm de escote y un trozo entre el borde externo del eje y el final del cuerpo/base para así soportar mayores esfuerzos tangenciales.

#### 3.2.4. Pieza de ejes excéntricos (haciendo referencia al plano 2.4)

Para el eje excéntrico y con el fin de regular la separación entre el rodillo y el raíl, se ha utilizado un material de mayor dureza, el acero F-125, puesto que debe de soportar los esfuerzos que le transmiten los rodillos en contacto con el raíl.

El orificio pasante tanto horizontal como vertical son para la inyección y transporte de grasa hasta llegar a los rodillos, los cuales deberán de ser engrasados para no bloquearse o dañar su diseño.

La parte superior del eje sobresale del cuerpo e incluso de la tapa de dicho cuerpo para facilitar el mantenimiento de los ejes. El mantenimiento de los ejes el de variar la distancia de la excéntrica y ser más accesible para el engrase de los rodillos a través de los ejes.

#### 3.2.5. Pieza de la tapa de la base de los ejes (haciendo referencia al plano 2.5)

Esta pieza es la tapa de la base/cuerpo de los ejes. Se copian las dimensiones y distancias para poder atornillarla a la base. El agujero para el eje es del mismo diámetro que la parte superior del eje ya que, deberá de sobresalir para poder engrasar los ejes y rodillos sin necesidad de retirar la tapa.

La tapa tiene un espesor de 4mm ya que no tiene más función que la de evitar el que pueda entrar polvo o suciedad entre el cuerpo del bloque y el eje.

### 3.2.6. Pieza de las cartelas laterales (haciendo referencia al plano 2.6)

Las cartelas laterales de 430mm de altura y un cambio de 40mm en la parte superior a los 170mm de los últimos 100mm. Esta cartela lateral tiene la función de absorber esfuerzos transversales y repartir estos valores.

Se pensó en realizar un orificio de diámetro 60mm (ver plano 2.6) para el manejo, transporte y colocación del soporte en su lugar de trabajo. Este orificio es útil ya que, con ayuda de una eslinga, situará dicho soporte en su lugar y así facilitar la colocación debido a su elevado peso.

#### 3.2.7. Pieza de placa base del soporte (haciendo referencia al plano 2.7)

Esta es la pieza central, la pieza a la que el resto de piezas van soldadas. Esta pieza es la que irá atornillada al carro, por lo que une todo el soporte al carro.

La pieza se sujeta al carro mediante tornillería, y que, una vez en su lugar idóneo y con ayuda de un taladro magnético, son realizados los orificios y roscados al carro.

Se realiza un total de siete orificios, tres de ellos a la parte superior que serán atornillados a la pieza del plano "2.2 Anclaje Guide Rollers". Los otros cuatro orificios, y según marcados en la estructura del carro, se pasan a la placa base y se realizan a presentación.

Las cotas se toman tras un largo estudio y toma de medidas debido a que es un soporte que está en movimiento y no debe de colisionar con ningún dispositivo o imán de final de carrera a su paso.

Se pidieron todos los bordes y cantos con radio de 20mm para no tener cantos vivos con los que poder realizar daño físico.

### 3.2.8. Pieza de base del soporte (haciendo referencia al plano 2.8)

Esta pieza es la base que se atornilla del plano “2.2 Anclaje Guide Rollers”.

En ella se realizan tres orificios a presentación para atornillar dicha pieza a la parte superior de la base del soporte.

A presentación, realizar preparación de bordes inferiores para soldar dicha pieza a la parte superior del carro.

La anchura, de 330mm coincide con la anchura superior de la pieza “2.7 Placa base del soporte”.

### 3.2.9. Pieza de la cartela del soporte (haciendo referencia al plano 2.9)

Esta pieza tiene una altura de 95mm ya que viene colocada en la parte más alta del carro, a la altura del carro hasta la altura del soporte. (Mantenemos 15mm libres arriba de esta cartela para así tener un pequeño margen de error en la altura del soporte).

Contamos con una longitud de 204,54mm para mantener cierta inclinación, la cual permitirá distribuir los ejes aparte de mantener una forma estética.

A presentación, realizar la preparación de bordes para soldadura de esta pieza con la parte superior del carro.

3.2.10. Pieza de la cartela salva-pies (sistema anti-atrapamiento) (haciendo referencia al plano 2.10)

Las cartelas salva-pies (sistema anti-atrapamiento) se ha copiado del soporte ya existente en las RTG Konecrane.

Se trata de una cartela de 10mm de espesor que cubre la mayoría el hueco que queda libre entre el soporte y la ruda del carro. Esto evitará que el pie pueda quedar atrapado.

La punta se ha redondeado con un radio de 10mm para eliminar los cantos vivos y así evitar el que pueda clavarse.

#### 3.2.11. Pieza de la tapeta de los ejes (haciendo referencia al plano 2.11)



Esta pieza se pensó para fijar el rodillo al eje. Se trata de una pieza del mismo diámetro exterior al de la parte inferior del eje para así aguantar el peso del rodillo. Se pensaron varias opciones, pero esta es la forma más eficiente de soportar el rodillo en el sitio.

La tapeta lleva dos orificios, uno de diámetro 6mm para fijar la tapa al eje (unión hembra-macho) y situarlo en el punto exacto para, posteriormente, atornillarlo con el otro orificio de diámetro 12mm.

La tapeta tiene un espesor de 8mm ya que no es necesario más para no llegar a deformarse debido al peso que el rodillo ejerce directamente sobre la tapeta.

### 3.3. Condiciones de la ejecución

Para las piezas del soporte, quitado de los orificios tanto del cuerpo del soporte como los de los tornillos, son cortadas por láser.

El corte por láser es una técnica empleada para cortar piezas de chapa caracterizada en que su fuente de energía es un láser que concentra luz en una superficie de trabajo. Para poder evacuar el material cortado es necesario el aporte de un gas a presión como por ejemplo oxígeno, nitrógeno o argón.

Los cortes con láser brindan resultados altamente reproducibles con anchuras de ranuras angostas, mínimas zonas afectadas por el calor y prácticamente ninguna distorsión. El proceso es flexible, fácil de automatizar y ofrece altas velocidades de corte con excelente calidad, pues el láser tiene la capacidad de operar perfiles de corte muy complejos con radios de curvatura muy pequeños. Además, es una tecnología limpia, no contamina ni utiliza sustancias químicas. Los costes son altos, pero están bajando a medida que la tecnología de resonadores es menos costosa.

Las principales ventajas de este tipo de fabricación de piezas son que no es necesario disponer de matrices de corte y permiten un ajuste de la silueta. También se puede mencionar que el accionamiento es robotizado para poder mantener constante la distancia entre el electrodo y la superficie exterior de la pieza.

Los principales inconvenientes del corte por láser es que el procedimiento requiere una alta inversión en maquinaria y cuanto más conductor de calor sea el material, mayor dificultad para cortar. El láser afecta térmicamente al metal, aunque si la graduación es correcta, no deja rebaba. Las potencias habituales de corte con este método oscilan entre 3000 W y 5000 W.

Otras máquinas que se emplean para el mecanizado es el torno. El torno es empleado para el mecanizado del eje excéntrico.

Antes de empezar, se debe trazar con el compás de puntas ambas bases o caras frontales la circunferencia de excentricidad. El radio de estas circunferencias es igual a la excentricidad. La circunferencia puede también ser trazada con el gramil situado exactamente a la altura del centro. Los puntos de intersección de las líneas con las circunferencias de excentricidad son las posiciones que buscamos de los puntos de centrado. Ambas líneas horizontales deben de estar situadas en el mismo plano.

Por otra parte, se conoce como torneado excéntrico al torneado de partes dispuestas excéntricamente respecto a piezas redondas. Estos cuerpos excéntricos constan de dos o más

cilíndricas, cuyos ejes son rectas paralelas que guardan entre sí una cierta distancia. Esta magnitud se llama distancia entre ejes o excentricidad.

Para sujetar la pieza que se ha de torneear excéntricamente, se utilizan en muchos casos platos excéntricos. La excentricidad puede muchas veces ajustarse por medios de una escala graduada dispuesta en el plato. Lo mismo que con todos los trabajos realizados con el plato de sujeción, se evita aquí el trazado, el graneteado y el centrado.

Muchos cuerpos excéntricos se mecanizan en el plato de torno o en un plato de cuatro mordazas.

A veces se sujetan también los cuerpos excéntricos en el plato ordinario de tres mordazas. La excentricidad, o distancia entre ejes, puede quedar determinada a este efecto mediante sujeción de una pieza intermedia, o pieza de distancia, entre la pieza y una de las mordazas.

### 3.4. Pruebas y ajustes finales o de servicio

A continuación, se adjuntan los pasos seguidos en la instalación del soporte en el carro, así como también las modificaciones realizadas y los puntos a tener en cuenta:

- 3.4.1. Abrir la excéntrica de los ejes antes de subir el soporte.
- 3.4.2. Posicionar el carro en el punto más favorable centrando el carro al raíl.



- 3.4.3. Retirar el soporte de serie de las grúas.



- 3.4.4. Realizar escote en pasarela junto a soporte.

DELANTE: A 390mm del final derecho escote de 210mm x 40mm;

DETRÁS: A 370mm del final izquierdo escote de 240mm x 40mm



3.4.5. Preparar superficie para soldadura de cartelas.



3.4.6. Preparar los bordes para rellenar de soldadura.



3.4.7. Cuadrar la cartela al punto más favorable.



3.4.8. Con gatos, posicionar el soporte a la cartela.





3.4.9. A presentación, realizar orificios pasantes entre la cartela y el soporte (orificios pasantes entre cartela y soporte a presentación para cuadrarlo en el sitio).



3.4.10. Una vez colocado en el sitio y atornillado, ajustar la excéntrica a 2,5mm del raíl por ambos lados.



3.4.11. A presentación, realizar orificios pasantes entre la cartela y el soporte.





- 3.4.12. Posicionar el imán de paso lento de principio de carrera a 30mm aproximadamente más alejado del raíl por interferencia con el soporte.



- 3.4.13. Posicionar el imán del brazo del carro con la misma separación que el imán anclado al suelo.



- 3.4.14. En final de carrera, comprobar la cota entre el escote y la altura de la rampa de final de carrera.



- 3.4.15. Añadir una prolongación al soporte del lado izquierdo para que en caso de impacto solo llegue a tocar ese lado y así no añadirle el bloque de goma al soporte fabricado (esto molestaría a la hora del mantenimiento del mismo, tanto el regular la excéntrica como cambiar los ejes o rodillos).