

Hablar de seguridad –o Fabricar con seguridad

Filosofía en el diseño de los cáncamos rotatorios (RLP)

Artículo técnico de Lars Fredriksson, Gunnebo Industrier AB



INTRODUCCIÓN

En la industria aeronáutica la aplicación de la seguridad ha estado siempre en el tope de todas las prioridades.

Se aplica no solamente en el funcionamiento de todos los componentes como en la interacción de sistemas completos de la maquinaria.

Incluso también en la interacción entre el hombre y la máquina.

Esta amplia perspectiva significa:

El sistema antro-po-mecánico debe tener un mecanismo así mismo corrector incorporado o disponer de características que posibiliten el "perdón", en caso de que el operador o un componente particular en el sistema falle.

Esa filosofía de diseño esta presente en grado máximo y aplicado al cáncamo de elevación de Gunnebo rotatorio (RLP).

El sistema antro-po-mecánico para este producto consiste en tres partes:

- los elementos del RLP
- objeto conectable (área roscada del agujero con la materia prima y la superficie de contacto)
- operador de la eslinga

La meta fundamental del diseño

El objetivo primario para la seguridad mejorada con RLP (y otros cáncamos giratorios) contra el perno de argolla rígida clásica y problemático es por lo tanto reducir o eliminar totalmente la tensión material a partir del momento de flexión en el eje del tornillo en la entrada del agujero del tornillo al levantar en cualquier dirección. Esto se alcanzada por una combinación de las funciones de articulación que giran sobre un eje para acortar la palanca-brazo del momento de flexión a un mínimo. *El momento de flexión menor generado, mejor es el diseño.*

Meta secundaria del diseño

Para compensar el momento de flexión que daña debido al diseño no-ideal del cáncamo de elevación, debe haber un contacto perfecto entre el apoyo del cáncamo de elevación y el metal soporte para prevenir el momento de flexión de transferencia del tornillo en el orificio de entrada.

Los riesgos y los peligros sin embargo, incluso con un buen contacto, son condicionales por las medidas cuidadosas que sean tomadas para la interacción entre el cáncamo de elevación, tipo de metal y el operador que apareja.

Los riesgos siguientes son particularmente relevantes:

--- *fricción estática* escasa entre el apoyo y el metal soporte (suavidad, tratamiento superficial, pintura, grasa etc).

No debe haber movimiento entre el apoyo y el metal soporte, una vez que se apriete el tornillo.

--- dureza incorrecta del *metal soporte*.

El metal soporte no irá adentro ni deformará en cualquier dirección debido a su poca dureza.

--- oblicuidad incorrecta (90 grados.) de la superficie de contacto del soporte contra eje.

La oblicuidad no perfecta da lugar a la tensión de flexión adicional, que puede causar un evento cuando está agregada a la tensión de flexión básica.

--- esfuerzo de torsión de ajuste incorrecto aplicado por el instalador (o por debajo o apretando demasiado). Esto puede acontecer por error humano inevitable o usando las herramientas de apriete no correctas.

--- fricción dinámica que varía entre las piezas estáticas y las piezas que dan vuelta al apretar (presencia de grasa, de polvo, de arena o de otra contaminación). Esto dará lugar a una fluctuación axial para tirar adentro el tornillo con el esfuerzo del par de apriete y de la presión que se estabiliza y varía entre el apoyo y el metal soporte.

Las recomendaciones detalladas del usuario para los factores antedichos, del modo que varían, son dadas por los fabricantes de los cáncamos de elevación. Pero la responsabilidad y el control, que las recomendaciones sean aplicadas para el uso seguro del cáncamo de elevación y que todos los riesgos han sido tomados en consideración pertenece enteramente al usuario. Y cuanto más alto es el momento de flexión que daña, más alto será el riesgo del evento, si los peligros antedichos no son completamente controlados.

Análisis y comparación del momento de flexión para algunos diversos tipos de cáncamos de elevación.

En primer lugar, para reducir el momento de flexión (y de tal modo reducir al mínimo o eliminar los peligros secundarios) es condición al éxito del fabricante (o a su falta) en diseñar la construcción de un cáncamo de elevación con las mejores características posibles de seguridad en uso práctico.

La línea ideal de la fuerza que tira, que no da ningún momento de flexión agregado, pasa a través del punto de centro de la entrada del agujero del hilo de rosca (= al punto ideal). La palanca-brazo (a), (= distancia de ángulo recto de la línea de la fuerza al punto ideal) mientras que el cociente del diámetro del hilo de rosca (d) se define como el factor del momento de flexión (BMF) y es proporcional a la tensión de flexión generada en el tornillo en caso de que no se apriete correctamente. Pues comparando diversos tipos de cáncamos de elevación para el valor de BMF con el mismo diámetro del tornillo y fuerza de elevación, dará la graduación verdadera de cómo son eficaces los diseños del cáncamo de elevación para eliminar la creación de las tensiones de flexión que dañan en el hilo de rosca. Y ésta debe ser la prioridad nº 1, para sustituir el perno clásico de ojo (DIN 580) por los cáncamos de elevación de articulación.

Fórmula del momento de flexión:

Se considera el BM = momento de flexión,

F = fuerza de elevación,

a = palanca-brazo,

d = el diámetro del hilo de rosca,

BMF = factor del momento de flexión

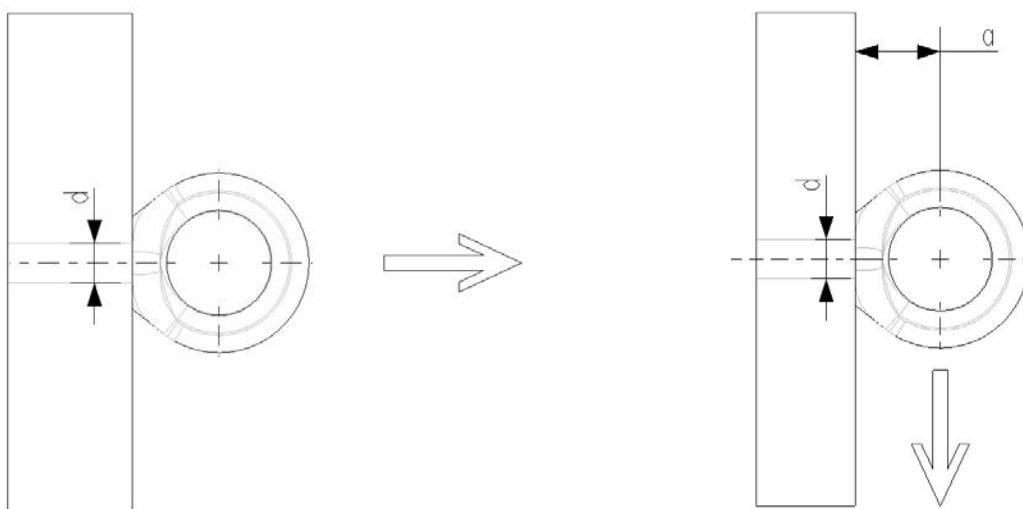
$$BM = F \times a = F \times BMF \times d$$

$$BMF = a/d$$

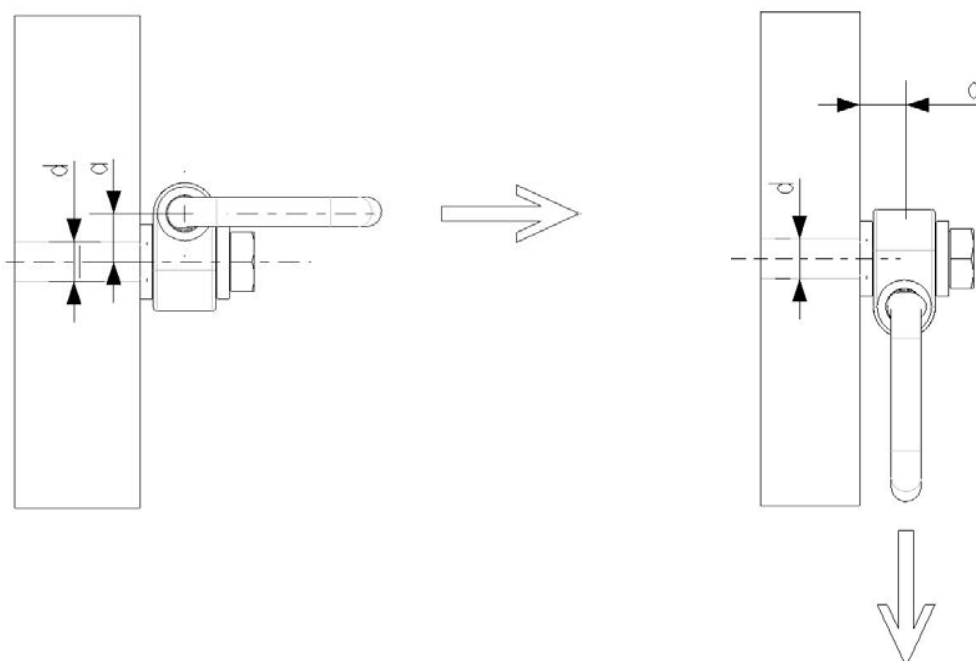
las direcciones de la fuerza 0 grados y 90 grados, donde se genera el momento de flexión máximo. Para el DIN 580 hemos analizado a 90 grados, incluso si eso se prohíbe en el estándar debido al riesgo de la fractura.

Los tipos siguientes de cáncamos de elevación se están comparando:

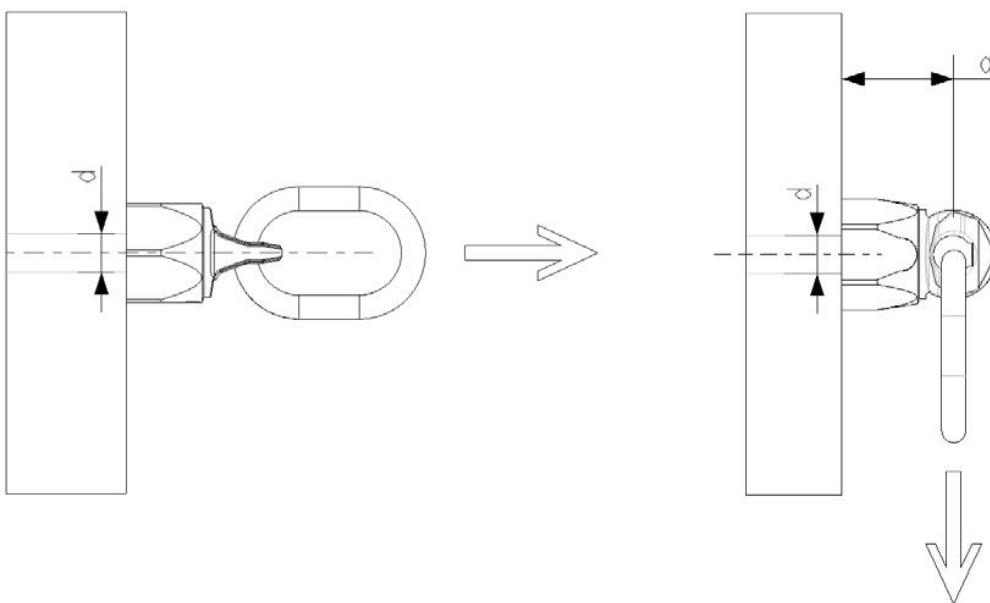
1. Cáncamo clásico- DIN 580



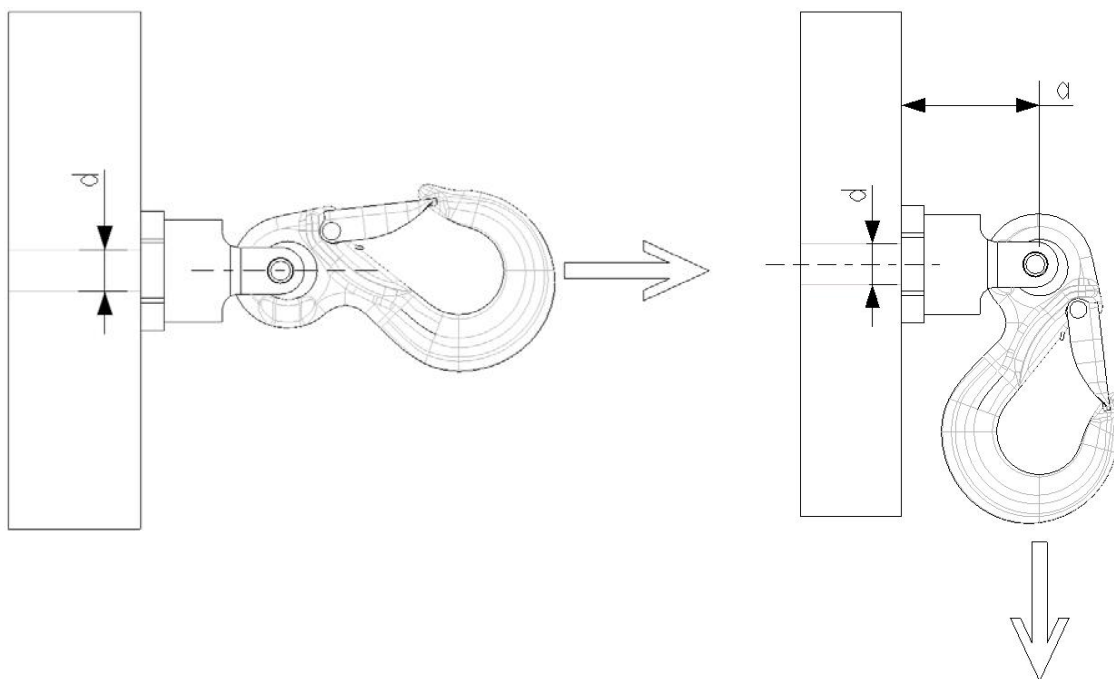
2. Cáncamo descentrado con anilla



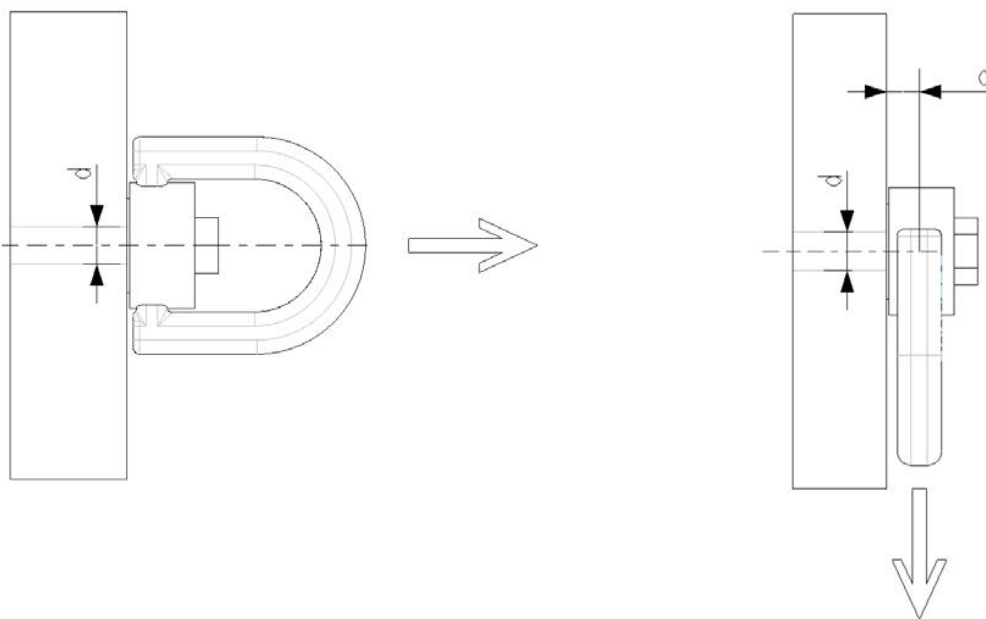
3. Cáncamo rígido y eslabón giratorio con acoplamiento oval



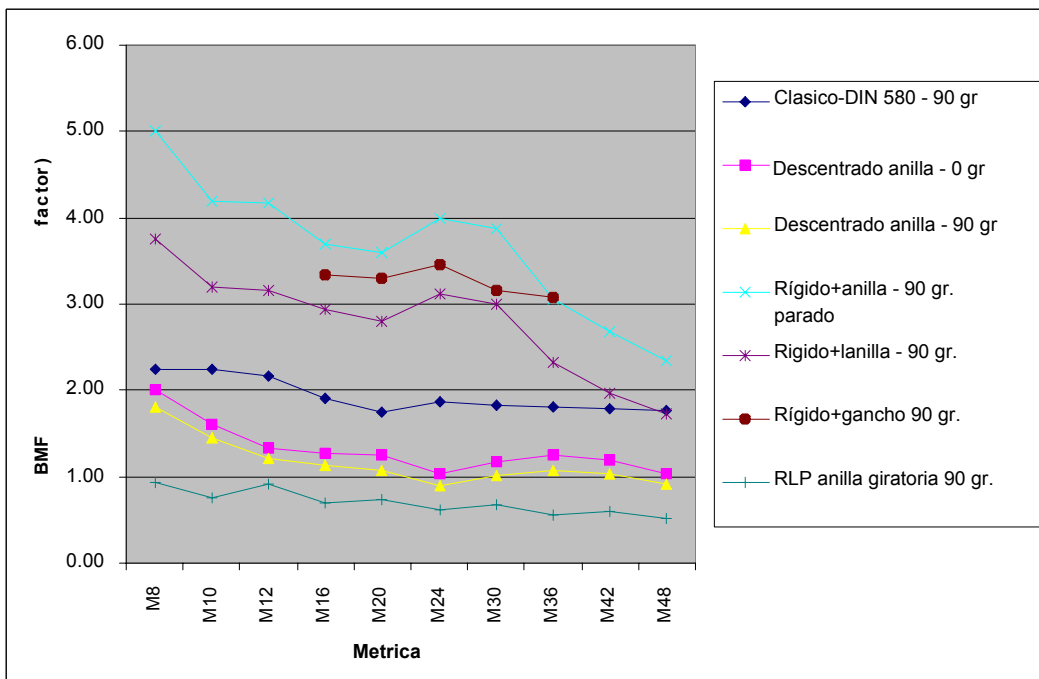
4. Cáncamo rígido y eslabón giratorio con gancho y pestaña



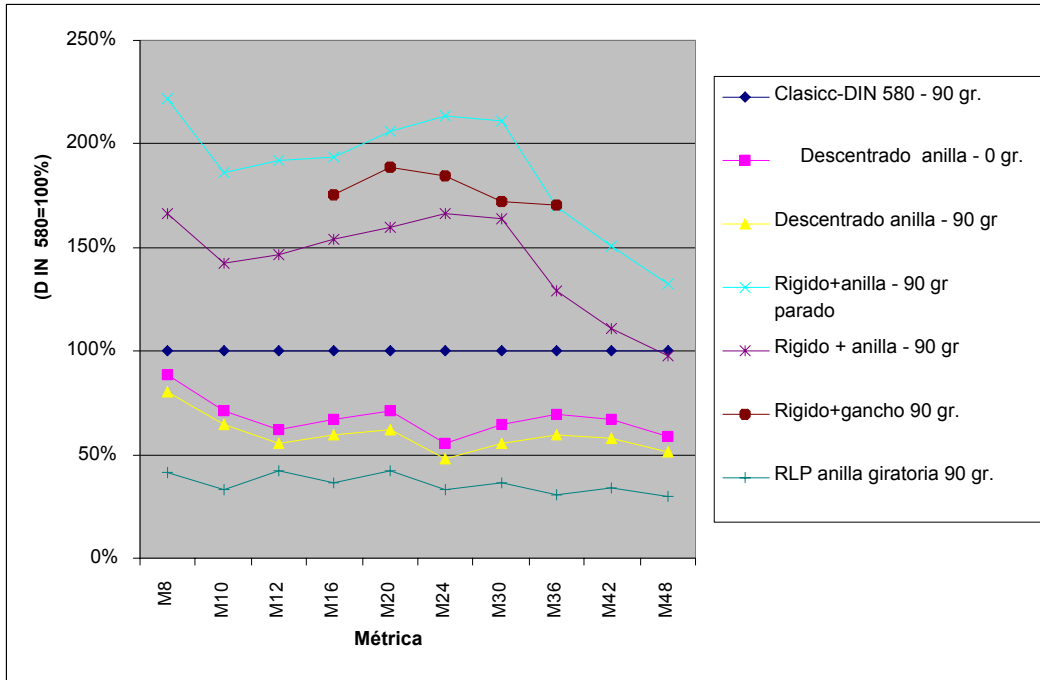
5. Cáncamo RLP, desmontable, 3D



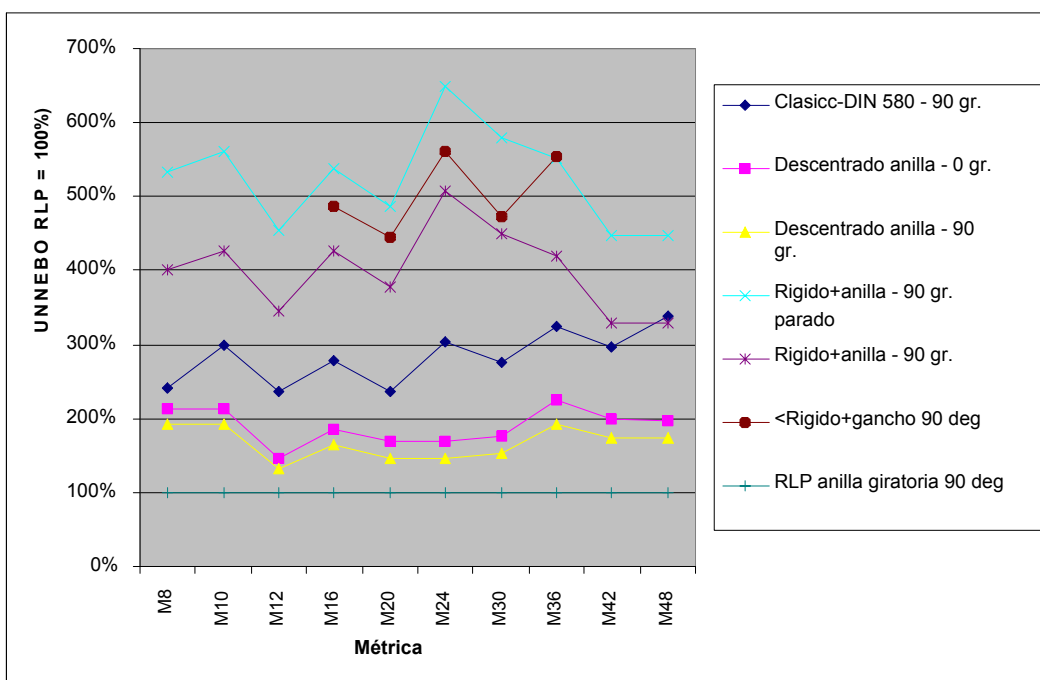
El diagrama 1 muestra los valores BMF para los diferentes cáncamos, y compara directamente entre los diversos puntos de elevación cuánto el momento de flexión se crea en un tornillo aflojado.



El diagrama 2 muestra el porcentaje de cambio del momento de flexión comparado con el clásico DIN 580 (=100%).

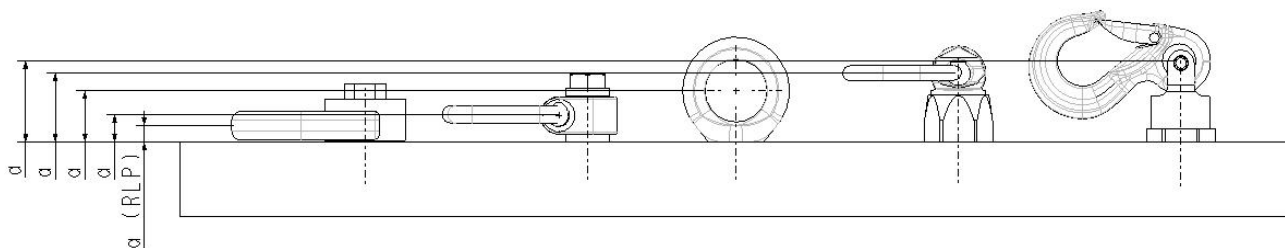


El Diagrama 3 muestra el porcentaje de cambio del momento de flexión comparado con el cáncamo RLP con el menor factor (=100%)



Conclusión.

Comparado el DIN clásico 580 con perno y argolla que será reemplazado por los cáncamos de elevación desarrollados actualmente. el tipo 2 da una disminución, es decir una mejora, con % de aprox. 10 - 40 del momento de flexión que daña con el tornillo incorrectamente apretado; el tipo 3 da el aumento, es decir un deterioro, con % de aprox. 30 - 120, el tipo 4 da un aumento con % de aprox. 70 - 80 , mientras que el tipo 5 - el Gunnebo RLP - da una reducción, es decir mejora con % de aprox. 60 - 70 por lo que los RLP son por lo menos dos veces mejor que el segundo mejor, el tipo 2

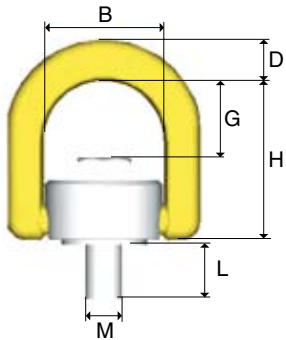


Luego según el diagrama 1 un diseño genuino bueno para este tipo de producto no tendrá un factor del momento de flexión - BMF - más arriba de 1, es decir el brazo de palanca en ninguna dirección será más largo que el diámetro correspondiente del hilo de rosca.

Esta regla es fácil de comprobar y debe ser aplicada, cuando los productos de este tipo se seleccionan para la instalación y deben tener buena precaución contra los pernos doblados y quebrados.

Esto es la verdadera semblanza de la filosofía de Gunnebo, tomado de la industria aeronáutica, de la seguridad de vuelo , a la seguridad de los productos de elevación , donde las consecuencias de un error, ej. tornillo incorrectamente apretado por el instalador, serán atenuadas y no empeoradas con el uso de un producto RLP.

*) Dibujos y fotos muestra el principal tipo de diseño y no se refiere a ningún fabricante en particular. Los ejemplos y dimensiones se basan en catálogos publicados por estos fabricantes



Rotating Lifting Point, RLP

Code	WLL Tonnes*	L	M	B	D	G	H	Weight kgs
RLP M8-10**	0,3	15	M8	42	12	35	60	0,3
RLP M10-10**	0,5	20	M10	42	12	34	60	0,3
RLP M12-10**	0,75	19	M12	57	19	46	85	0,9
RLP M16-10**	1,5	24	M16	57	19	44	85	0,9
RLP M20-10**	2,5	32	M20	83	28	56	111	2,8
RLP M24-10	3,5	37	M24	83	28	53	111	2,8
RLP M30-10	6	49	M30	114	34	69	144	7,0
RLP M36-10	8	61	M36	114	34	65	144	7,3
RLP M42-10	14	65	M42	149	40	90	185	14,0
RLP M48-10	16	75	M48	149	40	86	185	14,9

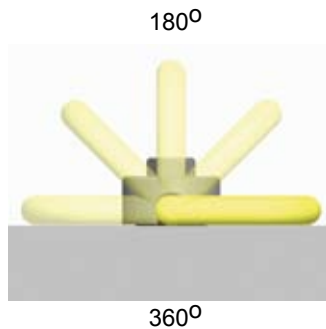


*Safety factor 4:1

Straight pull gives a higher WLL, see table below.

Longer bolt can be supplied on special request.

**Available in UNC thread; 5/16", 3/8", 7/16", 5/8", 3/4".



Working Load Limits (tonnes)

No. of legs	1	1	2	2	2 symmetric		3 and 4 symmetric	
β	0°	90°	0°	90°	0-45°	45-60°	0-45°	45-60°
Load factor	*)	1	*)	2	1,4	1	2,1	1,5
RLP-M 8-10	0,60	0,30	1,20	0,60	0,42	0,30	0,63	0,45
RLP-M10-10	1,00	0,50	2,00	1,00	0,70	0,50	1,05	0,75
RLP-M12-10	1,50	0,75	3,00	1,50	1,00	0,75	1,60	1,13
RLP-M16-10	3,00	1,50	6,00	3,00	2,10	1,50	3,15	2,25
RLP-M20-10	5,00	2,50	10,00	5,00	3,50	2,50	5,25	3,75
RLP-M24-10	7,00	3,50	14,00	7,00	4,90	3,50	7,35	5,25
RLP-M30-10	12,00	6,00	24,00	12,00	8,40	6,00	12,60	9,00
RLP-M36-10	14,00	8,00	28,00	16,00	11,20	8,00	16,80	12,00
RLP-M42-10	16,00	14,00	32,00	28,00	19,60	14,00	29,40	21,00
RLP-M48-10	20,00	16,00	40,00	32,00	22,40	16,00	33,60	24,00

RLP- Rotating Lifting Point, Grade 10

The patented new design of the RLP makes it suitable also in applications where a conventional Lifting point would not be fully adequate. Intended to be used as a Lifting point, Lashing point or Towing attachment.

- Dismountable open D-ring. Enables assembly of roundsling, master link, link or hook directly onto the RLP.
- Hexagon-headed screw for easy assembly/disassembly by means of an ordinary wrench.
- RLP can rotate 360° and articulate 180°.
- Forged in Grade 10 material permits higher WLL than Grade 8 and DIN 580 eyebolts.

*) Provided only axial loading takes place, i.e. no bending force applied in the direction of the thread.