

# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

## FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD  
CATÓLICA**  
DEL PERÚ

### DISEÑO DE UNA HORQUILLA ESTIBADORA ACOPLABLE A UN TRACTOR AGRÍCOLA, CON CAPACIDAD PARA CARGAR 1500 kg

#### ANEXOS

Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico,

que presenta el bachiller:

**JOSÉ ANTONIO CÓRDOVA CARLOS**

**ASESOR: VICTOR GIRÓN MEDINA**

**Lima, Mayo del 2016**

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1:** Lista de exigencias
- Anexo 2:** Propiedades mecánicas del acero ASTM A588 (Chronit T-1 400)
- Anexo 3:** Propiedades mecánicas del acero C45 (AISI 1045)
- Anexo 4:** Características y propiedades mecánicas del electrodo Bohler UTP 6020
- Anexo 5:** Factor de carga estática ( $v$ ) para soldadura
- Anexo 6:** Espesor del cordón mínimo en función del espesor a soldar
- Anexo 7:** Catálogo de rodamiento combinados marca CR con axial ajustable por eje excentrico para perfil tipo “I” estandar
- Anexo 8:** Catálogo del perfil guia tipo “I” estandar marca CR
- Anexo 9:** Detalles del acero St52.3
- Anexo 10:** Propiedades mecánicas del acero ASTM A36
- Anexo 11:** Catalogo de poleas y cadenas marca CR para ejecución a bolas
- Anexo 12:** Catálogo del perfil guia tipo “U” estandar marca CR
- Anexo 13:** Características geométricas del perfil rectangular ASTM A500
- Anexo 14:** Características del cilindro hidraulico Prince F300480ABAAA07B
- Anexo 15:** Características geométricas del cilindro hidraulico con regulación para tercer punto marca Ferruz con presión de trabajo de 3000 PSI
- Anexo 16:** Características de operación y geométricas de la válvula Prince RD5200
- Anexo 17:** Mangueras hidráulicas para conexión entre
- Anexo 18:** Ejemplo de Calculo y dimensionamiento del cordón de soldadura en las uniones de la maquina
- Anexo 19:** Características del electrodo AWS A5.1 E7018
- Anexo 20:** Características del electrodo AWS A5.1 E7016
- Anexo 21:** Características del electrodo AWS A5.1 E7018.1
- Anexo 22:** Características geométricas y de diseño de Acople de bloqueo o manguito de fijación marca CGR
- Anexo 23:** Coeficiente de fricción del acero
- Anexo 24:** Extracto de catalogo para cáncamo universal roscado para cadena
- Anexo 25:** Acoplamientos hidráulicos para conexiones entre cilindros hidráulicos, puertos hidráulicos de tractor y válvula de control
- Anexo 26:** Pasador centro eje para fijación de eje de polea y eje de conexión a las rótulas del tractor
- Anexo 27:** Procedimiento de simulación en aplicación Simulation de SolidWorks

## ANEXOS:

## Anexo 1: Lista de exigencias

LISTA DE EXIGENCIAS		Edición: Revisión E
Proyecto	Diseño de una horquilla estibadora acoplada a un tractor agrícola.	Fecha: 20/10/2015
		Revisado: Ing. Víctor Girón
Cliente	PUCP	Elaborado: José Córdova
Fecha: (cambios)	Deseo o exigencias	Descripción
25/08/2015	Exigencia	<b>FUNCIÓN PRINCIPAL:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El equipo de carga a diseñar levantara los pallets con contenido de frutas, granos, abono, y demás productos agrícolas directamente del suelo para su posterior desplazamiento y descarga del contenido.</li> <li>• Deberá permitir un levantamiento continuo de los pallets y trabajar por intervalos de tiempo medianos.</li> <li>• La capacidad de carga de la horquilla deberá ser de 1500kg con una altura de elevación de 2.4 metros sobre el nivel del suelo como mínimo</li> </ul>
25/08/2015	Exigencia	<b>SEGURIDAD:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El funcionamiento de la máquina no pondrá bajo ningún riesgo al operario.</li> <li>• Se respetará una distancia entre la herramienta de trabajo y la posición del operario.</li> <li>• El ruido y otras emisiones del equipo no afectarán la integridad física del operario.</li> </ul>
25/08/2015	Exigencia	<b>MANIOBRABILIDAD:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La máquina deberá proporcionar facilidades al operario para direccionarla y desplazarla sin necesidad de ejercer grandes esfuerzos por parte de este.</li> </ul>
25/08/2015	Exigencia	<b>USUARIO OBJETIVO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El diseño de la máquina está planteado para uso de pequeños y medianos agricultores del Perú.</li> </ul>
25/08/2015	Deseo	<b>SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para la parte motriz (tractor) se empleara un combustible y un equipo que tenga bajas emisiones de gases y deberá realizar una combustión completa.</li> <li>• No habrá derrames de ningún material contaminante sobre el campo de cultivo.</li> </ul>
25/08/2015	Exigencia	<b>ERGONOMÍA:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La ubicación de los accionamientos manuales (como palancas, manubrios, etc.) deberán brindarle al operario la suficiente comodidad para la maniobra de la máquina.</li> <li>• Las dimensiones de la máquina estarán condicionadas para una altura promedio del operario.</li> </ul>

25/08/2015	Deseo	<b>CARGA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durante el proceso se tratará en lo posible de no dañar el producto levantado, del mismo modo con los lugares aledaños al área de trabajo.</li> </ul>
25/08/2015	Exigencia	<b>ENERGÍA:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La potencia de entrada a la horquilla será a través de un sistema hidráulico proveniente del tractor al cual esta acoplado, luego se transformarán en potencia mecánica mediante pistones para que se realice posteriormente el proceso de levantamiento de cargas</li> </ul>
25/08/2015	Deseo	<b>FABRICACIÓN:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La fabricación y montaje de la máquina deberá ser posible en talleres de fabricación locales y se deberá facilitar toda la información necesaria para realizar dicha tarea (Planos de ensamble y despiece)</li> <li>• En el diseño se deberá contemplar que el ensamblaje de las piezas sea lo más óptimo posible.</li> <li>• Además los elementos que puedan solicitarse deberán ser de buena disponibilidad comercial (adquiribles por medios nacionales) y económicos sin comprometer el diseño.</li> </ul>
25/08/2015	Deseo	<b>ADAPTABILIDAD:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El acople del dispositivo al tractor se diseñara de acuerdo al estándar dimensional para acopladores hidráulicos cilíndricos para tractores agrícolas (Norma SAE J1036)</li> </ul>
25/08/2015	Exigencia	<b>DISEÑO MODULAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El diseño de la máquina será modular pues será posible el recambio de partes sin afectar partes aledañas ni la estructura de la máquina.</li> </ul>
25/08/2015	Deseo	<b>MANTENIMIENTO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deberá realizar mantenimiento con frecuencia al sistema hidráulico y demás partes de la máquina.</li> <li>• Se considerará el aspecto corrosivo de la humedad del suelo agrícola y del clima de la sierra, para la frecuencia y protocolo de mantenimiento del resto de la máquina.</li> </ul>
25/08/2015	Deseo	<b>CICLO DE TRABAJO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La máquina podrá trabajar durante largos periodos de tiempo sin interrupciones</li> </ul>

**Anexo 2: Propiedades mecánicas del acero ASTM A588 (Chronit T-1 400 en aceros Bohler del Perú).**

**CHRONIT T-1 400 Y CHRONIT T-1 500  
PLANCHAS ANTIDESGASTE**

W N° : 1.8721

Tipo de aleación : C - Si - Mn - Mo - Ni - Cr - V - Nb - B.  
Los porcentajes de estos elementos de aleación varían según el espesor y la dureza de las planchas.

Forma de suministro : planchas espesores de 1/4" a 4"

Tolerancias de espesor : Según EN 10029, clase A.

**Plancha aleada de gran resistencia al desgaste por abrasión, impacto y deslizamiento.**

APLICACIONES: Para elementos de movimiento de tierra, minerales y materiales abrasivos tales como tolvas de volquetes, cucharas de máquinas cargadoras, tornamesa para tracto camiones, etc. (ver pág. 33)

Para blindaje contra balas de armas de mano comerciales, elementos de máquinas trituradoras, chancadoras y prensas de chatarra, base para matrices de alto rendimiento. Además en todas las construcciones soldadas que requieren alta resistencia y una buena tenacidad a bajas temperaturas, tales como tanques de presión.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	CHRONIT T-1 400	CHRONIT T-1 500
Dureza suministro	360 - 440 HB	450 - 530 HB
Resistencia a la tracción	1300 N/mm <sup>2</sup>	1650 N/mm <sup>2</sup>
Límite de fluencia	1000 N/mm <sup>2</sup>	1300 N/mm <sup>2</sup>
Elongación (Lo = 5,65 <sub>s</sub> So)	12%	8%
Tenacidad (longitudinal)	30J (-40° C)	25J (-20° C)

**MECANIZADO :**

Corte por oxiacetileno: No presenta dificultades; hasta espesores de 25 mm pre-calentar a 60 °C y mayores a 150 °C.

Soldar: Use procedimientos bajos en hidrógeno, los electrodos deben estar completamente secos. La plancha debe estar seca y libre de aceites o grasas. Precalentar a 150 - 250 °C, remover la escoria entre cada pase (Martillando), electrodos recomendables BÖHLER- UTP 6020, UTP 65.

Conformación en caliente:

Temperatura : máx. 300 °C por corto tiempo.

Radio de doblado mínimo : espesor x 3

**Conformación en frío:**

Línea de doblado	Transversal	Longitudinal
Radio de doblado mínimo: espesor x	4	5
Luz entre dados mínimo: espesor x	10	5

Los valores son válidos para ángulos de doblado 90° y tiempo de deformación mayor a 2 segundos. El esmerilado de los filos cortados (llama o cizalla) es recomendable para evitar rajaduras.

**Anexo 3: Propiedades mecánicas del acero C45 (AISI 1045)**
**C 45 (2 C45)**

Equivalencias DIN: C 45 W.N.: 1.1191 AISI: 1045

**Composición química**

%C	%Si	%Mn	%Ni	%Cr	%Mo	%S	%P
0.42	-	0.50	-	-	-	0.02	-
0.50	≤0.40	0.80	≤0.40	≤0.40	≤0.10	0.04	≤0.030

Estado de suministro	Sin tratamiento térmico.
Dureza de Suministro	207 HB máx.
Colores de Identificación	Azul – Amarillo – Verde
Formato	Barras redondas y planchas

**Características**

Superior a los aceros de fabricación nacional debido a su control de calidad. Acero utilizable: tratado, recocido o templado superficialmente.

**Aplicaciones**

Coronas de arranque, catalinas, ejes transmisores de baja carga, árboles de transmisión, pernos, tuercas, ganchos, pines de sujeción, pasadores, cuñas, chavetas, arandelas, portamatrices, pernos.


**Soldadura**

Soldable con procedimiento.  
 Cualquier consulta comunicarse con el Departamento Técnico de SOLDEX S.A.

**Propiedades Mecánicas**

Resistencia a la tracción, Rm	640 Mpa
Límite Elástico, Rp 0,2	340 Mpa
Reducción de área, Z	40%
Elongación, A	20%

**Propiedades Físicas**

Temperatura	20°C	200°C	400°C
Densidad kg/m <sup>3</sup>	7870	7820	4450
Expansión térmica (10 <sup>-6</sup> /°C)	-	12	13,5
Modulo de elasticidad Gpa	195	193	177
Conductividad térmica W/m·°C	-	40	41

**Anexo 4: Características y propiedades mecánicas del electrodo Bohler UTP 6020**

Especificación  
AWS A5.5 : E11018M

**UTP**

**6020**

Electrodo con bajo contenido de hidrógeno con alta resistencia a la tracción (800MPa).

**Campo de aplicación**

UTP 6020 se recomienda para la construcción y reparación de aceros de grano fino, bonificados, con una resistencia a la tracción de 780-860 MPa. También se pueden soldar aceros de baja aleación. Se puede emplear en aceros que se endurecen por trabajo en frío. En la construcción de puentes, tuberías, tanques esféricos para gas licuado, así como instalaciones con temperaturas de operación hasta -40°C.

**Características**

UTP 6020 se aplica fácilmente en todas las posiciones, excepto vertical descendente. Fácil separación de la escoria. Depósito tenaz y a prueba de grietas. La punta de encendido del electrodo ayuda a la eliminación de poros en el inicio del arco. Rendimiento 115%.

**Propiedades mecánicas del depósito**

Resistencia a la tracción MPa	Límite de cedencia (0.02%) MPa	Alargamiento (l = 4d) %	Tenacidad Charpy en V Joules (J) (-50°C)
> 690	610 - 690	> 20	> 20

**Análisis estándar del depósito (% en peso)**

C	Si	Mo	Mn	Ni	Cr	V
<0,10	<0,60	0,75 - 1,70	0,25 - 0,50	1,40 - 2,10	<0,35	<0,05

**Instrucciones para soldar**

Mantener el arco corto. La oscilación del electrodo no debe ser mayor a dos veces el diámetro del núcleo. Utilice sólo electrodos secos. Electrodos húmedos por haber estado expuestos al ambiente, se deben secar a una temperatura entre 250 y 300°C de 2 a 3 h.

**Pre calentamiento**

Aceros de grano fino bonificados, se deben precalentar a una temperatura mínima de 100°C, siempre y cuando el espesor de la placa sea entre 10-15 mm. En espesores mayores y con contenido de carbono > 0,25% se recomienda precalentar a una temperatura de 250°C.

**Tratamiento Térmico**

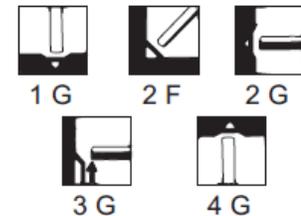
Si hubiera necesidad de llevar a cabo un tratamiento térmico posterior a la soldadura, éste se debe hacer de acuerdo a los requerimientos del material base al cual se soldó.

**Tipos de corriente: ( = + )**

**Parámetros recomendados**

Electrodos	Ø x L (mm)	3,2 x 350	4,0 x 450	5,0 x 450
Amperaje	(A)	100 – 140	140 – 180	190 – 220

**POSICIÓN DE SOLDADURAS**



**Anexo 5:** Factor de carga estática ( $v$ ) para soldadura. Según Maschinenelemente 1 / Gustav Niemann / Springer-Verlag

TIPO DE UNIÓN	ESFUERZO	$v$
A tope	Tracción	1,0
	Compresión	1,0
	Flexión	1,0
	Corte	0,8
En ángulo	Todos	0,8

Factor de calidad de unión ( $v_2$ ). Según Maschinenelemente 1 / Gustav Niemann / Springer-Verlag

CALIDAD	$v_2$
I	1,0
II	0,8
III	0,5

Guía para determinar la calidad de la unión según según DIN 1912. Tomado de Apuntes de elementos de máquinas 2. Material de enseñanza. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. PUCP Virtual

		Calidad		
		I	II	III
Material	Garantizado para soldar	•	•	•
Preparación	Dirigida por especialista	•	•	•
	Vigilada	•	•	
Método de soldadura	Seleccionado de acuerdo con las propiedades del material, el espesor de las piezas y las cargas de la unión soldada.	•	•	•
Material de aporte	Seleccionado de acuerdo al material base	•	•	•
	Selección verificada y garantizada.	•	•	
Personal	Soldador calificado con supervisión en su Trabajo	•	•	
Verificación	Comprobación de ausencia de fallas (ultrasonido, rayos x, etc.)	•		

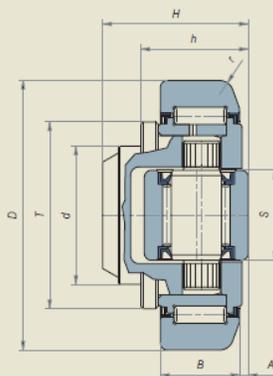
**Anexo 6:** Espesor del cordón mínimo en función del espesor a soldar. Tomado de Apuntes de elementos de máquinas 2. Material de enseñanza. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. PUCP Virtual

t (mm)	a <sub>min</sub> (mm)
4,0 a 7,0	2,5
7,1 a 8,4	3,0
8,5 a 9,9	3,5
10,0 a 12,0	4,0
12,1 a 13,4	4,5
13,5 a 15,5	5,0
15,6 a 18,3	5,5
18,4 a 21,2	6,0
21,3 a 24,0	6,5
24,1 a 26,8	7,0
26,9 a 31,1	7,5
31,2 a 36,0	8,0

Ref. Eurocódigo

**Anexo 7:** Catálogo de rodamiento combinados marca CR con axial ajustable por eje excéntrico para perfil tipo "I" estándar

**RODAMIENTOS COMBINADOS PARA PERFIL TIPO "I" ESTÁNDAR**



Los rodamientos combinados adaptados para los perfiles tipo "I" mantienen características comunes. Este tipo de rodamientos son generalmente utilizados por los fabricantes de mástiles para carretillas elevadoras.

C.R. Ref.	d	T	D	H	h	B	A	S	r	C	C <sub>0</sub>	C <sub>a</sub>	C <sub>0a</sub>	Ø a petición	PERFIL
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	KN	KN	KN	KN	mm	
400-0055 / 1	35	48	70,1	40	30,5	23	2,5	22	4	45,5	51	14	13	70,4 / 70,7	3018
400-0057	40	53	77,7	40,7	29	23	3	26	4	48	56,8	18	18	78,1 / 78,5	3019
400-0075	40	53	77,7	45	34	23	7	21	4	48	56,8	14	14	78,1 / 78,5	3019
400-0457	40	54	77,7	40	29	23	3,5	26	4	59	102	23	36	*	3019
400-0058 / 52	45	59	88,4	52	39	30	3,5	26	3	68	72	23	23	88,9	3020
400-0059	50	67	101,2	46	33	28	3	30	3	73	82	25	27	101,9	2912
400-0077	50	67	101,2	50,5	37,5	28	7	21	3	73	82	18	19	101,9	2912
400-0459	50	69	101,2	46	33	26	4,5	30	3	91	140	32	50	*	2912
400-0060	55	71	107,7	53	39	31	3	34	5	81	95	31	36	108,2 / 108,5	3100
400-0078	55	71	107,7	58,5	44,5	31	8	33	5	81	95	31	36	108,2 / 108,5	3100
400-0460	55	69	107,7	54	40	31	4	30	5	100	174	32	50	*	3100
400-0259	55	76	123,5	57	42	33	4,5	33	5	114	194	40	48	*	3353

LOS RODAMIENTOS SE ENTREGAN CON OBTURACIÓN "ZRS"

C: Carga dinámica    C<sub>0</sub>: Carga estática    C<sub>a</sub>: Carga dinámica axial    C<sub>0a</sub>: Carga estática axial

\* 400-0457/E, 400-0058/52, 400-0059/E y 400-0060/E referencias fabricadas con agujero de lubricación

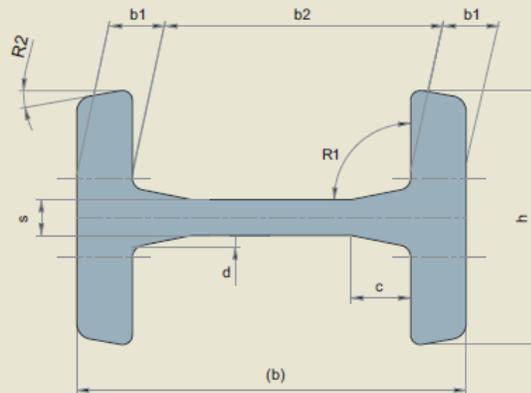
**Anexo 8: Catálogo del perfil guía tipo "I" estandar marca CR.**

**PERFILES GUÍA TIPO "I" ESTANDAR**

Son perfiles laminados en caliente en forma "I" con reducidas tolerancias de rectitud, pandeo y torsión para el correcto deslizamiento de nuestros rodamientos combinados con axial fijo o con axial ajustable y rodamientos radiales con eje.

Utilizados en su gran mayoría para la fabricación de mástiles para carretillas elevadoras

Fabricados en acero DIN St 52.3 (UNI Fe 510 C).



C.R. Ref.	Dimensiones														PESO Kg/m	Wx Cm <sup>3</sup>
	(b)	b1	Tol.	b2	Tol.	h	Tol.	s	Tol.	c	d	R1	R2			
3018	98	14	±0,5	70	+1	65	±1	9	±0,5	15	3	91°+1°	10°	19,4	70	
3019	113,9	18	±0,5	77,9	+1	66	±1	11	±0,5	15	3	91°+1°	10°	25,3	102	
3275	129,6	20,5	±0,5	88,6	+1	72	±1,25	12	±0,5	15	3	91°+1°	10°	31,2	143	
3020	129,6	20,5	±0,5	88,6	+1	81	±1,25	12	±0,5	15	3	91°+1°	10°	34,1	160	
2912	140,2	18,96	±0,8	102,28	-0,8	69,9	+1,60	12,7	±0,5	*	*	*	*	31,2	157	
3100	152,4	22	±0,5	108,4	±0,5	83	±1	14	±0,5	20	3	91°+1°	12°	40,8	219	
3353	175	25,6	±0,5	123,8	±0,5	90	±1,3	15	±0,5	20	5	91°+1°	5°	51,4	322	

Material UNI Fe 510 C – DIN St 52.3

Los perfiles indicados se pueden suministrar cortados a medida solicitada por el cliente, máxima longitud 12mt.

**Anexo 9: Detalles del acero St52.3 Tomado de: [http://www.engi-com.com/aula\\_materiales.aspx](http://www.engi-com.com/aula_materiales.aspx)**

Características Técnicas TUBOS ESTRUCTURALES				
	Cuadrados, Rectangulares (DIN-17100)		Redondos (DIN-17120)	
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS				
CALIDAD ACERO	ST.44.2 ST.44.3	ST.52.2 ST.52.3	ST.44.2 ST.44.3	ST.52.2 ST.52.3
LÍMITE ELÁSTICO Rp 0.2 (N/mm <sup>2</sup> )	>275	>355	>275	>355
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN(N/mm <sup>2</sup> )	410+540	490+630	410+540	490+630
ALARGAMIENTO(Lo=5 do)	>22%			
RESILENCIA (temperatura de ensayo de flexión por choque KCV)	-20°C			

**Anexo 10:** Propiedades mecánicas del acero ASTM A36. Tomado de [http://www.acerosotero.cl/planchas\\_acero\\_carbono\\_astm\\_a36.html](http://www.acerosotero.cl/planchas_acero_carbono_astm_a36.html)

**Tolerancia**

ASTM A6.

**Características**

Acero estructural de buena soldabilidad, adecuado para la fabricación de vigas soldadas para edificios, estructuras remachadas, y atornilladas, bases de columnas, piezas para puentes y depósitos de combustibles.

**Aplicaciones**

Construcción de puentes, estanques, estructuras para industrias, edificios, torres y aplicaciones estructurales en general.

**Propiedades Mecánicas**

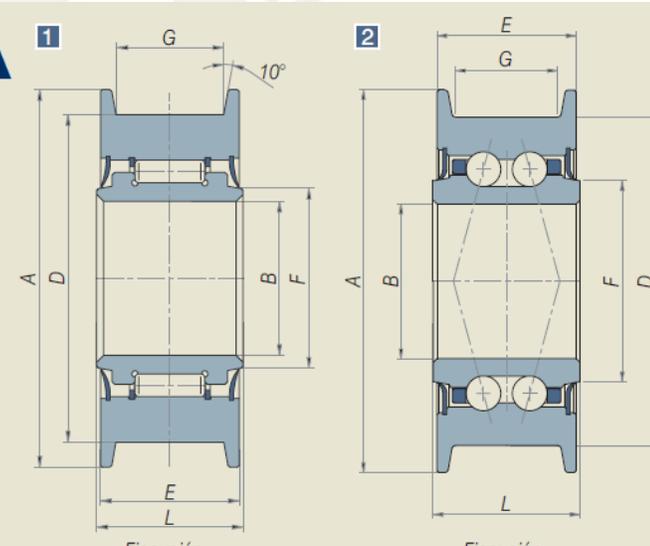
Esfuerzo Fluencia		Esfuerzo Tracción (Kg/mm <sup>2</sup> )		Elongación
(Kg/mm <sup>2</sup> )	MPa	(Kg/mm <sup>2</sup> )	MPa	%
25,5 (mín)	250 (mín.)	40,8 (mín)	400 (mín.)	20 (mín.)

**Anexo 11:** Catalogo de poleas y cadenas marca CR para ejecución a bolas

**POLEAS  
PARA CADENA**

Las poleas C.R. están adaptadas para el reenvío de cadena de tracción Fleyer. Empleadas como órgano de elevación en los mástiles de las carretillas elevadoras.

Fabricadas en ejecución estanco sin mantenimiento.



C.R. Ref.	B	D	L	E	G	A	F	C	C <sub>0</sub>	CADENA
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	KN	KN	
900-3481	40	70	26,5	25	19	78	50	25	32	BL 534 - AL 544 - LL 1044
900-3822	40	80	28	26	19	90	50	25	32	BL 534 - AL 544 - LL 1244
900-3823	40	80	43	41	33	98	50	37	45	BL 634 - AL 666 - LL 1288
900-2975	40	85	38	36	28	98	50	37	45	BL 634 - AL 644 - LL 1266
900-3283	50	100	42	40	33	115	60	52,8	58,5	BL 834 - AL 844 - LL 1644
900-3468	55	110	58	56	45	135	65	57,2	67	BL 846 - AL 866 - LL 1666
900-3376	55	130	67	65	55	158	65	72,1	85	BL 1046 - AL 1066 - LL 2066

C: Carga dinámica      C<sub>0</sub>: Carga estática

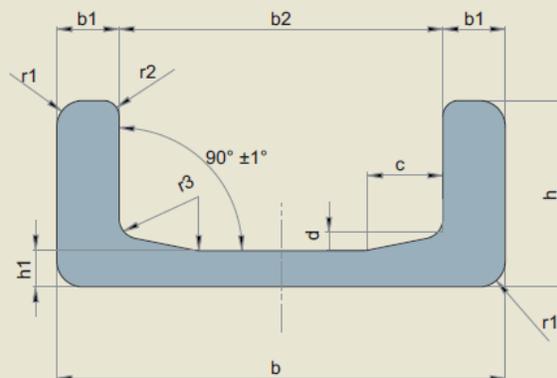
**Anexo 12:** Catálogo del perfil guía tipo “U” estándar marca CR.

**PERFILES GUÍA TIPO “U” ESTANDAR**

Son perfiles laminados en caliente en forma “U” con reducidas tolerancias de rectitud, pandeo y torsión para el correcto deslizamiento de nuestros rodamientos combinados con axial fijo o con axial ajustable y rodamientos radiales con eje.

Utilizados en los mástiles para carretillas elevadoras y en maquinaria destinada al movimiento de productos acabados o semiacabados en sectores como alimentación, automovilístico, cerámico, siderúrgico, máquina herramienta, etc.....

Fabricados en acero DIN St 52.3 (UNI Fe 510 C).



C.R. Ref.	Dimensiones													PESO Kg/m	Wx Cm <sup>3</sup>	
	(b)	b1	Tol.	b2	Tol.	h	Tol.	h1	Tol.	c	d	r1	r2			r3
EC 053	65	6	±0,5	53	±0,4	30	±0,5	6	±0,5	4	4	6	4	*	5,3	11,9
2890	86,5	12	±0,5	62,5	+1	36	±0,8	7	±0,5	15	3	≤6	2-3	4	10,5	32
2867	103,2	16,2	±0,5	70,8	±0,5	40	±0,8	7,7	±0,5	15	3	≤6	2-3	5	14,8	53
2810	121,3	21,3	±0,5	78,7	±0,5	41	±0,8	10,8	±0,5	15	5	≤6	2-3	5	20,9	81
2811	135,4	23	±0,5	89,4	±0,5	53	±0,8	12,7	±0,5	15	5	≤6	2-3	5	28,6	128
2862	157,2	24,4	±0,5	108,4	±0,5	61,2	±0,8	14	±0,5	15	5	≤6	2-3	5	35,9	190
2891	175	25,6	±0,5	123,8	±0,5	66,2	±0,8	16,2	±0,5	15	5	≤6	2-3	5	42,9	250
2757	201,5	25,7	±0,5	150,1	±0,5	71,2	±0,8	19,4	±0,5	20	5	≤8	2-3	6	52,3	340

Material UNI Fe 510 C – DIN St 52.3

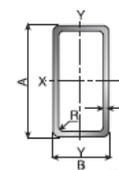
Los perfiles indicados se pueden suministrar cortados a medida solicitada por el cliente, máxima longitud 12mt.

**Anexo 13:** Características geometricas del perfil rectangular ASTM A500.

PERFILES PARA USOS ESTRUCTURALES E INDUSTRIALES

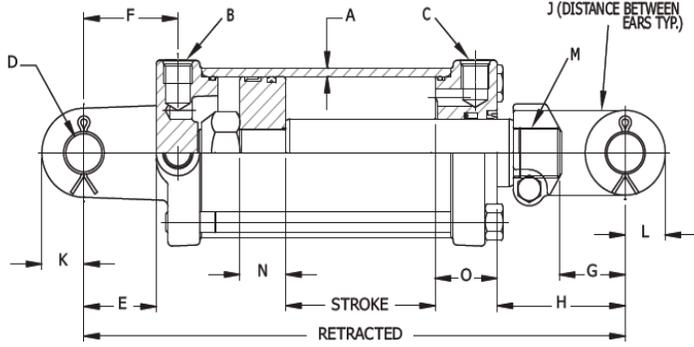
Perfiles Rectangulares ASTM A500

Especificaciones Generales	
Largo normal:	6 m. Otros largos previa consulta.
Recubrimiento:	Negro.
Extremos:	Lisos de máquina.
Calidades normales:	A270ES • A240ES • SAE 1010 • SAE 1008
Otras dimensiones:	A pedido, previa consulta a CINTAC.



Dimensiones nominales			Peso teórico	Area A	Eje X-X			Eje Y-Y		
A	B	e			I	W	i	I	W	i
mm	mm	mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
100	50	2	4,50	5,74	74,94	14,99	3,61	25,65	10,26	2,11
	50	3	6,60	8,41	106,34	21,27	3,56	35,97	14,39	2,07
	50	4	8,59	10,59	133,88	26,78	3,50	44,76	17,90	2,02
	50	5	10,48	13,36	157,70	31,54	3,44	52,09	20,83	1,97
180	50	2	6,07	7,74	207,45	27,66	5,18	37,17	14,87	2,19
	50	3	8,96	11,41	298,35	39,78	5,11	52,54	21,02	2,15
	50	4	11,73	14,95	380,98	50,80	5,05	65,92	26,37	2,10
	50	5	14,41	18,36	455,54	60,74	4,98	77,40	30,96	2,05
200	70	4	16,13	20,55	968,54	96,85	6,87	185,17	52,91	3,00
	70	5	19,90	25,36	1172,89	117,29	6,80	221,55	63,30	2,96
	70	6	23,58	30,03	1362,69	136,27	6,74	254,26	72,65	2,91

Anexo 14: Características geométricas del cilindro hidraulico F300480ABAAA07B marca Prince

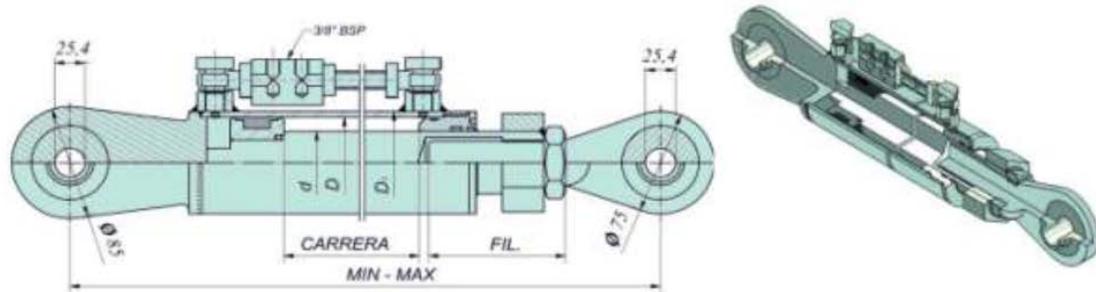


**FEATURES:**

- Honed tubing
- Heavy duty, high strength tie-rods
- Induction hardened piston rods plated with RoyalPlate Plus® (piston rods on 2" bore not hardened)
- Ductile iron piston, butt, gland & clevis
- Urethane u-cup & metal encased wiper 2 1/2" bore & larger models
- Crown seal on piston
- Pins & cotter pins (Hardened pins on 4", 4 1/2" & 5" models)
- Standard color is gloss black
- Stroke control may be installed on 8" strokes (2" - 3.5" bore, A models only)
- Side ports available on request
- Nylon bearing ring on 4", 4 1/2" & 5" bore models
- 3000 PSI continuous operating pressure

3 INCH BORE CYLINDERS						
A & B Series Royal Plate Rod	E & F Series Chrome Rod	Stroke	Wt	Retract	Tare Dist. (H)	Standard Dimensions of 3 Inch Bore Cylinders
B300060ABAAA07B	F300060ABAAA07B	6"	26	16 1/4	3 3/4	Note: 1 3/8" rod diameter Outside Sq. Dim. Butt - 3.875, Gland 3.875 A 3/16" cylinder tube wall thickness B, C SAE 3/4 -16 extend & retract ports D 1.015" clevis pin hole size E, F 1 1/8" base clevis throat depth with 2 7/16" from pin center to port center G 1 13/16" rod clevis throat depth J 1.06" min. distance between ears at pin center line K 1 1/8" base clevis ear radius L 1 1/8" rod clevis ear radius M 1 1/8" - 12 UNF-3 piston rod clevis thread size N 1" piston width O 1 15/16" gland width
A300080ABAAA07B	E300080ABAAA07B	8"	29	20 1/4	5 3/4	
B300100ABAAA07B	F300100ABAAA07B	10"	30	20 1/4	3 3/4	
B300120ABAAA07B	F300120ABAAA07B	12"	33	22 1/4	3 3/4	
B300140ABAAA07B	F300140ABAAA07B	14"	35	24 1/4	3 3/4	
A300160ABAAA07B	E300160ABAAA07B	16"	40	31 1/2	9	
B300180ABAAA07B	F300180ABAAA07B	18"	40	28 1/4	3 3/4	
B300200ABAAA07B	F300200ABAAA07B	20"	42	30 1/4	3 3/4	
B300240ABAAA07B	F300240ABAAA07B	24"	47	34 1/4	3 3/4	
B300300ABAAA07B	F300300ABAAA07B	30"	54	40 1/4	3 3/4	
B300360ABAAA07B	F300360ABAAA07B	36"	61	46 1/4	3 3/4	
B300480ABAAA07B	F300480ABAAA07B	48"	75	58 1/4	3 7/8	

**Anexo 15:** Características geométricas del cilindro hidráulico con regulación para tercer punto marca Ferruz con presión de trabajo de 3000 PSI.



CILINDRO HIDRÁULICO DE TERCER PUNTO CON REGULACION / Hydraulic Top Link (adjustable)

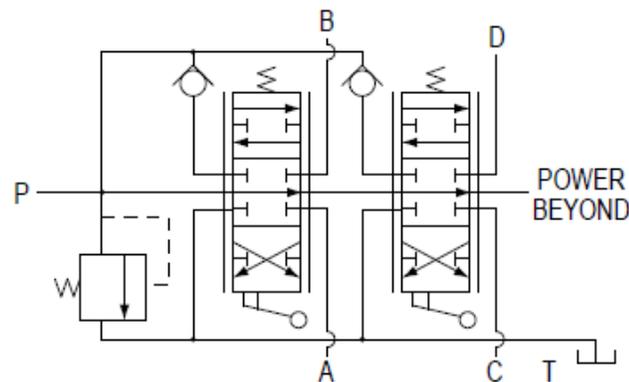
REFERENCIA	Ød	ØD	ØD1	CARRERA(mm)	REGULACION (mm)	MIN	MAX	VOLUMEN(l)	PESO (Kg)
Reference	(mm)	(mm)	(mm)	Stroke (mm)	Regulation (mm)	(mm)	(mm)	Volume (l)	Weight (Kg)
TP-40-60-250-R	40	60	70	250	55	572	822	0,75	12,0
TP-40-60-300-R				300		622	922	0,90	13,0
TP-45-70-250-R	45	70	80	250	55	572	822	1,00	15,0
TP-45-70-300-R				300		622	922	1,20	16,0

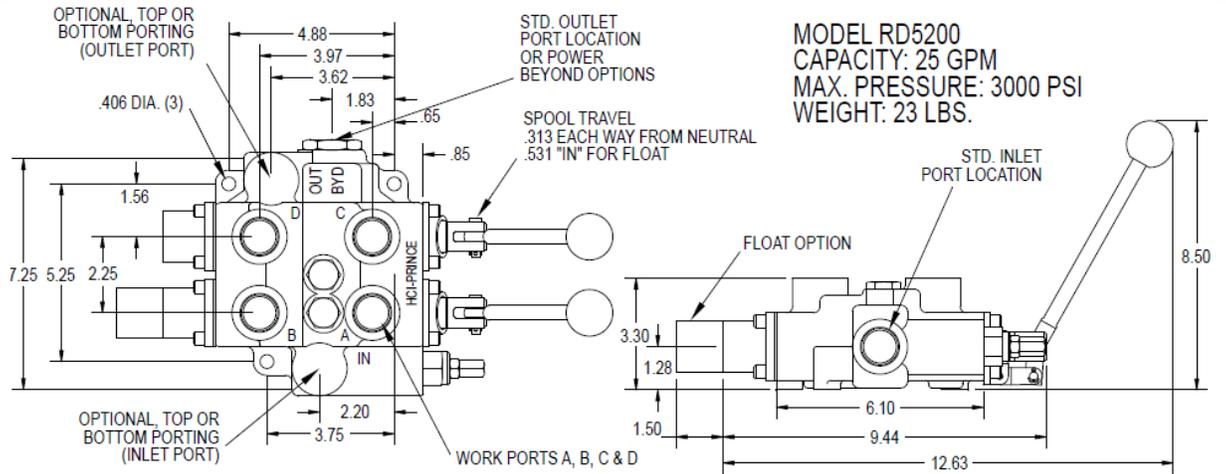
**Anexo 16:** Características de operación y geométricas de la válvula Prince RD5200.

**MODEL RD5000**  
**MONO-BLOCK**  
Directional Control Valves  
1, 2, 3 Spool



**Model RD5200**





**Anexo 17:** Mangueras hidráulicas para conexión entre (puestos de tractor –válvula) y (válvula de control- cilindros hidráulicos)

**MANGUERA HIDRÁULICA ALTA PRESIÓN SAE 100 R2 AT**

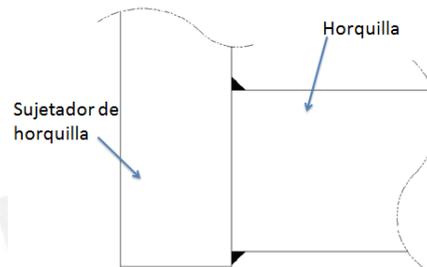
Código	Diámetro Comercial	Diám int mm	Diám ext mm	Pres máx bar
010005	1/4"	6,4	15,0	400
010006	3/8"	9,5	19,0	330
010007	1/2"	12,7	22,2	275
010008	3/4"	19,0	29,3	215
010009	1"	25,4	38,1	165



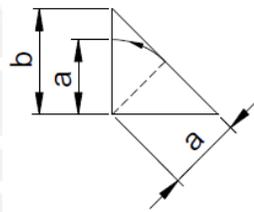
**Anexo 18:** Ejemplo de Cálculo y dimensionamiento del cordón de soldadura en las uniones de la máquina.

### Unión entre horquilla y sujetador de horquilla.

Primeramente se calcula la unión entre la horquilla y el sujetador de la horquilla. Para esto se propone una unión angular como se muestra a continuación.



De acuerdo al euro código para soldaduras, Los esfuerzos nominales de una unión se calculan en la sección transversal que pasa por el cateto del cordón. Esta sección transversal se asume que está descrita por el cateto del triángulo pero considerando el espesor de garganta “a” en lugar del tamaño del cateto “b”. En la figura siguiente se muestra el espesor de la garganta rebatido sobre uno de los catetos del cordón.



Como ya se ha calculado, la fuerza y el momento que actúan en el punto de la soldadura son los siguientes.

$$M_{max} = 3825900 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$V_{max} = 7651,8 \text{ N}$$

Se tiene que el esfuerzo normal a la sección  $n_{f(y)}$  y el esfuerzo  $t_n$  cortante son:

$$n_{f(y)} = M_{max} \cdot \frac{y}{I}$$

$$t_n = \frac{V_{max}}{A}$$

Donde:

$$y = \text{distancia en la sección transversal al punto más alejado del eje neutro} = 19 \text{ mm}$$

$a$  = espesor de la garganta

$L_1$  = Alto de la sección del perfil a soldar = 38 mm

$L_2$  = Ancho de la sección del perfil a soldar = 100 mm

$I$  = Momento de inercia de la sección definida por la soldadura

$A$  = Area de la sección definida por la soldadura

Y para este caso de unión soldada se cumple que:

$$I = 2 * (L_2 * \frac{a^3}{12} + ((\frac{L_1 + a}{2})^2 * L_2 * a)$$

$$A = 2 * L_2 * a$$

Finalmente se debe calcular un esfuerzo equivalente basado en valores experimentales ( $\sigma_{eq}$ ) y compararlo con el esfuerzo admisible ( $\sigma_{adm}$ ) para el cordón de soldadura.

$$\sigma_{eq} = \sqrt{n_{f(y)}^2 + 1,8 * (t_n^2 + t_a^2)}$$

$$\sigma_{adm} = v * v_2 * \sigma_F / FS_R$$

Donde:

$\sigma_F$  = es el esfuerzo de fluencia del material de aporte =  $690 \frac{N}{mm^2}$

$v$  = Factor de carga estática = 0,8 (ver anexo 5)

$v_2$  = Factor de calidad de la unión = 0,8 (ver anexo 5)

$FS_R$  = Factor de seguridad recomendado = 2,0

Por recomendación del proveedor de las planchas de acero para la construcción de las horquillas se utiliza como material de aporte al electrodo Bohler UTP 6020 y los detalles de este electrodo se ven en el anexo 4.

Remplazando:

$$\sigma_{adm} = 0,8 * 0,8 * \frac{690}{2} = 220,8 \frac{N}{mm^2}$$

Como el espesor más pequeño de los elementos soldados es 25,4 se considerara como espesor de garganta ( $a$ ) mínimo 7 milímetros (ver anexo 6).

Si se selecciona  $a = 8mm$  Entonces:

$$n_{f(y)} = 85,25$$

$$t_n = 4,78$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{85,25^2 + 1,8 * (4,78^2)} = 85,49 \frac{N}{mm^2}$$

Se tiene entonces que  $\sigma_{eq} < \sigma_{adm}$  por lo cual eligiendo una garganta de 8 mm se puede asegurar que el cordón no fallará.

**Anexo 19: Características del electrodo AWS A5.1 E7018**

**SMAW**

**Aceros al Carbono y Baja Aleación**



**SUPERCITO**

Electrodo revestido de tipo básico, de bajo hidrógeno con extraordinarias características mecánicas y de soldabilidad. Presenta un arco muy suave, bajo nivel de salpicaduras y la escoria es de muy fácil remoción. El contenido de hierro en polvo mejora su tasa de depósito. Dentro de su categoría es el producto que presenta los mejores niveles de resistencia a la tracción.

Clasificación	
AWS A5.1 / ASME-SFA 5.1	E7018

Aprobaciones	Grados
ABS	3H15,3Y
LR	3m,3ym
GL	3Y

**Aplicaciones**

- Para aceros de mediano a alto contenido de carbono, alta resistencia y baja aleación. AISI 1045
- Para aceros de alto contenido de azufre y fácil fresado.
- Para aceros laminados al frío.
- Por sus características de resistencia y su fácil manejo, especialmente adecuado para: Soldaduras de tuberías de vapor, calderas de alta presión, piezas de maquinaria pesada, instalaciones de la industria petrolera, petroquímica y minera.

Nota: El precalentamiento está en función al tipo y espesor del material a soldar.

**Análisis Químico de Metal Depositado (valores típicos) [%]**

C	Mn	Si	P	S	Mo	Ni	Cr	Cu	Otros
0,05	1,00	0,60	máx. 0,020	máx. 0,020	-	-	-	-	-

**Propiedades Mecánicas del Metal Depositado**

Tratamiento Térmico	Resistencia a la Tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 2" [%]	Energía Absorbida ISO-V [°C (°F)] [J (Ft-Lbf)]
Sin tratamiento	520 - 610 (75 400 - 88 450)	mín. 400 (58 000)	mín.23	[-30 °C (-22 °F)] min. 70 (57)

Conservación del Producto
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener en un lugar seco y evitar humedad.</li> <li>• Almacenamiento en horno: 125 - 150°C.</li> <li>• Resecado de 300°C a 350 °C por 2 horas.</li> </ul>

Posiciones de Soldadura
P, H, Va, Sc. 

## Anexo 20: Características del electrodo AWS A5.1 E7016

**SOFTARC-e****APLICACION – PROPIEDADES:**

Electrodo de doble revestimiento, que se caracteriza por un arco estable y concentrado. Muy apropiado para cordones de raíz y soldadura en posición. Adecuado para trabajos de unión, recargue y mantenimiento. Excelente resistencia a la fisuración, cordones limpios y brillantes con calidad de Rayos-X. Fácil eliminación de escoria.

## Normas

AWS/ASME: A5.1. SFA5.1 : E 7016

DIN 1913 ; E 51 43 B 10

EN ISO 2560-A : E 38 2 B 1 2 H10

**Indicado Para:**Aceros hasta 510 N/mm<sup>2</sup>.

Aceros no aleados	St 33 hasta St 52-3
Aceros para calderería	H I, H II, H III, HIV, 17Mn4
Aceros para tubería	hasta St 52.4
	St 35.8 hasta 17Mn4
	StE 210.7 hasta StE 360.7 TM
Aceros de grano fino	StE 255 hasta StE 355
Aceros navales	A, B, D, E
Aceros fundidos	GS-38 hasta GS-52

**Propiedades mecánicas del metal depositado (Valores típicos orientativos)**

Resistencia tracción (N/mm <sup>2</sup> )	Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	Alargamiento A <sub>5</sub> (%)	Resiliencia (J) ISO-V a -29°C
560	490	29	> 35

## Anexo 21: Características del electrodo AWS A5.1 E7018.1

**SMAW****Aceros al Carbono y Baja Aleación****SUPERCITO PRO**

Electrodo revestido de tipo básico, para ser aplicado con corriente continua polaridad al positivo (75 OCV, mín). Debido al polvo de hierro tiene alto ratio de deposición, además de presentar un arco suave con bajo nivel de salpicaduras. La punta del electrodo está grafitado, lo que favorece un encendido mucho más rápido del arco. El depósito de soldadura presenta alta tenacidad a bajas temperaturas (Hasta -45°C).

**Clasificación**

AWS A5.1 / ASME-SFA 5.1	E7018-1
-------------------------	---------

Propiedades Mecánicas del Metal Depositado

Tratamiento Térmico	Resistencia a la Tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 2" [%]	Energía Absorbida [J] ISO-V [°C (°F)]
Sin tratamiento	490 - 550 (71 050 - 79 750)	400 - 497 (58 000 - 72 065)	22 - 34	mín. 70 J [-45°C (-50°F)]

Conservación del Producto
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener en un lugar seco y evitar humedad.</li> <li>Almacenamiento en horno: 125 a 150°C.</li> <li>Resecado de 400°C a 450°C por 2 horas.</li> </ul>

Posiciones de Soldadura

Aplicaciones

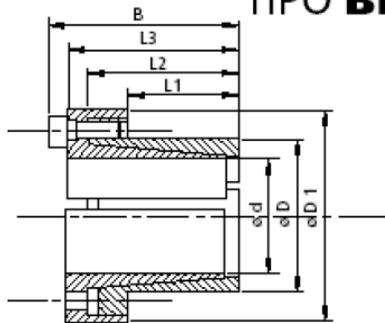
- El Supercito Pro se emplea para estructuras, tuberías y recipientes a presión, donde los requerimientos de impacto son altos y están sometidos a bajas temperaturas de servicio.
- Para aceros al carbono del tipo: ASTM A36, ASTM A572 Gr 50, ASTM A57

Nota: El precalentamiento está en función al tipo y espesor del material a soldar.

Anexo 22: Características geométricas y de diseño de Acople de bloqueo o manguito de fijación CGR.



TIPO **BLK 110** autocentrante



d x D	L1	L2	L3	B	D1	Momento torsor Mt	Fuerza Axial F ass.	Presión superficial		Tornillos de ajuste	
								Eje pw	Maza pn	DIN 912 12.9	Cupla De Ajuste
mm	mm	Mm	mm	mm	mm	Nm	KN	2 N/mm	2 N/mm	Nº x tipo	Nm
30 x 41	25	30	33	37	55	465	33	135	97	6 x M 6	17
30 x 41	40	46	52	57	62	510	33	127	90	6 x M 6	17
30 x 41	55	56	62	68	65	540	33	120	90	6 x M 6	17

**Anexo 23:** Coeficiente de fricción del acero. Tomado de bibliografía del curso elementos de máquinas 1: “Ajuste por contracción” .KURT PAULSEN 2011-1

<i>Materiales</i>	<i>En seco</i>	<i>Lubricado</i>
Acero / Acero – Acero / Acero Fdo.	0,15 a 0,25	0,1 a 0,2
Acero / Hierro Fdo. – Acero / Bronce	0,1 a 0,18	0,08
Acero / Al Mg	0,08 a 0,13	
Acero / Latón	0,05 a 0,14	

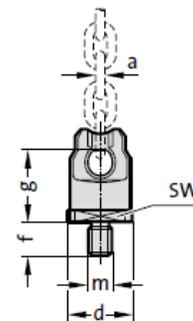
**Anexo 24:** Extracto de catalogo para cáncamo universal roscado para cadena. Elemento que se usa para conectar la cadena con la portahorquillas y con el soporte de la cadena del marco estructural.

**FIBRO**

### Cáncamo universal roscado para cadena



2131.26.



2131.26. Cáncamo universal roscado para cadena

Código	Capacidad de carga nominal [t]	a Sujeción de cadena	d	f	g	m
2131.26.012	0.63	4	40	18	41	M8
2131.26.016	1.5	6	46	24	50	M12
2131.26.020	2.5	8	61	30	61	M12
2131.26.024	4.0	10	78	36	77	M20
2131.26.030	5.0	13	95	45	93	M28
2131.26.036	8.0	16	100	54	102	M30

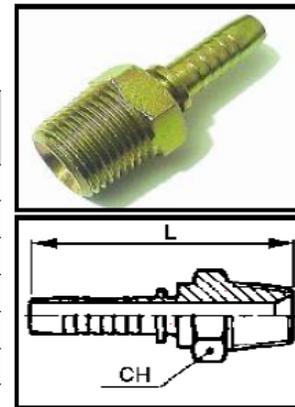
Peso máximo a transportar con diferentes sistemas de elevación

Sistema de elevación, Disposición de los puntos de sujeción										
Número de tiros	1	1	2	2	2 simétricos		2	3 y 4 simétricos		3 y 4
Angulo del tiro/sentido de tracción	0°	90°	0°	90°	0-45°	45-60°	asimétricos	0-45°	45-60°	asimétricos
Código	Peso a transportar en t (toneladas)									
2131.26.012	0,63	0,63	1,26	1,26	0,88	0,63	0,63	1,32	0,95	0,63
2131.26.016	1,5	1,5	3,0	3,0	2,1	1,5	1,5	3,15	2,25	1,5
2131.26.020	2,5	2,5	5,0	5,0	3,5	2,5	2,5	5,25	3,75	2,5
2131.26.024	4,0	4,0	8,0	8,0	5,6	4,0	4,0	8,4	6,0	4,0
2131.26.030	6,5	5,0	13,0	10,0	7	5	5	10,5	7,5	5,0
2131.26.036	10,0	8,0	20,0	16,0	11,2	8,0	8,0	16,8	12,0	8,0

**Anexo 25:** Acoplamientos hidráulicos para conexiones entre cilindros hidráulicos, puertos hidráulicos de tractor y válvula de control.

**MACHO FIJO ROSCA CÓNICA NPT**

Código	Diámetro manguera		Rosca	L máx	hexágono CH
	Pulgadas	mm	NPT	mm	mm
020006	1/4"	6	1/4"	52	19
020007	3/8"	10	3/8"	60	22
020008	3/8"	10	1/2"	62	27
020009	1/2"	13	1/2"	63	27
020010	3/4"	19	3/4"	75	32
020011	1"	25	1"	94	38



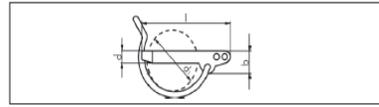
**CODO 90° - MANGUERA Y MACHO CÓNICO NPT**

Código	D mang	Macho cónico
	Pulgadas	Rosca NPT
020275	1/2"	1/2"
020276	3/4"	3/4"
020277	1"	1"



**Anexo 26:** Pasador centro eje para fijación de eje de polea y eje de conexión a las rótulas del tractor

### PASADOR CENTRO EJE



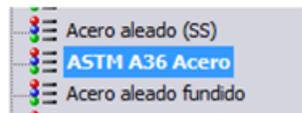
d1 (mm)	l mm	d mm	b mm	Art. N°	U/E
35	35	5.0	11,5	0472 045	10
	45	6,5	13,5	0472 055	
	65	7.5		0472 075	
40	65	9.6		0472 095	
	70	10.5	0472 010		

- Fabricados en acero elástico de primera calidad.
- Acabado bicromatado.
- Para fijar tubos, varillas, para hacer fijaciones en aperos agrícolas.
- Montaje y desmontaje fácil y rápido.
- Reutilizable.

**Anexo 27:** Procedimiento seguido en la simulación de esfuerzo y deformación de la pieza soporte a las rótulas del tractor en la aplicación Simulation del programa SolidWorks.

#### PROCEDIMIENTO

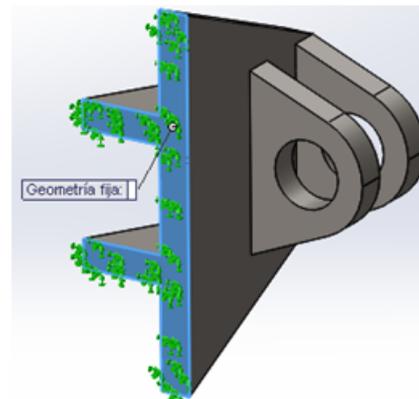
Aplicación de material: Se establece el material a la pieza en estudio, para el soporte configuramos el acero ASTM A36.



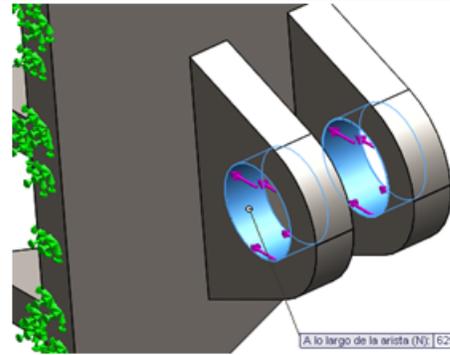
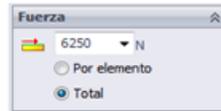
#### REGISTRO

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2e+011	N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson	0.26	N/D
Módulo cortante	7.93e+010	N/m <sup>2</sup>
Densidad	7850	kg/m <sup>3</sup>
Límite de tracción	400000000	N/m <sup>2</sup>
Límite de compresión en X		N/m <sup>2</sup>
Límite elástico	250000000	N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de expansión térmica en X		/K
Conductividad térmica en X		W/(m·K)
Calor específico		J/(kg·K)

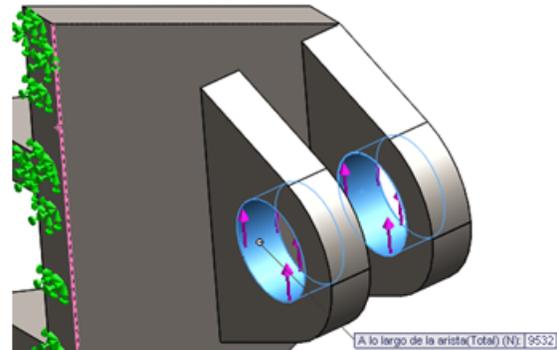
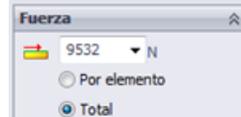
Se establecen las restricciones: Para el estudio de la pieza, se coloca como geometría fija la superficie marcada en la figura puesto que esa superficie está unida por soldadura al perfil del marco estructural.



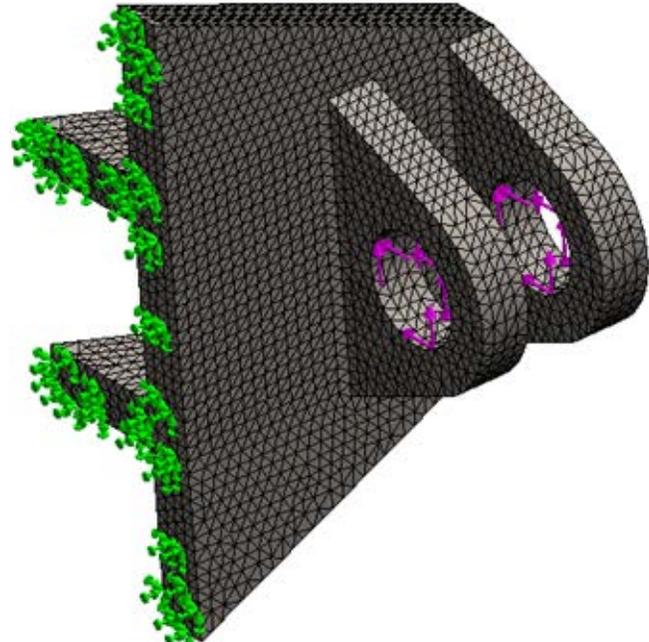
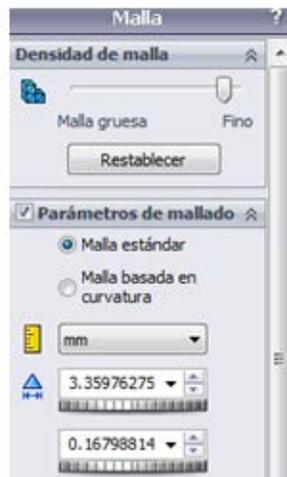
Cargas sobre la pieza: Se añaden las cargas externas que actúan sobre la pieza. En primer lugar se agregan las cargas actuantes en el eje x; por lo tanto es la fuerza  $A_x = 6250\text{ N}$



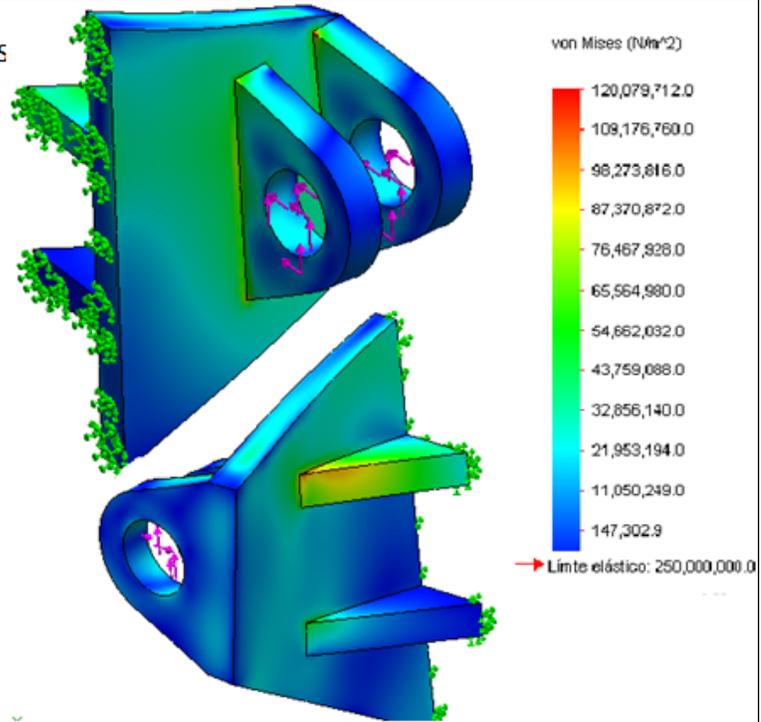
También se agrega la fuerza actuante en el eje z. En este caso es la fuerza  $A_z = 9532\text{ N}$



Mallado: Se realiza la configuración del mallado.



Verificación de resultados  
El máximo esfuerzo de von Mises para el elemento ocurre en la cuña que soporta la fuerza horizontal y cuyo valor es aproximadamente la mitad del esfuerzo de fluencia máximo para el acero ASTM A36 por lo cual el elemento no fallará



La deformación máxima del elemento ocurre en su parte exterior, en el punto de conexión con el brazo del tractor y mostrada de color rojo en la imagen. Esta deformación es de 0.00868 mm la cual es 3145 veces más pequeña que el largo en esa sección de la pieza que es 27.3 mm y se calcula como la longitud del arco pintado de rojo. Por esta razón se considera aceptable dado que el deformación máxima para el elemento debe ser de 300 veces el largo es decir 0.091 mm como máximo.

