

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“Diseño del herramental para el proceso de fabricación de un
separador de cimbra para la construcción de muros de concreto”

TESIS PROFESIONAL

INGENIERO MECÁNICO
AREA: DISEÑO MECÁNICO

PRESENTA:
MIGUEL AHUMADA GAONA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Mecánica
Tesis Profesional:
Miguel Ahumada Gaona
Director de Tesis:
Mariano García del Gallego

Índice:	Páginas
Introducción	3
Capítulo 1.	
1.1 Objetivos	5
1.2 Antecedentes	6
Capítulo 2.	
2.1 Especificaciones	11
2.2 Selección del material	13
2.3 Pruebas mecánicas	18
2.4 Conclusiones	21
Capítulo 3.	
3.1 Troqueles	22
3.2 Proceso de diseño de los troqueles	26
3.3 Troquel para muescas de la varilla	29
3.4 Troquel para extremos de la varilla	32
3.5 Troquel para la fabricación de rondanas	39
3.6 Proceso de fabricación	46
3.7 Producto terminado	48
Capítulo 4.	
4.1 Costos por fabricación del herramental	49
4.2 Costos por producción	50
4.3 Comparativo y justificación del proyecto	51
Conclusión	53
Bibliografía	54
Anexo.	
Planos Troqueles	
Datos Generales de los aceros	

Introducción.

En la Industria de la Construcción, se construyen estructuras de concreto por medio del armado de cimbra, ya sea cimbra de madera o cimbra metálica.

En la actualidad se utiliza cimbra de madera y metálica, aunque la cimbra metálica ha ido desplazando el uso de la cimbra de madera. En muchas construcciones todavía se utiliza la cimbra de madera por su bajo costo a corto plazo.

La cimbra de madera es armada con diversos accesorios y uno de ellos son las llamadas varillas separadoras y sobre las cuales esta dirigido este trabajo de tesis. Las varillas separadoras de cimbra, también se les llama amarres, es básicamente una varilla que atraviesa la cimbra de una de las caras a la otra de las que serán finalmente las caras del muro de concreto. La función de las varillas es separar y sujetar la cimbra al espesor que se necesite según la función del muro.

Debido a la demanda de este accesorio y a los costos por transportación, se ha considerado en esta tesis proponer un proceso de diseño del herramental necesario para la fabricación de las varillas separadoras, así como la justificación del proceso para obtener este accesorio con el menor costo posible y que cubra una de las necesidades del constructor.

Es posible diseñar el herramental para este accesorio siguiendo diferentes métodos de diseño aunque en este caso el análisis esta enfocado a las normas de construcción y las especificaciones del constructor; es decir, hay que ajustarse a los requerimientos para la construcción y acatar las normas de diseño para cimbra y sus accesorios como lo mencionan las normas de la construcción que a su vez están relacionadas con las características del concreto y sus propiedades según el tipo de estructura y sus dimensiones.

Es por eso que el diseño del herramental se basa en la geometría de los accesorios existentes en el mercado haciendo un análisis de sus propiedades mecánicas y de las posibles variaciones que pudieran aplicarse en la fabricación de este accesorio.

En el diseño de cimbra se toman en cuenta diferentes factores que permitirán soportar los esfuerzos debido al colado del concreto y al volumen mismo de la estructura. Estas y otras consideraciones serán tomadas en cuenta para justificar el análisis y las propuestas de diseño en este trabajo. De igual

manera el herramental para la fabricación de este accesorio será justificado en función a costos de los materiales y manufactura y al cumplimiento de las especificaciones ya mencionadas. Cabe mencionar que el diseño del herramental tendrá mayor enfoque hacia el punto de vista del cumplimiento de los objetivos, que son lograr producir el accesorio con la inversión mínima y para cumplir con la demanda actual. Sin excluir la posibilidad de eficientar el herramental y los métodos de producción; sin embargo he considerado necesario primeramente mediante los medios descritos obtener un producto con el herramental básico y sus respectivos procesos.

Capítulo 1.

1.1 Objetivos.

1. Diseñar el herramental necesario para la fabricación de la varilla separadora utilizando, adaptando o diseñando un troquel para cada paso del proceso de fabricación de la varilla separadora.
 - a. Diseñar el proceso para la fabricación de la varilla separadora a partir del concepto de troqueles para prensa.
 - b. Justificar el proceso para la obtención de las varillas a un menor costo y cumplir con la demanda en la industria de la construcción.

Objetivos de Diseño: (hipótesis)

1. Dadas las condiciones de producción en la fabrica, diseñar o rediseñar los troqueles necesarios para la producción de las varillas separadoras.
2. Generar las opciones que sean viables de acuerdo a las capacidades de la fábrica y que permitan cumplir con los objetivos ya mencionados.
3. Básicamente con este trabajo de tesis, se pretende demostrar aplicando la ingeniería de diseño y haciendo un análisis de costos, la factibilidad de competir con el mercado actual teniendo las utilidades convenientes.

1.2 Antecedentes.

Todas las cimbras tienen algunas características que pueden transferirse como patrón a la superficie terminada.¹ Las varillas separadoras ayudan a reproducir un patrón en la superficie del concreto; es decir, el armado de la cimbra debe sujetarse por medio de amarres que en este caso son las varillas separadoras. Por la distribución de las fuerzas de empuje que ejerce el concreto al ser vertido es igual a lo largo del muro, entonces las varillas separadoras resultan, además de sujetar y separar la cimbra, también un aspecto visual en la superficie de la cimbra.

La construcción en México.

Sabemos que en la República Mexicana por ser un territorio sísmico y por el tipo de suelo, las construcciones son invariablemente con materiales reforzados desde su cimentación y el levantamiento de muros y lozas; es decir se utiliza concreto en sus distintas composiciones, así como el uso de acero armado y ladrillos.

Como ya hemos mencionado para el vaciado del concreto por su estado, es necesario realizar moldes con cimbra para dar forma y dimensiones necesarias según el proyecto.

Definición de Cimbra.

Es un sistema integrado por formas de madera o metal y sus respectivos soportes, cuya función es la de contener al concreto hasta que este haya alcanzado su fraguado final y en consecuencia para soportar las cargas solicitadas.

Las Cimbras deben diseñarse tomando muy en cuenta los esfuerzos por un lado, y la resistencia de los materiales empleados en su construcción.

Este trabajo está enfocado en el diseño del separador de cimbra que una de sus funciones es también la de soportar cargas laterales ejercidas por el peso del concreto que es vaciado al interior de los moldes armados con la cimbra.

1

¹ Concreto Arquitectónico Colado en Obra, ACI 303.
Instituto Mexicano del Concreto, A.C. México, D.F. 1992

En términos generales, una cimbra se integra fundamentalmente por dos estructuras²

- Cimbra de contacto
- Obra falsa

La cimbra de contacto como su nombre lo dice, es la que se encuentra en contacto directo con el concreto y cuya función principal es contener y configurar el concreto de acuerdo con el diseño de la estructura; se compone principalmente por paneles, tarimas, moldes prefabricados, ya sea de madera o de acero.

La obra falsa esta conformada por elementos que trabajan en conjunto con la cimbra de contacto dando mayor soporte a la cimbra y de aquí se derivan los accesorios para la construcción desde el punto de vista del apoyo que dan al armado de la cimbra. Los accesorios mas comunes que se utilizan para la colocación de la cimbra son las vigas de madera o de acero llamadas comúnmente “madrinas”, los “pies derechos” que son también soportes de madera o de acero, etc.

Métodos y accesorios para la construcción.

Actualmente en las grandes construcciones como edificios, viviendas de interés social, interés medio y residencias, se utiliza todo tipo de cimbra como sistema de construcción. Se dice que es ya un sistema de construcción, porque de acuerdo a las necesidades, se puede diseñar un paquete de cimbra para la construcción de una vivienda y este paquete puede ser desmontado y armado para la construcción de otra vivienda y así sucesivamente por lo que ofrece velocidad en el proceso y por lo tanto disminuyen los costos. Otra ventaja de la utilización de estos sistemas, es la posibilidad de utilizar la cimbra de contacto para dar acabados superficiales más estéticos.

Los separadores recomendados para cimbra no deben quedar expuestos a la superficie, ya que los efectos de la corrosión pueden dejar manchas en la superficie del concreto. Es por eso que las varillas separadoras quedan en el interior del muro sin tener contacto en la superficie. En la figura N°1 puede verse una configuración de un armado de cimbra con sus respectivos separadores antes de realizar un colado. Los separadores son básicamente

una varilla de acero que tienen una dimensión determinada según el espesor del muro que se necesite y su función es soportar las fuerzas de tracción ejercidas por el empuje del concreto antes de fraguar, las caras de la cimbra están delimitadas por unos conos de plástico y unas arandelas que impiden el corrimiento de la cimbra debido a las fuerzas de tracción. Finalmente en los extremos de los separadores, las varillas tienen un cambio de diámetro en las puntas para colocar los seguros que sujetan la cimbra.

Como puede verse en la figura N°1 los conos de plástico, además de mantener la distancia entre las caras de la cimbra, tienen una función estética que dejara los agujeros cónicos que pueden observarse en muchos muros de concreto. También tienen esa forma para facilitar la remoción de la varilla que excede la superficie.

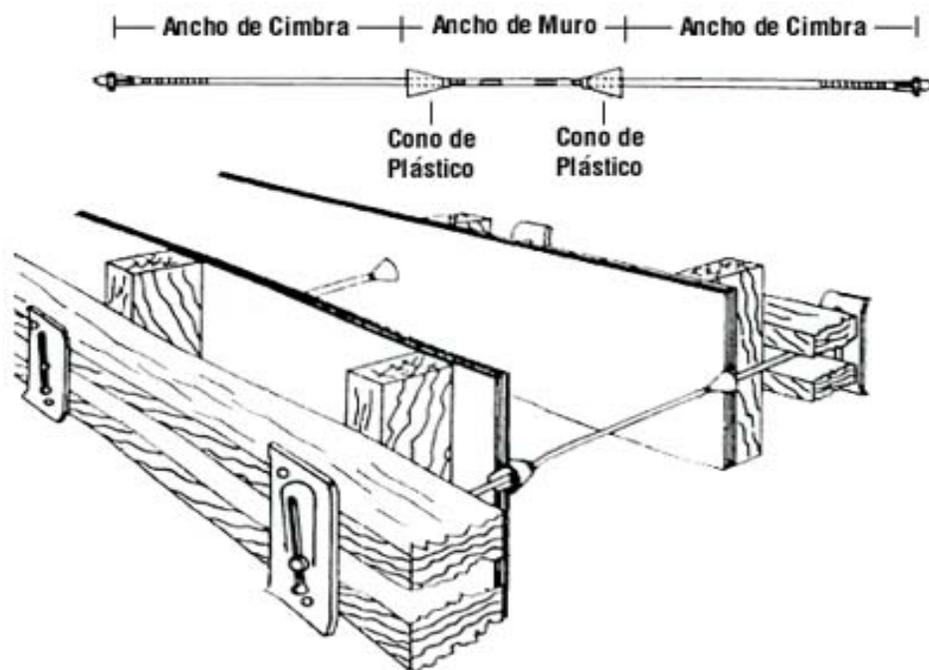


Figura N° 1. (Representación del montaje de la cimbra y de la aplicación de la varilla tensora, Concreto, Ing. Manuel Paulín 2ª ed. México, D.F. 1949).²

² Apuntes de Diseño de Cimbras de Madera, Alcaraz Lozano Federico
División de Ingeniería Civil, Departamento de Construcción, UNAM

En la Figura N°2 puede verse la varilla con las muescas y los extremos o punta de la varilla.

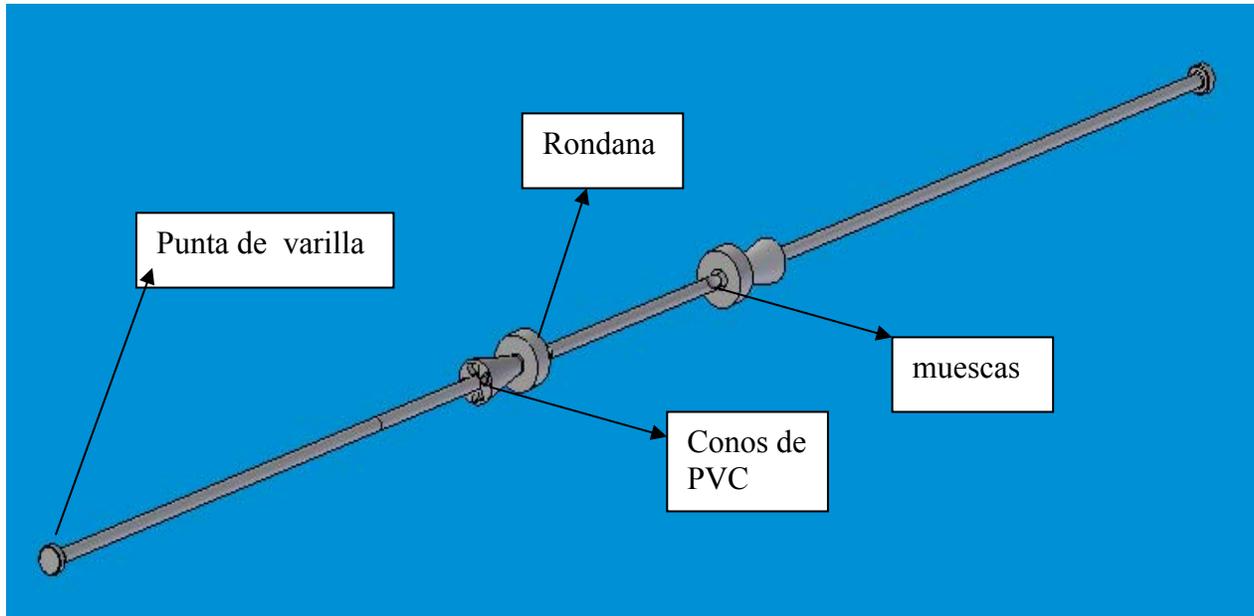


Figura N° 2. (Vista de la varilla resaltando sus componentes, dibujo en Solid Edge V 14).

El uso de la cimbra y los accesorios que requiere, han sido calculados para utilizar el material necesario y de esta manera reducir costos, aunque por cuestiones de estética en el caso particular de este trabajo, los separadores de cimbra, también se utilizan para obtener una trama en el acabado superficial del concreto, también llamado concreto aparente, lo que permite como su nombre lo indica, dejar a la vista el concreto con los patrones formados por los orificios originados al desmontar los conos de PVC, esto ofrece mejor vista al concreto y por lo tanto evitar la necesidad de la colocación de recubrimientos sobre fachadas de concreto estructural.

Cimbra para muros.

La cimbra de muros de concreto consta de las siguientes partes: cimbra de contacto, refuerzo de la cimbra de contacto (barros y vigas maderas dobles), tensores (varillas separadoras) y apuntalamiento. El sistema se modela como una columna, con la diferencia de que al no poder utilizar horquillas y pasadores por la continuidad del elemento, se utilizan tensores metálicos que lo atraviesan, y se sujetan con pasadores mecánicos a las maderas dobles. En la Figura N°3 se aprecian las partes típicas de una cimbra para muro.

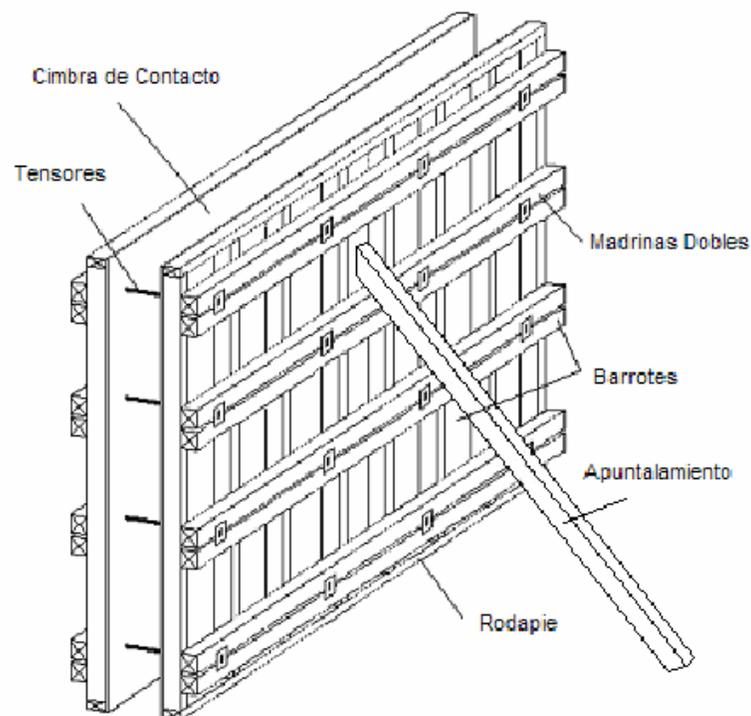


Figura N° 3. (Cimbra modelo para muro de concreto, González A. I., (1998), Aplicaciones de la computadora en el diseño de cimbras de madera de concreto armado, Monografía inédita, Universidad Autónoma de Yucatán, 76 pp.

Capítulo 2.

2.1 Especificaciones.

La varilla es una sección circular con una longitud de 60 - 90 cm. de largo y un diámetro de 3/16" para un muro estándar de 10, 15, 20, 25, 30, 45 cm. de espesor y varía la longitud de la varilla dependiendo del espesor del muro.

Los pasos mencionados a continuación, son el procedimiento tomado en cuenta para el desarrollo de los troqueles y el tipo de material con el que se fabricarán, es decir; se diseñan los troqueles en función de las propiedades mecánicas de la varilla.

1. Colocación de la varilla sobre el troquel para hacer la muescas en la varilla.
2. Colocación de las rondanas y de los conos de PVC en la varilla.
3. Colocación de la varilla en el troquel para las puntas en ambos extremos y con esto terminar la varilla separadora de cimbra.

En el mercado actual, se tienen varillas separadoras de cimbra, las cuales ofrecen ciertas características para la construcción de muros de concreto:

De acuerdo a las normas para construcción de muros de concreto³, el armado de cimbra debe soportar cargas de presión debido al vaciado del concreto en el momento del colado. La presión es variable en función de la altura del vaciado y de la velocidad en que se vacía el concreto, es decir, la presión que se ejerce es hidrostática por lo que la altura y la velocidad de vaciado es fundamental para el análisis de cargas sobre el armado de la cimbra.³

El separador A-3 existente en el mercado, fabricado por la empresa DAYTON SUPERIOR, se fabrica con cabezas forjadas en caliente o moldeadas en frío, dependiendo del proceso que se utilice. Ambos procesos permiten fabricar una cabeza integral muy resistente e integral con la varilla del separador. Más adelante se presenta un análisis de resistencia de la cabeza del separador para ambos procesos.

Los separadores cuentan con el punto de quiebre a una distancia de 1" (2.5 cm) de la cara del concreto y pueden solicitarse con punto de quiebre a 1/2" (1.27 cm o 0.64 cm), también se pueden ordenar con un punto de quiebre más largo.³

³ ACI 301-72 Specifications for Structural Concrete for Buildings , ACI 347 (ver bibliografía).

Sin embargo, debido a los grandes esfuerzos de adherencia entre el concreto y el separador, no se puede garantizar que los separadores con rondana suelta con un punto de quiebre de más de 1" (2.54 cm) permita una ruptura adecuada. Dentro del diseño de la varilla como puede verse en la figura N° 4, solo utiliza una rondana para separar la cimbra del concreto lo cual deja como acabado aparente un pequeño agujero, sin embargo en este trabajo se propone el uso de un par de conos de plástico los cuales están posicionados en el extremo interno de la cimbra y los cuales dejan un acabado aparente con orificios cónicos de ½ pulgada aproximadamente. Cada separador tiene un dispositivo que consiste en una muesca, que previene que el separador gire en el concreto endurecido cuando se rompe. La carga, que ofrece el fabricante de Dayton Superior, maneja un sistema de seguridad de 2:1, este dato en el capítulo siguiente, se compara con los datos que arrojan las pruebas hechas en el laboratorio de pruebas mecánicas. Se realizaron pruebas de tracción para obtener el esfuerzo máximo al cual puede someterse la varilla. El factor de seguridad es norma establecida por la American Concrete Institute (ACI).

2,250 Lib. (1,021 kg)

Carga de Trabajo de Seguridad (C.D.T)

C.D.T. tiene un factor de seguridad de 2 a 1

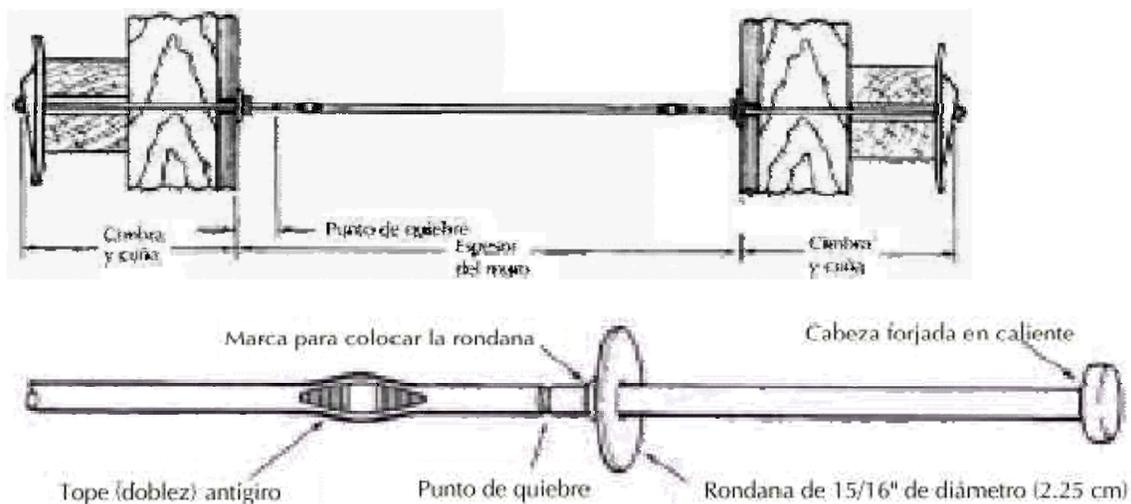


Figura N° 4. (Características de la varilla tensora, Esquema de la empresa Dayton Superior).

2.2 Selección del material.

En función de las especificaciones de la varilla, se pretende dar las dimensiones necesarias para la varilla separadora de cimbra, dado que será este accesorio el que soportará gran parte de la carga que ejerce el concreto.

La tabla comparativa N°1 nos muestra el accesorio existente en el mercado; así como las variaciones que pueden realizarse en cuanto a cambio de dimensiones según las capacidades de manufactura debido a los troqueles diseñados.

Tabla N° 1. Dimensiones de la varilla, propiedades y clasificación del material.

(Especificación de la varilla según la empresa Dayton Superior).

Espesores mas comunes en un Muro:	Carga Máxima admisible.	Altura del muro	Material de la varilla
Variable	2,250 Lib. (1,021 kg)	De 1.20 a 2.40 m.	Acero AISI 1006 - 1010
10 cm	2,250 Lib. (1,021 kg)	De 1.20 a 2.40 m.	Acero AISI 1008
30 cm	2,250 Lib. (1,021 kg)	De 1.20 a 2.40 m.	Acero AISI 1008
45 cm	3,350 Lib. (1520 kg)	De 1.20 a 2.40 m.	Acero AISI 1018

A partir de la tabla N°1 y de las especificaciones para la utilización de las varillas, se pueden establecer rangos de velocidad de colado, las cuales vienen en la tabla N°2.

Tabla N° 2. Presiones Horizontales para diseño de cimbras en muros.						
(Ver referencias en bibliografía Apuntes de Diseño de Cimbras de Madera).						
Velocidad vertical de colado	Máxima presión lateral (kg/m ²) para la temperatura indicada.					
	32 °C	27 °C	21 °C	15 °C	10 °C	5 °C
m / h						
0.3	1220	1280	1355	1465	1610	1830
0.6	1710	1830	1985	2195	2490	2930
0.9	2195	2380	2615	2930	3365	4025
1.2	2685	2930	3240	3660	4245	5125
1.5	3170	3475	3870	4390	5125	6220
1.8	3660	4025	4495	5125	6000	7320
2.1	4150	4575	5125	5855	6880	8420
2.45	4300	4750	5320	6080	7155	8760
2.75	4450	4920	5515	6310	7425	9100
3	4600	5090	5710	6540	7700	9440
Nota:	No deben utilizarse presiones de diseño mayores de 10,000 kg/m ² o de 2,400 x altura en metros, del concreto fresco dentro de la forma, la que sea menor.					

La tabla N°3 muestra las propiedades de la madera, en el ejemplo que se presenta a continuación se hace uso de los datos de esta tabla para calcular las dimensiones de la madera en función de los esfuerzos permisibles.

Tabla N°3. Esfuerzos permisibles para Madera en función de su densidad. (Ver en bibliografía <u>Apuntes de Diseño de Cimbras de Madera</u>).		
Concepto	Para cualquier γ (γ)	Valor en kg/cm2 para $\gamma = 0.4$
Esfuerzo en flexión tensión simple	196 γ	60
Módulo de elasticidad en flexión o tensión simple	196,000 γ	79,000
Esfuerzo en compresión paralela a la fibra	143.5 γ	57
Esfuerzo en compresión perpendicular a la fibra	54.2 γ	7
Módulo de elasticidad en compresión	238,000 γ	95,000
Esfuerzo cortante	35 γ	10
γ es la densidad de la Madera		

El siguiente ejemplo ayudará a comprender el desarrollo de cálculos necesarios para la obtención de las dimensiones y propiedades de los materiales que se utilizan para la fabricación de cimbra, así como la distribución de las varillas separadoras y tensoras, según la carga que deba soportar la sección.⁴

Ejemplo para diseñar cimbra para el colado de muros de concreto en donde se muestra la aplicación de las varillas tensoras:

Diseño de cimbra para muro:

Datos.-

Altura del muro $h = 4.50$ m

Velocidad de Colado.- $R = 0.9$ m/h con vibrador (Razón de velocidad del vaciado).⁴

⁴ Apuntes de Diseño de Cimbras de Madera, Alcaraz Lozano Federico
División de Ingeniería Civil, Departamento de Construcción, UNAM

T = 21 ° C (promedio de temperatura ambiente)

Hojas de Triplay $\frac{3}{4}$ "(19 mm) de espesor x (1.2 m X 2.40 m).

Densidad del triplay; $\gamma = 0.6$ (Kg/m³)

Tensores de 2800 Kg. De resistencia a la tensión

a) Presión lateral máxima:

Con los datos anteriores aplicados en la tabla N°2 Obtenemos que:

- Para R = 0.90 m/h y T = 20 ° C

$$\text{La Pmax.- } \underline{\underline{2,615 \text{ Kg/m}^2 = w}}$$

Presión lateral calculada según los datos iniciales y nos ayudará a calcular la separación vertical de las "madrinas" o vigas horizontales que se muestran en la figura N°3. del capítulo anterior.

- Sabemos que la densidad del concreto es: 2,400 Kg/m³

-Profundidad en donde Pmax: (Presión máxima ejercida por el vaciado del concreto): H(altura máxima) = $2,615 / 2,400 = \underline{\underline{1.09 \text{ m.}}}$

-De la Tabla N°3 de Esfuerzos permisibles en función de la densidad de la madera para los datos dados obtenemos el esfuerzo admisible:

$f = 196 \gamma$; $\gamma = 0.6$ Densidad de la madera

Por lo tanto: f admisible = 120 (kg/cm²)

-De la tabla N°4 de propiedades del triplay obtenemos los siguientes valores:

Modulo de sección para triplay de 5 capas, e 19 mm: 0.3598 (cm³)

Tabla N°4 de propiedades del Triplay (Ver en bibliografía Apuntes de Diseño de Cimbras de Madera).									
Hoja de Triplay pulido. Espesor neto.	N° de capas	1 cm de ancho con la veta visible paralela al claro			1 cm de ancho con la veta visible perpendicular al claro			Peso aproximado en Kg	
		area de la sección transversal	Momento de inercia	Módulo de sección	area de la sección transversal	Momento de inercia	Módulo de sección	Hoja de 1.22 x 2.44	100 m2
(mm)	Nº	(cm2)	(cm4)	(cm3)	(cm2)	(cm4)	(cm3)	Kg	Kg
3.2	3	0.16	0.0023	0.0145	0.1575	0.0003	0.0041	7.264	244
4.75	3	0.26	0.0081	0.0343	0.21	0.0008	0.0074	9.08	305
6.35	3	0.35	0.1944	0.0612	0.2793	0.0019	0.0132	11.35	381
9.5	3	0.47	0.0626	0.1321	0.4725	0.0089	0.0378	16.344	549
9.5	5	0.53	0.0512	0.1079	0.42	0.0204	0.0644	16.344	549
12.7	5	0.76	0.1259	0.1987	0.504	0.044	0.1071	22.246	747
15.9	5	0.95	0.2271	0.2867	0.63	0.1048	0.189	26.332	885
19	5	0.95	0.3413	0.3598	0.945	0.2325	0.3265	32.234	1083
19	7	0.95	0.3889	0.4097	0.945	0.1849	0.2701	32.234	1083
22.2	7	1.27	0.5807	0.5241	0.945	0.3305	0.3796	37.682	1266
25.4	7	1.11	0.7344	0.5799	1.4175	0.6256	0.6073	43.584	1464
28.6	7	1.42	1.0485	0.7362	1.4175	0.8881	0.7491	48.578	1632

Momento de inercia para triplay de 5 capas de 19 mm:

$$I = 0.3413 \text{ (cm}^4\text{)}$$

y considerando un metro de ancho:

$$I = (100) (0.3413) = 34.13 \text{ (cm}^4\text{)}$$

El momento de inercia en este caso se refiere al valor geométrico de la sección rectangular para el triplay por lo que para una sección rectangular y de manera simétrica se obtiene un solo valor en **(cm⁴)**.

Sabemos de la tabla N°3 que **E = 196000 (0.6) = 117600 Kg/cm²**

De la siguiente fórmula se obtendrá la longitud de separación de las vigas verticalmente y por consiguiente la colocación de las varillas separadoras o tensoras. Por lo tanto para obtener la flexión máxima:

$$L = \sqrt[3]{0.355 EI / W}$$

L: Longitud de separación

W: carga vertical

E: Mod. de elasticidad

I: Momento de Inercia

$$L = \sqrt[3]{0.355 EI / W} =$$

$$= \sqrt[3]{\{(.355) (117,600) (34.13)\} / \{(2,615)*(10,000)\}} = \underline{0.38 \text{ m}}$$

Como puede verse el resultado de 0.38 m como espaciamiento vertical para colocar las vigas “madrinas” y en ese punto los tensores. El resultado está calculado en función de las propiedades mecánicas de la madera y el triplay, la carga vertical ocasionada por el vaciado del concreto y los momentos permisibles obtenidos en la tabla N°4 de las propiedades del triplay para un uso mas común de triplay de 19 mm.

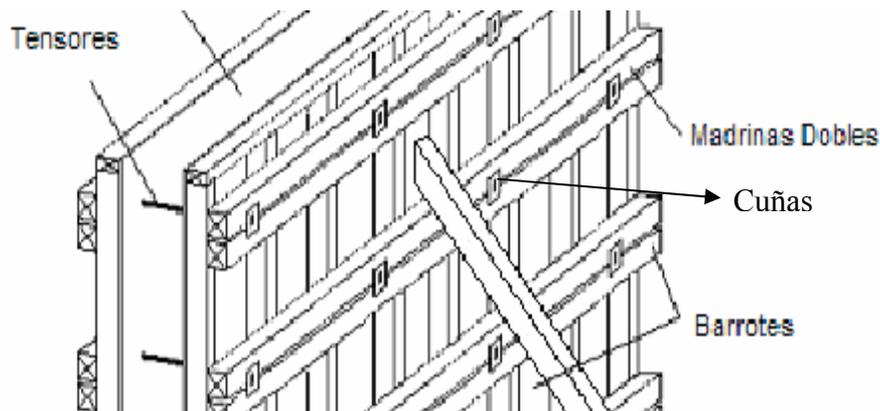


Figura N°5. Vista de la cimbra con madrinas dobles y cuñas que son las que sujetan la varilla tensora.

En la figura N°5 puede verse que las madrinas dobles son vigas de madera que se colocan en pares con el fin de no tener que perforar la viga por el paso de las varillas tensoras aseguradas con las cuñas, que como ya se había mencionado, son otro accesorio para el armado de la cimbra.

Por lo tanto es aceptable utilizar largueros verticales espaciados 40 cm, 6 espacios exactos de 40 cm que tiene de largo el triplay. De aquí podemos ver que para una configuración de 6 largueros por cada módulo de cimbra de 2.44 m de altura, deben ir 6 varillas separadoras ya que en cada unión de los largueros con la unión de cada módulo de cimbra de 1.22 m x 2.44 m debe ir una varilla separadora.

2.3 Pruebas Mecánicas.

Para tener validez en el diseño de los troqueles será necesario mostrar primeramente algunas propiedades del material, es decir, resistencia a la tracción, dureza del material y el rango posible a variar de la geometría de la varilla; (Propiedades para acero 1008, semi flecha comercial de acero de bajo carbono).

Tabla N°5. Comparativa de las Propiedades de los Materiales (Mechanical Properties 9840 http://www.matweb.com/search/SpecificMaterial.asp?bassnum=M984AA)							
Denominación del Acero Equivalencias	Esfuerzo Último a la Tensión (Mpa)	Esfuerzo de Cedencia Tensión (Mpa)	Módulo de Young Elasticidad (Pa)	RC	Dureza RB	Brinell	Observaciones
9840 (AISI) TX10T	1240	1105	200 X 10 E 9	35	100		Este material se utiliza para la fabricación de Herramienta, como bases, sufrideras, matrices.
D2 (AISI) CA1215		Esfuerzo ala Compresión 1900	210 X 10 E 9	43-63			Este material se utiliza principalmente para la fabricación de herramientas, como punzones y dados
D3 (AISI) CA1220 UNS T30403			207 X 10 E 9	65-66			Este material se utiliza principalmente para la fabricación de herramientas, como punzones y dados
1008 (AISI) UNS 610080 SAE J403	305	170	200 X 10 E 9	27	49	86	Este material es de usos generales con una resistencia alta a la deformación.
Varilla experimental	255	200	200 X 10 E 9	27			Este material es de usos generales con una resistencia alta a la deformación.

Pruebas mecánicas en el laboratorio de pruebas de tracción de la facultad de Ingeniería.

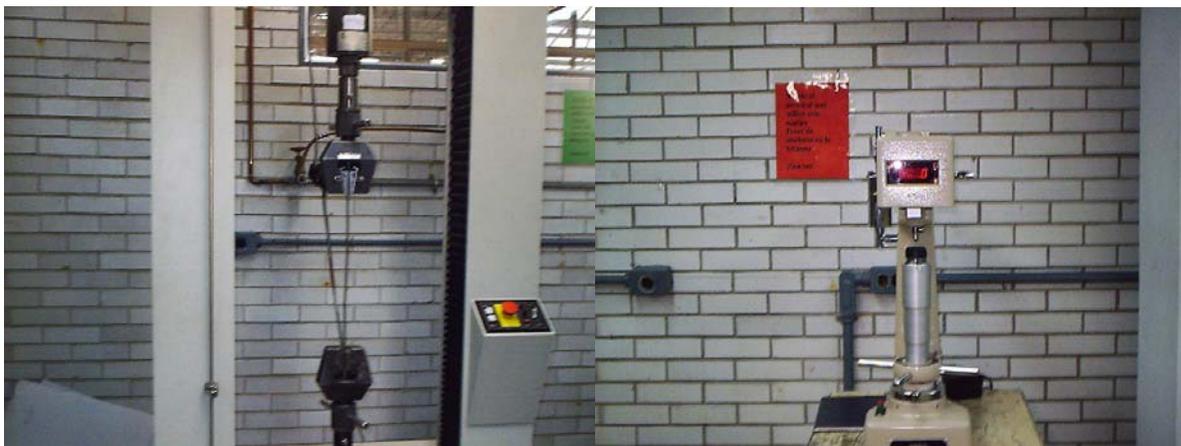


Figura N°6. Pruebas de tracción y de dureza de la varilla separadora. (C.D.M. Ingeniería)



Software para calcular los esfuerzos y resistencia de las varillas.

Figura N°7. Ensayo de tracción de la varilla separadora (Facultad de Ingeniería, UNAM)



Mordazas de sujeción de la varilla.

Punto de ruptura en la muesca, ya que se comporta como un concentrador de esfuerzos por la disminución de la sección.

Figura N°8. Ruptura del material ensayado. (Facultad de Ingeniería, UNAM)

Como puede observarse las varillas a las que se sometieron a pruebas mecánicas, presentan valores aproximados a los nominales de las tablas de propiedades mecánicas para dicho material (ver tabla comparativa N°5), esto debido a los concentradores de esfuerzos que se presentan en las muescas hechas a la varilla debido a la geometría que presenta por el diseño de la varilla misma. La carga máxima que puede resistir la varilla es de 2800 Kg., pero por norma se tiene un factor de seguridad de 2 a 1 para una carga nominal de 2200 Kg, entonces tenemos una capacidad de carga de 1100 Kg. que se aproxima a los valores de carga permisible de las varillas existentes en el mercado.

Sin embargo tomando directamente el valor de 2800 Kg. de carga máxima y el factor de seguridad, tenemos 1400 Kg. y para una carga admisible de 2615 Kg/m²:

-Carga en las “madrinas”: $(2615 * 0.40) = 1046 \text{ Kg/m}$

-Espaciamiento horizontal de las varillas: $(1400/1046) = 1.34 \text{ m}$.

-Por lo que resulta adecuado para una cimbra de 1.22 m de ancho.

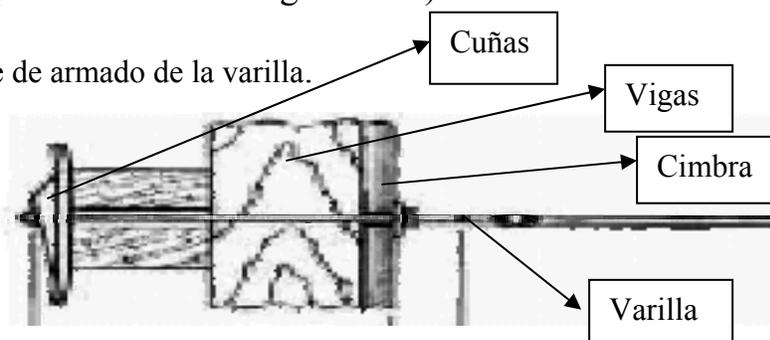
2.4 Conclusiones.

Las cargas a las que fue sometida la varilla de acero 1008, fueron hechas para poder explicar el comportamiento de la varilla a ciertas sollicitaciones y además de acuerdo a las propiedades del material. Las cargas ejercidas en la varilla, arrojaron datos del máximo esfuerzo permisible para ese tipo de acero y poder hacer la comparación con la tabla de propiedades del acero del tipo 1008.

La varilla entonces responde al rango de esfuerzos producidos por efecto de las componentes de carga ejercidas por el concreto al ser vaciado. Con estos datos se puede establecer la geometría de la varilla y los cambios de sección máximos que pueden tenerse en la varilla por diseño y accesorios de la misma varilla, como los conos de PVC utilizados para separar la cimbra a la dimensión especificada para un ancho de muro estándar o en su caso algún espesor de muro solicitado en donde sería posible un cambio en el diseño de la varilla separadora o simplemente incrementar el número de varillas separadoras en un área de cimbrado, es decir; en la cara superficial donde finalmente quedará el concreto aparente.

Con el ejemplo anterior pudimos constatar que las varillas separadoras deben colocarse a cada 40 centímetros de separación ya con el factor de seguridad que se pide por norma; es decir, en un módulo de cimbra de 2.44 X 1.22 m. Se colocarán verticalmente 6 varillas separadoras con sus respectivas vigas madrinas y sus cuñas las cuales se colocan en las puntas de la varilla para asegurar la cimbra. (Como puede verse en la figura N° 9).

Figura N°9. Detalle de armado de la varilla.



Finalmente, las propiedades mecánicas de la varilla tensora y los materiales para la cimbra

cumplen con las especificaciones estándar inclusive con los factores de seguridad recomendados y respetando las especificaciones de la cimbra y los accesorios necesarios para la construcción.

Capítulo 3.

3.1 Troqueles.

En el capítulo 2. Se determinó que con base en las especificaciones de la varilla, el proceso de fabricación debe ser por medio de deformación de la geometría misma de la varilla, es decir; la formación de las muescas, las puntas de la varilla (capuchones) y las rondanas para la sujeción de la varilla en las vigas mdrinas, por lo tanto será necesario presentar propuestas del herramental, así como la descripción de los troqueles y el punzonado en su caso.

Breve reseña sobre troqueles.

(<http://www.kentek.com.mx/procesos.html#top#top>).

- Troquel.- Herramienta empleada para dar forma a materiales sólidos, y en especial para el estampado de metales en frío. En el estampado se utilizan los troqueles en pares. El troquel más pequeño, cuño o punzón, encaja dentro de un troquel mayor, o matriz. El metal al que va a darse forma, que suele ser una lámina o una pieza en bruto recortada, se coloca sobre la matriz en la bancada de la prensa. El cuño o punzón se monta en el pistón de la prensa y se hace bajar mediante presión hidráulica o mecánica.

Tipos de Troqueles:

- TROQUELES DE CONFORMADO

Estos troqueles solo realizan deformación plástica sobre algún material, sin llegar a la fractura o corte.

- TROQUELES DE CORTE

Estos troqueles logran cortar el material a las dimensiones y geometría deseada.

- TROQUELES DE FLEXIÓN Y DOBLADO

Hay troqueles que se utilizan para doblar o producir pequeñas flexiones o deformaciones en el material.

- TROQUELES DE EMBUTIDO

Estos troqueles producen fuerzas de compresión elevadas que deforman el material para producir geometrías complejas.

A continuación en la figura N°10 puede verse las etapas en que un troquel produce deformación sobre el material y al sobrepasar los esfuerzos de deformación plástica, se logra el corte deseado según el diseño del troquel y en caso de que se requiera corte.

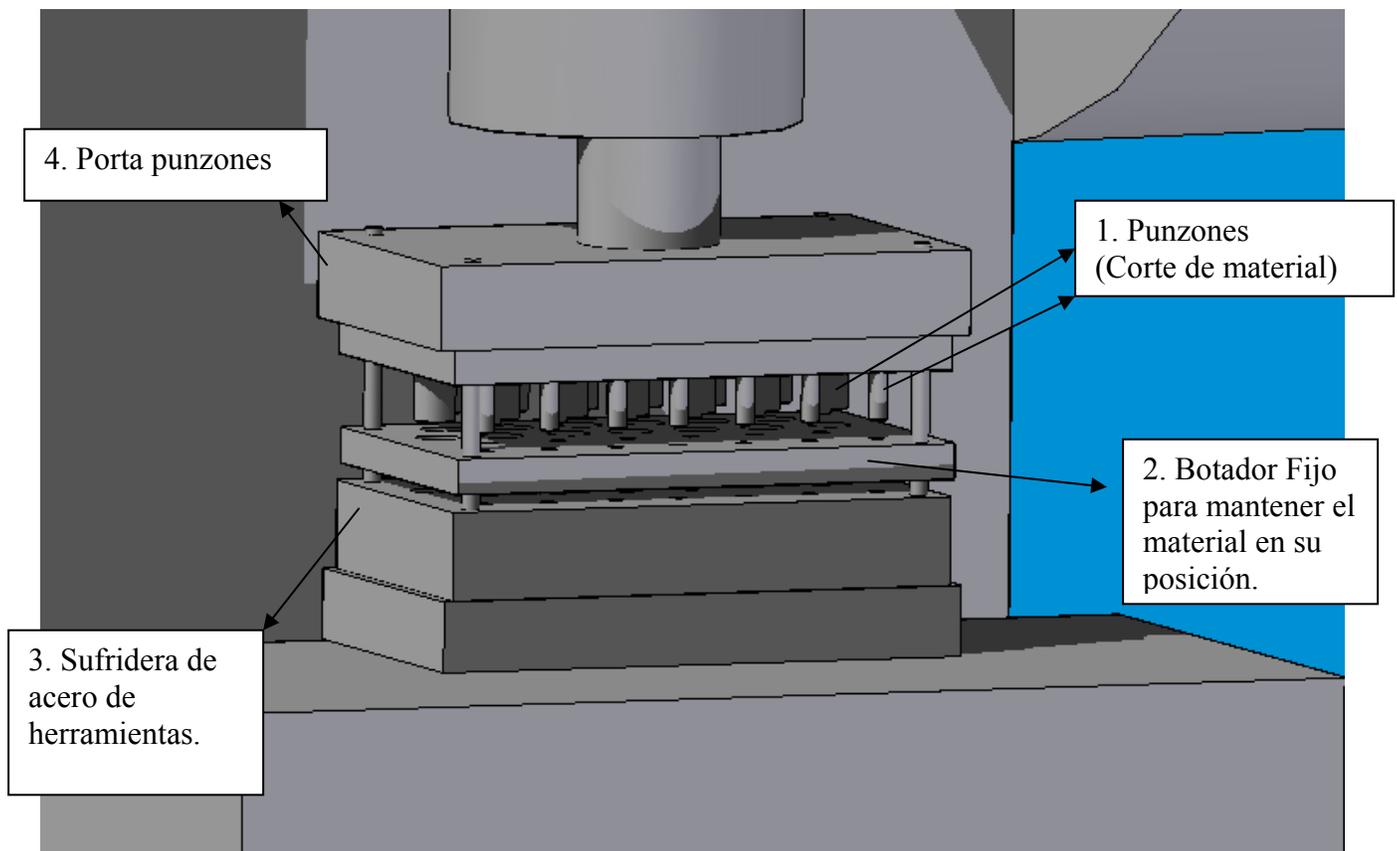


Figura N°10. Ejemplo de configuración de un troquel para punzonado para la fabricación de rondanas.

En la figura N°11. Puede verse en corte, un troquel en donde se muestran todas las partes y materiales que compone una matriz de un troquel. Existen con botador fijo; es decir, no regresa el cortador a la posición inmediata al corte.

En el caso siguiente puede observarse que la matriz tiene botador móvil accionado con resortes; es decir, el cortador inmediatamente después del corte, regresa a su posición inmediata anterior al corte.

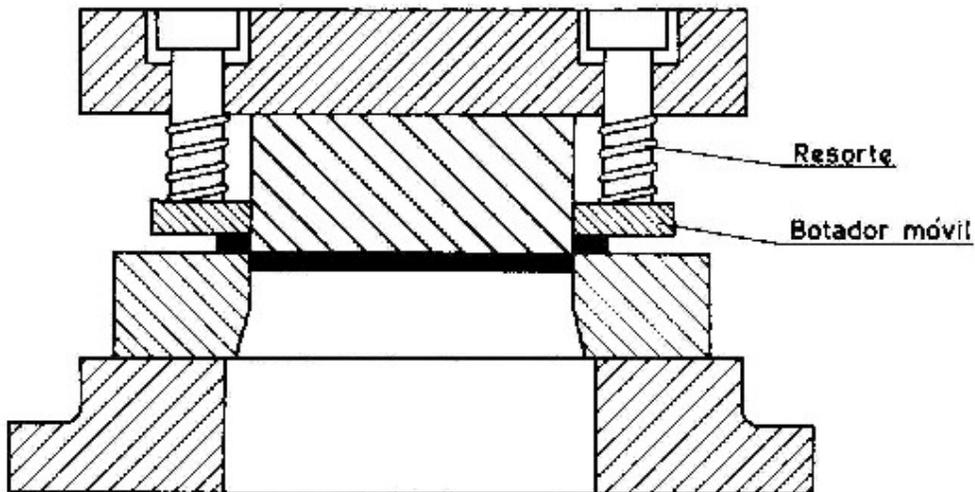


Figura N°11. Corte de un troquel para corte de material.

Los troqueles se utilizan para la producción de un sin número de elementos que componen alguna máquina, accesorios, otras herramientas o para cualquier material que requiera deformación, flexión o corte.

Los troqueles generalmente se fabrican con materiales de acero común o aceros especiales, dependiendo de las propiedades del material a troquelar.

Punzones, matrices y trabajos con prensa.

Para latón y acero suave, la mayoría de las matrices tienen un huelgo lateral que se entiende al espacio entre los límites del punzón y el de la matriz y este es igual al 5 o 6 % del grueso del material a cortar. Para materiales mas dúctiles el huelgo debe ser del 10 %. Sin embargo también debe considerarse que a menor huelgo mayor presión será necesaria para crear la fractura del material. Para punzones redondos el huelgo es igual al diámetro de la matriz menos el

diámetro del punzón y para cortes irregulares, simplemente se resta en un lado el espesor multiplicado por 5-10%.

Cuando se trabaja con acero, tanto el punzón como la matriz deben templarse para que sean resistentes al desgaste.

Velocidades y presiones para las troqueladoras. Para punzonadoras que trabajan con materiales menores a 6.3 mm. Pueden trabajar de 50 a 200 golpes por minuto, en promedio 100 golpes es lo mas usual. Para espesores mayores a los 6.3 mm. Se trabaja de 25 a 75 golpes por minuto.

Las presiones necesarias para lograr el corte del material, dependen de la resistencia del material y del área de la superficie que ha de cortarse. Para agujeros redondos la presión se calcula multiplicando la circunferencia del agujero X el grueso del material X por el coeficiente de resistencia del material al corte o a veces se sustituye por el coeficiente de resistencia a la tracción para obtener un exceso de presión como factor de seguridad.

Una regla para calcular la presión necesaria para punzonado sobre acero es multiplicar el diámetro del agujero en cms. X el espesor del material X 12.6, obteniendo el valor en toneladas métricas.⁵

⁵ (Manual universal de la técnica mecánica, pp. 1526).

3.2 Proceso de diseño de los troqueles.

Para la fabricación de la varilla separadora de cimbra, es necesario primero dividir los procesos según el tipo de trabajo que se vaya a realizar. La varilla se ha dividido en tres procesos para el conformado de ella. En la siguiente tabla se proponen el número de pasos y por consiguiente de troqueles que se requerirán para completar el proceso:

Tabla N°6. Clasificación de los troqueles para el proceso de fabricación.

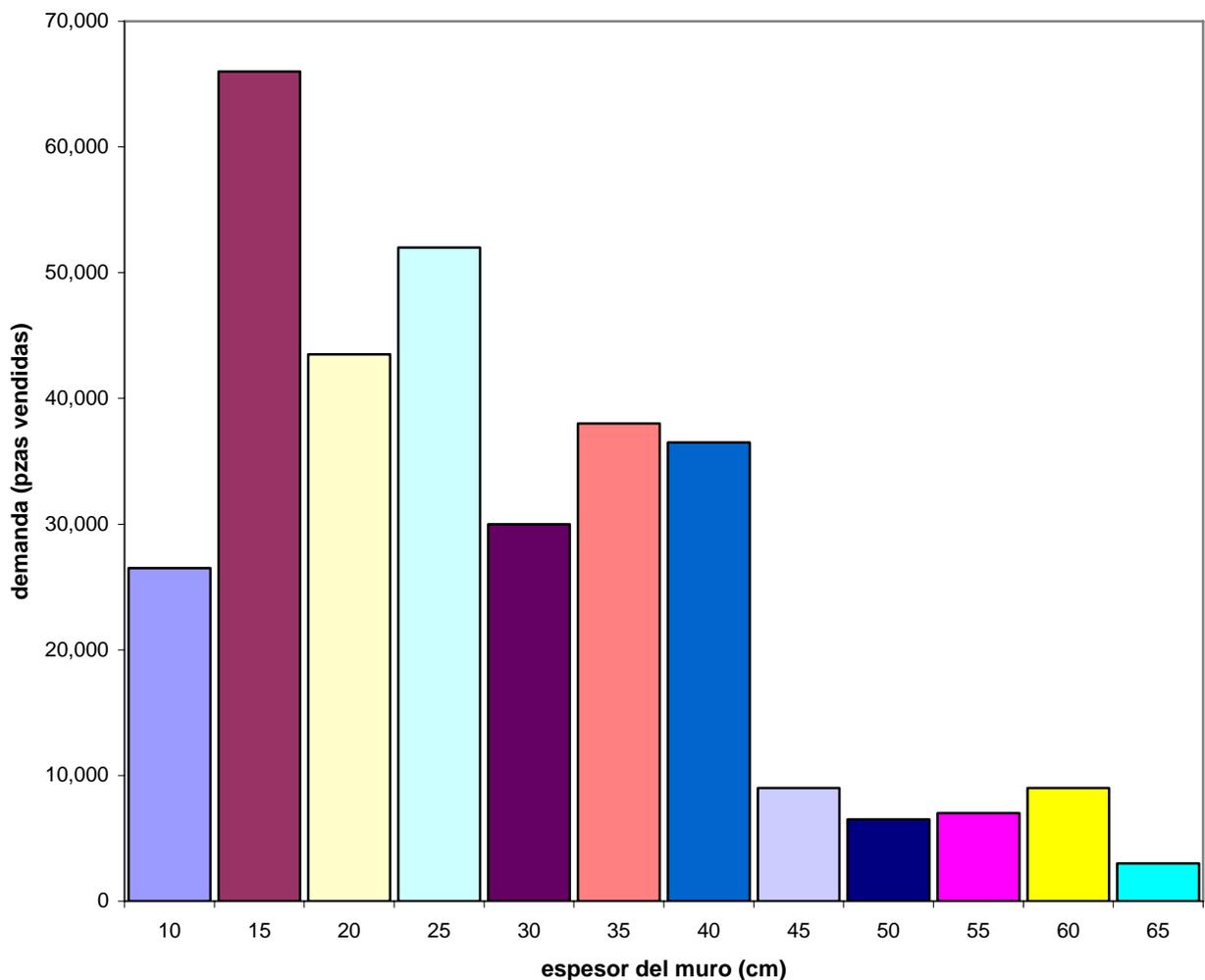
Proceso	Troquel	Tipo	Modelo	Material
1	Muestras	Intermitente	Sin fabricar	Acero AISI D2
2	Puntas de la varilla	Intermitente	Sin fabricar	Acero AISI D3
3	Rondanas	Intermitente	Sin fabricar	Acero TX10T AISI 9840

Los troqueles mencionados han sido diseñados para completar el proceso de fabricación de la varilla y por lo tanto se mostrará de manera detallada los planos de diseño y fabricación, así como las propiedades de los materiales que se proponen para su fabricación.

La configuración de los ensambles de los troqueles, se han hecho cumpliendo con las restricciones físicas de las troqueladoras.

En la gráfica N°1 se muestra con claridad cuáles son los separadores de cimbra más solicitados según el espesor del muro deseado. Por lo tanto, los más comerciales son para muros de 15, 20, 25, 30, 35 y 40 cm de espesor. Le siguen los que son para muros de 10 cm, después para muros de 45, 50, 55 y 60 cm y por último los de 65 cm o más, los cuales ya son pedidos muy especiales.

Separadores de cimbra más comerciales



Gráfica N°1. Demanda de los separadores en función del espesor del muro.

La empresa Multicimbra, S.A de C.V, ha tenido una demanda en promedio de 28500 separadores mensuales, en la gráfica N°1, puede verse en que proporción se venden los separadores en función del espesor.⁶

Los operadores de la empresa pueden producir en un tiempo estándar de 18 segundos por pieza, estamos hablando del tiempo que transcurre desde:

- Colocación de la varilla sobre el troquel para hacer la muescas en la varilla.
- Colocación de las rondanas y de los conos de PVC en la varilla.
- Colocación de la varilla en el troquel para las puntas en ambos extremos y con esto terminar la varilla separadora de cimbra.

Con lo cual se pueden producir:

$$3600 \text{ (segundos / hora)} / 18 \text{ (segundos / pieza)} = \mathbf{200 \text{ piezas / hora.}}$$

Y considerando que se dedicarán 4 horas diarias a la producción de estos separadores tenemos que diariamente se está en capacidad de producir:

$$200 \text{ (piezas / hora)} * 4 \text{ (horas)} = \mathbf{800 \text{ piezas / día.}}$$

Esta capacidad de producción representa anualmente una cantidad de:

$$800 \text{ (piezas / día)} * 300 \text{ (días / año)} = \mathbf{240000 \text{ piezas / año.}}$$

La producción de la varilla separadora es mínima ya que sería para satisfacer la demanda en la zona y para consumo de la misma empresa como accesorio complementario de la cimbra.

Los tiempos estimados son aproximados según la capacidad del operador y se basa en operaciones similares dentro de la fábrica de Multicimbra, S.A de C.V. y se aproximan a los tiempos de producción de la empresa DAYTON Superior.

⁶ Estudio de factibilidad para la fabricación de separadores de cimbra, UAM

3.3 Troquel para muescas de la varilla.

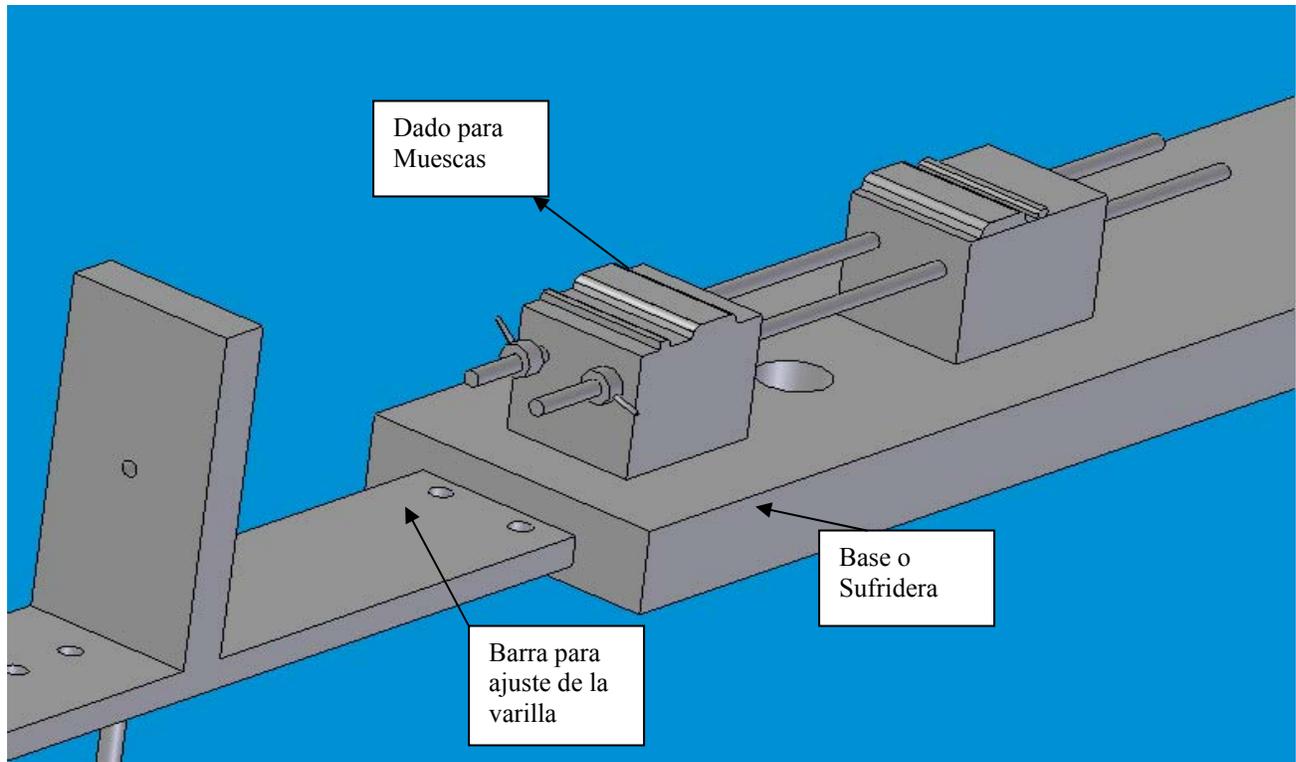


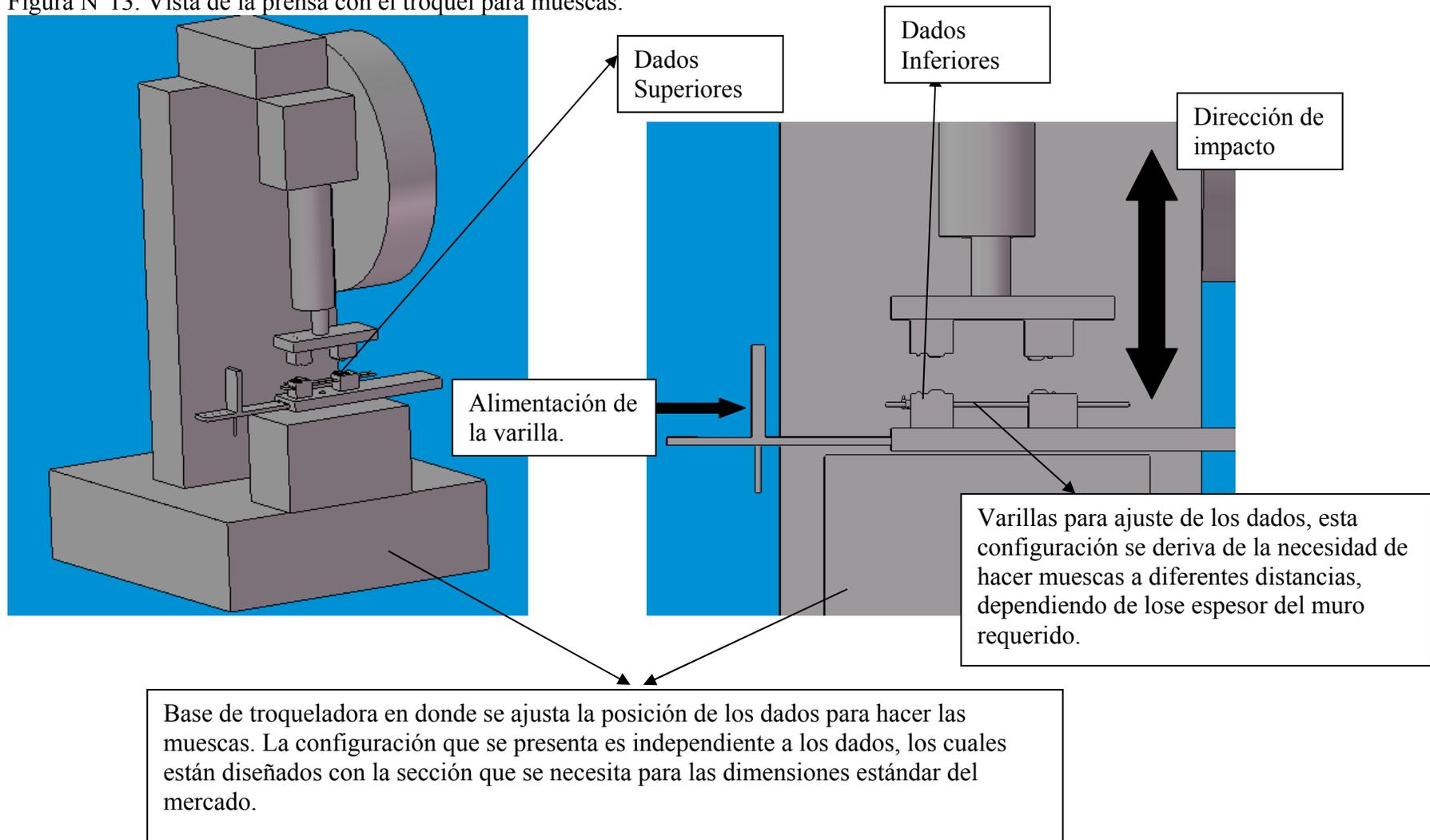
Figura N°12. Vista del troquel para hacer las muescas de la varilla

Como puede verse en la figura N°12 el troquel para muescas consta de un dado o matriz para la fabricación de las muescas de la varilla, una base o sufridera y una barra de soporte.

Tabla N° 7. Cotizacion de los materiales							
Nombre Troquel	Denominación del Acero Equivalencias	No. De Piezas	\$ / Kg (Aprox.)	Densidad	Vol.	Peso	Costo Neto Material (\$)
				Kg/M3	cm3	Kg	
Para muescas de varilla	D2 (AISI) CA1215	2 (superior e inferior) Dado	150.5	7649	62.13	1.9	\$ 571.90
	9840 (AISI) TX10T	Base Superior e inferior	97	7870	1856	14.7	\$ 1,425.90

Vistas de troqueles sobre base de troqueladora. (Troquel para muescas).

Figura N°13. Vista de la prensa con el troquel para muescas.



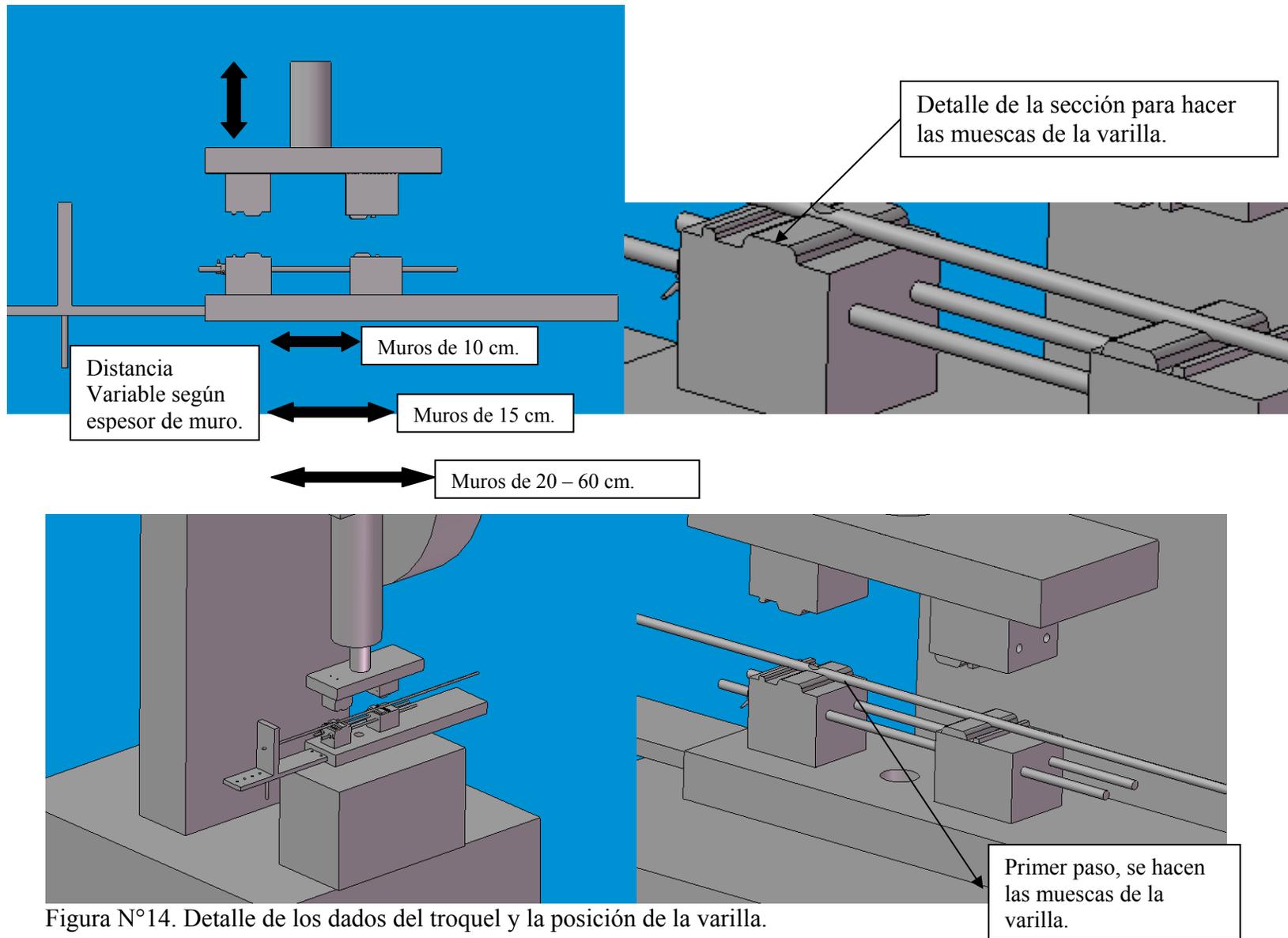


Figura N°14. Detalle de los dados del troquel y la posición de la varilla.

3.4 Troquel para puntas de la varilla.

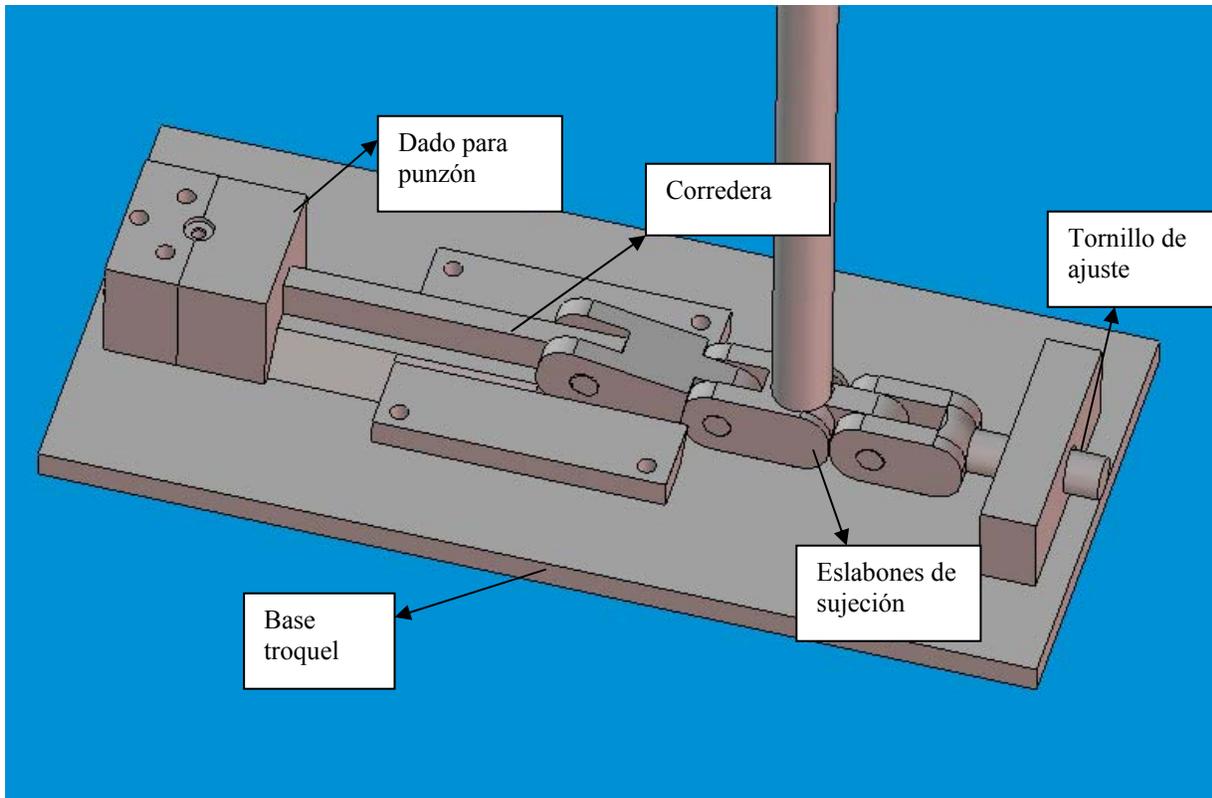


Figura N°15. Vista esquemática del herramental con sus componentes principales.

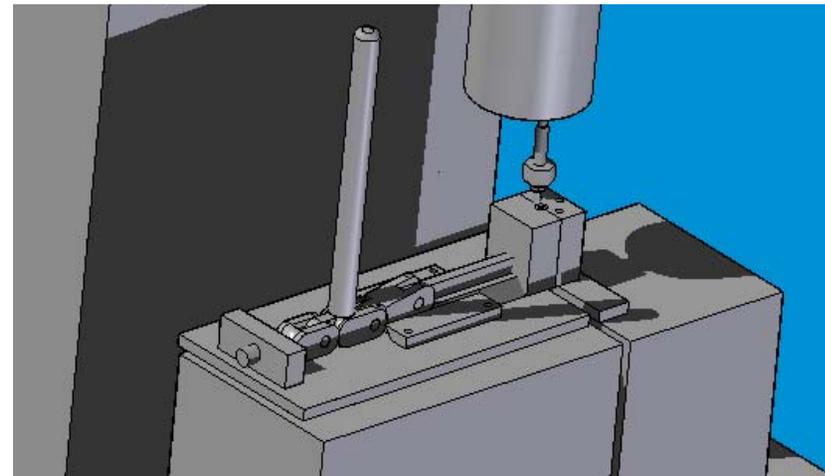
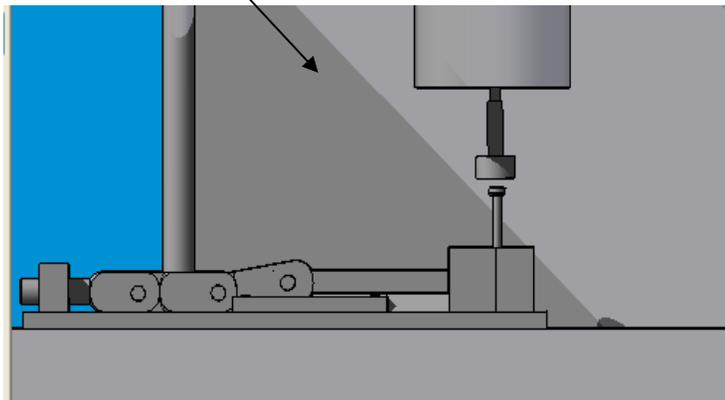
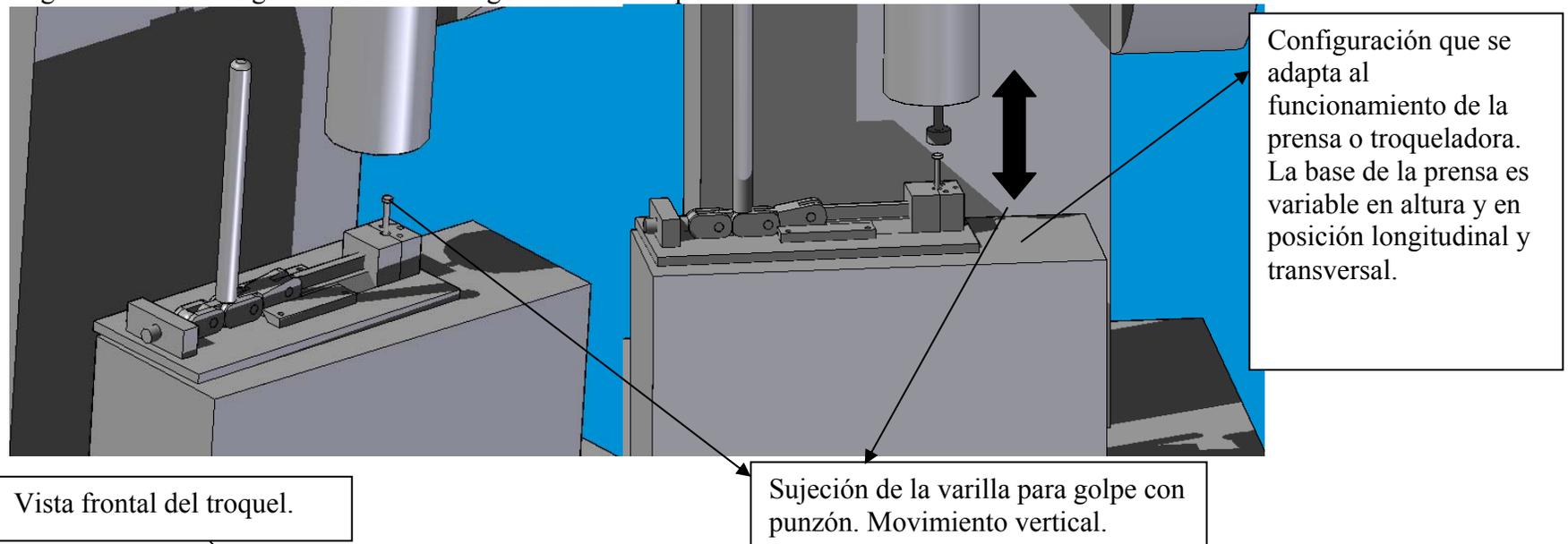
El troquel para las puntas de varilla es un mecanismo de eslabones que sirven para fijar la varilla al dado en el cual se le dará la forma en cada extremo la cual se muestra en la figura N°15 y la deformación se hará con un punzón colocado en el brazo de la troqueladora. Los planos de las partes de este troquel se muestran al final de este escrito y de igual forma para cada troquel se dan medidas y dibujos a detalle. De igual forma se presenta una tabla con los datos de los materiales que se utilizarán para su fabricación. Los materiales son para cada pieza de una aleación de acero al carbón con la propiedad que necesite según las condiciones a las que será sometido.

Los materiales para el troquel son calculados a partir de su densidad, del cual se obtiene un costo directo del precio que se observa en la tabla de cotización del material, sin embargo hay que aumentar un porcentaje por desperdicio del material al ser maquinado y por las dimensiones de las barras, cuadrados y placas comerciales.

Tabla N°8. Cotizacion de los materiales							
Nombre Troquel	Denominación del Acero	No. De Piezas	\$ / Kg	Densidad	Vol.	Peso	Costo Neto Material (\$)
				Kg/m3	cm3	Kg	
Para Puntas de Varilla	D3 (AISI) CA1220	2 (Izq. y der.) Dado	105	7860	105.15	0.826	\$ 86.73
	9840 (AISI) TX10T	Base	97	7870	548.9	4.32	\$ 419.04
	9840 (AISI) TX10T	Base Corredera	97	7870	95.92	0.755	\$ 73.24
	9840 (AISI) TX10T	eslabones (3 piezas) Palanca	97	7870	135.75	1.069	\$ 103.69

Vistas de troqueles sobre base de troqueladora. (Troquel para puntas de varilla).

Figura N°16. Vistas generales de la configuración del troquel.



Vistas de troqueles sobre base de troqueladora. (Troquel para puntas de varilla).

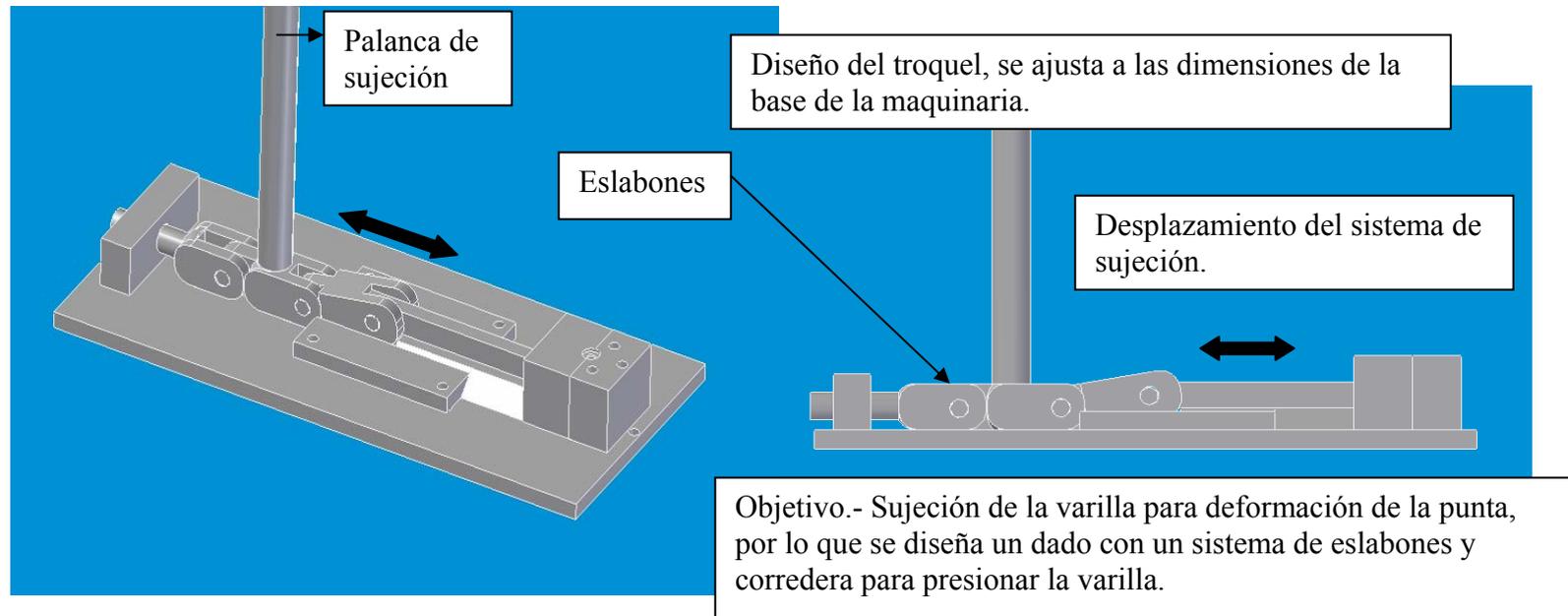


Figura N°17. Configuración del herramental para la sujeción de la varilla.

Diseño Conceptual: Sujeción de la varilla.

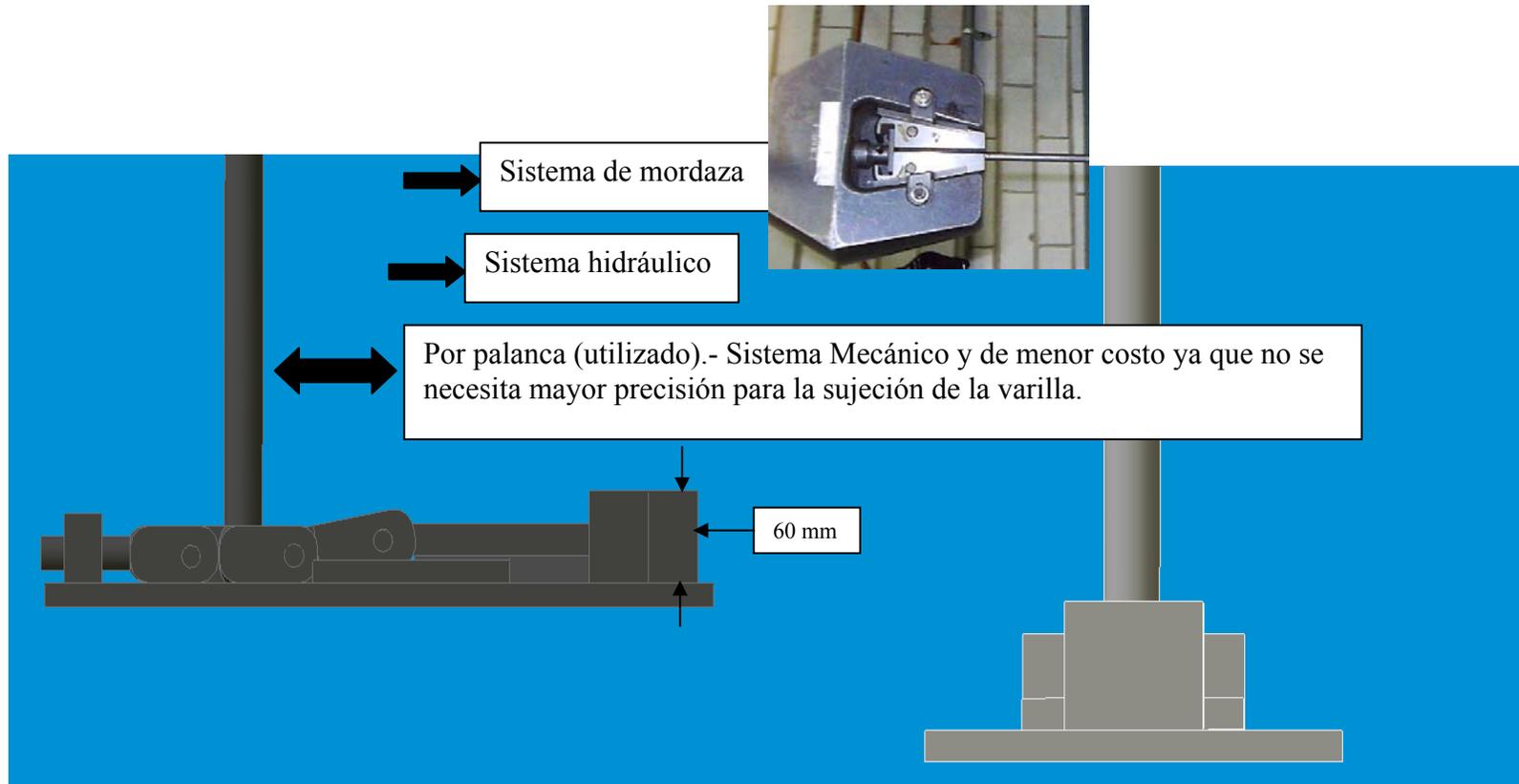
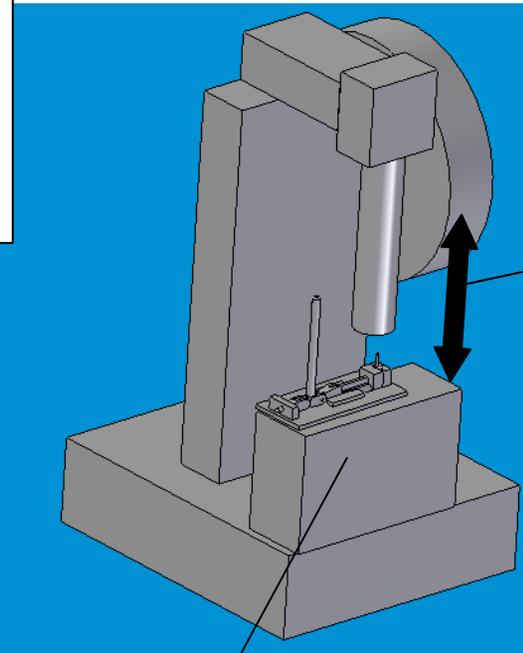
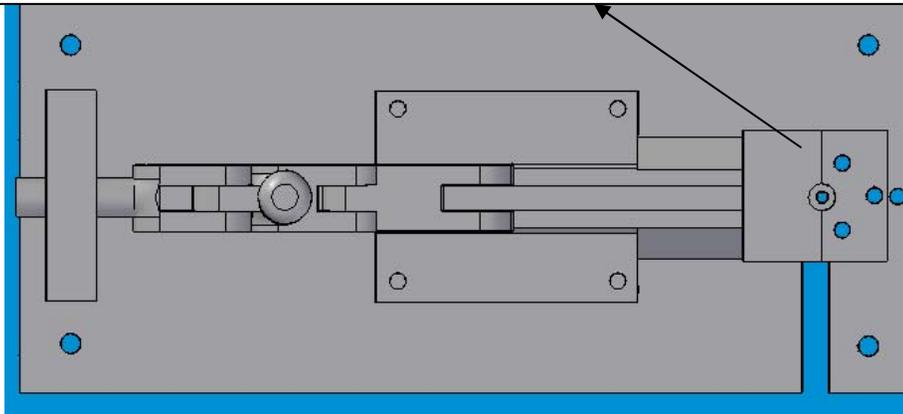
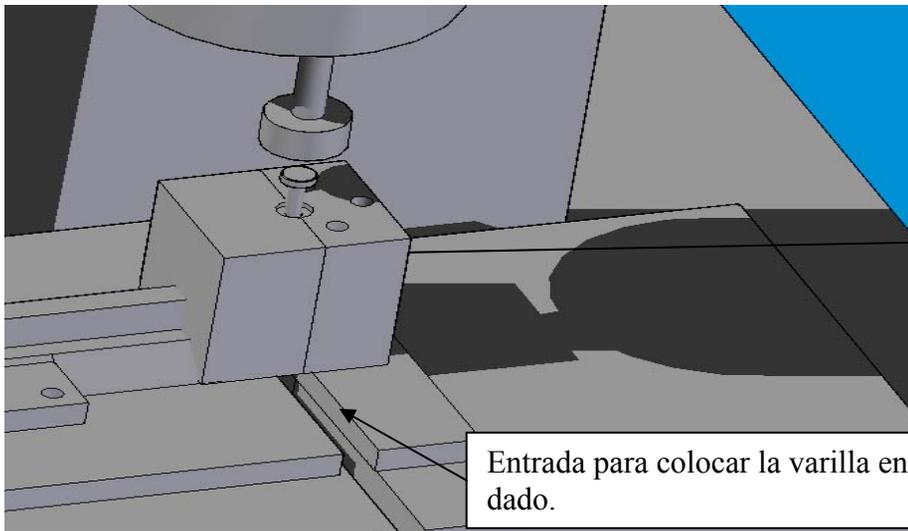


Figura N°18. Vista frontal y lateral del herramental. (Configuraciones posibles para el diseño del herramental).

Se diseñó esta configuración por ser la más económica y la que requiere menos trabajo de maquinado. El sistema puede ser sustituido por cualquier otro, ya que el dado se mantiene independiente al sistema de sujeción. El dado puede ser adaptado a un sistema de electro fusión el cual sirve para calentar la punta de la varilla y de esta manera la punta se deforma más fácilmente.



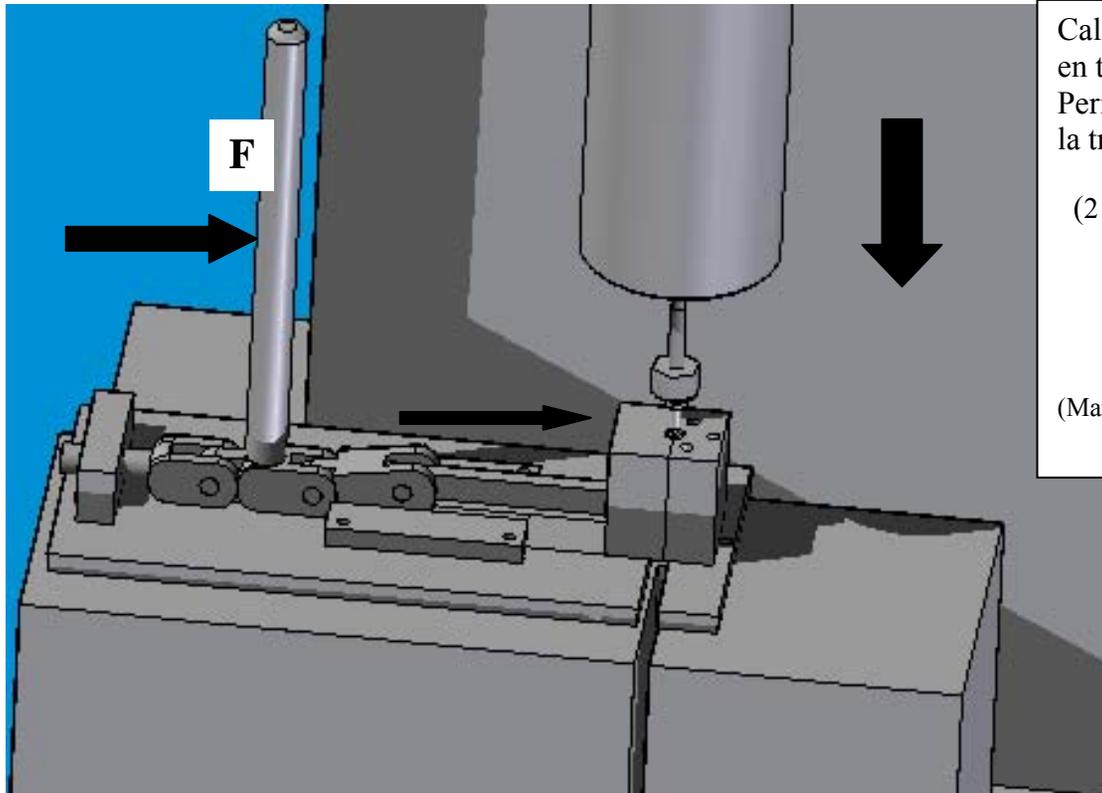
Dirección de impacto



Entrada para colocar la varilla en el dado.

El dado de acero especial D3 o CA1220, es independiente al sistema de sujeción propuesto. Cuyas propiedades permiten su fácil maquinado y darle la dureza requerida mediante un tratamiento térmico.

Figura N°19. Configuración Utilizada para las puntas de la varilla.



Calculando la presión de punzonado necesaria en toneladas métricas, se multiplica:
 Perímetro (material) X Espesor X (resistencia a la tracción del material) =

$$(2 \text{ Pi} \times 2.5 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3} \times 305 \times 10^6) = 19,163 \text{ kg}$$

Aprox. = 20 Ton. Métricas.

(Manual universal de la técnica mecánica, pp. 1526).

La fuerza que debe aplicarse considera unos 60 Kg. usando la palanca para facilitar al operador el ajuste de la palanca la cual se asegura automáticamente por la configuración de los eslabones. De esta manera la fuerza que se ejerce en función del área de contacto de las paredes de los dados con la superficie de la varilla en la zona de sujeción, es suficiente para que al aplicar el golpe de deformación del punzón y no ocurra deslizamiento de la varilla en sentido del movimiento del brazo de la troqueladora.

3.5 Troquel para Rondanas.

El diseño de un troquel para la construcción de rondanas, consta básicamente de tres elementos los cuales se muestran en la figura N°20 y en los planos de diseño al final de este trabajo. Este troquel es un diseño “tipo” para explicar el funcionamiento básico de los troqueles, sin embargo para fines reproducción este troquel solo produce una rondana por cada golpe de la troqueladora. Como podemos ver en la figura N°20, el troquel consta de Punzones de corte, base superior e inferior y un botador móvil, el cual es el cilindro intermedio unido por las barras guía y los resortes que hacen la función de botador, esto significa que el troquel al realizar el golpe y regresar a su posición original, el botador hace lo mismo y de esta manera permite retirar la rondana ya terminada.

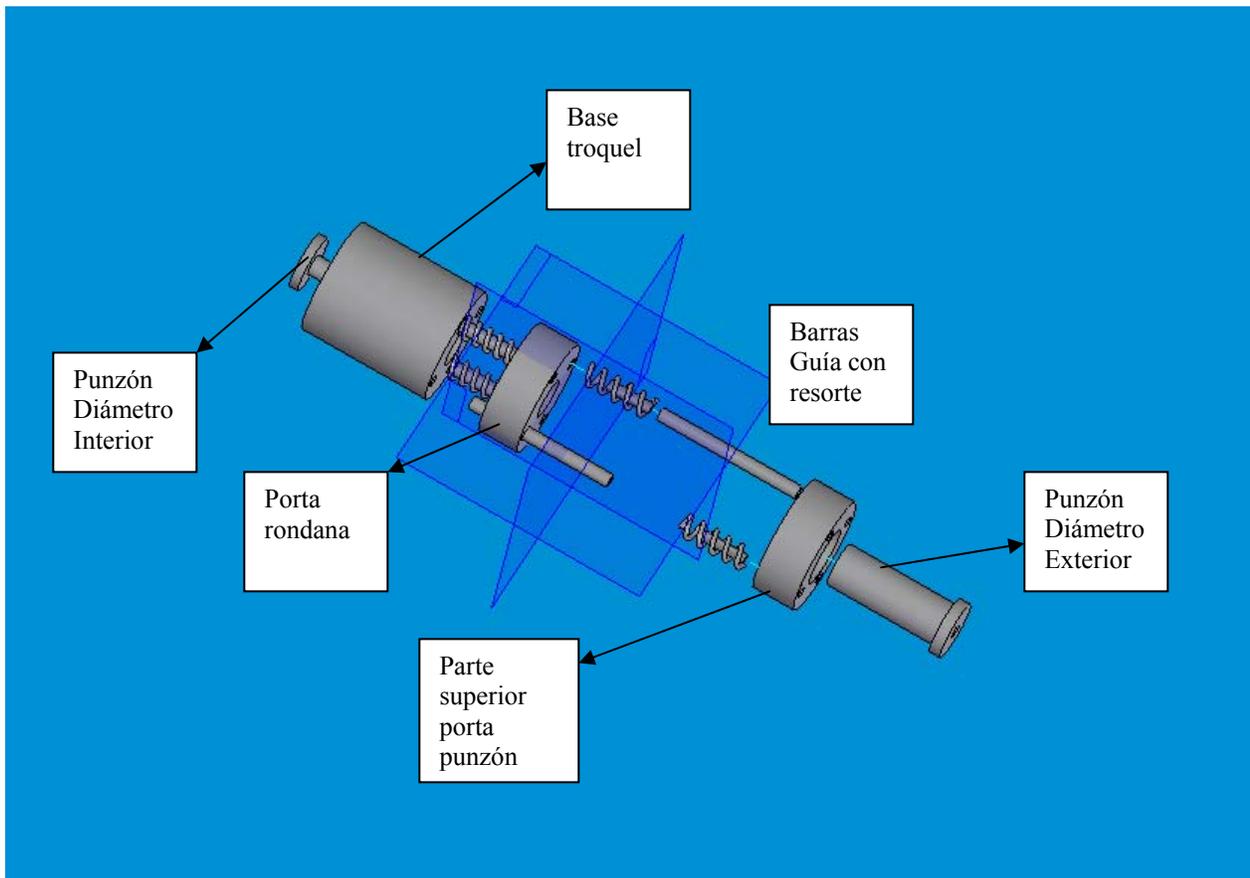


Figura N°20. Troquel de doble acción para fabricar una rondana por golpe.

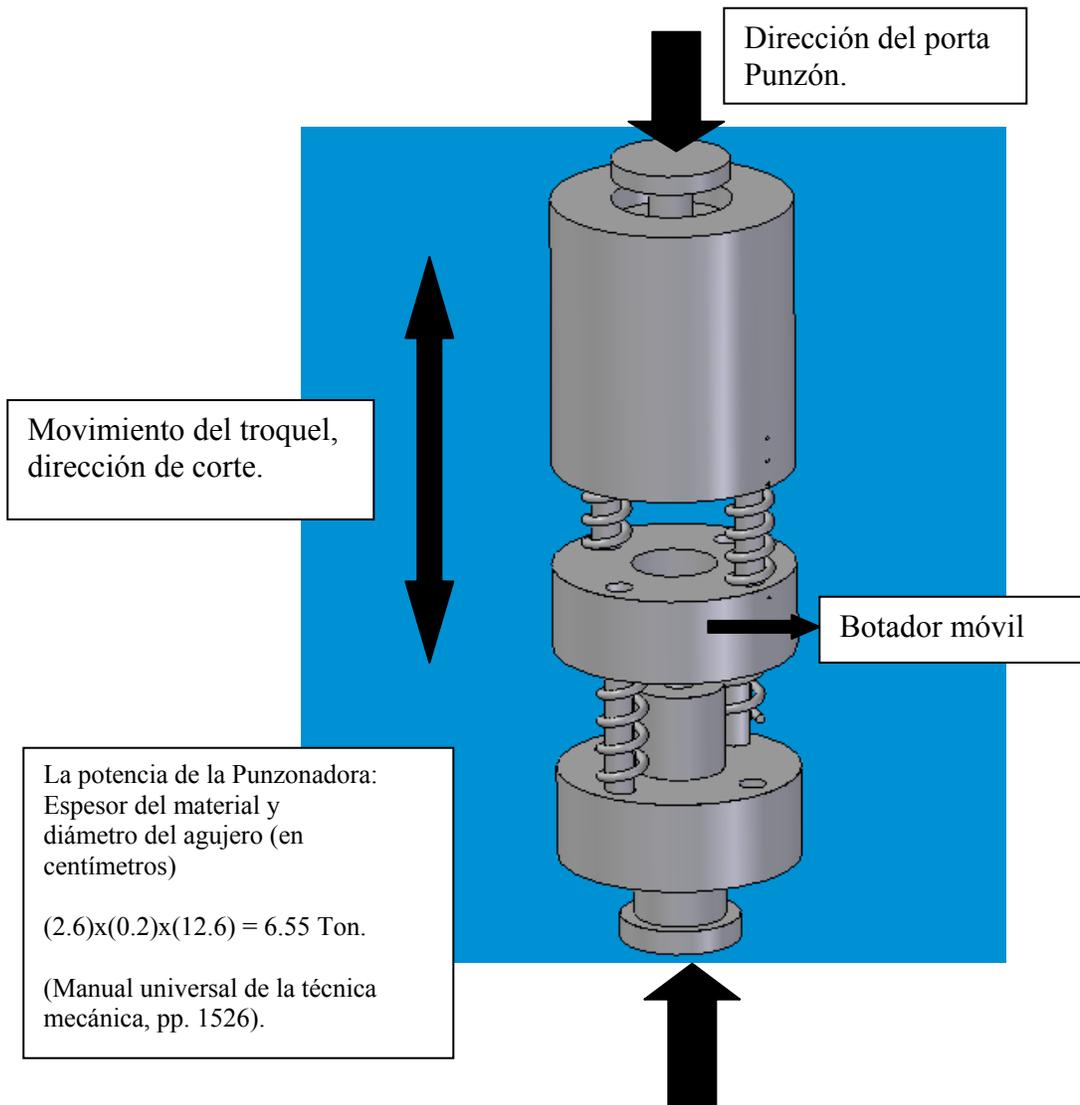


Figura N°21. Vista posición real del troquel.

En la figura N°22 se muestra un troquel para rondanas con varios cortadores o punzones, como se mencionaba, este troquel resulta ser adecuado para la producción de rondanas, ya que en dos golpes de la troqueladora, termina varias rondanas según el número de punzones y a su vez deja preparado el diámetro exterior de las siguientes rondanas para el próximo golpe de la troqueladora.

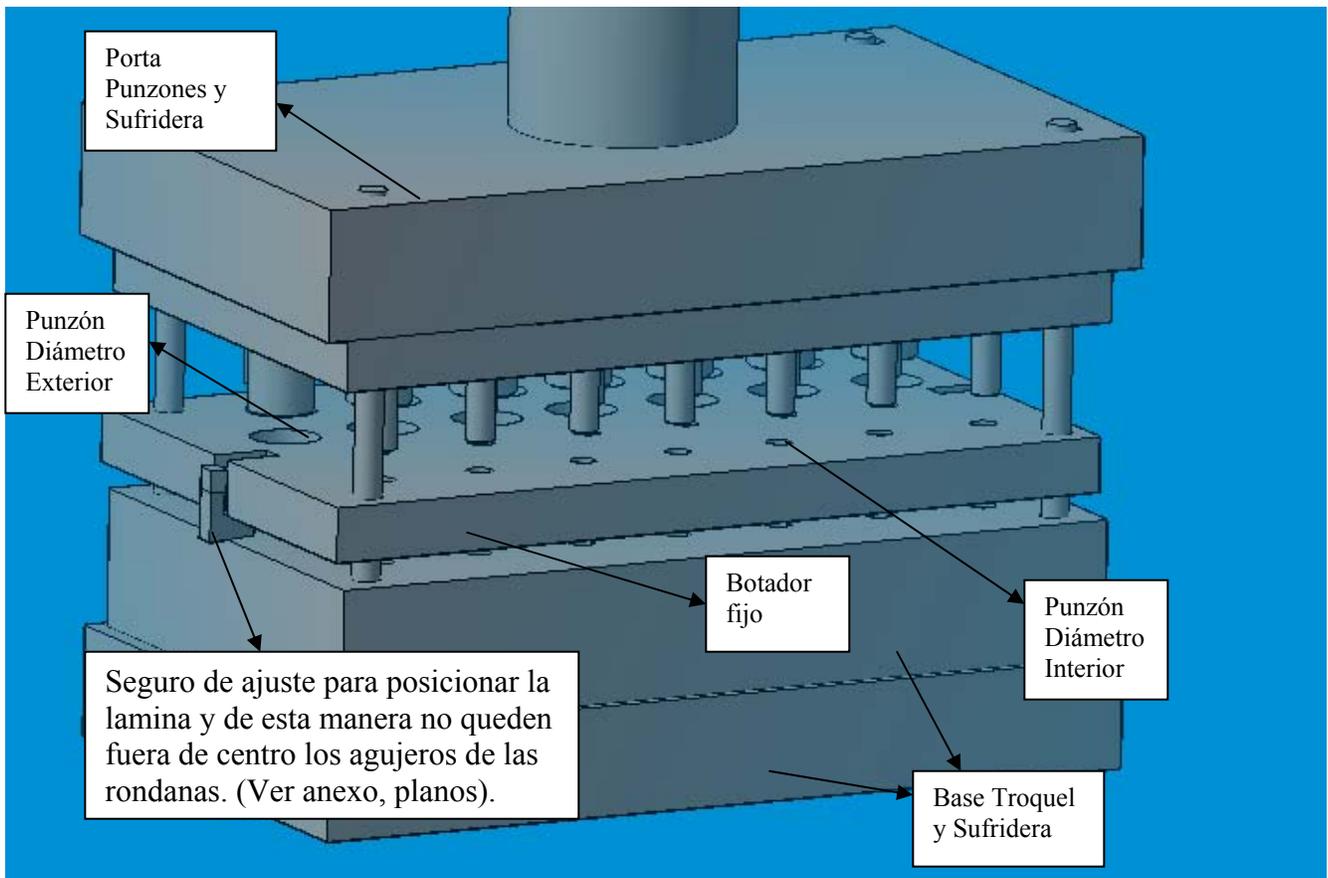


Figura N°22. Troquel de dos pasos y matriz de punzonado.

Tabla N°9. Cotizacion de los materiales							
Nombre Troquel	Denominación del Acero	No. De Piezas	\$ / Kg (Aprox.)	Densidad	Vol.	Peso	Costo Neto Material (\$)
				Kg/M3	cm3	Kg	
Para Rondanas	9840 (AISI) TX10T	Base Superior (Sufridera y Portapunzones)	97	7870	462.13	3.535	\$ 342.90
	D2 (AISI) CA1215	Punzones	150.5	7649	48.11	0.368	\$ 110.77
	9840 (AISI) TX10T	Base Inferior y Botador Fijo (Sufridera y Portapunzones)	97	7870	676.48	5.327	\$ 516.72

Vistas de matriz porta punzones.

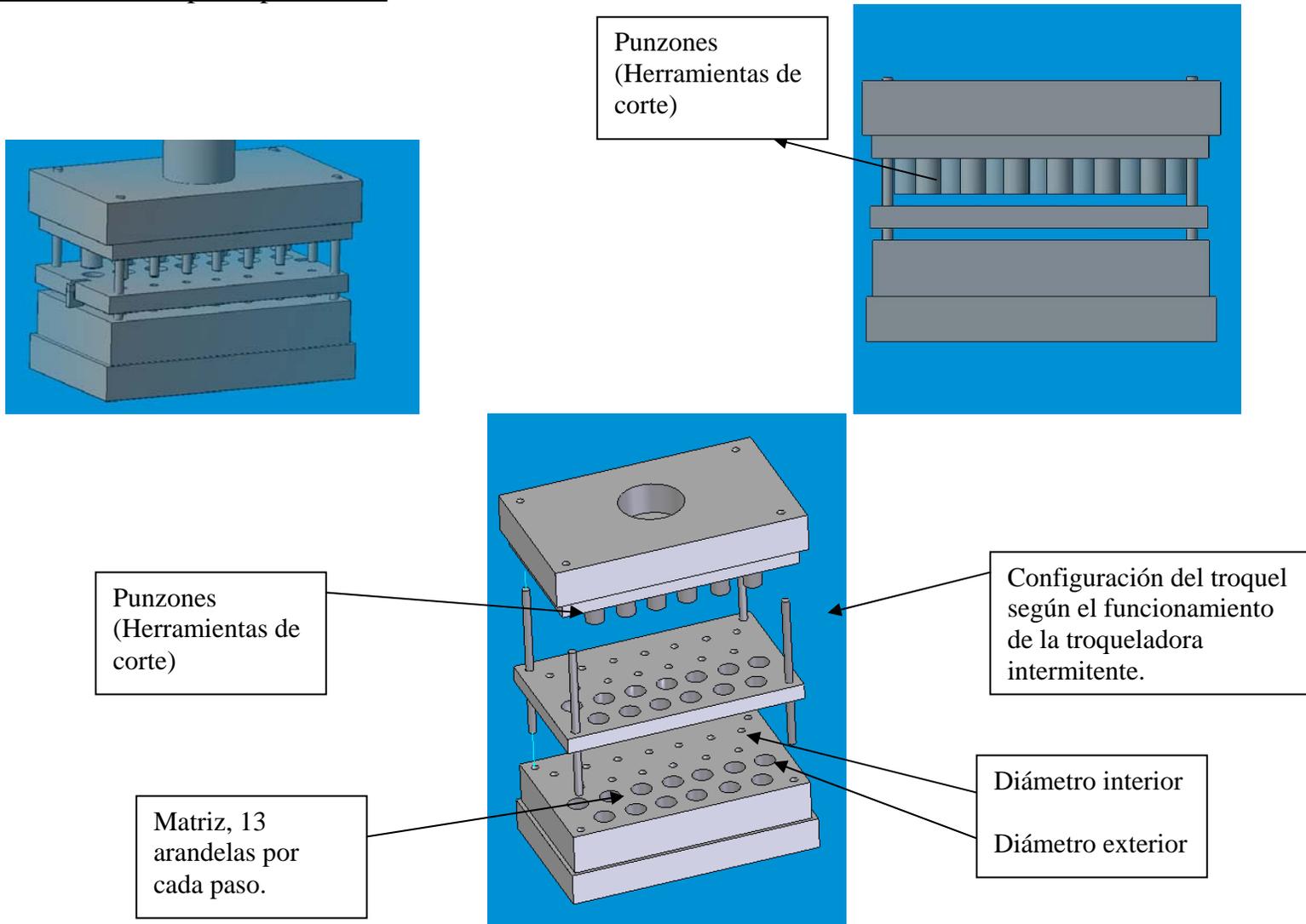


Figura N°23. Vistas de la matriz de punzonado para la fabricación de rondanas.

Vistas de troqueles sobre base de troqueladora según su geometría. (troquel para rondanas).

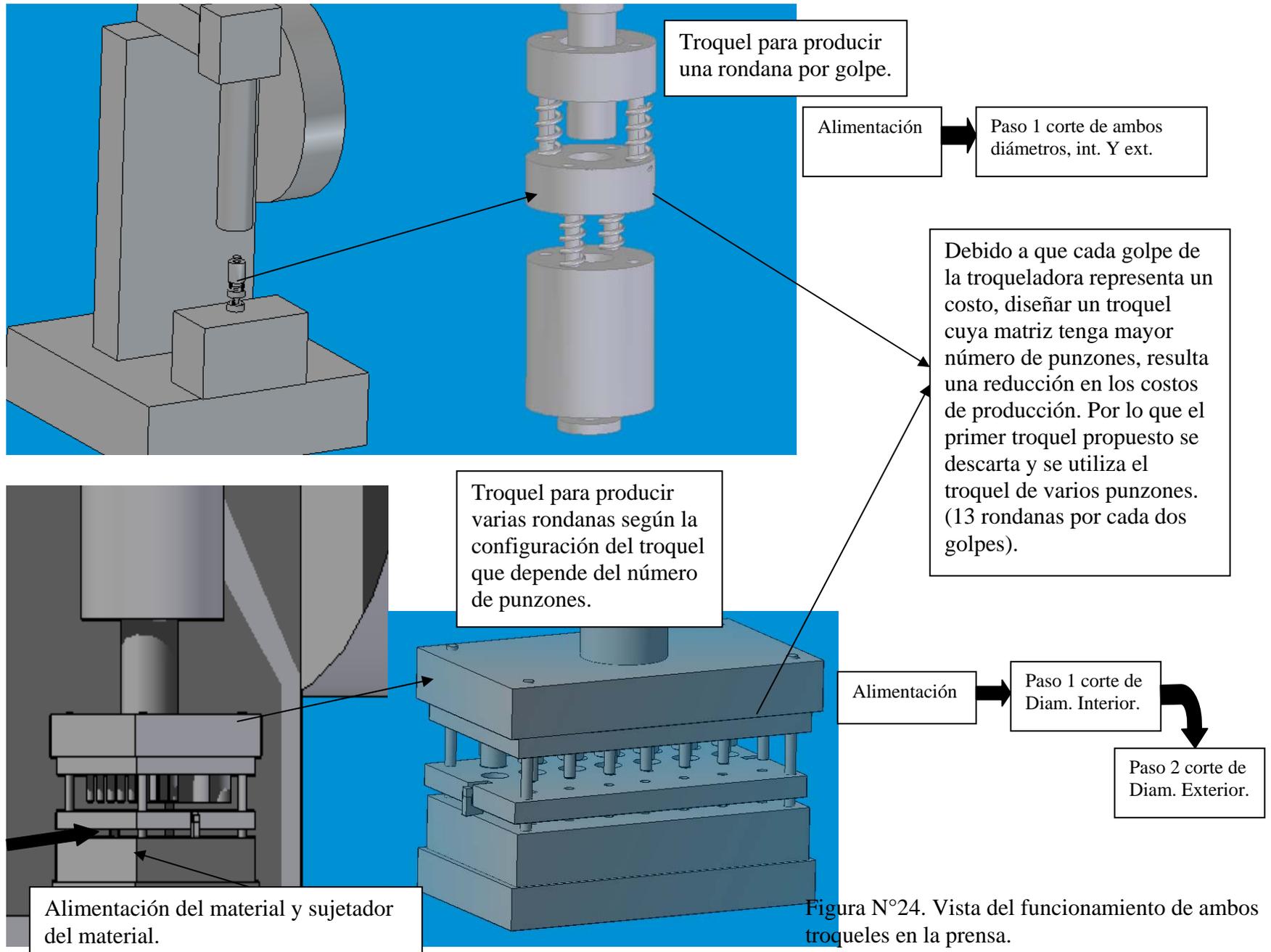


Figura N°24. Vista del funcionamiento de ambos troqueles en la prensa.

Vistas de troqueles sobre base de troqueladora según su geometría. (Troquel para rondanas).

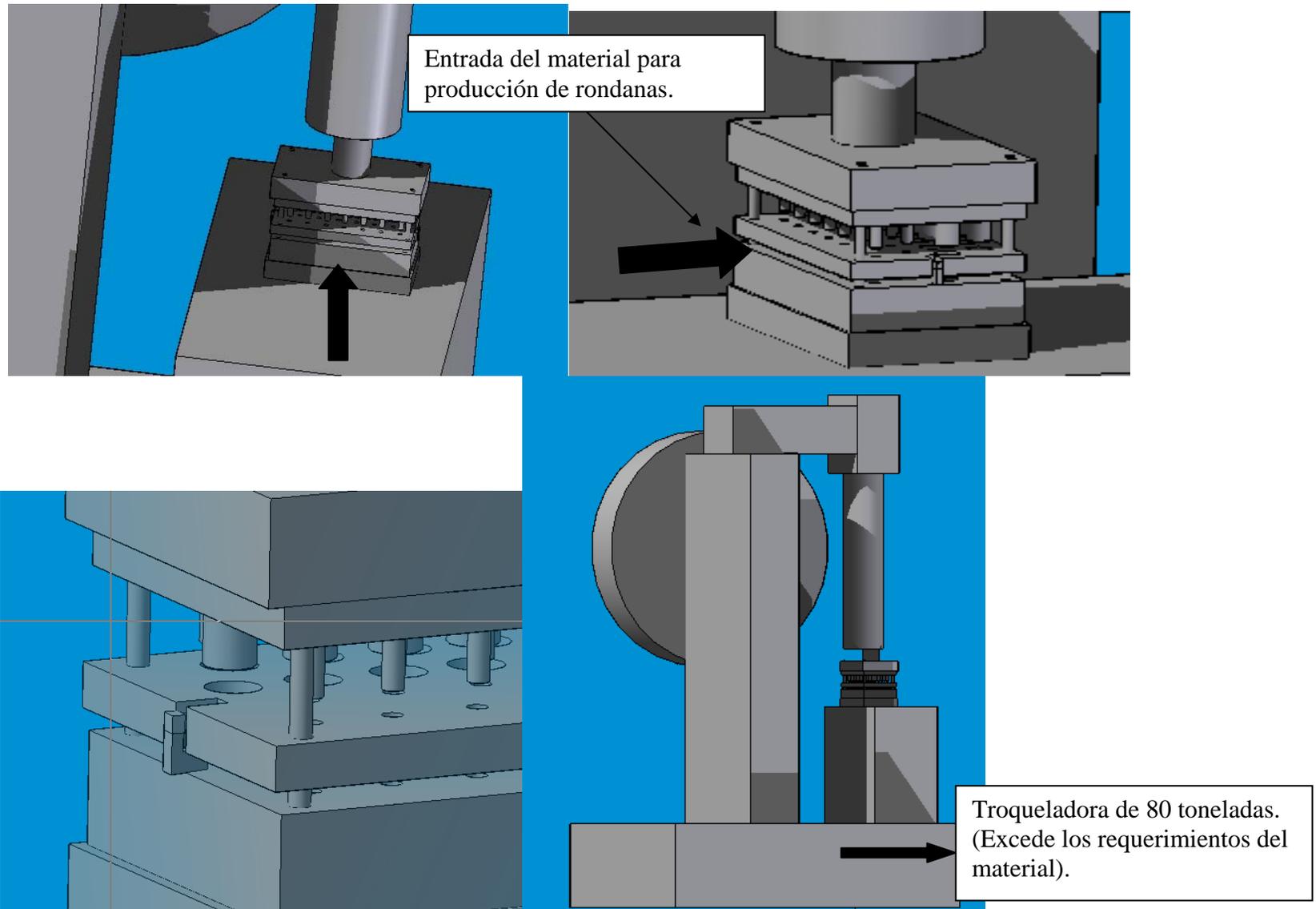
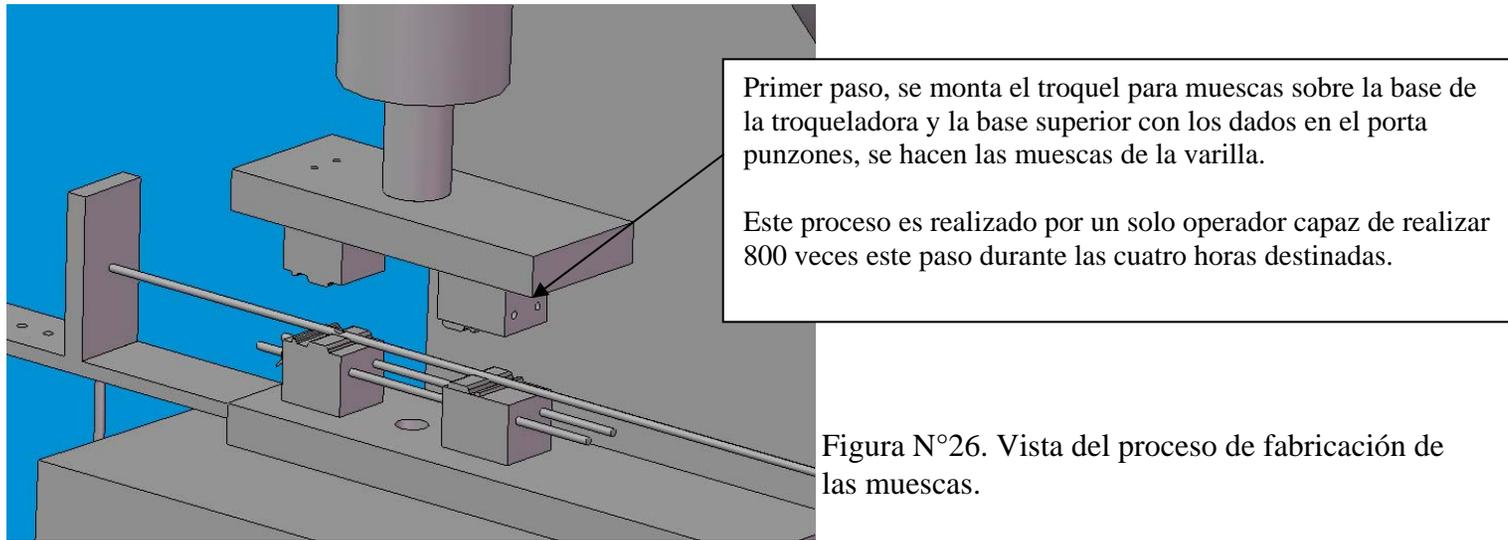


Figura N°25. Vista del funcionamiento del seguro de ajuste del material para rondanas.

3.6 Proceso de fabricación.

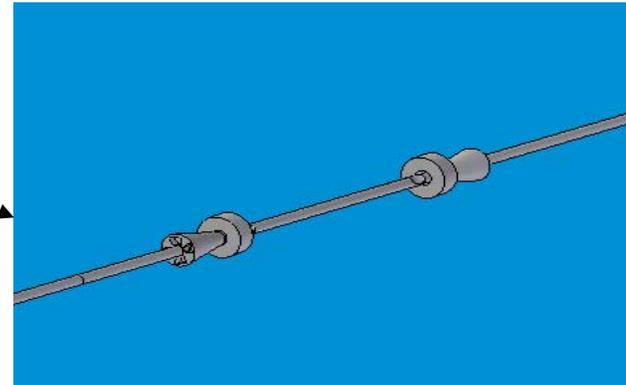
Finalmente la configuración de los troqueles propuestos se utilizan para establecer un proceso de fabricación de la varilla:



Cabe mencionar que actualmente la fábrica cuenta con dos troqueladoras por lo que el herramental para hacer las muescas de la varilla, puede estar montado y realizar este paso de manera continua, durante las cuatro horas que se le destinarán a la producción de las varillas. Como puede verse los dados del troquel pueden ser ajustados en distancia según la varilla que se vaya a fabricar en función del espesor del muro.

Para este proceso, las varillas ya se colocan cortadas a la medida requerida y se introducen por el orificio de alimentación de la varilla. Posteriormente se puede plantear un proceso de alimentación de la varilla continuo y dentro del mismo proceso realizar el corte de la varilla a la medida requerida.

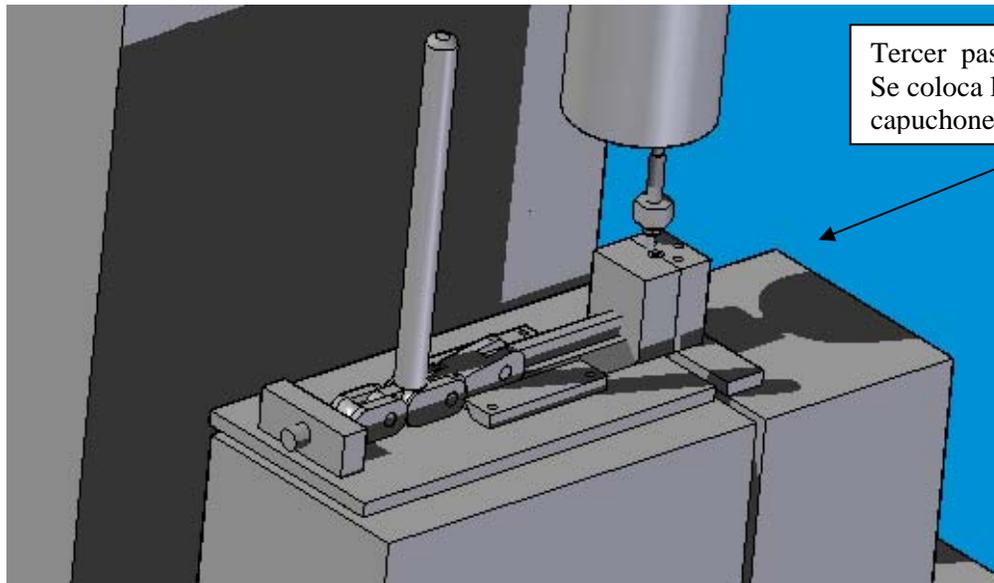
Segundo paso, se insertan las rondanas fabricadas con el troquel para rondanas y enseguida los conos de PVC hasta las muescas que se hicieron previamente.



Las rondanas pueden realizarse en un proceso independiente y tenerlas listas para completar el proceso de producción de la varilla.

Los conos y las rondanas deberán colocarse antes de que se hagan las puntas de la varilla o capuchones, ya que quedan dentro de la varilla.

En la otra troqueladora, puede estar montado el herramental para realizar las puntas de la varilla al cual deberá tener los ajustes necesarios para realizar las puntas de la varilla.



Tercer paso, se monta el troquel para las puntas de la varilla. Se coloca la varilla como se indica y se forman los capuchones de las puntas de la varilla.

Figura N°27. Vista del proceso de fabricación de las puntas o capuchones.

3.7 Producto terminado.

La varilla terminada usualmente se vende en atados de 15 piezas de las medidas para los distintos espesores de muros de concreto; pero puede variar la forma en que se vende.

El proceso para este trabajo es una propuesta que sirve para obtener datos sobre los costos y de esta manera poder justificar en el siguiente capítulo este proyecto.

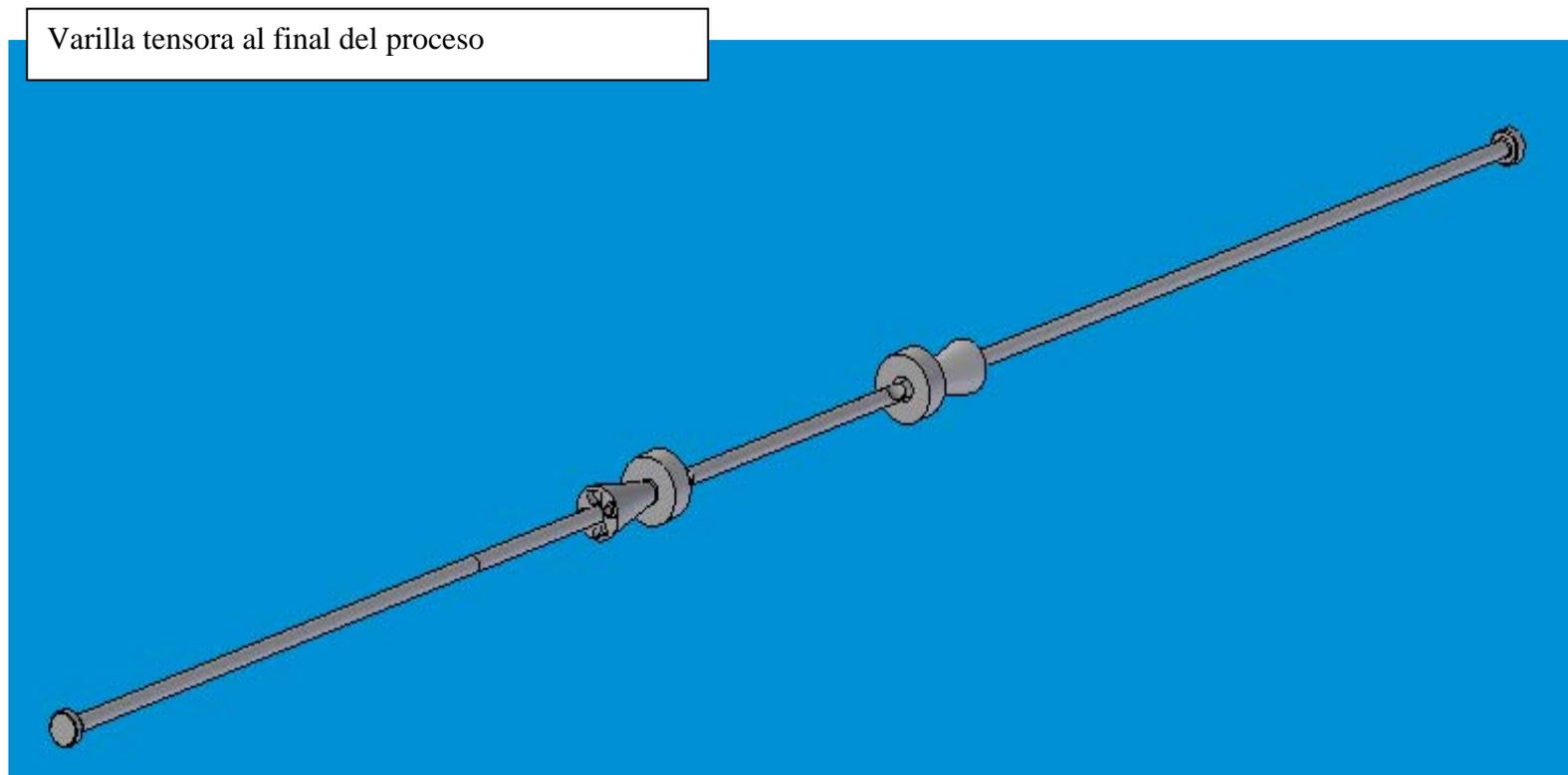


Figura N°28. Varilla separadora terminada.

Capítulo 4.

4.1 Costos por fabricación del herramental.

Los troqueles han sido cotizados en un taller especializado para la fabricación de éste tipo de herramientas y en la tabla N°10 se muestran los costos totales de los troqueles diseñados y propuestos para la fabricación de la varillas separadoras de cimbra.

Tabla N°10. Cotizacion de los materiales							
Nombre Troquel	Denominación del Acero	No. De Piezas	\$ / Kg	Densidad	Vol.	Peso	Costo Neto Material (\$)
				Kg/M3	cm3	Kg	
Para muescas de varilla	D2 (AISI) CA1215	2 (superior e inferior) Dado	150.5	7649	62.13	1.9	\$ 571.90
	9840 (AISI) TX10T	Base Superior e inferior	97	7870	1856	14.7	\$ 1,425.90
Cotizacion de los materiales							
Nombre Troquel	Denominación del Acero	No. De Piezas	\$ / Kg	Densidad	Vol.	Peso	Costo Neto Material (\$)
				Kg/M3	cm3	Kg	
Para Puntas de Varilla	D3 (AISI) CA1220	2 (Izq. y der.) Dado	105	7860	105.15	0.826	\$ 86.73
	9840 (AISI) TX10T	Base	97	7870	548.9	4.32	\$ 419.04
	9840 (AISI) TX10T	Base Corredera	97	7870	95.92	0.755	\$ 73.24
	9840 (AISI) TX10T	eslabones (3 piezas) Palanca	97	7870	135.75	1.069	\$ 103.69
Cotizacion de los materiales							
Nombre Troquel	Denominación del Acero	No. De Piezas	\$ / Kg	Densidad	Vol.	Peso	Costo Neto Material (\$)
				Kg/M3	cm3	Kg	
Para Rondanas	9840 (AISI) TX10T	Base Superior (Sufridera y Portapunzones)	97	7870	462.13	3.535	\$ 342.90
	D2 (AISI) CA1215	Punzones	150.5	7649	48.11	0.368	\$ 110.77
	9840 (AISI) TX10T	Base Inferior y Botador Fijo (Sufridera y Portapunzones)	97	7870	676.48	5.327	\$ 516.72

Costo del Material	\$	3,650.88
35% por desperdicio de material	\$	1,277.81
Subtotal	\$	4,928.69
Precio por maquinado de las piezas promedio por un total de 24.05 Kg de Material, incluye corte, desvaste, pulido y maquinado de las piezas	Costo fabricación (P.U./Kg) = \$ 2,475.00	\$ 59,523.75
Precio por Temple de las piezas promedio por un total de 24.05 Kg de Material, incluye rectificaco por deformación de las piezas (Punzones y dados)	Temple de Piezas para trabajos de corte	\$ 5,952.38
Sub Total	\$	70,404.81
I.V.A	\$	10,560.72
TOTAL	\$	80,965.53

Las ganancias son elevadas ya que no se toma en cuenta la inversión para dos troqueladoras de 60 toneladas cada una, las cuales tienen un costo superior a un millón de pesos cada una. Este proyecto considera que la fábrica ya cuenta con esta maquinaria y el perfil adecuado para realizar este tipo de producción; es por eso que desde un principio se ha considerado viable para iniciar un proceso de producción. Sin embargo debido a las ganancias, es posible hacer un estudio económico en el cual se considere una inversión para la adquisición de material y maquinaria y de esta manera obtener datos de amortización de la inversión y un estudio mas profundo que explique paso a paso los costos desde compra del material hasta el área de ventas y administración del producto.

El rediseño de los herramentales pueden resultar muy costosos, en este caso los diseños de los herramentales fueron considerados para posibles cambios ya sea por optimización de la producción e inclusive la automatización de la fabrica.

En muchos aspectos, geométricos sobre todo, estos diseños pueden ser adaptados a otros por la simpleza de sus componentes y así mismo por el bajo costo del material.

4.2 Costos por producción.

En éste análisis de costos, se contemplan los precios de material y mano de obra:

Datos obtenidos de DEACERO, S.A. DE C.V. (ver anexo).

Tabla N°11. Denominación del Acero Equivalencias		\$ / Kg	DIAMETRO (plg)	LARGO (m)	PIEZAS x ATADO APROX.	Kg x ATADO APROX.
DEACERO, S.A. DE C.V.	1008	12.10	3/16"	6	120	90
AISI, SAE, ASTM, NMX.						
Alambre pulido negro, trefilado en frío, fabricado con acero de bajo carbón grado 1008						

Tabla N°12. Costo unitario de la varilla				
Precio x pieza (0.60 m) \$	P.U. Cono PVC	P.U. Rondana	P.U. Fabricación	P.U. Neto Varilla Separadora
0.91	0.15	0.25	2.62	3.93
			Total + IVA	4.52

El precio por pieza se obtiene de los precios por atado:

- Para 120 piezas por atado con un peso de 90 kg y 6 m de largo.

Un costo por Kg de \$ 12.10 según costos de DEACERO, S.A. DE C.V.

Considerando un promedio de las varillas separadoras de 0.60 m:

- \$ Por atado aproximado: $(12.10 \text{ $ / Kg}) (90 \text{ kg / Atado}) = \$ 1,089.00/\text{Atado}$
- Piezas por atado: $120 \times (6 \text{ m} / 0.60) = 1200 \text{ Piezas / Atado}$

Por lo tanto El costo por pieza es: **\$ 0.9075 Pesos.**

El precio unitario de fabricación se obtiene siguiendo una regla básica de que no puede sobre pasar el costo de materia prima multiplicado por dos.

Por lo que: $(0.91 + 0.15 + 0.25) * 2 = 2.62$

El precio unitario de fabricación considera costos de maquinaria y mano de obra.

Datos obtenidos de DEACERO, S.A. DE C.V. (ver anexo).

4.3 Comparativo y justificación del proyecto.

El proyecto de tesis toma una necesidad real para la cual se ofrece una solución que se adapta a las posibilidades de fabricación mediante la propuesta de tres troqueles muy sencillos de fabricar y con un costo bajo, por lo mismo solo se presentan los costos aproximados del herramental. Los costos por producción de la varilla separadora, se desglosan en la tabla anterior en donde pueden verse los costos netos de cada concepto y de esta manera obtener un precio final con el cual se comparará con el precio de venta de la varilla existente en el mercado.

Tabla N°13. Comparación de las ganancias.			
Costo De la Varilla Separadora por volumen en el mercado	Costo por reventa de la Varilla comercial	Ganancias por reventa de la Varilla comercial (PZA)	Ganancias por venta de la Varilla Fabricada (PZA)
\$7.35 / PZA	\$10.10 / PZA	\$2.75	\$5.58

Con los datos obtenidos tenemos que la ganancia aproximada de cada varilla separadora sería de \$ 5.58 pesos contra una ganancia por reventa de \$ 2.75 esto es un poco mas de 50% más a las ganancias por reventa.

En la tabla N°14 se muestran los costos totales por venta y fabricación de la varilla:

Tabla N°14. Ventas Anuales.	Precio a la venta	Costo por producción	Utilidad
Varilla Separadora	\$10.10	\$4.52	\$5.58
240,000 Piezas / Año	\$ 2,424,000.00	\$ 1,084,800.00	\$ 1,339,200.00

Conclusión.

La varilla separadora para Cimbra es un accesorio para el armado de cimbra y el cual fue el objeto de este trabajo de tesis, tomando en cuenta las especificaciones que se requieren como parte de un conjunto de accesorios estandarizados y aprobados por la industria de la construcción, fue el punto de partida para verificar las propiedades mecánicas de este accesorio siendo la base para diseñar el herramental necesario para la fabricación de la varilla.

Una vez teniendo las especificaciones de diseño y también las capacidades de la maquinaria, son restricciones claras para proponer los diseños del herramental. Por la geometría de la varilla, los componentes de la misma y tomando en cuenta procesos similares para la fabricación de componentes, se proponen tres troqueles para realizar cada uno de los procesos de conformado de la varilla.

Dentro del trabajo de tesis, se pretendió dar un panorama general de este accesorio, a partir de la resistencia de la varilla, se pudo obtener el número de varillas a determinada distancia, según la configuración del armado de la cimbra.

La configuración de los troqueles se ajustan a las dimensiones de las troqueladoras y al manejo de los mismos, de tal manera que resulte un proceso sencillo de operar y por consiguiente la obtención de los mejores resultados posibles en cuanto a producción.

Dado que este trabajo está enfocado al diseño de herramental, se anexan los planos de diseño de las partes que conforman los troqueles con las dimensiones y geometría propuestas, así como también se ejemplifica de manera gráfica las configuraciones de los troqueles y las posibles variaciones que pudieran hacerse.

Cabe señalar que como todo proceso de diseño, es común dejar como propuestas de diseño, los diseños mismos con el respaldo y documentación necesaria; sin embargo pueden realizarse modificaciones según las necesidades de producción e inclusive realizar los cambios necesarios a los diseños.

El diseño de los troqueles fueron adecuados a las necesidades y capacidades de la producción, obteniendo un buen resultado dado que en el análisis de costos nos lleva a un incremento de las utilidades siendo de esta manera viable tanto la fabricación del herramental como la producción de la varilla separadora y además con la certeza de que puede competir en el mercado actual.

Como pudo verse en el comparativo de las propiedades de los materiales, los resultados dejan claro que el acero para herramientas es suficientemente confiable para la producción de la varilla y que tanto los troqueles como la varilla en cuanto a propiedades mecánicas cumplen con las especificaciones. Dentro del análisis de costos puede verse que con el herramental propuesto y con los materiales utilizados, se obtiene un incremento de las ganancias comparado con las ganancias de reventa del producto. Posiblemente, dependiendo del éxito de la producción y de la demanda de la varilla, será necesario incrementar la producción y por lo tanto cambiar el proceso de producción lo cual repercutirá en el diseño de los troqueles. Teniendo el concepto del diseño del herramental, no representa problema un cambio en los troqueles ya sea rediseñando las piezas, actualizando los componentes o automatizando la producción.

Este trabajo de tesis además de mostrar un proceso de diseño a partir de una necesidad específica, intenta demostrar cuándo es redituable o posible llevar al siguiente paso un diseño; no solamente por las ganancias que puedan lograrse, si no por la factibilidad de fabricación y finalmente sea aplicable a un proceso.

La inversión que se necesita para fabricar un producto, puede ser muy elevada si el proceso requiere de maquinaria de precisión y de procesos complejos; también cuando se lleva a cabo un proyecto que propone fabricar un producto y no se cuenta con la infraestructura necesaria, resulta muy costoso echar a andar el proceso y en consecuencia recuperar la inversión tardará varios años. En este trabajo de tesis, el proyecto de desarrollo de herramental para la fabricación de una varilla separadora de cimbra, parte de una necesidad que puede apoyarse de infraestructura previa que hará que la inversión sea mucho menor y que en el análisis de costos nos lleva a una recuperación del capital en menos de dos años aproximadamente. Lo cual hace muy atractivo la producción de este accesorio además que será para un mercado en el que la empresa multicimbra S.A. de C.V. se desenvuelve ampliamente.

Bibliografía.

Concreto Arquitectónico Colado en Obra, ACI 303.
Instituto Mexicano del Concreto, A.C. México, D.F. 1992

Concreto, Ing. Manuel Paulín
2ª ed. México, D.F. 1949

Apuntes de Diseño de Cimbras de Madera, Alcaraz Lozano Federico
División de Ingeniería Civil, Departamento de Construcción, UNAM

Normas de Construcción, ACI (American Concrete Institute):

ACI 301-72 Specifications for Structural Concrete for Buildings
ACI 347 Recommended Practice for Concrete Formwork

Mecánica de Materiales, Beer, F. & Johnston, Jr. 2ª ed.
Editorial McGraw Hill. 1999 Colombia.

Manual de Métodos de Fabricación Metalmecánica, Villanueva P. Sergio, Ramos W, Jorge.
4ª ed. AGT Editor. México D.F.

Fundamentos de Dibujo en Ingeniería, Warren J, Luzadder. Jon M. Duff.
11ª ed. Prentice Hall, 1999 México D.F.

Manual Universal de la Técnica Mecánica, tomo II, Oberg Eric, Jones. 1977
Editorial Labor.

González A. I., (1998), Aplicaciones de la computadora en el diseño de cimbras de madera de concreto armado,
Monografía inédita, Universidad Autónoma de Yucatán, 76 pp.

Rivera P. Mara, (2006), Estudio de factibilidad para la fabricación de separadores de cimbra, UAM.
México, D.F.

<http://www.tecnoalambre.com.mx/alambre.htm> (alambre recocido de bajo contenido de carbono) **TECNOALAMBRE EN FORMAS Y EXHIBIDORES, S.A. DE C.V.**
Centeno 377-D, Col. Granjas México, C.P. 08400, México, D.F. Tels.: 5657 0436 • 5657 3589

<http://www.kentek.com.mx/procesos.html#top#top>

<http://www.matweb.com>.

Mechanical Properties 9840

<http://www.matweb.com/search/SpecificMaterial.asp?bassnum=M984AA>

Anexo.

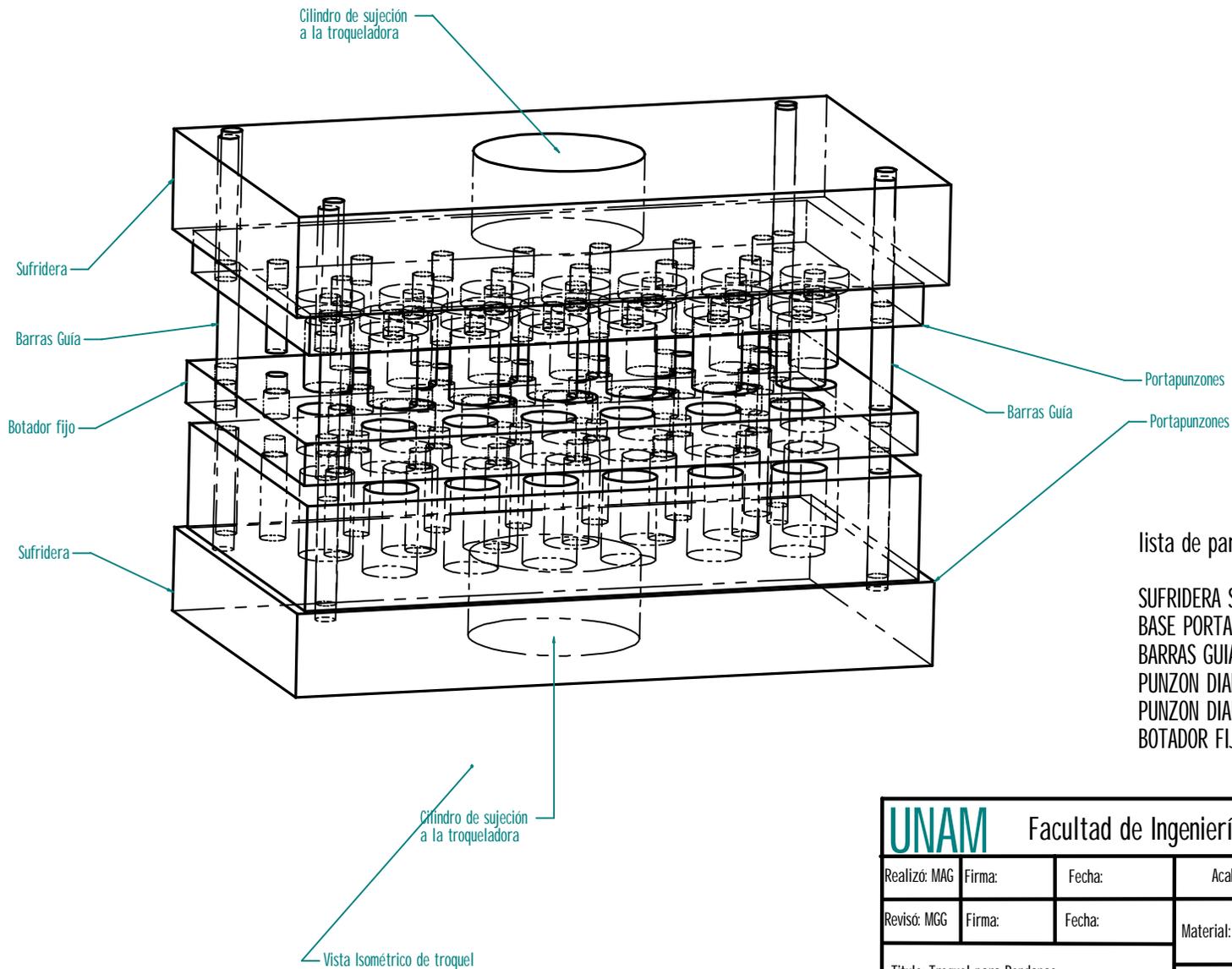
Equivalencias y pesos teóricos para varillas.

Steel Wire Gauge

Calibre	Plgs.	mm	mts X kg	kg X mts
1/2	0.500	12.7	1.00	1.00
7/16	0.437	11.12	1.31	0.761
3/8	0.375	9.53	1.79	0.558
11/32	0.343	8.73	2.10	0.477
5/16	0.312	7.94	2.55	0.393
9/32	0.281	7.10	3.13	0.320
1 1/2	0.273	6.94	3.48	0.287
1/4	0.250	6.35	4	0.253
3	0.244	6.2	4.3	0.238
4	0.225	5.72	4.93	0.203
7/32	0.218	5.55	5.18	0.193
5	0.207	5.26	5.80	0.173
6	0.192	4.88	6.8	0.147
3/16	0.187	4.76	7.14	0.140
7	0.177	4.5	7.90	0.127
8	0.162	4.11	9.35	0.107
5/32	0.156	3.96	10.31	0.097
9	0.148	3.76	11.6	0.090
10	0.135	3.43	13.70	0.073
1/8	0.125	3.17	15.00	0.067
11	0.121	3.07	17.50	0.057
12	0.106	2.69	22.00	0.045
13	0.092	2.34	27.00	0.037
14	0.080	2.03	38.00	0.027
15	0.072	1.83	48.00	0.021
16	0.062	1.60	64.00	0.016

<http://www.tecnoalambre.com.mx/alambre.htm>

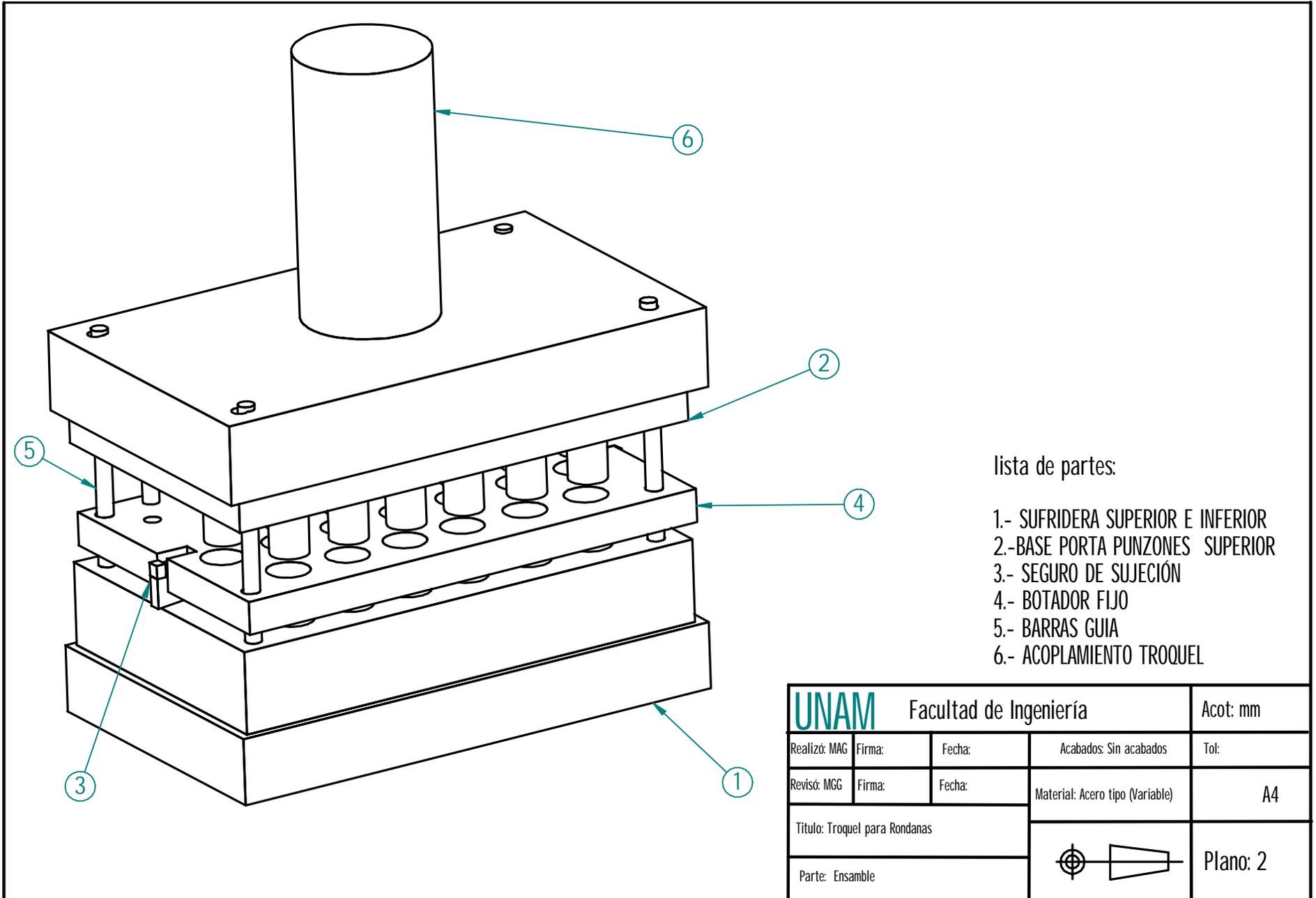
Anexo. Troquel para Rondanas.



lista de partes:

SUFRIDERA SUPERIOR E INFERIOR
 BASE PORTAPUNZONES INFERIOR Y SUPERIOR
 BARRAS GUIA
 PUNZON DIAM. EXTERIOR
 PUNZON DIAM. INTERIOR
 BOTADOR FIJO

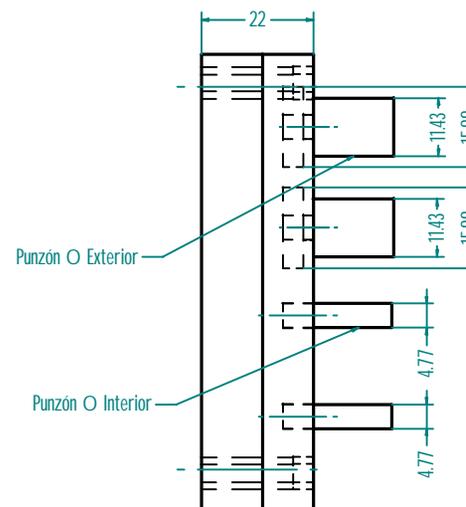
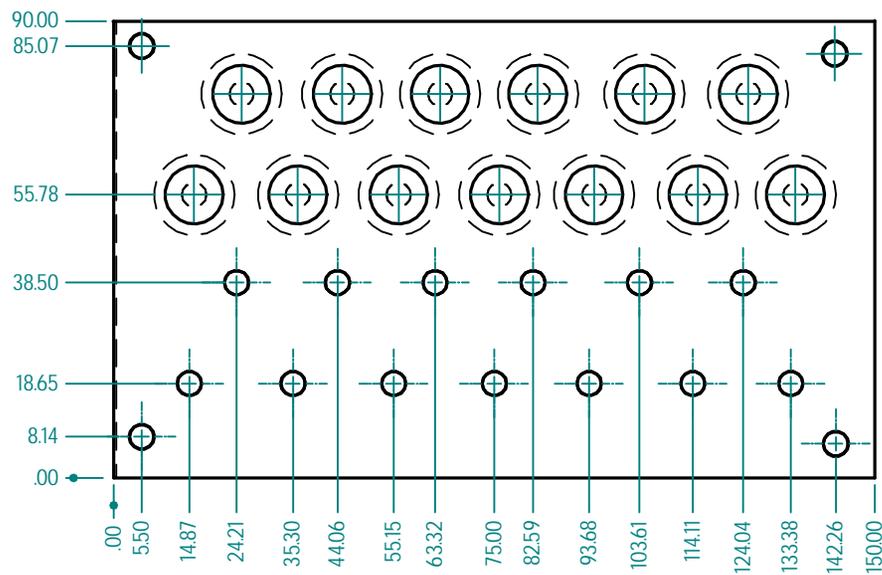
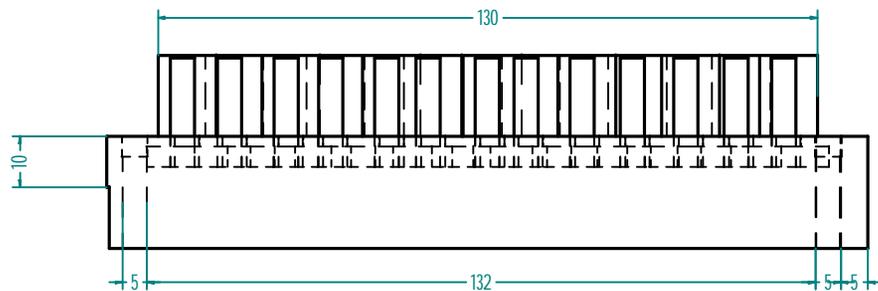
UNAM Facultad de Ingeniería			Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: N/A
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Tol: N/A
Material: Acero tipo (Variable)			A4
Título: Troquel para Rondanas			
Parte: Ensamble			
			Plano: 1



lista de partes:

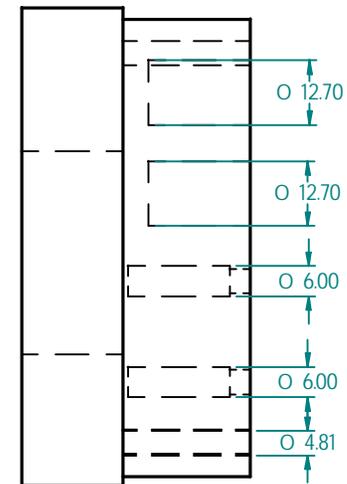
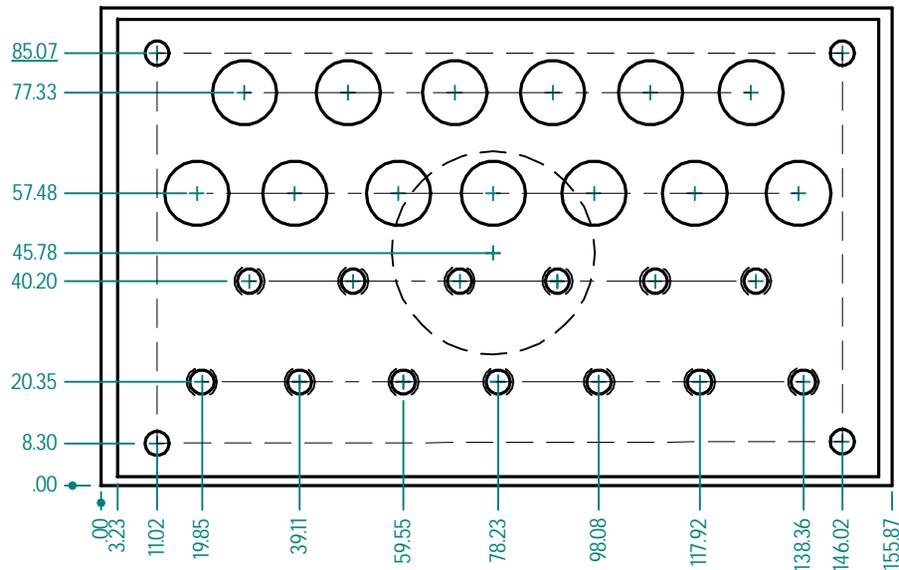
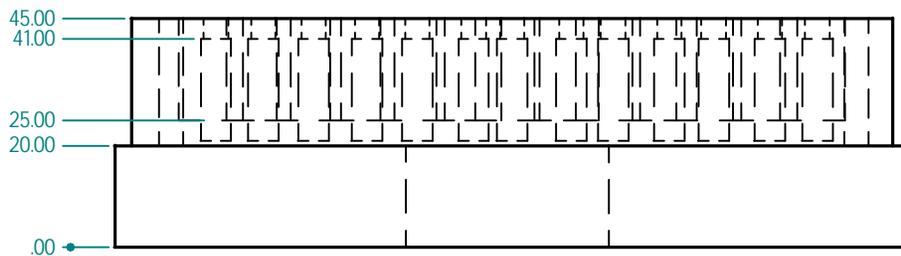
- 1.- SUFRIDERA SUPERIOR E INFERIOR
- 2.- BASE PORTA PUNZONES SUPERIOR
- 3.- SEGURO DE SUJECIÓN
- 4.- BOTADOR FIJO
- 5.- BARRAS GUIA
- 6.- ACOPLAMIENTO TROQUEL

UNAM Facultad de Ingeniería			Acot: mm	
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: Sin acabados	Tol:
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Material: Acero tipo (Variable)	A4
Título: Troquel para Rondanas				Plano: 2
Parte: Ensamble				



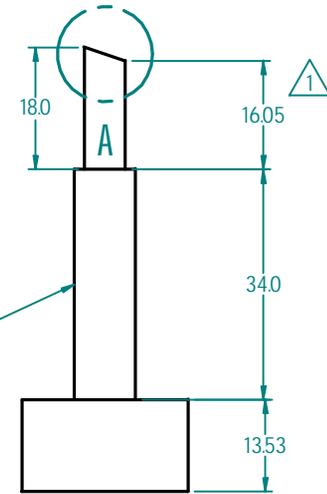
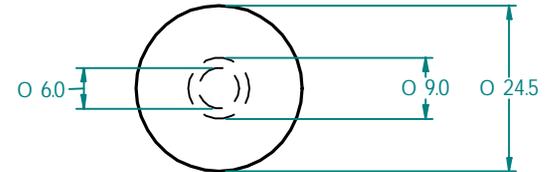
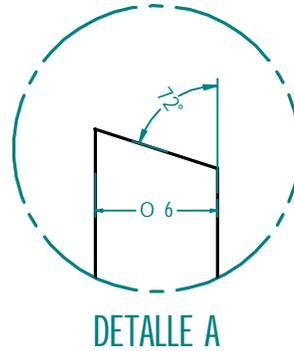
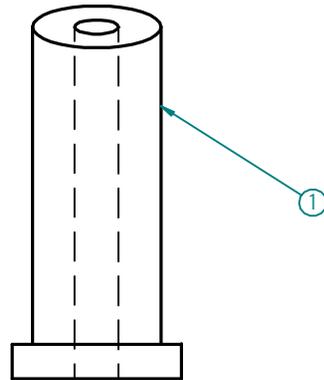
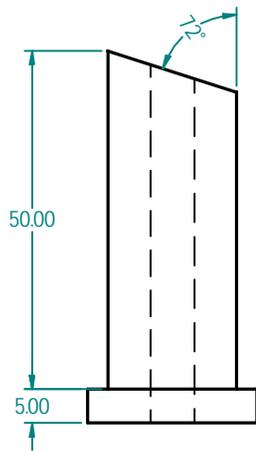
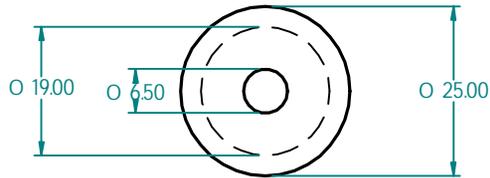
UNAM Facultad de Ingeniería			Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: Sin acabados
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Tol: xx +/- .05
Titulo: Troquel para rondanas			Material: Acero tipo (TX 10 T) y (CA 1215 para Punzones)
Parte: Punzones y Portapunzones			
			A4
			Plano: 3





NOTA: LOS AGUJEROS SIEMPRE DEBEN TENER UNA TOLERANCIA RESPECTO AL DIAMETRO DE LOS PUNZONES ENTRE 5% Y 15%

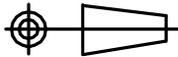
			Facultad de Ingeniería	Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: RECTIFICADO DESPUES DEL TEMPLE	Tol: xx +/- 0.04
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Material: Acero tipo (TX 10 T)	A4
Título: Troquel para rondanas				Plano: 4
Parte: SUFRIDERA				

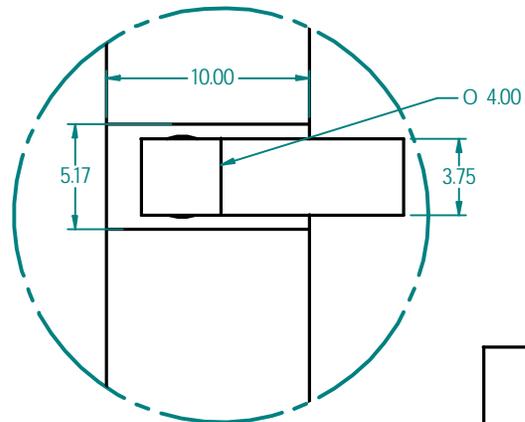
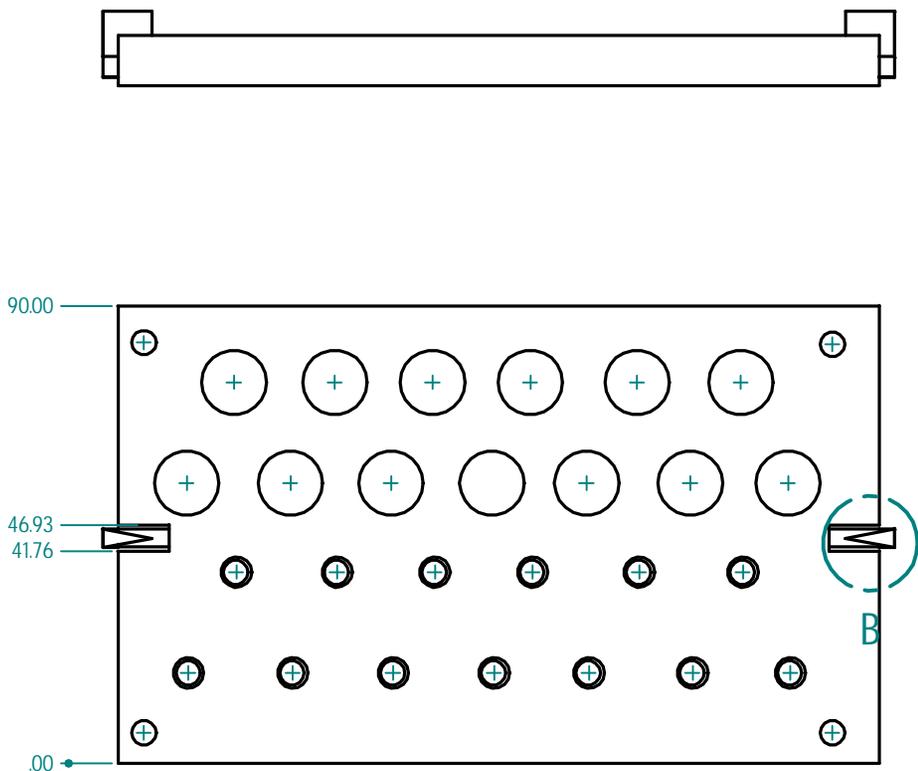


PUNZONES:

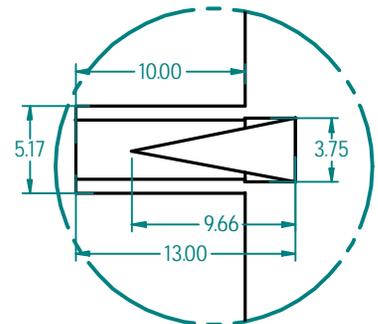
- 1.- PUNZON DIAMTREO EXTERIOR PARA RONDANA PLANA
- 2.- PUNZON DIAMETRO INTERIOR PARA RONDANA PLANA

NOTA:
 EL TEMPLE Y RECTIFICADO, SE HACEN EN UN TALLER ESPECIALIZADO
 EL FILO DE LOS PUNZONES SE HACE CON UN ANGULO DE 18° SOBRE LA HORIZONTAL

UNAM Facultad de Ingeniería			Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: RECTIFICADO DESPUES DEL TEMPLE Tol: XX: +/- 0.04
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Material: Acero tipo (CA 1215 para Punzones) A4
Titulo: Troquel para rondanas			 Plano: 5
Parte: Punzones			



DETALLE A

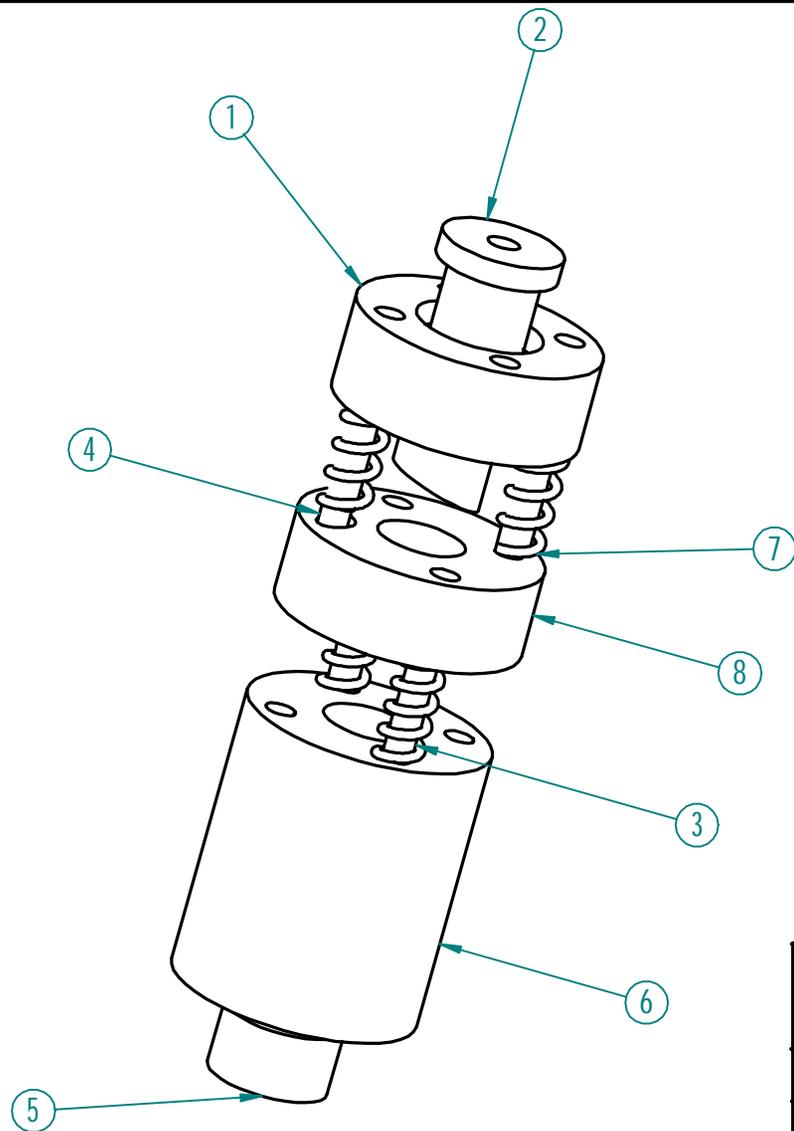


DETALLE B



NOTA:
 LOS AGUJEROS SIMPRE DEBEN TENER UNA TOLERANCIA RESPECTO AL DIAMETRO DE LOS PUNZONES ENTRE 5% Y 15%
 COLOCAR RESORTE EN EL CILINDRO DEL SEGRE DE SUJECIÓN DE LA LAMINA DE 1/4".

UNAM Facultad de Ingeniería			Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: RECTIFICADO DESPUES DEL TEMPLE
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Tol: xx +/- 0.04
Título: Troquel para rondanas			A4
Parte: BOTADOR FLJO			
			Plano: 6



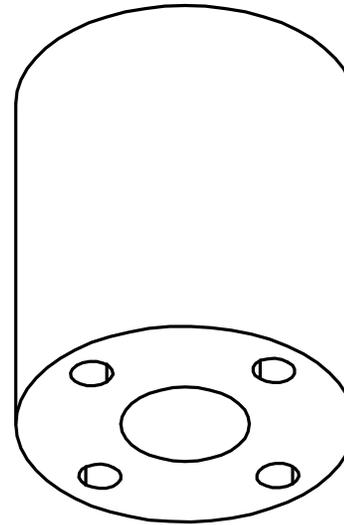
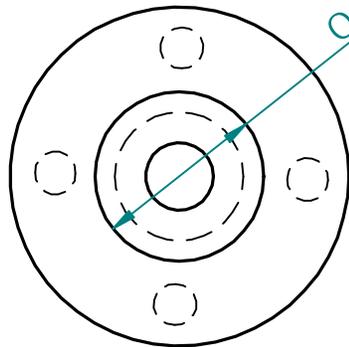
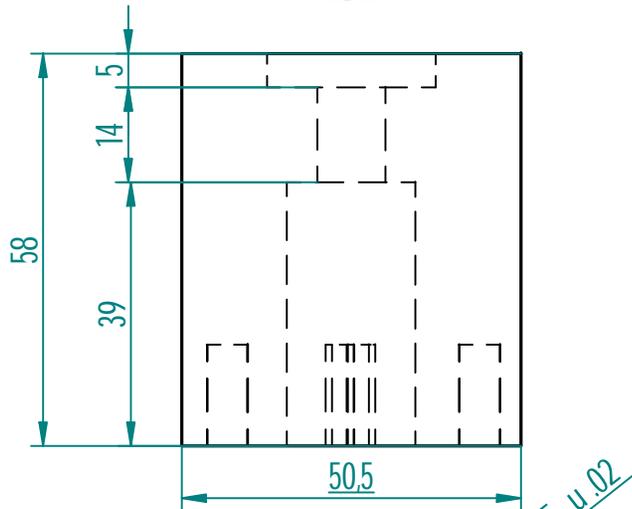
N°	NOMBRE
1	parte superior troqueladora.par
2	guia parte sup troquel.par
3	barras guia troquel sup.par
4	guias troqueladora.par
5	Punzon base troqueladora.par
6	Base troquelador de arandelas.par
7	resortecon vastago.par
8	parte superior troqueladora 2.par

UNAM Facultad de Ingeniería				Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: RECTIFICADO DESPUES DEL TEMPLE	Tot: VARIABLES
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Material: Acero tipo (VARIABLE, VER PLANOS)	A4
Título: Troquel para arandelas, Parte superior				Plano: ISO
Cliente:				

Ø 19
39 Profundidad

Ø 6
15 profundidad

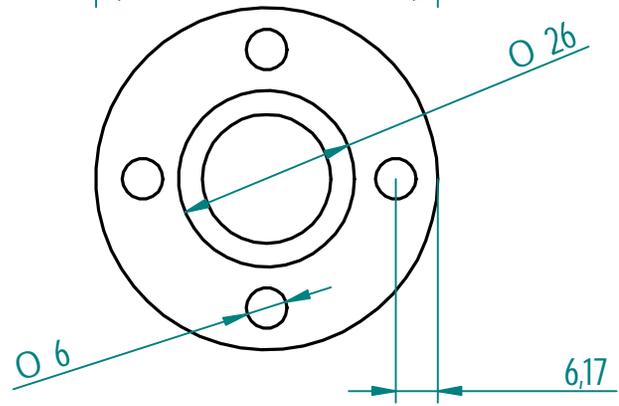
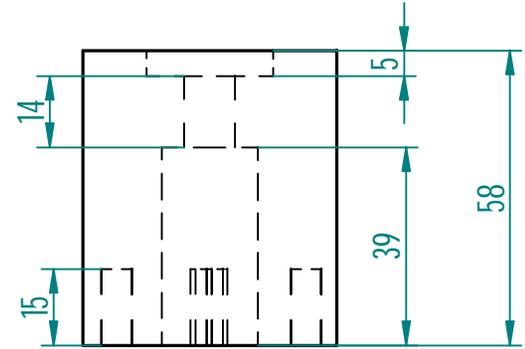
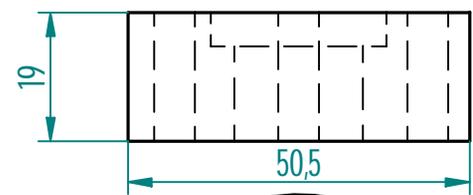
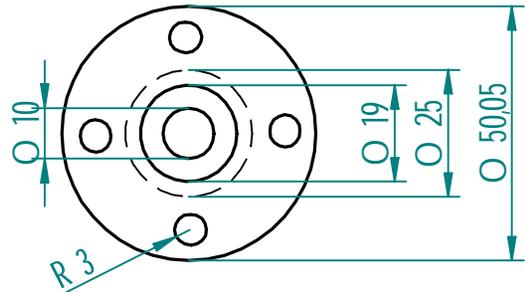
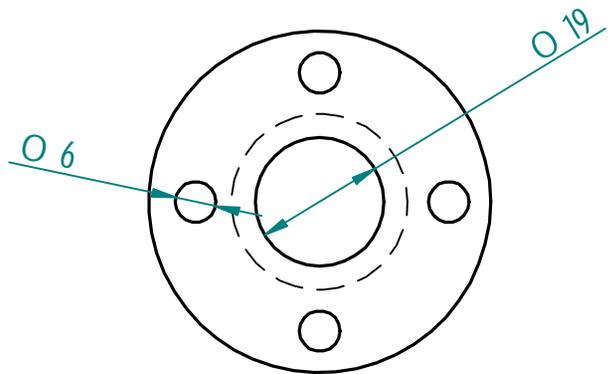
Ø 10 u.02



Troquel para rondana de un solo golpe

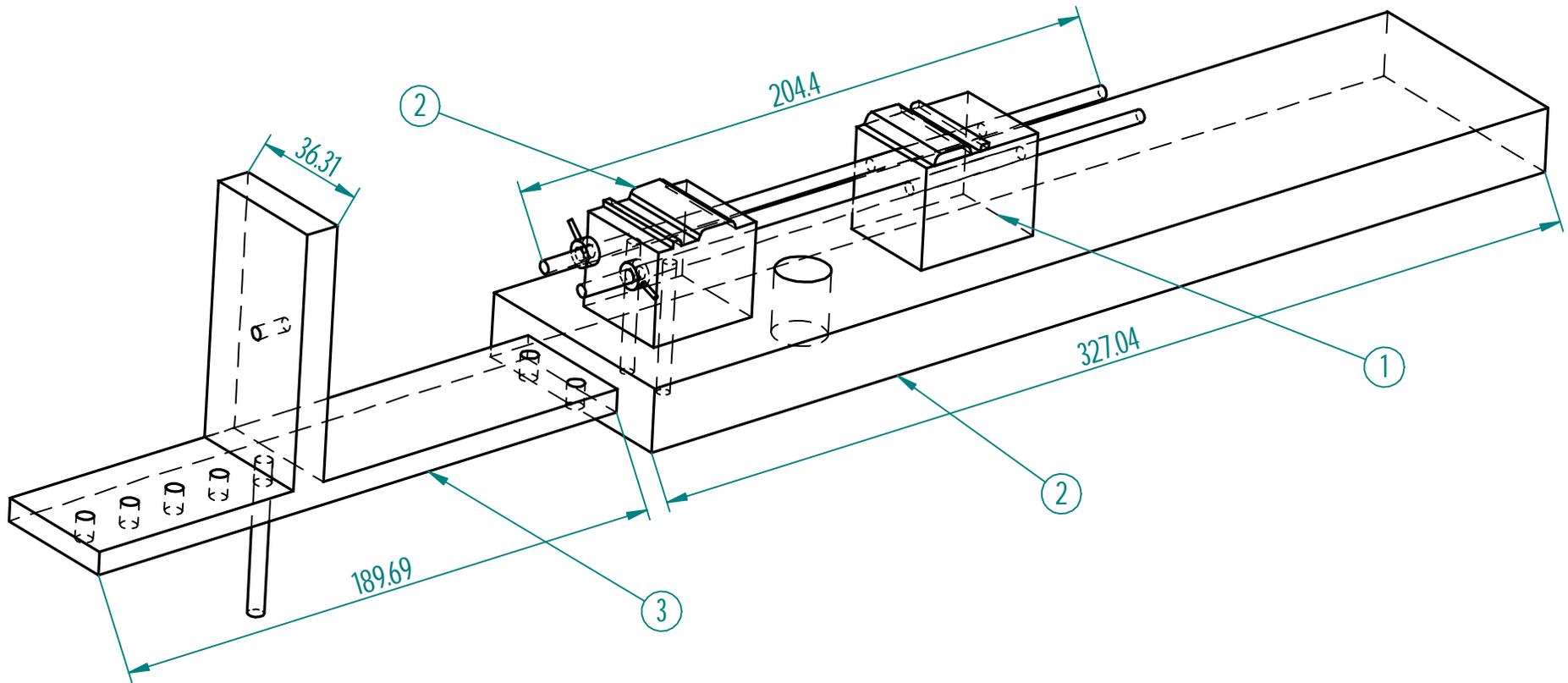
NOTA:
LOS AGUJEROS LLEVARAN UN AJUSTE DE + 0.25 mm Ø H9/d9 AJUSTE DE DESPLAZAMIENTO LIBRE
ACABADO SUPERFICIAL PULIDO

UNAM Facultad de Ingeniería				Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: Sin acabados	Tol: xx: +/- .25
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Material: Acero tipo (AISI AC1215)	A4
Título: Troquel para arandelas				Plano: 1
Parte: Base rondanas				



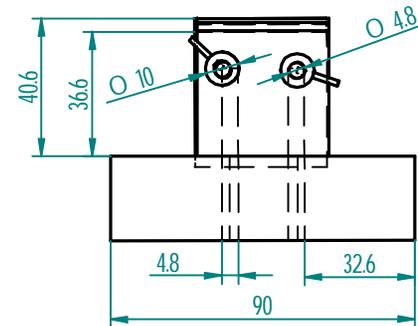
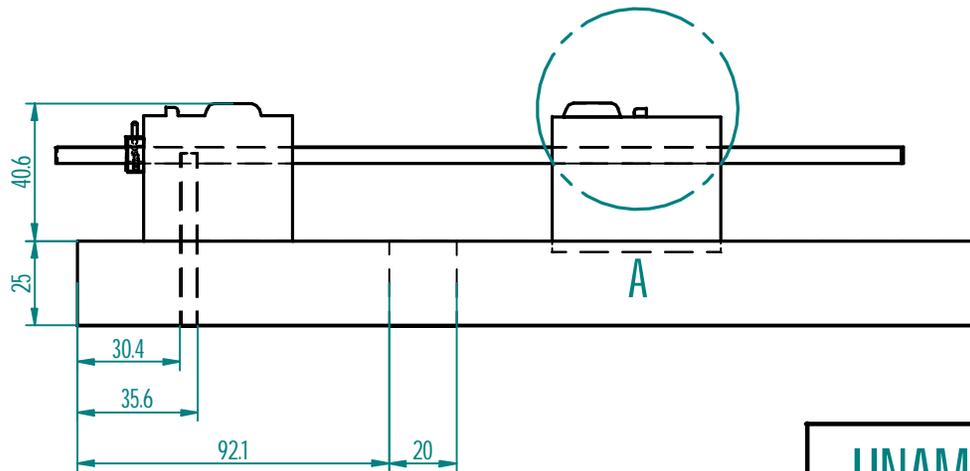
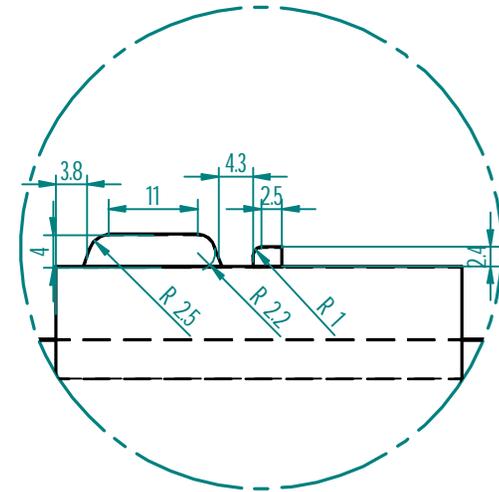
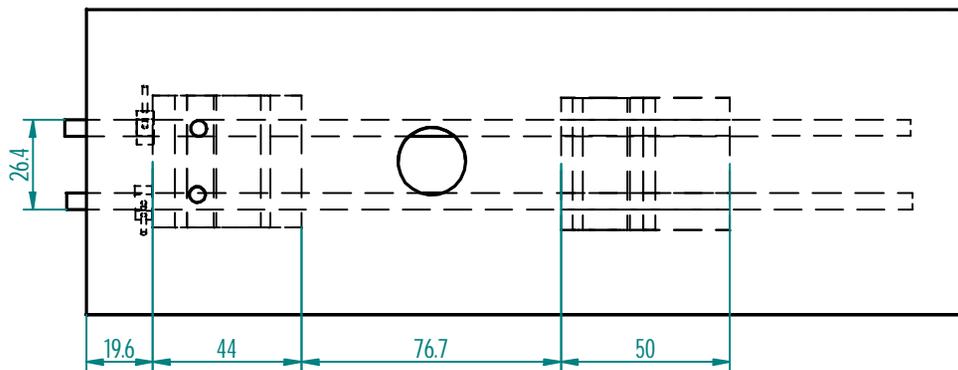
UNAM Facultad de Ingeniería				Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: Sin acabados	Tot: Variable
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Material: Acero tipo (AISI AC1215)	A4
Título: Troquel para arandelas, Parte superior e Inferior				Plano: Planta 2
Parte: Base Superior e Inferior				

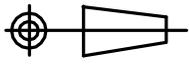
Anexo. Troquel para Muestras.

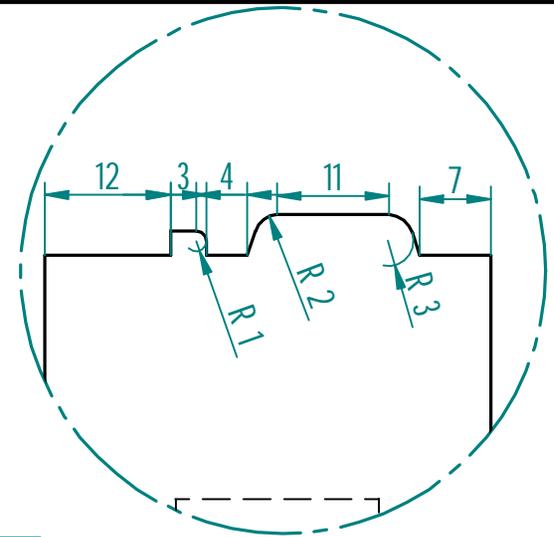
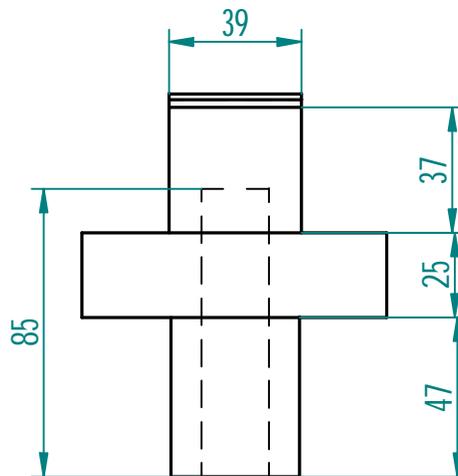
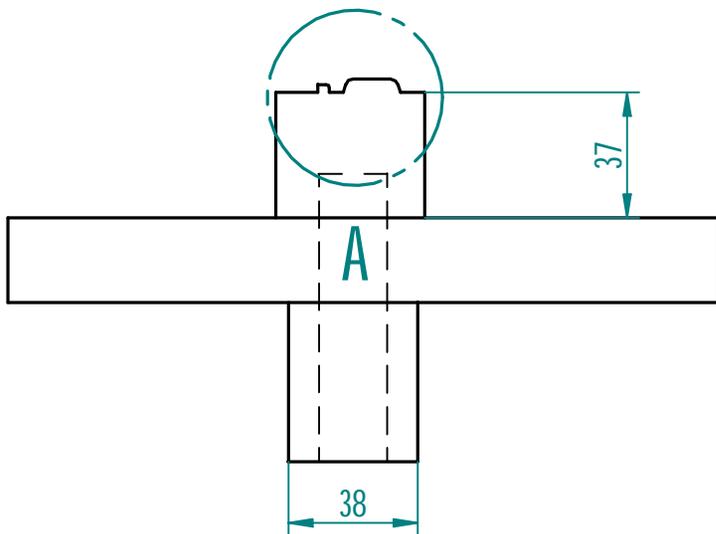
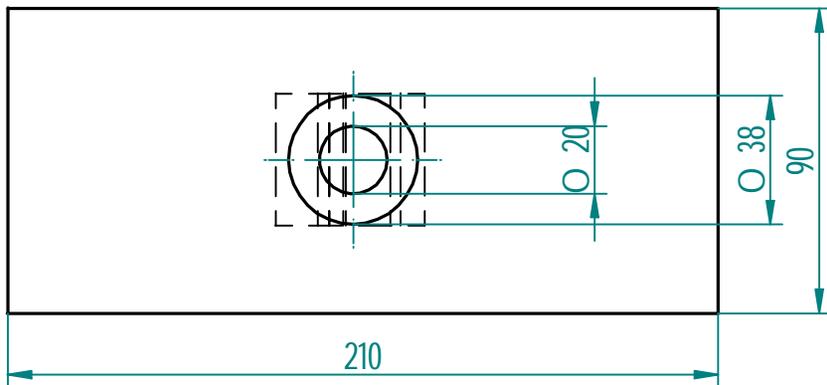


Parte	Nombre	Material
1	Dados para muescas	AC1215
2	Base del troquel	TX10T
3	Barra de sujeción	COLDROLL

UNAM Facultad de Ingeniería				Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: Variable	Tol: +/- 0.1
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Material: Acero tipo variable	A4
Título: Troqueles para varilla tensora				Plano: Gral.
Parte: Ensamble del troquel para muescas				

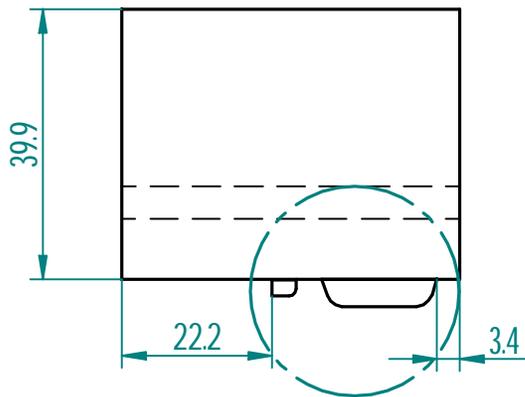
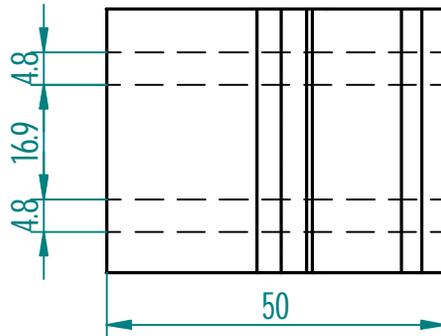


UNAM Facultad de Ingeniería			Acot: mm	
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: Pulido y rectificado	Tol: +/- 0.05
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Material: Acero tipo (CA1215)	A4
Título: Troqueles para varilla tensora				
Parte: Dados para muescas con dimensión variable				
			Plano: 1	

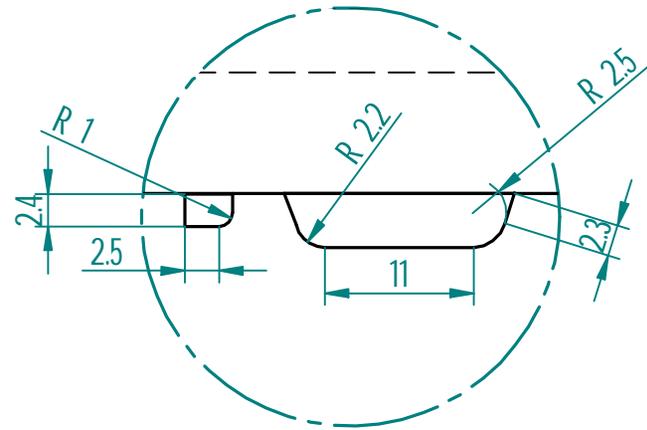


DETALLE A

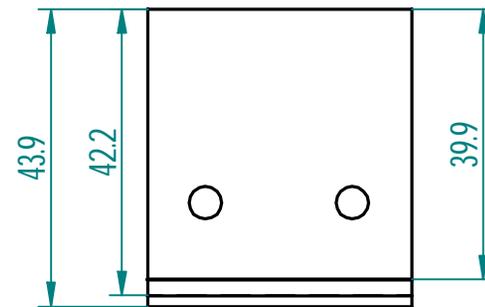
UNAM Facultad de Ingeniería				Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: Pulido y rectificado	Tol: +/- 0.05
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Material: Acero tipo (CA1215)	A4
Título: Troqueles para varilla tensora				Plano: 2
Parte: Base y dado para muescas				



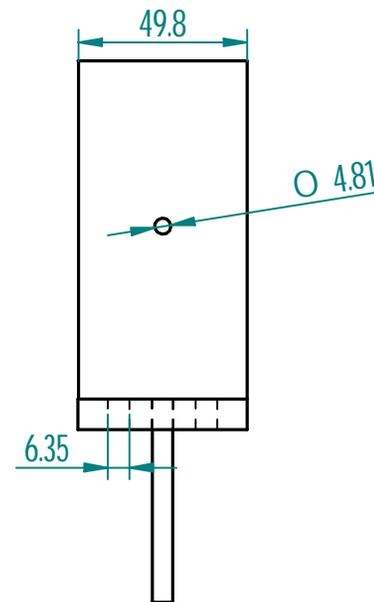
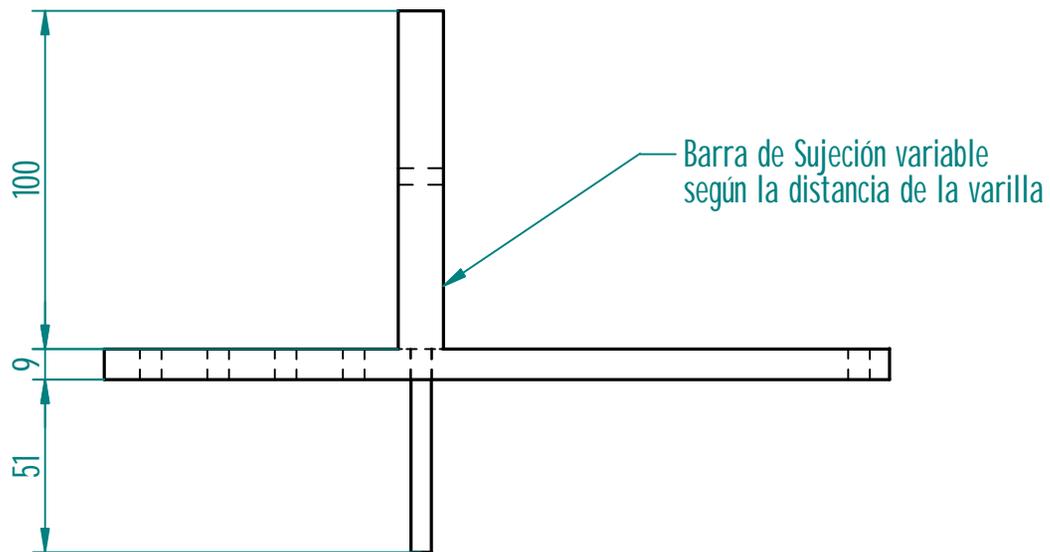
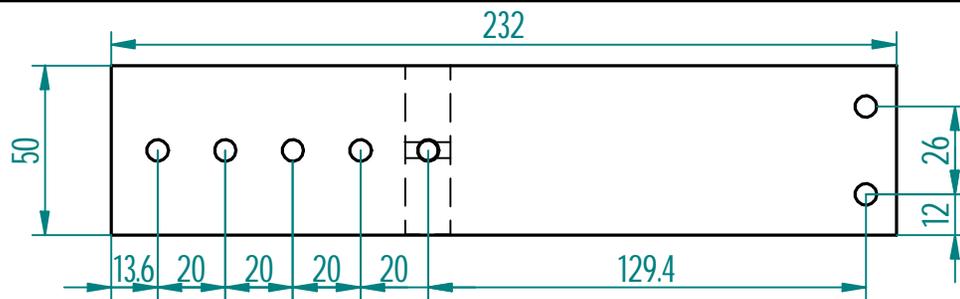
A



DETALLE A

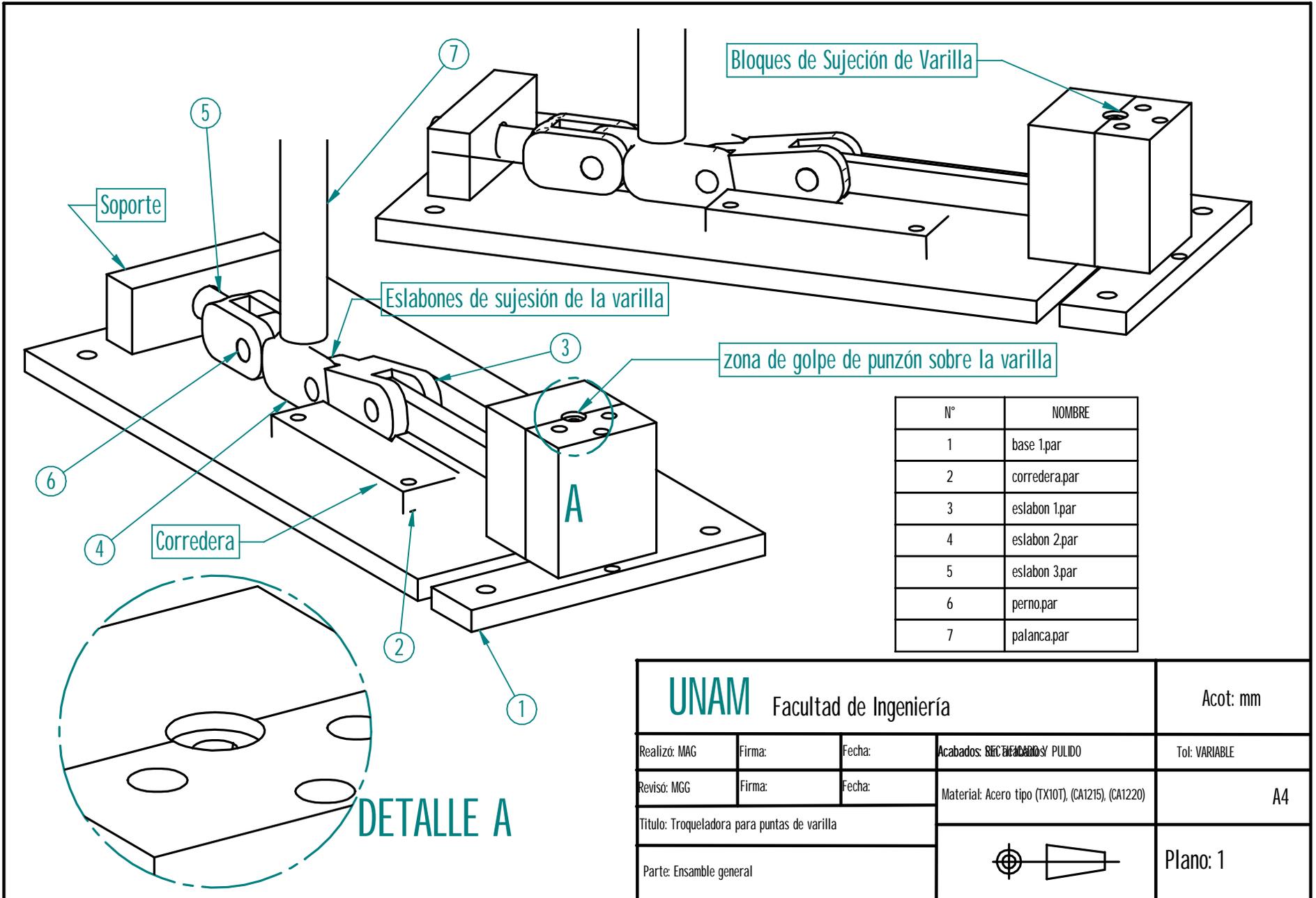


UNAM Facultad de Ingeniería				Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: Pulido y rectificado	Tol: +/- 0.05
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Material: Acero tipo (CA1215)	A4
Título: Troqueles para varilla tensora				Plano: 3
Parte: Dado para muescas				

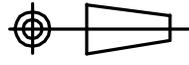


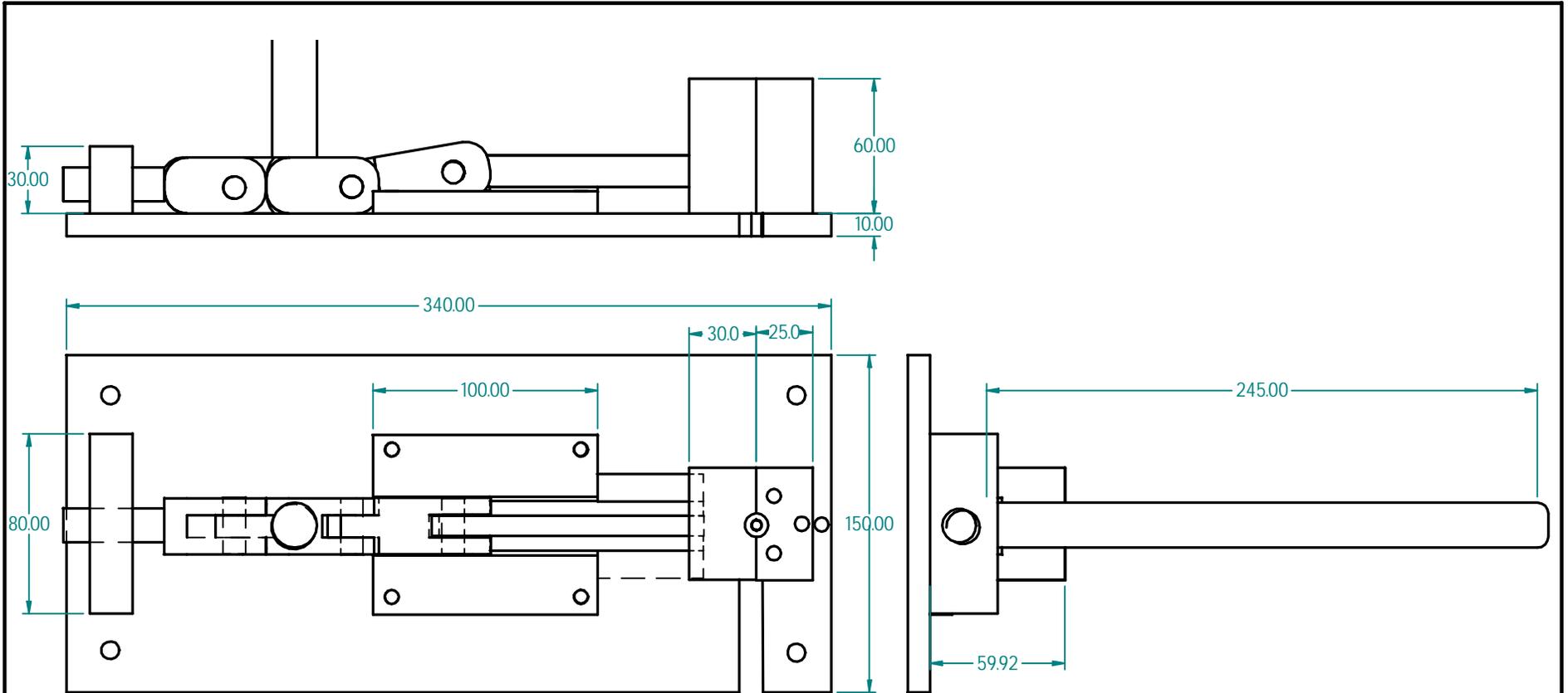
UNAM Facultad de Ingeniería				Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: Desvaste y corte	Tol: +/- 0.1
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Material: Acero tipo (cold roll)	A4
Titulo: Troqueles para varilla tensora				Plano: 4
Parte: Barra de guía para varilla				

Anexo. Troquel para Puntas de Varilla.

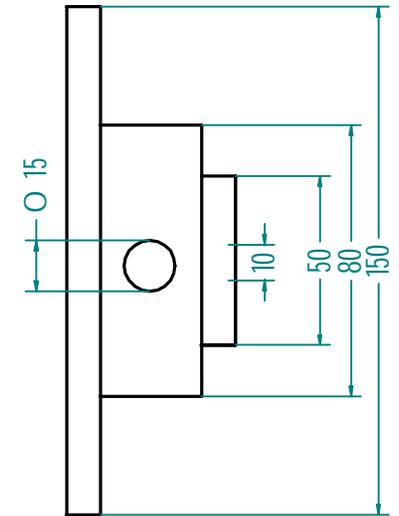
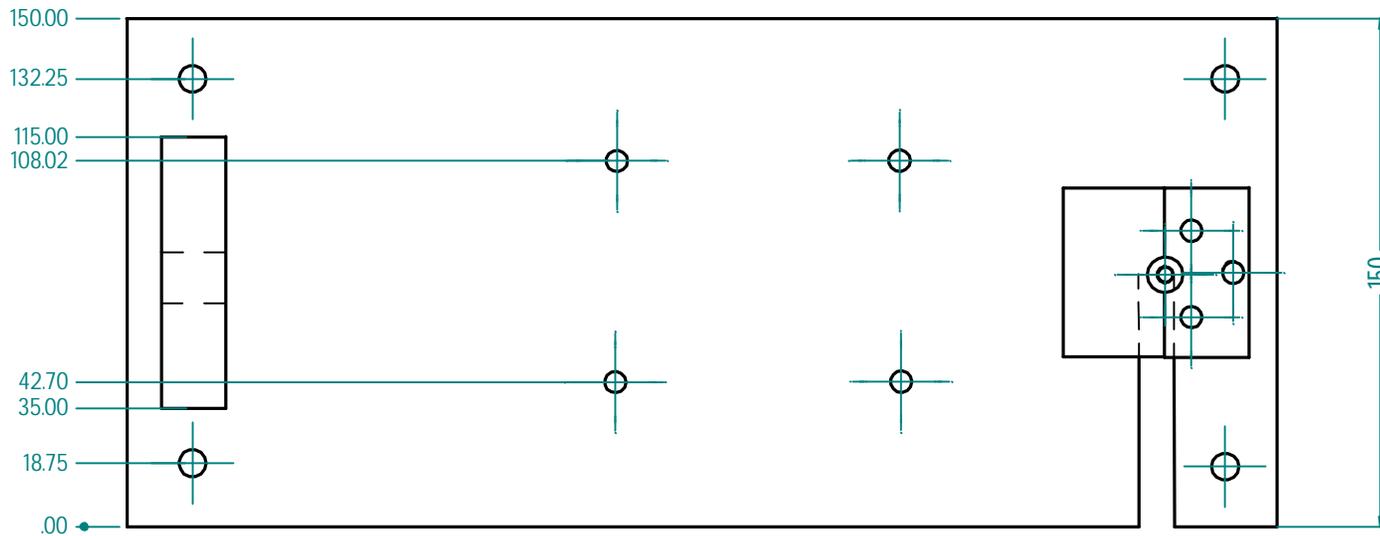
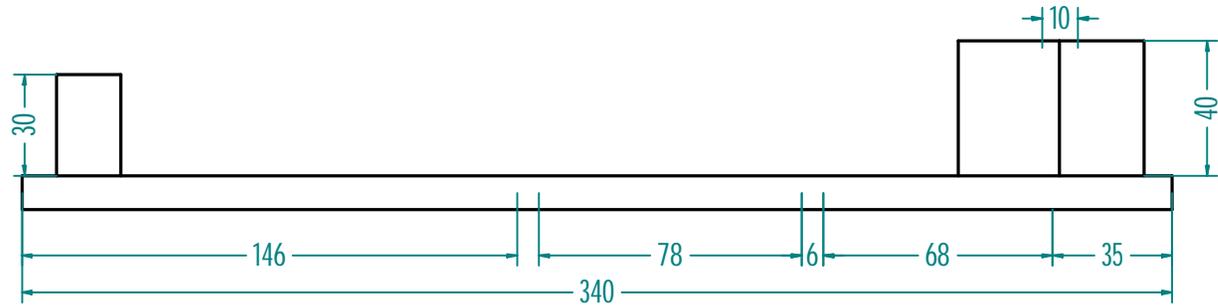


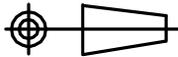
N°	NOMBRE
1	base 1.par
2	corredera.par
3	eslabon 1.par
4	eslabon 2.par
5	eslabon 3.par
6	perno.par
7	palanca.par

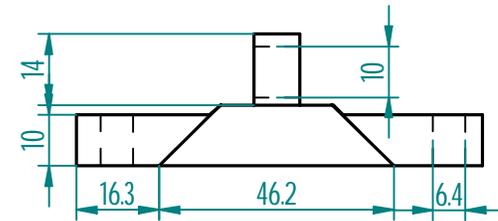
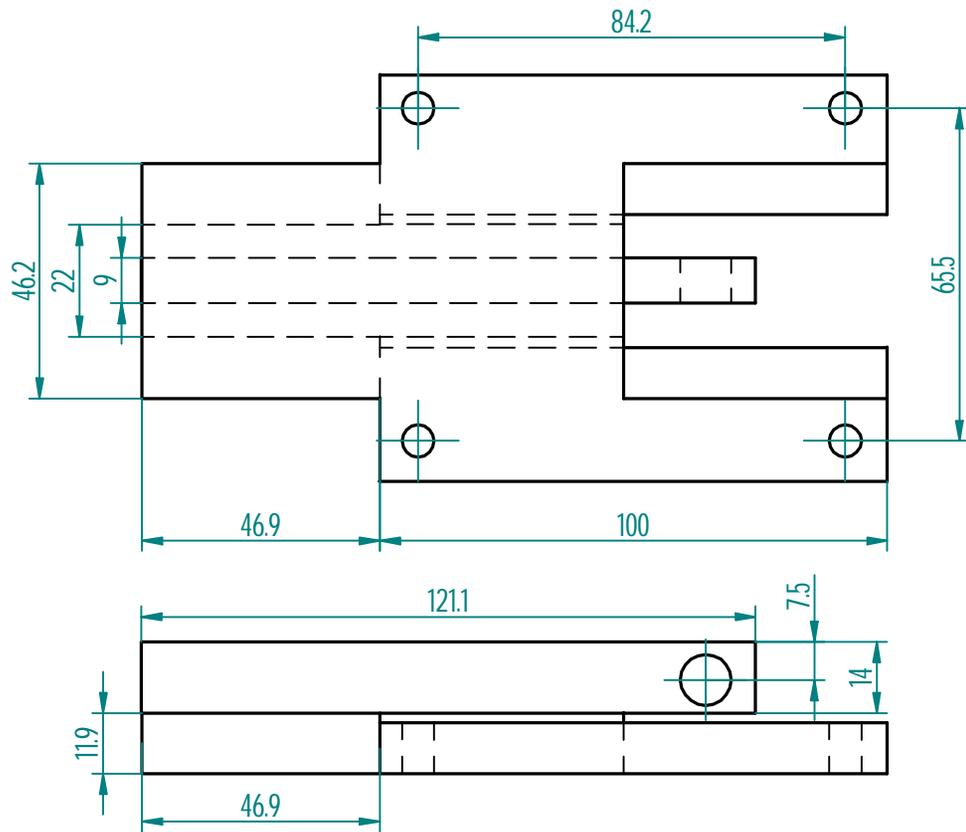
UNAM Facultad de Ingeniería			Acot: mm	
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: RECTIFICADO Y PULIDO	Tot: VARIABLE
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Material: Acero tipo (TX10T), (CA1215), (CA1220)	A4
Título: Troqueladora para puntas de varilla				Plano: 1
Parte: Ensamble general				



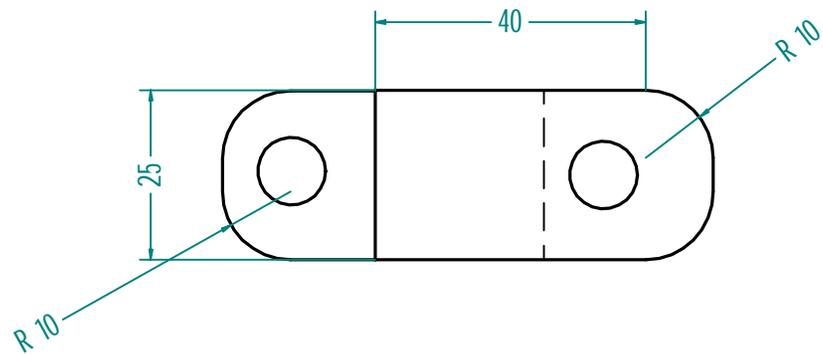
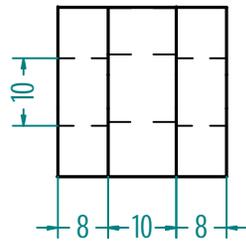
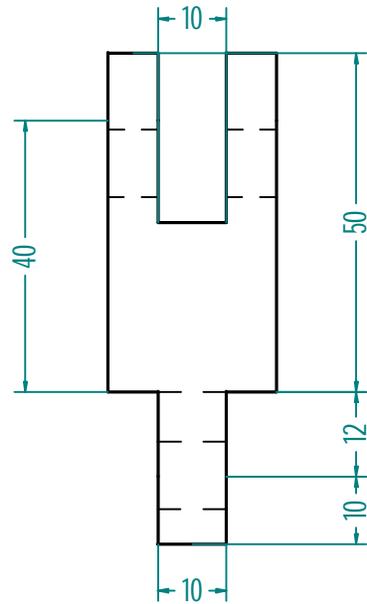
UNAM Facultad de Ingeniería				Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: RECTIFICADO Y PULIDO	Tol: +/- 1.00
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Material: Acero tipo (TX10T), (CA1215), (CA1220)	A4
Título: Troqueladora para puntas de varilla				Plano: 2
Parte: Ensamble				



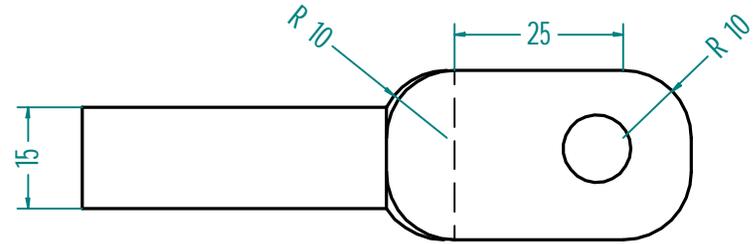
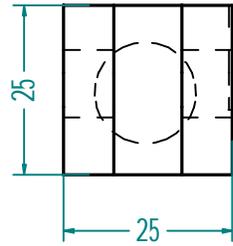
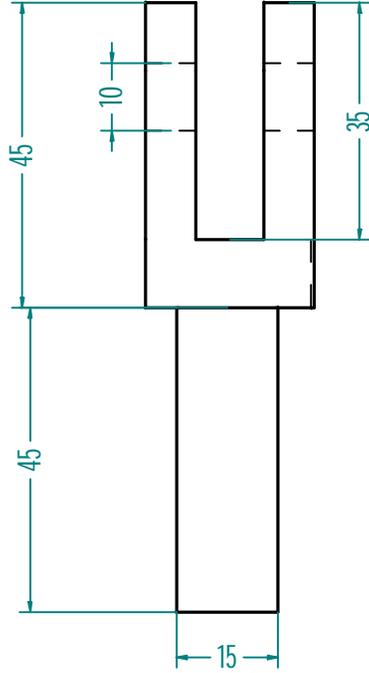
UNAM Facultad de Ingeniería			Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: Sin acabados
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Tol: +/- 0.5
Material: Acero tipo (TX10T) y (CA1220) Dado			A4
Título: Troquel para puntas de varilla			 Plano: 3
Parte: Base y Dado			



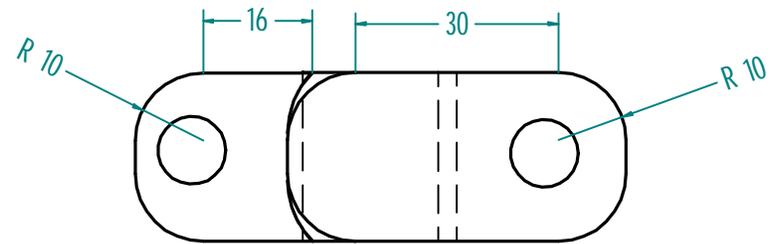
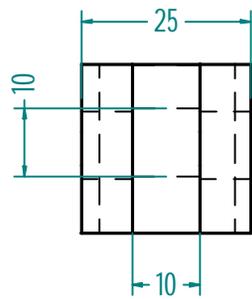
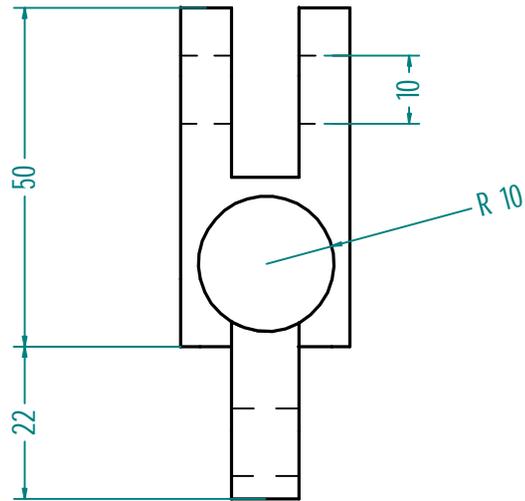
UNAM Facultad de Ingeniería				Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: Fresado y pulido	Tol: +/- 0.05
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Material: Acero tipo (TX10T)	A4
Título: Troqueladora para puntas de varilla				Plano: 4
Parte: Corredera				



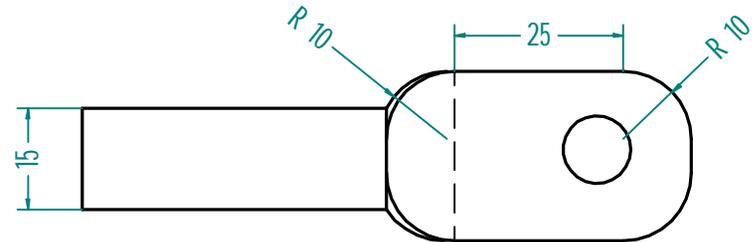
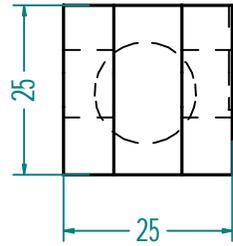
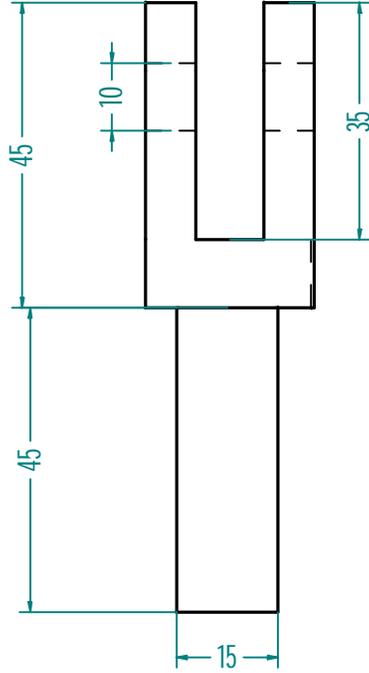
UNAM Facultad de Ingeniería			Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: pulido y rectificado
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Tol: +/- 0.05
Título: Troquel para puntas de varilla			Material: Acero tipo (TX10T)
Parte: Eslabones			A4
			Plano: 1/3

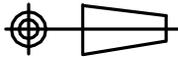


UNAM Facultad de Ingeniería			Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: pulido y rectificado
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Tol: +/- 0.05
Título: Troquel para puntas de varilla			Material: Acero tipo (TX10T)
Parte: Eslabones			A4
			Plano: 3/3



UNAM Facultad de Ingeniería			Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: pulido y rectificado
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Tol: +/- 0.05
Título: Troquel para puntas de varilla			Material: Acero tipo (TX10T)
Parte: Eslabones			A4
			Plano: 2/3



UNAM Facultad de Ingeniería			Acot: mm
Realizó: MAG	Firma:	Fecha:	Acabados: pulido y rectificado
Revisó: MGG	Firma:	Fecha:	Tol: +/- 0.05
Título: Troquel para puntas de varilla			Material: Acero tipo (TX10T)
Parte: Eslabones			A4
			
			Plano: 3/3

Anexo.

PALMEXICO	D-2
AISI, ASTM, NMX.	D-2
UNS	T30402

Análisis químico según Norma Nacional NMX B-82 (% en peso):

C	Si máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	Cr	V máx.	Mo
1.40-1.60	0.10-0.60	0.20-0.60	0.030	0.030	11.00-13.00	0.50-1.10	0.70-1.20

Otros residuales, valor máximo: Cu = 0.25% Ni = 0.30% Cu + Ni = 0.40% As + Sn + Sb = 0.040%

Tipo: Acero para trabajo en frío, tipo alto carbono-alto cromo.

Formas y Acabados: Redondo, cuadrado y solera ; disco y anillo forjado; barra perforada.

Características: Este acero presenta alta resistencia al desgaste, así como tenacidad moderada. Maquinabilidad y afilado también moderados.

Aplicaciones: Se emplea para fabricar matrices cortantes, punzones, cuchillas, matrices para estampado y acuñado; rodillos laminadores y roscadores, entre otros.

Observaciones: Proteger contra descarburización usando atmósfera controlada o cubriendo el acero con material inerte, al calentar para recocer o templar. Dureza después de recocido: 190-240 HB. Eliminar toda la capa descarburada de laminación o forja antes de templar. Revenir inmediatamente. Cuando la herramienta se va a someter a impactos, conviene hacer un segundo revenido a 500 °C . Para obtener buenos resultados es esencial igualar la temperatura en toda la pieza.

Tratamientos Térmicos recomendados (valores en °C):

FORJADO		RECOCIDO			DUREZA BRINELL MÁXIMA BARRAS RECOCIDAS (1)
		TEMPERATURA	MEDIO DE ENF.	VEL. ENF.	
TEMPERATURAS	ENFRIAMIENTO	840-870	enfriar en horno	11°C/hr hasta horno negro y apagar.	26
Precalentar 110-1150 De trabajo 930 recalentar cuando se requiera	En micas o en cualquier otro material aislante Recocer de inmediato				

Nota: (1) Dureza exigida por la norma NMX B-82 (tabla2).

Anexo.

Temple recomendado según NMX B-82 (tabla 3)(valores en °C):

Efecto de la temperatura
de revenido sobre la dureza
(3)

PRECALENTAMIENTO	AUSTENIZACIÓN		TIEMPO A TEMP. AUSTENIZACIÓN	MEDIO DE ENFRIAMIENTO	REVENIDO	DUREZA Rc MÍNIMA(2)	TEMPERATURA REVENIDO	DUREZA Rc
	BAÑO DE SALES	ATM. CONTROLADA						
815	995	1010	1 min/mm de esp.	Aire o Aceite	205	59	90 200 230 290 370 430 480 540 590 650	61-62 59-60 59-60 56-57 56-57 56-57 58-59 59-60 50-55 44-45

Notas: (2).- La dureza se da en base a probetas hasta de 25mm. de sección.
(3).- Temple a 1000°C.

Anexo.

PALMEXICO	9840
NMX.	9840

Análisis químico según Norma Nacional NMX B-300 (% en peso):

C	Si	Mn	P máx.	S máx.	Ni	Cr	Mo
0.38-0.43	0.20-0.35	0.70-0.90	0.040	0.040	0.85-1.15	0.70-0.90	0.20-0.30

Tipo: Acero de baja aleación al níquel-cromo-molibdeno.

Formas y Acabados: Barra redonda, cuadrada, hexagonal y solera laminadas o forjadas en caliente, peladas o maquinadas.
Placa laminada caliente.

Características: Por tener un nivel de aleación más bajo que el 4340, tiene mayor tenacidad aunque alcanza al templarse durezas elevadas con una alta penetración, así como una magnífica resistencia a la fatiga.

Aplicaciones: Ampliamente utilizado en la industria automotriz, en piezas sujetas a grandes esfuerzos, como flechas de transmisión y engranes, así como en pernos de alta resistencia y dispositivos de perforación. En la industria petrolera, es tratado con una resistencia de 105 kg /mm², para piezas que deban soportar fatiga.

Tratamientos térmicos recomendados (valores en ° C) :

FORJADO	NORMALIZADO	RECOCIDO		TEMPLADO	REVENIDO	PUNTOS CRÍTICOS APROX.	
		ABLANDAMIENTO	REGENERACIÓN			Ac1	Ac3
1050-1200	870-900	650-700	815-850 enfriar en horno	820-850 Aceite	540-650	727	770

Propiedades mecánicas mínimas estimadas :

TIPO DE PROCESO Y ACABADO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN			LÍMITE DE FLUENCIA			ALARGAMIENTO EN 2" %	REDUCCIÓN DE ÁREA %	DUREZA BRINELL	RELACIÓN DE MAQUINABILIDAD 1212 EF = 100%
	MPa (kgf/mm2)	Ksi		MPa (kgf/mm2)	Ksi					
CALIENTE Y MAQUINADO	932	95	135	515	52	75	22	50	250	65
TEMPLADO Y REVENIDO*	1089	111	158	965	98	140	16	48	315	

Anexo.

DEACERO, S.A. DE C.V.

- Alambre pulido negro, trefilado en frío, fabricado con acero de bajo carbono grado 1008
- Es un Alambre perfectamente enderezado, libre de ralladuras y defectos superficiales.
- Su maleabilidad y propiedades mecánicas permiten un mejor manejo con herramientas sencillas.
- Su ligera capa lubricante facilita su transformación y lo protege contra la corrosión.



ESPECIFICACIONES Semiflecha Comercial

DIAMETRO (plg)	LARGO (m)	PIEZAS x ATADO APROX.	Kg x ATADO APROX.
1/2	6	17	100
1/4	6	110	105
3/8*	6	30	100
3/16	6	120	90
5/16	6	80	110

*3/8 sobre pedido

Es un producto que se transforma en las industrias:

- Herrera
- Juguetera
- Mueblera
- De producción de accesorios domésticos

DEACERO, S.A. DE C.V.

OFICINA DE VENTAS MÉXICO



Av. Hidalgo #132. Puerta 6
Fracc. Industrial Tlalnepantla
54030, TLALNEPANTLA
EDO. DE MEXICO, MEXICO
Tel.:(55) 5366-5299
Fax:(55) 5366-5295

ACEROS FORTUNA	Color de Distinción	** ANALISIS BASICO MEDIO %								DUREZA BRINELL MAX. AL ENTREGAR	TRATAMIENTO TERMICO				CARACTERISTICAS	EQUIVALENCIAS APROXIMADAS ENTRE LAS DIFERENTES MARCAS Y NORMAS				
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	V		TEMPERATURA APROX.			TEMPLE EN		ACEROS FORTUNA	ASIS/NOM (APROX.)	DIN W / FN (APROX.)	CARPENTER	ATLAS
											TEMPLE	FORJADO	RECOCIDO							
W 18	Bianco	0.70	0.30	0.30	4.10			18.00	1.10	282	1280 a 1300	1170 a 1000	870 a 900	Acetate, aire baño de sales	El acero rápido indicado para herramientas de corte de alto rendimiento.	W 18	T 1	1.3355	STAR ZENITH	Spartan
MO 500	Bianco/Rosa	0.83	0.30	0.30	4.10		5.00	6.10	1.30	269	1190 a 1230	1150 a 950	870 a 900	Acetate, aire baño de sales	El acero rápido indicado para herramientas de corte con alta tenacidad.	MO 500	M 2	1.3343	SPEED STAR	Six 1 X
CA 1220	Rojo	2.10	0.35	0.35	12.00				0.80	262	925 a 980	1050 a 850	870 a 900	Acetate, aire o sales	Alta resistencia al desgaste, para troqueles muy complicados, que cortan espesores hasta 3mm.	CA 1220	D 3	1.2080	HAMPDEN	NN
CA 1215	Rojo/Azul	1.50	0.40	0.40	12.00				0.95	282	960 a 1025	1095 a 1010	870 a 900	Acetate, aire o sales	Alta resistencia al desgaste y gran tenacidad. Para corte de chapa hasta 5 mm. de espesor.	CA 1215	D 2	1.2379	No. 610	FNS
CA 510	Azul/Amarillo	1.00	Máx. 0.50	Máx. 1.00	5.00		1.10		0.35	235	925 a 980	1095 a 1010	845 a 870	Aire o sales	Acero para troqueles para trabajo en frío de diseño complicado.	CA 510	A 2	1.2283	No. 404	CROMO LOV
SW 55	Azul	0.90	0.30	1.15	0.50				0.50	228	790 a 915	1065 a 980	760 a 790	Acetate o sales	Acero para troqueles de corte complicado, y cortos hasta 3 mm. de espesor.	SW 55	O 1	1.2510	O 1	Keweenaw
WA 255	Rojo/Bianco	0.50	0.38	0.30	1.50		0.40	2.00	0.20	229	900 a 985	1120 a 1010	790 a 830	Acetate	Alta resistencia al golpe. Apto para trabajos en frío, troqueles, cuchillas, para chapa gruesa y en caliente (ajo, diferente revenido).	WA 255	S 1	1.2300		Falcon 6
W 10 V	Verde/Bianco	1.00	0.25	0.25					0.20	212	780 a 845	1095 a 980	750 a 780	Agua	Acero al Cromo-Molibdeno-Vanadio muy apto para continuos choques térmicos.	W 10 V	W 2	1.2895	No. 11 Special	Special
MOG 510 V	Amarillo / Blanco / Rojo	0.35	1.00	0.30	5.10		1.50		1.00	241	995 a 1040	1190 a 1095	845 a 900	Salas y aire	Acero al Cromo-Molibdeno-Vanadio para trabajos en caliente, especialmente dados de forja y herramientas para prensas de extrusión.	MOG 510 V	H 13	1.2344	No. 883	Crown
Geopunter 883	Azul/Bianco	0.41	1.00	0.35	5.35		1.40		0.9	238	1010 a 1024	1095 a 1135	845 a 870	Agua	Acero al Cromo-Molibdeno-Vanadio para trabajos en caliente, especialmente dados de forja y herramientas para prensas de extrusión.	Geopunter 883	H13	1.2344	No. 883	
MOG 511	Amarillo/Rosa	0.35	1.00	0.30	5.10		1.50	1.35	0.30*	241	995 a 1025	1150 a 1065	845 a 900	Salas y aire	Acero al Cromo-Molibdeno-Tungsteno para trabajos en caliente, especialmente dados de forja y herramientas para prensas de extrusión.	MOG 511	H 12	1.2606	No. 345	Crodi
NG 2 SUPRA	Amarillo	0.70	0.30	0.70	0.75	1.50		0.25		255	790 a 845	1095 a 980	760 a 790	Acetate o aire	Acero al Cromo-Niquel-Molibdeno para trabajos en caliente, para dados de forja de muy alta tenacidad.	NG 2 SUPRA	L 6	1.2714	R.D.S.	Ultimo 6
EWX 40	Rosa	Máx. 0.12	0.25	0.40	4.60		0.70			131	970 - 995 (tementado)	1120 a 1000	870 a 900	Acetate	Nuestro HOBBLING IRON al Cromo-Molibdeno, y bajo Carbono, para clavos profundos para moldeo de plástico (puldido espejo).	EWX 40	P 4	1.2341	SUPER SAMSON	
P 20 ESR	Amarillo/Grís	0.35	0.30	0.60	1.80	1.00		0.20		300 Aprox.					Acero tratado fabricado por el proceso de Refusión bajo escoria desarrollado para moldes para plástico.	P 20 ESR	P 20	1.2710		
SW 55 P	Punta azul	0.90	0.30	1.15	0.50			0.50	0.20*	228	790 a 915	1065 a 980	760 a 790	Acetate	Acero SW 55 (AISI 01) rectificado plata.	SW 55 P	O 1	1.2510	O 1	Acero Plata
W 11 P	Punta naranja	1.00	0.25	0.25					0.20	212	760 a 845	1065 a 980	760 a 790	Agua	Acero AISI W1, rectificado plata.	W 11 P	W 2	1.1650		Acero Plata

ACEROS FORTUNA	Color de Distinción	** ANALISIS BASICO MEDIO %								DUREZA BRINELL MAX. AL ENTREGAR	TRATAMIENTO TERMICO				CARACTERISTICAS	EQUIVALENCIAS APROXIMADAS ENTRE LAS DIFERENTES MARCAS Y NORMAS				
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	V		TEMPERATURA APROX.			TEMPLE EN		ACEROS FORTUNA	ASIS/NOM (APROX.)	DIN W / FN (APROX.)	CARPENTER	ATLAS
											TEMPLE	FORJADO	RECOCIDO							
TX 10 T	Café/Bianco	0.40	0.25	0.68	0.80	1.00	0.25			220 a 330 segun diametro	830 a 960	1050 a 870	760 a 845	Acetate	Acero al Cromo-Niquel-Molibdeno con dureza controlada para construcción de maquinaria.	TX 10 T	9840	1.6511		
TX 10 R	Café	0.40	0.25	0.68	0.80	1.00	0.25			217	830 a 960	1050 a 870	760 a 845	Acetate	Acero al Cromo-Niquel-Molibdeno, gran tenacidad para construcción de maquinaria.	TX 10 R	9840	1.6511		SPS 245
TX 15 T	Grís/Bianco	0.40	0.25	0.68	0.80	1.80	0.35			220 a 330 segun diametro	830 a 960	1230 a 1065	800 a 925	Acetate	Acero al Cromo-Niquel-Molibdeno con dureza controlada para construcción de maquinaria.	TX 15 T	4340	1.866		
TX 15 R	Grís	0.40	0.25	0.68	0.80	1.80	0.25			223	800 a 845	1230 a 1065	800 a 925	Acetate	Acero al Cromo-Niquel-Molibdeno, gran tenacidad para construcción de maquinaria.	TX 15 R	4340	1.856		
TCMO 4 T	Amarillo/Bianco	0.40	0.25	0.88	0.95	0.20				220 a 330 segun diametro	830 a 960	1090 a 870	760 a 845	Acetate	Acero al Cromo-Molibdeno con dureza controlada para construcción de maquinaria.	TCMO 4 T	4140	1.7225		4140
TCMO 4 R	Amarillo/Café	0.40	0.25	0.88	0.95	0.20				207	830 a 860	1090 a 870	760 a 845	Acetate	Acero al Cromo-Molibdeno para construcción de maquinaria.	TCMO 4 R	4140	1.7225		4140
EX 17	Café/Rosa	0.20	0.25	0.55	0.50	1.80	0.25			207	870 a 925 (tementado)	1100 a 870	650 a 775	Acetate o sales	Acero para cementación al Cromo-Niquel-Molibdeno de alto rendimiento.	EX 17	4320	1.6587		4320
EX 8	Café/Grís	0.20	0.25	0.80	0.50	0.55	0.20			170	870 a 925 (tementado)	1100 a 870	650 a 790	Acetate o sales	Acero para cementación al Cromo-Niquel-Molibdeno.	EX 8	8620	1.6523		Impiactio
GB 1	Café/Azul	0.15	0.25	0.45						140	870 a 925 (tementado)	1280 a 925	700 a 870	Acetate o agua	Acero para cementación, no aleado calidad automatiz.	GB 1	1015	1.1141		
GB 4	Café/Rojo	0.45	0.25	0.75						206	845 a 900	1245 a 870	700 a 845	Acetate o agua	Acero al 0.45% de Carbono para construcción de maquinaria.	GB 4	1045	1.1191		1045
GB 4 EF	Punta Roja	0.45	0.25	0.75						206	845 a 900	1245 a 870	700 a 845	Acetate o agua	Acero al 0.45% de Carbono para construcción de maquinaria, estrado en frío.	GB 4 EF	1045	1.1191		1045
GB 6	Café/Verde	0.60	0.25	0.75						243	815 a 915	1205 a 830	700 a 830	Acetate o agua	Acero al 0.60% de Carbono para construcción de maquinaria.	GB 6	1060	1.0601		1060
COLD ROLLED (1018)	Punta verde	0.18	0.25	0.75						SIN TRAT. TERMICO	870 a 925 (tementado)	1240 a 925	865 a 910	Agua o Salmuera	1018 estrado en frío para usos generales.	COLD ROLLED (1018)	1018			1018

ACEROS FORTUNA	Color de Distinción	** ANALISIS BASICO MEDIO %								DUREZA BRINELL MAX. AL ENTREGAR	TRATAMIENTO TERMICO				CARACTERISTICAS	EQUIVALENCIAS APROXIMADAS ENTRE LAS DIFERENTES MARCAS Y NORMAS				
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	V		TEMPERATURA APROX.			TEMPLE EN		ACEROS FORTUNA	ASIS/NOM (APROX.)	DIN W / FN (APROX.)	CARPENTER	ATLAS
											TEMPLE	FORJADO	RECOCIDO							
GB 13	Negro ó natural	0.18	0.25	1.25					0.10*	180	870 a 925 (tementado)	1240 a 925	650 a 910	Agua o acetate	Tubo mecánico para usos generales.	GB 13	1518			1518
12 L 14	Bianco / Amarillo / Negro	Máx. 0.15		1.00					+S 0.30 +Pb 0.25	170	800 a 830 (tementado)	1240 a 925		Agua o acetate	Acero maquinable de corte libre para tornos automáticos.	12 L 14	12 L 14	1.0719		12 L 14
C 75 R	No tiene	0.75	0.25	0.65						220	780 a 820		650 a 800	Agua o acetate	Feije de acero al Carbono, recocido para muelles y herramientas delgadas.	C 75 R	1075	1.1248		
C 75 T	Favonado azul ó café	0.75	0.25	0.65						180 / 220 Kg / mm2					Feije de acero templado, revenido.	C 75 T	1075	1.1248		
ALAMBRE PIANO	No tiene	0.90	0.25	0.30						150 / 280 Kg / mm2					Alambre piano templado ideal para resortes y cepillos.	ALAMBRE PIANO	W 1	1.7223		
12 M	No tiene	1.20	0.40	12.00						225 a 320			1000 a 1090		Acero duro al 12% de Manganeso para piezas sometidas al impacto, con alta resistencia a la abrasión.	12 M	No tiene	1.3401		
T 171 T	Verde/Amarillo	0.38	Máx. 1.00	Máx. 1.00	17.00				1.20	225 a 275					Fechas de acero inoxidable bonificadas a 80/90 Kg/mm2 para barcos y bombas.	T 171 T	No tiene	1.4122		
AS 18	Verde/Rojo	Máx. 0.08	Máx. 1.00	Máx. 2.00	18.00					220		1230 a 1150	1010 a 1120		Láminas y barras de acero inoxidable del tipo 18/10.	AS 18	304	1.4301	304	304
A 18 A	Verde/Azul	Máx. 0.15	Máx. 1.00	Máx. 2.00	18.00				+S 0.15 Máx.	262	950 a 1010	1260 a 1150	830 a 885	Acetate	Barras de acero inoxidable del tipo 18/8, maquinado rápido.	A 18 A	303	1.4305	303	303
AS 182	Verde/Rosa	Máx. 0.08	Máx. 1.00	Máx. 2.00	18.00				2.30	220		1230 a 1150	1010 a 1120		Láminas y barras de acero inoxidable del tipo 18/12.	AS 182	316	1.4401	316	316
F 13 A	Verde/Grís	Máx. 0.13	Máx. 1.00	Máx. 1.25	13.00				Máx. * 0.60	282	950 a 1010	1260 a 1150	830 a 885	Acetate	Barras de acero inoxidable al Cromo maquinado rápido.	F 13 A	416	1.4005	416	416
F 17	No tiene	Máx. 0.12	Máx. 1.00	Máx. 1.00	17.00					180		1120 a 1040	780 a 815		Láminas de acero inoxidable al Cromo.	F 17	430	1.4016	430	
T 17	Verde/ Negro	0.22	0.40	0.40	16.50				1.75	260	880 a 1065	1230 a 1150	620 a 705		Acero inoxidable para moldes.	T 17	No hay			
12 A	Negro/Rojo	Máx. 0.25	Máx. 1.50	Máx. 2.00	25.00				20.00	220		1095 a 980	1040 a 1190		Láminas y barras refractarias resistentes a altas temperaturas.	12 A	310	1.4841	310	310