

**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)  
SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL  
DE ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (SECOFI)**

## **REPORTE FINAL**

**DEL**

**ESTUDIO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIAS ESENCIALES**

**A LA INDUSTRIA DE APOYO**

**EN LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS**

## **MANUAL DE SERVICIOS DE EXTENSION(1)**

**GUIA ADMINISTRATIVA DE SERVICIOS DE EXTENSION  
TECNOLOGIA DE PRODUCCION**

**OCTUBRE DE 1999**

**CENTRO DE INGENIERIA Y DESARROLLO INDUSTRIAL (CIDESI)  
UNICO INTERNATIONAL CORPORATION**

# Guía Administrativa de Servicios de Extensión

## CONTENIDO

<b>1.</b>	<b>Selección de empresas.....</b>	<b>1</b>
1.1	Criterios utilizados para la selección de empresas modelo. ....	1
1.2	Método empleado para la selección de las empresas modelo.....	2
1.3	Lecciones aprendidas en la selección de empresas.....	3
<b>2.</b>	<b>Acercamiento a las empresas .....</b>	<b>5</b>
2.1	Ejemplos de casos no exitosos. ....	5
2.2	Lecciones para el futuro. ....	6
<b>3.</b>	<b>Esquemas de apoyo financiero.....</b>	<b>6</b>
3.1	Resultados reales. ....	6
3.2	Otros esquemas potenciales. ....	6
<b>4.</b>	<b>Contrato de servicios con la empresas/clientes. ....</b>	<b>6</b>
4.1	Formas de contrato. ....	6
4.2	Lecciones para el futuro. ....	6
<b>5.</b>	<b>Temas para la asesoría .....</b>	<b>7</b>
5.1	Selección de los temas de mejoramiento. ....	7
5.2	Cambios en los temas seleccionados. ....	9
<b>6.</b>	<b>Logística de las visitas. ....</b>	<b>9</b>
6.1	Programación de las visitas. ....	9
6.2	Agenda de la visita.....	10
6.3	Reporte de la visita. ....	11
<b>7.</b>	<b>Desarrollo del servicio.....</b>	<b>11</b>
7.1	Obtención de los datos requeridos para establecer las causas y opciones de solución a los problemas establecidos. ....	11
7.2	Análisis de datos.....	12
7.3	Realización de acciones o tareas para la reducción o eliminación del problema.....	12
7.4	Medición y evaluación de los resultados. ....	13
7.5	Establecimiento de medidas para evitar la recurrencia de los problemas.....	13
7.6	Documentación de los resultados de los servicios. ....	13
7.7	Realización de seminarios y cursos en las empresas. ....	13
7.8	Situaciones y posturas en la empresa durante la recepción de la asesoría.....	14

<b>8.</b>	<b>Lo que se debe evitar en los momentos de la asesoría. ....</b>	<b>16</b>
8.1	Obstaculizar el trabajo de la empresa .....	16
8.2	Demasiado énfasis en elementos fuera de control de la empresa.....	17
8.3	Generación de malentendidos.....	17
8.4	Confrontaciones con personal de la empresa. ....	17
8.5	Sobrepasar las atribuciones de un asesor o consultor. ....	17
8.6	Ofrecer recomendaciones mal fundamentadas. ....	18
8.7	Dar instrucciones con tono imperativo.....	18
8.8	Exhibir exageradamente lo que se sabe. ....	18
8.9	Insistir en forma excesiva.....	19
8.10	Depender de la teoría en forma excesiva.....	19
<b>9.</b>	<b>Complicaciones en la prestación del servicio de Extensión Tecnológica... ..</b>	<b>19</b>
9.1	La ejecución del servicio se complica.....	19
9.2	La empresa no desea la continuación del servicio. ....	20
<b>10.</b>	<b>GUÍA PARA DIRIGIR ENTREVISTAS .....</b>	<b>20</b>
10.1	GENERALIDADES.....	20
10.2	Entrevista al alto nivel directivo / postura y ejemplos de preguntas .....	21
10.3	Entrevista al personal del nivel gerencial y administrativo / postura y ejemplos de preguntas .....	22
10.4	Entrevista al personal del nivel de supervisor y encargado de piso / postura y ejemplos de preguntas .....	23

# Guía Administrativa de Servicios de Extensión

Esta sección se ha preparado con los diversos problemas que se encuentran en el proceso para la realización de los Servicios de Extensión en este Estudio, así como para la selección de empresas modelo, la concertación del contrato de dicho servicio, las negociaciones para su prolongación, etc., para ser consultado al momento de hacer frente a los problemas previstos de los Servicios de Extensión futuros.

## 1. Selección de empresas.

Para asegurar el éxito en la prestación de servicios de asesoría en piso, se ha detectado la importancia que tiene poner especial atención en el proceso que se sigue para establecer una relación formal con los clientes del servicio. En este sentido, la experiencia ha mostrado la necesidad de establecer los criterios y el método bajo los cuales evaluar las posibilidades de éxito que se pueden tener cuando una empresa se interesa en el servicio. La importancia radica en que la demanda futura de este tipo de servicio, depende en gran medida del éxito que se tenga con las empresas que han sido atendidas

### 1.1 Criterios utilizados para la selección de empresas modelo.

Al momento de la selección de las empresas modelo para este Estudio se consideraron los siguientes puntos.

- (1) Si realiza producción de OEM (equipos originales) como industria de soporte y existencia de esa capacidad latente.
- (2) Actitud de los directivos hacia la competitividad y el mejoramiento continua del desempeño de la empresa.
- (3) Salud financiera de la empresa.
- (4) Posibilidades de mejoramiento existentes en la empresa.
- (5) Relaciones entre directivos y el personal que realiza el trabajo en el piso.
- (6) La existencia de una estructura organizacional mínima que asegure la asimilación de los métodos utilizados y la ejecución, en forma efectiva, las recomendaciones establecidas.
- (7) La viabilidad de la empresa (pequeña y mediana) para ser objeto de apoyo por alguna de las instituciones de financiamiento a la asistencia técnica (CIMO, BANCOMEXT, etc.)

Existen otros criterios al nivel macro que pueden ser utilizados como un filtro inicial para

la selección de empresas:

- Giro industrial
- Tipo de empresa
- Tipo de productos/clientes
- Localización

## **1.2 Método empleado para la selección de las empresas modelo.**

Durante el proceso de selección de las empresas modelo, el método de selección a utilizar es la entrevista directa con los directivos de la empresa, recorridos de observación por el piso de fabricación y evaluación de la conformidad de la realidad percibida de la empresa con los criterios de evaluación.

### **1.2.1 Entrevista con los directivos.**

La entrevista con el Director o Directores es enfocada a obtener información general de la empresa (Antigüedad de la empresa, giro, número de empleados, líneas de productos, ventas, tipos de mercados que atiende, clientes principales, salud financiera, estructura del capital, estructura organizacional, incentivos, capacitación y otras acciones que la empresa realiza para retener a su personal, etc.) y preguntas enfocadas a detectar la actitud del o los Directivos hacia el mejoramiento del desempeño de la empresa.

### **1.2.2 Recorrido de observación por el piso.**

Durante el recorrido es recomendable realizar observaciones sobre el ambiente de trabajo, el trato a los operadores a través del uso de uniformes, estado de los baños, uso del comedor, orden y limpieza en el piso, desperdicios, tipos de procesos utilizados, sistemas de control utilizados, etc. Las observaciones en piso tienen como objetivo el corroborar aspectos asentados en la plática con los Directivos y detectar la situación en cuanto a los criterios ya mencionados.

### **1.2.3 Selección de la empresa.**

La conformidad de la realidad percibida de la empresa, por parte del evaluador, con la situación deseable derivada del cumplimiento positivo de los criterios utilizados, permite establecer una base para seleccionar empresas viables a recibir servicios de asesoría con buenas posibilidades de éxito. Empresas cuyos directivos tienen una actitud positiva o entusiasta hacia el mejoramiento, en buena situación financiera, con buenas oportunidades para el mejoramiento, con buenas relaciones entre directivos y personal del

piso, con la posibilidad de asimilar e implantar soluciones y con posibilidades de ser apoyadas financieramente por instituciones que manejan recursos a fondo perdido, constituye una buena oportunidad para la prestación exitosa de los Servicios de Extensión Tecnológica.

### **1.3 Lecciones aprendidas en la selección de empresas**

Es muy importante desarrollar una percepción lo más cercana a la realidad de la empresa en términos de los aspectos involucrados en los criterios mencionados. Esto es fácil de decirlo y difícil de lograrlo por lo que es crítica la habilidad de la persona que realiza la evaluación de la empresa: “Al mejor cazador se le va la liebre”.

#### **1.3.1 El compromiso de los Directivos**

Las experiencias tenidas con las empresas modelo seleccionadas nos han mostrado que la actitud de los directivos es crítica ya que su involucramiento es decisivo para el éxito de los servicios de asesoría. Es relativamente fácil encontrarse directivos que muestran un gran entusiasmo inicial que se esfuma rápidamente conforme la asesoría a la empresa se da e involucra la necesidad de realizar cambios en la manera de hacer las cosas. En el transcurso del proyecto “Transferencia de Tecnología Esencial” la mayoría de las empresas que se han salido del proyecto lo han hecho por este motivo.

Especial atención requiere las posibilidades de que los directivos se involucren en liderazgo del personal que participa directamente en las acciones de mejoramiento recomendadas por los asesores que trabajan con la empresa.

#### **1.3.2 Falta de estructura organizacional en la micro empresa.**

En el caso de CIQA, se realizó un esfuerzo por atender una empresa micro con una estructura totalmente plana en donde el Director General cubre todas funciones importantes de la empresa. El esfuerzo resultó infructuoso debido a la imposibilidad de sentarse con personal de la empresa a dialogar y establecer acciones de mejoramiento. Es importante que la estructura organizacional de la empresa ofrezca posibilidades para la recepción adecuada de la asesoría que se presta o pretende prestar. Si el Director hace de todo, no tiene tiempo para participar y no existen otras personas disponibles, la asesoría no funcionará. Es recomendable en estos casos, que la empresa nombre un coordinador que atienda los servicios de asesoría para asegurar la transferencia de métodos y las acciones pertinentes sean implantadas.

### **1.3.3 Relaciones entre los diferentes niveles funcionales de la empresa.**

En algunas empresas existe un distanciamiento entre los Directivos, el personal de mandos medios y el personal que opera en el piso. Esta situación hace imposible el logro de buenos resultados en las acciones de asesoría: La implantación de las recomendaciones difícilmente es lograda por la ausencia de una comunicación efectiva entre los involucrados. En estos casos, como en otros, es necesario promover el trabajo en equipo aprovechando las acciones de asesoría que se llevan a cabo.

Otro aspecto muy importante en cuanto a las relaciones interpersonales en la empresa es el efecto que esto tiene en cuanto a la rotación del personal. Resulta extremadamente difícil transferir a la empresa métodos y conocimiento en general si el personal cambia continuamente porque abandona a la empresa. Si no se pone el suficiente cuidado en este aspecto, se presentarán problemas como los ya mencionados.

### **1.3.4 Situación financiera de la empresa**

Cuando la empresa se encuentra en una situación financiera difícil, el querer mejorar el desempeño se convierte en un asunto de segunda prioridad. La empresa se encuentra en una situación apremiante de supervivencia y aunque reconoce la necesidad de elevar su productividad, terminará por dedicar poco tiempo a las actividades de mejoramiento y tendrá dificultades para cubrir el costo de los servicios de asesoría.

### **1.3.5 Lo que se espera del consultor**

¿Qué es lo que la empresa, en especial, el encargado de producción espera del consultor? Podría ser que obedientemente piense en realizar el mejoramiento de los defectos que se le hayan indicado o espere ser elogiado por el consultor por la situación presente. Es difícil saberlo en una sola plática entablada, pero si la empresa espera ser elogiada, se puede pensar que casi no existe voluntad por parte de ella para recibir la asesoría y llevar a cabo el mejoramiento necesario.

### **1.3.6 Herramientales**

Los herramientales empleados en la empresa pueden ser propios o del cliente. En caso de que los herramientales sean prestados por el cliente, en ocasiones aunque se descubra una anomalía en ellos los clientes no aprueban el arreglo de éstos. Bajo estas circunstancias, el entusiasmo hacia el mejoramiento en la tecnología se ve obstruido y no se pueden esperar resultados acerca de la transferencia de tecnología. Inclusive algunas empresas en las que los costos de quita-rebabas son pagados por el cliente son



totalmente fuera del tema.

## **2. Acercamiento a las empresas**

Es un hecho que la mayoría de las empresas requieren mejorar su desempeño en calidad, costos, tiempos de entrega y productividad. Sin embargo, no siempre es posible lograr que una empresa este dispuesta a pagar servicios de asesoría para mejorar su desempeño: El método de acercamiento utilizado puede ser crítico para lograr un resultado positivo. Existen algunos casos en los que las gestiones con las empresas no han sido exitosas y de los cuales es posible aprender para asegurar el éxito futuro.

### **2.1 Ejemplos de casos no exitosos.**

#### **2.1.1 Empresas micro y pequeñas.**

En el caso de empresas micro y pequeñas su capacidad financiera para la contratación de servicios de asesoría es reducida. Por otro lado, generalmente tienen grandes oportunidades de mejorar su desempeño. Los esfuerzos de gestión con empresas de este tipo son infructuosos si en los planteamientos no se consideran estos aspectos.

Es necesario ofrecer un paquete de servicios que contemple la posibilidad de financiar los costos del servicio de asesoría y enfocar los esfuerzos en acciones que reditúen beneficios a corto plazo para la empresa. Si la empresa percibe que tiene que pagar por servicios que le darán beneficios a largo plazo no contrata el servicio.

#### **2.1.2 Empresas medianas**

En el caso de las empresas medianas su capacidad financiera es adecuada para la contratación de servicios de asesoría. Sin embargo, existe poca experiencia en estas empresas en lo referente a recibir o contratar este tipo de servicio. Debido a esto, al igual que en la micro y pequeña empresas, la gestión debe basarse en propuestas de acciones que reditúen beneficios a corto plazo y conforme se trabaja con ellas ir sensibilizándolas sobre la transferencia de métodos de trabajo que les permitan sustentar procesos de mejoramiento continua con un enfoque más integral.

## **2.2 Lecciones para el futuro.**

Es necesario desarrollar un menú de opciones para el acercamiento con empresas de diferentes características. Es muy importante entender la situación general que viven los diferentes tipos de empresas y complementar con información específica de la empresa o empresas a las que se ofertan los servicios de asesoría. Para esto es necesario hacer, en su momento, un pequeño diagnóstico que asegure el enfoque correcto de la asesoría.

El acercamiento a las empresas debe ser precedido de acciones de prospección (Promoción, Publicidad, etc.) que conlleven al contacto con los clientes potenciales. Una vez establecido el contacto con las empresas, el planteamiento de la estrategia y objetivos del servicio son determinantes en la aceptación o rechazo del servicio.

## **3. Esquemas de apoyo financiero.**

### **3.1 Resultados reales.**

La asesoría a pequeñas y medianas empresas requiere ser apoyada con recursos financieros externos a la empresa para facilitar que cristalicen acciones específicas de mejoramiento a través de la asistencia técnica. Durante el transcurso del proyecto se han realizado esfuerzos para detectar fuentes alternativas de financiamiento que puedan apoyar los servicios de asesoría a pequeñas y medianas empresas. Las opciones que se han podido detectar son varias, pero solo tres de ellas aportan recursos financieros a fondo perdido: BANCOMEXT, CIMO y CONACYT.

### **3.2 Otros esquemas potenciales.**

Sin duda alguna se requiere seguir haciendo esfuerzos por detectar opciones de financiamiento existentes y las que vayan surgiendo en el futuro.

## **4. Contrato de servicios con la empresas/clientes.**

### **4.1 Formas de contrato.**

En el anexo-A se presenta una forma de contrato y un acuerdo de confidencialidad que han sido utilizados con algunas empresas.

### **4.2 Lecciones para el futuro.**

El establecimiento de un contrato con las empresas que reciben los servicios de asesoría es indispensable para dar formalidad a la relación. Básicamente el formato del

contrato puede ser similar y sufrir ligeras modificaciones de acuerdo con la modalidad del servicio que haya sido acordado con el cliente: Asesoría para un proyecto específico, por visitas periódicas, etc.

## **5. Temas para la asesoría**

### **5.1 Selección de los temas de mejoramiento.**

Para establecer los temas a desarrollar en la empresa mediante los servicios de asesoría existen varias opciones que pueden ser utilizadas: Realización de diagnósticos (Cartas radar y listas de comprobación), análisis de productividad, discusiones a fondo y temas específicos planteados por la empresa.

Lo esencial es emprender acciones una vez que se hayan comprendido las necesidades de la empresa/planta y la situación real de la planta, lograr los resultados concretos lo más pronto posible y elevar la confianza hacia los consultores.

#### **5.1.1 Realización de diagnósticos.**

Existen varias metodologías que pueden ser utilizadas para establecer un diagnóstico inicial que permita detectar oportunidades de mejoramiento en una empresa. En el anexo-B se presenta la lista de comprobación.

#### **5.1.2 Análisis de productividad.**

El uso del análisis de productividad en una planta ha mostrado ser una forma eficaz para establecer o seleccionar temas de mejoramiento. Esta forma exige la realización de trabajo de campo en la empresa y se recomienda su utilización e implantación al inicio de las actividades de asesoría con la empresa. El análisis de la productividad permite establecer un sistema permanente para la generación de oportunidades de mejoramiento. En este mismo sentido es posible utilizar otros tipos de estudios como análisis de procesos, estudios de tiempos, etc.

#### **5.1.3 Diagnóstico de KAIZEN**

Si la planta posee temas concretos y según el material proporcionado por ésta y la vista de observación a la misma se reconoce que los puntos solicitados por la planta son sumamente importantes para el fortalecimiento de su constitución, no será necesario realizar el Estudio- piloto (Diagnóstico de KAIZEN).

Aun cuando la planta no tenga el tema concreto, en caso de existir una necesidad y posibilidad de disminución en costos debido al mejoramiento en la calidad o en la productividad, un mejoramiento en el porcentaje de rotación por la compresión de inventario y/o un empleo efectivo de espacios, la posibilidad de corresponder a una corta fecha de entrega debido a la reducción del *lead-time* de fabricación, la elevación de la satisfacción del cliente por estos puntos, se reconoce la importancia del Estudio-piloto (Diagnóstico de KAIZEN) y se recomienda su realización.

#### **5.1.4 Discusiones a fondo con la empresa.**

Otra opción para el establecimiento o selección de los temas de mejoramiento con la empresa, es establecer un dialogo con su personal y conjuntamente detectar y dimensionar lo más posible, algunos de los principales problemas que tiene la empresa, darles prioridad, establecer los objetivos que se buscan y el método que se utilizará para darles solución. Para guiar estas discusiones es recomendable apoyarse en algunos de los elementos establecidos en los diagnósticos, según lo requiera el caso.

#### **5.1.5 Temas específicos planteados por la empresa.**

En ocasiones, la empresa tiene detectados problemas que quiere resolver de inmediato y serán el foco principal de la asesoría solicitada. En estos casos hay que atacar los problemas especificados pero a la vez, hay que observar lo que ocurre en otros aspectos de la empresa para detectar otros problemas no identificados por la empresa que puedan ser atendidos posteriormente. Para este caso, se recomienda utilizar el formato “Problemas clave que enfrenta la empresa” que se presenta en el anexo-C.

#### **5.1.6 KAIZEN relativo a la calidad**

El KAIZEN relativo a la calidad es un punto de mayor prioridad, sin embargo, aclarando los factores que generan costos (failure cost / cost of poor quality) como el número de generaciones de no conformidades, esto se comprende clasificándolos en arreglo urgente y provisional (mantenimiento de herramientas, precauciones al momento de las operaciones, etc.) y medidas radicales (mejoramiento de recipientes, modificación en herramientas). Los arreglos y medidas urgentes y provisionales se planean rápidamente y se ejecutan. En cuanto a las medidas radicales, se determinan los propósitos desde la toma de medidas y desde la visión alta con la participación de clientes y alta dirección administrativa.

## **5.2 Cambios en los temas seleccionados.**

Una vez establecido el tema o problema a resolver mediante la asesoría se seguirán los pasos para la solución de problemas según la naturaleza del caso. Durante el desarrollo de la asesoría existe la posibilidad de que ocurran algunos sucesos no previstos en los que habrá que hacer ajustes.

### **5.2.1 La empresa establece el tema específico pero se encuentra que el problema no es el que se pensó o su importancia o efecto es marginal.**

Una vez iniciadas las actividades de asesoría, la recopilación y análisis de datos pueden mostrar que el problema no es lo que se pensó originalmente. En estos casos es recomendable redefinir el problema y establecer un acuerdo con la empresa para cambiar los objetivos y el método y si es necesario, buscar otro problema. Es recomendable documentar el hecho haciendo especial énfasis en las razones que motivan el cierre del caso. No hay que olvidar que la satisfacción del cliente es lo más importante.

### **5.2.2 La empresa cambia la prioridad del problema seleccionado.**

No hay que olvidar que la satisfacción del cliente es lo más importante. Es recomendable documentar el hecho haciendo especial énfasis en las razones que motivan el cambio de prioridad.

## **6. Logística de las visitas.**

### **6.1 Programación de las visitas.**

La programación de las visitas de asesoría a las empresas es un elemento indispensable para administrar las cargas de trabajo del personal participante y beneficiar el desarrollo del servicio.

#### **6.1.1 Visitas bajo un programa preestablecido.**

El establecimiento de un programa de visitas se hace más fácil cuando la modalidad del servicio implica visitas periódicas por un período de tiempo determinado. Para el establecimiento del programa, es necesario acordar con las empresas cual día es más conveniente para ellas y buscar que el programa no genere huecos que propicien un uso ineficiente del tiempo disponible.

### **6.1.2 Reprogramación sobre la marcha.**

Aún cuando los programas de visitas sean fijados de antemano, siempre se requiere cierta flexibilidad para poder realizar algunos ajustes motivados por sucesos que hacen difícil que el servicio sea prestado en la fecha programada. En estos casos, cuando a solicitud de la empresa o por imposibilidad de los asesores, sea necesario hacer cambios al programa de visitas o incluir visitas no programadas a otras empresas, se tendrán que programar los cambios procurando respetar las visitas ya establecidas. En caso de que se requiera reacomodar visitas, habrá que negociar y acordar con las empresas los cambios requeridos.

## **6.2 Agenda de la visita.**

Una recomendación para hacer más eficientes los resultados de las visitas es establecer una agenda de los puntos que serán cubiertos en la visita próxima a la empresa. Esto evitará la pérdida de tiempo por falta de preparativos por parte de la empresa y aclarará el tipo de trabajo, áreas participantes, personas participantes y otros recursos que serán requeridos. Se recomienda que en la agenda de la visita se incluyan los siguientes aspectos:

### **6.2.1 Revisión del reporte de la visita anterior.**

Es recomendable en términos de seguimiento a las actividades de asesoría que se realizan con la empresa, revisar los resultados de la visita anterior y ver el cumplimiento de recomendaciones realizadas.

### **6.2.2 Entrega de información complementaria solicitada.**

En algunos casos es necesario complementar las acciones realizadas en la planta con consultas sobre información adicional o de respaldo que es requerida. Realizada la consulta y obtenida la información, es entregada a la persona indicada en la empresa.

### **6.2.3 Acuerdo de actividades a realizar en la visita.**

Una revisión rápida del programa de actividades a realizar durante la visita, es recomendable. La empresa puede tener la necesidad de modificar el programa de actividades agendado para la visita en función de algunos acontecimientos que se han presentado durante el intervalo entre visita y visita de asesoría.

#### **6.2.4 Acuerdos para actividades a realizar en la siguiente visita.**

En función del seguimiento a las actividades de asesoría y la preparación de la siguiente visita, es recomendable establecer las actividades que podrían desarrollarse en la siguiente visita de asesoría.

### **6.3 Reporte de la visita.**

Los reportes de las actividades realizadas durante una visita de asesoría, son pieza fundamental para dar seguimiento, evaluar los resultados y acumular conocimientos y experiencias.

#### **6.3.1 Formato de reporte de visitas.**

En el anexo-D se presenta el formato para el reporte de las actividades realizadas durante una visita de asesoría.

#### **6.3.2 Lecciones para el futuro.**

Es muy importante elaborar los reportes de las visitas lo antes posible una vez realizadas las mismas. El tener los reportes al día permite tener a la mano información que es muy importante para el logro de una asesoría exitosa. Es importante que los reportes se hagan llegar a personas claves en la empresa.

## **7. Desarrollo del servicio.**

### **7.1 Obtención de los datos requeridos para establecer las causas y opciones de solución a los problemas establecidos.**

Los datos son indispensables para poder dimensionar los problemas, establecer las causas principales y diseñar las soluciones requeridas para disminuir o eliminar los problemas. Para obtener los datos requeridos, existen varias posibilidades:

Que la empresa cuente con un sistema de registro de datos.

Que la empresa no cuente con un sistema de registro de datos.

En el caso es necesario revisar si la captura de datos que hace la empresa sobre producción, calidad, etc. se apega a la realidad y si los datos recabados están lo suficientemente estratificados para poder establecer una relación entre los problemas y sus causas. En caso de ser necesario habrá que establecer los datos que son requeridos,

una adecuada estratificación, establecer o modificar los formatos existentes y capacitar al personal de la empresa involucrado para asegurar la calidad. Es deseable que personal de la empresa genere los datos requeridos de tal forma que en el futuro, la empresa desarrolle la capacidad para generar los datos necesarios en el mantenimiento y mejoramiento del desempeño en sus áreas operativas. Si los cambios requeridos respecto a su sistema para registro de datos son grandes, es recomendable que los asesores capaciten al personal de la empresa enseñándoles, en la práctica, como se hace. Los formatos para los registros de datos serán hojas de registro o verificación que serán adaptadas según lo requiera el caso. Cuando se trate de la realización de un estudio (Análisis de proceso, estudio de tiempos, estudio de movimientos, etc.) los datos serán recopilados por el personal que brinda la asesoría.

En el caso habrá que establecer los datos que son requeridos, una adecuada estratificación, establecer los formatos y capacitar al personal de la empresa involucrado para asegurar la calidad. Es recomendable que los asesores capaciten al personal de la empresa enseñándoles, en la práctica, como se hace. Los formatos para los registros de datos serán hojas de verificación que serán adaptadas según lo requiera el caso. Es deseable que personal de la empresa genere los datos requeridos de tal forma que en el futuro, la empresa desarrolle la capacidad para generar los datos necesarios en el mantenimiento y mejoramiento del desempeño en sus áreas operativas.

## **7.2 Análisis de datos.**

Una vez recopilados los datos, se realiza el análisis de los mismos usando la herramienta correspondiente o el formato que establece el método utilizado. El análisis debe establecer con claridad la dimensión del problema, las causas u oportunidades de mejoramiento en orden de importancia y debe, en general, aportar los elementos suficientes para establecer la estrategia de acción correspondiente para mejorar el desempeño.

## **7.3 Realización de acciones o tareas para la reducción o eliminación del problema.**

Dimensionado el problema y establecidas las causas reales, se procede a diseñar las opciones de solución y las actividades a realizar para implantarlas. Como punto de partida se recomienda realizar una reunión con el personal de la empresa que corresponda (Es muy importante que participen los tomadores de decisiones.) para exponer el problema, sus causas y las opciones de solución que se proponen. Como resultado de esta reunión, se deben tomar acuerdos sobre las acciones a realizar y método a utilizar, los responsables (Fijados por la empresa) y el tiempo estimado para la ejecución.



## **7.4 Medición y evaluación de los resultados.**

En este sentido, resulta fundamental seguir recopilando datos que nos permitan medir la situación antes y después de las acciones llevadas a cabo. Tanto el conocimiento de la situación anterior como el establecimiento de metas, permiten evaluar los resultados de las acciones de mejoramiento implantadas.

Como uno de los métodos para evaluar los resultados del mejoramiento encontramos la evaluación del producto de la empresa por parte del cliente. La evaluación se puede obtener de manera indirecta por medio de la empresa, pero de ser posible, también posee un mérito el considerar que el consultor esté presente en las pláticas entre la empresa y el cliente y escuche los resultados del mejoramiento directamente.

## **7.5 Establecimiento de medidas para evitar la recurrencia de los problemas.**

Si un problema es resuelto satisfactoriamente, es necesario establecer medidas para evitar su recurrencia. Existen varias medidas que pueden ser tomadas: Documentar lo ocurrido, capacitar al personal sobre el método utilizado y los aspectos técnicos involucrados y desarrollar o modificar los estándares de trabajo convenientes.

## **7.6 Documentación de los resultados de los servicios.**

La documentación establece una referencia que es necesaria para evitar la recurrencia de los problemas y un método muy eficiente para lograr una acumulación tecnológica eficiente en la empresa. Es posible utilizar con este propósito los formatos que se utilizan para alguna de los métodos (8 disciplinas, etc.) de solución de problemas o bien formatos específicos para cada tipo de estudio que se realiza. Lo importante es que se haga un registro del proceso seguido para la eliminación de problemas.

## **7.7 Realización de seminarios y cursos en las empresas.**

La transferencia de conocimiento metodológico o tecnológico a las empresas aumenta las posibilidades de su personal para solucionar problemas y evitar la recurrencia de los mismos. La experiencia nos ha mostrado que es muy importante detectar las necesidades concretas de capacitación, que requiere el personal, durante el transcurso de las actividades o acciones para la solución de problemas que se llevan a cabo con las empresas. La capacitación debe ser enfocada a elevar las capacidades del personal para mejorar el desempeño de su área de trabajo. Generalmente las empresas tienen un lugar

asignado, dentro de la planta, para impartir cursos o seminarios a sus empleados.

Es recomendable combinar cursos de capacitación y seminarios de orientación que permita al personal entender la importancia del desempeño en su lugar de trabajo, en el proceso global de producción, en la productividad y competitividad de la empresa y del país.

De acuerdo con la oportunidad que da la operación diaria de muchas empresas, en la capacitación del personal es recomendable diseñar cursos o seminarios que no sobrepasen las dos horas de duración.

## **7.8 Situaciones y posturas en la empresa durante la recepción de la asesoría.**

### **Caso 1: El Director se involucra y delega autoridad.**

Esta es una situación deseable para que los servicios de asesoría resulten exitosos. Se ha comprobado que el involucramiento del Director facilita cualquier proceso de mejoramiento que sea llevado a cabo en la empresa. El personal de la empresa participa con mayor entusiasmo y es posible lograr la implantación de las recomendaciones en forma más efectiva y eficaz.

### **Caso2 : El director se encarga de todo.**

Cuando el Director se encarga de realizar una amplia variedad de funciones (Ventas, Compras, Producción, etc.) dentro de la empresa, generalmente resulta difícil dar continuidad y eficiencia a los servicios de asesoría. El Director invariablemente está ocupado en algo y se ve imposibilitado para abrir espacios para la reflexión y planeación de cómo mejorar el desempeño de la empresa. El Director se ve imposibilitado para atender reuniones para analizar problemas, sus causas, opciones de solución y analizar los resultados para estandarizar de situaciones o condiciones en las cuales los resultados son positivos. En estos casos es recomendable buscar que el Director delegue la responsabilidad en otra persona a la que tenga mucha confianza.

### **Caso 3: El gerente de la planta no cuenta con la autoridad.**

La carencia de la autoridad suficiente en los gerentes de las plantas representa una situación difícil para los servicios de asesoría enfocados a el mejoramiento continua en los

procesos utilizados por la planta. La triangulación para la autorización de las acciones, hace al proceso de mejoramiento lento en la implantación de las opciones de solución a la problemática detectada. En el peor de los casos se hace imposible la implantación de soluciones. Es necesario establecer un mecanismo claro de quien y como se autoriza la implantación de las recomendaciones que surjan durante las asesoría.

#### **Caso 4: La empresa espera soluciones mágicas.**

Existen muchas empresas que viven una situación de supervivencia en la cual la necesidad de mejorar sustancialmente su desempeño tiene niveles de urgencia muy altos. Las empresas en esta situación buscan soluciones muy efectivas y eficaces que en corto tiempo aporten beneficios muy importantes que mejoren la situación de apremio que viven. En estas empresas es muy importante establecer claramente la problemática, priorizar los problemas y utilizar métodos efectivos para disminuir o eliminar los problemas. La forma de trabajo con estas empresas es recomendable que sea realizado por proyectos de mejoramiento muy específicos y no a través de servicios de asesoría por visitas programadas durante un período establecido de tiempo (Meses).

#### **Caso 5: La empresa tiene alta rotación de personal.**

En muchas empresas Mexicanas la acumulación tecnológica es muy deficiente debido principalmente a tres factores: La baja inversión en adquisición de nueva tecnología, el bajo nivel de documentación de la experiencia y conocimiento técnico y la rotación del personal.

En las empresas pequeñas y medianas (EPyM'S) se presenta un alto índice de rotación del personal que hace ineficientes los procesos de transferencia y asimilación tecnológica de estas empresas. A través de los servicios de extensión tecnológica se pueden hacer esfuerzos muy importantes de transferencia de tecnología a las EPyM'S pero serán infructuosos si el personal receptor abandona la empresa a la semana siguiente. Para atenuar este problema, es recomendable asegurarse de la transferencia buscando que la empresa nombre una persona que reciba entrenamiento a través de los servicios que se desarrollen con la empresa. La empresa debe preocuparse por formar gente con capacidades y habilidades metodológicas y técnicas para la solución de problemas y el mantenimiento y mejoramiento de sus sistemas. Hay que realizar acciones de sensibilización hacia la empresa en este sentido.

En el caso de que la empresa no es de un dueño, no es raro que a mitad de los servicios de extensión, no sólo los encargados sino también el responsable de la planta sea reemplazado. Cuando los administrativos o encargados son sustituidos, es común

que la sucesión no sea suficientemente realizada del antiguo al nuevo personal. El hecho de dejar registrada la asesoría como un trabajo en conjunto del consultor y la empresa, hace efectiva la disminución de la influencia sobre la continuidad de la asesoría cuando surgen situaciones como las que mencionamos.

#### **Caso 6: La empresa no tiene pedidos.**

Existen dos aspectos claves que sustentan un negocio: La comercialización de sus productos y la innovación o mejoramiento de sus sistemas/productos. Cuando una empresa no tiene pedidos, ve reducida su única fuente de beneficios y se ve abrumada por sus costos a niveles en los que tiene que adoptar medidas dolorosas como lo es el despido de gente. En una situación como esta, los servicios de asesoría son vistos como un costo más que hay que reducir. Si existe en la empresa una situación en la que no hay pedidos por clientes y además la productividad es muy baja, existe la posibilidad de que los servicios de asesoría no sean contratados. Existen situaciones en las que la empresa tiene que mejorar su operación pues de otra manera un nuevo pedido representa una nueva pérdida.

#### **Caso 7: La empresa dice tener mucho interés en solucionar los problemas y mejorar pero no adopta las soluciones propuestas.**

Es una condición humana el querer mejorar nuestra situación actual. Sin embargo no todos estamos dispuestos a hacer el esfuerzo que se requiere para lograrlo. Durante el acercamiento con las empresas y explicarles en que consisten los servicios de asesoría, se muestran muy entusiastas en mejorar el desempeño de la empresa. La mayoría dellas, al haber transcurrido un mes o más muestran signos de desinterés y encuentran excusas para explicar los pocos avances alcanzados en la implantación de las recomendaciones hechas por los asesores. Es muy importante hacer ver a la empresa, desde un principio, que para lograr mejorar el desempeño es necesario el esfuerzo conjunto de las personas involucradas y apoyo que los directivos proporcionen para motivar al personal hacia el logro de metas de la empresa. Hay que poner en claro que el mejoramiento no se da mágicamente y que se requiere de un esfuerzo importante de los involucrados.

## **8. Lo que se debe evitar en los momentos de la asesoría.**

### **8.1 Obstaculizar el trabajo de la empresa**

No se debe olvidar que para cualquiera de las empresas el trabajo de producción actual es el de mayor prioridad. Es necesario ajustar de manera suficiente junto con la empresa, las juntas sobre la asesoría con los encargados, la recolección de datos, el establecimiento

del programa para la realización de los puntos propuestos de manera que no se obstaculice el trabajo de producción.

## **8.2 Demasiado énfasis en elementos fuera de control de la empresa.**

Es necesario distinguir los elementos que una empresa tiene bajo su control de aquellos que son factores exógenos que están fuera de su control o tienen un control limitado. Si la asesoría es enfocada a cambiar elementos fuera de control de la empresa, difícilmente se podrá lograr la implantación de las soluciones propuestas y la asesoría navegará en aguas pantanosas con un alto riesgo de fracaso. Situaciones de este tipo se presentan en empresas maquiladoras en las que el cliente no controla algunos de los factores importantes para la producción (Máquinas, moldes, herramientas, materias primas, diseños, etc.).

## **8.3 Generación de malentendidos.**

El diálogo con diferentes personas en las empresas es indispensable para establecer con claridad los objetivos que se buscan con las acciones que se proponen durante la asesoría. La falta de sensibilización hacia el método a utilizar y sus implicaciones pueden despertar suspicacias en la gente y sentirse amenazada en su puesto o su trabajo. Es necesario aclarar las cosas pertinentes con el personal involucrado y de preferencia al no involucrado directamente también.

## **8.4 Confrontaciones con personal de la empresa.**

La empresa es el cliente y cualquier confrontación con personal de la misma puede conducir a la pérdida del mismo. En principio, las confrontaciones deben ser evitadas promoviendo el trabajo en equipo entre el asesor y el personal involucrado de la empresa.

La función del asesor o consultor no es buscar las fallas de las empresas y criticarlas. Primero se debe empezar por buscar los puntos buenos y elogiarlos y después avanzar hacia las propuestas de mejoramientos.

## **8.5 Sobrepasar las atribuciones de un asesor o consultor.**

La función de un asesor es aportar soluciones para resolver los problemas rápida y asertivamente y tomar medidas para evitar su recurrencia. Sin embargo hay que recordar que el asesor no es personal de línea por lo que sus soluciones son aportadas a través de recomendaciones que se hacen a la empresa.

## **8.6 Ofrecer recomendaciones mal fundamentadas.**

La asertividad de las recomendaciones depende de los fundamentos que soportan dichas recomendaciones. En ningún momento o circunstancia es recomendable emitir recomendaciones a la ligera que redunden en una pérdida de la confianza del personal de la empresa hacia el asesor. Si la situación es apremiante, es preferible ser honesto y expresar la imposibilidad de aportar soluciones. Si la situación no es apremiante y es posible contar con tiempo para buscar información o algún método adecuado, se puede acordar con la empresa la aportación posterior de posibles soluciones.

## **8.7 Dar instrucciones con tono imperativo.**

La naturaleza "Staff" de la función de asesoría externa en una empresa, hace inconveniente que las aportaciones del asesor se hagan en un tono imperativo. Las instrucciones del asesor hacia el personal de la empresa podrán ser en forma de recomendaciones y sugerencias solamente.

Asimismo, en caso de solicitar diversos datos a la empresa es evidente pensar que se limitarán sólo a los datos necesarios para la asesoría y es indispensable realizar un esfuerzo para convencer de manera suficiente a la empresa la importancia de la obtención de esos datos y explicar el objetivo de ello.

## **8.8 Exhibir exageradamente lo que se sabe.**

La exhibición exagerada de conocimientos por parte del asesor puede derivar situaciones favorables o adversas en la relación con el personal de la empresa.

En el sentido favorable, la imagen del asesor puede verse beneficiada al considerársele una persona capaz para aportar a la solución de los problemas de la empresa. Sin embargo, en esos casos el asesor o consultor no debe alardear con teorías difíciles de entender sino que debe procurar explicar de una manera entendible los problemas acordes a la empresa.

En el sentido desfavorable, puede generar confrontaciones con personal de la empresa que tiene mucha experiencia y conocimientos de los procesos que maneja la empresa. Para evitar este problema potencial, es recomendable un poco de humildad y un gran sentido de aportación del asesor.

## **8.9 Insistir en forma excesiva.**

La insistencia en forma excesiva puede presentarse por varias razones: Terquedad del asesor, falta de una argumentación convincente y problemas de comunicación, entre otros. Es recomendable eliminar siempre la terquedad y en el caso de que se considere importante insistir un poco, ver la posibilidad de reestructurar la argumentación y hacer los cambios pertinentes en el lenguaje (más accesible) utilizado.

## **8.10 Dependencia de la teoría en forma excesiva.**

La teoría es fundamental para establecer la explicación a muchos fenómenos, de cualquier naturaleza, y con base en ello buscar opciones de solución a una situación problemática que se presenta. Sin embargo, las teorías no son leyes universales que puedan ser aplicadas en cualquier situación. Es indispensable considerar que el conocimiento tecnológico o metodológico que un asesor requiere debe de tener un balance adecuado de teoría y experiencia práctica. De una empresa a otra existen variantes que de una forma u otra establecen diferentes conjuntos de variables que hay que considerar para un mismo tipo de problema, principalmente, si este no tiene una connotación puramente técnica.

# **9. Complicaciones en la prestación del servicio de Extensión Tecnológica.**

## **9.1 La ejecución del servicio se complica.**

En la prestación de los servicios de asesoría a las empresas pueden surgir complicaciones que hacen difícil obtener resultados positivos. En puntos anteriores se han mencionado algunos de los problemas que pueden ocurrir como lo son los cambios de prioridad, falta de autoridad del gerente, la empresa quiere soluciones instantáneas a problemas complejos que requieren tiempo para su solución, etc.

En estos casos, la habilidad y experiencia del asesor juega un papel muy importante para encontrar solución al problema y el diálogo se convierte en el elemento primordial para llegar a acuerdos satisfactorios con la empresa. Una opción a manejar es la suspensión del servicio pero es recomendable buscar soluciones que permitan continuar con la prestación del mismo.

## **9.2 La empresa no desea la continuación del servicio.**

En el caso de que la empresa no desee continuar con el servicio, es recomendable platicar con los directivos y detectar las causas involucradas para ver la posibilidad de revertir el deseo de no continuar o para encontrar oportunidades de mejoramiento para los servicios subsecuentes o a otras empresas.

## **10. GUÍA PARA DIRIGIR ENTREVISTAS**

### **10.1 GENERALIDADES**

- (1) Entrevista es una de las técnicas básicas que proporciona importante información para realizar el diagnóstico de KAIZEN.
- (2) Lo básico de la entrevista es como se señala a continuación.
  - La entrevista debe ser conducida una por una al personal correspondiente (45 minutos a 1 hora por persona).
  - Se debe entrevistar al personal desde el nivel más alto hasta el nivel de supervisores y encargados de planta.
  - Se debe entrevistar al personal encargado del programa y control diario de producción, de control de calidad, del mantenimiento entre otros aunque sea sólo por 30 minutos.
  - No se debe preguntar algunas cosas al personal del nivel superior (por ejemplo el número de empleados y la venta) que se pueda obtener desde el personal del nivel inferior. (Es pérdida de tiempo y falta de respeto.)
  - Pregunte desperdicios que detecta el personal de diferentes niveles (alta dirección, gerencial, jefatura, supervisor etc.), sus causas y principales factores así como puntos fuertes y debiles de la empresa. Analice si haya discrepancia entre las observaciones del personal de diferentes niveles.
  - En el caso de que se presente discrepancia, algunas opiniones deberían de ser equivocadas o desviadas. Sirve para sondear problemas organizativos como son “política inconsistente” o “falta de comunicación” entre otros.
  - Si tienen el personal de diferentes niveles algunas metas y objetivos, pregunte los además de su nivel de logro.
  - Pregunte, a medida posible, planes e ideas de KAIZEN del personal de diferentes niveles.
  - \* Llegar a la hora acordada procurando la entrada de empleados y trabajadores, para observar la conducta y tiempo de iniciar las labores cotidianas (si llegan todos, tolerancia, cambio de turno, incidencias, entre otros)
  - Presentarse y dar a conocer los objetivos de la visita y especifique claramente el por que de su visita.
  - Dar a conocer los objetivos principalmente al Director o personal que tome decisiones para cualquier aclaración o duda por ambas partes



- ¿Cuáles son los objetivos que visualiza usted ahora como los más importantes para la empresa y por que?
- ¿Hacia qué área principal se esta dirigiendo o se visualiza dirigir la inversión ahora ( Tecnología, capacitación de personal, maquinaria, etc.) ?
- ¿Cree usted que se le esta dando un seguimiento adecuado de solución a los problemas manifestados por nuestros clientes?
- Otros (        ).

## **10.2 Entrevista al alto nivel directivo / postura y ejemplos de preguntas**

- (1) Antes que nada preguntele su idea fundamental acerca de KAIZEN, más que el plan de negocio que tiene para el futuro. Sin embargo, es indispensable preguntar y tener su respuesta sobre el plan de operación y negocio (por ejemplo construcción de nueva planta, el plan de traslado etc.) en la etapa de estudios y análisis concretos de ideas de KAIZEN.
- (2) Ideas fundamentales se refieren a la dirección hacia la inversión en equipos e instalaciones así como el grado de consciencia sobre desperdicios.
- (3) Al referirse a la dirección de la inversión, se puede clasificar, a grandes rasgos, básicamente en la “producción por labor intensiva” y la “producción por capital intensivo”. En el caso de la pequeña y mediana empresa de México, es de producción por labor intensiva debido al bajo costo de mano de obra. Sin embargo se tendría que tomar en consideración como una alternativa la mecanización y automatización para aumentar la productividad.
- (4) Consciencia sobre desperdicio se puede expresar, en otra forma, como el grado de consciencia hacia la “producción justo a tiempo (JIT)”. Si el grado es bajo, se tiene que poner énfasis en la necesidad de promover capacitación sobre esta materia y proponerlo.
- (5) Las preguntas principales y forma de hacerlo de acuerdo con los puntos clave.
  - ¿Qué es(son) desperdicio(s) que Usted, viendo desde el alto nivel directivo, tiene identificado(s)?
  - ¿Qué tipo de actividades de KAIZEN (mejora continua) se están llevando a cabo en este momento en su empresa para eliminar desperdicios?
  - ¿Cómo evalúa Usted su avance y logros? ¿Dónde cree Usted que exista factor de obstáculo? ¿No piensa que haya algún problema en el modo de promover actividades?
  - ¿Cómo comprende Usted la fortaleza y debilidad de su empresa?
  - ¿Cuál de los tres áreas, Q, C y D, le parezca más crítico que tenga la necesidad de elevar su nivel con el fin de incrementar la ganancia y el nivel de competitividad de su empresa?

- \* Cual(es) son sus planes a futuro y su conocimiento sobre el mercado y su competencia? Como y con que parametros los mide
- Como toma sus decisiones, si tiene identificado sus costos, como los monitorea y en que esta trabajando para reducirlos.
- Esta integrado a una cadena de proveedores o programa o desarrollo de proveedores?
- Otros ( )

### **10.3 Entrevista al personal del nivel gerencial y administrativo / postura y ejemplos de preguntas**

- (1) Jefes gerenciales y administradores normalmente están más familiarizados en el trabajo y labor (operaciones) del área bajo su cargo. Por lo tanto en mayor de los casos ellos identifican adecuadamente desperdicios.
- (2) Sin embargo no todos los desperdicios son cuantificados. Además ellos siempre están perseguidos por labor cotidiana (orden e instrucción para producción, medidas correctivas ante quejas y ocurrencia de defectuosos). Una de las posturas importantes es mostrar la intención de apoyo hacia ellos para poder contar con su colaboración positiva.
- (3) El personal de este nivel tiene suficiente conocimiento acerca del trabajo práctico sin embargo a veces no puede llevar a cabo KAIZEN basándose en la visión global de la empresa, debido a su facultad indefinida para promover KAIZEN e intereses divididos por áreas. Es importante proponer actividades de KAIZEN con la visión de nivel empresarial.
- (4) Se puede tomar como objeto de cuantificación del desperdicio; el de inventario (estime el costo de mantenimiento del mismo), el de defectuosos (calcule el costo F), el de espera (incluya actividad de monitoreo), el de transportación, el de movimiento (mediante la observación por Muestreo de Trabajo -WS-). Basándose en los mencionados, dirija la entrevista con énfasis en la necesidad de promover KAIZEN.
- (5) Las preguntas principales y forma de hacerlo de acuerdo con los puntos clave.
  - Creemos que Usted es la persona que tiene información, la más detallada acerca del trabajo (y operación) efectuado en el área que tiene bajo su cargo. Quisiera que Usted nos haga conocer problemas y puntos a mejorar en su área de responsabilidad minuciosamente. ¿Qué es(son) el problema(s) más grande?
  - ¿Desde cuando se inició el problema? ¿Ha afectado a su cliente a raíz de ese problema? ¿Cuánto sería en valor monetario los desperdicios que Usted menciona?
  - ¿Cuáles son los temas y metas de KAIZEN que se están llevando a cabo actualmente?
  - ¿Qué son los factores que impidan el avance de las actividades de KAIZEN?

- Es necesario acercar el sistema de producción al de “JIT” para poder mejorar el nivel de QCD en forma paralela y simultánea. ¿Qué es lo que Usted piensa acerca del sistema JIT?
  - \* Cual es la capacidad de planta?, Cuales son los índices principales de control que manejan para monitorear la calidad, la reducción de costos y el tiempo de entrega en la actualidad?
  - Cual es el origen de la tecnología de proceso, si es el caso su diseño y adaptación?
  - Cuando se realizan adaptaciones al equipo, al proceso y herramientas las ponen por escrito y como las comunican?
  - Cuáles son los medios para que los trabajadores participen en la solución de los problemas diarios?
  - Están los estándares explícitamente definidos?
  - Están las relaciones de causa y efecto entre el objetivo y lo actual?
- ¿Qué no conformidades más importantes de el cliente se han detectado en las últimas fechas?

#### **10.4 Entrevista al personal del nivel de supervisor y encargado de piso / postura y ejemplos de preguntas**

- (1) Con respecto a la realidad de operación y proceso en el piso, supervisores y encargados conocen profundamente. Por lo mismo, generalmente son orgullosos al respecto. Es deseable entrevistarlos para obtener información valiosa sin perjudicar su orgullo.
- (2) Pregunte humildemente acerca de la calidad no-conforme, de operación de preparación, de fallas del equipo, de lo que desea cotidianamente e indicaciones que se dan diariamente al personal entre otros.
- (3) El personal de este nivel no está acostumbrado en recibir entrevistas normalmente, por lo que debería de evitar un ambiente tenso para. Sería preferible preguntarle en el piso como si fuera una plática informal. No debería de emplear, con iniciativa del consultor, terminología especial (por ejemplo “preparación en un sólo dígito) ni la conceptual (por ejemplo JIT, SQC, etc.). Es importante preguntarle empleando expresiones sencillas.
- (4) Las preguntas principales y forma de hacerlo de acuerdo con los puntos clave.
  - ¿Qué es el problema más grave que tiene Usted ahora?
  - ¿Cuál(es) es(es) requisito y/o exigencia del cliente?
  - ¿Cómo es la instrucción de su jefe (normalmente el gerente del piso de producción)?

- ¿Qué cosa más, cree Usted, sería necesaria para fortalecer la planta y aumentar el grado de satisfacción del cliente?
  - ¿Cree que es necesario incrementar el nivel de calidad más que ahora? ¿Qué tipo de problema está ocurriendo concretamente?
  - ¿No ve Usted algún problema en el grado de habilidad del personal operario? ¿En qué aspecto se requerirá el fortalecimiento?
  - ¿Puede disponer de tiempo para realizar capacitación y entrenamiento? ¿Qué es lo que cree Usted necesario con que se debe iniciar? ¿Por qué?
  - ¿No estará detenida la producción por la demora del suministro de materiales al piso de producción?
  - ¿En qué proceso suele surgir la falla del equipo? ¿Cómo es su fenómeno y a qué causa se debe?
  - Para llevar a cabo sin obstáculo la actividad de producción, es sumamente importante el enlace entre la producción, mantenimiento, control de calidad y administración de proceso. ¿No tiene algún problema en este aspecto? ¿Me puede mencionar con ejemplos concretos?
  - \* Cual es su compromiso con la empresa y como se les estimula?
  - Que, como y a quien reporta y con que frecuencia
  - Como se dan las instrucciones y si estas son verbales o por escrito, y si tienen problemas por mal flujo de información.
  - Cuales son los obstaculos en el trabajo diarios para que los trabajadores participen en la solución de problemas?
  - Si se tiene un problema, Cuál es el problema?, ¿ Cuándo sucedió? ¿Cuándo sucedió?, ¿Dónde esta el problema?, ¿Quién es el responsable?, ¿Por qué se tiene ese problema? Y ¿Cómo solucionar el problema?
  - ¿Son apropiados los puntos de control actuales para controlar el proceso?
  - ¿Son efectivos los puntos de control relevantes para controlar la operación?
- ¿Qué no conformidades más importantes de el cliente se han detectado en las últimas fechas?
- ¿Qué no conformidades más importantes de el cliente se han detectado en las últimas fechas?
- Otros (       )

# ANEXO-A

**CONTRATO DE ASESORÍA TÉCNICA QUE CELEBRAN, POR UNA PARTE, EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA, EN LO SUCESIVO “EL CIQA”, REPRESENTADO EN ESTE ACTO POR SU DIRECTOR GENERAL, DR. FRANCISCO RAMOS DE VALLE, Y POR LA OTRA PARTE, DE C.V. EN LO SUCESIVO “ LA EMPRESA”, REPRESENTADA POR SU DIRECTOR GENERAL, , AL TENOR DE LAS SIGUIENTES DECLARACIONES Y CLÁUSULAS.**

### **DECLARACIONES**

#### **I. “EL CIQA” DECLARA:**

1.1 Que es un organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, creado por decreto del gobierno federal, publicado por el Diario Oficial de la Federación el 2 de noviembre de 1976.

1.2 Que está representado por el Dr. Luis Francisco Ramos de Valle en su carácter de Director General, por nombramiento de la Junta Directiva, expedido el 8 de junio de 1993, teniendo las atribuciones que le confiere el Artículo Décimo del Decreto Presidencial de 1976 y el Capítulo 5° del Estatuto General del CIQA.

1.3 Que tiene su domicilio legal en Boulevard Ing. Enrique Reyna Hermosillo 140, C.P. 25100, Saltillo, Coahuila.

#### **II. “ LA EMPRESA” DECLARA:**

2.1

2.2 Que tiene conocimiento de las actividades de extensión tecnológica de “EL CIQA”.

Además manifiesta interés por participar en el proyecto en atención a los objetivos manifestados en su escritura pública.

2.3

B.43.

U

— — — — —

R

### III. AMBAS PARTES DECLARAN:

Estar interesadas en participar en el proyecto "Transferencia de Tecnología Esencial" y comprometer sus recursos y capacidades para asegurar el éxito del mismo.

Expuesto lo anterior, las partes están acordes con suscribir lo que se consigna en las siguientes:

## CLÁUSULAS

### I. OBJETO.

Las partes convienen en que el objeto del presente contrato es la Asesoría Técnica para la realización de acciones de mejora en la tecnología de manufactura y administración de la producción en "LA EMPRESA".

### II. ALCANCE.

La asesoría técnica objeto del presente contrato, mencionada en la cláusula primera, tendrá la siguiente orientación y características:

- 2.1.- La Asesoría Técnica estará orientada al mejoramiento de los sistemas de manufactura y administración de la producción utilizados por la empresa.
- 2.2.- El esfuerzo de Asesoría Técnica se concentrará en crear una administración más efectiva proveyendo métodos razonables de mejora tales como: Reducción de inventarios, reducción de defectos a través de un mejor esfuerzo realizado por los empleados, establecimiento de planes de producción precisos para la entrega de los productos a tiempo y Asesoría Técnica en Ingeniería de Producción de piezas o productos de plástico.
- 2.3.- La Asesoría Técnica estará fundamentada en la Filosofía, Métodos y Herramientas aportadas por expertos Japoneses que participarán en la prestación del servicio.

### III. OBLIGACIONES DEL "CIQA".

"El CIQA", se compromete a:

- 3.1 Emplear los recursos humanos necesarios y disponibles para lograr el objeto de este contrato.
- 3.2 Prestar asesoría técnica a "LA EMPRESA" con la participación del grupo de expertos Japoneses asignados por la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA).
- 3.3.- Realizar, conjuntamente con "LA EMPRESA" acciones de Planeación, Programación, Seguimiento y Evaluación de las actividades de mejora involucradas en la prestación del servicio de Asesoría Técnica.

Buz.

U

R

3.4.- Entregar a "LA EMPRESA" un reporte de los resultados de sus trabajos, objeto del presente contrato, al término de los servicios de Asesoría Técnica.

3.5.- Entregar a "LA EMPRESA" los recibos institucionales correspondientes a sus pagos.

#### IV. OBLIGACIONES DE "LA EMPRESA".

4.1.- Informar y Mantener informado a todo su personal sobre los objetivos, acciones y compromisos relacionados con el proyecto.

4.2.- Emplear los recursos humanos necesarios y disponibles para lograr el objeto de este contrato.

4.3.- Realizar, conjuntamente con "EL CIQA" acciones de Planeación, Programación, Seguimiento y Evaluación de las actividades de mejora involucradas en la prestación del servicio de Asesoría Técnica.

4.4.- Proporcionar a "EL CIQA" la información requerida para la realización de las acciones contempladas en el inciso anterior.

4.5.- Documentar las diferentes actividades de mejora y sus resultados durante el transcurso del proyecto.

4.6 "LA EMPRESA" se obliga a pagar a "EL CIQA" por concepto de lo especificado en la Cláusula Segunda del presente contrato, las cantidades que se establecen en el siguiente calendario de pagos:

MONTO	FECHA
\$ 2,500.00+ iva	1 de septiembre de 1997
\$ 2,500.00+ iva	1 de octubre de 1997
\$ 2,500.00+ iva	3 de noviembre de 1997
\$ 2,500.00+ iva	1 de diciembre de 1997
\$ 2,500.00+ iva	5 de enero de 1998
\$ 2,500.00+ iva	2 de febrero de 1998
\$ 2,500.00+ iva	3 de marzo de 1998
\$ 2,500.00+ iva	1 de abril de 1998
\$ 2,500.00+ iva	4 de mayo de 1988
\$ 2,500.00+ iva	1 de junio de 1998
\$ 2,500.00+ iva	1 de julio de 1998
\$ 2,500.00+ iva	3 de agosto de 1998



## V. PROGRAMA DE ACTIVIDADES

El programa de actividades para la consecución del objeto del presente contrato se enmarcará dentro de las siguientes acciones:

5.1.- La realización de tres estancias al año del grupo de expertos Japoneses en las instalaciones de "LA EMPRESA" que contemplan acciones de planeación, programación y evaluación. Cada estancia tendrá una duración de dos días.

5.2.- La realización de dos visitas de seguimiento por mes del grupo de "EL CIQA" en los meses posteriores a cada estancia de los expertos Japoneses. Un total de 15 visitas de seguimiento al año.

5.3.- Realización de un Seminario/Taller, al término del proyecto, donde se presentarán los casos exitosos resultantes en el proyecto. Se invitará a las diez empresas participantes en proyectos similares.

## VI. CONFIDENCIALIDAD.

6.1.- Ambas partes mantendrán estricta confidencialidad con relación a la información derivada de los trabajos del presente contrato. Las partes convienen en firmar un acuerdo de confidencialidad para tal efecto.

## VII. VIGENCIA.

El presente contrato contempla la prestación de servicios de Asesoría Técnica con duración de un año, a partir de los primeros días de septiembre de 1997.

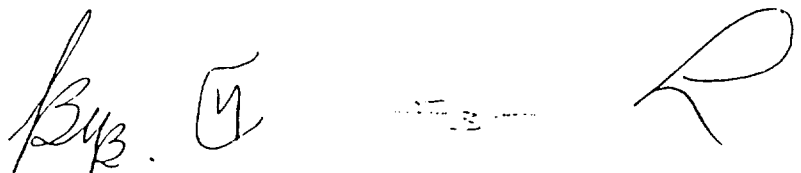
## VIII. RESPONSABLES.

8.1 "EL CIQA" nombra como responsable de la ejecución del presente contrato al Ing. Baldemar Motomochi Bermea.

8.2 "LA EMPRESA" nombra como responsable de la ejecución de este contrato al Ing. Gerardo Garza Villarreal.

## IX. CONTINUIDAD EN EL SERVICIO

Al término del proyecto, "EL CIQA" estará en disponibilidad de seguir prestando servicios de Asesoría Técnica que podrán ser convenidos y negociados en su momento.



## **X. SERVICIOS COMPLEMENTARIOS**

Cuando sea necesario, "EL CIQA" podrá realizar pruebas de laboratorio y/o planta piloto así como otros estudios requeridos para complementar las acciones contempladas en el proyecto. El costo de tales pruebas y estudios será cubierto por "LA EMPRESA" y no forma parte del presente contrato.

## **XI. RELACIONES LABORALES.**

Las partes convienen que la designación del personal que cada una aporta para la ejecución del objeto del presente contrato, se entenderá exclusivamente relacionada con la parte que lo emplea. En ningún caso podrá considerárseles mutuamente "patrón sustituto".

## **XII. JURISDICCIÓN.**

"EL CIQA" y "LA EMPRESA" se someten expresamente a la jurisdicción de las leyes y tribunales competentes de la Ciudad de Saltillo, Coahuila, para lo relativo a la interpretación y cumplimiento del presente instrumento jurídico, renunciando al fuero que por su actual o futuro domicilio, o por cualquiera otra circunstancia, pudiera corresponderles.

## **XIII. RESCISIÓN.**

Este contrato podrá ser rescindido por las causas siguientes:

- a) Por incapacidad de las partes en alcanzar los objetivos bajo su responsabilidad, motivo de este contrato.
- b) Por incumplimiento de las partes en las obligaciones adquiridas a través de este contrato.

Los derechos y obligaciones adquiridos hasta la fecha de rescisión prevalecerán según su naturaleza, hasta el término de la vigencia establecida en este contrato.

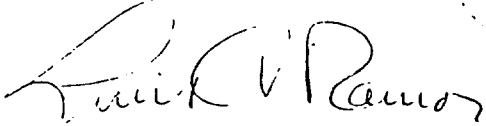
## **XIV. PROCEDIMIENTO DE RESCISIÓN.**

Si alguna de las partes considera que su contraparte ha incurrido en alguna de las causas de rescisión que se consignan en este contrato, lo comunicará a ésta en forma fehaciente a fin de que la misma en un plazo de quince días hábiles, exponga lo que a su derecho convenga respecto al incumplimiento de sus obligaciones. Si después de analizar las razones aducidas, la parte demandante estima que las mismas no son satisfactorias, optará por exigir el cumplimiento del contrato, o bien la rescisión del mismo.

The image shows four handwritten signatures in black ink. From left to right: a signature that appears to be 'Buz.', a signature that looks like 'C', a signature that is mostly illegible but seems to start with 'E', and a large, stylized signature that resembles the letter 'R'.

Leído el presente contrato y estando las partes de acuerdo con el contenido y alcance de todas sus cláusulas, lo firman por duplicado en la Ciudad de Saltillo, Coahuila, el día 3 del mes de julio de 1997, quedando un ejemplar en poder de cada una de las partes.

POR "EL CIQA"



---

DR. LUIS FRANCISCO RAMOS DE VALLE  
DIRECTOR GENERAL

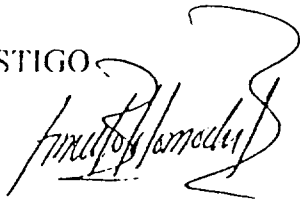
POR "LA EMPRESA"



---

DIRECTOR GENERAL

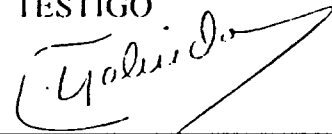
TESTIGO



---

ING. BALDEMAR MOTOMOCHI BERMEA  
GERENTE DE SERVICIOS DE EXTENSION  
TECNOLOGICA

TESTIGO



---

ING. ROBERTO GALINDO L.  
PROYECTOS ESPECIALES

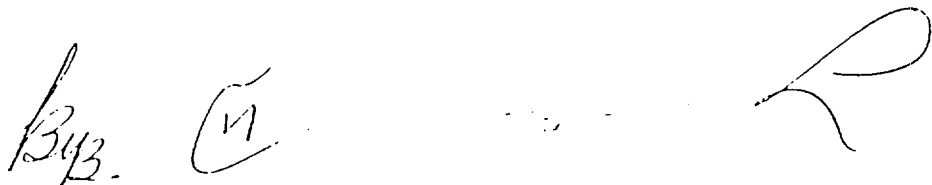
ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD QUE SUSCRIBEN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA, EN LO SUCESIVO "EL CIQA", REPRESENTADO EN EL ACTO POR EL DR. LUIS FRANCISCO RAMOS DE VALLE DIRECTOR GENERAL DE "EL CIQA" Y S.A. DE C.V. EN LO SUCESIVO "LA EMPRESA" REPRESENTADA POR , DIRECTOR GENERAL, AL TENOR DE LAS SIGUIENTES DECLARACIONES Y CLAUSULAS.

### DECLARACIONES

1.- Las partes declaran que están interesadas en firmar este acuerdo de confidencialidad a fin de mantener salvaguardados sus intereses y por lo tanto suscriben lo consignado en las siguientes

### CLÁUSULAS

1. "EL CIQA" y sus representantes mantendrán en forma estrictamente confidencial la información específica involucrada en el proyecto "TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA ESENCIAL" y no divulgarán ni harán uso indebido, ya sea directa o indirectamente, de dicha información con cualquier propósito distinto al del proyecto.
2. Toda información proporcionada por "LA EMPRESA" que coadyuve a la mejor realización del proyecto, será tratada con estricta confidencialidad por "EL CIQA". "EL CIQA" se asegurará de ello a través de acuerdos específicos con su personal.
3. "EL CIQA" se obliga a etiquetar con la leyenda de CONFIDENCIAL, toda la información proporcionada por la empresa en forma escrita o toda información transmitida en forma oral que posteriormente sea transcrita o documentada.
4. Adicionalmente a lo antes expuesto, "EL CIQA" no divulgará ni permitirá que sus representantes divulguen a persona alguna:
  - a). Las negociaciones o discusiones que se estén llevando a cabo entre "EL CIQA" y "LA EMPRESA" en relación con el proyecto.
  - b). Cualquiera de los términos, condiciones, u otros hechos relacionados con el proyecto, incluyendo su estado de avance.
5. "EL CIQA" deberá mantener procedimientos adecuados a fin de prevenir pérdidas o robos de documentos que constituyan o se relacionen con la información confidencial. En caso de pérdida o robo de cualquiera de dichos documentos, "EL CIQA" deberá notificar a "LA EMPRESA" dicho evento en forma inmediata.



6. Cualquier transferencia de información en relación con el proyecto deberá hacerse solamente a representantes nombrados por "EL CIQA" y "LA EMPRESA" y a los participantes directos en el proyecto.

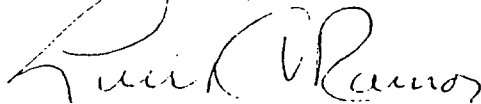
7. "EL CIQA" podrá divulgar información general relacionada con los resultados del proyecto a través de talleres y seminarios. La divulgación de esta información tendrá como finalidad mostrar los resultados de los casos exitosos a otras empresas participantes, a las grandes empresas integradoras y a instituciones de financiamiento.

8. El presente acuerdo no será aplicable a aquella información que sea o llegue a ser del dominio público, a través de publicaciones escritas en las cuales "EL CIQA" no tenga responsabilidad alguna.

9. El presente acuerdo constituye el único instrumento entre las partes en relación con los asuntos tratados dentro del mismo, y su contenido no podrá ser modificado a menos que "EL CIQA" y "LA EMPRESA" lo acuerden por escrito. Este acuerdo se encuentra sujeto, en relación a su interpretación y cumplimiento, a las leyes vigentes relacionadas al caso. En caso de cualquier controversia que surja entre las partes derivada del contenido o efectos del presente acuerdo, "EL CIQA" y "LA EMPRESA" convienen en someterse a los tribunales competentes en la Ciudad de Saltillo, Coahuila.


Leído el presente acuerdo y estando las partes conformes con el contenido y alcance de todas sus cláusulas, lo firman por duplicado en la Ciudad de Saltillo, Coahuila, el día 3 del mes de julio de 1997, quedando un ejemplar en poder de cada una de las partes.

POR "EL CIQA"



DR. LUIS FRANCISCO RAMOS DE VALLE  
DIRECTOR GENERAL

POR "LA EMPRESA"



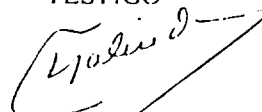
DIRECTOR GENERAL

TESTIGO



ING. BALDEMAR MOTOMOCHI BERMEA  
GERENTE DE SERVICIOS DE EXTENSION  
TECNOLOGICA

TESTIGO



ING. ROBERTO GALINDO LOZANO  
PROYECTOS ESPECIALES

**ANEXO-B**

**Administración de Producción**  
**Lista de comprobación para el diagnóstico de la planta (1/4)**

<b>Títulos</b>	<b>Subtítulos</b>	<b>Items</b>	<b>Puntos de comprobación, criterios de evaluación, etc.</b>
<b>Administración de producción</b>	Plan de producción	Período de planificación	¿Existe un plan de producción a mediano y largo plazo que sirve de fundamento para la elaboración de un plan de acción a corto plazo? ¿Existen literaturas, manuales, etc. sobre la metodología de planificación de la producción?
		Coherencia del plan de venta	¿Existe un esquema adecuado para el ajuste de los planes de venta, volumen de producción y de las existencias?
		Plan de fabricación interna y externa	¿Existe un esquema adecuado para la formulación de los planes de fabricación tanto interna como externa?
		Plan de fabricación	¿Existe un plan de acción trimestral?
		Cronograma estándar	¿Existen los cronogramas estándar o matriz de movimientos?
		Programación mensual	¿Existe la programación mensual?
		Plan de requerimiento de materiales	¿Existen los planes de requerimiento según productos y materiales?
		Gráfico de acumulación de cargas	¿Las cargas son reguladas mediante la aplicación del gráfico de acumulación?
	Control de procesos (Plan detallado)	Plan de procedimientos	¿Existe un plan de procedimientos (orden de procesos, condiciones de trabajo, Tiempo estándar)?
		Planificación de hombres - hora	¿Existe un plan de hombres - hora (volumen de trabajo, horas de trabajo, número total de hombre-hora) ?
		Plan de materiales	¿Existe un plan de materiales (definición del requerimiento y plazo de entrega)?
		Programa detallado	¿Existen los programas detallados para cada diez días, semana y/o día?
		Instrucciones de trabajo	¿Existen las instrucciones de trabajo elaborados en base a los programas detallados?
		Distribución de equipos	¿Los equipos están adecuadamente distribuidos conforme a las características de fabricación?
	Control de procesos (Control de producción)	Control de avance	¿Existe un control adecuado de avance de los trabajos y se toman las medidas necesarias cuando los trabajos no avanzan de acuerdo con el plan? ¿Se aplican los instrumentos de control visual?
		Ajuste de cargas	¿Existe un control de carga según proceso, y se realiza el ajuste necesario de la orden de producción? ¿Existe un personal responsable de ajuste de carga?
		Control de producto	¿Existe un control adecuado de la ubicación y del volumen de los productos en proceso de fabricación? ¿Se aplica la curva de flujo para la reducción de los productos en proceso de fabricación?
		Control de capacidad disponible	¿Existe un control de capacidad disponible acorde con el ajuste de la capacidad y el volumen de trabajo de los operadores y equipos?
		Control de informaciones	¿Existe un control de los resultados y rendimiento obtenidos, en base a los datos de producción real recopilados? ¿Se procesan los datos reales y demás informaciones pertinentes para tener una base para los futuros planes?
		Procesos eventuales (rápidos)	¿Se han definido los procedimientos para responder a las necesidades contingentes?

**Administración de Producción**  
**Lista de comprobación para el diagnóstico de la planta (2/4)**

<b>Títulos</b>	<b>Subtítulos</b>	<b>Ítems</b>	<b>Puntos de comprobación, criterios de evaluación, etc.</b>
<b>Administración de producción</b>	Control de operación	Normas de trabajo	¿Se definen y se cumplen las normas de trabajo?
		Tiempo estándar	¿Se ha definido el tiempo estándar?
		Mejoramiento de operación	¿Existe un esquema de promoción de mejoramiento a través del sistema de sugerencias y actividades en pequeños grupos? ¿Existe un sistema de educación y capacitación de los empleados para promover las mejoras de trabajo?
		Instrucciones de trabajo	¿Se imparten instrucciones sobre la metodología de trabajo?
	Control de calidad	Control total de calidad (TQC)	¿Se realiza el control total de calidad (TQC)?
		Sistema de promoción	¿Existe un sistema de promoción de TQC?
		Conceptos básicos	¿Existe un conocimiento cabal sobre los conceptos básicos de TQC?
		7 herramientas de control de calidad	¿Se aplican las siete herramientas de control de calidad?
		Garantía de calidad	¿Existe un sistema de garantía de calidad? ¿Se toman las medidas necesarias contra los reclamos?
	Control de costes	Costo normal	¿Se ha definido el costo normal?
		Costo real	¿Existe un control adecuado de los costes según tipo, en base a los informes de costos de producción?
		Diferencia entre costos normal y real	¿Se da un control y análisis de la diferencia entre los costos normal y real?
		Reducción de costo	¿Se realizan los diferentes estudios para la reducción de costos y se aplican en la práctica los resultados de dichos estudios?
		Consciencia de costo	¿Existe una consciencia de costo entre los supervisores? ¿Se desarrolla la campaña de conscientización entre los operadores?
	Control de operadores	Educación y capacitación	¿Se realiza el entrenamiento en obra de los empleados nuevos y no calificados?
		Capacitación técnica	¿Existe un sistema de capacitación de los operadores para la diversificación y/o especialización de las habilidades?
		Medio ambiente laboral	¿Se toman las medidas necesarias para mantener y mejorar el medio ambiente laboral?
		Control de seguridad	¿Se toman las diferentes medidas para garantizar la seguridad a iniciativa de los supervisores? ¿Los residuos industriales son dispuestos adecuadamente garantizando la seguridad de los operadores?
	Control de diseño	Organización y habilidad del trabajo	¿Existen personal, equipos, organización, función y tecnología adecuados para responder a las exigencias de los clientes?
		Control de planos	¿Existe un sistema adecuado de control de planos originales, distribución, reproducción, recuperación, custodia, modificación y ordenamiento de los planos?
		Métodos de diseño	¿Existen los criterios de diseño? ¿Se realiza la normalización de diseño?
		Control de programación	¿Se da un control adecuado de los programas, avance de trabajos y presupuestación?
	Control de instalaciones	Modernización de las instalaciones	¿Cuál es el grado de modernización de los equipos? ¿Las nuevas instalaciones a introducirse son definidas racionalmente?
		Diseño de las instalaciones	¿Es coherente el plan de instalaciones con el plan de nuevos productos, evolución tecnológica y el plan de producción? ¿El plan de instalaciones está respaldado por el presupuesto necesario?



**Administración de Producción**  
**Lista de comprobación para el diagnóstico de la planta (3/4)**

Títulos	Subtítulos	Items	Puntos de comprobación, criterios de evaluación, etc.
Administración de producción		Plan de mantenimiento	¿Se han elaborado los planes de mantenimiento anual, mensual y semanal?
		Acciones de mantenimiento	¿El mantenimiento de las instalaciones se ajusta al sistema TPM (Mantenimiento Productivo Total)? ¿Se han definido las instalaciones prioritarias y el ciclo de inspección?
		Inspección de las instalaciones	¿Se producen los desperfectos mecánicos de las partes inspeccionadas diariamente? ¿Se han definido los métodos y el tiempo de inspección? ¿La inspección y la reparación se ajustan a un ciclo adecuado? ¿Se realizan las actividades de mantenimiento voluntarias? ¿Existen manuales y otras informaciones sobre el mantenimiento de las instalaciones? ¿Se realiza el mantenimiento preventivo? ¿Son normalizados las formas, tamaño, material, partes, etc. de las herramientas? ¿Las herramientas son debidamente almacenadas y ordenadas? ¿Existe un control adecuado de salida y devolución de las herramientas?
	Control de transporte	Enfoque del control	¿El transporte es cada vez más mecanizado?
		Equipos de transporte	¿Existen montacargas, cintas transportadora, elevadores y otros equipos de transporte?
		Contenedores para el transporte	¿Existen suficientes recipientes, contenedores y paletas de transporte?
		Instrumentos para el transporte	¿Los instrumentos de transporte son adecuadamente seleccionados?
		Trayectos del transporte	¿Se intenta acortar el trayecto de transporte mediante el análisis de rutas?
	Actividades de compra	Mercadotecnia	¿Se obtienen ágilmente las informaciones del mercado y se aplican en la toma de decisión?
		Cobertura	¿Las informaciones cubren el plan de requerimiento, adquisición, fiscalización, almacenamiento, salida del almacén, etc.?
		Control interno	¿Existe un control interno por la unidad responsable de controlar el presupuesto?
		Contrato de adquisición	¿El contrato expresa claramente las condiciones de adquisición (plazo de entrega, calidad de los productos, precio) y de pago? ¿El suscriptor del contrato es debidamente seleccionado según el cargo que ocupa?
		Actividades de desarrollo	¿Existe un estudio continuo sobre la reducción de costos, utilización de los materiales y partes de alta calidad?
Cálculo del requerimiento		¿Los materiales y las partes son adecuadamente utilizados en base al plan de producción? ¿Existe un control adecuado para la preparación y mantenimiento del archivo principal de las existencias?	
Clasificación de los materiales		¿Existe una clasificación adecuada de las existencias permanentes y no permanentes?	
Reglas del cálculo		¿Se han definido las reglas de cálculo del requerimiento de los materiales y partes?	
Condiciones de adquisición		¿Es adecuada la clasificación de los materiales y partes de adquisición continua y oportuna? ¿Se ha acertado debidamente el tiempo de espera para el aprovisionamiento de los materiales y partes, según suministradores?	
Control de existencias	¿Son adecuados el sistema y el método de control de las existencias? ¿Se da un control visual del almacén?		

**Administración de Producción**  
**Lista de comprobación para el diagnóstico de la planta (4/4)**

<b>Títulos</b>	<b>Subtítulos</b>	<b>Items</b>	<b>Puntos de comprobación, criterios de evaluación, etc.</b>
<b>Administración de producción</b>	Actividades de compra	Emisión de pedido	¿El personal responsable de expedir pedidos conoce cabalmente el mercado y procura acortar el plazo de entrega y reducir los costos? ¿Existe un método concreto de emisión de pedidos? ¿El volumen de pedido se define adecuadamente de acuerdo con las condiciones de compra, volumen de consumo, existencias, etc.?
		Control de adquisición	¿Se da un control "come-up" según los materiales y partes prioritarios? ¿Existen medidas de emergencia en el caso de retraso en la entrega de los materiales y partes?
		Recepción	¿Se definen las normas y estándares según los materiales y partes? ¿Son adecuados los procedimientos especiales de emergencia?
		Evaluación de los suministradores	¿Los suministradores colaboran para responder a los pedidos urgentes y para el cumplimiento del plazo de entrega? ¿Se comparan los costos entre los diferentes suministradores para la toma de decisión?
	Distribución de los productos	Configuración de los almacenes	¿Los almacenes están adecuadamente estructurados para el almacenamiento y salida de los materiales y partes?
		Equipos de los almacenes	¿Los almacenes están debidamente equipados con grúas, estantes, etc.?
		Rendimiento del almacenamiento	¿Se da una utilización adecuada del local de almacenamiento mediante aprovechamiento vertical de espacio? ¿Las áreas de almacenamiento están llevando códigos?
		Salida	¿Se responden ágilmente a la solicitud de expedición?
		Inventario	¿Son adecuados los procedimientos del inventario? ¿Es adecuada la evaluación de los bienes inventariados?
		Diferencia con el inventario	¿No es grande la diferencia entre los datos del registro y los resultados reales del inventario?
		Existencias inmovilizadas	¿Existen criterios de clasificación de las existencias inmovilizadas? ¿Existe un sistema adecuado de aplicación alternativa y disposición de las existencias inmovilizadas?
		Prevención contra accidentes	¿Son adecuadas medidas contra el robo, incendio, etc.?
	Actividades dentro de la fábrica	Actividades en pequeños grupos	¿Se realizan las actividades de TQC y de los grupos de control de calidad?
		Actividades de comités	¿Se realizan las actividades de seguridad e higiene? ¿Se realizan las actividades en pro de reducción de costos como VE?

**Administración empresarial**  
**Lista de comprobación para el diagnóstico de la planta (1/4)**

<b>Títulos</b>	<b>Subtítulos</b>	<b>Items</b>	<b>Puntos de comprobación, criterios de evaluación, etc.</b>
Administración empresarial	Directores	Motivación empresarial	¿Los directores toman el liderazgo con espíritu de luchador y sólida filosofía?
		Nivel académico y experiencias	¿Son adecuados el nivel académico y las experiencias de los directores? ¿Los directores son diligentes con mentalidad abierta?
		Ideología administrativa	¿Están conscientes del rol social que juega la empresa y de la responsabilidad como administradores?
		Liderazgo	¿Poseen suficiente capacidad para dirigir, regular y gobernar?
		Comportamiento de los administradores	¿Se refleja el sentido de responsabilidad en las actitudes y comportamientos de los administradores?
		Configuración de la directiva	¿Las facultades son debidamente atribuidas a los directores ejecutivos?
		Sucesores	¿Existen candidatos del personal directivo?
		Cualidad de los sucesores	¿Los candidatos al personal directivo poseen habilidad, mentalidad y personalidad adecuadas?
		Personal directivo	¿Existe un sistema de rotación de trabajos para la formación del personal directivo?
	Estrategia administrativa	Reacción ante el cambio del medio administrativo	¿Es posible detectar y reaccionar rápidamente frente a la evolución del mercado? ¿Es posible analizar la competencia en el mercado y tomar las medidas adecuadas?
		Investigación y desarrollo	¿Se está recopilando las informaciones sobre las necesidades del mercado y la tecnología para el desarrollo de los nuevos productos? ¿Se realizan la investigación y desarrollo definiendo temas concretos y el presupuesto necesario?
		Cultura empresarial e identidad corporativa (IC)	¿Existe una consciencia sobre la identidad corporativa total entre los empleados, y se toman las medidas necesarias?
		Diversificación	¿Es posible crear un nuevo mercado en el campo de actividades relacionadas al mercado actual? ¿La empresa es capaz de diversificar el ámbito de acción, además del mercado actual?
	Planificación administrativa	Sistema de planificación	¿El plan administrativo cubre todos los planes pertinentes? ¿El plan y los resultados reales son comparables? ¿Existen los planes anuales, a mediano y a largo plazo? ¿El plan anual puede ser desglosado según meses, tomando en cuenta los factores estacionales?
		Conocimiento de los resultados	¿Es posible hacer una comparación continua y secuencial de los resultados?
		Análisis de diferencia	¿Se realiza oportunamente una re-evaluación? ¿Se toman las medidas de mejoramiento para contrarrestar la diferencia entre el plan administrativo y los resultados reales?

**Administración empresarial**  
**Lista de comprobación para el diagnóstico de la planta (2/4)**

Títulos	Subtítulos	Items	Puntos de comprobación, criterios de evaluación, etc.
Administración Empresarial	Organización administrativa	División de Responsabilidades	¿Existe una organización administrativa acorde con la magnitud empresarial? ¿La organización es lo suficientemente flexible? ¿Existen normas de división de trabajos redactadas en un lenguaje claro para los empleados?
		Facultades de cada cargo	¿Los cargos están estratificados adecuadamente? ¿Las facultades son atribuidas de manera adecuada? ¿Estas funcionan debidamente?
		Juntas	¿Las juntas son organizadas siguiendo una secuencia predeterminada? ¿Existen actas de las juntas?
	Cultura empresarial	Restricciones legales	¿Las actividades empresariales están autorizadas legalmente (pases de comercialización, permisos)? ¿La empresa está dotada del personal calificada legalmente?
		Responsabilidad por los productos	¿Existe un esquema de formación del personal responsable de los productos? ¿Existe una organización responsable de los productos en caso de accidentes? ¿Se atribuyen la debida importancia a los reclamos de los consumidores, usuarios, etc. se responden ágilmente a ellos?
		Ambición empresarial	¿No existe un descontento interno para adaptar nuevos sistemas?
	Localización	Perspectiva	¿Existe un plan de reubicar la planta tomando en cuenta la perspectiva hacia el futuro?
	Concepto de los productos	Metas propuestas de los productos existentes	¿Es adecuada la vida útil de los productos propuestos? ¿Desde hace cuántos años se vienen produciendo de manera continua los productos actuales? ¿Los clientes están contentos con la calidad, plazo de entrega, costos, etc. de los productos?
		Tendencias de los productos	¿No se está atribuyendo demasiada importancia en continuar la investigación y desarrollo realizados? ¿Existe una mentalidad de lanzar al mercado los productos acordes con las necesidades? ¿Se ha definido una meta clara de la empresa para el desarrollo de los productos?
	Desarrollo de lo nuevos productos	Plan de desarrollo	¿Se ha definido el tema concreto para orientar el desarrollo de los nuevos productos de manera planificada? ¿Existe un plan del personal, presupuesto y programación acorde con el plan de desarrollo?
	Adopción de nueva tecnología	Definición de las condiciones	¿Se da una inversión adecuada para la formación de los recursos humanos y para la introducción de nueva tecnología? ¿La introducción de la nueva tecnología es con constante y continua?
	Plan de venta	Planificación	¿Se formula el plan de venta acorde con el plan administrativo a mediano y largo plazo?
	Mercadotecnia	Competencia	¿Existen medidas propias para ganar la competencia en el mercado?
Política de precios	Precios de venta	¿Se definen los precios de venta en base a los planes de beneficios y de venta?	
	Precios de los pedidos	¿Son adecuadas las cotizaciones y los precios de los pedidos?	
Distribución física	Racionalización del esquema Distributiva	¿Se da un control adecuado de los costos de venta y distribución, y se toman las medidas necesarias?	
	Almacén	¿El almacén se ajusta a la magnitud empresarial? ¿Es adecuada su localización?	

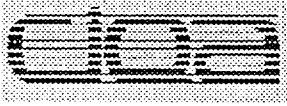
**Administración empresarial**  
**Lista de comprobación para el diagnóstico de la planta (3/4)**

<b>Títulos</b>	<b>Subtítulos</b>	<b>Items</b>	<b>Puntos de comprobación, criterios de evaluación, etc.</b>
Administración empresarial	Sistema de contabilidad	Procedimientos y trámites de contabilidad	<p>¿Se dan el control, procesamiento y tramitación adecuados en la contabilidad?</p> <p>¿Es adecuado el control de efectivo y cheques?</p> <p>¿Funciona adecuadamente la organización de control interno?</p>
		Estado financiero	<p>¿El estado financiero es preparado cumpliendo los principios de contabilidad y las disposiciones legales comerciales?</p> <p>¿Es adecuado el monto del inventario al final del ciclo?</p> <p>¿Se contabilizan adecuadamente la depreciación y las reservas?</p> <p>¿Existe un control adecuado de la naturaleza y el estado de la cuenta de pago temporal, préstamos, etc. de sumas elevadas?</p>
	Control financiero	Informaciones financieras y de contabilidad	<p>¿Las informaciones financieras son ordenadas y entregadas según meses, divisiones, etc.?</p> <p>¿La preparación del cuadro de balance tentativo y la liquidación se hace mensualmente?</p> <p>¿Se utilizan eficazmente las informaciones financieras?</p> <p>¿Existe un sistema de informe a los directores de las informaciones financieras y de contabilidad?</p> <p>¿Se hace el análisis administrativo?</p>
	Utilidades, y control de costo / beneficio	Evaluación de la rentabilidad	<p>¿Es adecuada la relación de beneficio neto del capital?</p> <p>¿Mantiene un determinado nivel la relación de beneficio de venta?</p> <p>¿Cuál es la tendencia de la relación de beneficio de venta?</p> <p>Tasas de gastos del personal, venta y de intereses de pago.</p> <p>¿Hay una tendencia a incrementarse la relación de los costos de venta y gastos generales?</p> <p>¿Es adecuada la relación entre los gastos administrativos y de venta?</p> <p>¿Se ha hecho una comparación de la evolución de la venta, y de los gastos de venta y generales?</p> <p>¿Se ha hecho un estudio sobre la eficiencia de aplicación de los bienes y capital?</p> <p>¿Se ha racionalizado y/o estudiado la posibilidad de racionalizar los bienes?</p>
			Control de beneficios
		Evaluación de productividad	<p>¿Cuál es la tasa del valor agregado (tasa de procesamiento)?</p> <p>¿Cuál es la tendencia del valor agregado por operador (productividad laboral)?</p> <p>¿Es adecuada la tasa de distribución laboral?</p>

**Administración empresarial**  
**Lista de comprobación para el diagnóstico de la planta (4/4)**

<b>Títulos</b>	<b>Subtítulos</b>	<b>Items</b>	<b>Puntos de comprobación, criterios de evaluación, etc.</b>
Administración Empresarial	Estructura financiera	Composición de capital	¿Cuál es la composición de capital (relación entre los recursos propios y ajenos)? ¿Es adecuado el monto del capital frente a la magnitud empresarial?
		Composición de bienes	¿No se incluyen las existencias inmovilizadas y créditos incobrables? ¿No existen bienes desperdiciadas? ¿De existir, cuál es el motivo por el que se desperdician?
		Seguridad financiera	¿Es satisfactorio el nivel de la tasa de capital contable? ¿La inversión en activo fijo es cubierta con el capital propio?
		Fluidez financiera	¿Es suficiente la tasa de pago? ¿Existen suficientes recursos en mano?
	Capitación y aplicación de recursos	Financiamiento	¿Existen suficientes fuentes de financiamiento (bienes activos de la empresa, bienes personales del presidente, créditos, etc.) ? ¿El financiamiento se ajusta a la magnitud empresarial?
		Aplicación de recursos y capital	¿Cuál es la evolución de la tasa de rotación del capital neto?
		Control de recursos	¿El flujo de caja es controlado mediante el uso del estado de flujo de caja? ¿El capital operativo requerido es calculado a partir de los pagarés a cobrar, inventario y efectos por pagar?
	Planificación de beneficios y análisis del punto crítico	Análisis del punto crítico	¿La rentabilidad es controlada a partir de la venta en punto crítico y el margen de utilidad? ¿Se procura reducir el punto crítico mediante la reducción de gastos fijos?
	Inversión en plantas y equipos	Definición de las inversiones	¿La inversión en la planta y equipos se basa sobre un plan? ¿Se realizan los cálculos económicos sobre el modo y plazo de recuperación, tasa de rentabilidad de determinan la modalidad y plazo de recuperación, la tasa de retorno de inversión, etc.?
		Plan financiero	¿La inversión es financiada de una fuente estable (capital propio, créditos de largo plazo)? ¿Es posible alcanzar la venta para recuperar el incremento de los gastos fijos?

## ANEXO-C

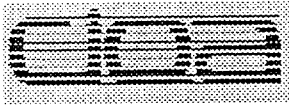


**“OPORTUNIDADES DE MEJORA CLAVES A ATENDER POR LA EMPRESA”**

NOMBRE DE LA EMPRESA:

FECHA: \_\_\_\_\_





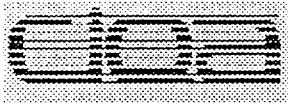
## “OPORTUNIDADES DE MEJORA CLAVES A ATENDER POR LA EMPRESA”

Nombre de la Empresa: \_\_\_\_\_

(Establezca con el mayor detalle posible)

No	Descripción
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

Entre las oportunidades enlistadas, ¿Cuál de ellas desearía atender en primer lugar, contando con el apoyo de la asesoría del CIQA? No. \_\_\_\_\_



Nombre de la Empresa: \_\_\_\_\_

Con relación a la oportunidad de mejora que Ud. desea atender contando con el apoyo de la asesoría del CIQA, explique lo siguiente:

**Causa supuesta de la oportunidad de mejora seleccionada:**

**Medidas de mejora propuestas:**

**Objetivo de mejora:**

## ANEXO-D

## Formato de Registro de Visitas (1/2)

Company Code : \_\_\_\_\_  
 Problem Code : \_\_\_\_\_

Company Code : \_\_\_\_\_  
 Problem Code : \_\_\_\_\_

### Record of Technical Advisory Services

Company name \_\_\_\_\_

Company name \_\_\_\_\_  
 No. of employee \_\_\_\_\_  
 Main product \_\_\_\_\_  
 Processing technology \_\_\_\_\_

**Record of the 1st Advisory Services**  
 (Date : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ By (\_\_\_\_))

• **Improvement target**

• **Assessment of improvement (See example.)**

Method	By

• **Result of assessment**

Present	After advisory services

• **Services done**

Company Code : \_\_\_\_\_  
 Problem Code : \_\_\_\_\_

Company Code : \_\_\_\_\_  
 Problem Code : \_\_\_\_\_

Company name \_\_\_\_\_

Company name \_\_\_\_\_

• **Question raised and answer**

**Record of the 2nd Advisory Services**

(Date : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ By (\_\_\_\_))

• **Observation of improvement achieved**

• **Improvement target to be achieved by the next visit**

## Formato de Registro de Visitas (2/2)

Company Code : \_\_\_\_\_  
Problem Code : \_\_\_\_\_

Company Code : \_\_\_\_\_  
Problem Code : \_\_\_\_\_

Company name \_\_\_\_\_

Company name \_\_\_\_\_

• **Services done**

• **Question raised and answer**

• **Improvement target to be achieved by the next visit**

## **Tecnología de Producción**

1. Tecnología de Producción  
Area de Estampado y Troquelado Tomo I
2. Tecnología de Producción  
Area de Estampado y Troquelado Tomo II
3. Hoja de Análisis de las Partes
4. Plano del Herramental

# 1. Tecnología de Producción

Area de Estampado y Troquelado

Tomo I



## TOMO I

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA  
ESENCIAL PARA LA INDUSTRIA DE  
SOPORTE EN MEXICO

**TECNOLOGIA DE PRODUCCION**

AREA DE ESTAMPADO Y  
TROQUELADO

*Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*

Santiago de Querétaro 1999



**TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA ESENCIAL PARA LA  
INDUSTRIA DE SOPORTE EN MEXICO  
TECNOLOGIA DE LA PRODUCCION, AREA DE ESTAMPADO Y  
TROQUELADO**

**TOMO I**

<b>INDICE</b>	<b>Pag.</b>
<b>1. Cálculo de especificaciones técnicas para prensa de estampado.</b>	<b>1</b>
1.1 Trabajo de prensa	1
1.2 Operación de prensa.	3
1.3 División del tipo de troquelado.	4
1.4 División del trabajo.	5
1.5 Tipos de trabajo de prensa.	6
1.6 Energía y especificaciones de la máquina.	11
1.7 Condiciones y especificaciones de la prensa mecánica.	11
1.8 Acciones a tomar con respecto a las prensas que no cuentan con especificaciones.	11
1.9 Método para la verificación de las especificaciones de la máquina.	13
1.9.1 Determinación de la capacidad de prensa.	14
1.9.2 Cálculo de la energía de la prensa mecánica.	16
1.9.3 capacidad del motor.	18
1.10 Prensa hidráulica	18
1.11 Los 3 tres factores de importancia en el trabajo.	18
1.12 Velocidad de formado en el trabajo de prensa	19
1.13 Velocidad del mecanismo de la corredera	20
1.14 fuerza del mecanismo del cigüeñal	21
1.15 Torque de la flecha del cigüeñal.	21
1.16 Fuerza de presión de la carrera.	22
1.18 Potencia de motor	23
1.19 Tabla para obtener la capacidad real de una prensa mecánica, cuando haya cambiado el diámetro del tornillo.	24

<b>2. Cálculo para especificaciones técnicas para prensa en corte y punzonado.</b>	<b>27</b>
2. Trabajo de puzonado y corte.	28
2.1 Límites de la forma de punzonado.	28
2.2 Diámetro mínimo del barreno.	29
2.3 Claro entre matriz y punzón.	29
2.4 Cálculo del trabajo de la prensa.	30
2.4.1 Punzonado (Corte, Perforado y Corte de silueta).	30
2.4.2 Energía requerida para corte.	31
<b>3. Cálculo de especificaciones técnicas para prensa doblez en “V” y “U”</b>	<b>36</b>
3.1 Doblez.	36
3.1.1 Energía requerida para el doblez en “V”.	36
3.2 Fuerza requerida para doblez en “V”.	38
3.3 Fuerza requerida para el doblez en “U”	39
3.3.1 Fuerza del cojín amortiguador para el proceso de doblez en “U”.	40
3.4 Energía requerida para el doblez en “U”.	40
<b>4. Cálculo de especificaciones para prensa. Embutido cilíndrico y de caja. 40</b>	<b>40</b>
4.1 Embutido.	42
4.1.1 Fuerza requerida para el embutido cilíndrico.	42
4.1.2 Fuerza requerida para el cojín amortiguador.	43
4.1.3 Energía necesaria para el embutido.	43
4.2 Claro entre punzón y matriz.	44
4.3 Areas parciales para el cálculo del diámetro.	44
4.4 Determinación del diámetro de la silueta.	48
4.5 Límite de coeficiente de embutido.	46
4.6 Límite del coeficiente del segundo embutido.	50
4.7 Presión del pisador sobre la silueta en el embutido.	51
4.8 Embutido rectangular.	56
4.9 Límites del proceso de formación.	57
4.10 Fuerza requerida para el embutido rectangular.	59
4.11 Energía requerida para el embutido rectangular sin costillas auxiliares.	60
4.12 Energía requerida para el embutido rectangular con costillas auxiliares.	61

4.13 Características de trabajo.	61
4.14 Trabajo del planchado.	63
4.15 Fuerza requerida para el trabajo.	64
4.16 Energía requerida para el trabajo.	65
4.17 Desarrollo de silueta.	66
4.18 Desarrollo de dobléz y spring back.	67
4.19 Desarrollo de la silueta.	68
<b>5. Cálculo de especificaciones técnicas para prensa, Trabajo de formación.</b>	<b>73</b>
5.1 Trabajo del formado de costillas.	73
5.1.1 Trabajo de formado de costillas en plano	73
5.1.2 Trabajo de formado de costillas cilíndricas.	76
5.2 Trabajo de cuello.	77
5.3 Trabajo de burring (corte y dobléz).	78
5.3.1 Ecuación para calcular el diametro inferior.	79
5.3.2 Ecuación para determinar h.	79
5.3.3 Reducción de espesor de pared.	80
5.3.4 Límite del proceso de trabajo.	80
5.3.5 Fuerza y energía de trabajo.	81
<b>6. Cálculo de especificaciones técnicas para prensa, formado de forja en frío.</b>	<b>83</b>
6.1 Trabajo de extrusión.	83
6.2 Fuerza requerida para el trabajo.	87
6.3 Energía requerida para el trabajo.	87
6.4 Trabajos de compresión.	88
<b>7. Cálculo de especificaciones técnicas para prensa, distribución de planta de estampado y troquelado.</b>	<b>91</b>
7.1 Tipos de distribución.	91
7.2 Sistema de producción en serie.	92
7.3 Tiempo estándar de operación.	95
7.4 Distribución de planta para producción en serie.	96
7.4.1 Forma de operación manual para prensas pequeñas y medianas.	96
7.4.2 Forma de operación automática.	98

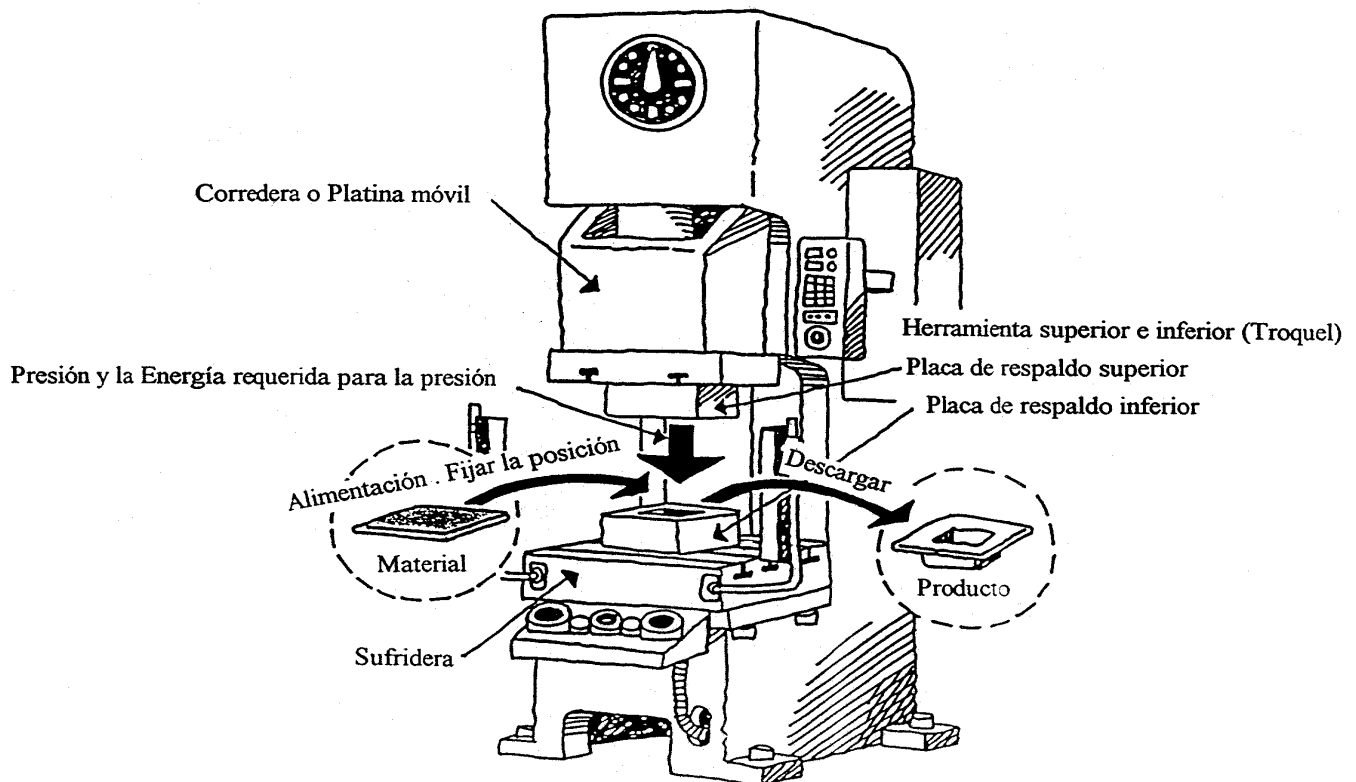
7.5 Sistema de transferencia (sistema robot).	102
7.6 Requisitos para instalación prensas.	100
<b>8. Carga excéntrica de la máquina de prensa.</b>	<b>106</b>
8.1 carga excéntrica de la máquina de prensa.	106
8.1.1 Carga excéntrica del cigüeñal de la máquina de prensa.	107
8.1.2 carga excéntrica de doble cigüeñal.	109
8.1.3 Carga excéntrica del troquel	110
<b>9. Herramienta para troquelado.</b>	<b>113</b>
9.1 Modelo básico de herramienta para corte y troquelado.	116
9.2 Modelos básicos de herramientas de dobléz.	122
9.3 Troquel para dobléz en “L”.	125
9.4 Troquel para dobléz en “U”.	128
9.5 Modelo básico de herramienta para el formado.	131
9.5.1 Troquel curvado.	131
9.5.2 Troquel de “Burring”.	134
9.6 Modelo básico de herramienta para el embutido.	139
9.7 Condición de formado en el proceso del primer embutido (metales en general)	144
<b>10. Distribución para optimizar el material en tiras o cintas.</b>	<b>145</b>
10.1 Optimización del material	145
10.2 Sin residuo relación al 100%.	146
10.3 con residuo de material.	146
10.4 Relación del material utilizado.	147
10.5 Ancho del puente del transportador y ancho lateral.	147

# Capítulo 1

## Cálculo de especificaciones técnicas para prensa de estampado

### 1.1 Trabajo de Prensa

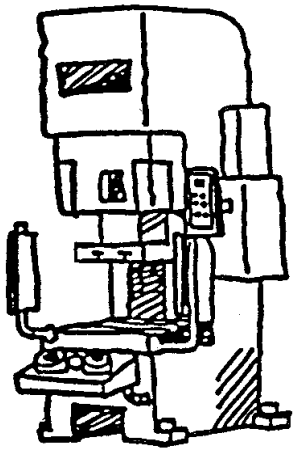
El trabajo de prensa se refiere a la formación en frío del material hacia una forma determinada, utilizando la presión fuerte de la corredera que se baja dentro de la prensa, y la energía requerida para esta presión. El dibujo 1-1 señala el estado de realizar el trabajo de prensa.



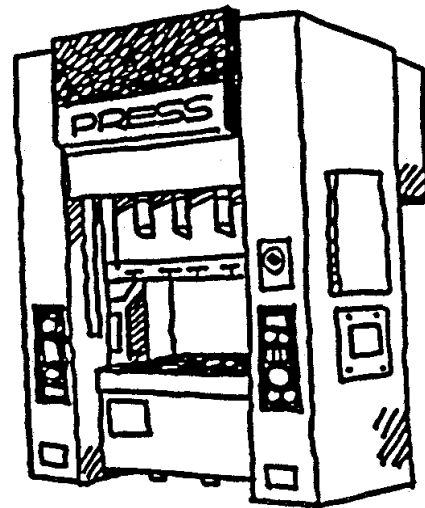
Dibujo 1-1 Trabajo para máquina de prensa

La máquina de prensa para el trabajo de troquelado se puede clasificar en las de tipo mecánico que cuenta con un mecanismo que permite mover la corredera y el del tipo hidráulico. Al primer tipo se le denomina Prensa Mecánica y al segundo Prensa Hidráulica. Hoy en día la prensa mecánica es utilizada con mayor frecuencia que la prensa hidráulica debido a que la prensa mecánica genera notablemente mayor productividad que la segunda.

Por la forma de apariencia de las prensas, se divide en la prensa del marco de la forma C (C-Frame) y la del marco de la forma recta (Straight Side Frame). El dibujo 1-2 señala ambas formas de la prensa por (a) y (b) respectivamente.



(a) Marco de forma "C" (C-Frame)



(b) Marco de forma recta  
(Straight Side Frame)

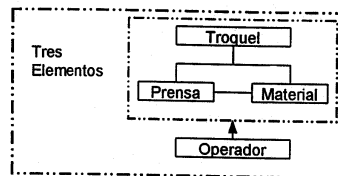
Dibujo 1-2 Tipos de prensas

## 1.2 Operación de Prensa

El trabajo de prensa básicamente consiste de tres elementos siendo estos la máquina, el troquel y el material. La combinación de estos tres elementos permite realizar múltiples trabajo de prensa.

A los tres elementos básicos, se le agrega el operador quien maneja la prensa para realizar el trabajo de troquelado, siendo así la combinación de los tres elementos anteriores y el operador completa la operación de estampado y troquelado en la prensa.

El Dibujo1-3 señala la relación entre el trabajo de prensa y la operación de la misma. El Dibujo1-4 indica conceptualmente la condición de la operación manual de prensa. Se muestra así mismo en el lado derecho del Dibujo 1-3 el papel que juega cada uno de los elementos y el operador.

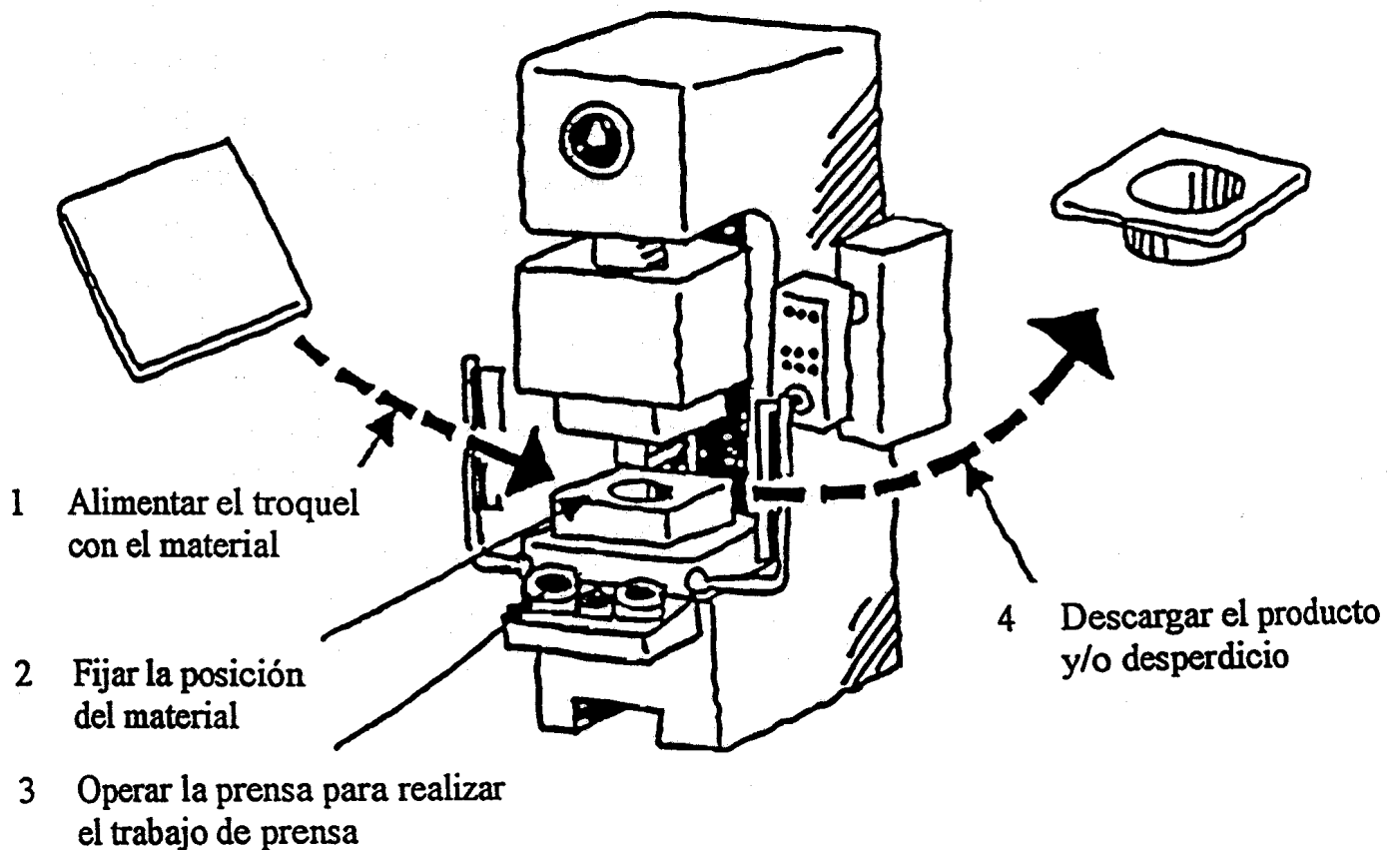


Dibujo 1-3 Sistema de operación de prensa

<b>Prensa</b>	{	Presión
		Energía requerida para la presión
		Velocidad de la bajada de la corredora
<b>Troquel</b>	{	Estructura
		Forma de las partes del troquel
		Resistencia (dureza)

**Material** {  
Composición del material  
Elasticidad  
Tensión de tracción

**Operador** {  
Aptitud  
Habilidad



Dibujo 1 - 4 Operación manual de prensa

### 1-3 División del Tipo de Troquelado

El trabajo de prensa está extendida hacia todas las ramas industriales proporcionando diferentes productos a nuestra vida cotidiana. Se señala a



continuación la división del trabajo de prensa como su estado real así mismo se presentan aquí los distintos tipos del trabajo de prensa.

#### 1.4 División del Trabajo

a) División por el tamaño del material

Se divide en siguientes clases por el tamaño del material para el trabajo de prensa tomando como criterio la dimensión de uno de los lados de un material cuadrado de lámina.

**Grande**  
 $500 \text{ mm} \leq L$  { Carrocería y panel de automóvil  
Cajones grandes para electricidad  
Partes de casco de barco  
Maquinaria grande para construcción

**Mediano**  
 $300 \leq L < 500 \text{ mm}$  { Partes de automóvil  
Ejes, cajones para electricidad  
Componentes y partes para cocina y de uso domestico  
Herramienta metálica para construcción

**Pequeño**  
 $30 < L < 300 \text{ mm}$  { Partes de automóvil  
Partes relacionadas con electricidad  
Vajillas, trastes y recipientes  
Otros utensilios metálicos

**Micro**  
 $L \leq 30 \text{ mm}$  { Cámara, reloj, aparato de medición  
Partes para equipos de precisión  
Partes de precisión para electrónica  
Otros utensilios pequeños de metal

## **b) Clasificación del trabajo por el espesor y forma de material**

Se clasifica por el espesor de la lamina y slub.

### **[Lámina]**

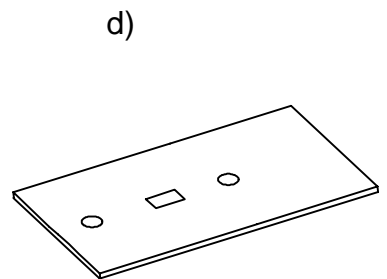
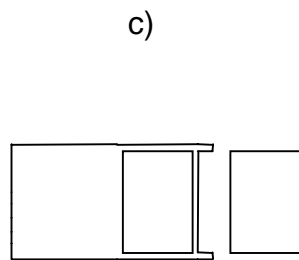
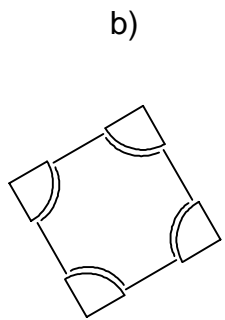
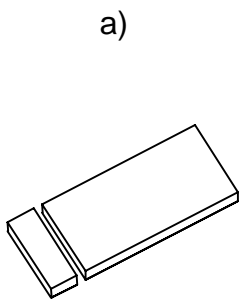
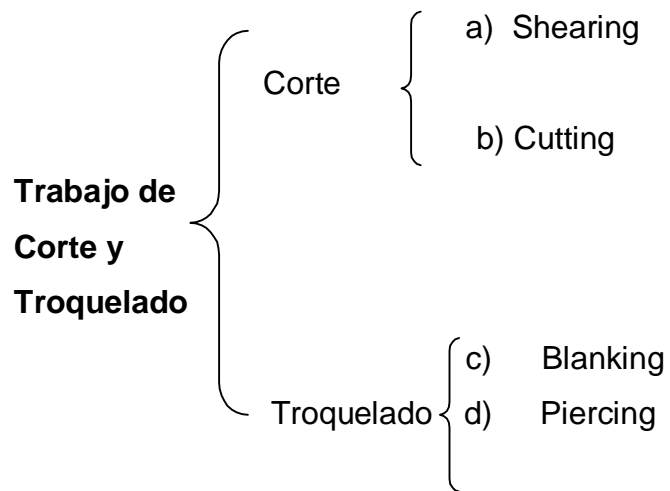
Igual o menor que 0.2mm de espesor:	super delgada [Trabajo de prensa de precisión]
0.2-3 mm de espesor	material de hoja [estampado de metal]
Igual o mayor que 3mm	Lamina gruesa (material de placa) [Trabajo de prensa de placa/"placa press"]

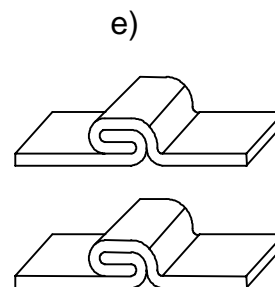
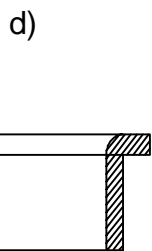
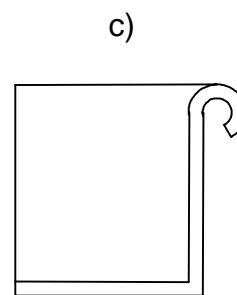
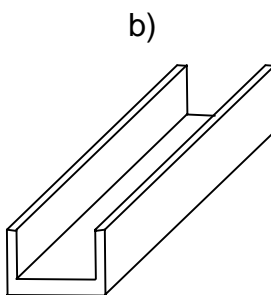
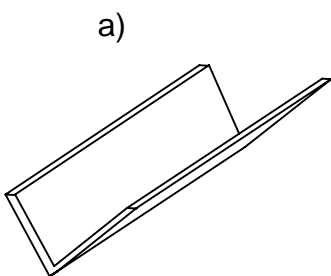
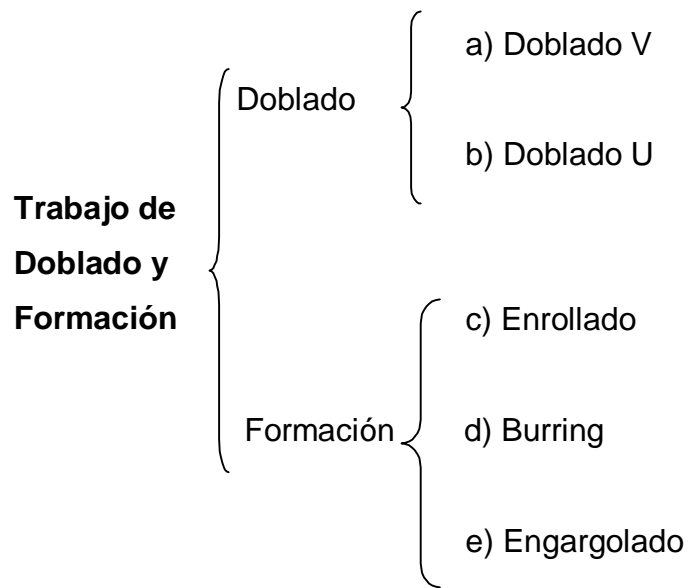
### **[Material slub (incluyendo lámina gruesa)]**

[Trabajo de compresión, forja fría]

## **1.5 Tipo de Trabajo de Prensa**

Hay muchos tipos de trabajo de prensa y su proceso, así como su forma de hacerlo son complicados. Como regla general, se agrupan en uno los trabajos similares en cuanto al proceso y método de formación. Se clasifican en cuatro grupos: trabajo de corte y troquelado, trabajo de doblado y formación, trabajo de embutido y expansión (bulging) y trabajo de compresión. A continuación se listan los trabajos más representativos de cada uno de los grupos.





**Trabajo de Embutido y Bulging**

Embutido

a) Drawing

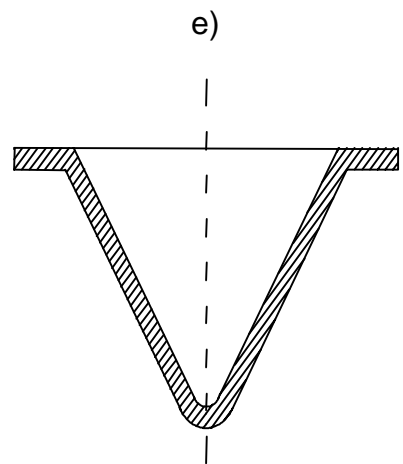
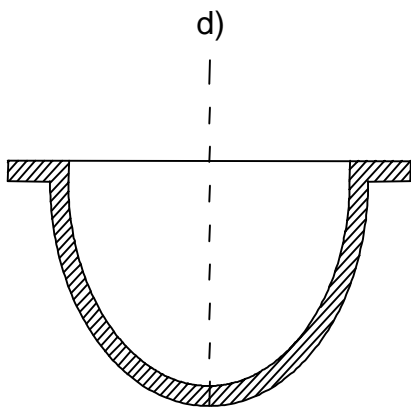
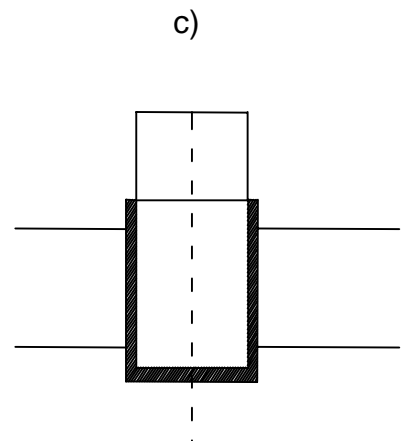
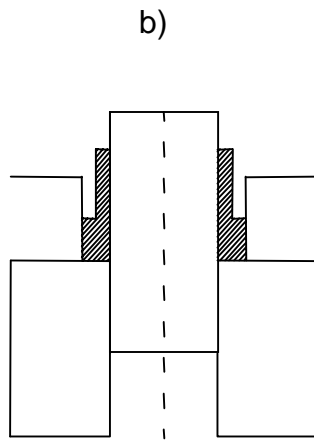
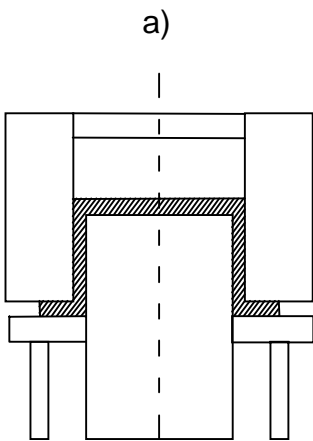
b) Redrawing

c) Ironing

Bulging draw

d) Spheric bulging

e) Conical bulging



**Trabajo  
De  
compresión**

a) Extrusión

- a.1) Front extrusión
- a.2) Back extrusión
- a.3) Complex extrusión

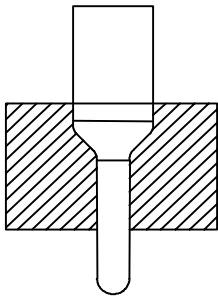
b) Impact extrusión

c) Coining (Acuñado)

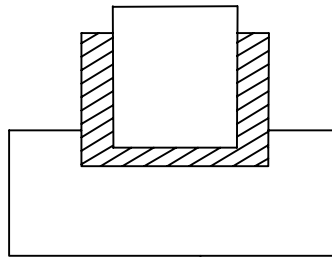
d) Upset

e) Swaging

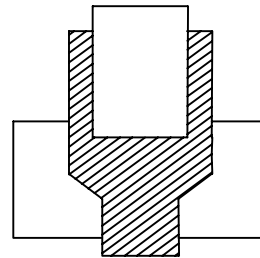
a.1)



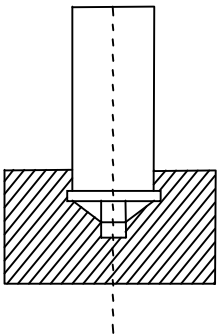
a.2)



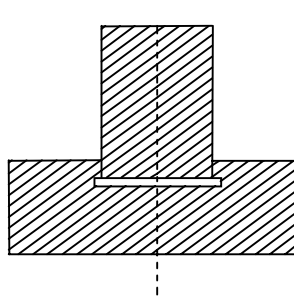
a.3)



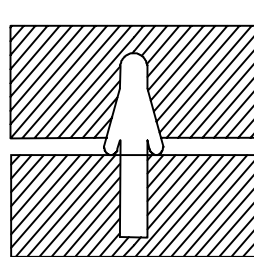
b)



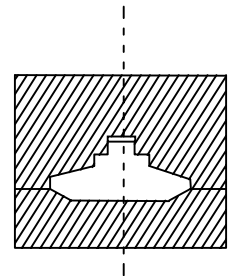
c)



d)



e)



## 1.6 La Energía y Especificaciones de la Máquina

(1) Los tres elementos Físicos del trabajo de Prensa

Tres	{	Fuerza requerida para el trabajo de prensa: $P_w$ [tf]
Elementos		Energía requerida para el trabajo de prensa: $E_w$ [kgf.m]
Físicos		Velocidad de trabajo para la formación : $V_f$ [m/min]

## 1-7 Condiciones y Especificaciones de la Prensa Mecánica

Especificación y	{	Capacidad : $P$ [tf]
condición		Límite de capacidad : $H$ [mm]
requeridas		Longitud de carrera (stroke) : $S_L$ [mm]
para el trabajo		Número de carrera (por minuto) : $n_s$ [spm]

## 1.8 Acciones a tomar con respecto a las prensas que no cuentan con especificaciones

### [Capacidad]

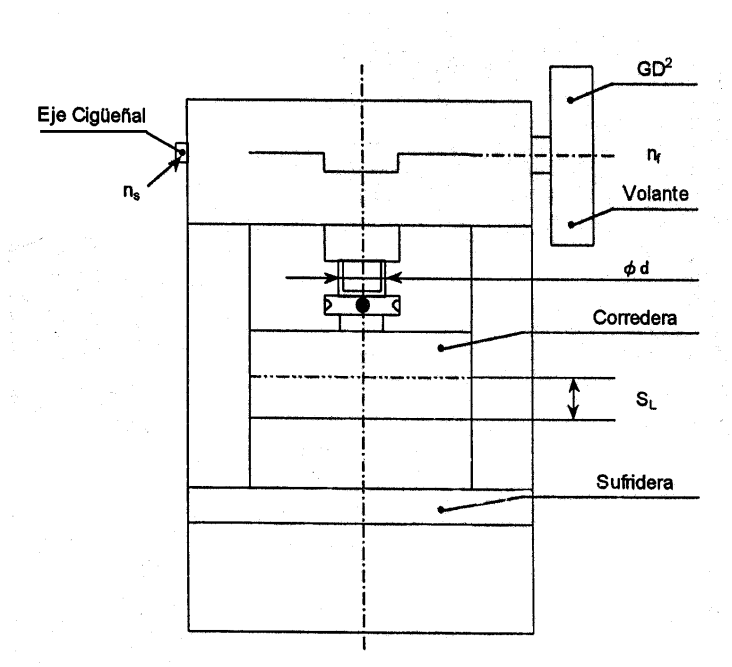
El diámetro del tornillo de ajuste para la platina móvil permite aclarar la resistencia del mismo, lo cual hace estimar la fuerza de presión permitida [tf] (véase el dibujo-5). Se utiliza un verniere para tomar medidas.

### [Posición del límite de capacidad]

Se mide la forma y dimensión del volante con un metro para calcular el valor de inercia  $GD^2$ . Por otro lado se mide el número de revoluciones del volante  $n_2$  y el número de revoluciones del eje cigüeñal  $n_s$ . La primera medida es para calcular la energía total del volante y la otra es para cálculo de número de carrera de la platina móvil, de esta forma se calcula  $S_L$ . Después de esto se calcula la posición del límite de capacidad (H). El número de las revoluciones correspondientes se mide por el tacómetro (n).

### [Elaboración de la gráfica de Presión y Carrera]

Una vez que se determina la especificación de prensa a través de la medida y calculo arriba mencionado, se puede dibujar una gráfica de presión/carrera. Esto permite realizar el trabajo de prensa adecuadamente.



Dibujo 1- 5 Puntos a medir de la prensa



Tal como se muestra en el dibujo 1-5, lista todos los parámetros para medir en la máquina físicamente.

- Diámetro del tornillo ( $d$ ) en mm.
- Altura máxima de carrera ( $l_1$ )
- Altura mínima de carrera ( $l_2$ )
- Ancho del volante de inercia ( $b_1$ )
- Diámetro externo del volante de inercia ( $d_1$ )
- Diámetro interior del volante de inercia ( $d_2$ )
- Revoluciones por minuto r.p.m. ( $n$ )
- Número de golpes por minuto de la platina móvil ( $n_s$ )
- Masa del volante de inercia. ( $G$ )

Todos los datos anteriores serán utilizados para la determinación de la capacidad real de la máquina considerando el 80 % de eficiencia y se basa en la teoría de la resistencia de materiales con los que se fabrican los elementos de la prensa, generalmente de acero .

### **1.9 método para la verificación de las especificaciones de la máquina.**

El trabajo de estampado y troquelado se realiza en una máquina denominada prensa, la cual debe satisfacer las condiciones requeridas para el proceso de estampado y troquelado; para lo cual es requisito indispensable conocer las especificaciones de la misma y entender a fondo el funcionamiento de la misma .

A continuación se presenta un método mediante cálculos necesarios para conocer la capacidad de la prensa ( la fuerza máxima que se pueda generar con seguridad en tf.) y la energía de trabajo ( energía válida y máxima que entrega la máquina con seguridad en una carrera de la platina móvil ; Kgf.m) valores que influyen notablemente en el trabajo de estampado y troquelado entre todas las especificaciones de la máquina de prensa .

Como regla general están claramente señalados la fuerza de presión  $P_{tf}$  ( fuerza de presión ) y  $H_{mm}$  ( límite de la capacidad ) posición óptima de generación de la capacidad, actualmente la mayoría de las máquinas que se fabrican con la aplicación de tecnologías modernas, cuentan con estos parámetros señalados en el manual de la máquina y con los cuales se determina la curva de eficiencia de la máquina, no siendo así con las máquinas viejas o usadas por lo que a continuación se presenta el método para realizar la determinación de dichos parámetros y contar con la capacidad de prensa y la energía que proporciona .

### 1.9.1 Determinación de la capacidad de prensa.

Se determina con la medición directa del tornillo de unión entre la biela y la corredera ya que es el elemento más esbelto en la unión de los elementos que transmiten el movimiento y la fuerza en el proceso de estampado y troquelado

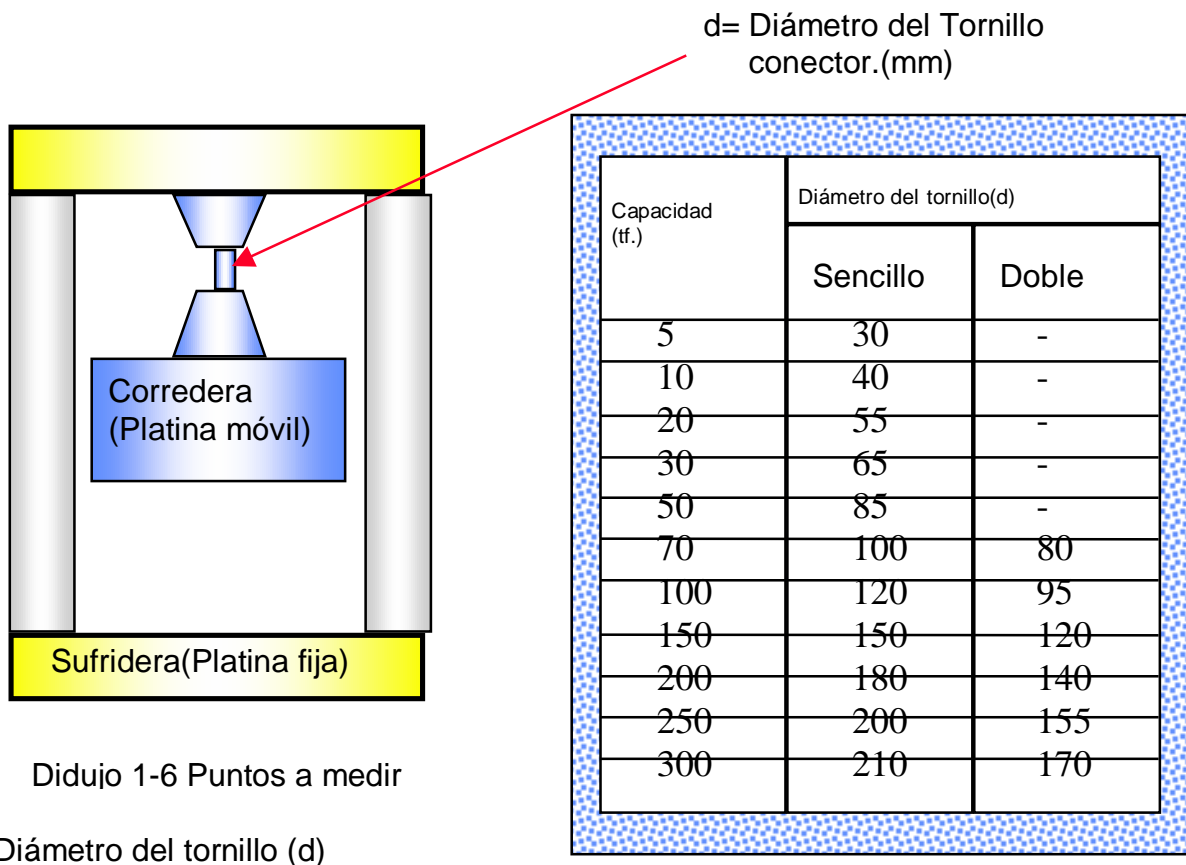
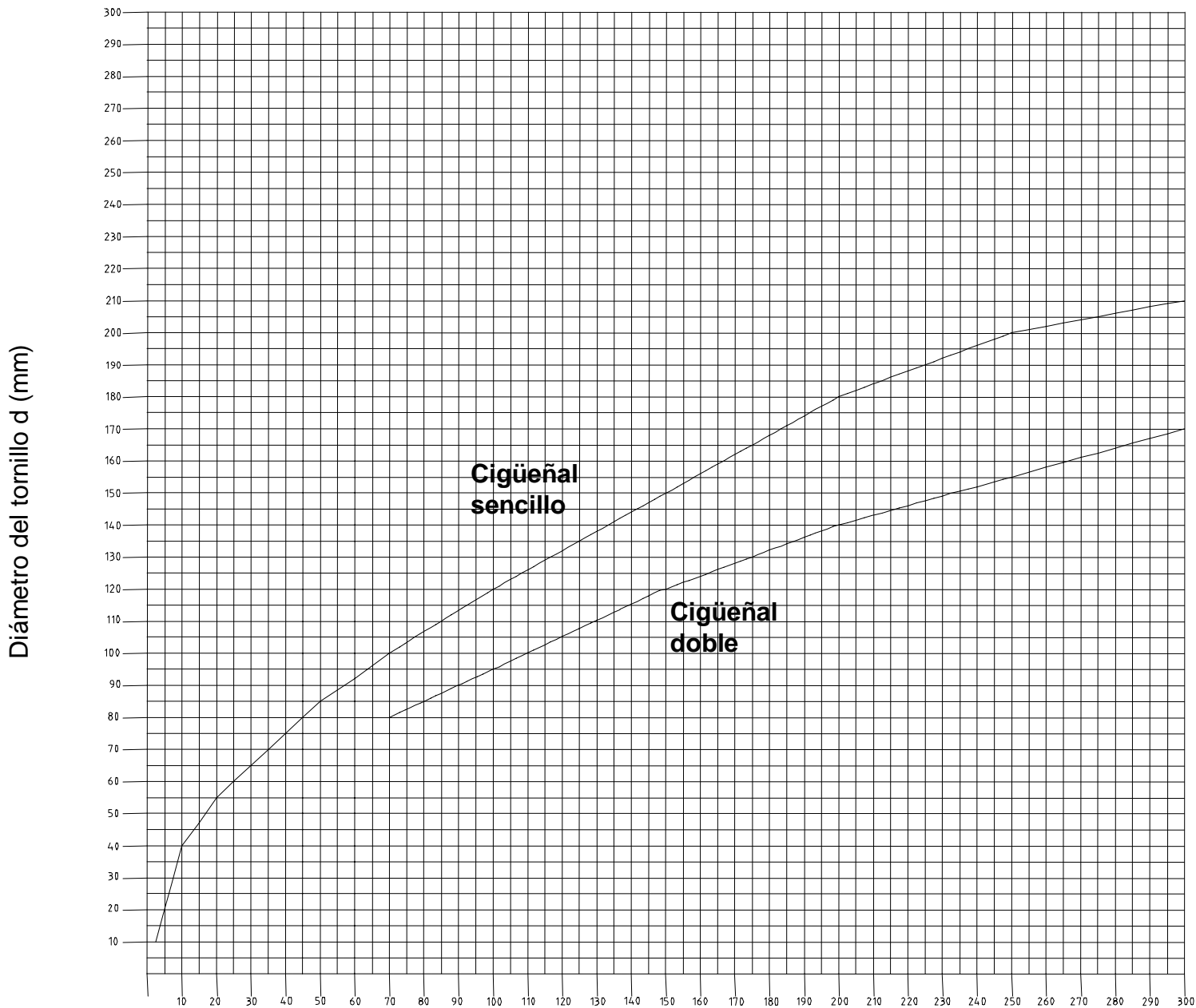


Tabla 1-1 Diámetros de tornillos



Gráfica 1-1 Capacidad de la prensa P ( tf. )

Gráfico para determinar la capacidad de la prensa en función del diámetro del tornillo que une las bielas con la corredera para prensas mecánicas de cigüeñal simple o cigüeñal doble.

### 1.9.2 Cálculo de la energía de la prensa mecánica $E = (\text{kgf.m})$ .

Se determina mediante la medición del volante de inercia que se encuentra accionado directamente por el motor principal y que en función a su masa y velocidad de giro se puede determinar la capacidad de trabajo que entrega la corredera en su punto de aplicación incluyendo el cambio de dirección de la misma ver figura 1-7.

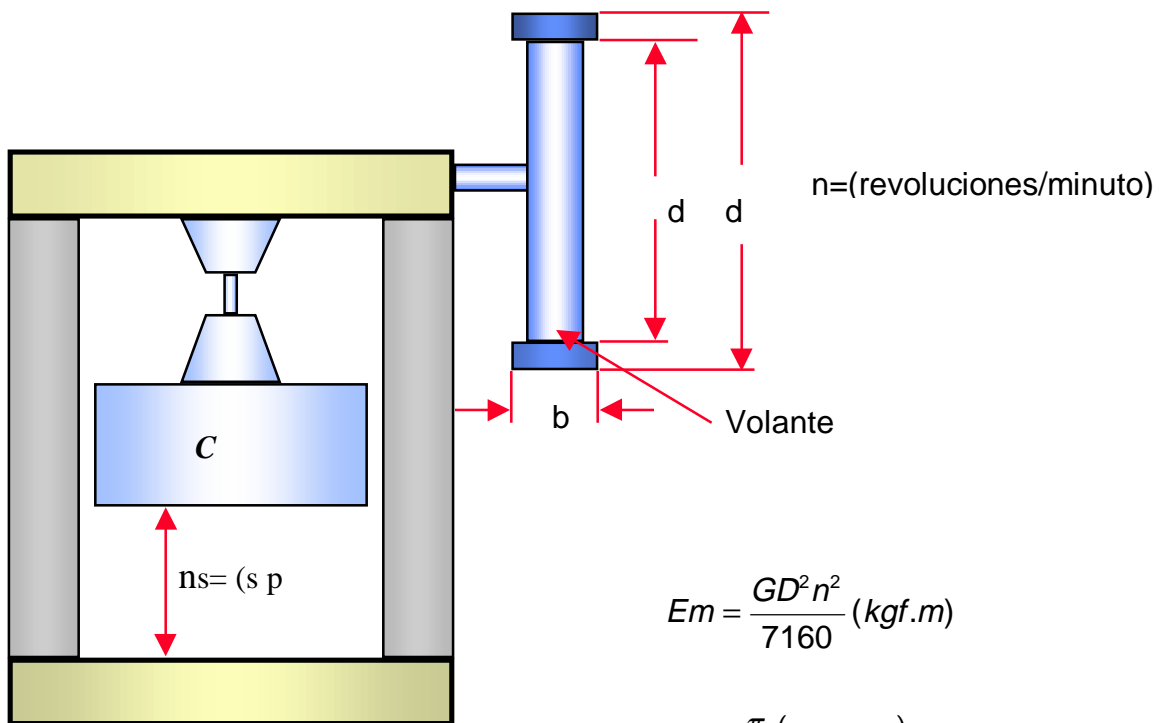


Figura 1-7 Prensa mecánica

Puntos a medir:

Volante.

d1= Diam. exterior (mm)

d2= Diam. interior. (mm)

b = Ancho de ceja (mm)

n = Revoluciones (rpm)

C =Corredera.

ns= Carreras (spm)

Ver tabla 2

G = masa del volante de inercia

$D^2$  = área del volante de inercia

$$Em = \frac{GD^2 n^2}{7160} (\text{kgf.m})$$

$$G = \frac{\pi}{4} (d_1^2 - d_2^2) b \gamma (\text{kgf.})$$

$$D^2 = \frac{(d_1^2 + d_2^2)}{2} (\text{m}^2)$$

$$\gamma = 0.0072 (\text{kgf./cm.}^3)$$

$$E = Em(1 - (1 - \rho)^2) (\text{kgf.m})$$

$\gamma$  = constante de densidad del material para el acero 0.0072 (kgf/cm)<sup>3</sup>

$E_m$  = Energía del volante de inercia

$E$  = Energía de la corredera

$n_s$ (spm)	Valor de $\rho$
< 10	0.25 a 0.18
10 a 20	0.18 a 0.13
20 a 30	0.13 a 0.11
30 a 50	0.11 a 0.09
50 a 100	0.09 a 0.07
100 a 200	0.07 a 0.05
> 300	0.03

Tabal 1-2 Carreras por minuto

$E = PH$

$P = (tf)$

$H = (\text{mm})$

Para

$H \leq 1$  Trabajo de troquelado exclusivamente.

$H$  Toma valores entre 3 y 6 Embutidos o dobléz no profundos.

$H >$  Embutidos profundos.

### 1.9.3 Capacidad del motor (kw)

$$N = \frac{En_s}{6120\eta} (\text{kw})$$

N = Potencia del motor (kw)

E = Energía requerida (kgf.m)

$\eta$  = Eficiencia <1

6120 = Constante.

$N_s$  = carreras (s.p.m.)

### 1.10 Prensa Hidráulica

P= Capacidad (tf.)

$$P = \frac{102N}{v} \eta (\text{tf})$$

Puntos a medir:

N= Capacidad del motor. (kw)

v= Velocidad de la corredera (mm/s)

### 1.11 Los 3 factores de importancia en el trabajo de prensa

Existen tres elementos dinámicos básicos en el trabajo de prensa estos en conjunto son una condición vital del cual se divide el éxito o el fracaso en el proceso de troquelado y estampado .

A continuación se presentan estos elementos dinámicos .

#### Elementos dinámicos

Fuerza requerida para el trabajo (tf)

Energía requerida para el trabajo (Kgf. m)

Velocidad de formación del trabajo  $V_f$  (m/min)

Estos tres elementos nos sirven para determinar las especificaciones de la máquina de prensa mediante las siguientes expresiones .

### **Especificaciones de las prensa**

Capacidad de presión P (tf)

Posición de generación de la energía E (mm)

Energía valida E = P H (Kgf. m)

Longitud de la carrera SL (mm. ) = 2r ; r = radio del cigüeñal .

Número de carreras por minuto n (spm. )

Velocidad de bajada de la corredera v , V .

$$V = \frac{\pi n_s S}{30} \sqrt{\frac{2r}{S} - 1} (\text{mm/s})$$

$$V = \frac{6v}{100} (\text{m/s})$$

En este capítulo se explica acerca de los tres elementos dinámicos a partir de las características de la prensa mecánica de cigüeñal.

#### **1.12 Velocidad de formado en el trabajo de prensa**

La tabla 1-3 muestra las velocidades límite de formado y procesado de varios materiales utilizados en el proceso de estampado los cuales deberán ser utilizados como guía para comparar con la velocidad que se obtiene de la máquina de prensa, el cual es uno de los factores determinantes de la calidad con que se fabrican las piezas .








Acero inoxidable		12						
Aleaciones de aluminio		14						
Acero maleable		25						
Cobre y zinc						45		
Aluminio puro (99.9%9)						52		
Latón						60		
Corte								∞
Velocidad de formado	10	20	30	40	50	60	70	80

Tabla1-3 Velocidad de formado (m/min)

### 1.13 Velocidad del mecanismo de la Corredera.

$$v = \frac{\pi n_s S}{30} \sqrt{\frac{2r}{S} - 1} (\text{mm/s})$$

$$v = \frac{6v}{100} (\text{m/min})$$

n: Carreras por minuto (spm)

s: Distancia de la carrera desde el punto muerto inferior (mm)

r: Radio del cigüeñal (mm)



### 1.14 Fuerza del mecanismo del Cigüeñal.

La fuerza de mecanismo del cigüeñal es variable desde el punto muerto superior (p.m.s.) hasta alcanzar un máximo en el punto muerto inferior (p.m.i.) y la cual se aprovecha desde el punto situado a la mitad de la carrera total de la corredera (SL ). Ver figura 1-8.

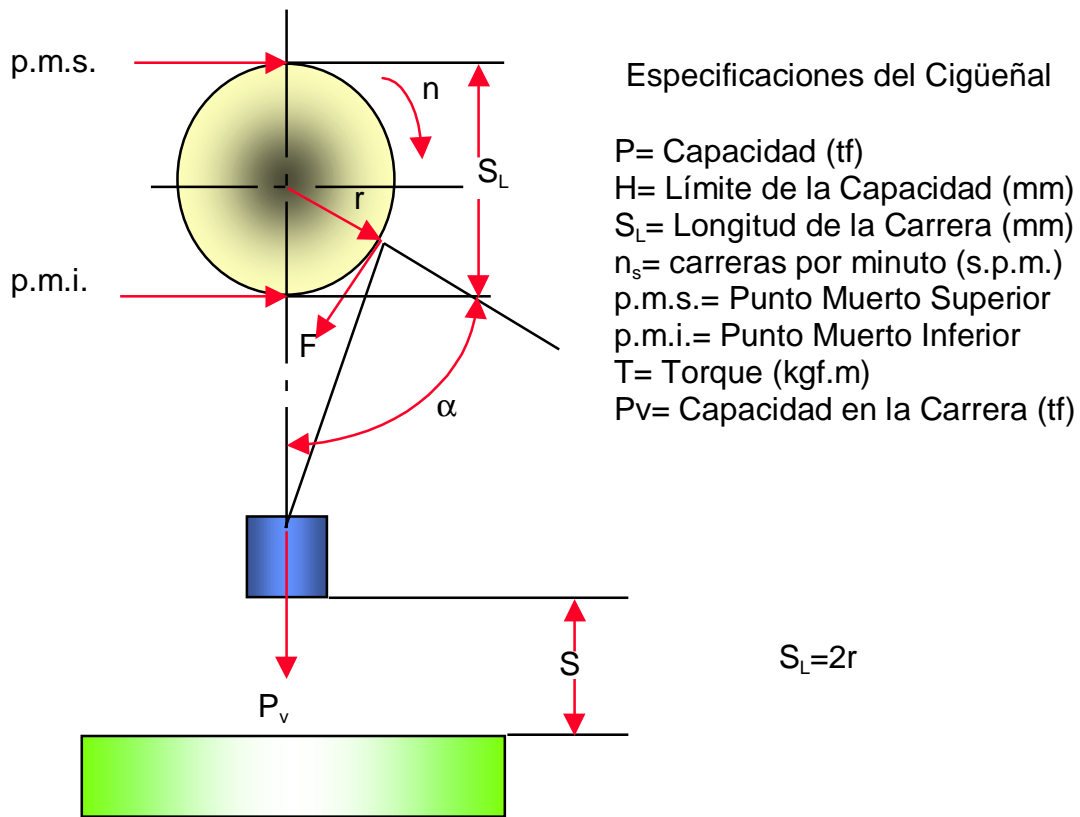


Figura 1-8 Mecanismo del cigüeñal

### 1.15 Torque en la flecha del Cigüeñal.

$$T = PH \sqrt{\frac{2r}{H} - 1}$$

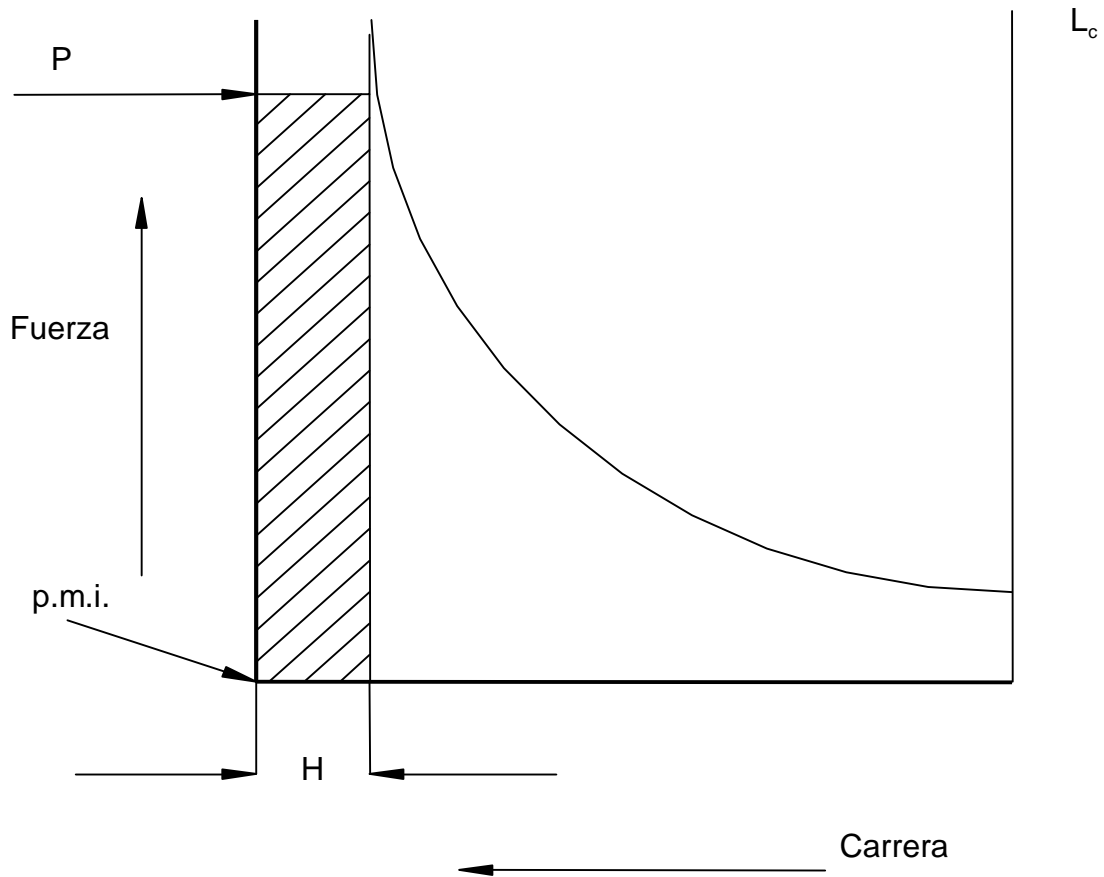
### 1.16 Fuerza de presión de la carrera

$$P_v = \frac{T}{S \sqrt{\frac{2r}{S} - 1}}$$

S = Posición de la corredera antes del p.m.i.

### 1.17 Energía en la Prensa de Cigüeñal

El dibujo 1-9 representa la energía suministrada por la prensa, que utiliza para sobreponer la energía que requiere en el procesado de partes estampadas



Dibujo 1-9 Energía requerida por la prensa.

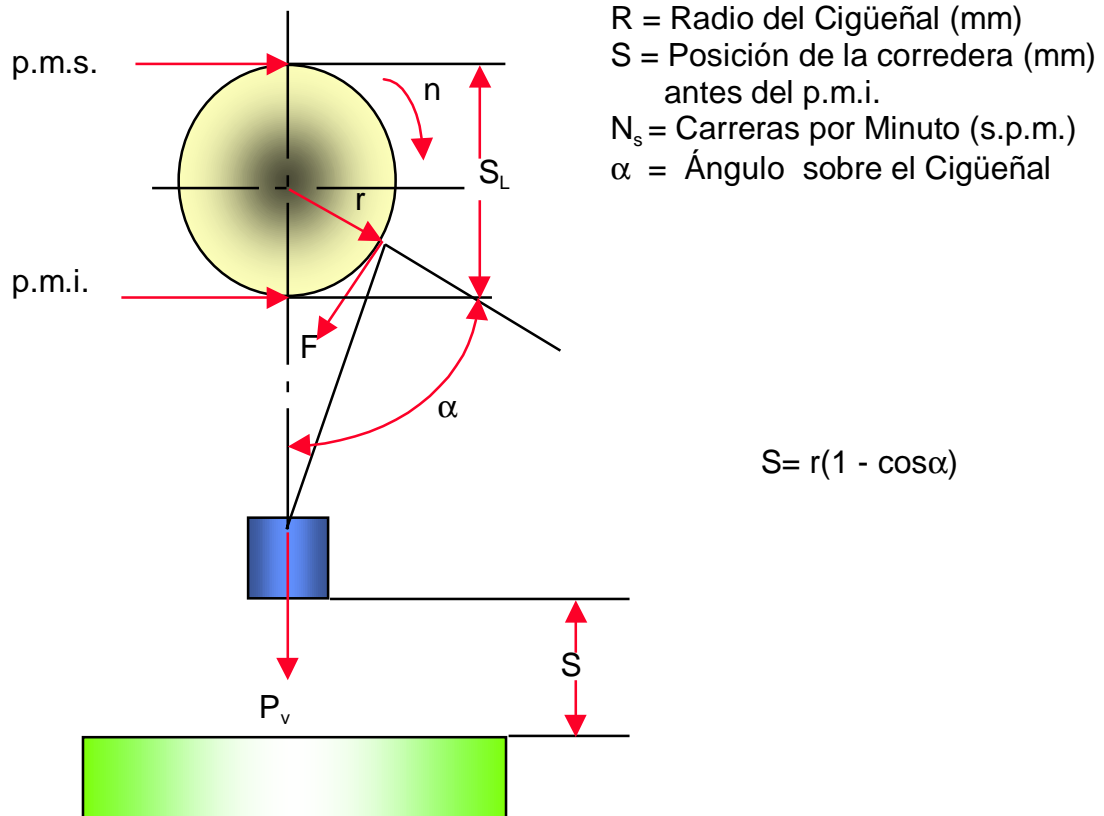
### 1.18 Potencia del motor

$$N = \frac{E n_s}{6120 \eta}$$

N = Potencia del motor

$\eta$  = Eficiencia < 1

$n_s$  = Carreras por minuto (s.p.m.)



Dibujo 1-10 Capacidad del límite de la prensa

Mediante la aplicación de esta expresión se puede determinar el punto y el ángulo del cigüeñal donde se aplica la capacidad límite de la prensa igualando esta con el valor de H . Ver figura 1-10.

$$S = H$$

por lo tanto :

$$\text{el } \cos \alpha = 1 - H/r$$

**1.19 Tabla para obtener la capacidad real de una prensa mecánica, cuando se haya cambiado el diámetro del tornillo.**

Cuando el diámetro del tornillo se haya modificado, es necesario tomar otras medidas para poder obtener la capacidad real de la prensa, en este caso se mide el diámetro de la flecha del muñón.

Es importante recalcar que estos valores son válidos siempre y cuando solamente se haya modificado el diámetro del tornillo, en caso contrario será necesario realizar otros cálculos.

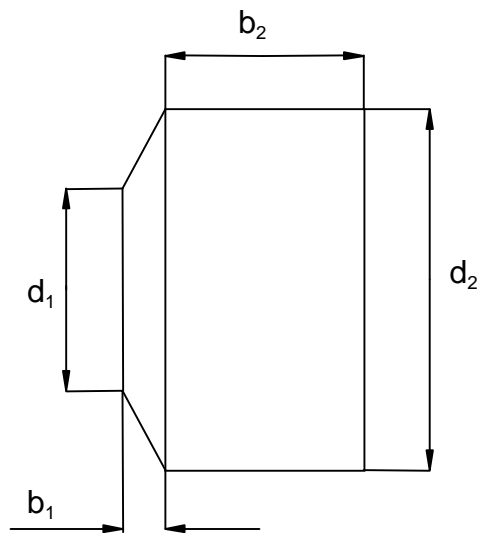
P = Capacidad real de la prensa mecánica (tf).

d = Diámetro flecha de muñón (mm)

P(tf)	10	20	30	40	50	75	100	150
d(mm)	50	70	85	100	110	130	150	190

**Ejemplo**

Se toman los datos físicamente de las características necesarias para el cálculo de la capacidad real de la máquina ver figura 1-11.



diámetro del tornillo  
 $d = 110 \text{ mm}$ .  
 $n = 1460 \text{ r.p.m.}$   
 $S_1 = 115 \text{ mm}$   
 $b_2 = 160 \text{ mm}$   
 $b_1 = 40 \text{ mm}$   
 $d_1 = 150 \text{ mm}$   
 $d_2 = 440 \text{ mm}$   
 $d_{1e} = 295 \text{ mm}$   
 $\gamma = 0.0072 \text{ (kgf/cm)}^3$   
 $P = 90 \text{ tf}$  (ver tabla 1-1)

Dibujo 1-11 Volante de inercia

$$G_1 = \frac{\pi}{4}(d_{1e})^2 b_1 \gamma \text{ (kgf)}$$

$$G_1 = \frac{\pi}{4}(29.5)^2 \times 4 \times 0.0072 \text{ (kgf)}$$

$$G_1 = 19.68 \text{ (kgf)}$$

$$G_2 = \frac{\pi}{4}(d_2)^2 b_2 \gamma \text{ (kgf)}$$

$$G_2 = \frac{\pi}{4}(44.0)^2 \times 16 \times 0.0072 \text{ (kgf)}$$

$$G_2 = 175 \text{ (kgf)}$$

$$D_1^2 = \frac{(d_1)^2}{2} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$D_1^2 = \frac{(0.295)^2}{2} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$D_1^2 = 0.04351 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$D_2^2 = \frac{(d_2)^2}{2} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$D_2^2 = \frac{(0.44)^2}{2} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$D_2^2 = 0.09680 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$D_1^2 G_1^2 = 19.68 \times 0.04351 = 0.85628 \text{kgf.m}$$

$$D_2^2 G_2^2 = 175 \times 0.09680 = 16.94 \text{kgf.m}$$

$$D^2 G = D_1^2 G_1 + D_2^2 G_2$$

$$D^2 G = 16.94 + 0.8562 = 17.79 \text{kgf.m}$$

$$E_m = \frac{GD^2 n^2}{7160} \text{ (kgf.m)}$$

$$E_m = \frac{17.79(1460)^2}{7160} = 5296.25 \text{ (kgf.m)}$$

$$E = E_m [1 - (1 - \rho)]^2 \text{ (kgf.m)}$$

$$E = 5296.25 \times [1 - (1 - 0.088)]^2 = 879 \text{ (kgf.m)}$$

$$E = PH$$

$$E = \frac{E}{P} = \frac{879}{90} = 9.77 \text{ mm}$$

## **Capítulo 2**

### **Cálculo de especificaciones técnicas para prensa de corte y punzanado.**

El proceso de troquelado y estampado se clasifica a grandes rasgos en cuatro grupos punzonado y corte, el doblado y formado, el embutido y conchado y el trabajo por compresión cada uno de estos grupos se deben considerar independientes por las características intrínsecas de su proceso.

Desde el capítulo 2 hasta el 7 se presentan los procedimientos para determinar las características de cada proceso y poder elaborar un plan de trabajo en la máquina de prensa particularmente en los requerimientos de fuerza y energía necesarias para el trabajo en cada rubro, además de considerar los límites de formación del material y el diseño del proceso correspondiente.

Todo lo que se presenta a continuación es la base principal para determinar las condiciones del trabajo de prensa obteniendo los aspectos fundamentales para la estructura del troquel y lo cual se convertirá en la condición apropiada que permita establecer el conocimiento (know how) del trabajo de prensa.

## 2. Trabajo de punzonado y Corte.

### 2.1 Límites de la forma de punzonado.

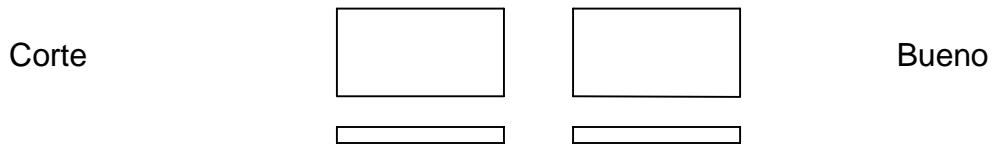


Figura 2-1

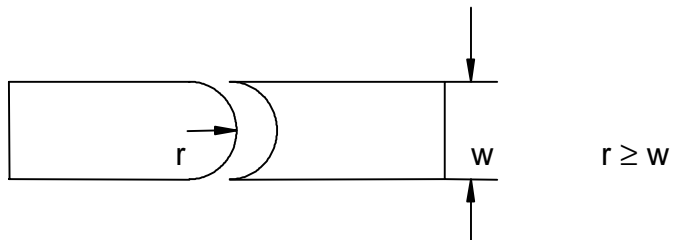


Figura 2-2

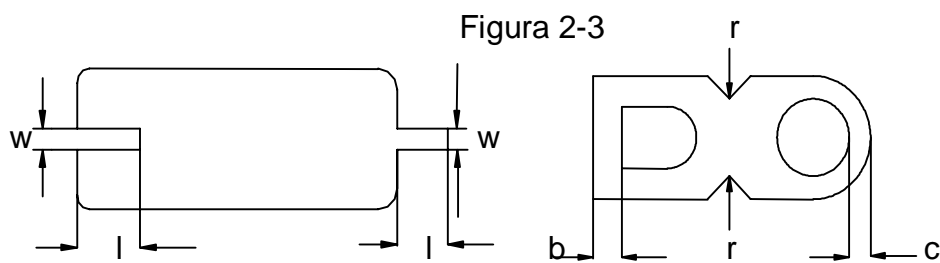
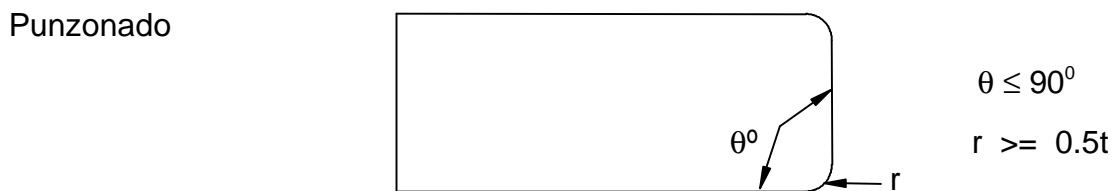


Figura 2-4

$$W \geq 1.5 t$$

$$l \leq 5 w$$

$t$  = Calibre de la lámina (mm)

Figura 2-5

$$r \geq 0.5 t$$

$$b \geq 2 t \text{ (0.8 mínimo)}$$

$$c \geq t \text{ (0.8 mínimo)}$$



## 2.2 Diámetro mínimo del Barreno

La siguiente tabla muestra las dimensiones mínimas en función del espesor de los punzones para perforado de lamina de diferentes materiales .

Material	Punzonado Universal		Punzonado de precisión	
	Barreno Redondo	Barreno Cuadrado	Barreno Redondo	Barreno Cuadrado
Acero > 3%C	1.3t	1.0t	0.5t	0.4t
Acero < 3%C	1.0t	0.7t	0.35t	0.3t
Latón	1.0t	0.7t	0.35t	0.3t
Aluminio	0.8t	0.5t	0.3t	0.29t

Tabla 2-1

## 2.3 Claro entre Matriz y punzón

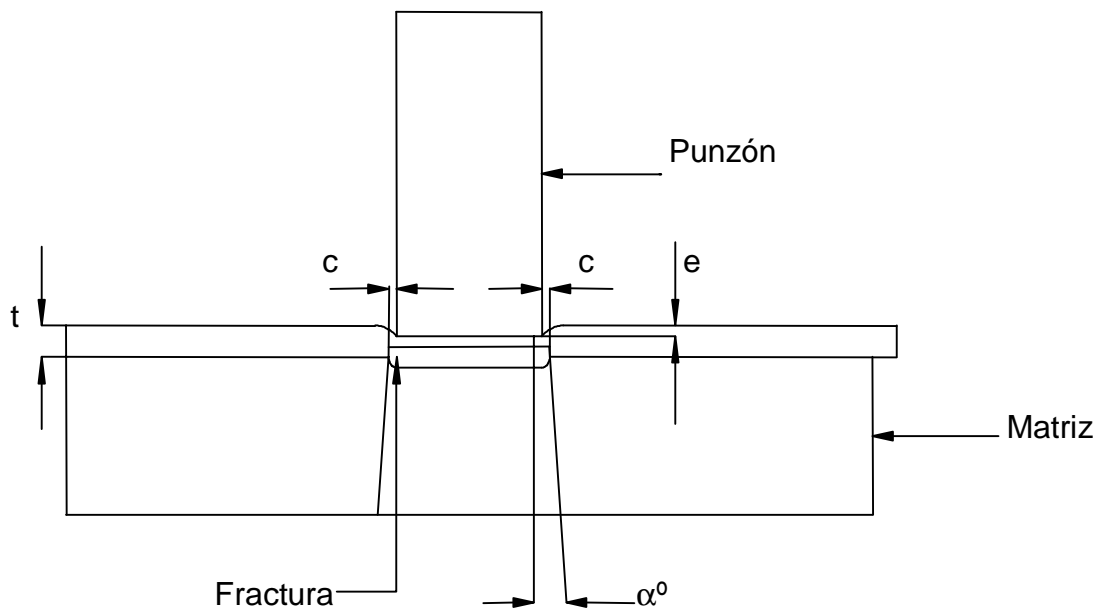


Figura 2-6

$$C = t \left( 1 - \frac{e}{t} \right) \operatorname{tg} \alpha^{\circ}$$

C= Claro (mm)

t= Espesor del material (mm)

e= Deformación plástica(mm)

$\alpha$ =Ángulo de la fractura(grados)(entre  $6^{\circ}$  y  $7^{\circ}$  )

La tabla 2-2 presenta la relación que existe entre la deformación plástica de los materiales y el espesor para ser aplicada en la expresión anterior y poder determinar el claro entre punzones y matriz

Tabla de relación e/t								
t(calibre de la lámina)(mm)	<0.2	0.2	0.5	1	2	3	>3	
e/t	0.60	0.55	0.50	0.40	0.30	0.20	0.15	

Tabla 2-2

## 2.4 Calculo del trabajo de la prensa

### 2.4.1.- Punzonado (Corte, Perforado y Corte de Silueta)

Fuerza requerida para el corte, ver figura 2-7.

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot \tau}{1000} \text{ ( tf.)}$$

$P_s$  = Fuerza requerida en Corte (tf)

l = Perímetro de la Silueta (mm)

t = Espesor del Material (mm)

$\tau$  = Resistencia al Corte (kgf./mm<sup>2</sup>)

$\tau = 0.8 \sigma_B$  ( $\sigma_B$  = esfuerzo normal de tensión)

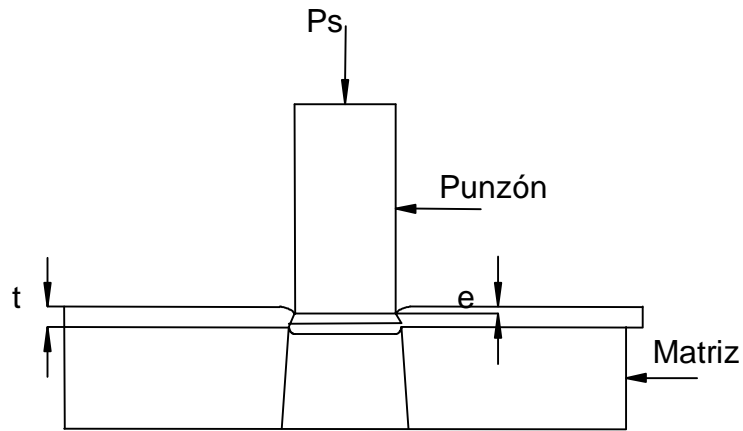


Figura 2-7

Con el cálculo de la fuerza requerida para perforar una lámina se puede obtener la cantidad de energía que se requiere para este tipo de trabajo y sobreponiendo este gráfico de eficiencia de una prensa (Figura 2-11). Se determina si esta cae por debajo de la misma si el trabajo es posible realizarlo en forma adecuada lo que nos dará un producto con la calidad controlada y sin el riesgo de provocar algún accidente o dañar la máquina.

#### 2.4.2 Energía requerida para corte

Ver figura 2-8.

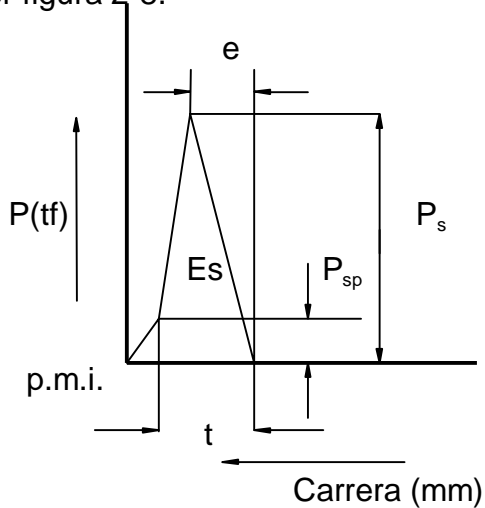


Figura 2-8

$$E_s = P_s \cdot t \cdot f_p \text{ (kgf.m)}$$

$E_s$  = Energía de corte (kgf.m)

$t$  = Espesor del calibre de la lámina (mm).

$f_p$  = Radio de penetración  $(1 - e/t)$  de 0.5 a 0.7

Fuerza de botado.

$$P_{sp} = (2.5 \mid t)/1000 \text{ (tf)}$$

Energía de botado.

$$E_{sp} = P_{sp} \cdot t \text{ (kgf. m)}$$

Ejemplo

Puntos a medir:

Volante.

$$d_1 = 547 \text{ (mm)}$$

$$d_2 = 447 \text{ (mm)}$$

$$b = 101 \text{ (mm)}$$

$$n = 227 \text{ (rpm)}$$

$$n_s = 65 \text{ (spm)}$$

$$d = 52.4$$

$$P = \text{de tabla 1, } P = 15 \text{ tf.}$$

$$S_1 = 72 \text{ (mm.)}$$

$$n = (\text{revoluciones/minuto})$$

$$\gamma = 0.0072 \text{ (kgf./cm)}^3$$

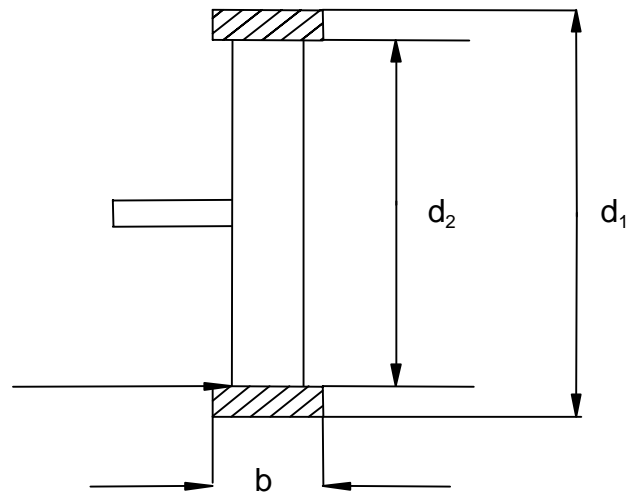


Figura 2-9

$$G = \frac{\pi}{4} (d_1^2 - d_2^2) \cdot b \cdot \gamma \text{ (kgf)}$$

$$G = \frac{\pi}{4} (54.7^2 - 44.7^2) 10.1 \cdot 0.0072 \text{ (kgf)}$$

$$G = 56.77 \text{ kgf.}$$

$$D^2 = \frac{(d_1^2 + d_2^2)}{2} (m^2)$$

$$D^2 = \frac{(0.547^2 + 0.447^2)}{2} (m^2)$$

$$D^2 = 0.2495 \text{ m}^2$$

$$Em = \frac{GD^2 n^2}{7160} (\text{kgf.m})$$

$$Em = \frac{56.77(0.2495)227^2}{7160} (\text{kgf.m.})$$

$$Em = 101.90 (\text{kgf.m})$$

$$E = Em (1 - (1-\rho)^2) (\text{kgf.m})$$

$$E = 101.90(1 - (1-0.08)^2) (\text{kgf.m})$$

$$E = 15.65 \text{ kgf.m}$$

$$H = \frac{E}{P} = \frac{15.65}{15} \cong 1 \text{ mm}$$

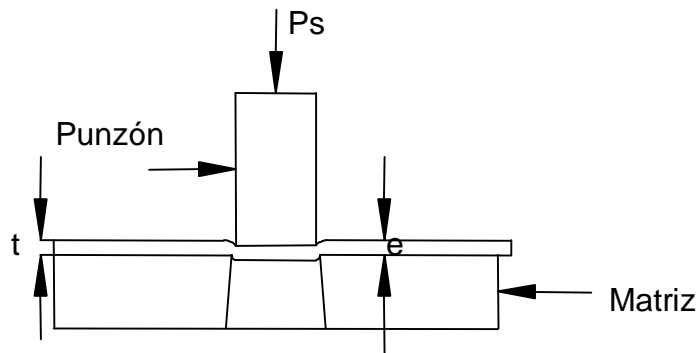


Figura 2-10

$P_s$  = Fuerza requerida en Corte (tf)

$l = 27$  (mm)

$t = 1.2$  (mm)

$\tau = 32$  (kgf./cm)

$\tau = 0.8 \sigma_B$  ( $\sigma_B$  = esfuerzo normal de tensión)

$nb = 6$  barrenos.

$$P_s = \frac{L t \tau}{1000} (tf)$$

$$P_s = \frac{162 \times 1.2 \times 32}{1000} = 6.22 (tf)$$

El claro entre matriz y punzón

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \operatorname{tg} \alpha \quad C = (1 - 0.45) \operatorname{tg} 6.5^\circ \quad C = 0.075 \text{ mm.}$$

Energía requerida para corte

$$E_s = P_s \cdot t \cdot f_p \text{ (kgf.m)} = 6.22 \cdot 1.2 \cdot 0.62 = 4.62 \text{ kgf.m}$$

$E_s =$  Energía de corte. (kgf.m)

$$t = 1.2 \text{ mm}$$

$$f_p = (1 - 0.38) = 0.62$$

Fuerza de botado

$$P_{sp} = \frac{2.5lt}{1000} \text{ (tf)} \quad P_{sp} = \frac{2.5 \times 162 \times 1.2}{1000} \text{ (tf)} \quad P_{sp} = 0.486 \text{ tf}$$

$$E_{sp} = P_{sp} \cdot t \text{ (kgf.m)} = 0.486 \times 1.2 = 0.583 \text{ kgf.m}$$

Energía de botado

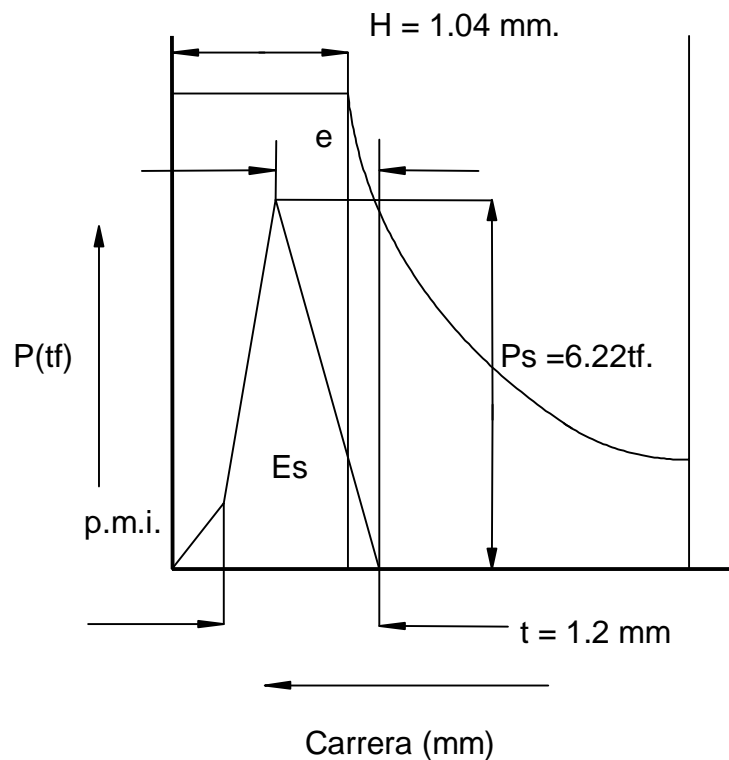


Figura 2-11

Por lo que el proceso se considera se realiza en forma adecuada

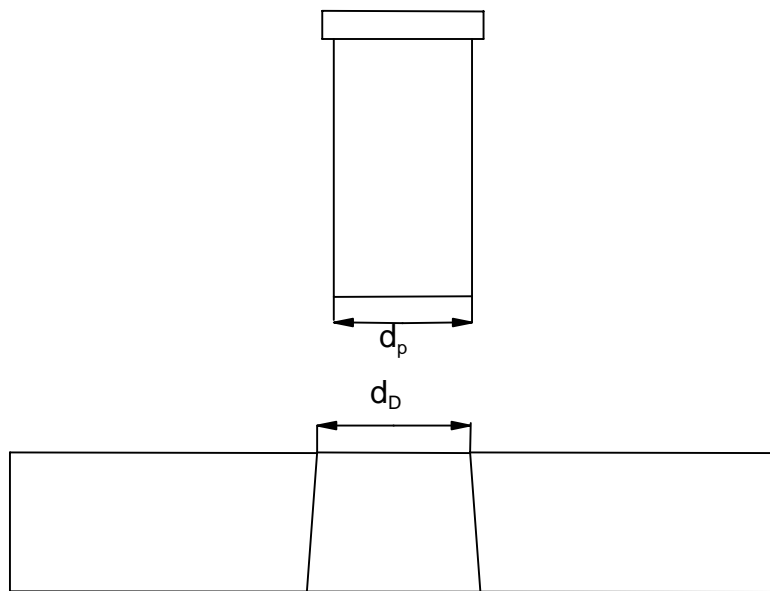


Figura 2-12

Si la medida que se quiere controlar es el diámetro del barreno en 8.6 mm el diámetro del punzón deberá ser igual al diámetro de la medida nominal del barreno, o sea, en este caso .

$$d_p = 8.6 \text{ mm.}$$

y el diámetro de la matriz se verá afectado por el dos veces el claro C.

$$d_D = d_p + 2C = 8.6 + 2(0.075) = \underline{8.75} \text{ mm.}$$

Si la medida que se quiere controlar es el diámetro de la silueta en 8.6 mm, el diámetro de la matriz deberá ser igual al diámetro de la medida nominal de la silueta o sea en este caso .

$$d_D = 8.6 \text{ mm.}$$

y el diámetro del punzón se verá afectado por el dos veces el claro C.

$$D_p = d_D - 2C = 8.6 - 2(0.075) = \underline{8.4} \text{ mm.}$$

## Capítulo 3

### Cálculo de especificaciones técnicas para prensa doble en V y U .

#### 3.1 Doble

##### 3.1.1 Fuerza requerida para el doblado en “V”

Fuerza requerida para doblado en “V”, ver figura 3-1. Para ello necesario determinar la energía que se necesita para realizar el trabajo y el cual se comparará con la curva de energía de la máquina por superposición .

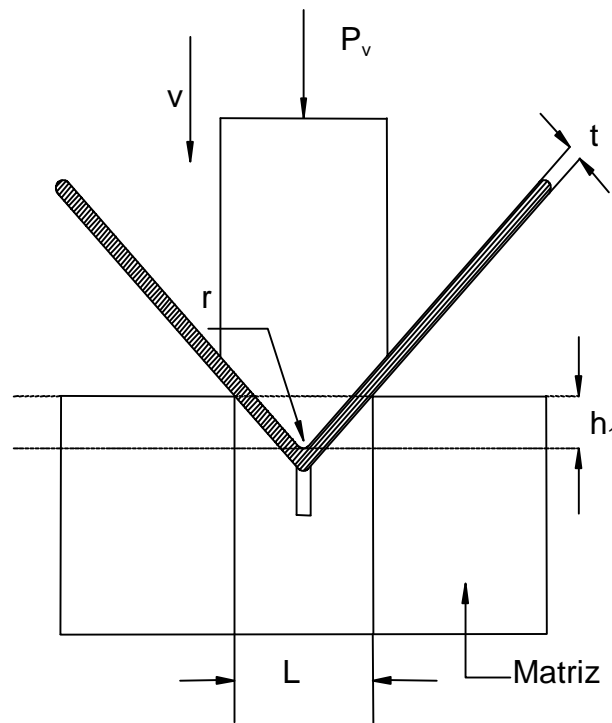
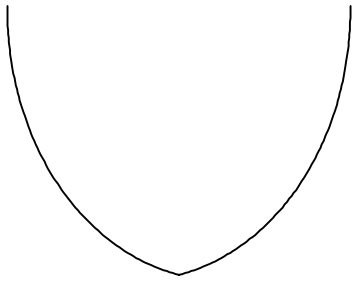


Figura 3-1 Doble en “V”

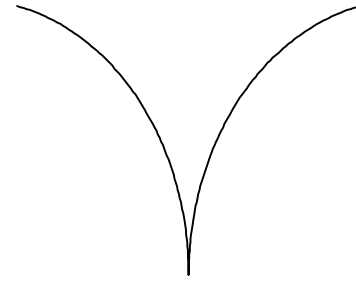


### Efectos causados por la dimensión L



si  $L > 8t$

Figura 3-2



si  $L < 8t$

Figura 3-3

$$P_v = \frac{K_1 \sigma_B W t^2}{1000L}$$

$P_v$  = Fuerza requerida para doblar en v (tf.)

$\sigma_B$  = Esfuerzo normal de tensión. (kgf./mm<sup>2</sup>)

W = Longitud del doblado (mm)

t = Espesor del calibre de la lámina. (mm)

L = Ancho del hombro sobre la matriz en V. (mm)  $L = 8t$

$K_1$  = Coeficiente 1.33 para  $L = 8t$

r = Radio del punzón (mm) cuando  $1 \leq t \leq 5$

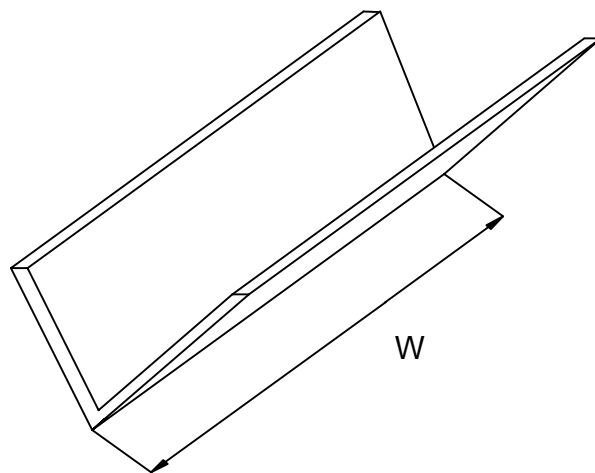


Figura 3-4

### 3.2 Energía requerida para doblar en “V”

La energía se obtiene una gráfica como muestra la figura 3-6, a continuación y que representa la deformación de la lamina y la fuerza que va necesitando en el recorrido del punzón sobre el, material contra la matriz y sobreponiendo la misma sobre la curva de la máquina nos permite definir si el trabajo se realiza adecuadamente o no.

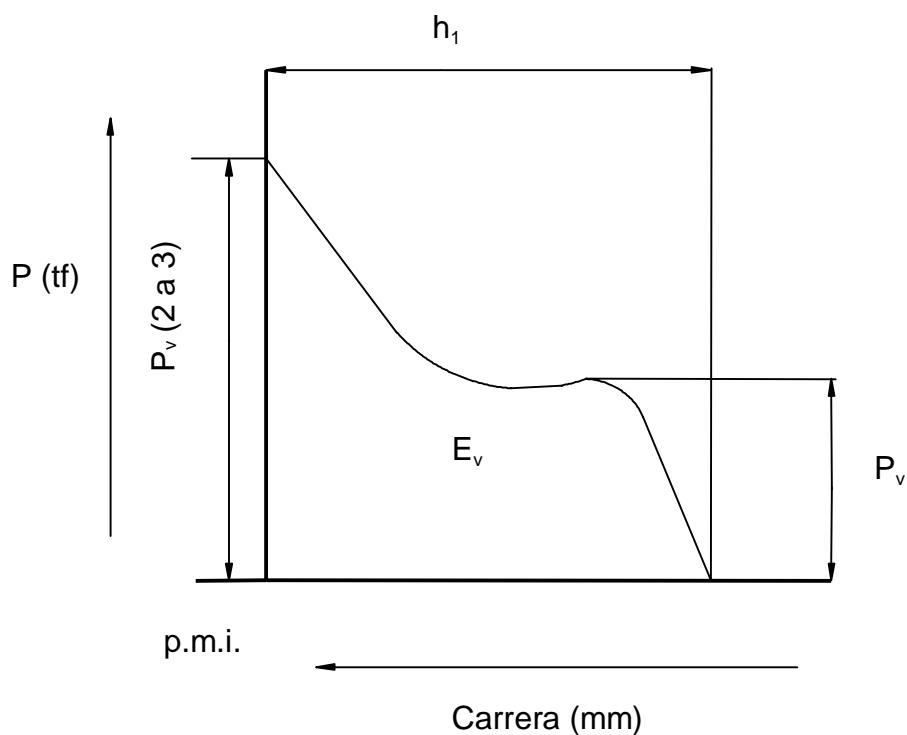


Figura 3-5

$$E_v = P_v h_1 K_2 \text{ (kgf.m)}$$

$E_v$  = Energía requerida para doblar en V (kgf.m)

$h_1$  = Carrera de presión. (mm)

$$h_1 = 0.5 L - 0.35 t - 0.4 r_i \text{ (mm)}$$

$r_i$  = Radio interior de doblar (mm)

$K_2$  = Coeficiente ( de 0.6 a 0.7 )

### 3.3 Fuerza requerida para el doblado en "U".

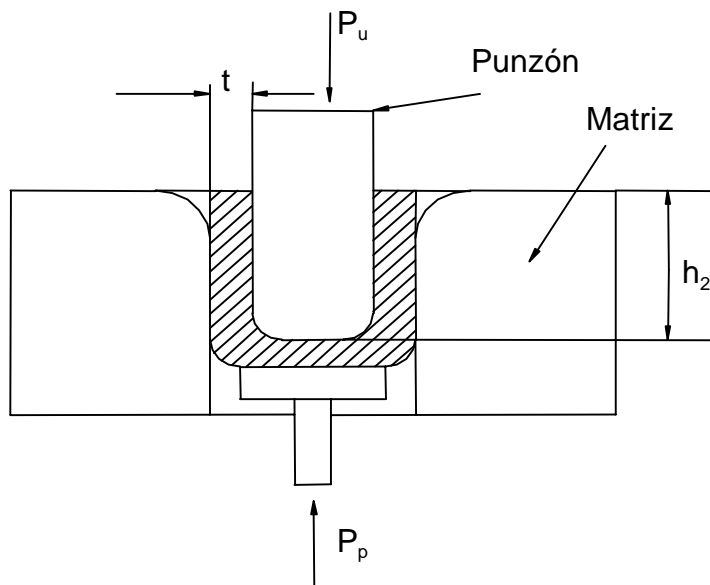


Figura 3-6

$$P_u = \frac{K_3 \sigma_b W t}{1000}$$

$P_u$  = Fuerza requerida para doblado en U (tf.)

$W$  = Longitud del doblado (mm)

$K_3$  = Coeficiente (0.4 a 0.5)

si  $P_p < \frac{P_u}{4}$

spring go

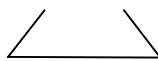


Figura 3-7

si  $P_p > \frac{P_u}{3}$

spring back

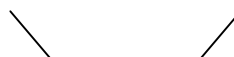


Figura 3-8

### 3.3.1 Fuerza del cojín amortiguador para el proceso de doblez en U.

$$P_p = (1/4 \text{ a } 1/3)P_u$$

$P_p$  = Fuerza requerida para el cojín de amortiguamiento.

Así que la fuerza total para el doblez en U es:

$$P_{ut} = P_u + P_p$$

### 3.4 Energía requerida para el doblez en “U”

La energía requerida para el doblez en u ver figura 3-9, se obtiene un gráfico como el que se muestra a continuación y el cual sobreponiendolo sobre el gráfico de energía que se obtiene de la maquina se define si se tiene la capacidad para obtener productos con la calidad y seguridad requeridos .

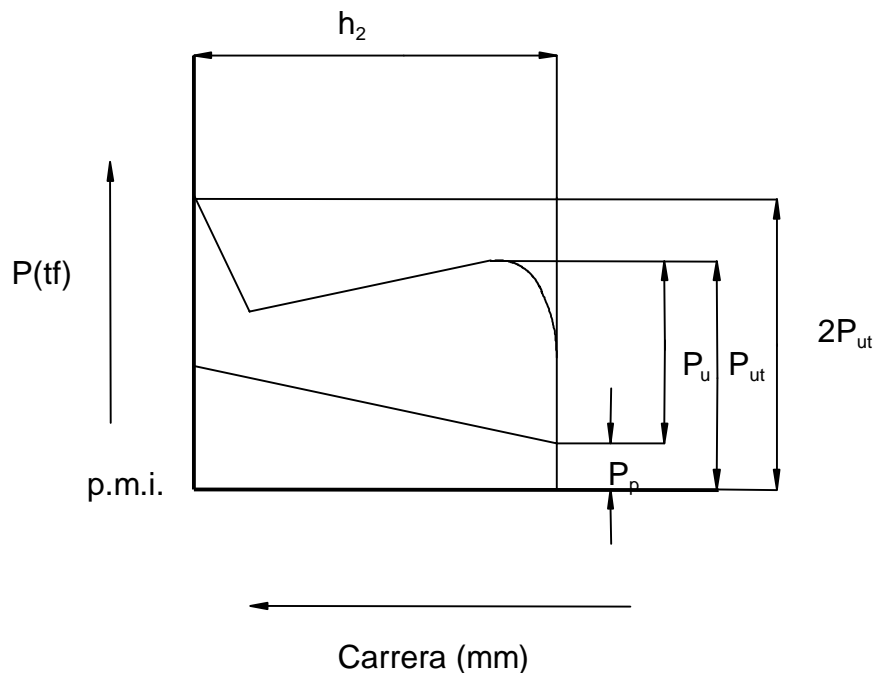


Figura 3-9 Gráfico de energía para doblez en “U”

$$E_u = P_{ut} h_2 C_u \text{ (kgf.m)}$$

$E_u$  = Energía requerida para doblez en U (kgf.m)

$h_2$  = Carrera de trabajo (mm)

$h_2 = (6t \sim 8t)$  (mm)

$C_u$  = Coeficiente de 0.6 a 0.7

## **Capítulo 4**

**Cálculo de especificaciones técnicas para prensa .**

**Embutido cilíndrico y de caja .**

## 4.1.-Embutido

### 4.1.1.- Fuerza requerida para el embutido cilíndrico

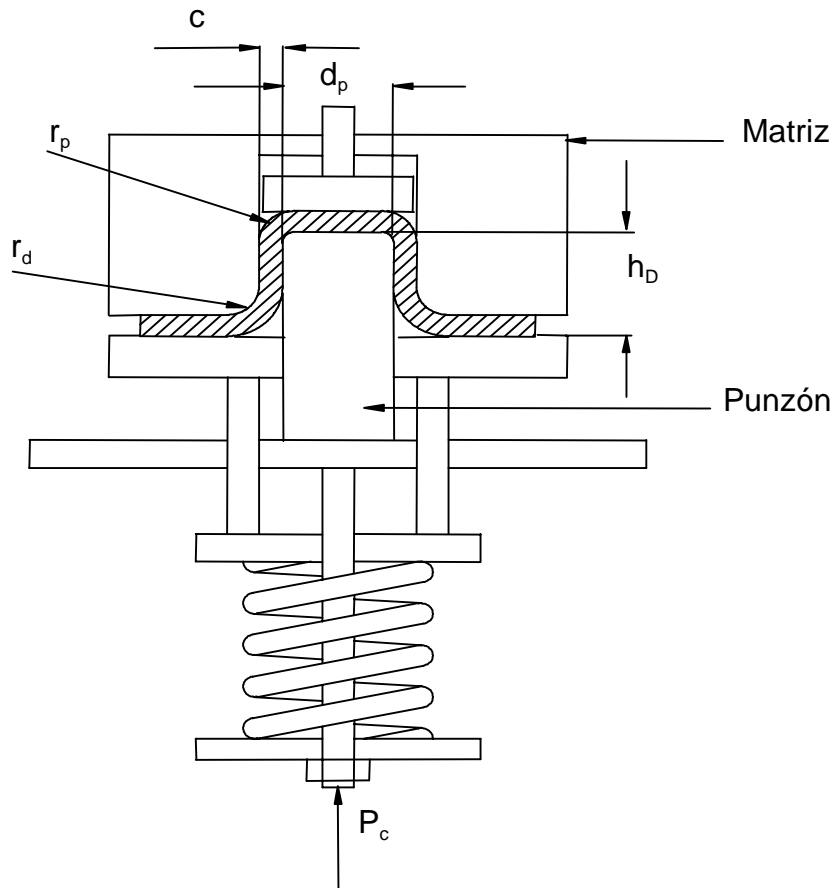


Figura 4-1

$$P_D = \frac{d_p t_B k_D}{1000} (\text{tf})$$

$P_D$  = Fuerza requerida para embutir (tf)

$K_D$  = Coeficiente entre(0.5 a 0.8)

(ver tabla 4-3)

#### 4.1.2 Fuerza requerida para cojín

$$P_c = (1/4 \sim 1/6)P_D \text{ (tf)}$$

Por lo que la fuerza requerida para el embutido es:

$$P_{Dt} = P_D + P_c \text{ (tf)}$$

#### 4.1.3.- Energía necesaria para el embutido

$$E_D = P_{Dt} h_D C_D$$

$E_D$  = Energía requerida para el embutido.

$h_D$  = Carrera de la prensa (mm)

$C_D$  = Coeficiente 0.6 a 0.8

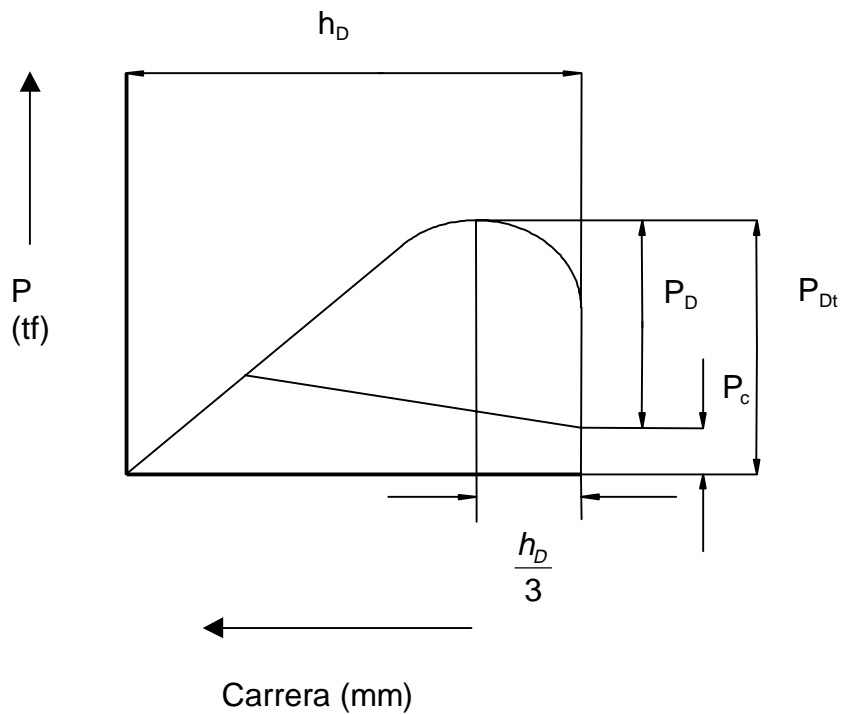


Figura 4-2 Gráfico de fuerza para el cojín

## 4.2 Claro entre punzón y matriz

En el embutido factor de suma importancia para obtener un desplazamiento del material sin modificar substancialmente su espesor a la vez que permitirá el flujo y acomodo de la estructura del grano sin llegar al límite de elasticidad que ocasione fracturas o arrugas en el material .

$$C_1 = t - \sqrt{\frac{D_B}{d_1}}$$

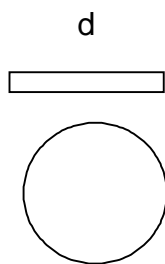
$$C_2 = t \sqrt{\frac{d_1}{d_2}}$$

$$C_2 = t \sqrt{\frac{d_2}{d_3}}$$

$$C_n = \sqrt{\frac{d(n-1)}{dn}}$$

## 4.3 Areas parciales para el cálculo del diámetro

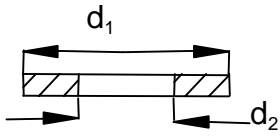
Areas parciales para calculo del diámetro de la silueta, ver de la figura 4-3 a 4-13 en el troquelado este método utiliza la separación parcial de un embutido en todas las secciones que se parezcan a las representadas y la suma de todas las áreas nos dará el área de la silueta requerida para el embutido recordando que todas las dimensiones se toman sobre el plano del eje neutro.



$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

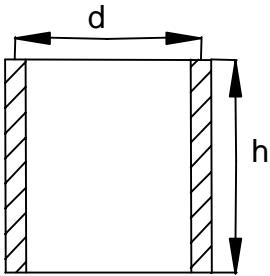
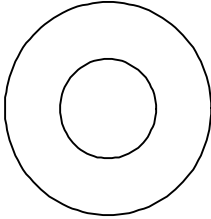
Figura 4-3





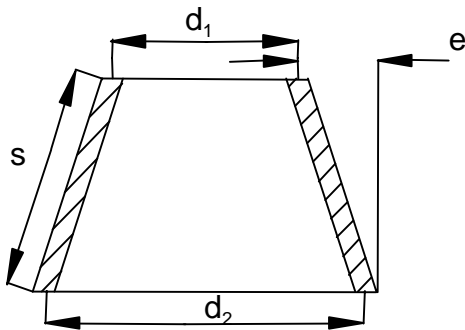
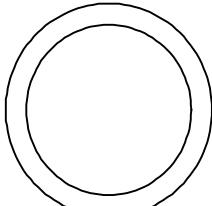
$$A = \frac{\pi(d_1^2 - d_2^2)}{4}$$

Figura 4-4



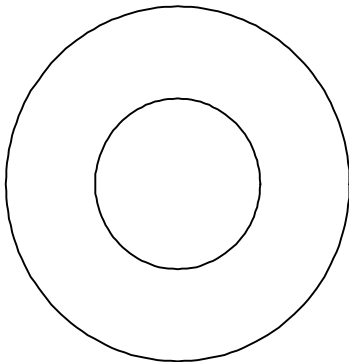
$$A = \pi d h$$

Figura 4-5

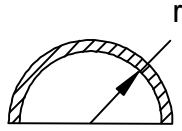


$$A = \pi s \frac{(d_1 + d_2)}{2}$$

Figura 4-6

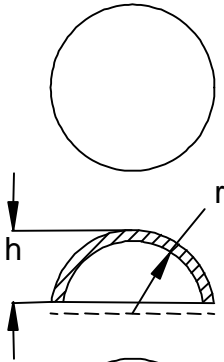


$$S = \sqrt{h^2 + e^2}$$



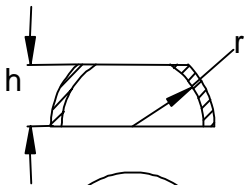
$$A = 2\pi r^2$$

Figura 4-7



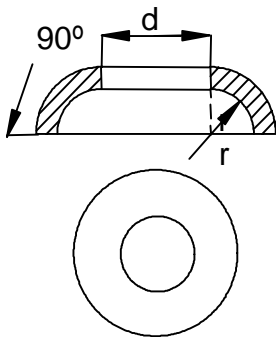
$$A = 2\pi r h$$

Figura 4-8



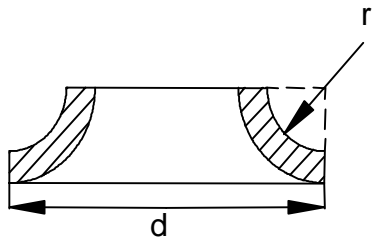
$$A = 2\pi r h$$

Figura 4-9



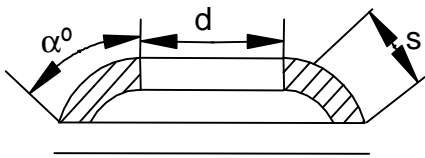
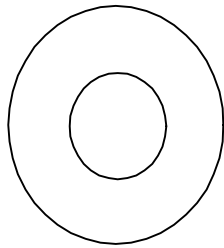
$$A = \frac{\pi^2 r d}{2} + 2\pi r^2$$

Figura 4-10



$$A = \frac{\pi^2 r d}{2} - 2\pi r^2$$

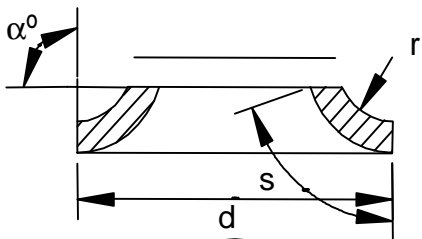
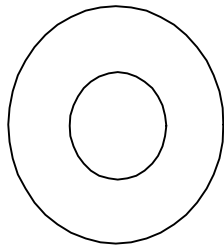
Figura 4 -11



$$A = \pi(dS + 2rh)$$

Figura 4 -12

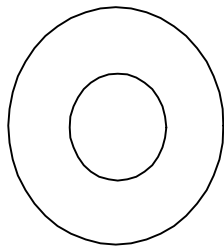
$$s = \frac{\pi r \alpha^0}{180^0}$$



$$s = \frac{\pi r \alpha^0}{180^0}$$

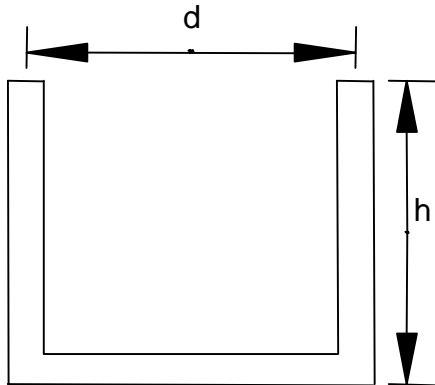
Figura 4 -13

$$A = \pi ( d s - 2rh )$$



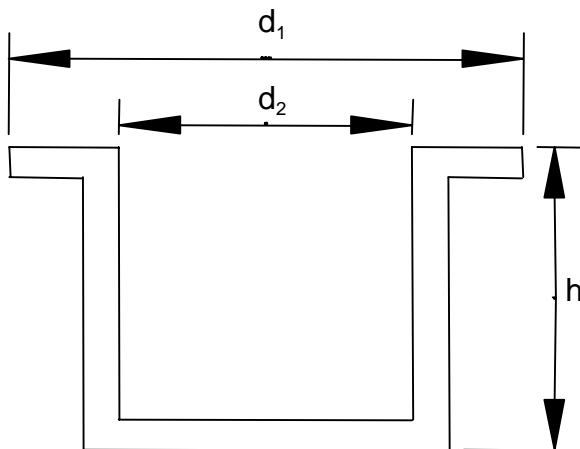
#### 4.4 Determinación del diámetro de la silueta

El diámetro de la silueta para formas de embutidos predeterminados y que se obtienen aplicando las expresiones que las acompañan, recordando que las dimensiones se toman sobre el eje del plano neutro de la lámina .



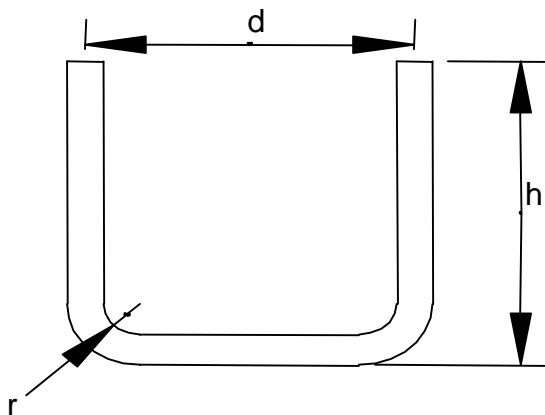
$$D_B = \sqrt{d^2 + 4hd}$$

Figura 4-14



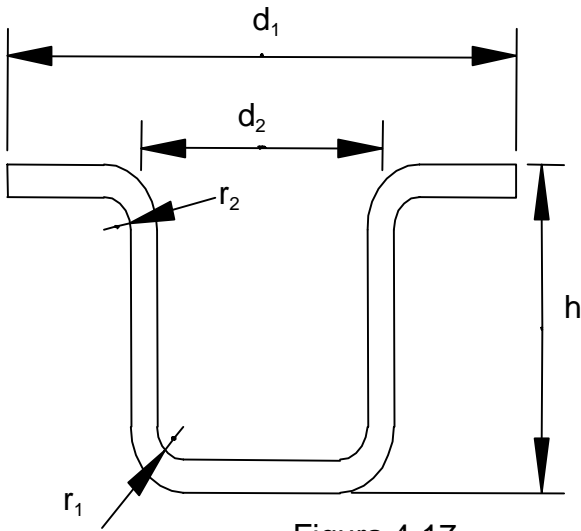
$$D_B = \sqrt{d_1^2 + 4hd_2}$$

Figura 4 -15



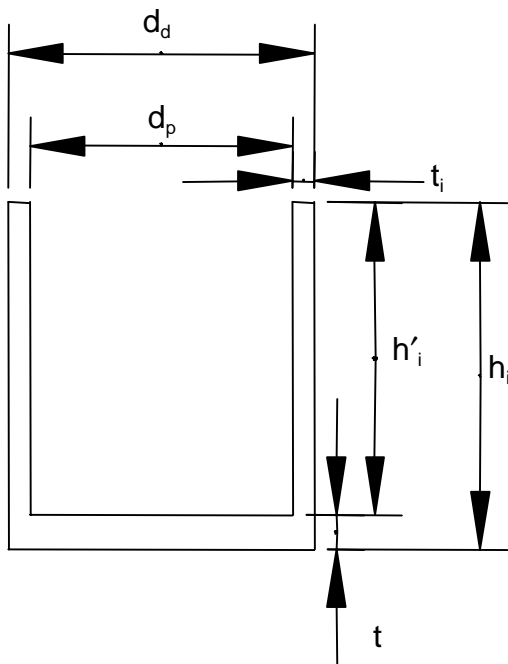
$$D_B = \sqrt{d^2 + 4d(h - 0.43r)}$$

Figura 4 -16



$$D_B = \sqrt{d_1^2 + 4d_2(h - 0.43(r_1 + r_2))}$$

Figura 4-17



$$D_B = \sqrt{d_d^2 + 4h_i d_m \frac{t_i}{t}}$$

$$d_m = d_d - t_i$$

Figura 4 - 18

Planchado.

#### 4.5 – Límite del Coeficiente de embutido. ( CLE)

a) Para acero, cobre y latón

$$d_1 = \frac{X_1 D_B}{100 - 0.0250 D_B} \quad CLE = \frac{d_1}{D_B}$$

b) Para el acero inoxidable y aluminio.

$$d_1 = \frac{X_2 D_B}{100 - 0.0246 D_B} \quad CLE = \frac{d_1}{D_B}$$

Valores de x				
Acero, Cobre o Laton		Acero inoxidable o aluminio		
Espesor t	Valor de x <sub>1</sub>	Espesor t	Serie 400	Serie 300
			Valor de x <sub>2</sub>	Valor de x <sub>2</sub>
0.2	62	0.2	62	70
0.3	59	0.3	59	69
0.4	58	0.4	57	68
0.5	57	0.5	56	66
0.6	56	0.6	55	63
0.7	55	0.7	54	60
0.8	53	0.8	50	56
0.9	52	0.9	49	55
1.0	51	1.0	48	54
1.5	50	1.5	47	53
3.0	51	3.0	51	51

Tabla 4 –1

Considerar los datos de la serie 400 para el aluminio

#### 4.6 Límite del coeficiente del segundo embutido (CLE)

a) Para el acero, cobre y latón.

$$d_2 = \frac{X_{21} d_1}{100 - 0.0250 d_1} \quad CLE = \frac{d_1}{d_2}$$

b) Para el acero inoxidable y aluminio.

$$d_2 = \frac{X_{22} d_1}{100 - 0.0246 d_1} \quad CLE = \frac{d_1}{d_2}$$

Valores de x				
Acero, Cobre o Latón		Acero inoxidable o aluminio		
			Serie 400	Serie 300
Espesor t	Valor de $x_{21}$	Espesor t	Valor de $x_{22}$	Valor de $x_{22}$
0.2	79	0.2	83	79
0.3	78	0.3	82	78
0.4	77	0.4	81	77
0.5	75.5	0.5	80	76
0.6	76	0.6	80	75
0.7	75	0.7	79	74
0.8	74	0.8	77	74
0.9	73.5	0.9	77	73.5
1.0	73	1.0	76	73.5
1.5	72.5	1.5	75	73.5
3.0	65	3.0	65	65

Tabla 4-2

#### 4.7 Presión del pisador sobre la silueta en el embutido

$P_B$  (kgf/mm<sup>2</sup>)

$$P_B = 0.0025 \left[ \left( \frac{D_B}{d_p} - 1 \right)^2 - \frac{d_p}{t} + 0.005 \right] \sigma_B \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$$

$D_b$  = Diámetro de la silueta.

$D_p$  = diámetro del punzón.

$v/D_b$	Db/t	$D_p/D_B$									
		0.45	0.48	0.50	0.52	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80
5.0	20	0.95	0.85	0.75	0.65	0.60	0.50	0.43	0.35	0.28	0.20
2.0	50	1.10	1.00	0.90	0.80	0.75	0.60	0.50	0.42	0.35	0.25
1.2	83		1.10	1.00	0.90	0.80	0.68	0.56	0.47	0.37	0.30
0.8	125			1.10	1.00	0.90	0.75	0.60	0.50	0.40	0.33
0.5	200				1.10	1.00	0.82	0.67	0.55	0.45	0.36
0.2	500					1.10	0.90	0.75	0.60	0.50	0.40
0.1	1000						1.10	0.90	0.75	0.60	0.50

Tabla 4-3 Valores de  $K_d$

$D_p/D_B$	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80
$D_B/d_p$	1.82	1.67	1.54	1.43	1.33	1.25
$C_D$	0.80	0.77	0.74	0.70	0.67	0.64

Tabla 4-3 Valores de  $C_D$



Ejemplo: Determinar la secuencia de embutido para obtener un cilindro con las dimensiones que se presentan en la figura 4 -19. El material es de acero inoxidable.

$$t = 1.5 \text{ mm.}$$

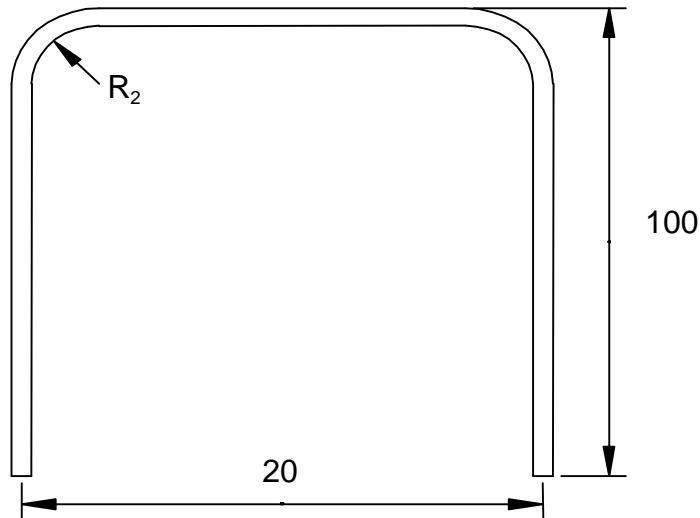


Figura 4-19

$$D_B = \sqrt{d^2 + 4d(h - 0.43r)}$$

$$D_B = \sqrt{20^2 + 4 \times 20(100 - 0.43 \times 2)}$$

$$D_B = 91.27 \text{ mm}$$

$$d_1 = \frac{X_1 D_B}{100 - 0.0250 D_B} \quad \text{CLE} = \frac{d_1}{D_B}$$

$$d_1 = \frac{47 \times 91.27}{100 - 0.0250 \times 91.27} = 43.890 \text{ mm}$$

$$d_1 = \frac{X_{21}d_1}{100 - (0.0250d_1)} \quad \text{CLE} = \frac{d_1}{d_2}$$

$$d_1 = \frac{75 \times 43.890}{100 - (0.0250 \times 43.890)} = 33.28 \text{ mm}$$

$$r_p = r_d = 0.8 \sqrt{(D_B - d_1)t}$$

$$r_{p1} = r_{d1} = 0.8 \sqrt{(91 - 43.89)1.5} = 6.72 \text{ mm}$$

$$r_{p2} = r_{d2} = 0.8 \sqrt{(43.89 - 33.28)1.5} = 3.19 \text{ mm}$$

$$r_{p3} = r_{d3} = 0.8 \sqrt{(33.28 - 25.16)1.5} = 2.79 \text{ mm}$$

$$r_{p1} = r_{d1} = 0.8 \sqrt{(91 - 43.89)1.5} = 6.72 \text{ mm}$$

$$D_3 = 25.16 \text{ mm} \quad d_4 = 18.98 \text{ mm}$$

Pero como se requiere un radio interno de 2.00 mm

$$r_{p4} = r_{d4} = 0.8 \sqrt{(25.16 - d_4)1.5}$$

En cuanto al embutido se debe obtener el diámetro de 20.99 mm

$$D_4 = 25.16 - 4.16 = 20.99 \text{ mm}$$

$$r_{p5} = r_{d5} = 0.8 \sqrt{(20.99 - 20.0)1.5} = 0.98 \text{ mm}$$

Y se realiza un quinto embutido para obtener el último paso para un diámetro de 20.00 mm y el radio interno de 2.00 mm, así mismo se deben calcular los claros entre matriz y punzón para cada paso del embutido y resultan los siguientes cálculos.

$$C_1 = t \sqrt{\frac{D_B}{d_1}}$$

$$C_1 = 1.5 \sqrt{\frac{91}{43}} = 2.182\text{mm}$$

$$C_2 = t \sqrt{\frac{d_1}{d_2}}$$

$$C_2 = 1.5 \sqrt{\frac{43}{33}} = 1.71\text{mm}$$

$$C_3 = 1.5 \sqrt{\frac{33}{25}} = 1.72\text{mm}$$

$$C_1 = 1.5 \sqrt{\frac{25}{21}} = 1.63\text{mm}$$

$$C_1 = 1.5 \sqrt{\frac{21}{20}} = 1.53\text{mm}$$

#### 4.8 Embutido rectangular.

Proceso a seguir para el formado de cajas ver figura 4-20.

Desarrollo de la caja rectangular.

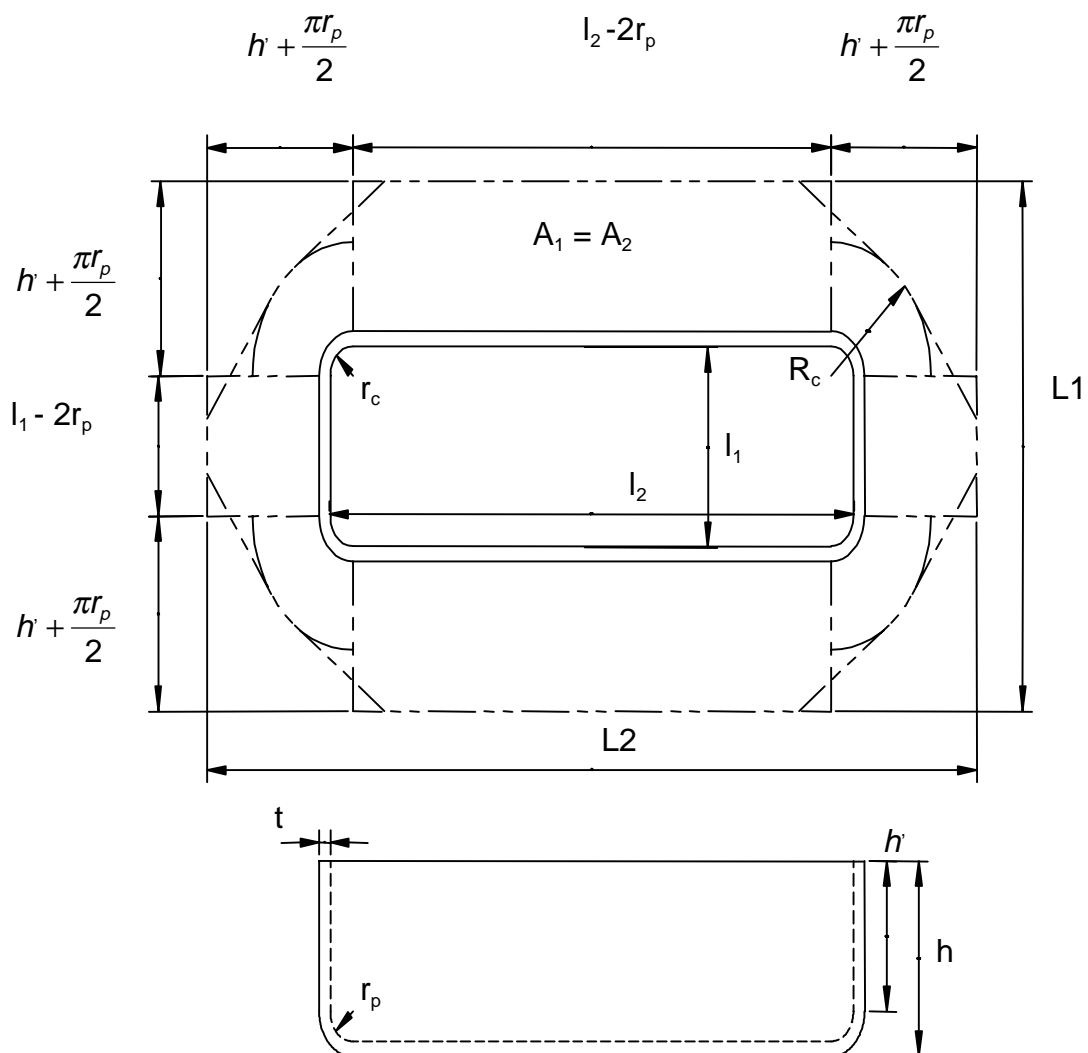


Figura 4 – 20 Formado de caja

$$r_p = r_c \geq 4t$$

$$R_c = \sqrt{2r_c h' + r_c^2 + 1.14r_c r_p}$$

#### 4.9.- Límites del proceso de formación

cuando  $8 r_c > l_1 < 6 r_c$  la altura es  $h_{\max}$ .

$$h_{\max} = (4 \text{ a } 6) r_c$$

$$h = C_r l_1 \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} \text{ (mm)}$$

En donde  $C_r = 0.8$  para el Hierro dulce, acero inoxidable, cobre y latón.

$C_r = 0.7$  a  $0.75$  para aleaciones de aluminio.

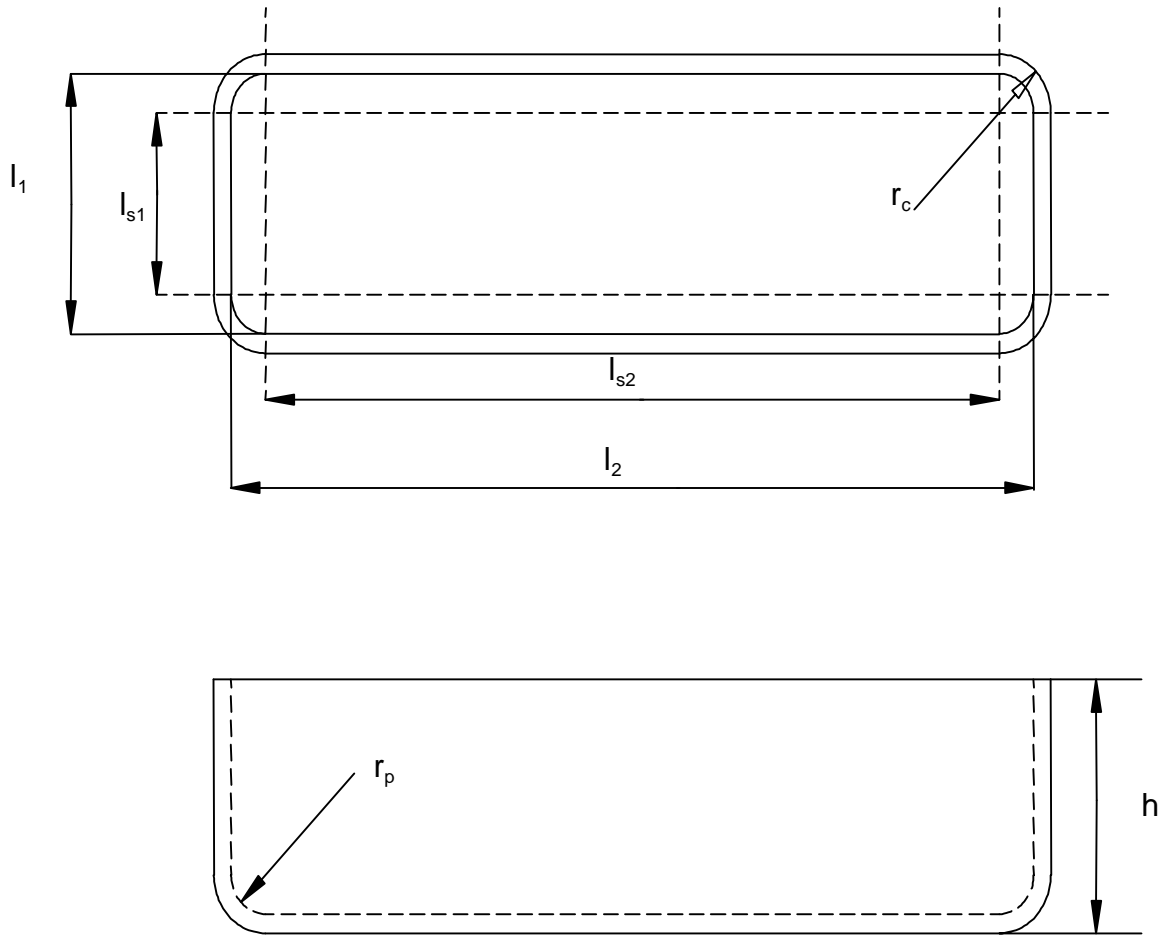


Figura 4 - 21

#### 4.10.- Fuerza requerida para el embutido rectangular

$$P_{Dr} = \frac{t\sigma_B(2\pi r_c C_1 + L_{st} C_2)}{1000} \text{ (tf)}$$

en donde los coeficientes  $C_1$  y  $C_2$

$$C_1 = 1.3$$

$$C_2 = 0.3$$

$$L_{st} = 2(l_{s1} + l_{s2})$$

Y la fuerza del pisador de la silueta es:

$$P_{rB} = \frac{P_{Dr}}{3}$$

Para:  $4t > r_{d1} > 2t$             sección recto

$10t > r_{d2} > 4t$             sección de esquina

En caso de utilizar costillas auxiliares, figura 4-22 para reforzar el pisador de la silueta empleada para embutidos con lados mayores a 200 mm. Laterales. En el embutido rectangular se requiere el diseño de estas costillas como sigue.

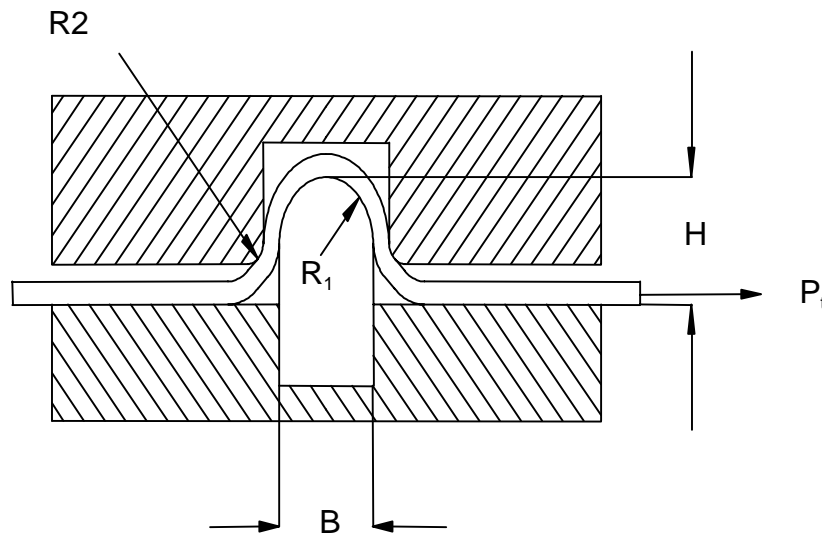


Figura 4 – 22 Formado de costillas

$$B = ( 10 \text{ a } 15) t$$

$$H = ( 1/2 \text{ a } 1/3) B$$

$$R_1 = 0.5 ( B + t)$$

$$R_2 = 0.5 B$$

$$P_t = \frac{\sigma_t L_{Bt} t}{1000} (\text{tf})$$

$$\sigma_t = \frac{\sigma_B t}{2R_1} + \frac{\sigma_B t}{R_2} + \frac{0.35q}{t} (\text{kgf/mm}^2)$$

$$q = \frac{1000 P_{rB}}{L_{Bt}} (\text{kgf/mm})$$

$$P_{rB} = \frac{P_{rD}}{3}$$

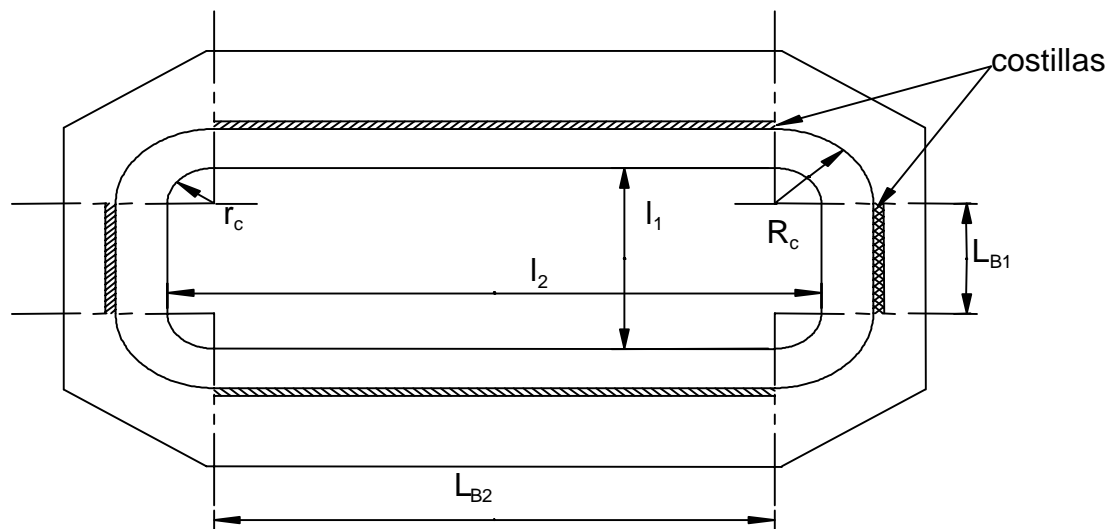


Figura 4 -23 Diseño de costillas

$$L_{Bt} = 2(L_{B1} + L_{B2})$$

#### 4.11 Energía requerida para el embutido rectangular sin costillas auxiliares.

$$E_{Dr} = ( P_{Dr} + P_{rB} ) h C_{Dr} (\text{kgf.m})$$



#### 4.12 Energía requerida para el embutido rectangular con costillas auxiliares.

$$E_{Dr} = (P_{Dr} + P_t) h C_{Dr} \text{ (kgf.m)}$$

Valores del coeficiente $C_{Dr}$							
$l_1/L_1$	0.59	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80
$C_{Dr}$	0.82	0.80	0.77	0.74	0.70	0.67	0.64

Tabla 4 -3 Valores de  $C_{Dr}$

#### 4.13 Características del trabajo

La velocidad del embutido rectangular deberá ser para el acero valores que caen dentro de los valores presentados en la tabla 1-3 del capítulo 1 .

$$V_{acero} \leq 18 \text{ m/min.}$$

Y para el acero inoxidable

$$V_{acero \text{ inoxidable}} \leq 8 \text{ m/min.}$$

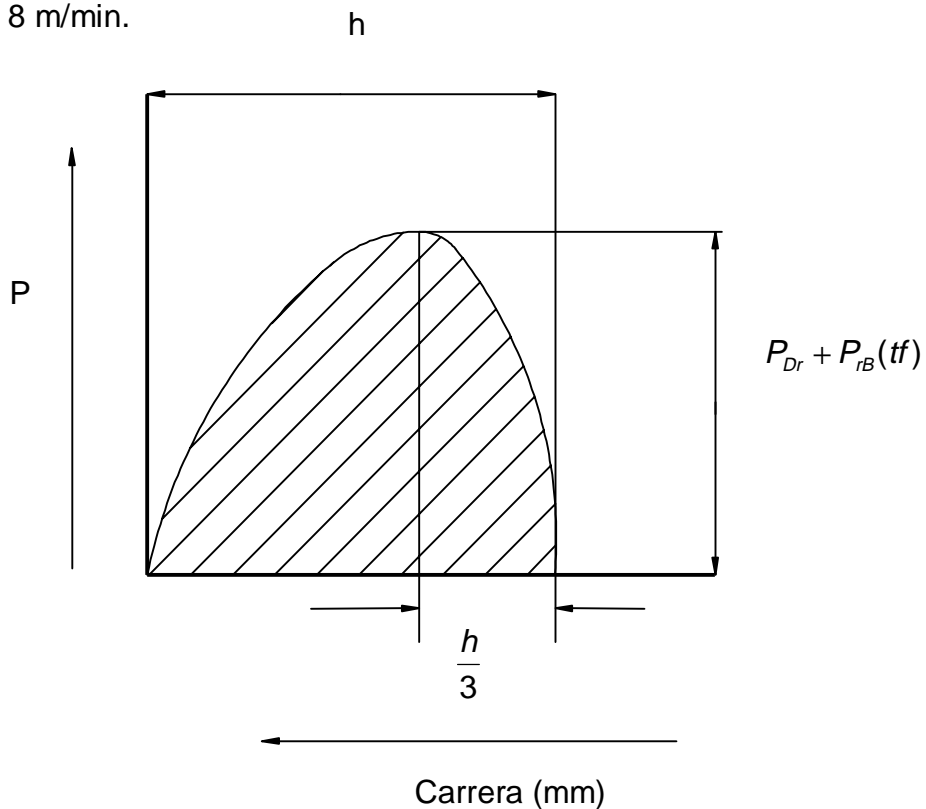
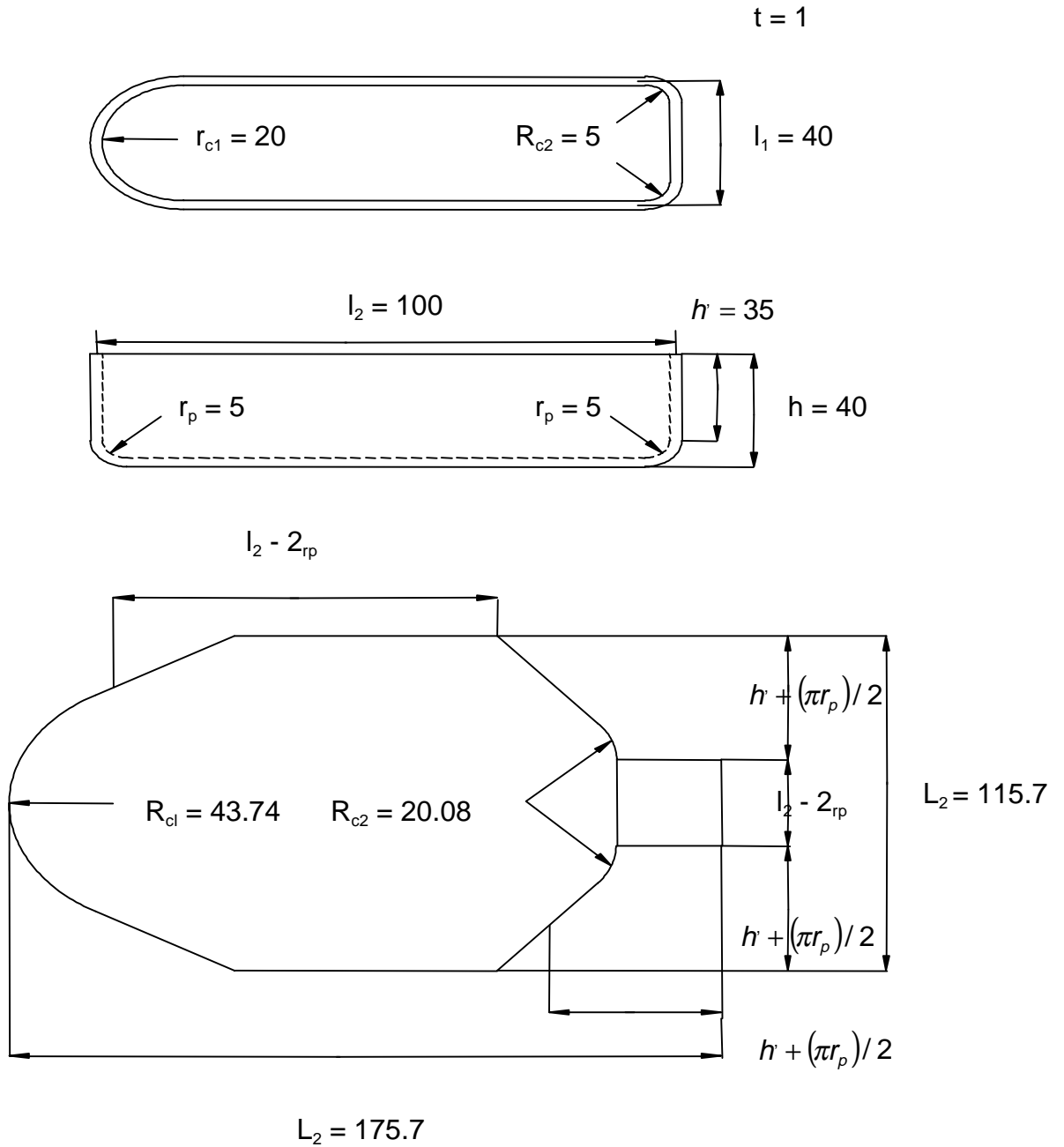


Figura 4 -24

Ejemplo:



$$R_c = \sqrt{2r_{c1}h' + r_{c1}^2 + 1.14r_{c1}r_p}$$

$$r_p = r_c \geq 4t$$

$$R_{c1} = \sqrt{(2 \times 20 \times 35) + (20)^2 + 1.14 \times 20 \times 5} = 43.74 \text{ mm}$$

$$R_{2c} = \sqrt{2r_{c2}h' + r_{c2}^2 + 1.14r_{c2}r_p}$$

$$R_{2c} = \sqrt{(2 \times 5 \times 35) + (5)^2 + 1.14 \times 5 \times 5} = 20.08\text{mm}$$

$$P_{Dr} = \frac{1 \times 40(2\pi \times 20 \times 1.3 + 90 \times 0.3)}{1000}(\text{tf})$$

$$P_{Dr} = 7.61(\text{tf})$$

#### 4.14 Método de Trabajo de planchado

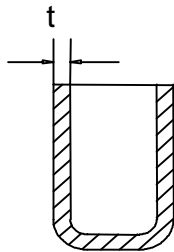


Figura 4 - 26

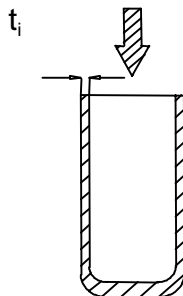


Figura 4 - 27

#### 4.15 Fuerza requerida para el trabajo

$$P_i = \frac{C_i A_i \sigma_B}{1000 \eta} \text{ (tf)}$$

$$A_i = \frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2) \text{ (mm}^2\text{)}$$

$\eta$  = Eficiencia del 70%

$C_i$  = Coeficiente de la tabla 4-4

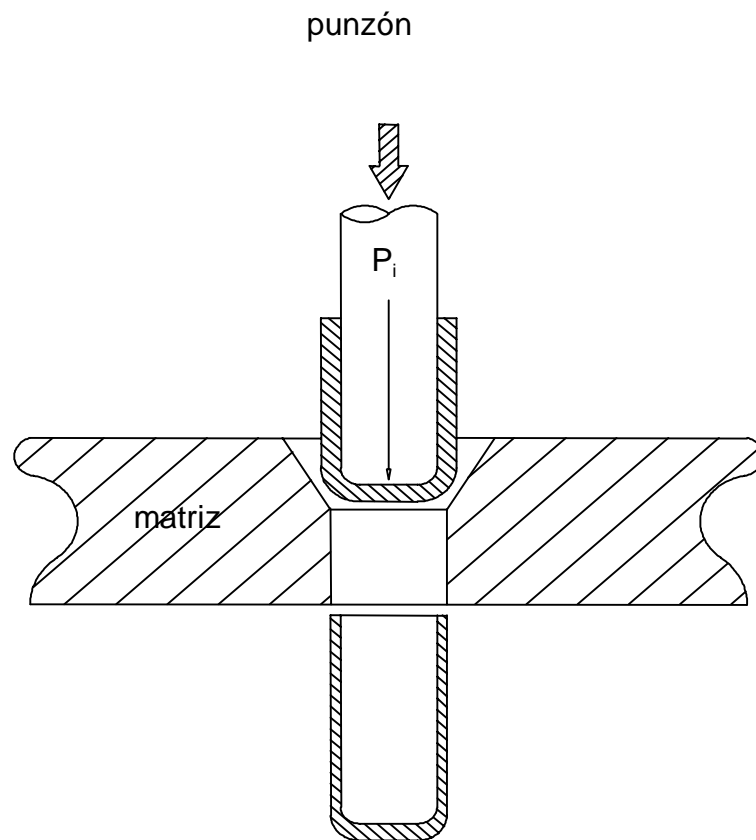


Figura 4-28

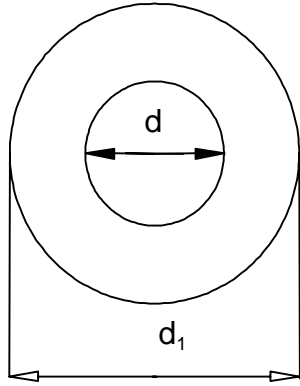


Figura 4 - 29

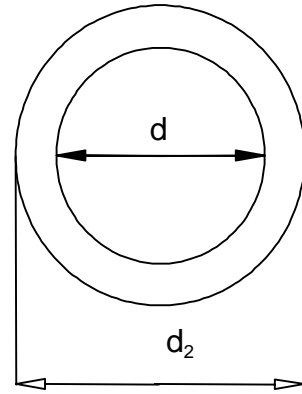


Figura 4 - 30

C <sub>i</sub>	0.20	0.35	0.52	0.72	0.90
t/t <sub>i</sub>	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0

Tabla 4-4 Coeficiente C<sub>i</sub>

#### 4.16 Energía requerida para el trabajo

$$E_i = P_i h_i K_i$$

Donde

$h_i$  = Carrera de trabajo (mm)

$K_i$  = Coeficiente entre 0.8 a 1.0

#### 4.17 Desarrollo de la silueta

Ver figura 4-31

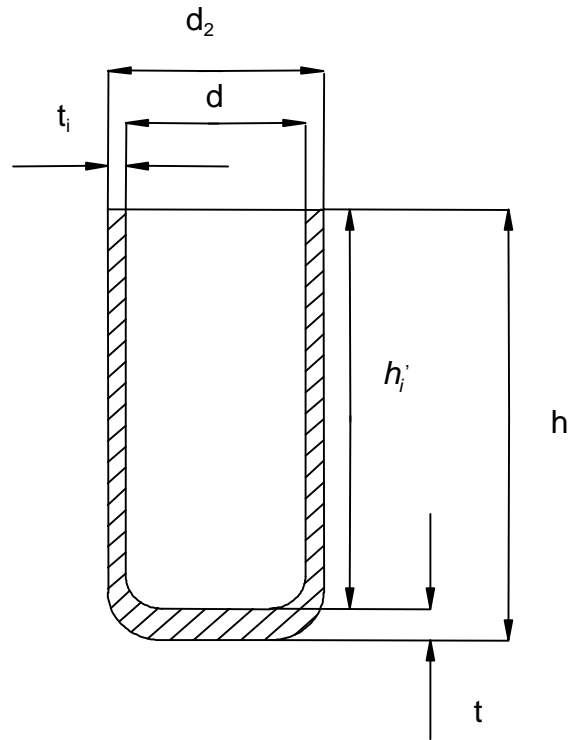


Figura 4-31

$$D_B = \sqrt{d_2^2 + 4h_i d_m \frac{t_i}{t}}$$

$$D_m = d_2 - t_i$$

$$h_i = h - t$$

#### 4.18 Desarrollo del doblado y spring back

El plano sobre el eje neutro del doblado.

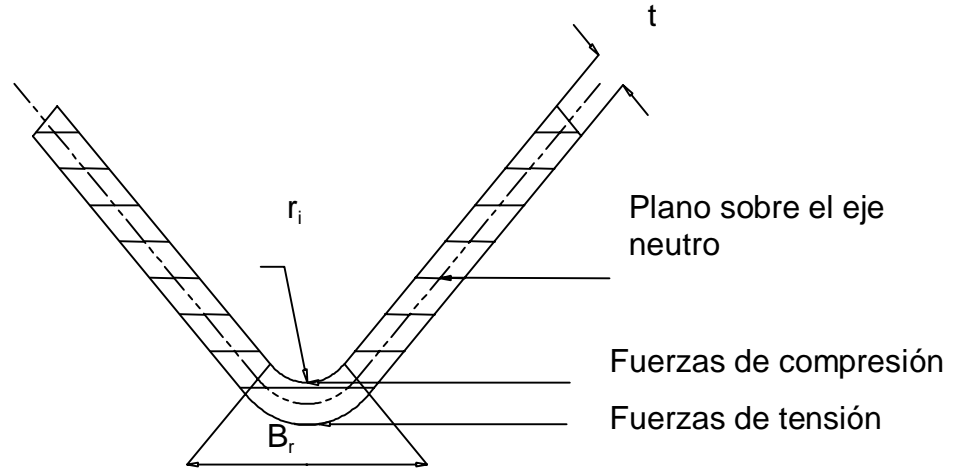


Figura 4- 32

El plano sobre el eje neutro se mueve

$$\frac{r_i}{t} < 5$$

El plano sobre el eje neutro no se mueve

$$\frac{r_i}{t} > 5$$

Radio mínimo de doblado

$$r_{\min} = t \left( \frac{0.0085\sigma_B}{\sigma_r} + 0.5 \right) \text{ (mm)}$$

$$\delta_r = \frac{l_2 - l_1}{l_1}$$

$\delta_r$  = Razón de la elasticidad en el punto de ruptura

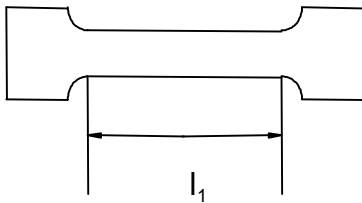


Figura 4 - 33

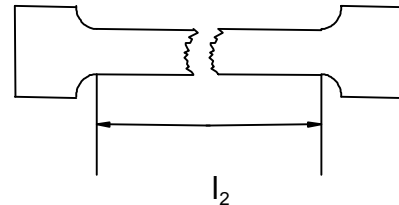


Figura 4 - 34

#### 4.19 Desarrollo de la silueta

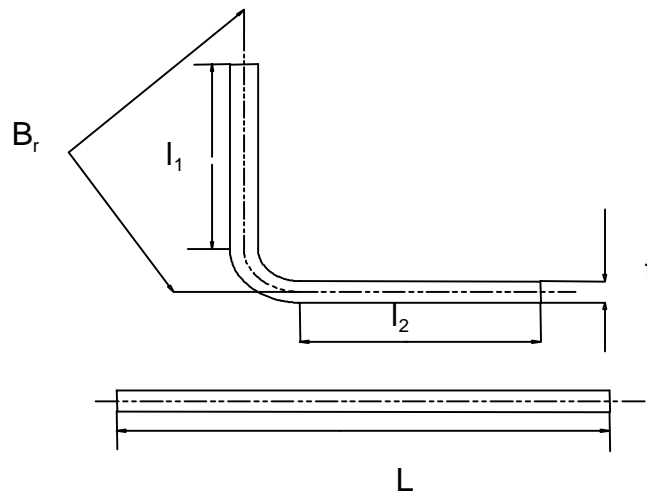


Figura 4-35

$$L = l_1 + l_2 + \frac{B_r}{180} (r_i + k_1 t)(\text{mm})$$

$K_1$  = % de reducción de espesor

$L$  = longitud de la silueta.

$r_i/t$	0.1	0.25	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	>5.0
$k_1$	0.32	0.35	0.38	0.42	0.46	0.47	0.48	0.5

Tabla 4 – 5 Valor de  $K_1$  Hierro dulce, acero inoxidable, latón y aluminio

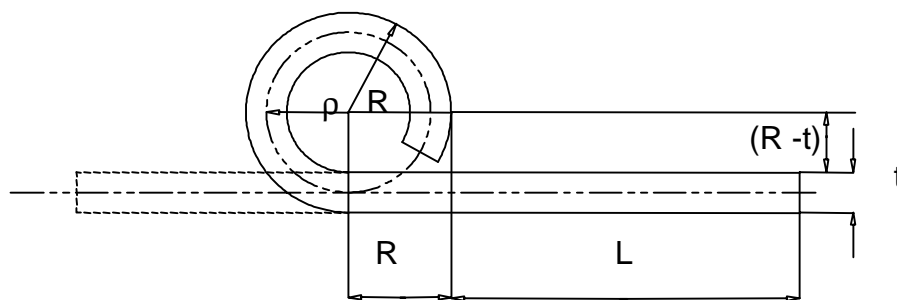


Figura 4-37



$$L = 1.5 \pi P + 2R - t \text{ (mm)}$$

$$\rho = R - k_2 t \text{ (mm)}$$

R/t	2	2.2	2.4	2.6	>2.8
K <sub>2</sub>	0.32	0.35	0.38	0.42	0.46

Tabla 4 – 6 Valor de K<sub>2</sub> Hierro dulce, acero inoxidable, latón y aluminio

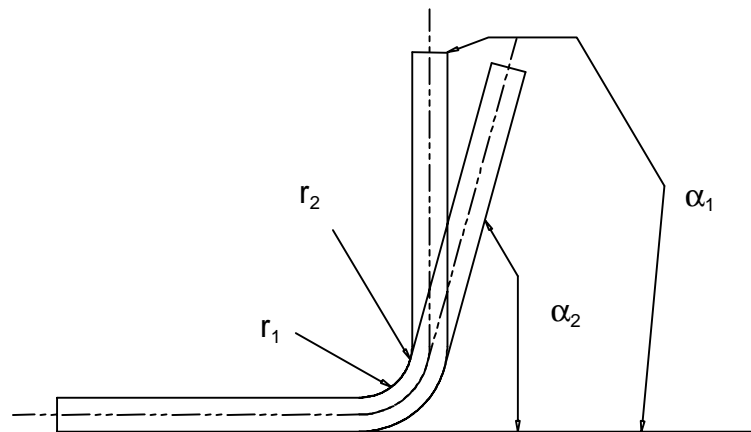


Figura 4-37

$$\rho_1 = r_1 + (t/2)$$

$$\rho_2 = r_2 + (t/2)$$

$$\rho_2 = \frac{\rho_1}{[1 - 10(2\rho_1/t)(\sigma_v/E)]} \text{ (mm)}$$

$$\alpha_2 = \frac{\alpha_1 \rho_1}{\rho_2} \text{ (grados)}$$

$$\beta = \alpha_1 - \alpha_2 \text{ (grados)}$$

σ<sub>v</sub> = Esfuerzo residual del material

E = Distorsión del doblado.

Curva de relación: Esfuerzo residual del doblé.  
Distorsión del doblé.

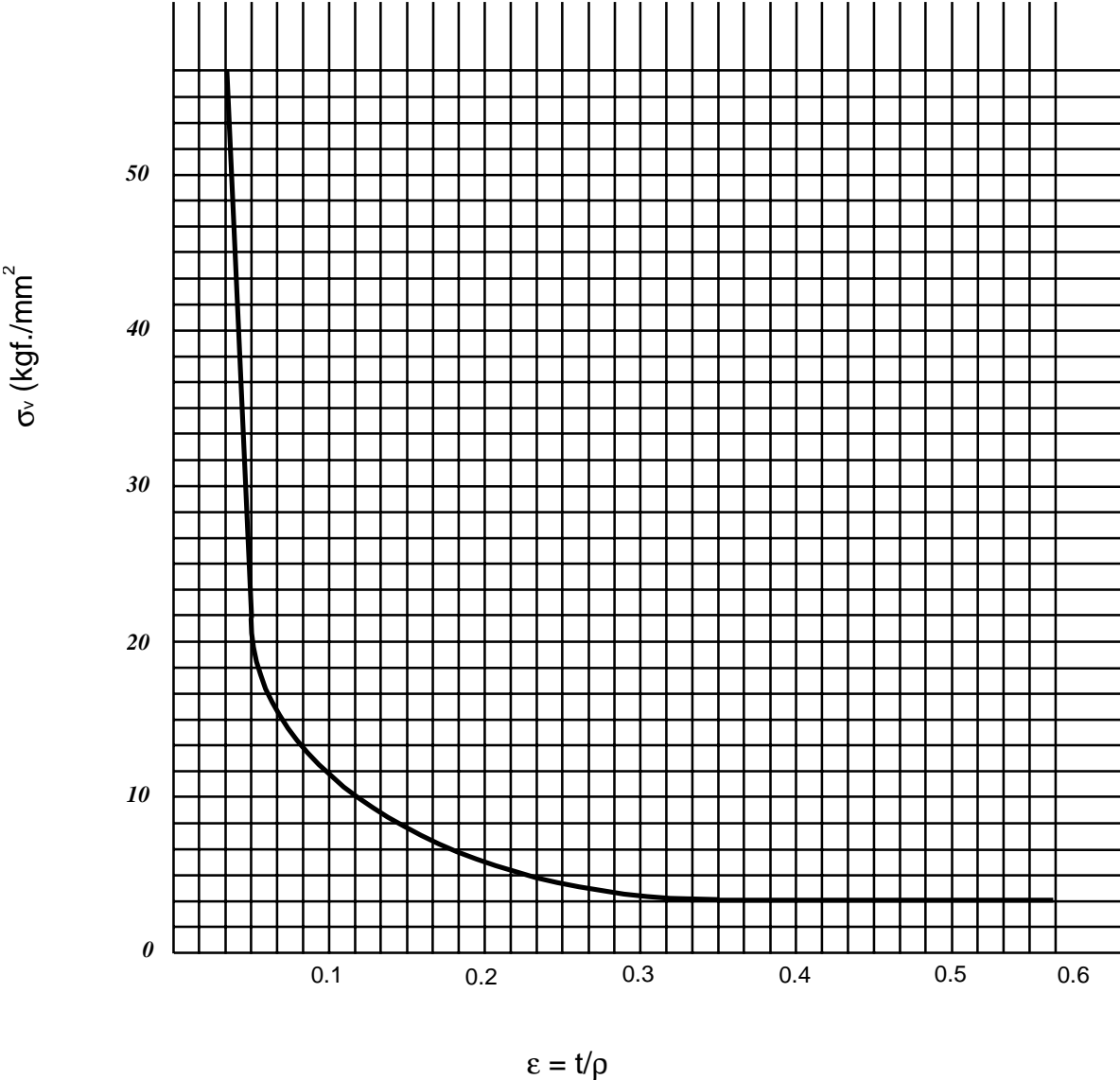


Figura 4 -38 Curva de relación

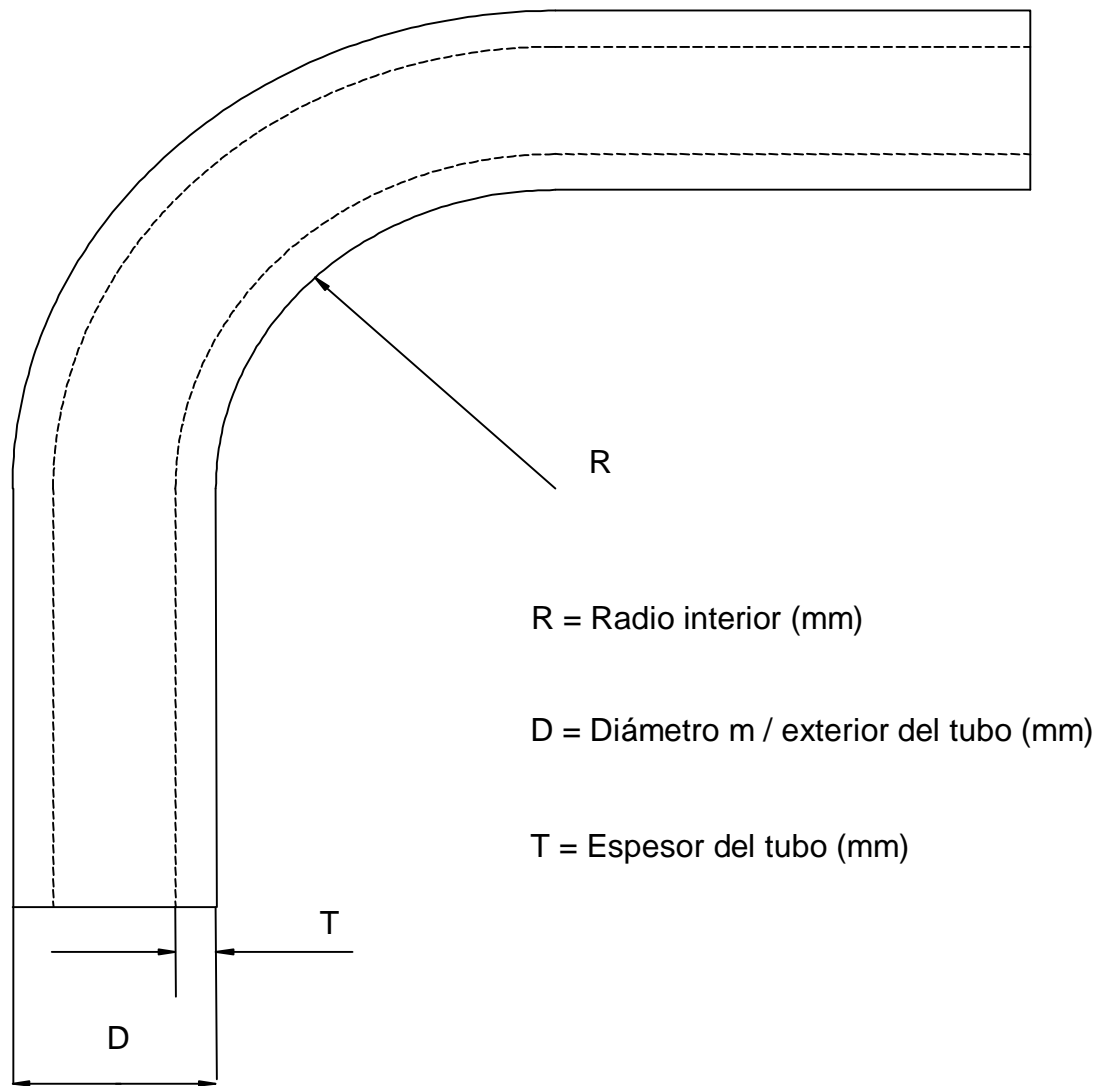


Figura 4-39

El gráfico que a continuación se presenta nos indica la relación que existe entre el radio interior mínimo al que se puede doblar un tubo y la relación ente el mismo diámetro con el espesor del mismo tubo y el cual se aplica para aceros inoxidables , aceros al carbón y tubos de latón.

### Gráfico para doblez de tubo.

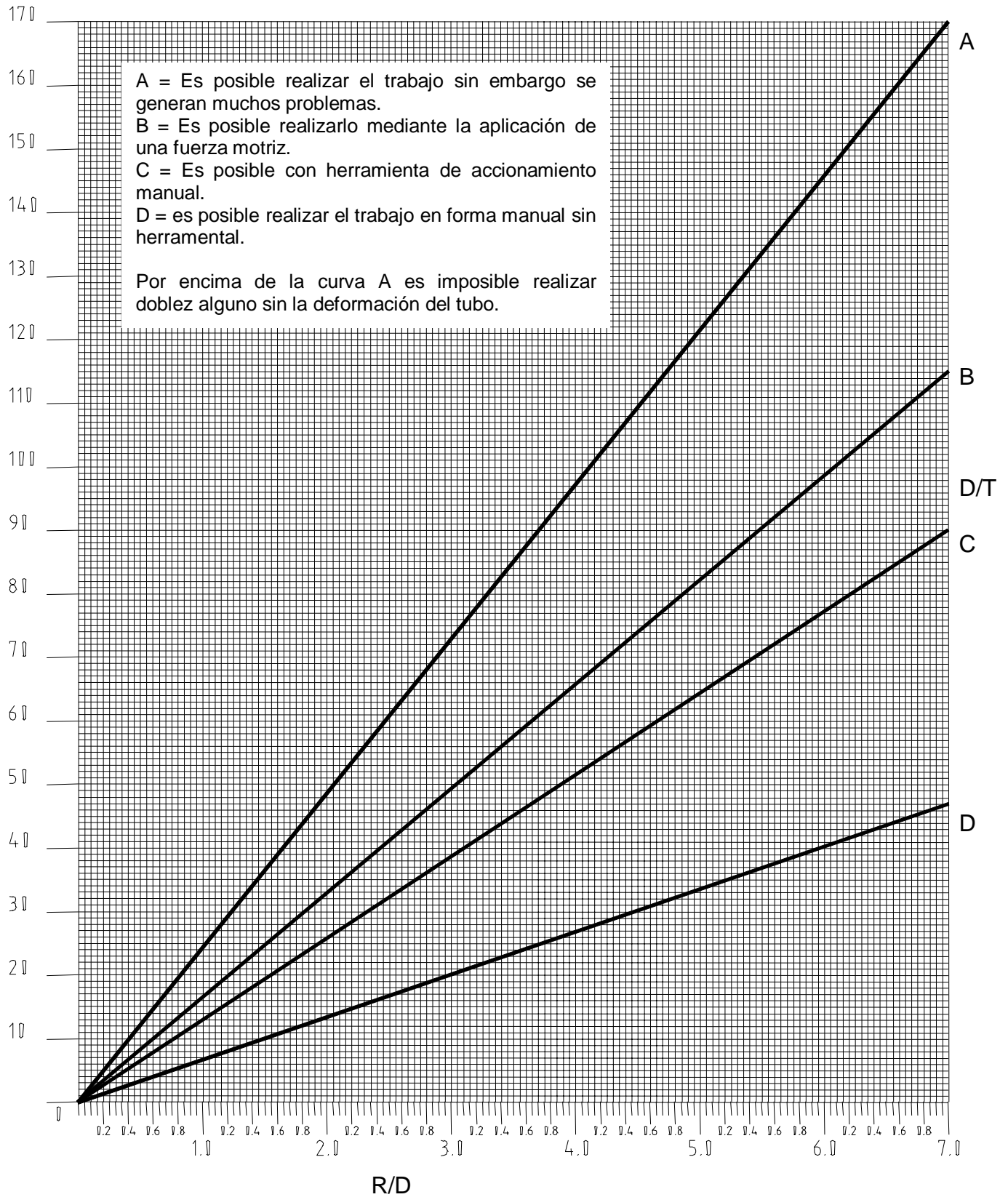


Figura 4-40

## Capítulo 5

### Cálculo de especificaciones técnicas para prensa, trabajo de formación.

#### 5.1 Trabajo de formado de costillas.

##### 5.1.1 Trabajo de formado de costillas en plano.

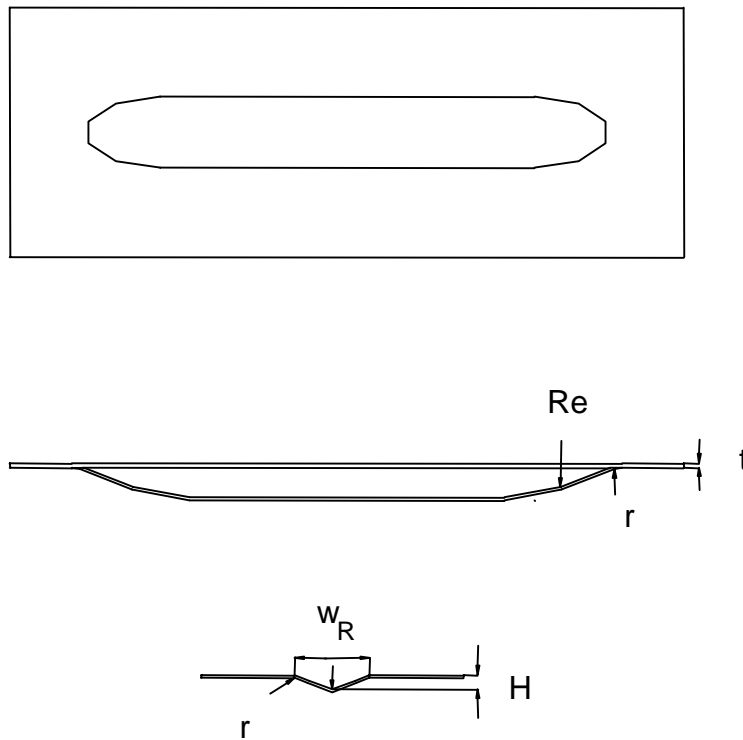


Figura 5-1

Dimensiones estándar

$$H = 0.2 W$$

$$H \geq 5t$$

$$R = 2.2 H$$

$$r = 1.4 H$$

$$Re = 10 H$$

$$P_B = \frac{l_B t \sigma_b C_A}{1000} \text{ (tf)}$$

Fuerza de trabajo en costillas y nervaduras

$l_B$  = Perímetro de la línea curva de la costilla

$C_A$  = Coeficiente (de la tabla 5-1)

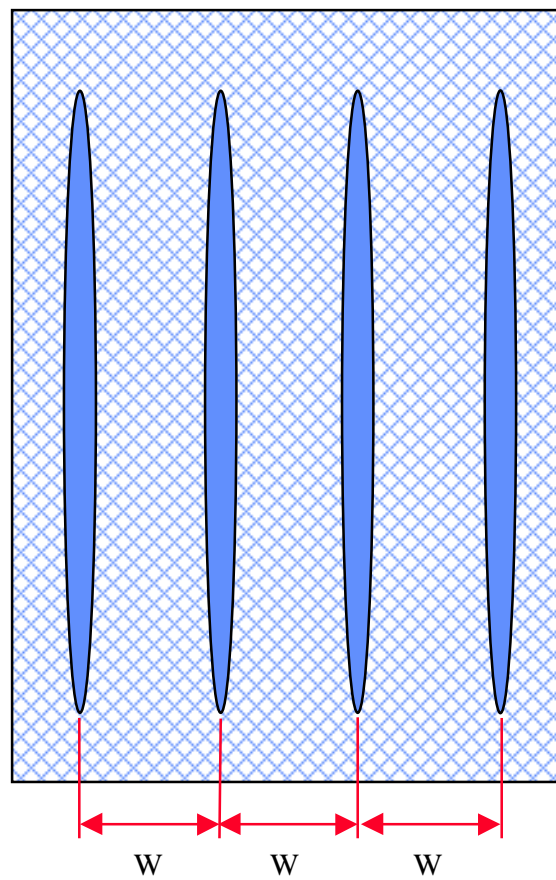


Figura 5-2

La distancia entre costillas o nervaduras debe ser igual o mayor a W

Energía de trabajo.

$$E_B = P_B H C_B \quad (\text{kgf. m})$$

En donde :  $C_B$  = Coeficiente (de la tabla 5-1)

H/W	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
$C_A$	1.0	0.90	0.80	0.75	0.60
$C_B$	0.8	0.75	0.70	0.65	0.50

Tabla 5-1 Coeficientes de formación

Por lo general este tipo de trabajo es recomendable realizarlo en materiales con espesores entre 0.4 y 1.6 mm

Cuando la relación de H/W es mayor a 0.3 o menor a 0.1 no es posible realizar este tipo de formado adecuadamente.

### 5.1.1 Trabajo de formado de costillas cilíndricas.

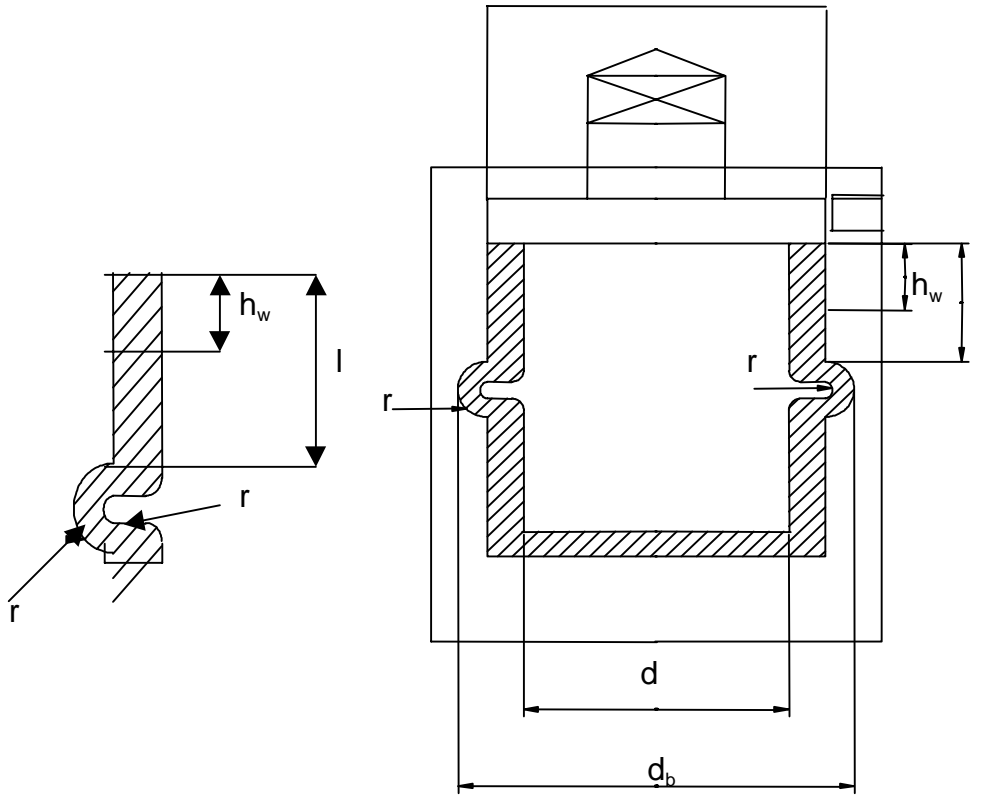


Figura 5-3

Límite de formación

$$d_b \leq 1.25 d \quad r \geq 5t$$

$$h_w = (l + \pi r) - (l + 2r) = 1.14 r$$

$h_w$  = carrera de trabajo.



Fuerza de trabajo

$$P_{Br} = \frac{\pi d_B t \sigma_B k_B}{1000} \text{ (tf)}$$

$k_B$  = coeficiente 0.5 a 0.6

Energía del trabajo :

$$E_{Br} = P_{Br} h_w C_{Br} \text{ (kgf.m)}$$

$C_{Br}$  = coeficiente = 0.64

## 5.2 Trabajo de cuello.

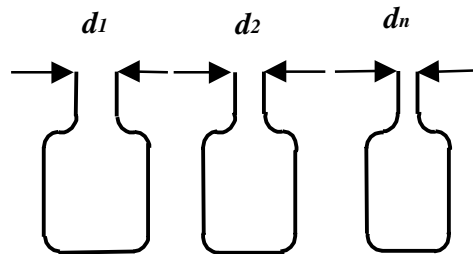


Figura 5-4

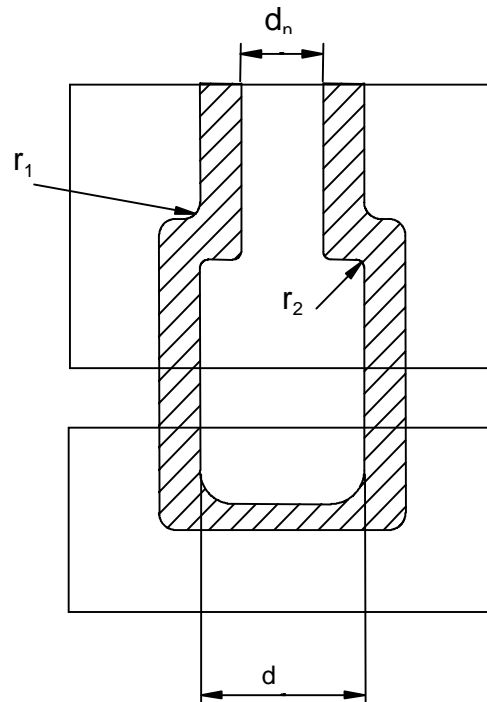


Figura 5-5

Límite de formación

$$r_1 = r_2 = 0.8\sqrt{(d-d_1)t}$$

$$r_1 = r_2 = 0.8\sqrt{(d_1-d_2)t}$$

$$r_1 = r_2 = 0.8\sqrt{(d_{n-1}-d_n)t}$$

$$d_{n(1)} = 0.8 d$$

Fuerza de trabajo

$$P_n = \frac{\pi d_n t \sigma_B k_n}{1000} \text{ (tf)}$$

$k_n$  = coeficiente 0.5 a 0.6

Energía del trabajo :

$$E_n = P_n h_n C_n \text{ (kgf.m)}$$

$C_n$  = coeficiente = 0.64

$h_n$  = Carrera de trabajo (mm)

### 5.3 Trabajo de Burring (corte y doblez).

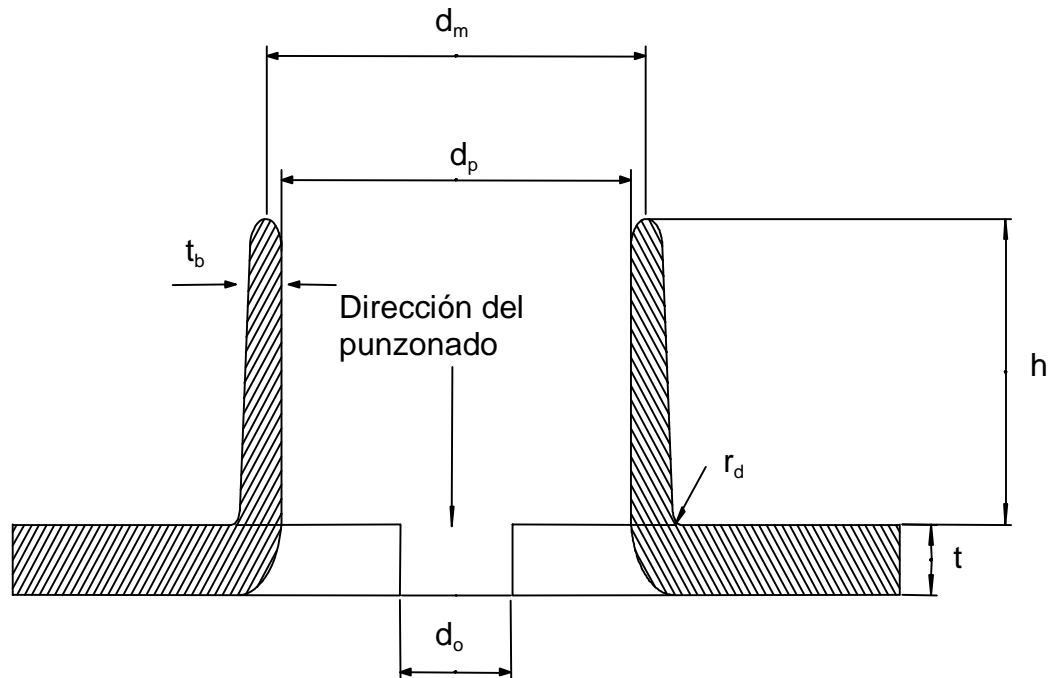


Figura 5-6  
78

### 5.3.1 Ecuación para calcular el diámetro inferior.

Para  $r_d < t$

$$d_0 = \sqrt{\pi d_m \left( h + \frac{t}{2} \right) - 4 \left( h^2 + ht + \frac{t^2}{4} \right)}$$

Para  $r_d > t$

$$d_0 = d_m + 2[(r_d + t) - (\pi r_d + 2h)]$$

### 5.3.2 Ecuación para calcular "h".

Para  $r_d < t$

$$h = 1/2(K_1 d_p - d_0)$$

Para  $r_d > t$

$$h = (d_m - d_0)/2 + 0.43 r_d - 0.28 t$$

$D_p/t$	$K_1$
> 60	1.00
40 a 60	1.0 a 1.03
20 a 40	1.03 a 1.08
< 20	1.08

Tabla 5-2 Valor de  $k_1$

### 5.3.3 Reducción del espesor de la pared.

$$t_b = t \sqrt{\frac{d_o}{d_m}} \quad \text{aproximadamente igual a} \quad t_b = t \sqrt{k_2}$$

Material	$K_2$
Acero	0.45 a 06
Latón	0.45
Aluminio	0.29

Tabla 5-3 Valor de  $k_2$

### 5.3.4 Límite del proceso del trabajo.

Material	$d_p/d_0$
Acero	$\leq 2.6$
Latón	$\leq 2.4$
Aluminio	$\leq 3.5$

Tabla 5- 4 Valor de  $d_p/d_0$

### 5.3.5 Fuerza y energía de trabajo.

$$P_{Br} = \frac{d_p t^2 \sigma_B}{1000 k_B} \text{ (tf)}$$

$k_B$  = aproximadamente igual a 10 t

Energía del trabajo

$$E_{br} = P_{Br} (h + t) C_{Br} \text{ (Kgf. M)}$$

Para  $r_d < t$

$$C_{Br} = 0.6$$

Para  $r_d > t$

$$C_{Br} = 0.8$$

Formado de ceja.

Para este tipo de trabajo es necesario realizar un preformado a 60 grados para facilitar este trabajo y disminuir los esfuerzos en el material.

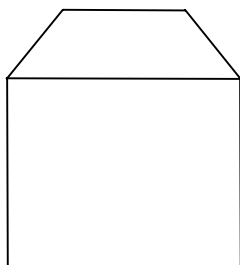


Figura 5- 7

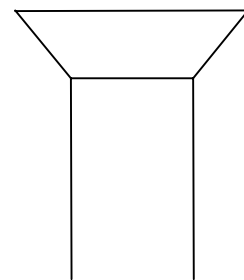


Figura 5- 8

Formado de ceja

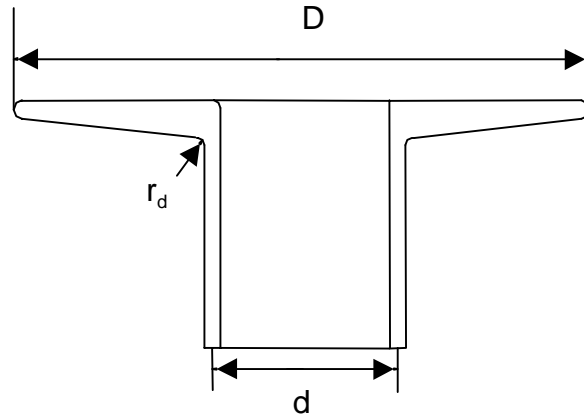


Figura 5-9

$$D = \pi d(1 + \varepsilon) \geq \pi d$$

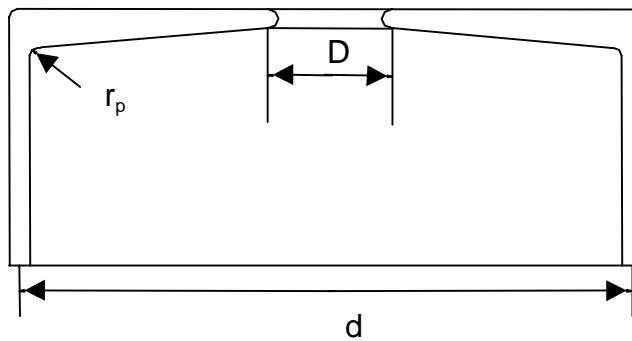


Figura 5-10

$$D = \pi d(1 - \varepsilon) \leq \pi d$$

$\varepsilon = 20$  al 25% para el acero

$\varepsilon = 30$  al 50% para el acero inoxidable

$$P_f = \pi d t \sigma_B K_f$$

$$E_f = P_f h C_f$$

$C_f =$  Coeficiente de 0.6 a 0.7

$$K_f = 0.5 \text{ a } 0.6$$

## Capítulo 6

### Cálculo de especificaciones técnicas para prensa formado de forja en frío

#### 6.1.- Trabajo de extrusión

Antes del trabajo

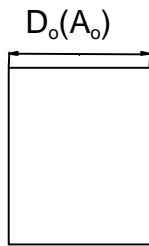


Figura 6-1

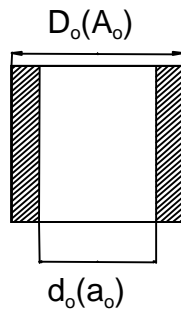
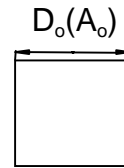


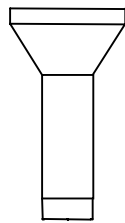
Figura 6-2



Antes del trabajo

Figura 6-3

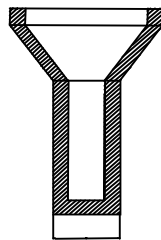
Después del trabajo



$D_1(A_1)$

Extrusión frontal  
sólido

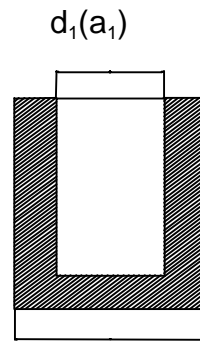
Figura 6-4



$D_1(A_1)$

Extrusión frontal  
hueco

Figura 6-5



$D_o(A_o)$

Extrusión posterior

Figura 6-6

Después del trabajo

Extrusión frontal (sólido)

$$\varepsilon = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 = \text{valores entre el 50 y 75\%}$$

Extrusión frontal (hueco)

$$\varepsilon = \left( 1 - \frac{A_1 - a_1}{A_0 - a_0} \right) \times 100 = \text{valores entre el 50 y 75\%}$$

$$A_0 = \pi \frac{(D_0^2 - d_0^2)}{4}$$

Extrusión posterior

$$\varepsilon = \frac{A_0 - (A_0 - a_1)}{A_0} \times 100 = \frac{a_1}{A_0} \text{ valores entre el 50 y 60\%}$$

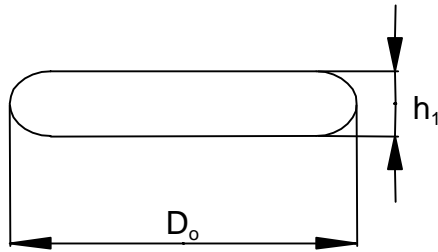
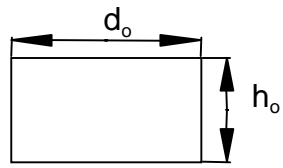
D,d = Diámetro (mm)

A,a = Area (mm<sup>2</sup>)

$\varepsilon$  = Porcentaje de deformación (%).

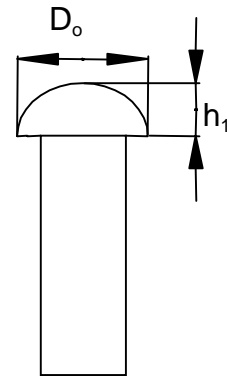
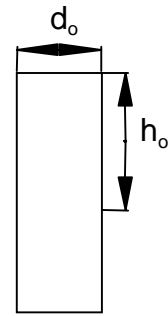


Trabajo de saliente.



Saliente

Figura 6-7



Cabeceado

Figura 6 - 8

$$\varepsilon = \frac{h_o - h_1}{h_o} \times 100 = \text{valores entre el 50 y 60\%}$$

$h_o/D_o \leq 2.8$       1 Golpe

$h_o/D_o \leq 5.5$       2 Golpe

$h_o/D_o \leq 8.0$       3 Golpe

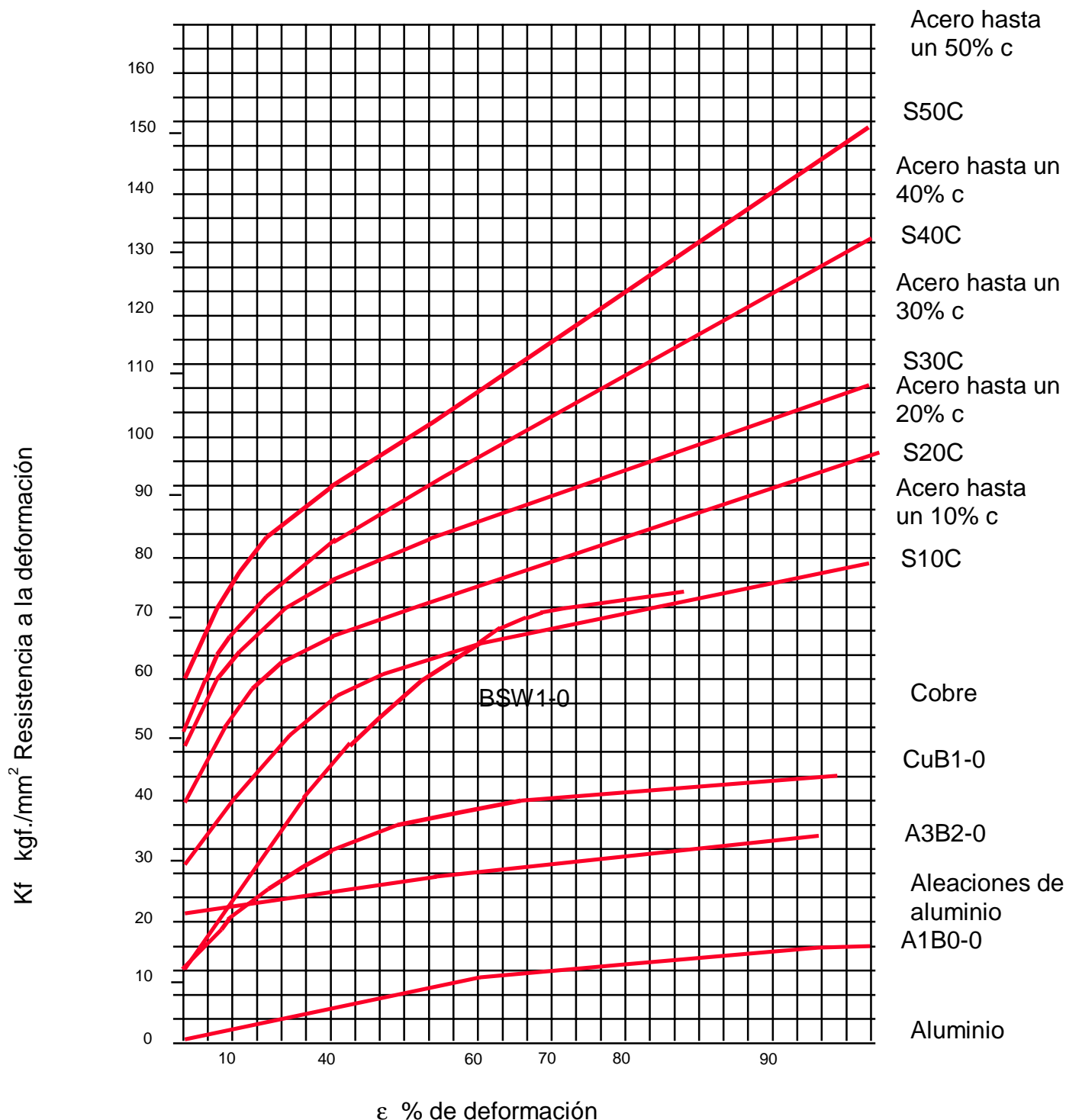


Figura 6-9

## 6.2 Fuerza requerida para el trabajo

Extrusión frontal sólido

$$P_C = \frac{A_0 K_f C_{c1}}{1000} \text{ (tf)}$$

Extrusión frontal hueca

$$P_C = \frac{\pi(D_0^2 - d_0^2) K_f C_{c1}}{4000} \text{ (tf)}$$

$$P_C = \frac{\pi d_1^2 K_f C_{c1}}{4000} \text{ (tf)}$$

Extrusión posterior

$$P_{cv} = \frac{\pi D_1^2 K_f C_{c2}}{4000} \text{ (tf.)}$$

Saliente y cabeceado

En donde:

$C_{c1}$  = Coeficiente entre 2.0 a 3.0 para cabeceado.

$C_{c2}$  = coeficiente entre 1.5 a 2.5 para forja libre.

## 6.3 Energía requerida para el trabajo

$$E_{ct} = (P_c \text{ o } P_{cv}) h_y C_y$$

$h_y$  = Carrera de trabajo (mm)

$C_y$  = coeficiente entre 0.7 a 0.95

Las figuras 6-10 y 6-11 muestran el trabajo de relieve, marcado y acuñado.

## 6.4 Trabajos de compresión

### a) Grabado en relieve

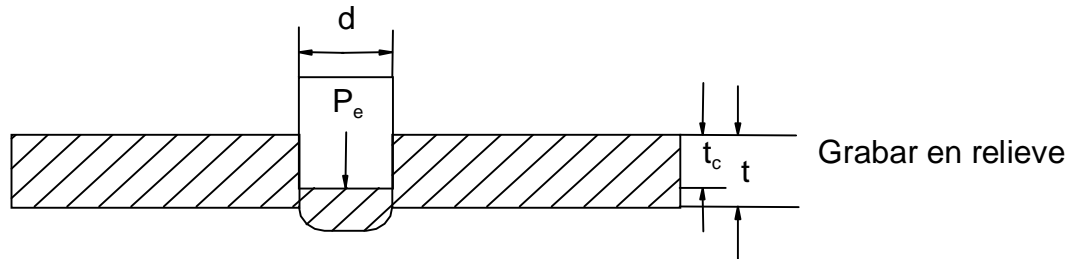


Figura 6 -10

### b) marcado

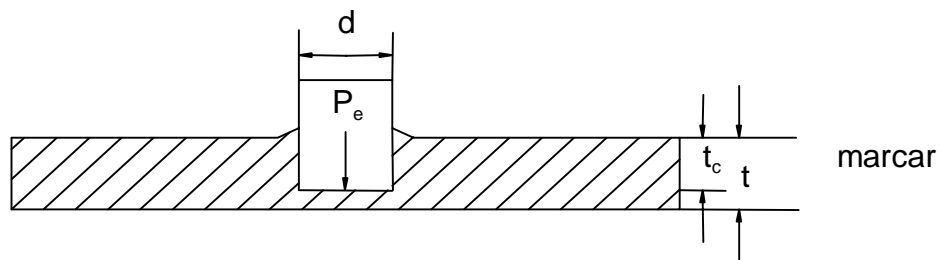


Figura 6 -11

$$\varepsilon = \frac{t_c}{t} \times 100 = \text{valores entre el 30 y 60\%}$$

Grabado en relieve.

$$P_e = \frac{c_e k_f l t}{1000} (\text{tf})$$

Marcado.

$$P_m = \frac{c_m k_f A_0}{1000} (\text{tf})$$

$$A_0 = \frac{\pi d^2}{4}$$

t	0.4	0.6	1	2	3	>3
Ce	3	2.5	2.0	1.5	1.2	1.0
Cm	5	4.5	4.2	4.0	3.0	3.0

Tabla 6-1 Coeficientes Ce y Cm.

$$E_e = P_e t_c C_{em}$$

$$E_m = P_m t_c C_{em}$$

$C_{em}$  = Coeficiente de 0.8 a 0.9

c) Acuñado.

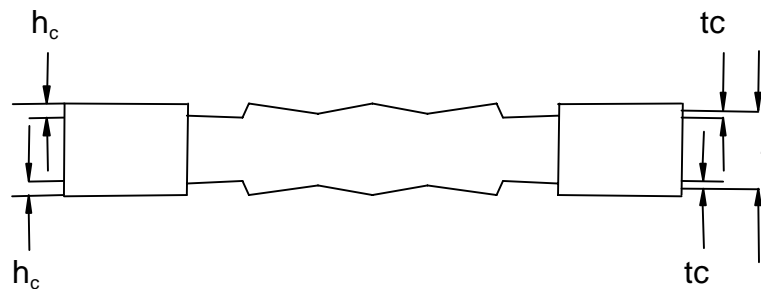


Figura 6-12

$$t \geq 0.4 \text{ mm}$$

$$h_c = 2t_c \leq 0.5 t$$

$$\varepsilon = \frac{t - 2t_c}{t} \times 100$$

$$E_c = P_c h_c C_{c2}$$

$$P_c = \frac{C_{c1} K_f A}{1000}$$

t	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	>1
C <sub>c1</sub>	5.0	4.9	4.8	4.7	4.6	4.5	4.0

Tabla 6-2 Coeficiente C<sub>c1</sub>

C<sub>c2</sub> = Coeficiente de 0.8 a 0.9

P<sub>c</sub> = Fuerza de trabajo (tf)

E<sub>c</sub> = Energía de trabajo (kgf.m)

C<sub>c1</sub> = Coeficiente.

## Capítulo 7

### Cálculo de especificaciones técnicas para prensa distribución de planta de estampado y troquelado.

#### Distribución de planta de estampado y troquelado

La distribución de planta del estampado y troquelado debe contemplar la distribución de las máquinas de prensa y el ambiente laboral que permita realizar las operaciones con seguridad y eficiencia. Como regla general es necesario considerar y aplicar en las operaciones que el flujo de los materiales sea de izquierda a derecha

#### 7.1 Tipos de distribución

Condición básica de operación manual

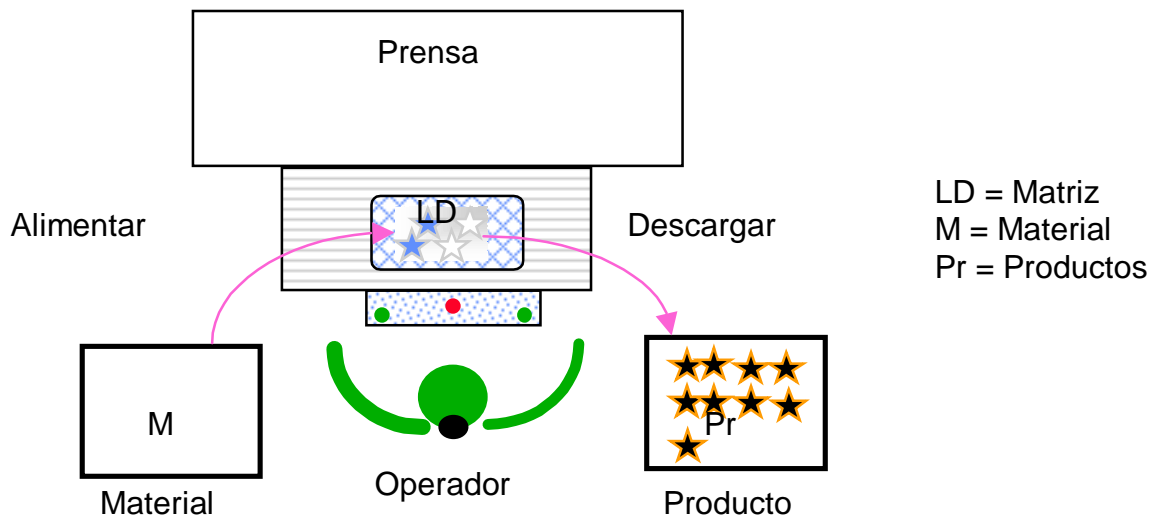
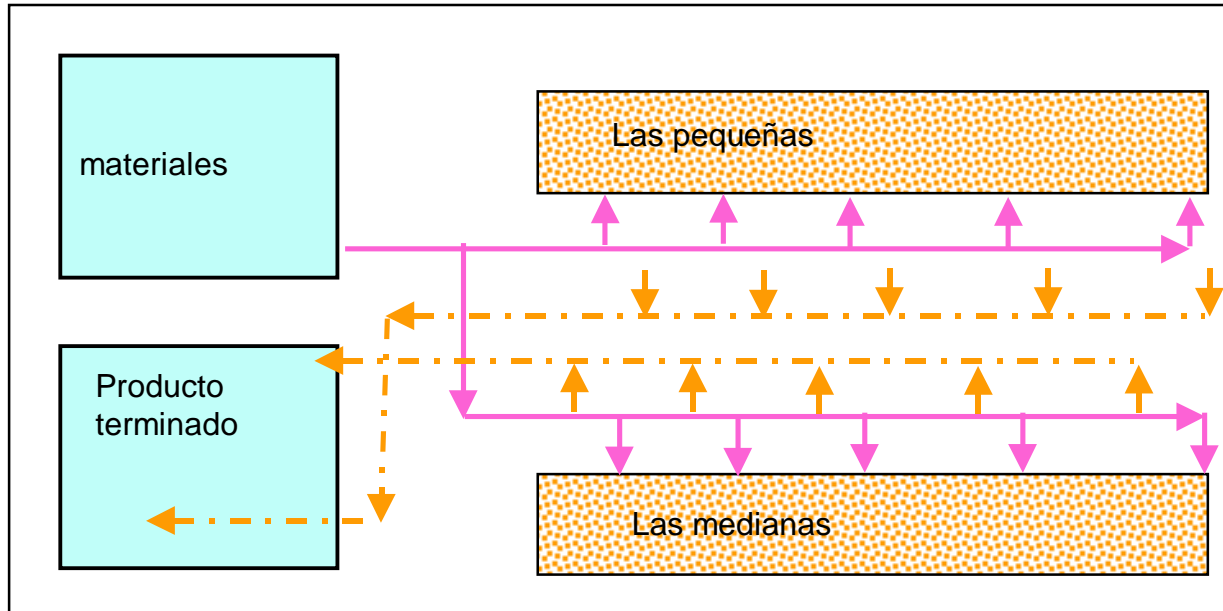


Figura 7 – 1 Forma de operación manual

## 7.2 Sistema de producción en serie

a) Distribución de planta realizada de acuerdo con la capacidad de las prensas, ver figura 7-2.



—————> Flujo de materiales

- - - - -> Flujo de productos terminados

Figura 7 – 2 Taller de prensas



b) Distribución de planta realizada de acuerdo al tipo de producto, ver figura 7 - 3.

Pr = producto

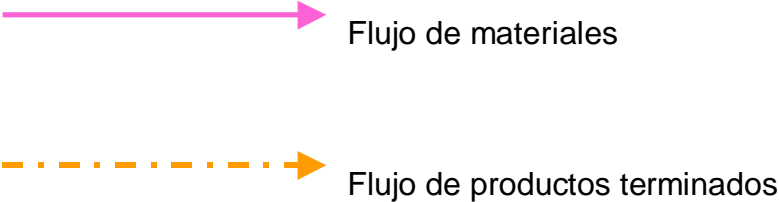
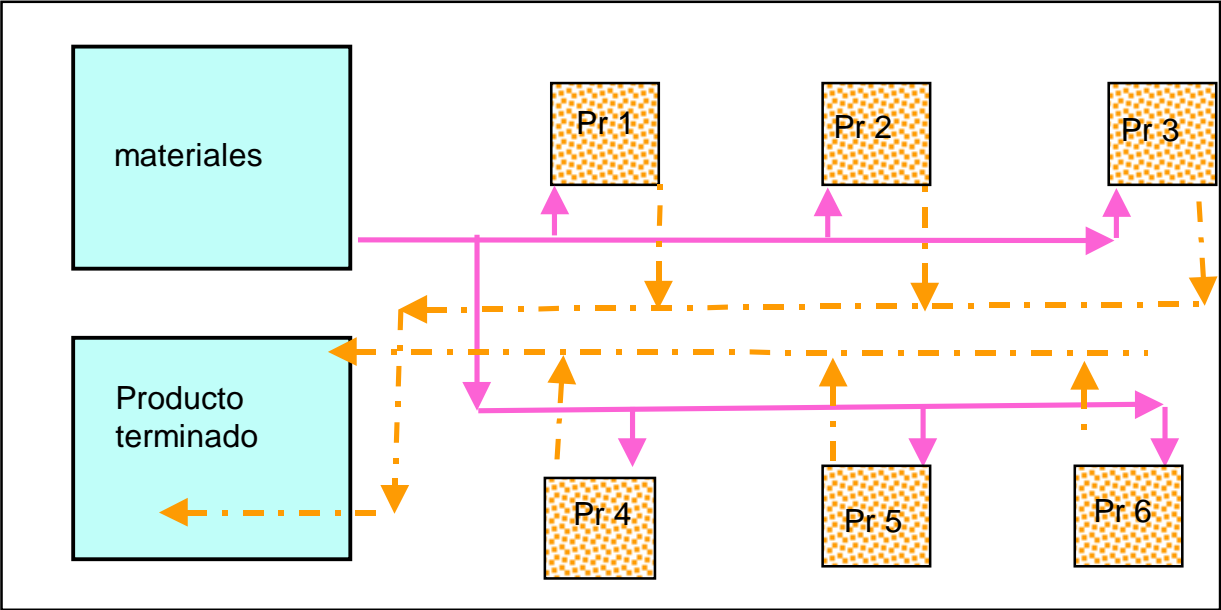
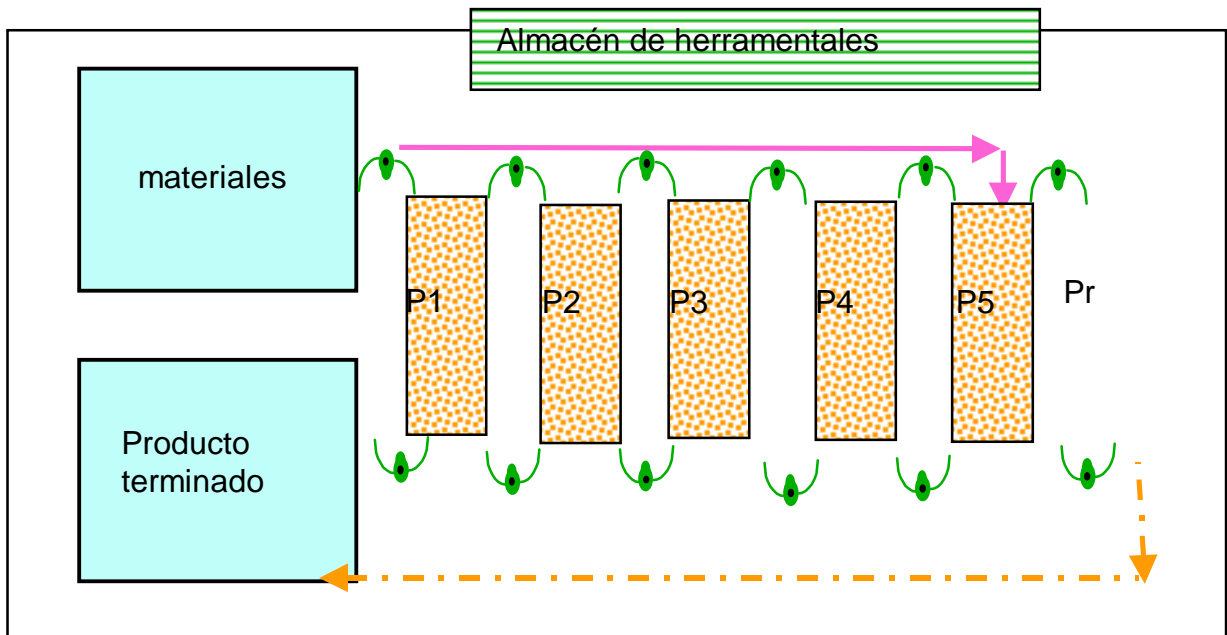


Figura 7 – 3 Taller de prensas

c) Distribución de planta para grandes prensas, ver figura 7 - 4



Flujo de materiales

Flujo de productos terminados

P1 = prensa de doble acción

P 2 a P5 = prensas de simple acción

Pr = productos

8 prensas en línea como máximo recomendable

Figura 7- 4 Taller de prensas

### 7.3 Tiempo estándar de operación

$$n_o \leq \frac{60}{t_n + \frac{60}{n_s}} (\text{spm})$$

$n_o$  = Cantidad de producción (piezas/min.)

$t_n$  = Tiempo de paro en punto muerto superior (s)

$n_s$  = Número de carreras de la prensa (s.p.m.)

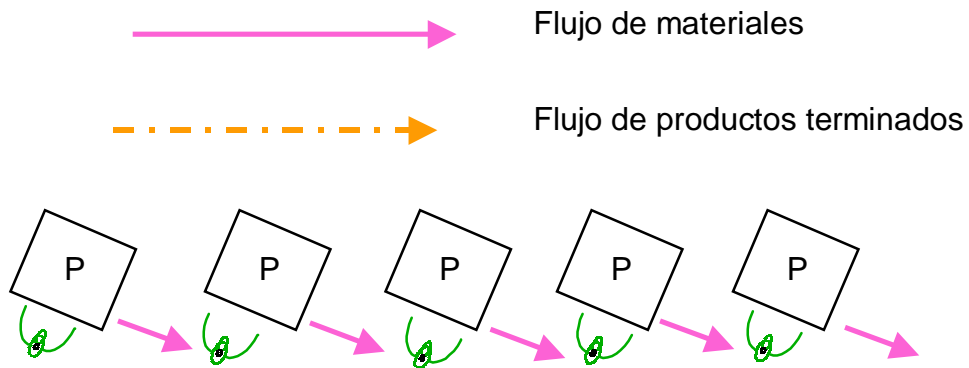
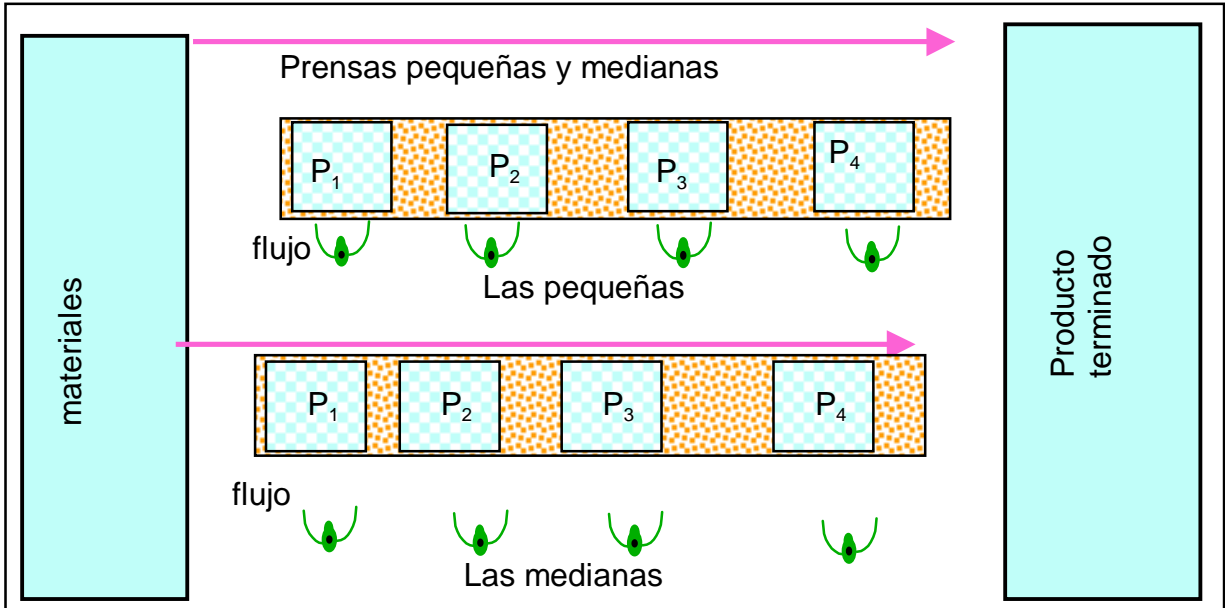
$n_s$ (s.p.m.)	$t_n$ (s)
< 30	3.0
30 a 60	3.0 a 4.0
60 a 100	4.0 a 5.0
100 a 120	>50

Tabla 7 – 1 Valores de  $t_n$

## 7.4 Distribución de planta para producción en serie

### 7.4.1 Forma de operación manual para prensas pequeñas y medianas, ver figura 7 - 5

a) Distribución en línea recta para diferentes productos.

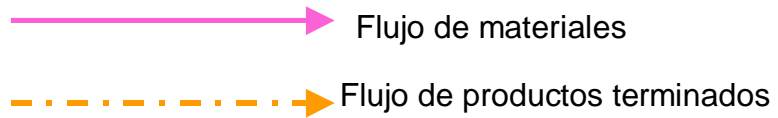
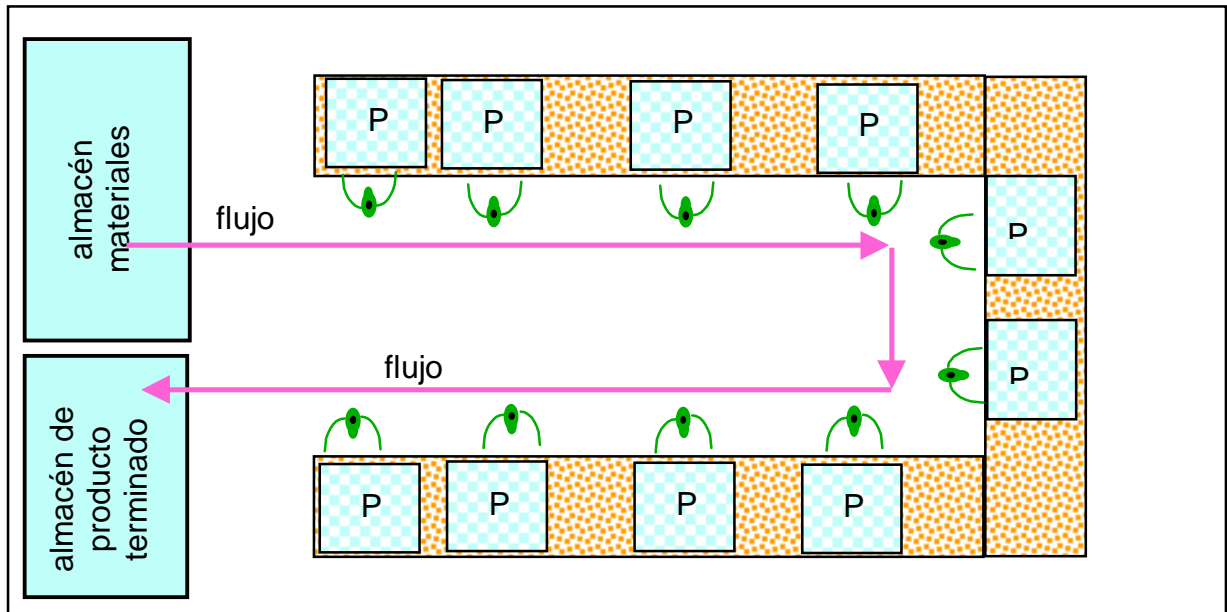


Forma diagonal (para el manejo de material por gravedad)

P = Prensas.

Figura 7 – 5 Taller de prensas

b) Distribución de planta en “U”, apta para la producción en serie.



P = prensas.

Figura 7 – 6 Taller de prensas

### 7.4.2 Forma de operación automática.

#### a) Uso del material en rollo.

Alimentador para cuando el espesor de la lámina es menor de 2 mm y la cantidad de alimentación menor de 300 mm

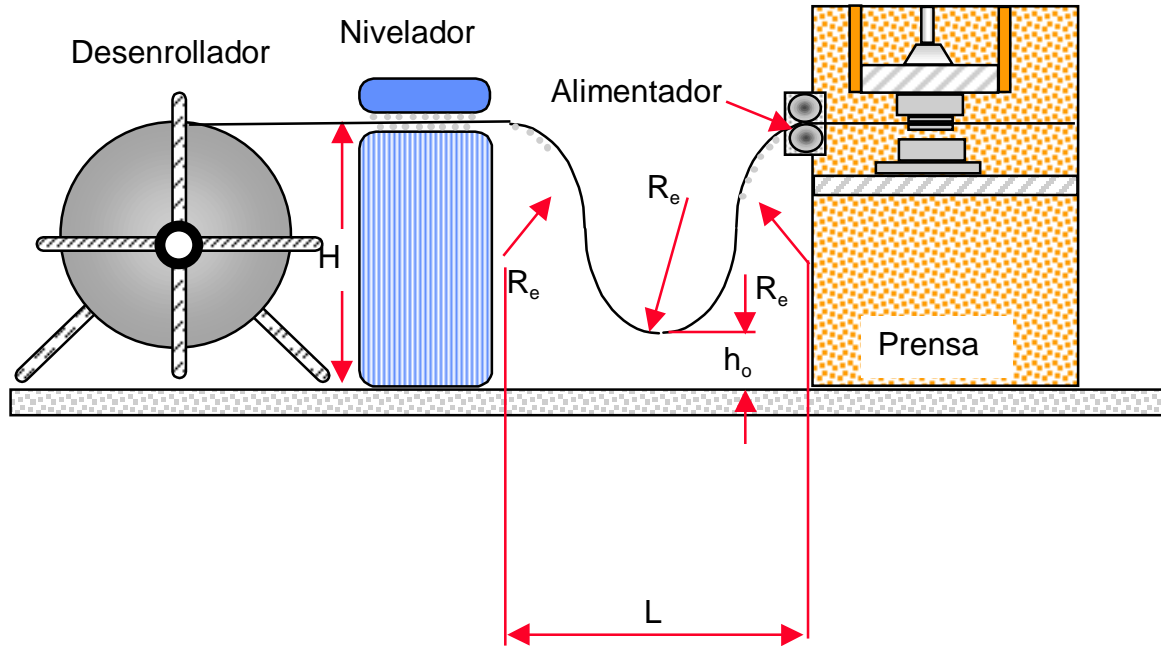


Figura 7-7 Alimentador para prensa

$$R_e \geq \frac{Et}{2\sigma_e}$$

$$L \geq (4R_e) \sqrt{\frac{H}{R_e} - \left(\frac{H}{2R_e}\right)^2}$$

$$h_0 \geq 100 \text{ mm.}$$

$E$  = Coeficiente de elasticidad .

$t < 0.2$  No necesita del nivelado

$t > 0.2$  Si se necesita del nivelador

$\sigma_e$  = Esfuerzo de rendimiento.

$$\sigma_e = 0.8 \sigma_B$$

Alimentador para cuando el espesor de la lámina es mayor de 2 mm y cantidad de alimentación mayor de 300 mm.

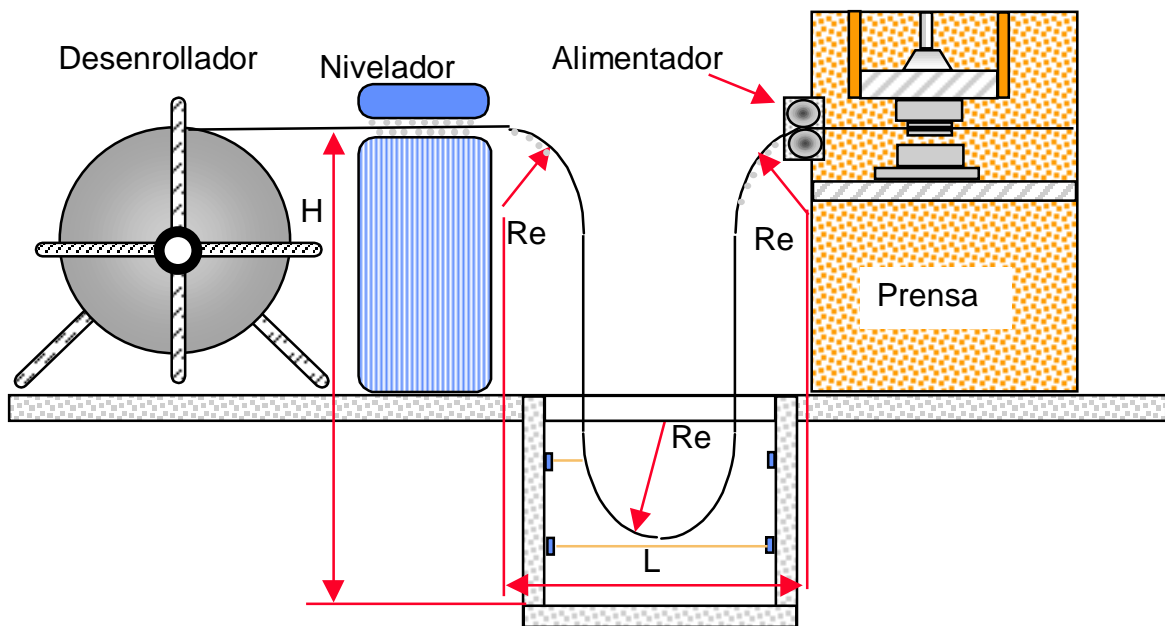


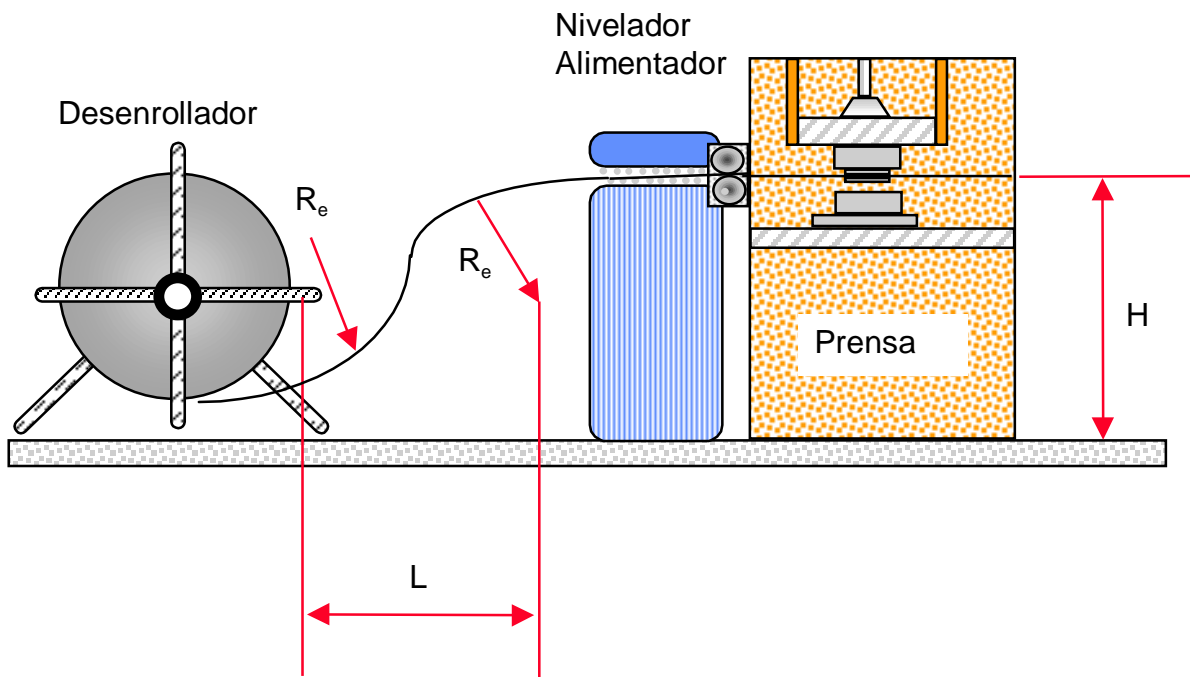
Figura 7 – 8 Alimentador automático

$$H \geq 2 R_e + 100 \text{ (mm)}$$

$$L \geq 3 R_e$$

Alimentador nivelador.

Sistema alfa.



$$L \geq 1.5R_e$$

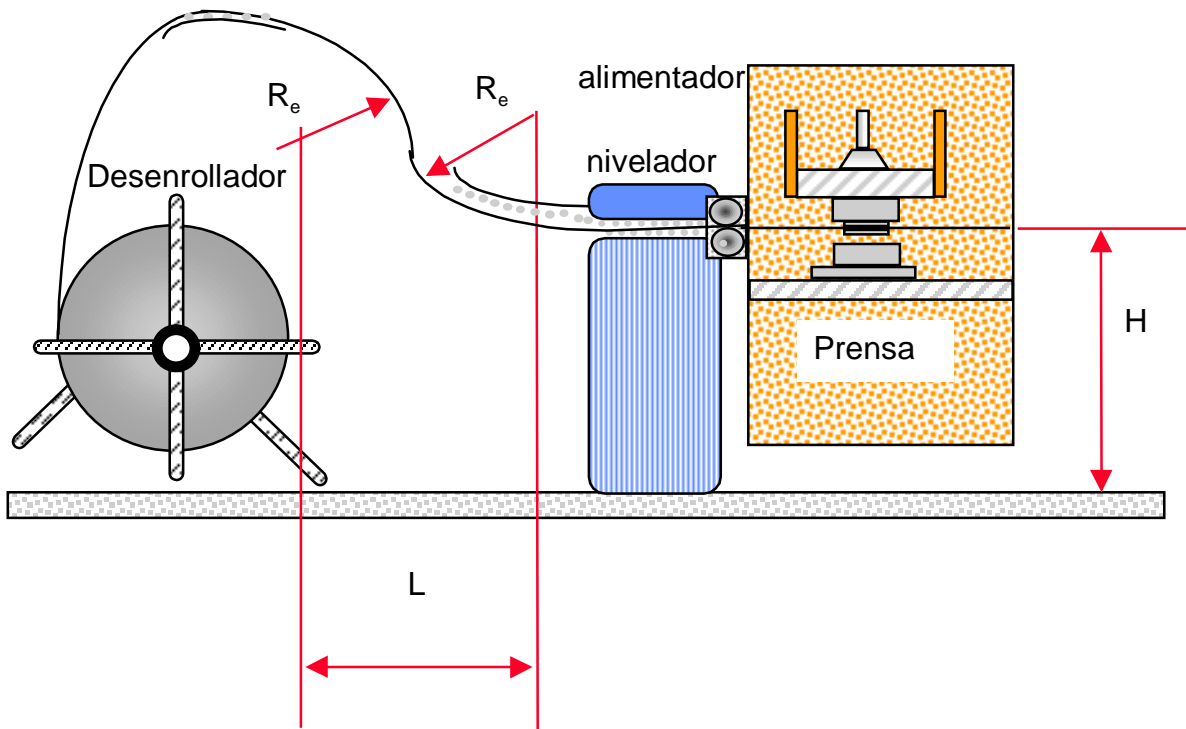
$$H \geq 1.5R_e$$

$R_e$  puede ser muy pequeña

Figura 7 – 9 Alimentador automático



Sistema ahorrador de espacio  
Sistema alfa.



$$L \geq 1.5 R_e$$

$$H \geq 1.5 R_e$$

Figura 7 – 10 Alimentador nivelador

### 7.5 Sistema de transferencia (sistema con robot)

Sistema en una prensa (mono)

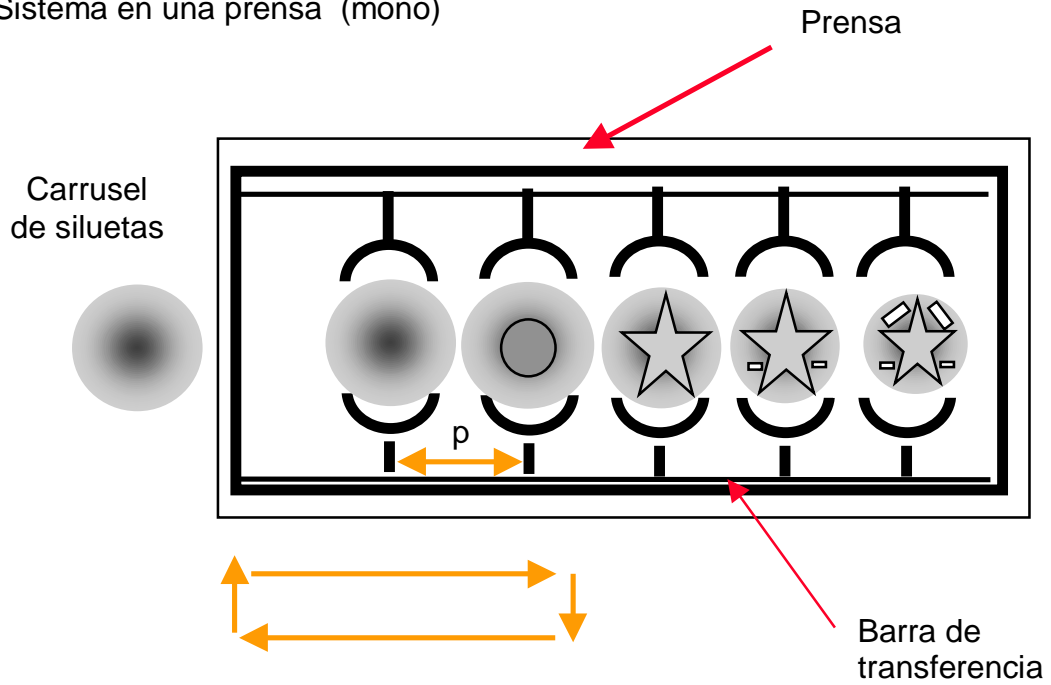
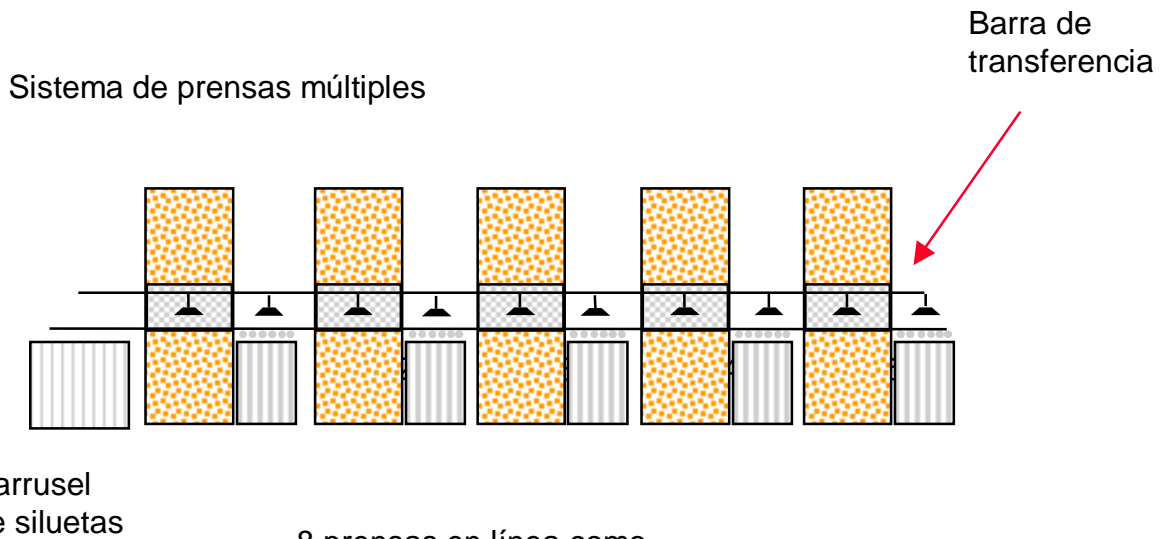


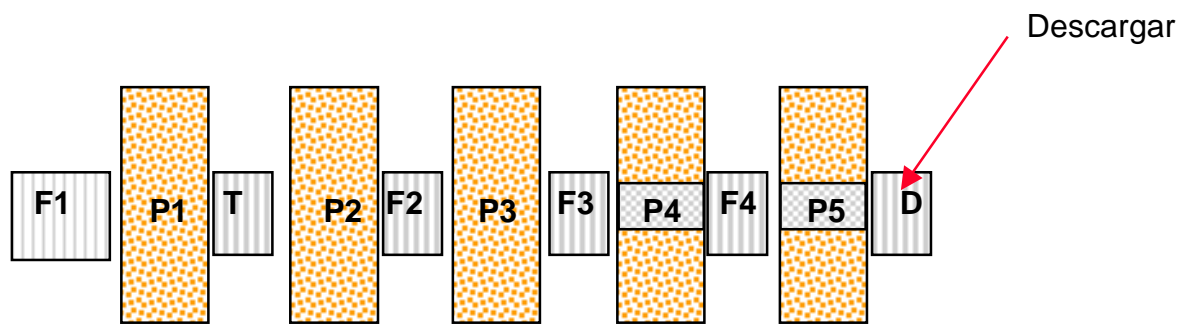
Figura 7 – 11 Transferencia



8 prensas en línea como máximo recomendado

Figura 7 - 12

Línea de grandes prensas.



Carrusel  
de siluetas

8 prensas en línea como  
máximo recomendado

Figura 7 - 13

F1 a F4 alimentadores

T = Volteador

D = Descarga

## 7.6 Requisitos para la instalación de prensas.

**Espacio:** a) Espacio para operación:

a1) Operación ordinaria.

a2) Operación extraordinaria.

b) Espacio para mantenimiento.

c) Espacio para transporte (manipulación).

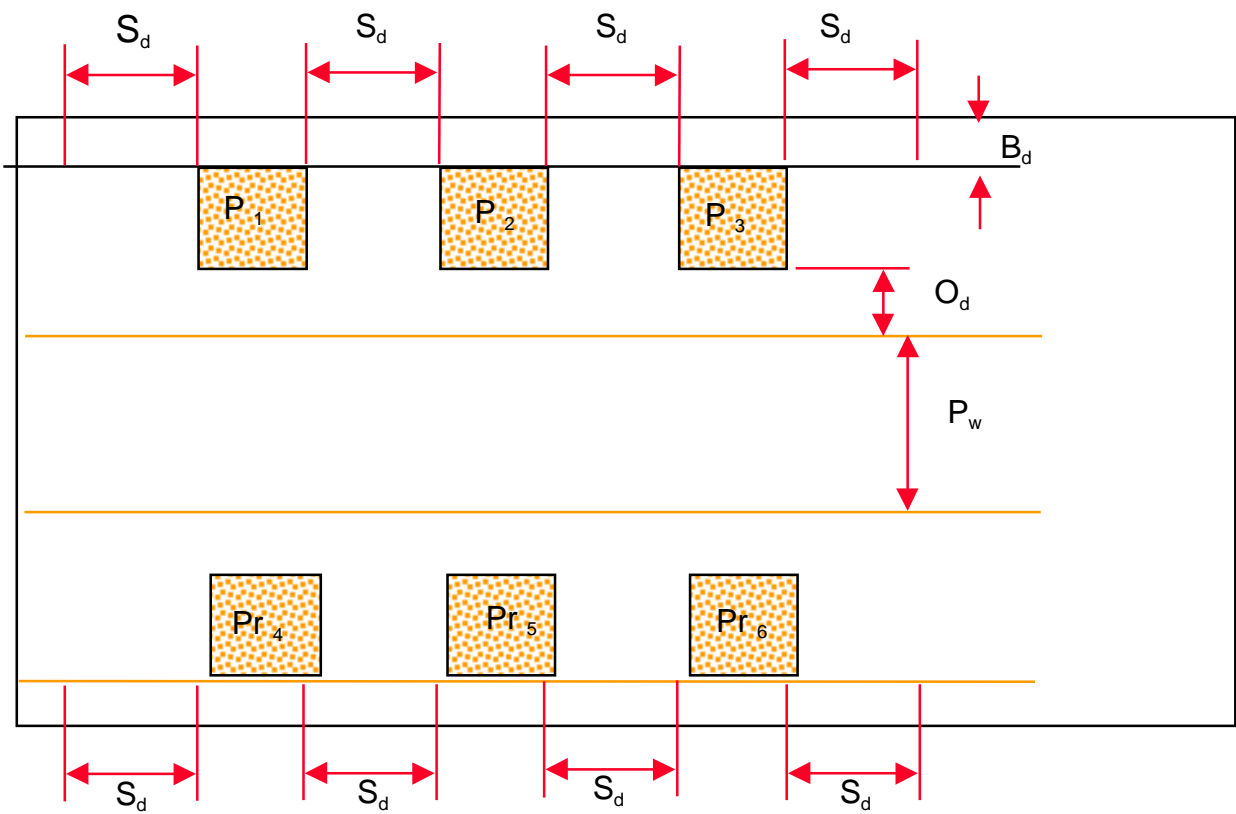


Figura 7 – 14 Prensas grandes

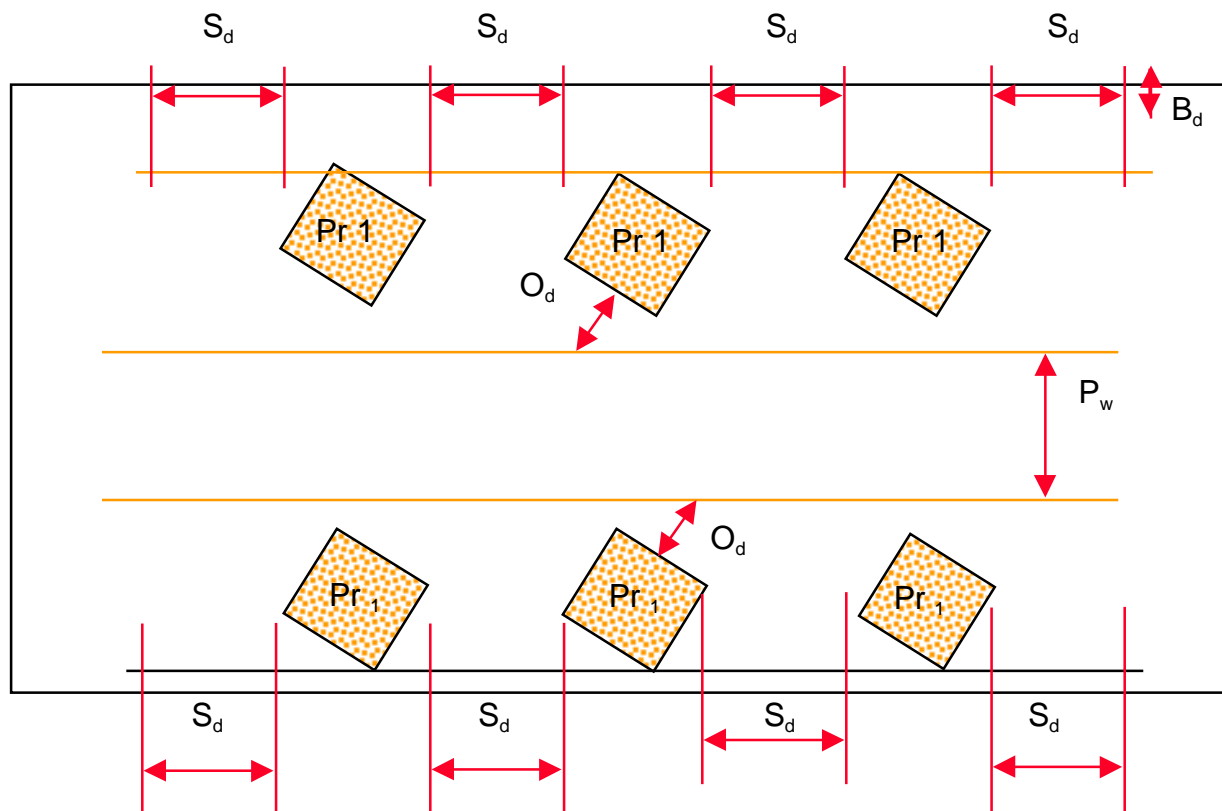


Figura 7 – 15 Prensas grandes

Espacio para montacargas

$S_d$  = distancia lateral  $\geq 800$  mm.

$B_d$  = Distancia posterior  $\geq 1000$  mm.

$O_d$  = distancia de operación  $\geq 800$  mm.

$P_w$  = ancho de pasillo  $\geq 1500$  mm.

## Capítulo 8

### Carga excéntrica de la máquina de prensa

#### 8.1 Carga excéntrica de la máquina de prensa

El diseño de las prensas está basado en la suposición de que la carga de cualquier trabajo se aplica al centro de la corredera de la máquina, sin embargo en la práctica existen muchos casos en el que el centro de carga de un trabajo se encuentra desplazado del centro de la corredera, por lo que cuando esto se presenta la corredera, recibe una fuerza de carga excéntrica. Lo que provoca una generación de carga excesiva en las guías de la corredera que pueden dañar la máquina y provocar accidentes inherentes a la carga excéntrica a la vez de piezas defectuosas.

A continuación se presenta la distribución de las presiones permisibles bajo la carga excéntrica que puede ser aplicada sobre la corredera y la expresión para el cálculo del centro de carga en el proceso realizado en un troquel, estando bajo la condición de carga excéntrica.

### 8.1.1 Carga excéntrica del cigüeñal de la máquina de prensa

a) Cigüeñal sencillo

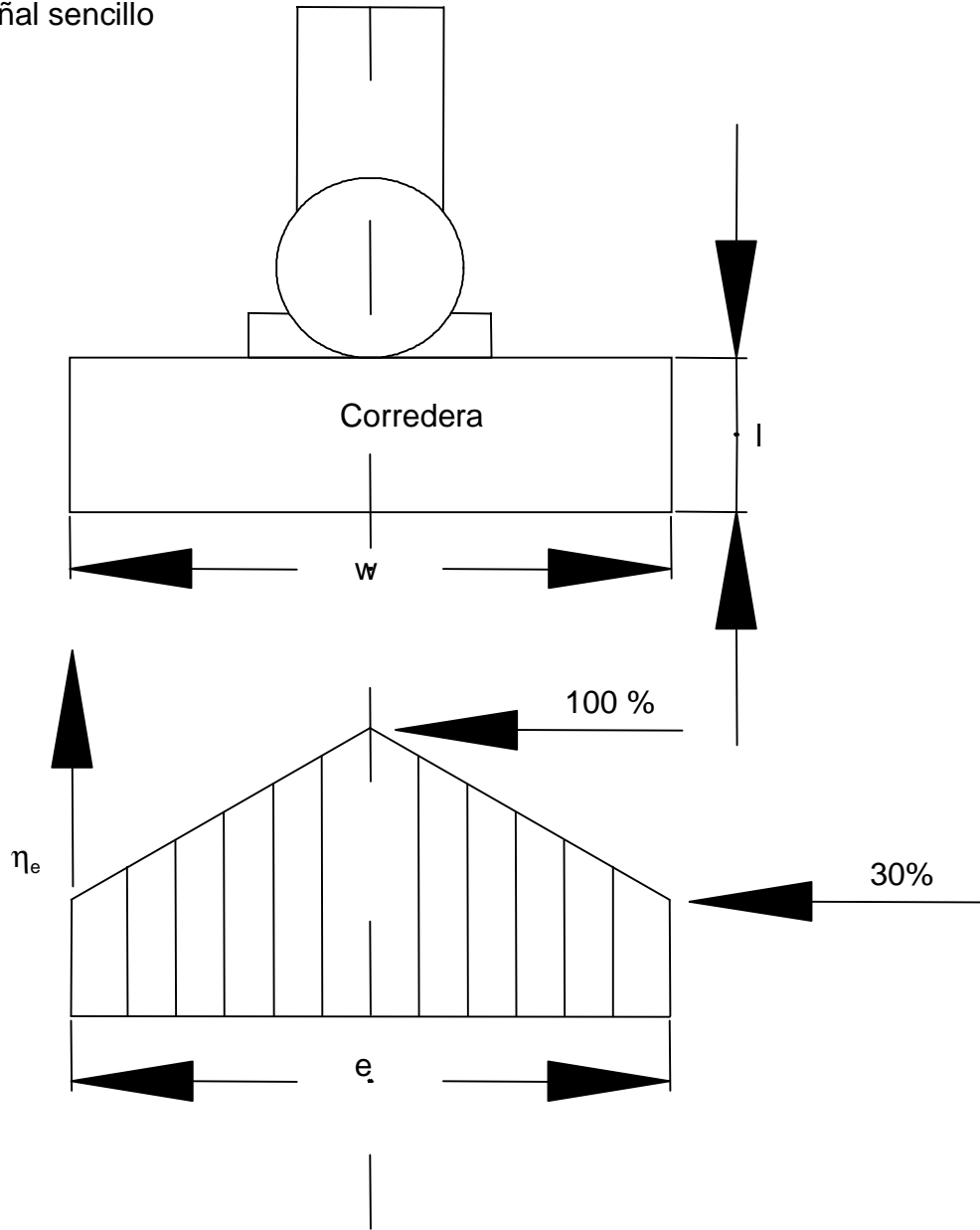


Figura 8-1 Cigüeñal sencillo

b) Carga excéntrica del cigüeñal sencillo.

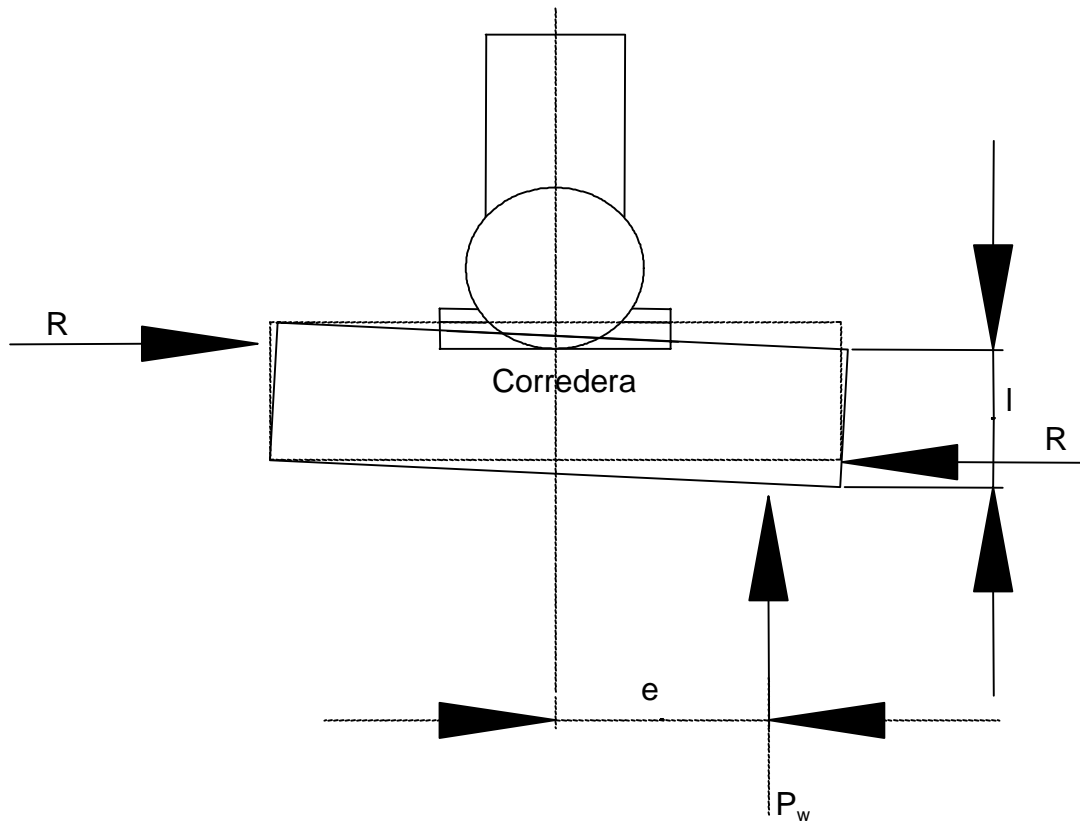


Figura 8-2 Cigüeñal sencillo

$P_a = p \eta_e$  ( tf o kN ) = Presión admisible

$E_a = E \eta_e$  (kgf. m. o J ) = Energía admisible

P = Capacidad ( tf.)

E = Energía (kgf.m. )

$\eta_e$  = Eficiencia excéntrica

e = Distancia de aplicación excéntrica de la carga. (mm.)

$$\frac{L}{W} = 1.5$$

L = Longitud (mm)

W = Ancho de la plantilla móvil

$P_w \cdot e = R \cdot I$  (Kgf.m.)



### 8.1.2 Carga excéntrica de doble cigüeñal

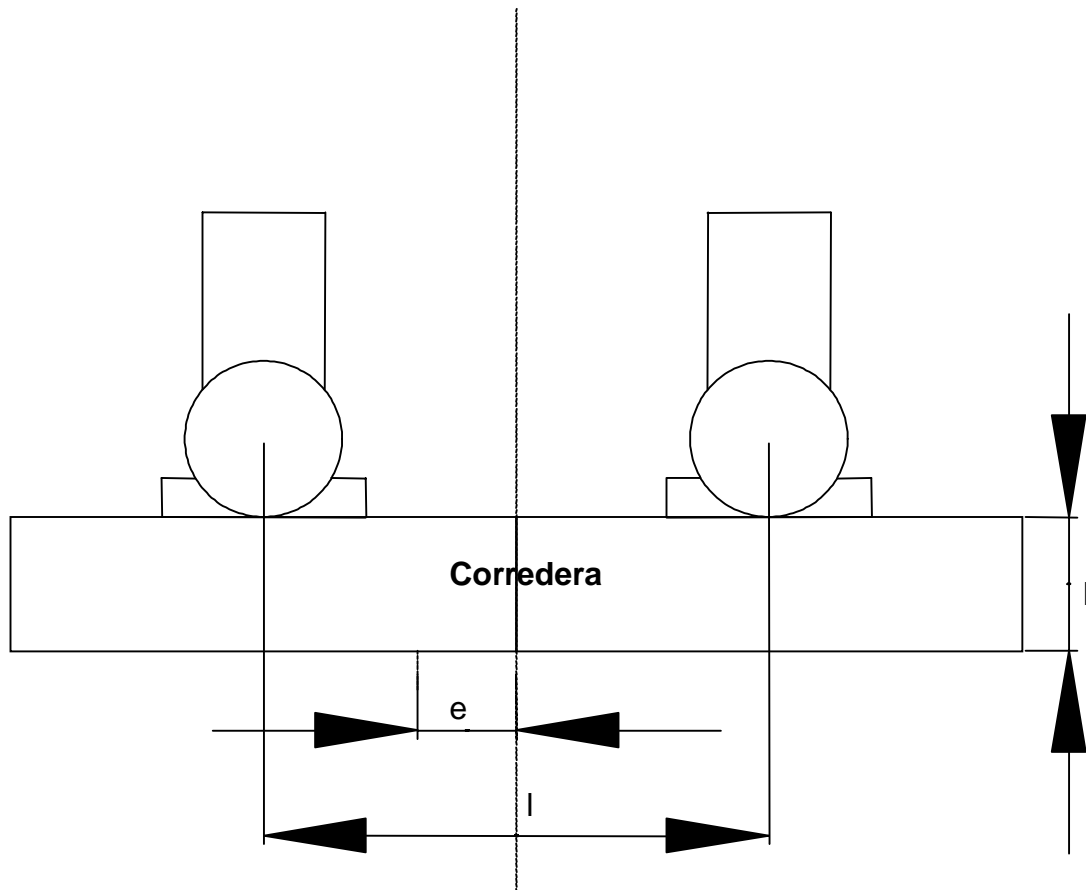


Figura 8-3 Cigüeñal doble

$$p_a = \frac{P \cdot l \cdot K}{l + 2e} \text{ (tf o KN)}$$

$$E_a = P_a \cdot H = \frac{E \cdot I}{l + 2e} \text{ (Kgf, m o J)}$$

$P_a$  = Presión admisible

$E_a$  = Energía admisible

$E_a = P_a \cdot H =$  ( kgf, m o J)

$l$  = Distancia entre muñones del cigüeñal (mm.)

$H$  = Límite de la capacidad (mm.)

$K$  = Coeficiente 1 a 1.2

### 8.1.3 Carga excéntrica del troquel

La carga excéntrica del troquel para proceso de corte y punzonado, para calcularlo se utiliza el método de suma de momentos con respecto a un punto se tiene :

a) centro de gravedad.

$$P_w = P_1 + P_2$$

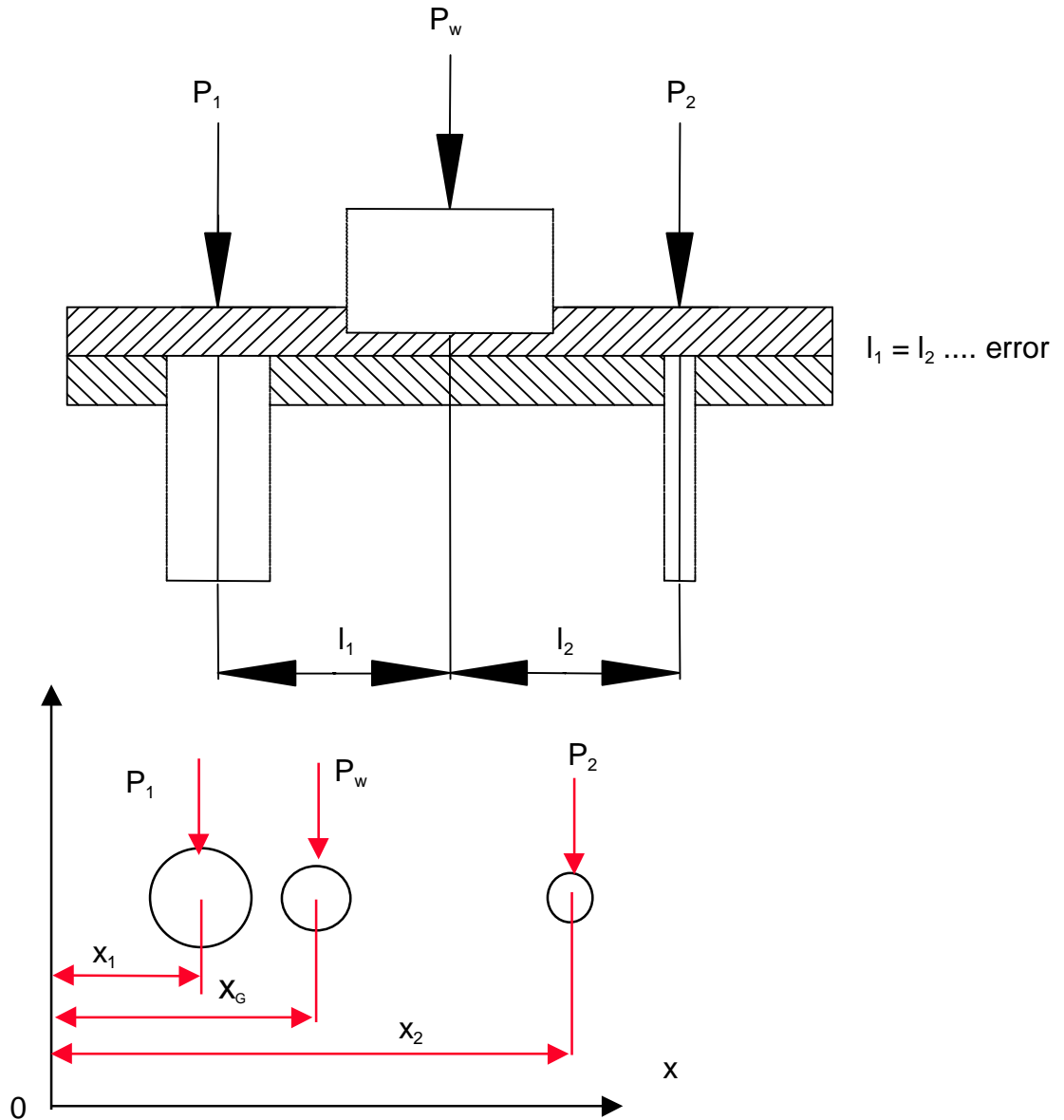


Figura 8-4 Centro de gravedad

Obtención del centro de gravedad.

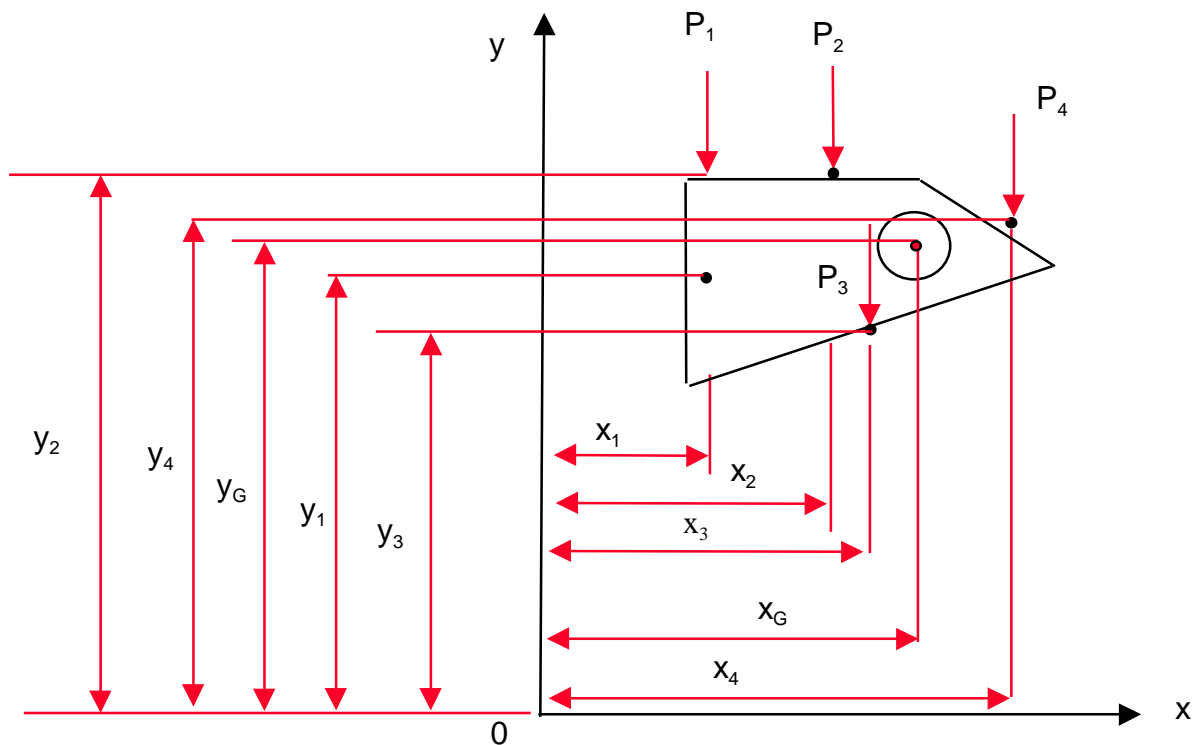


Figura 8-5 Obtención del centro de gravedad

$$X_G = \frac{P_1 x_1 + P_2 x_2}{P_1 + P_2}$$

$$x_G = \frac{P_1 x_1 + P_2 x_2 + P_3 x_3 + P_4 x_4}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}$$

Como t son constantes las formulas se resumen a:

$$\text{Como } P_n = \frac{l_n t \pi}{100}$$

$$Y_a = \frac{l_1 y_1 + l_2 y_2 + l_3 y_3 + \Lambda + l_n y_n}{l_1 + l_2 + l_3 + \Lambda + l_n}$$

$$X_a = \frac{l_1 x_1 + l_2 x_2 + l_3 x_3 + \Lambda + l_n x_n}{l_1 + l_2 + l_3 + \Lambda + l_n}$$

$$y_G = \frac{P_1 y_1 + P_2 y_2 + P_3 y_3 + P_4 y_4}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}$$

En el caso de procesos combinados donde se punzona y se dobla por ejemplo al mismo tiempo del recorrido del herramental es necesario utilizar un punzón equilibrante de goma flexible y elástico con una carga equivalente como en nuestro caso para equilibrar el doblado, así mismo el o los punzones de corte requieren una sobre carrera para permitir el corte primero y después terminar el doblado formado de costilla o cualquier otro proceso que no sea corte.

b) punzón sobrante.

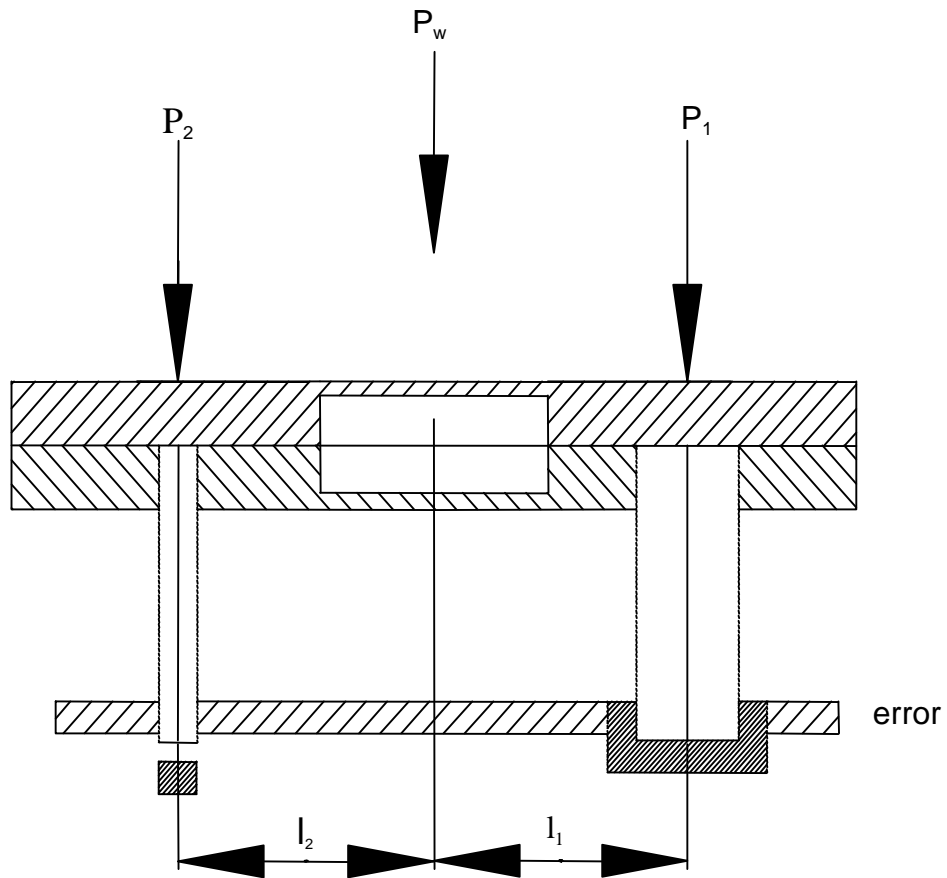
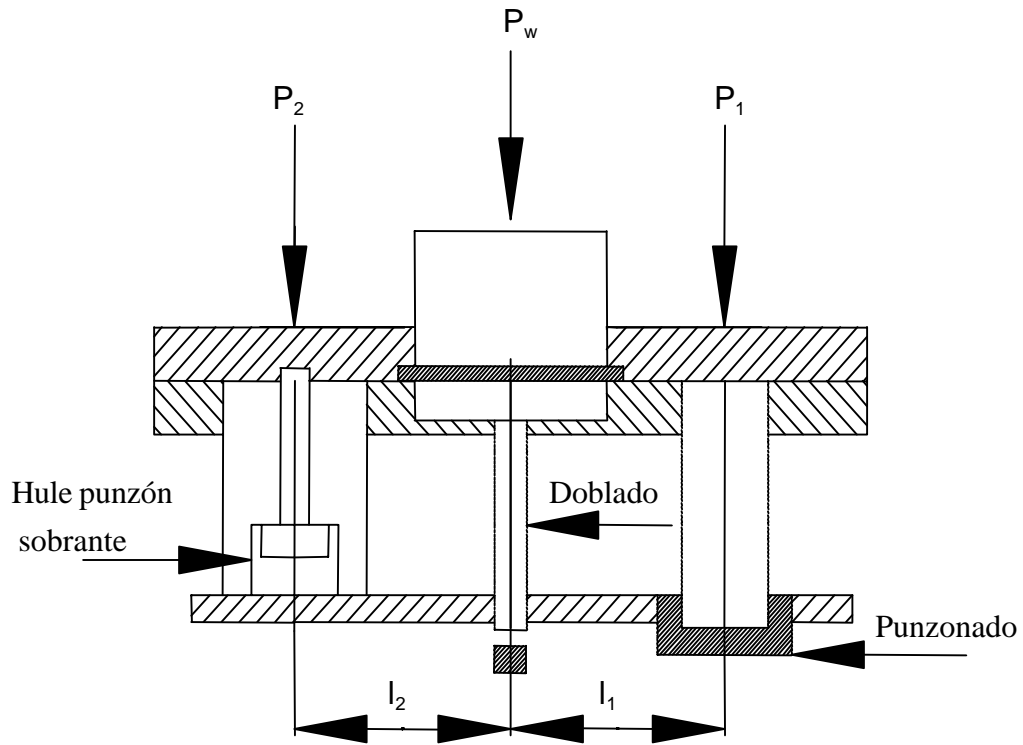


Figura 8-6 Punzón sobrante

En caso de que no se logre tener un resorte de la misma capacidad de la fuerza, es necesario hacer un cálculo extra para determinar la distancia en la que se colocará el punzón equilibrante de goma, para que la fuerza sea equilibrada y el punto del centro de gravedad coincida con el eje del herramental, citando por ejemplo:  
 sí  $P_1 = 2P_2$  entonces  $l_2$  debe ser igual a  $2l_1$



$$l_1 = l_2 \text{ y } P_1 = P_2$$

Figura 8-7 Punzón equilibrante de goma

Esta gráfica señala la posición del centro de gravedad que existe en partes curvas y se utiliza en piezas troqueladas donde existan radios o curvaturas.

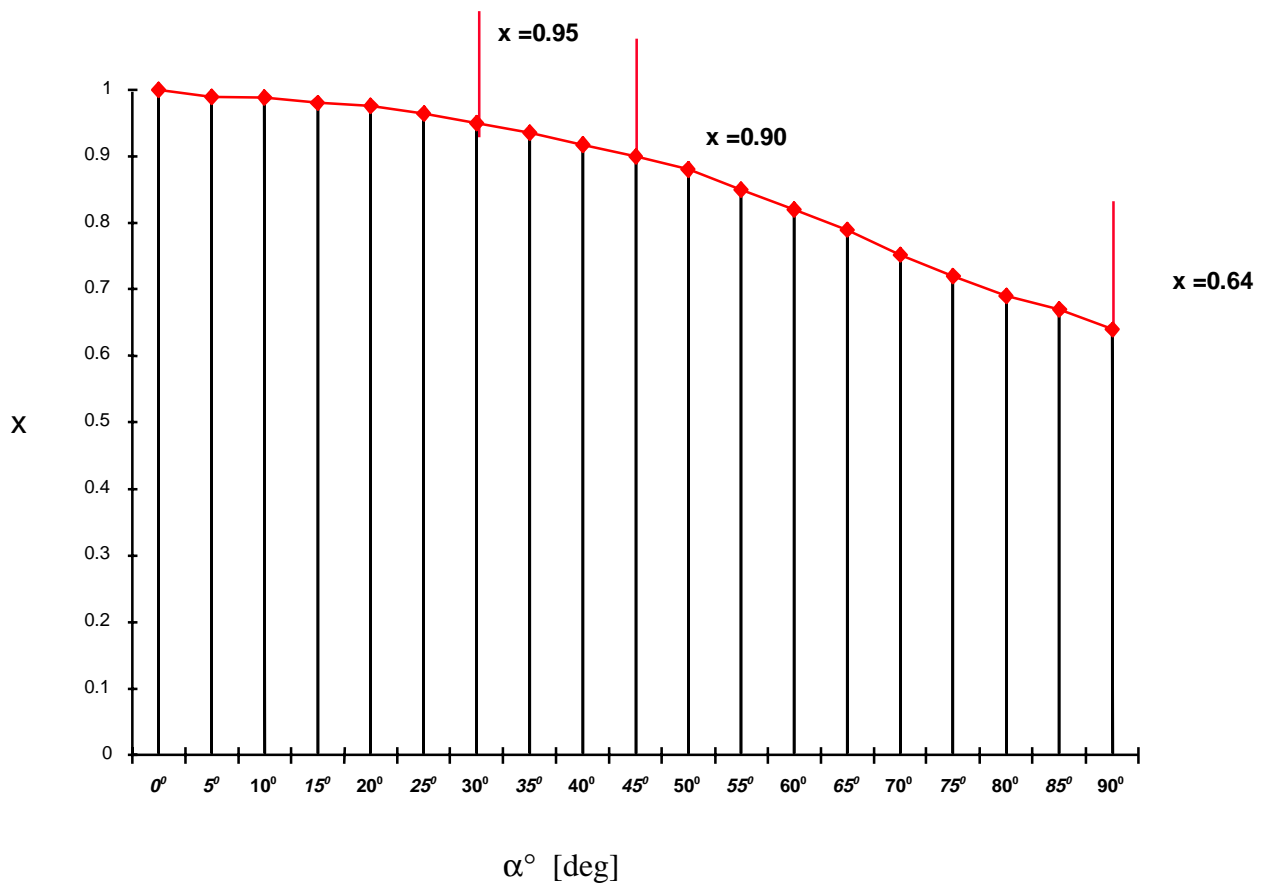
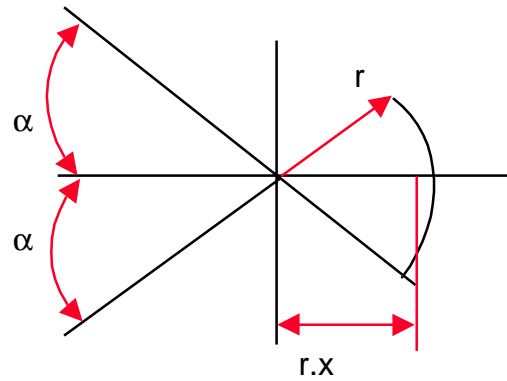


Figura 8-8 Centro de gravedad para partes curvas

## Capítulo 9

### Herramienta para troquelado

A continuación se presentan las características de algunos troqueles que se utilizan en el procesado de lámina y que representan la categoría de los troqueles del tipo bloque para operaciones individuales como corte, dobléz, embutido, etc; Así como la representación de algunos de sus componentes como porta troquel, pernos guía, bujes guía, pernos de registro, matriz y punzón, etc. Estos diagramas pueden ser utilizados como una guía para la conceptualización del funcionamiento de un herramental en cada operación característica.

En esta capítulo se presentan las estructuras de los troqueles y su forma básica para el proceso de punzonado, corte, dobléz, formado, embutido y abombado entre otros, basándose en el proceso individual de cada caso como base para el desarrollo de procesos combinados.

## 9.1 Modelo básico de herramienta para corte y troquelado

### a) Troquel abierto del tipo sólido

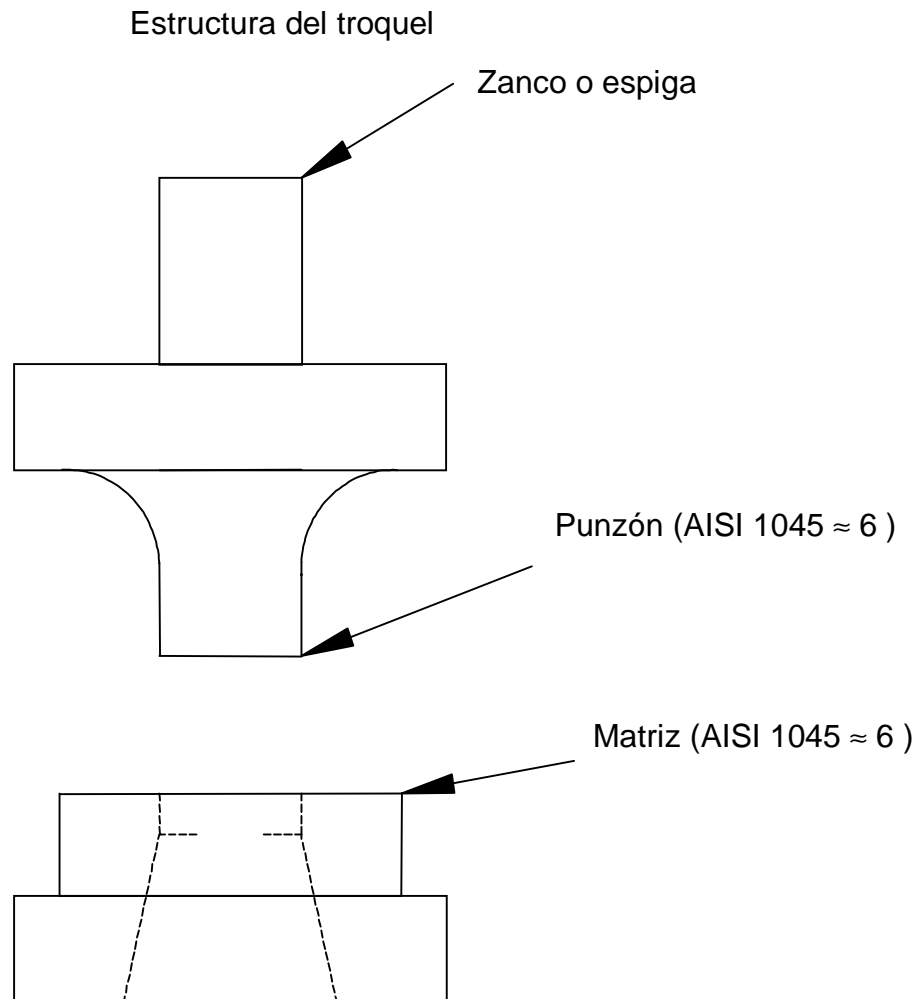


Figura 9-1 Troquel de punzonado



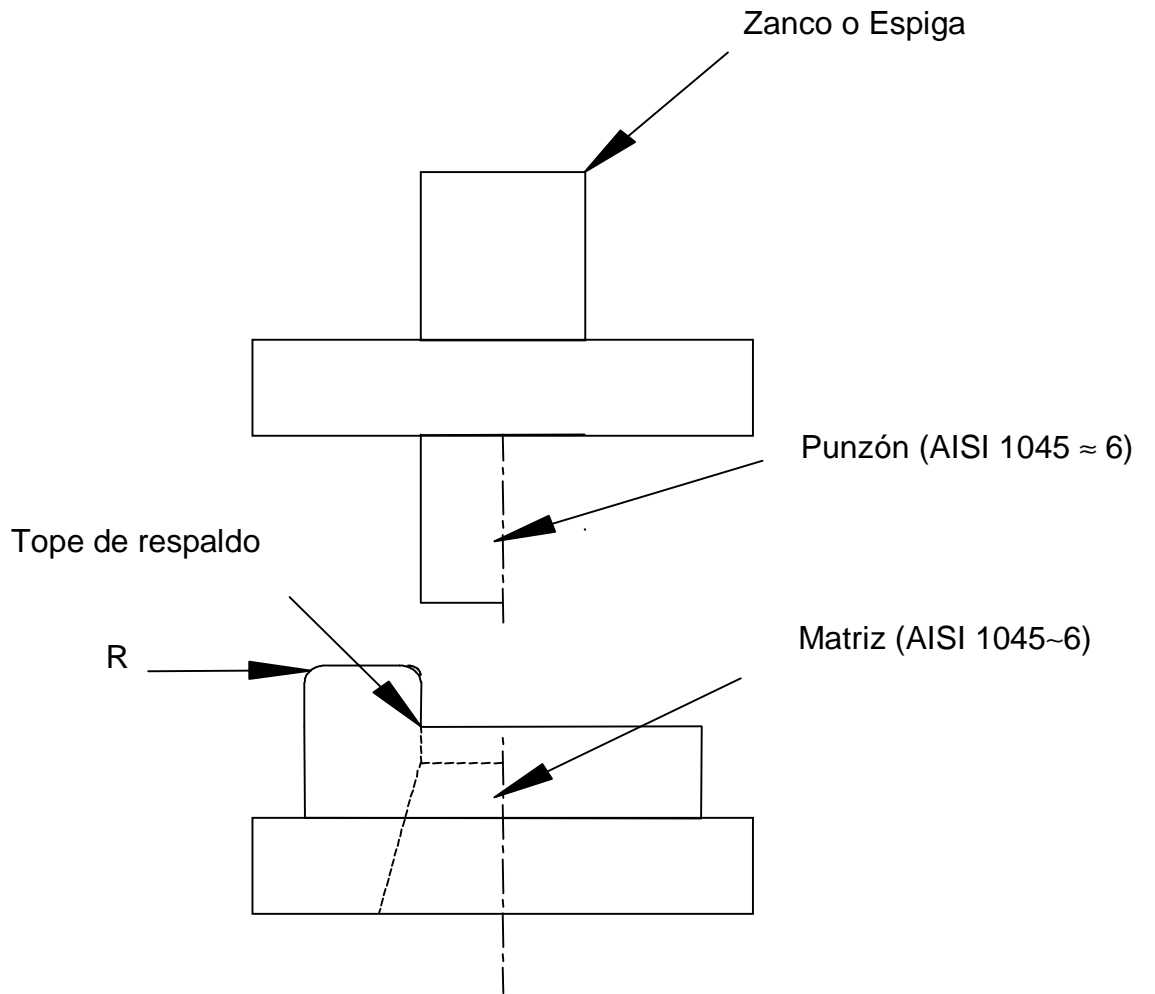


Figura 9-2 Troquel de corte

b) Troquel abierto (tipo bloque)

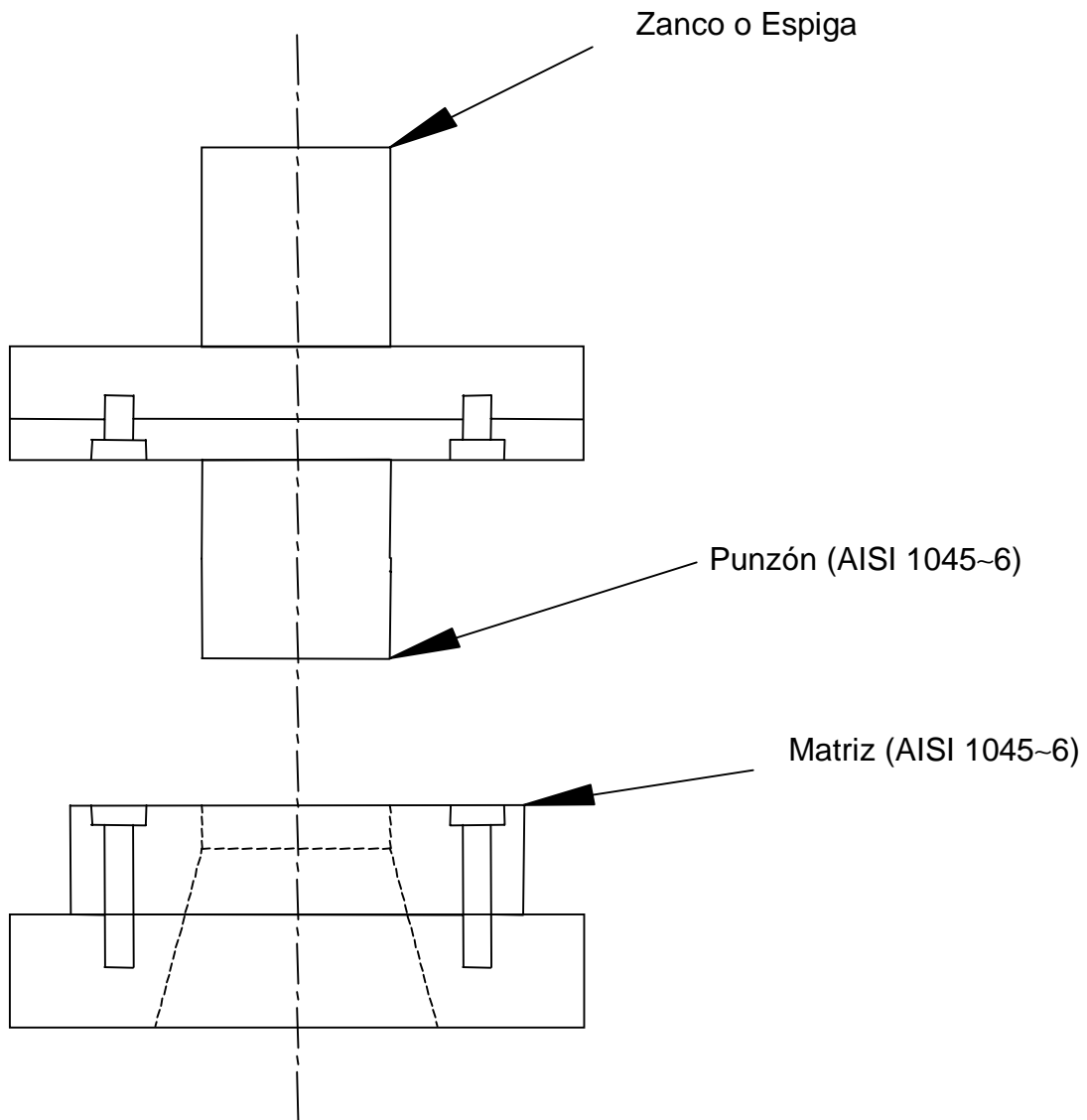


Figura 9-3 Troquel de punzonado tipo bloque

c) Troquel "Die-set" , Con placa de botado fijo o botador de puente

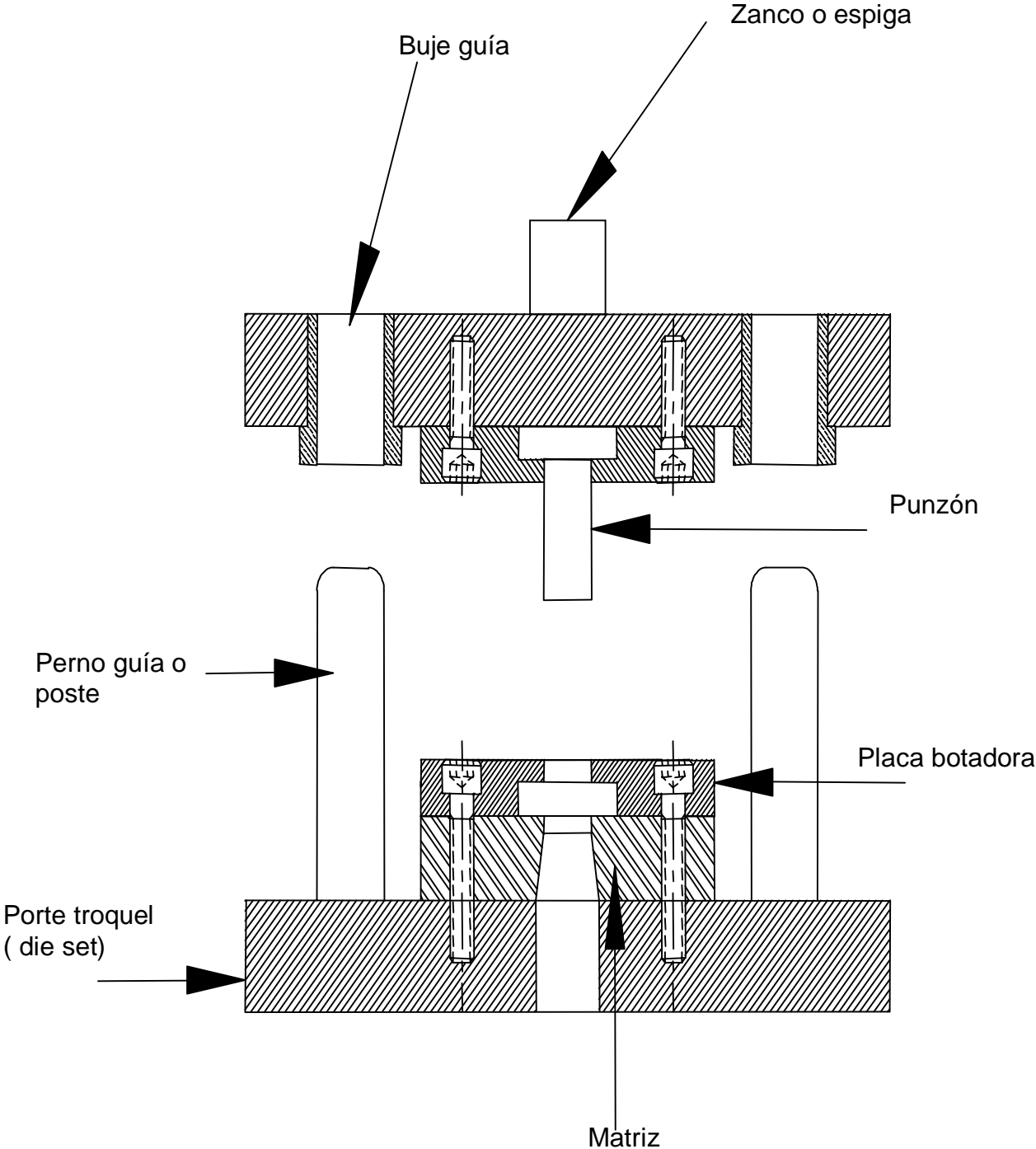


Figura 9-4

d) Troquel "Die-set" con placa de botado movil

Zanco o espiga

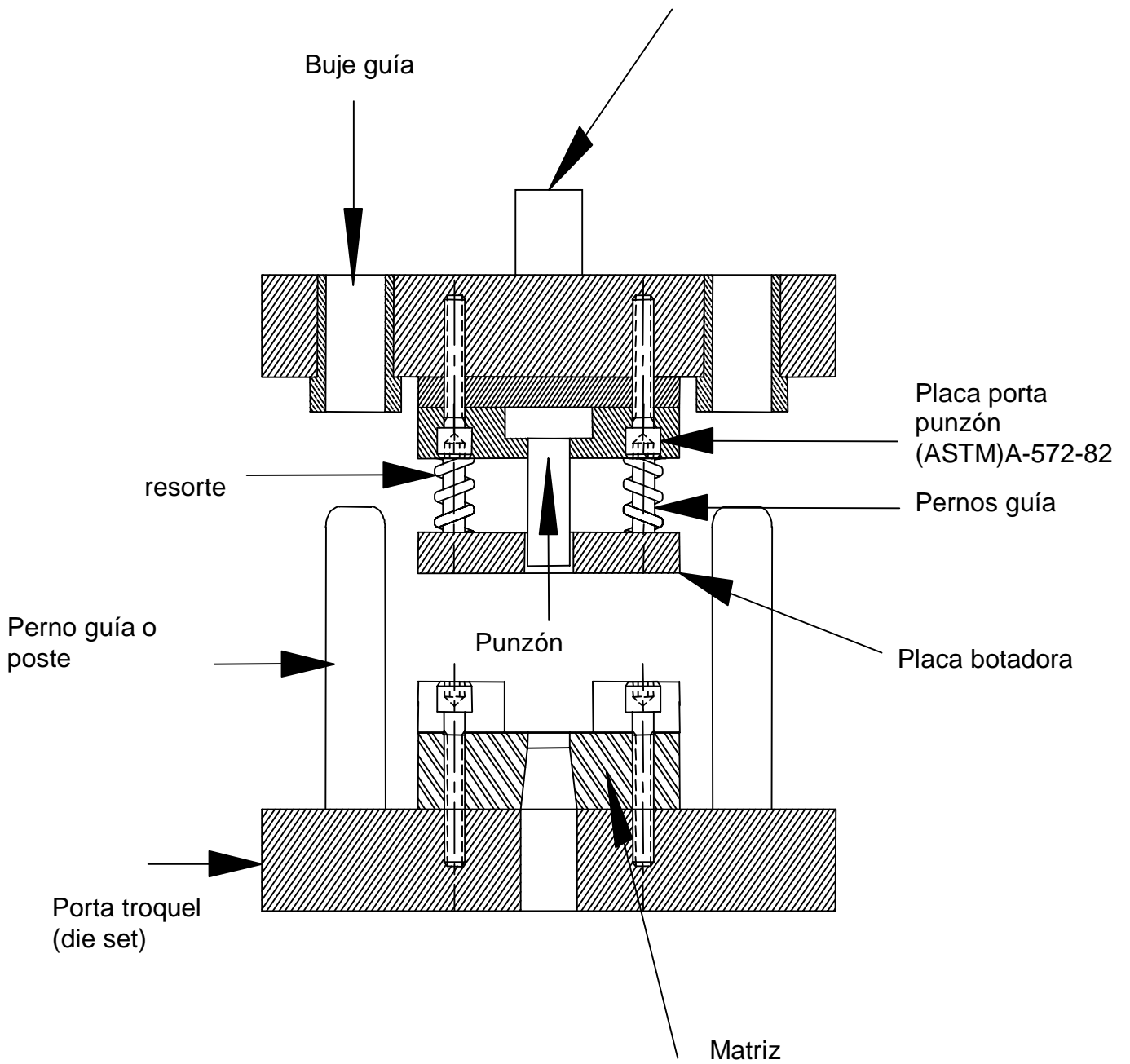


Figura 9-5 Troquel de punzonado tipo seccionado

### Vida útil del punzón en función del material en número de golpes

Espesor t (mm)	Número de golpes en punzonado			
	1,000 p	10,000 p	100,000 p	1'000,000 p
0.3 a 1.0	1045 – 6 W1 - 10	W1 – 10 L 6	W1 - 10 L 6	WC T 4
1.0 a 3.0	1045 – 6 W1 - 10	W1 – 10 L6	L 6 D 2	WC T 4
4.0 a 4.0	W1 – 10 L 6	L 6 D 2	L 6 D 2	WC
4.0 a 6.0	W1 – 10 L 6	L 6 D 2	D 2 T 4	WC

WC = Carburo de tungsteno.

Tabla 9-1

Condiciones para utilizar estos materiales.

Dureza después de T.T.	
1045 - 6	45 – 60 Rc
W1 - 10	50 – 55 Rc
L 6	55 – 60 Rc
D 2	58 – 62 Rc
T 4	58 – 62 Rc
WC	80 Rc

Tabla 9-2

## 9.2 Modelos básicos de herramientas de doblado.

### a) Troquel para doblado en "V"

Troquel con placa de botado móvil

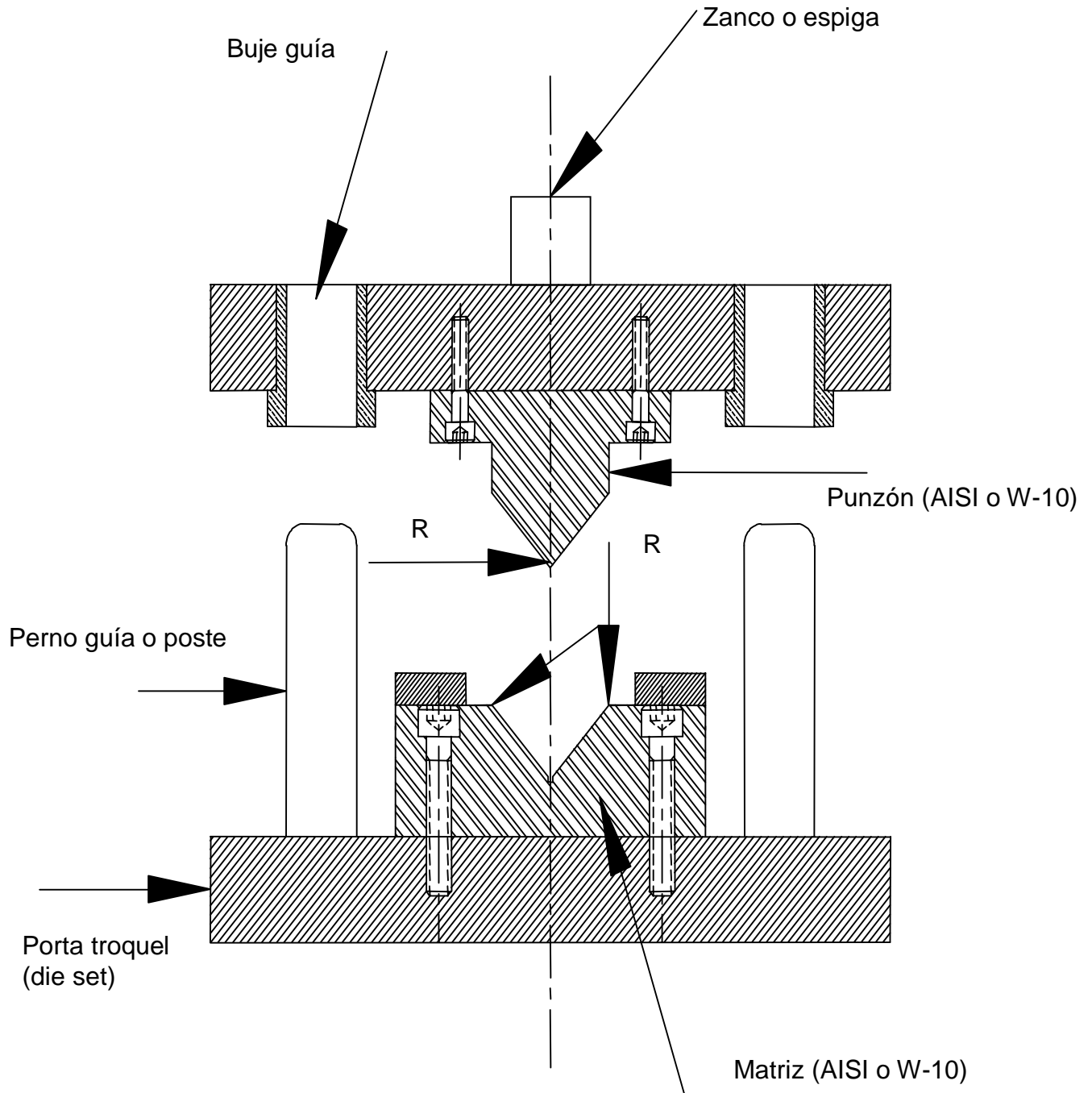


Figura 9-6 Troquel de doblado en "V"

b) Troquel estándar en "V".

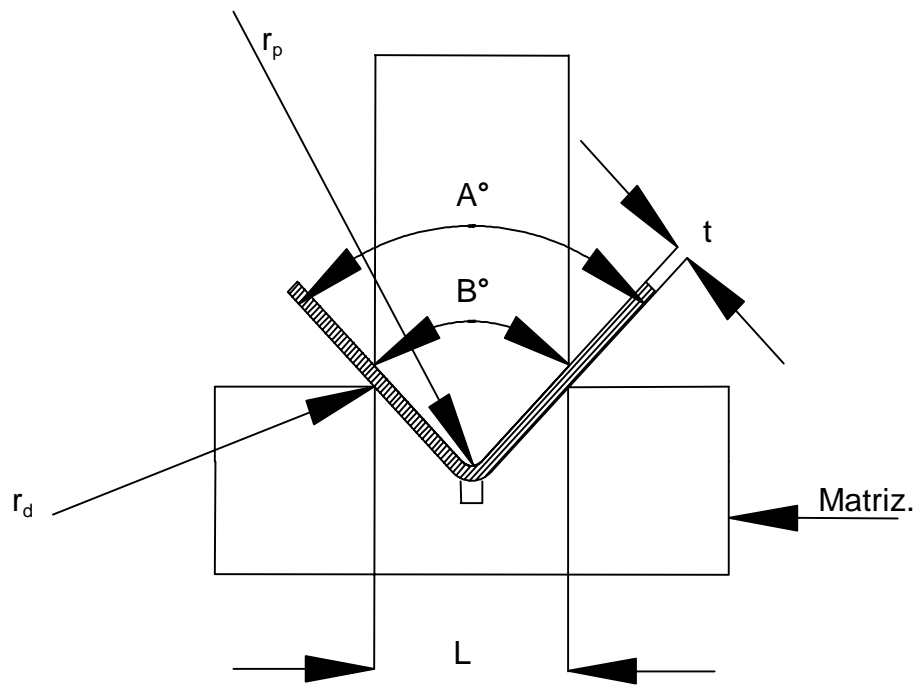


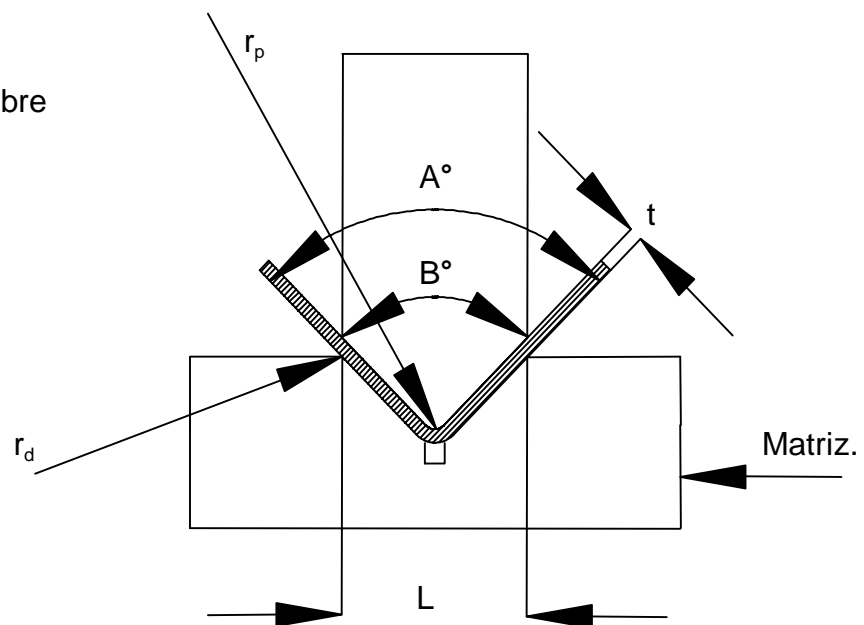
Figura 9-7 Troquel estándar tipo "V"

$$A^\circ = B^\circ = 90^\circ$$

$$rd = (2 \text{ a } 4) t$$

$$L = 8t, (5 \text{ a } 12) t$$

c) Troquel de doblez libre



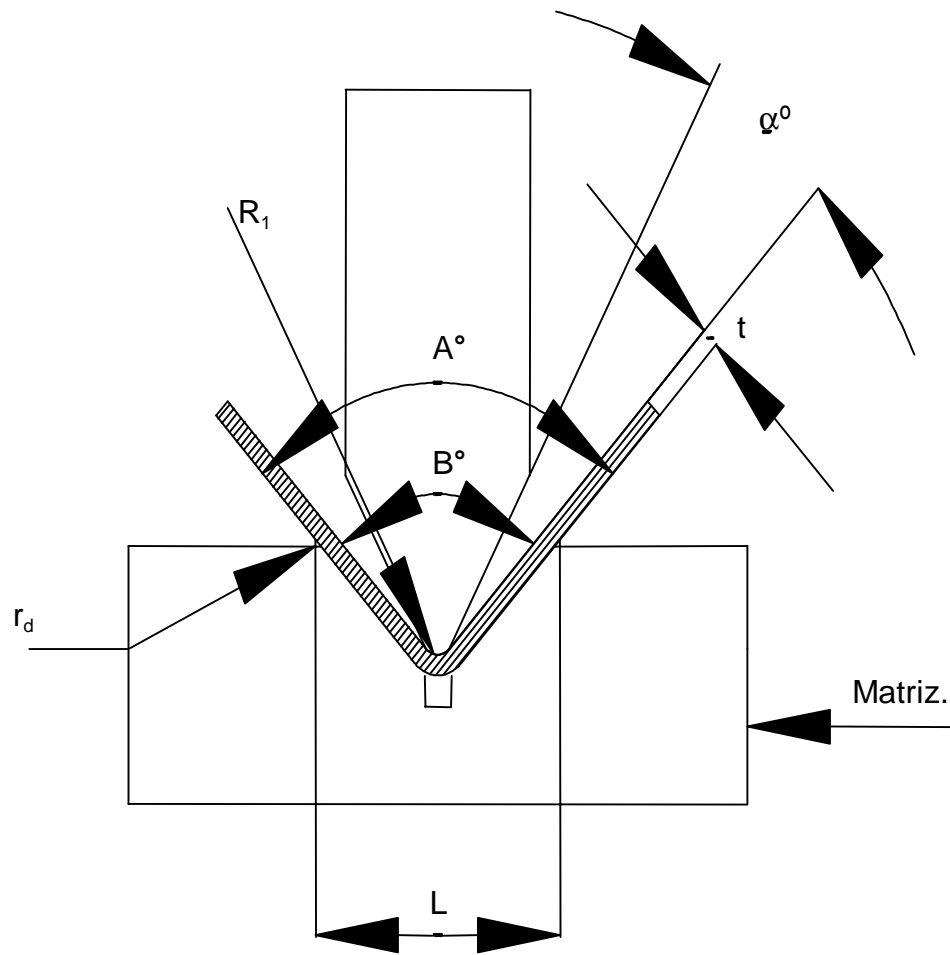
$$A^\circ = B^\circ = 82^\circ \text{ a } 85^\circ$$

$$rd = (2 \text{ a } 4) t$$

$$L = 8t, (5 \text{ a } 12) t$$

Figura 9-8 Troquel de doblez libre

d) Troquel de rebote corregido



$B^\circ = 90^\circ$   
 $r_d = (2 \text{ a } 4) t$   
 $L = 8t$   
 $R_2 = R_1 + t$   
 $\alpha^\circ = 2^\circ \text{ a } 5^\circ$

Figura 9-10 Troquel de doblez libre



### 9.3 Troquel para doblado en "L"

a) Troquel en "L"

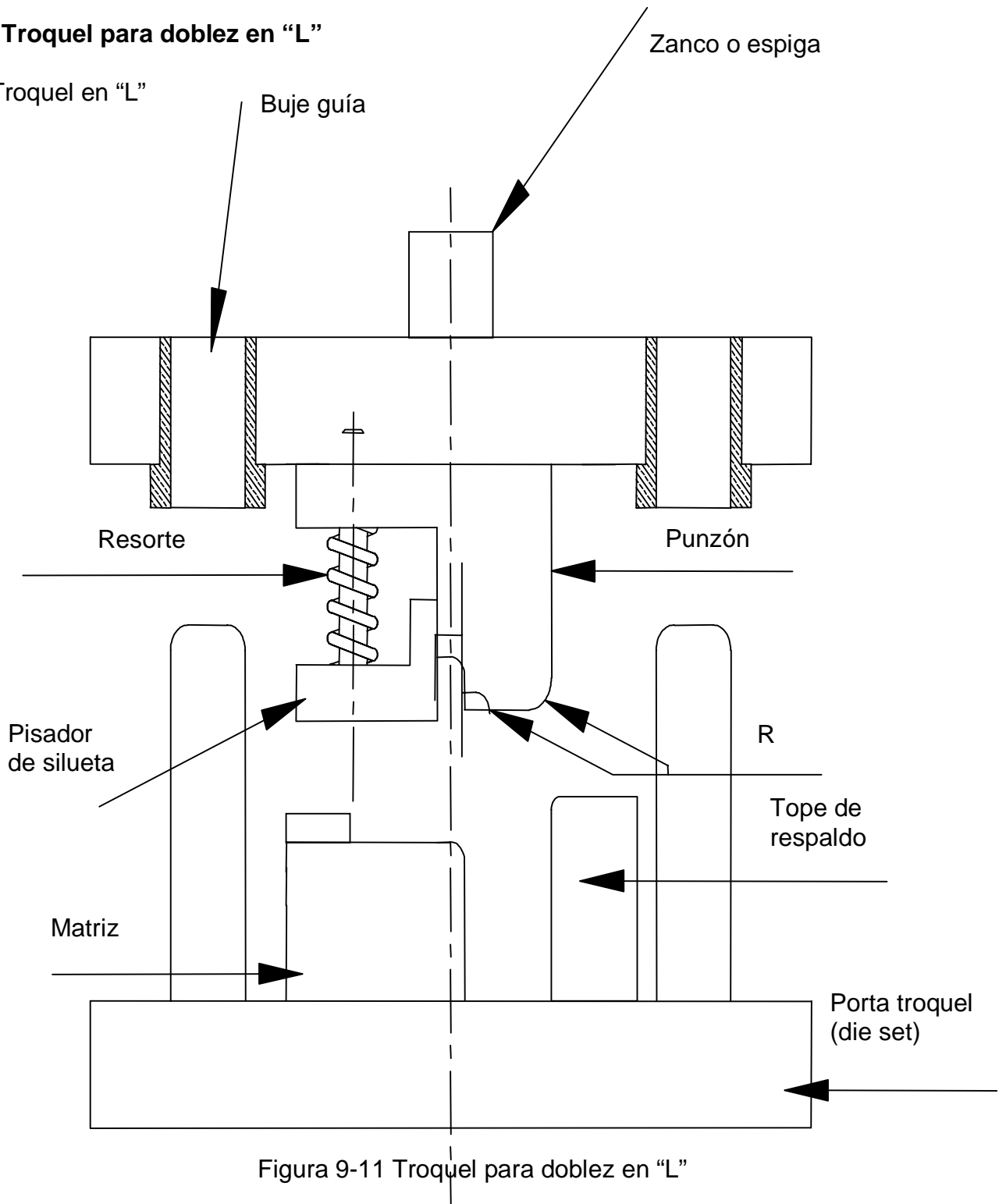


Figura 9-11 Troquel para doblado en "L"

b) Troquel de uso general

$$r_p = \text{de } (2 \text{ a } 3)t$$

$$h = \text{de } (3 \text{ a } 8)t$$

$$R_2 = R_1 + 1.3t$$

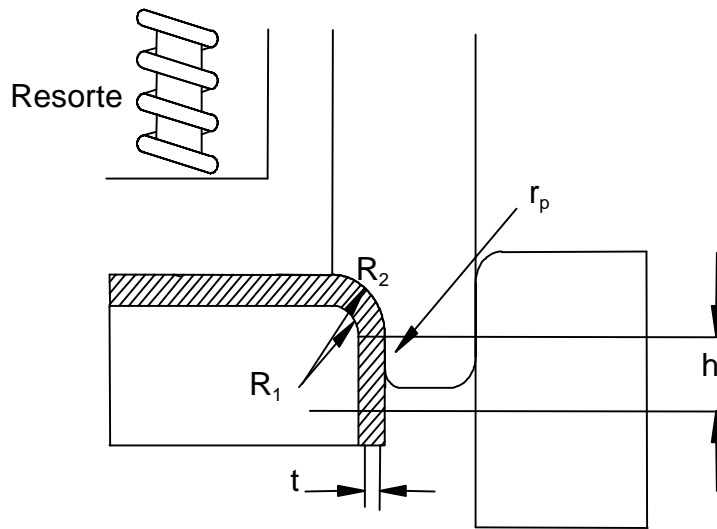


Figura 9-12 Troquel de uso general

c) Troquel cuando el radio de dobléz es pequeño.

$$r_p = (2 \text{ a } 3) t$$

$$h = (3 \text{ a } 8) t$$

$$a \geq 0.7 t$$

$$b = 0.1 \text{ mm.}$$

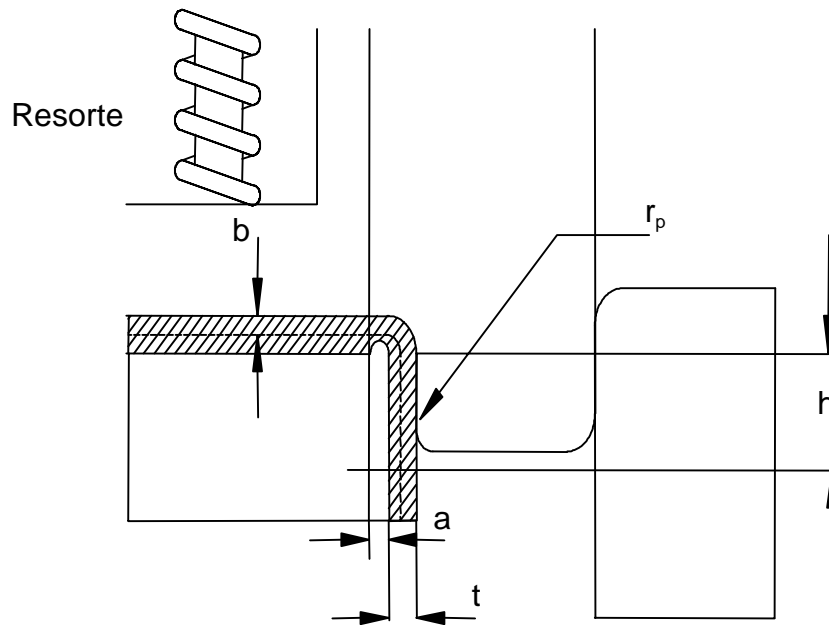


Figura 9-13 Troquel para dobléz pequeño

d) Troquel para lámina gruesa ( $t > 4\text{mm}$ )

$$\begin{aligned} r_p &= 4 t \\ h &= (4 \text{ a } 10) t \\ R_2 &= R_1 + t \\ a &= 0.5 t \end{aligned}$$

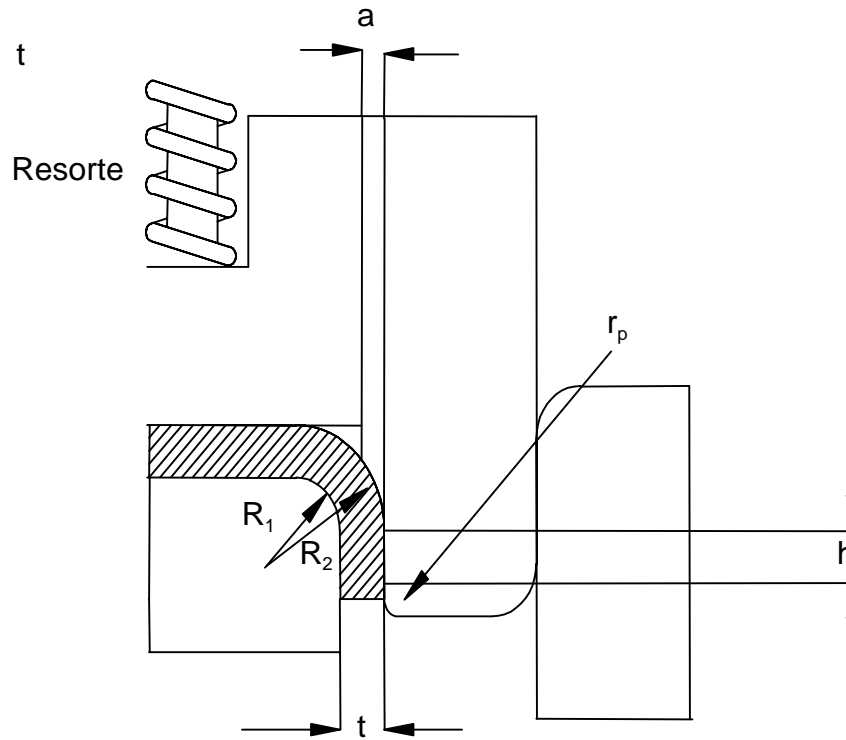


Figura 9-14 Troquel para lámina gruesa

### 9.4 Troquel para doblez en "U"

#### a) Troquel en "U"

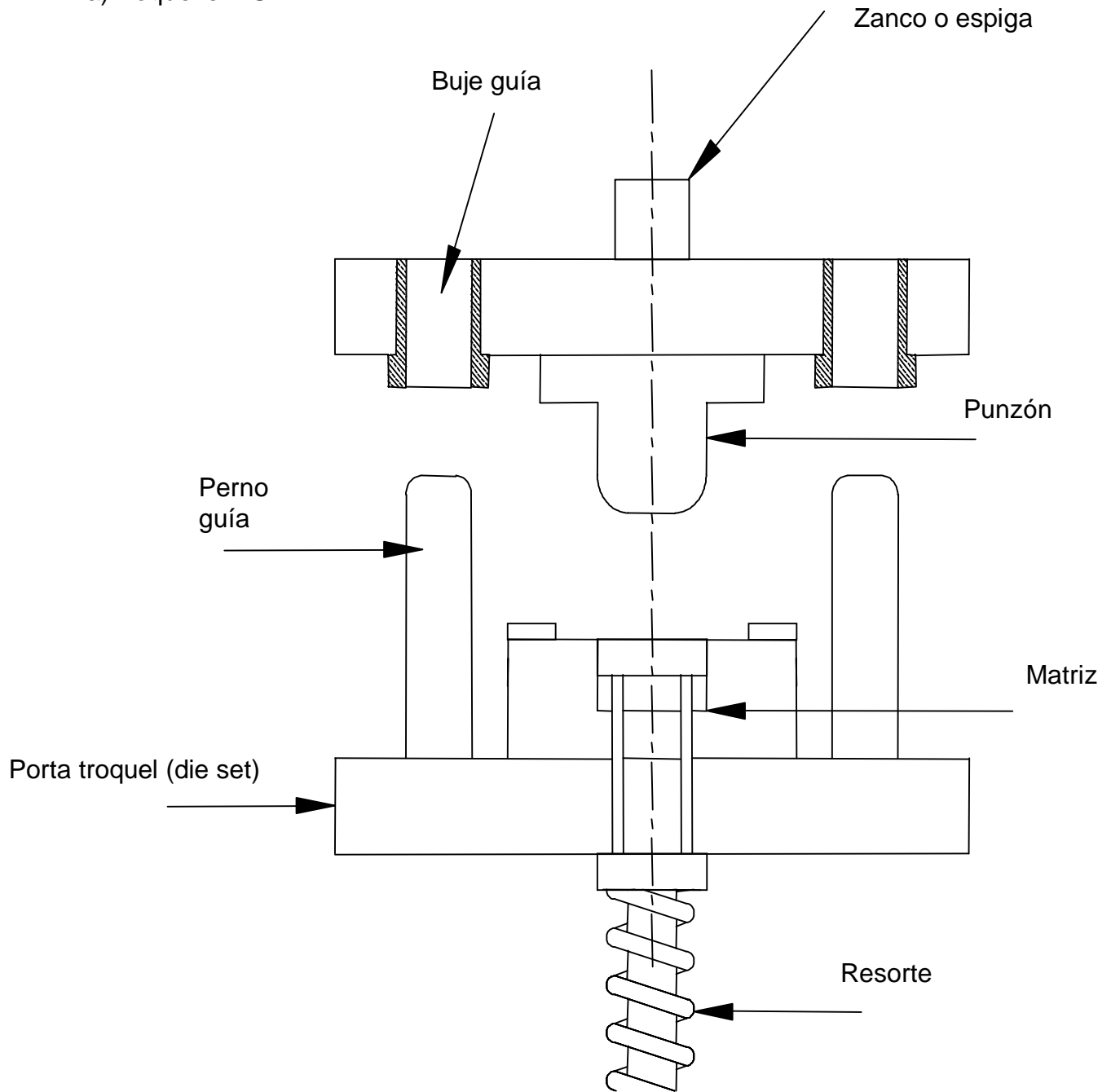


Figura 9-15 Troquel para doblez en "U"

b) Troque sencillo para doblaz en "U"

$$r_d = (2 \text{ a } 4) t$$

$$h = (3 \text{ a } 8) t$$

$$t < 6\text{mm}$$

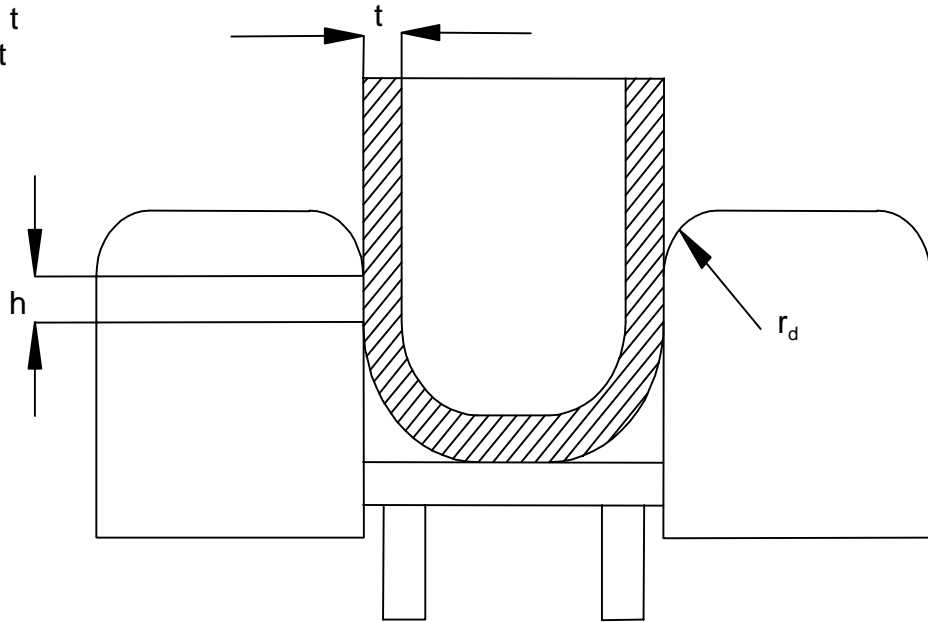


Figura 9-16 Troquel sencillo en "U"

c) Troquel de uso general.

$$r_d = (2 \text{ a } 3) t$$

$$h = (3 \text{ a } 8) t$$

$$R_2 = R_1 + 1.3 t$$

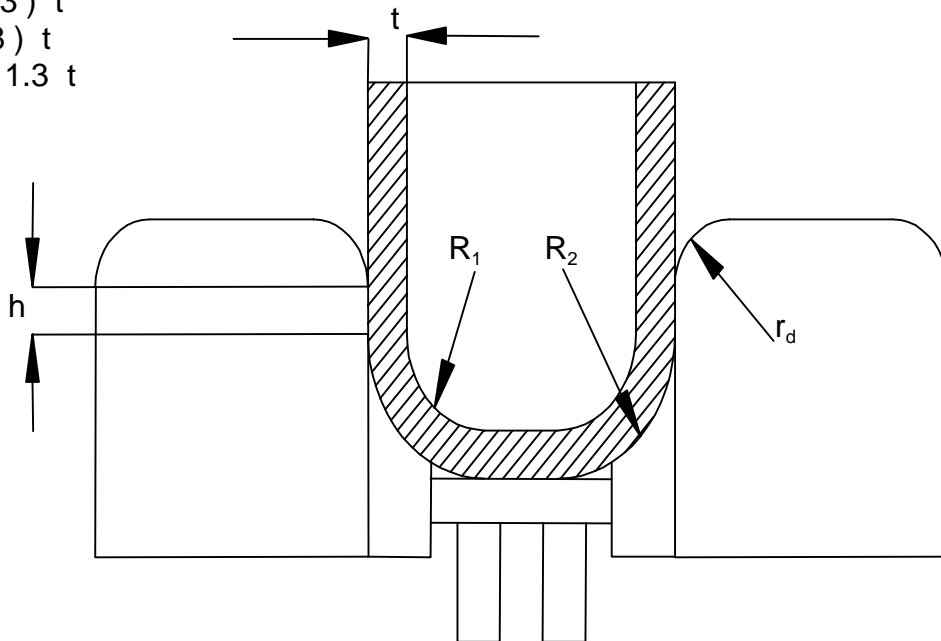


Figura 9-17 Troquel de uso general

d) Troquel para cuando el radio del doblés es pequeño.

$$r_d = (2 \text{ a } 3) t$$

$$h = (3 \text{ a } 8) t$$

$$a = 0.7 t$$

$$b = 0.1 \text{ mm}$$

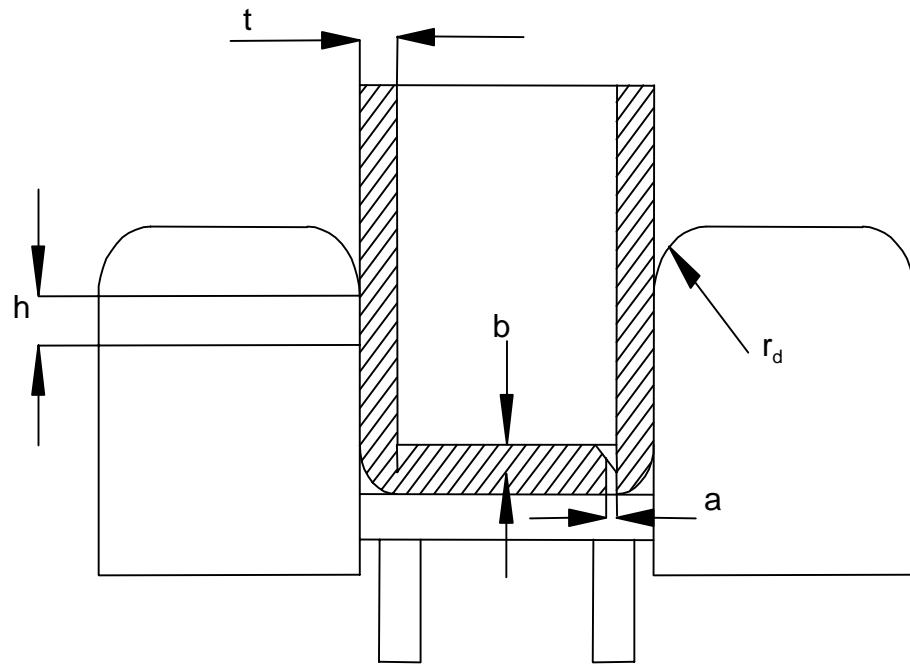


Figura 9-19 Troquel para radio de doblés pequeño

e) Troquel para lámina gruesa ( $t > 4 \text{ mm}$ )

$$r_d = 4 t$$

$$h = (4 \text{ a } 10) t$$

$$a = 0.5 t$$

$$R_2 = R_1 + t$$

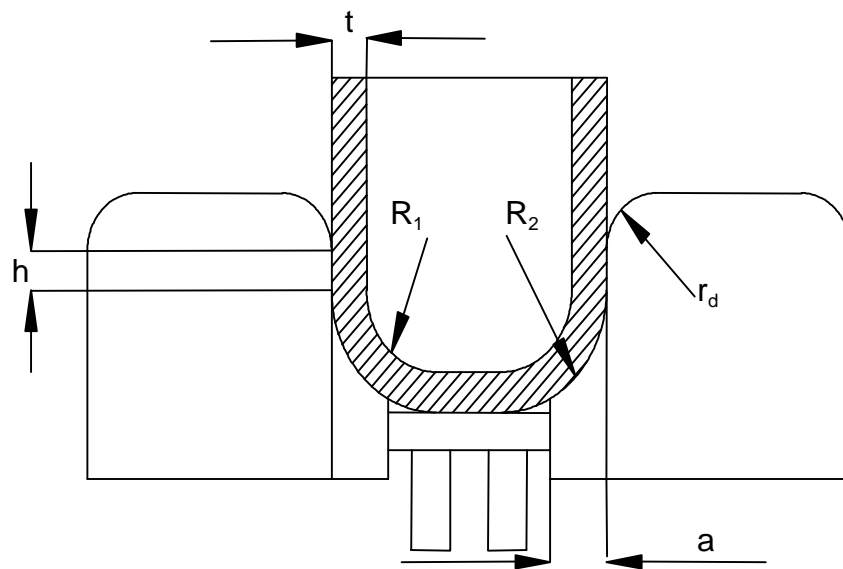


Figura 9-19 Troquel para lámina gruesa

## 9.5 Modelo básico de herramienta para el formado

### 9.5.1 Troquel curvado

a) Troquel en forma de cuerno.

Paso 1

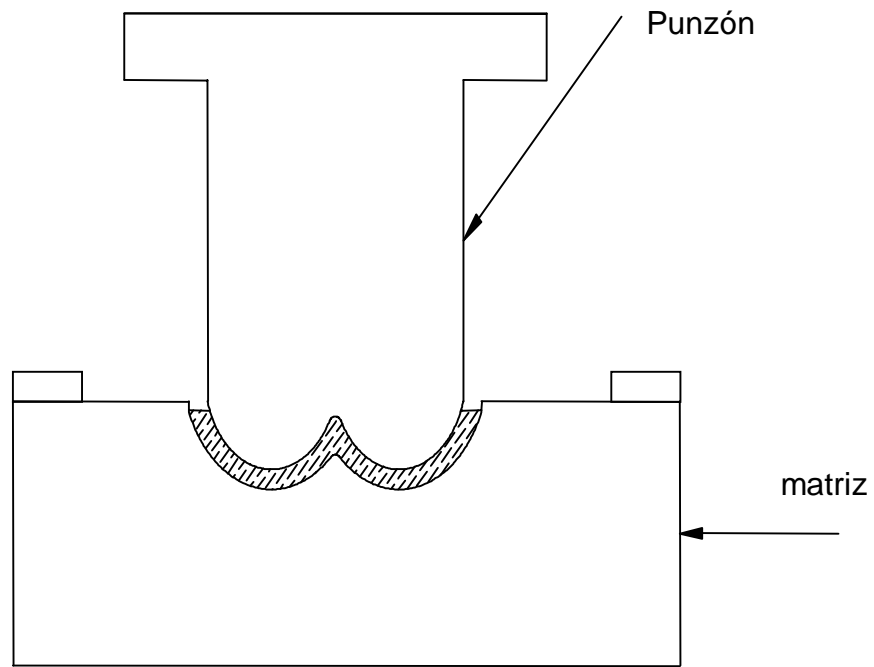


Figura 9-21 Troquel en forma de cuerno

paso 2

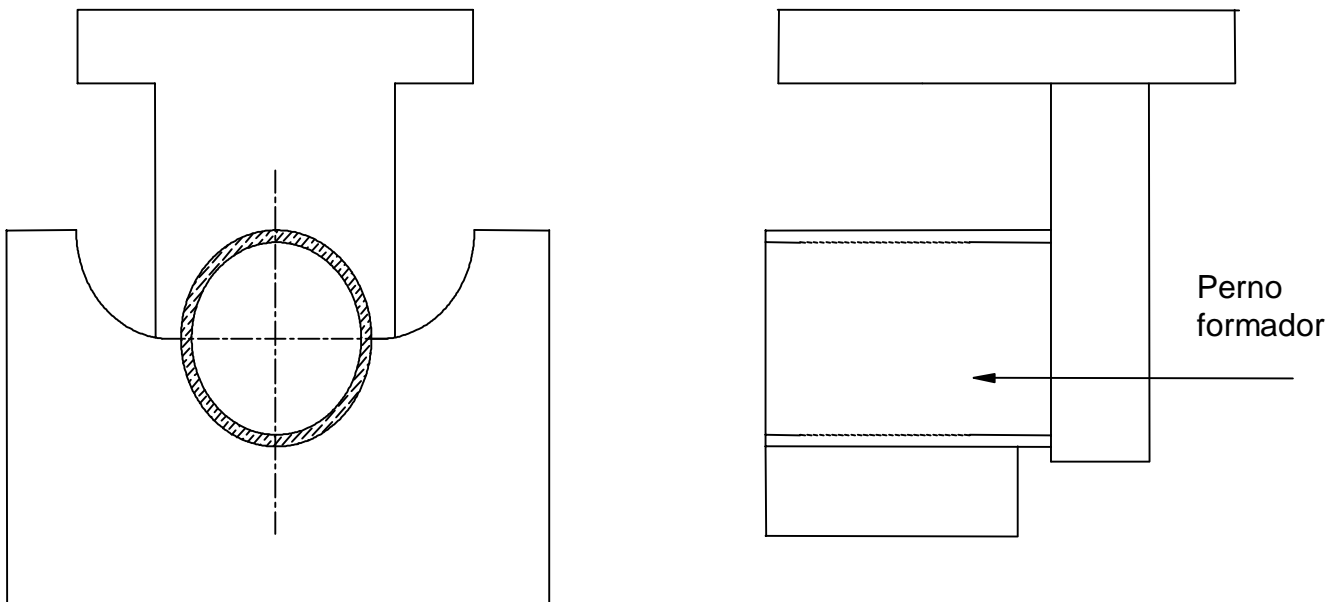


Figura 9-21 Troquel forma de cuerno paso 2

b)Troquel para doblez de orilla

Paso 1

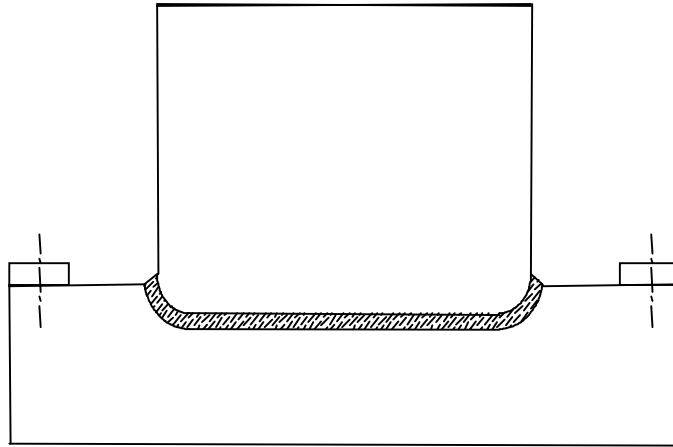


Figura 9-22 Troquel para doblez de orilla paso 1

Paso 2

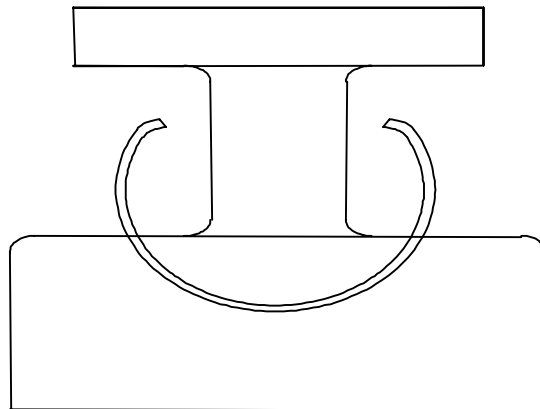


Figura 9-23 Troquel para doblez de orilla paso 2

Paso 3

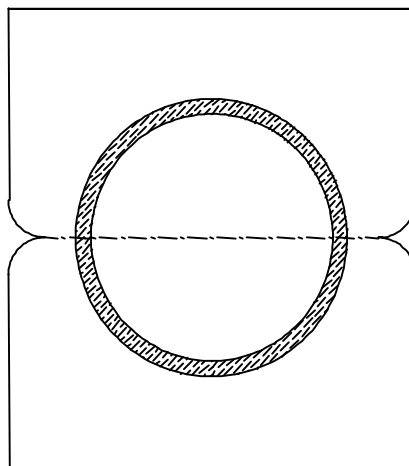


Figura 9-24 Troquel para doblez de orilla paso 3



c)Troquel de Enrollado  
Paso 1 Doble de orilla

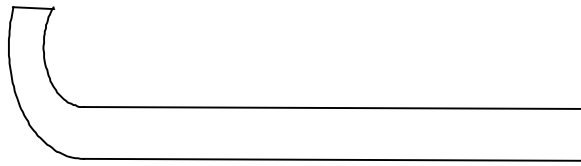


Figura 9-25 Troquel para doblez de orilla

paso 2

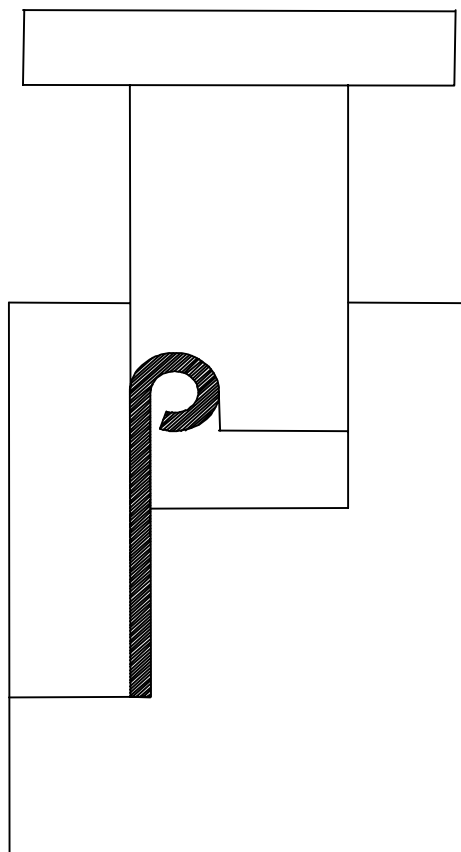


Figura 9-26 Troquel para el formado

d) Troquel de enrollado cilíndrico

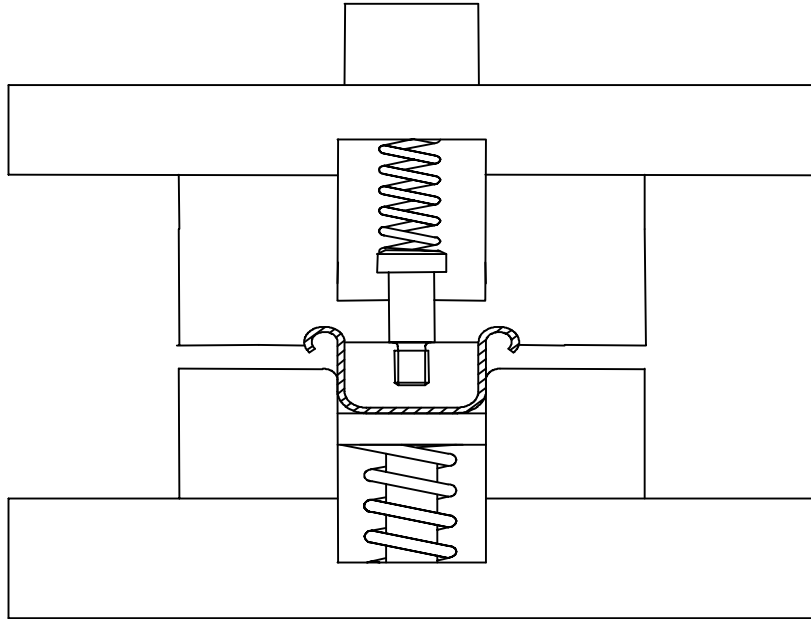


Figura 9-27 Troquel enrollado cilíndrico

### 9.5.2 Troquel de "Burring"

a) perforado y doblado simultáneo

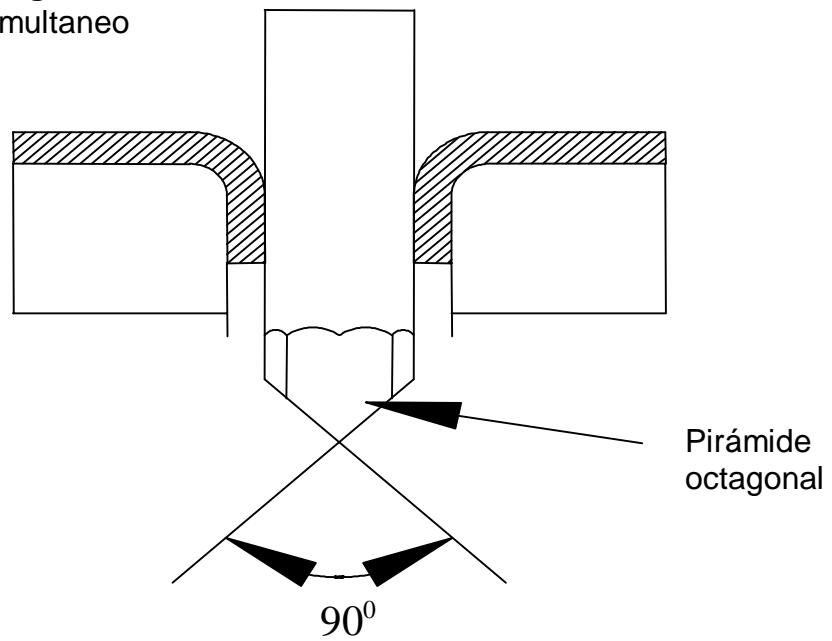


Figura 9-28 Troquel perforado y doblado

b) Troquel de perforado y doblado en dos pasos.  
Primer paso **Corte**.

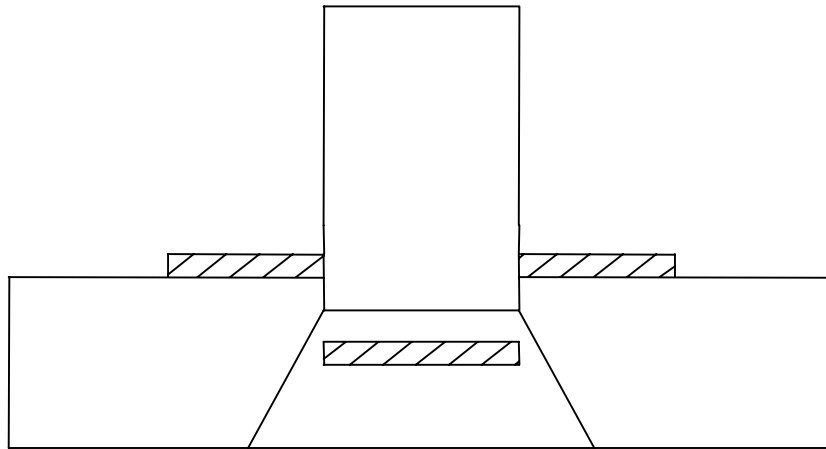


Figura 9-29 Troquel de corte

Segundo paso **Doblez**.

$\alpha = 55^\circ$  para  $t < 1.6 \text{ mm}$

$\alpha = 60^\circ$  para  $t > 1.6 \text{ mm}$

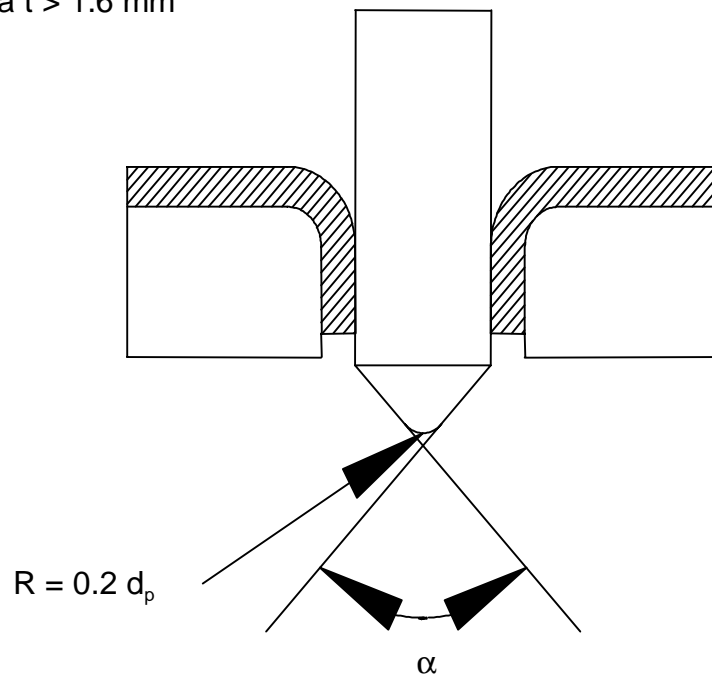


Figura 9-30 Troquel de doblado

c) Troquel de punzonado y "Burring"

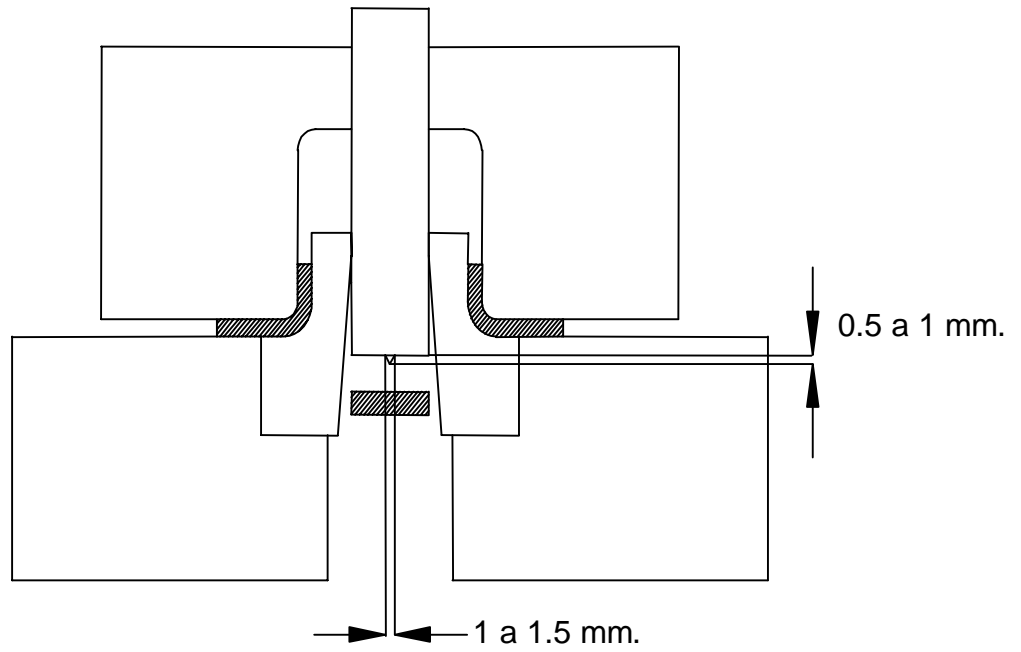


Figura 9-31 Troquel de perforado y doblé

d) Embutido y burring simultáneo.

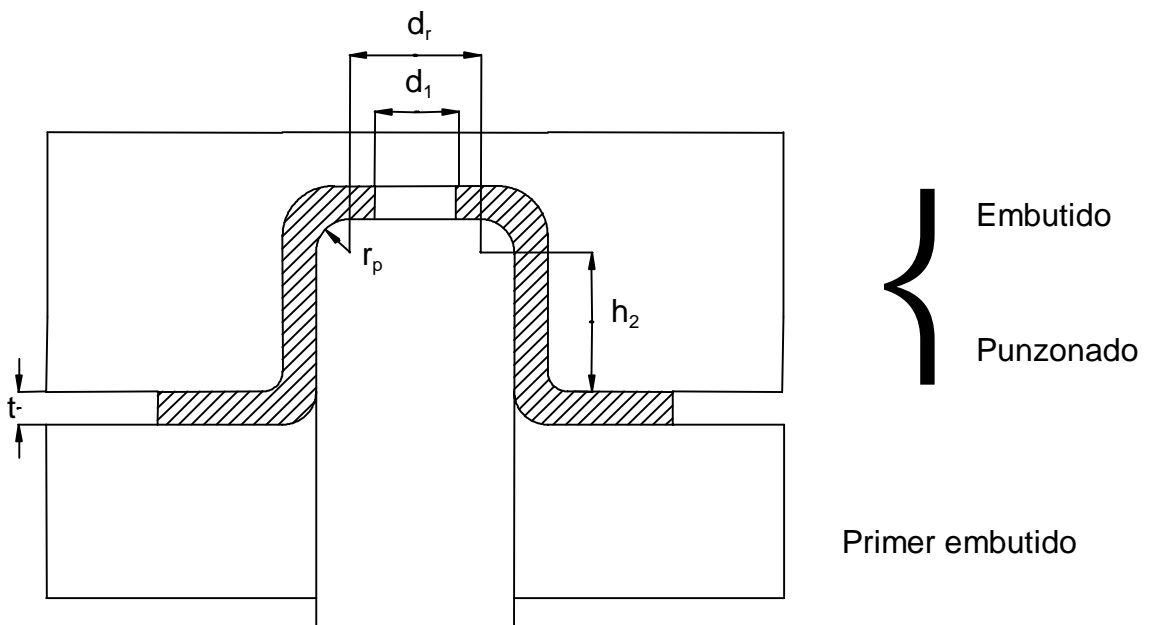


Figura 9-32 Troquel de embutido y punzonado.

Segundo paso se hace el burring.

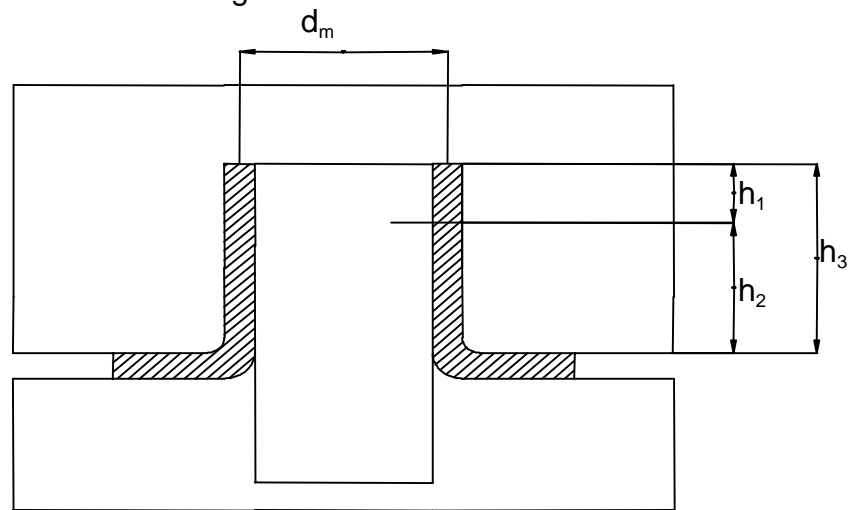
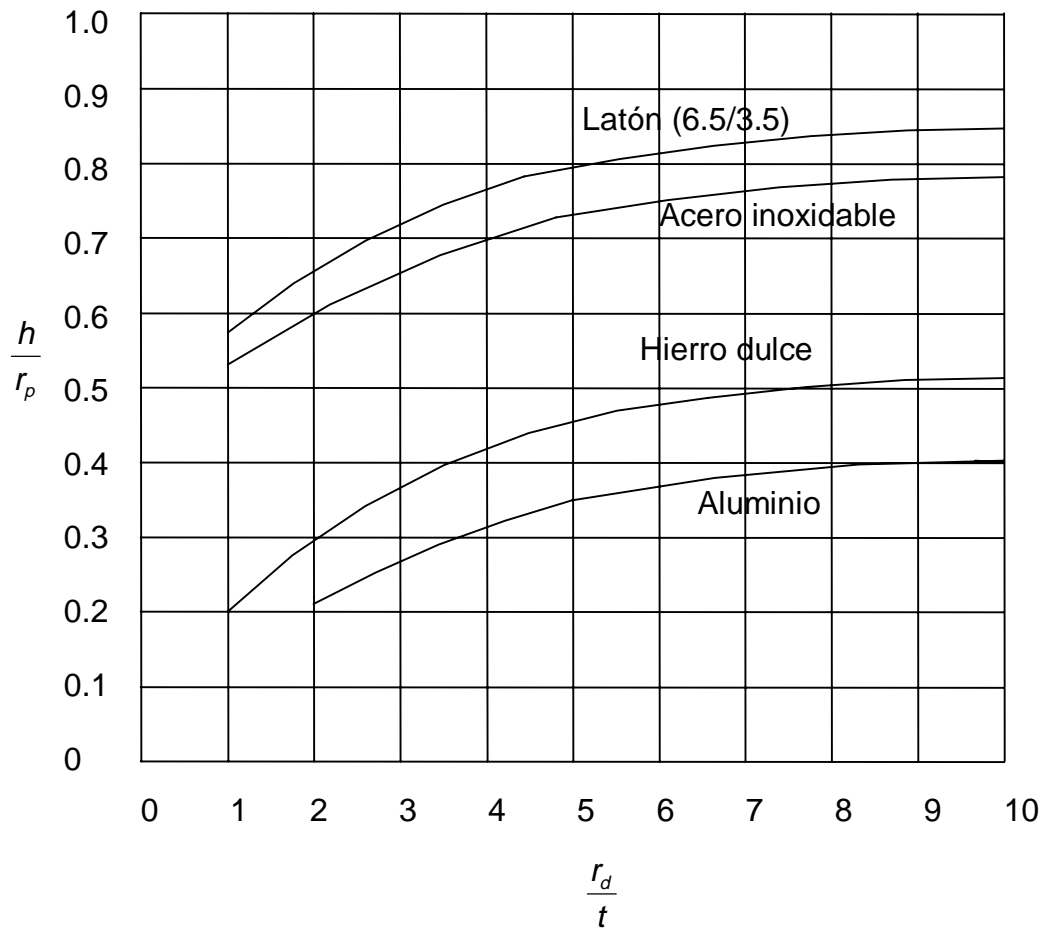


Figura 9-33 Troquel para el burring.

$$h_1 = \frac{1}{d_m} \left( \frac{\pi \cdot r_p \cdot d_r}{2} + 2r_p^2 + \frac{d_r^2 - d_1^2}{4} \right)$$

$$h_3 = h_1 + h_2$$



Gráfica 9-1 bulging hmax.

**9.6 Modelo básico de herramienta para el embutido**

a) Troquel para embutido (uso general)

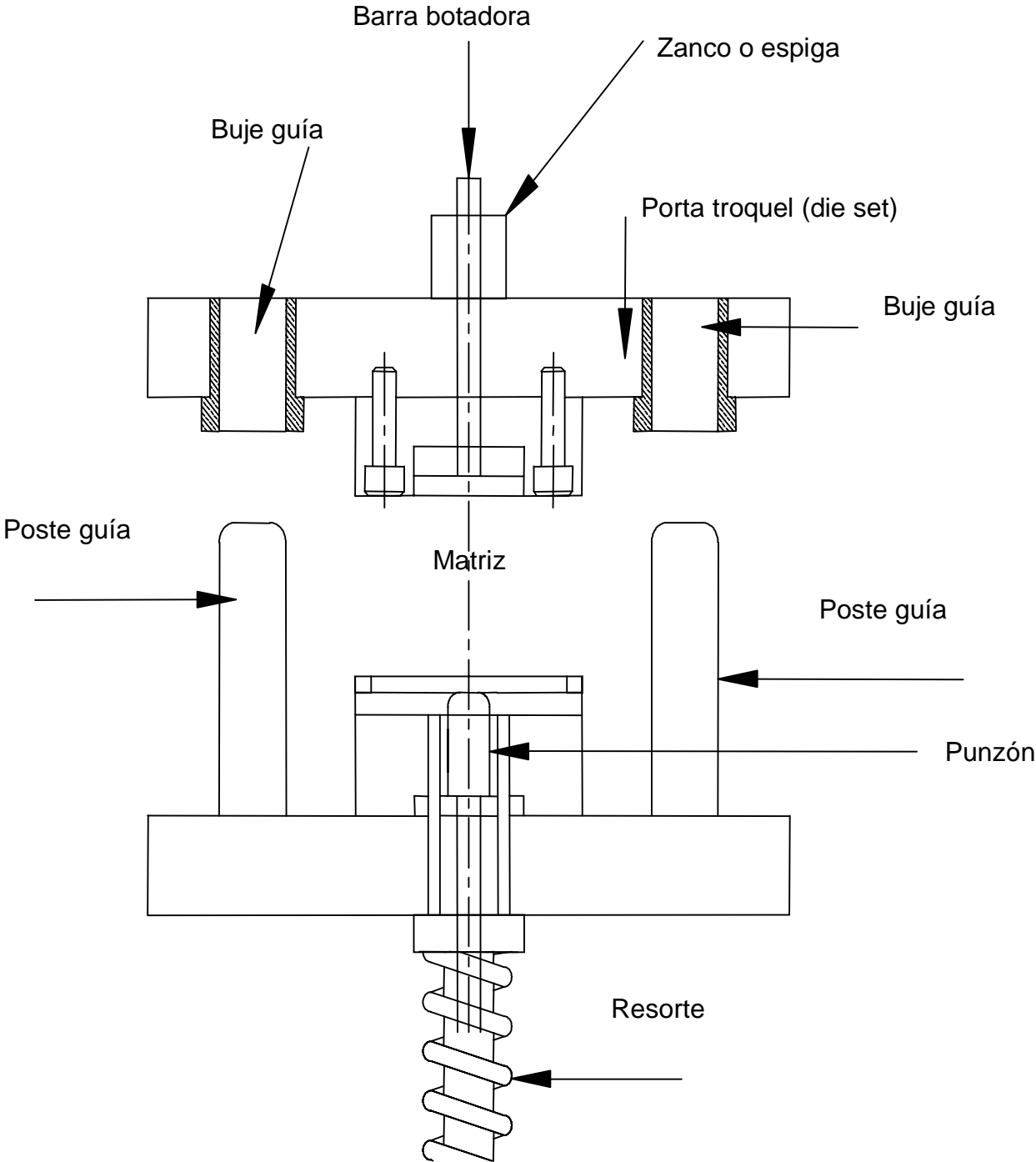


Figura 9-34 Troquel para embutido

b) Troquel para embutido.

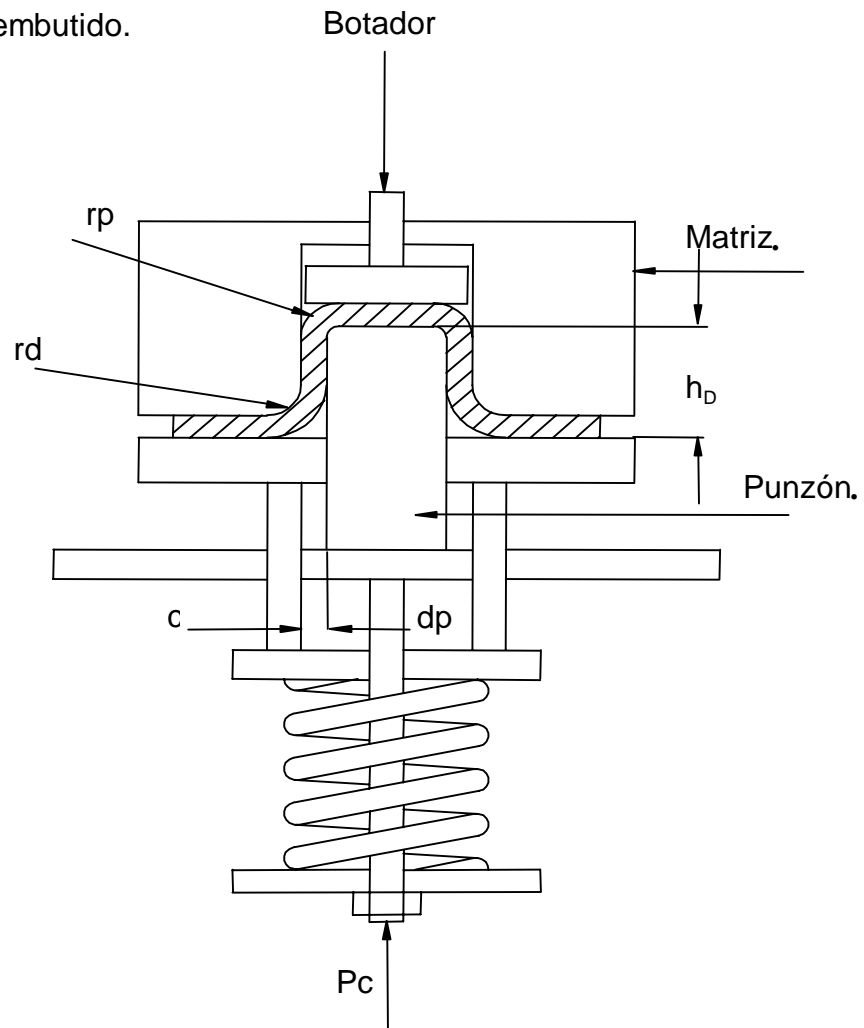


Figura 9-35 Troquel de embutido



segundo paso.

t	$\alpha^\circ$
< 2.2 mm	45°
2.2 a 2.0 mm	40°
>1.2	30°

$\alpha = \text{de } 45^\circ \text{ a } 60^\circ$

$$r_p = r_d 0.8 \sqrt{(d_1 - d_2)t}$$

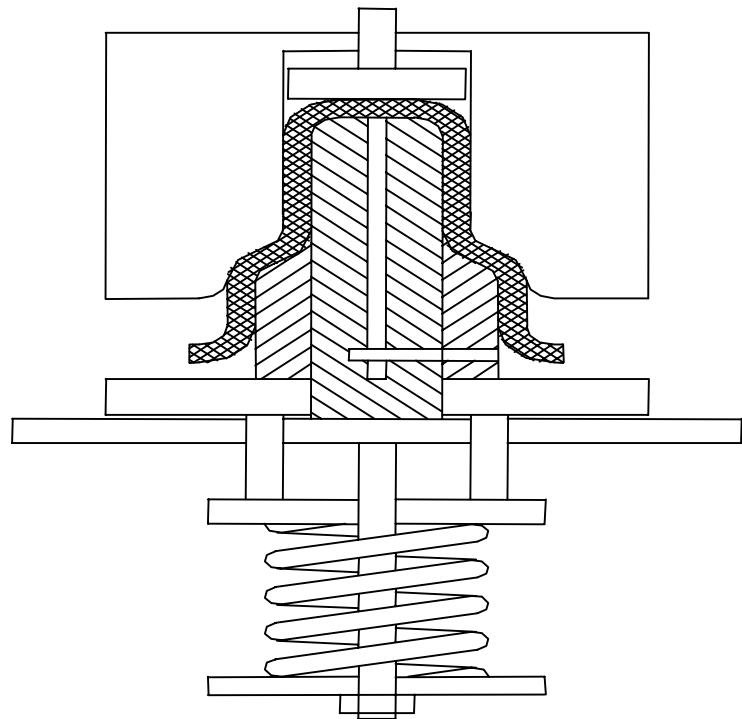


Figura 9-36 Troquel embutido segundo

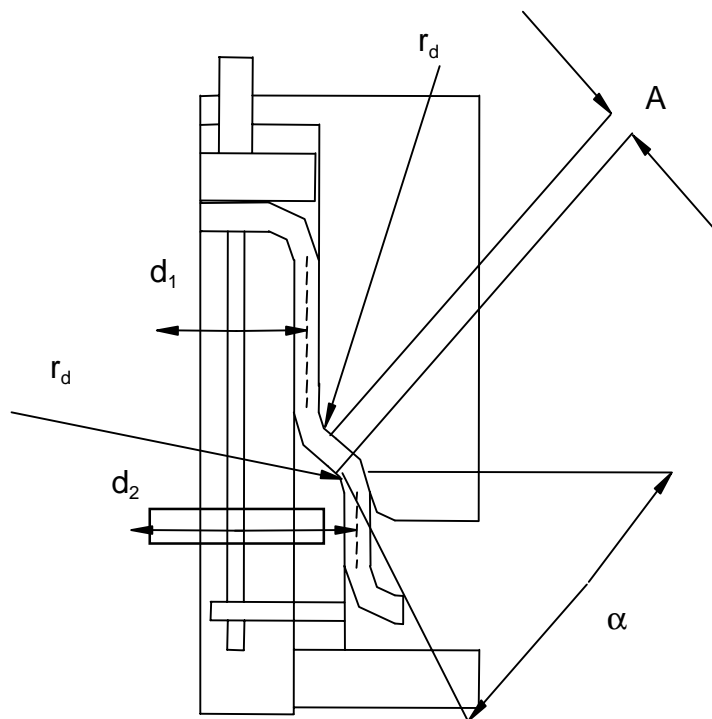


Figura 9-37 Detalle de embutido

c) Troquel para embutido invertido

$$R = r_d + t$$

$$r_d = 0.8\sqrt{(d_1 - d_2)t}$$

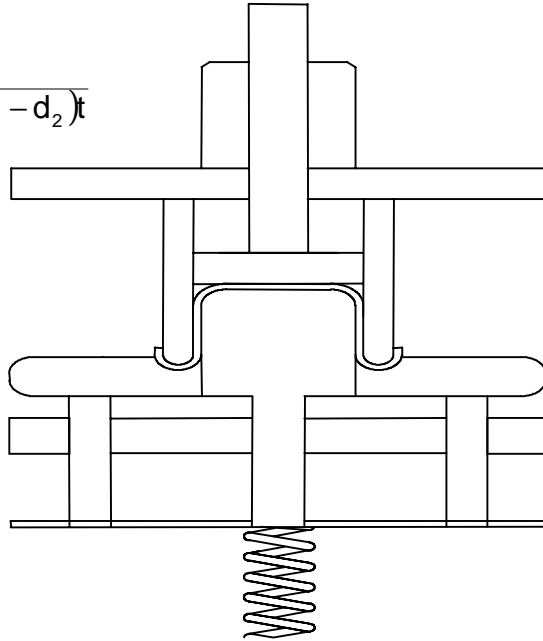


Figura 9-38 Embutido invertido

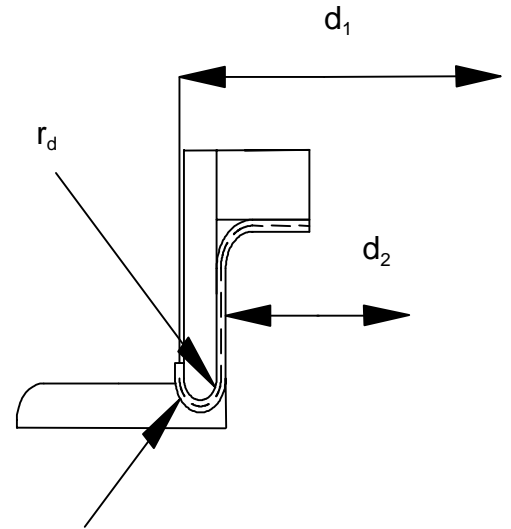


Figura 9-39 Detalle de Embutido

d) Troquel para embutido sin pisador de silueta  
Primer embutido.

$$C = 1.2 t$$

$$h = (9 \text{ a } 13)t$$

$$r_d = 0.8\sqrt{(D_B - d_1)t}$$

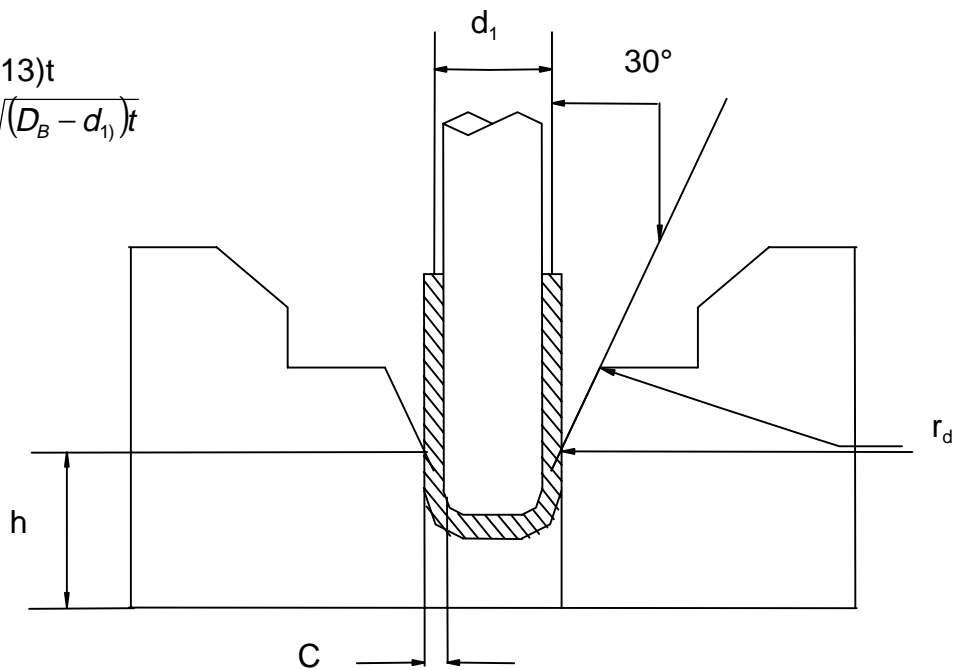


Figura 9-40 Troquel sin pisador de embutido

segundo paso.

$$\alpha^\circ = 30^\circ \text{ a } 45^\circ$$

$$R_1 = 4t$$

$$R_2 = 5t$$

$$C = 1.1 t$$

$$h = (4 \text{ a } 8) t$$

$$r_d = 0.8\sqrt{(d_1 - d_2)t}$$

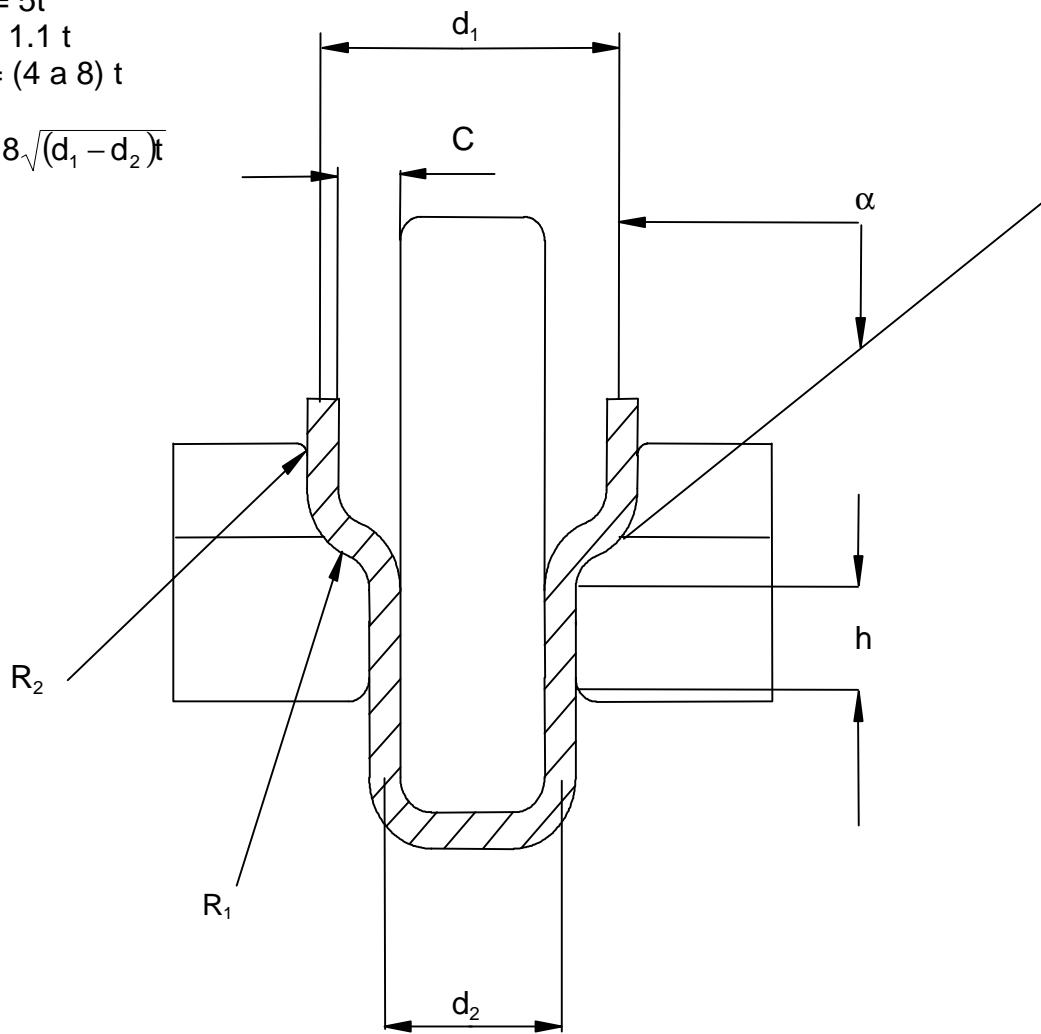


Figura 9-41 Troquel embutido segundo paso

### 9.7 Condición de formado en el proceso del primer embutido (metales en general)

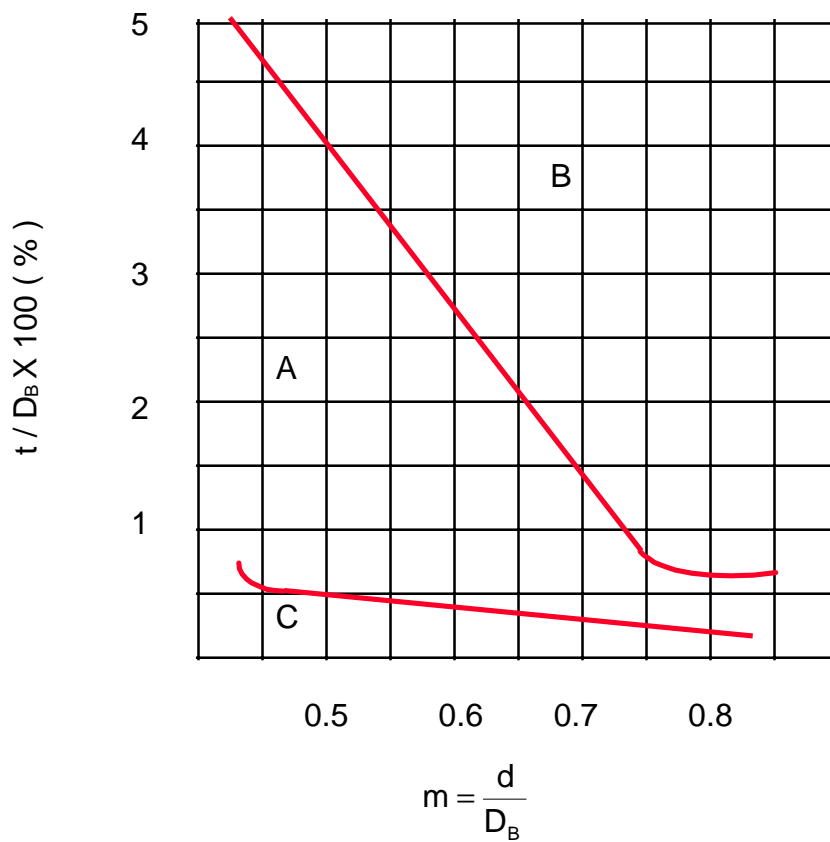


Figura 9-42 Gráfico para el formado del primer embutido

A : se necesita del pisador de silueta

B : no se necesita pisador de silueta

C : es imposible realizar el embutido

$D_B$  : Diámetro del blank.

d : diámetro del embutido.

## Capítulo 10

### Distribución para optimizar el material en tiras o cintas.

#### 10.1 Optimización del material

Medidas comerciales de hojas de lámina.

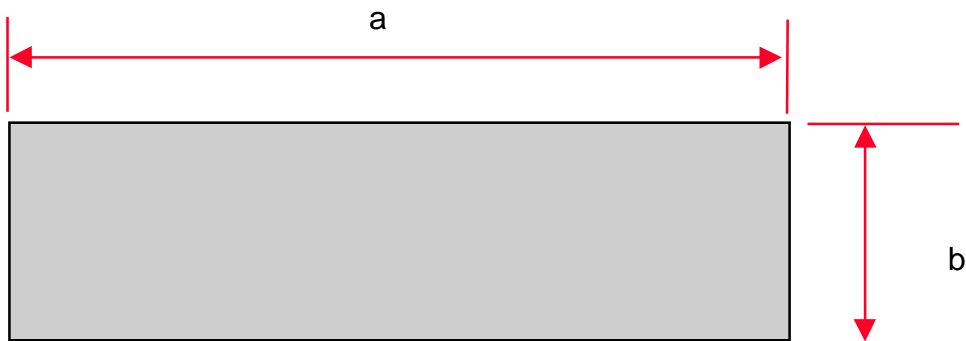


Figura 10 -1

II	2439	8	914	3
Lámina tipo	Largo (a)		Ancho (b)	
	mm	Ft	mm	Ft
I	1829	6	914	3
II	2439	8	914	3
	2439	8	1219	4
III	3048	10	914	3
	3048	10	1219	4
	3048	10	1524	5

Tabla 10 -1

## 10.2 Sin residuo relación al 100%

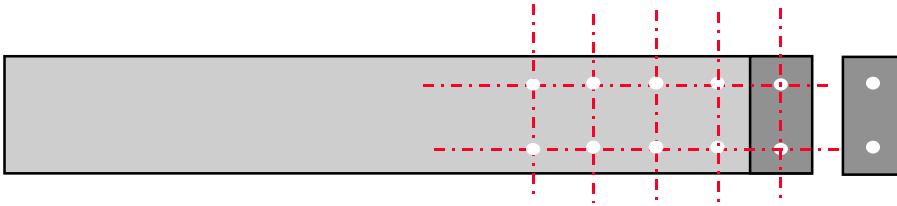


Figura 10 - 2

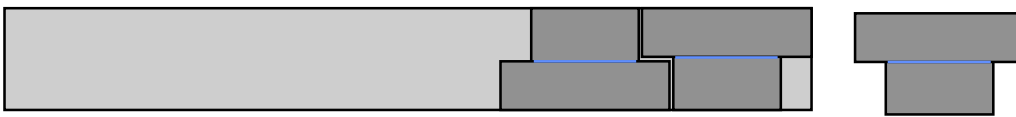


Figura 10 - 3

## 10.3 Con residuo de material

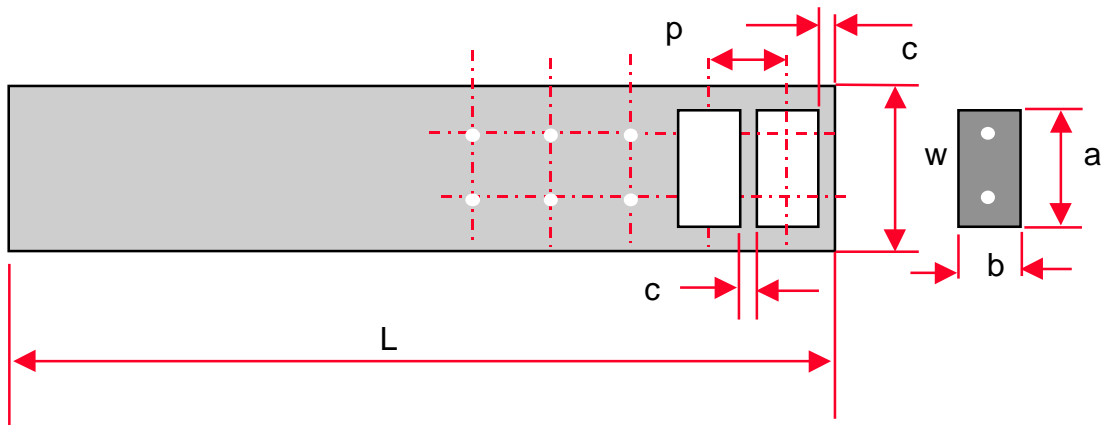


Figura 10 - 4

Número de utilización

$$n = \frac{L - c}{p} (\text{piezas})$$

#### 10-4 Relación del material utilizado

$$U = \frac{ab}{wp} \times 100(\%)$$

#### 10.5 Ancho del puente del transportador y ancho lateral

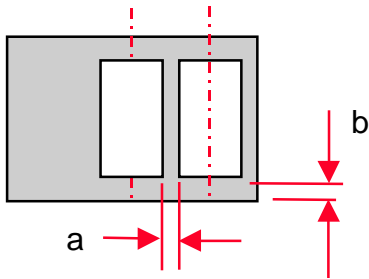


Figura 10 - 5

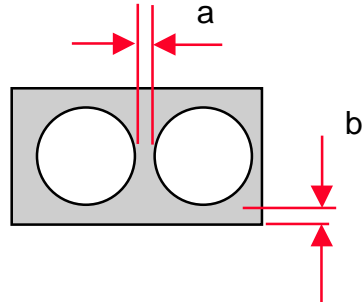


Figura 10 - 6

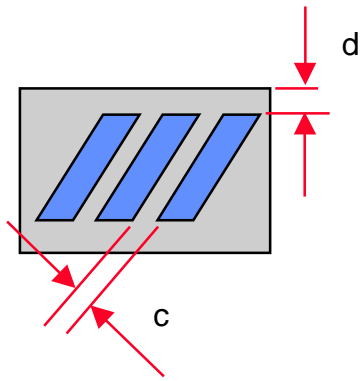


Figura 10 - 7

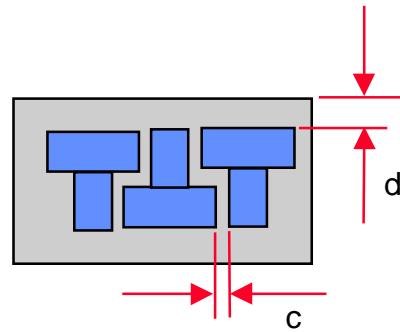


Figura 10 - 8

Corte de silueta sencillo		Corte de silueta compuesto		
Espesor t	Puente		Ancho lateral	
	a (mm)	b (mm)	c (mm)	c (mm)
0.3	1.4	2.3	1.4	2.3
0.5	1.0	1.8	1.0	1.8
1.0	1.2	2.0	1.2	2.0
1.5	1.4	2.2	1.4	2.2
2.0	1.6	2.5	1.6	2.5
2.5	1.8	2.8	1.8	2.8
3.0	2.0	3.0	2.0	3.0
3.5	2.2	3.2	2.2	3.2
4.0	2.5	3.5	2.5	3.5
5.0	3.0	4.0	3.0	4.0

Tabla 10 - 2