

7

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGÓN

298693



PROTECCIÓN AUXILIAR PARA MÁQUINA DOBLADORA DE LÁMINA

TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN

DISEÑO INDUSTRIAL

PRESENTA:

ALEJANDRO VILLELA CALDERÓN

DIRECTOR DE TESIS:

LIC. en D.I. PATRICIA DÍAZ PÉREZ

SANJUÁN DE ARAGON ESTADO DE MÉXICO

2001



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



JURADO:

DR. PATRICIA HERRERA MACÍAS  
DR. PATRICIA DÍAZ PÉREZ  
DR. EMMA BERTHA OCHOA GALICIA  
DR. RICARDO ALBERTO OBREGÓN SÁNCHEZ  
ARQ. MIGUEL ANGELO LUNA GUZMÁN

PRESIDENTE  
VOCAL  
SECRETARIO  
1er SUPLENTE  
2do SUPLENTE

**AGRADECIMIENTOS:**

**A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POR SER MI ALMA MATTER Y POR LOS SERVICIOS Y BENEFICIOS QUE LE BRINDA AL PAIS**

**A LA ENEP CAMPUS ARAGÓN  
ESPECIALMENTE AL DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN CONTINUA.**

**A LA COORDINACIÓN DE DISEÑO INDUSTRIAL  
POR EL APOYO INCONDICIONAL QUE ME BRINDARON:  
GRACIAS D.I. PATRICIA HERRERA MACÍAS Y D.I. MARTÍN VILLA OMAÑA.**

**A TODOS MIS PROFESORES:  
POR QUE DE UNA U OTRA FORMA ME ENSEÑARON COSAS IMPORTANTES PARA MI FORMACIÓN.  
GRACIAS.**

**A MI DIRECTOR DE TESIS:  
POR TODO EL APOYO QUE ME BRINDÓ DESDE ANTES DE DESARROLLAR ESTE PROYECTO.  
GRACIAS D.I. PATRICIA DÍAZ PÉREZ**

<b>Introducción:</b>	II	4.2	Selección de la alternativa final.	54
<b>Capítulo 1:</b>		4.3	Desarrollo de la alternativa final.	55
Para doblar una lámina de acero.	01	4.3.1	Planos.	56
1.1    Los tipos de maquinaria.	06	4.3.2	Perspectivas.	85
1.2    El sistema de trabajo de la maquinaria.	13	4.3.3	Usuario – Objeto – Contexto.	86
<b>Capítulo 2:</b>		<b>Capítulo 5:</b>		
El usuario y su trabajo.	19	Elementos de producción:	91	
2.1    Las condiciones en el trabajo.	20	5.1	Especificación de materiales.	92
2.1.1    El ambiente de trabajo.	21	5.2	Diagramas de flujo.	93
2.1.2    El puesto de trabajo.	23	5.3	Cálculos estructurales.	96
2.2    El usuario.	26	5.4	Costos.	98
<b>Capítulo 3:</b>		<b>Conclusiones</b>	99	
Las Condiciones de la maquinaria en México.	35	<b>Glosario de términos</b>	i	
3.1    Normatividad.	39	<b>Anexos</b>	iii	
3.2    Ingeniería contra diseño.	41	<b>Bibliografía</b>	vii	
3.2.1    El puesto de trabajo.	43			
3.2.2    Los demás subsistemas.	44			
3.3    La necesidad de un sistema de seguridad.	45			
3.4    Requerimientos.	46			
<b>Capítulo 4:</b>				
Un diseño de solución	51			
4.1    Desarrollo de alternativas	51			



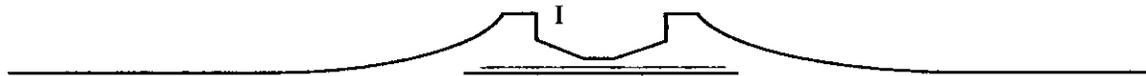
# INTRODUCCIÓN

Esta obra responde a una problemática existente en la industria metal mecánica nacional, que hasta la fecha no ha sido solucionada por ninguna disciplina; se ha desarrollado con la finalidad de dar alternativas de solución a una de las más acuciantes e importantes necesidades del hombre dentro del ámbito laboral: la seguridad del trabajador.

Dentro del ambiente de trabajo, encontramos una amplia gama de actividades encaminadas a la elaboración de bienes de producción y consumo, los cuales han sido determinantes para el desarrollo económico del mundo actual, sin embargo, la producción nacional ha dejado de lado la fabricación de equipo y herramientas, lo que trae como consecuencia la importación de estos elementos de producción, los cuales se han desarrollado con parámetros diferentes a los requeridos por la población mexicana, y que obliga a la improvisación o adaptación de dispositivos que le facilitan el trabajo pero que ponen en riesgo su integridad física.

Lo que se propone en el presente trabajo, es el diseño de una protección auxiliar para uno de esos equipos, la "maquina dobladora de lámina", específicamente la denominada dobladora de cortina, ya que ese equipo presenta una problemática muy específica, que no ha sido subsanada en forma clara y concreta por las empresas dedicadas a su diseño y construcción, y que representa uno de los mayores riesgos de invalidez para su operador; por lo que se presenta un trabajo de diseño, basado en las condiciones de trabajo actuales en México, que facilite e incremente la seguridad en el desempeño de sus labores.

El proyecto se plantea en cinco capítulos, en los cuales se desarrolla de manera sistemática la evolución del proyecto, desde los tipos de máquinas dobladoras existentes, pasando por la forma en que se emplean hasta llegar a la normatividad nacional e internacional existente en la producción y comercialización de dichas máquinas, para culminar con la propuesta de diseño para dar solución a dicha problemática, vislumbrando las condiciones de producción del equipo a diseñar, y los requisitos mínimos para realizarlo a nivel industrial.



# CAPÍTULO 1

## *Para doblar una lámina de acero*

Desde la estructura de los grandes edificios, hasta la punta del bolígrafo con que escribimos encontramos una compleja infraestructura, "la metalurgia", sus procesos están a nuestro alrededor, los vemos en gran diversidad de objetos, que van desde los más comunes, tal como el clip con el que se sujetan las hojas, hasta los más sofisticados como el horno de microondas, o el fax; los cuales contienen en alguna proporción algún metal, como puede ser aluminio, cobre bronce o hierro en diversas aleaciones, y si recapitamos un poco más en lo que se necesita para desarrollar todos esos objetos como por ejemplo un automóvil, de seguro encontraremos una compleja infraestructura dedicada a transformar el hierro en lingotes, laminas, varillas, perfiles, y en muchos otros tipos de objetos, por lo que si tomamos en



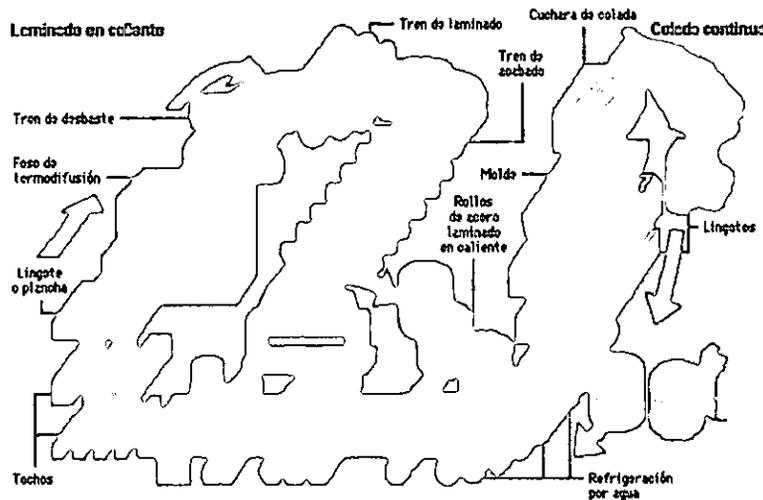
## CAPÍTULO 1

cuenta la amplia gama de recursos que se necesitan para desarrollar y perfeccionar todo aquello que nos facilita la vida, nos daremos cuenta de que todos ellos se vinculan a la industria metalúrgica y no solo en nuestro país, sino en todo el mundo.

La industria metalúrgica mexicana se encuentra entre las más desarrolladas de América Latina. Desde finales de la década de 1980, la mayoría de las fábricas de reciente creación se construyeron en el norte de la República dentro de la categoría de maquiladoras, es decir, plantas de labor intensiva en las que se ensamblan partes nacionales e importadas para convertirlas en artículos para la exportación o consumo interno; no obstante, en los últimos años algunas empresas extranjeras han invertido grandes cantidades de dinero en instalaciones modernas y bien equipadas en las que se producen vehículos de motor y otros objetos de consumo para el mercado Mexicano y para exportación.

Las principales plantas industriales de México abarcan las de fabricación de maquinaria y equipo electrónico, automotriz, refinerías de petróleo, fundidoras, plantas de empaque de alimentos, productoras de papel y de algodón, plantas procesadoras de tabaco e ingenios azucareros.

La industria metalmecánica ha sido fundamental a lo largo de la historia del hombre, y se ha venido desarrollando conjuntamente con la evolución humana, pero esa industria no se refiere solamente a la producción y trabajo del hierro, sino también a la industria dedicada a la manufactura, y modificación de objetos elaborados con hierro y sus aleaciones, lo que ha dado un amplio mercado de artículos, desde lingotes y productos elaborados directamente en fundición, hasta los más complejos sistemas, compuestos de numerosos elementos que sirven para trabajar y modificar aquellos lingotes producto de la fundición, y elaborar piezas mucho más específicas y determinadas a servir en otro ámbito.



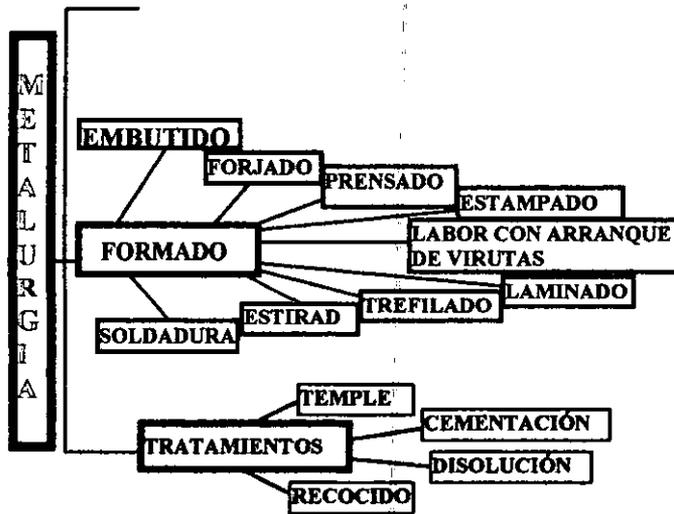
**ILUSTRACIÓN 1:** La colada continua (*derecha, flechas rojas*) es un método de trabajar el acero que transforma el metal fundido en techos, lingotes o planchas.

Así se obtienen los perfiles y productos semiterminados, como por ejemplo las hojas de acero, o láminas, que son una de las formas comerciales en las que podemos encontrar el acero (aleación del hierro con carbón) como producto semiterminado, la cual varía en sus dimensiones y propiedades.

Comercialmente podemos encontrar aceros cuya aleación es minuciosamente calibrada, hasta lo que se conoce como hierro dulce o al bajo carbón y que es el principio para desarrollar muchos elementos comunes en nuestro ambiente. Así desde la puerta de una casa, el automóvil, la estufa, el refrigerador, etc. han sido elaborados mediante la manipulación de la lámina de acero, a la cual se le da forma y estructura para crear esa amplia gama de objetos.

La metalurgia engloba los procesos de elaboración, formado y tratamientos que se aplican a los metales, los cuales conllevan a su vez sus propios procesos, los cuales van desde el puro concepto de extracción, hasta el más sofisticado tratamiento de terminado superficial.

## CAPÍTULO 1



**ILUSTRACIÓN 2:** Algunos de los procesos de la metalurgia.

La laminación es una parte del proceso de formación de la metalurgia, como se observa en la ilustración 2, la cual se combina con otros procesos y acabados para dar forma a un sin número de productos, que aunque no lo aparenten han sido realizados a partir de la laminación.

Por esto se emplea con muy buenos resultados la utilización de lámina doblada en diversos objetos, debido a la reducción en los costos que representa y en la versatilidad de formas y resistencias que es posible lograr con ello, razón por la cual ha obtenido gran importancia en diversos campos de aplicación.

La manipulación de las hojas metálicas, es posible realizarla de diversas formas, por embutido, troquelado, cizallado, doblado, estampado, forjado, etc. algunas de las cuales es posible realizarlas tanto en frío como en caliente, mientras que otras solo es posibles en frío.

La operación más sencilla de transformación de la hoja metálica, es la de corte, la cual se realiza por cizallado, que es el método por el cual se recorta cualquier hoja, como por ejemplo el corte de una hoja de papel con tijeras. Después de esta operación el doblado es el que menor problemática presenta, por lo cual es sumamente utilizado, sin

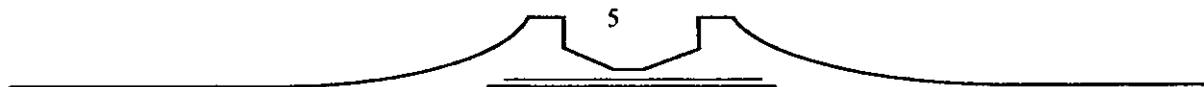


embargo, como resulta obvio, siempre se tiene cierto grado de problemática, y por lo mismo representa algunos problemas derivados de la forma de aplicación de las operaciones, así mientras que el corte tiene la problemática de soporte para el material, y la calibración adecuada para cada espesor y material, el doblado también presenta la dificultad del soporte además del fenómeno del contra plegado, que se refiere al movimiento que realiza el material al momento de ser doblado.

El doblado se realiza aplicando fuerza sobre la hoja de metal de manera similar a como se realiza en una hoja de papel cuando se coloca una regla como guía para doblarla, pero como es obvio la dureza de los materiales resulta inmensurablemente diferente, por lo que es necesario recurrir a maquinaria especializada en realizar esta operación, así, siguiendo el mismo principio se coloca la hoja metálica en lo que se denomina matriz, que sería equivalente a la mesa en la que trabajamos, y un punzón, o dado sería el equivalente a la regla, con la única diferencia, que

es este punzón el que efectúa la fuerza necesaria para realizar el doblado.

Aunque el principio básico del doblado de la lámina es el mismo, los mecanismos varían de acuerdo a las necesidades propias del elemento que se pretende desarrollar, ya que cada pieza determina su propia secuencia de dobleces, y la forma en la cual se realizan, ya que existen elementos que no es posible elaborar con determinada maquinaria, para lo cual se utilizan diferentes sistemas de trabajo, lo que implica la existencia de diferentes tipos de máquinas, y capacidades.



## CAPÍTULO 1

### 1.1 Los tipos de maquinaria.

Existen dos tipos de maquinaria para efectuar ese trabajo denominadas dobladoras, que se diferencian entre sí por la diversidad en los dobleces que hacen, el espesor y largo del material que doblan, normalmente se les reconoce con el nombre de su sistema, siendo estos:

A) De volteo

B) De cortina

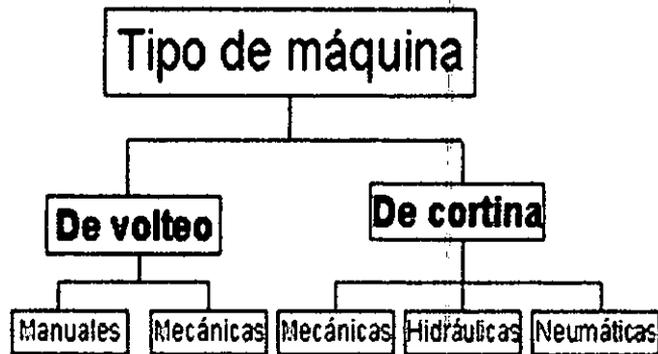


ILUSTRACIÓN 3: Tipos de máquinas para doblar la lámina.

La diversidad de máquinas que se observa en la ilustración 3, se deriva de una necesidad principal, y se va desplegando hasta encontrar cinco tipos diferentes de máquinas, en lo que respecta al sistema empleado para realizar el doblez, y aun entre esos sistemas tenemos otras variantes que les afectan, tales como; la capacidad de doblez, y la longitud de trabajo. Para comprender mejor como se interrelacionan estas características entre sí, se define cada sistema:

**A) De volteo:** Esta máquina es empleada principalmente para realizar dobleces en material de poco espesor y longitudes inferiores a los 3.05 metros, existiendo dos versiones de éstas:

- Manuales; no tienen ningún dispositivo mecánico para generar la fuerza para realizar el doblez.
- Mecánicas; emplean un sistema electromecánico para reemplazar la fuerza humana.

## CAPÍTULO 1

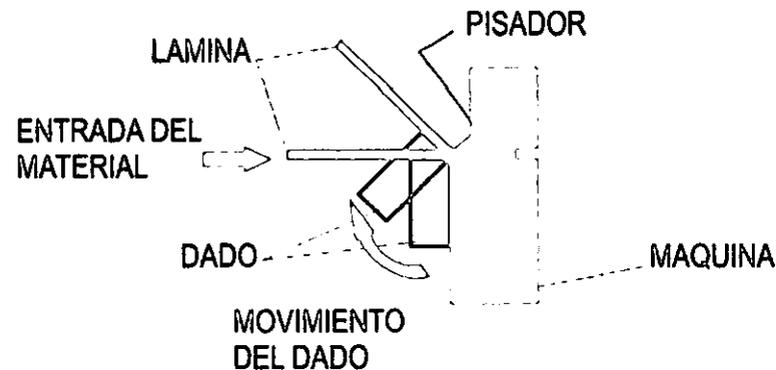
La comercialización de estas máquinas es determinada por la capacidad de la máquina y la longitud de trabajo:

### Capacidad de la máquina

El calibre que es posible doblar en este tipo de máquinas es muy limitado, por lo que solo es posible encontrar máquinas para calibres inferiores al 14 (1.09 mm).

### Longitud de la máquina

En lo que respecta a la longitud, esta es de 0.62 mts. Hasta 3.05 mts. , Debido precisamente a la limitación que proporciona la capacidad de la máquina.

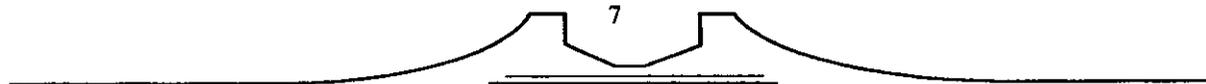


**ILUSTRACIÓN 4:** forma de realizar el doblado en las máquinas de volteo, al hacer girar el dado el material es plegado.

Para realizar la operación de doblado en estas máquinas se emplea fuerza para hacer girar el dado para que la lámina (que se encuentra sujeta con el pisador) se doble sobre el dado como se muestra en la ilustración 4, para realizar dicho movimiento se emplea cualquiera de los sistemas que se mencionaron anteriormente:

- a) Manual; estas máquinas no presentan ningún elemento promotor de fuerza que realice el trabajo, por lo que el operador realiza el doblado haciendo fuerza sobre una palanca situada como extensión del dado para moverlo.
- b) Mecánicas; estas máquinas por su parte cuentan con un motor eléctrico conectado al dado mediante una polea y un embrague para hacer girar el dado y realizar el doblado en la lámina.

**B) De cortina:** Estas dobladoras desarrollan el trabajo mediante un carro porta dados o punzón que aplica fuerza sobre la lámina como se muestra en la ilustración 5, existen tres variantes de esta máquina en relación directa con el elemento productor de fuerza, cuyas variantes son:



## CAPÍTULO 1

1. Mecánicas; emplean un sistema de inercia para poder realizar el trabajo, son las más económicas.
2. Neumáticas; utilizan la fuerza del aire comprimido en pistones para doblar la lámina.
3. Hidráulicas; obtienen la fuerza para el doblado por medio de un sistema de bomba y pistones de aceite a presión.

Este tipo de maquinaria se comercializa de acuerdo a tres principales características: capacidad de máquina, longitud de los dados y sistema de trabajo.

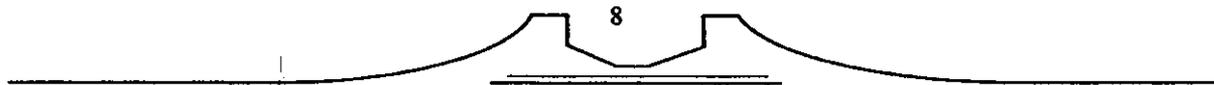
### Capacidad de la máquina

Se trata de la fuerza con que este tipo de máquinas cuentan para doblar la lámina, así tenemos que existen desde 10 toneladas hasta 800 toneladas, siendo este parámetro, de significativa importancia para la elección de una máquina.

Para poder saber la capacidad de la dobladora, es necesario conocer la resistencia que impone la lámina para realizar el doblado, la cual varía de acuerdo a la dureza del material, el calibre de la lámina, y la longitud de la misma.

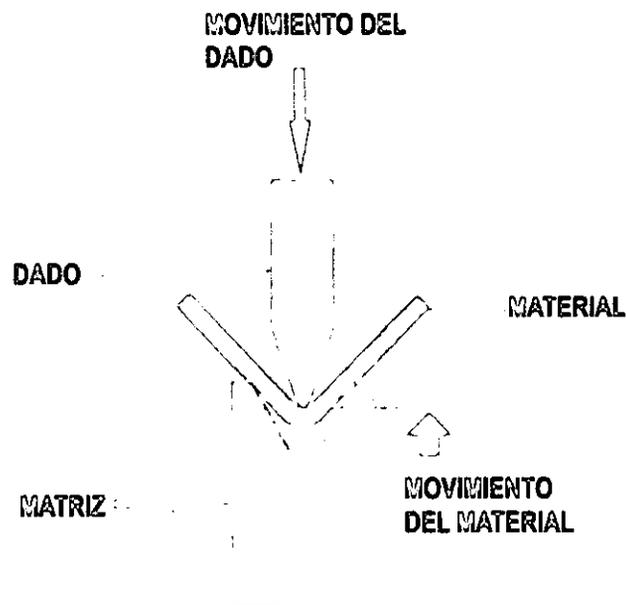
### Longitud de los dados

Este punto se refiere a la máxima dimensión que pueden doblar en la lámina de una sola operación, siendo desde 1.30 mts. Hasta 6.20 mts. Siendo necesario recalcar que la capacidad de la máquina y la longitud de la misma se encuentran íntimamente relacionadas, ya que debido a la longitud del material se incrementa la resistencia del mismo, por lo cual es necesario mayor capacidad para mayor longitud, sin embargo una de las más usuales es la de 3.10 mts. Debido a que la hoja de lámina comúnmente viene en largos de 2.44 mts. Y 3.05 mts. siendo las hojas más largas de poca comercialización.



no cuentan con sistemas manuales, es decir que solo se encuentran tres tipos diferentes de sistemas:

1. Mecánicas
2. Neumáticas
3. Hidráulicas



**ILUSTRACIÓN 5:** Forma en que realiza el doblar la máquina de cortina

#### Sistema de trabajo

Debido a la versatilidad en el desarrollo de piezas por parte de este tipo de máquinas, haremos más énfasis en el sistema de trabajo de este tipo de dobladoras, primeramente por contar con mayor capacidad de doblar, y en segundo lugar debido a que estas

**Máquinas mecánicas;** son de amplias posibilidades, adecuadas para las producciones de medianas cantidades. Se construyen siguiendo el criterio de hacer bajar el carro porta-dados mediante un sistema mecánico de excéntricas.

La máquina es accionada por un motor eléctrico que transmite el movimiento al volante mediante bandas trapezoides. Con un embrague es posible acoplar el movimiento de rotación del motor a una flecha, y desde ésta, a través de un reductor de engranes, a un rodillo excéntrico. Este último, finalmente acciona el carro porta-dados (según un movimiento alternativo) por medio de dos bielas.

El acoplamiento del embrague se realiza por un dispositivo mecánico, o electromagnético activado por un interruptor manual o

## CAPÍTULO 1

de pedal. El descenso del carro se realiza con una presión continua y puede pararse en cualquier posición. La fase de retorno se desarrolla continuamente mientras se mantenga activado el control.

La profundidad de descenso del carro se efectúa por medio de un pequeño motor auxiliar que actúa sobre los tornillos de regulación de las dos bielas. Esta regulación puede realizarse independientemente en cada biela.

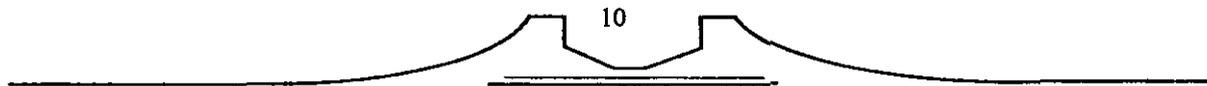
Algunas cuentan con un sistema de embrague electrónico que regula la presión con que se friccionan los discos del volante. Con dicho dispositivo, es posible hacer descender el carro según una velocidad de trabajo constante (máxima de 30 descensos por minuto y mínima de 8 por minuto).

Este sistema puede generar presiones que van desde 10, hasta 450 toneladas de fuerza bruta, dependiendo de las dimensiones de la polea que genera la inercia y obviamente, de la fuerza que el motor sea capaz de generar.

**Máquinas neumáticas;** utilizan aire comprimido, aplicado bajo las leyes de pascal relativas a las presiones en los fluidos. Así es que el aire comprimido se introduce en cilindros de doble acción para desplazar émbolos, los cuales empujan a su vez a los dados para doblar el material. Para hacer subir el dado, se invierte la presión del aire.

Estas máquinas requieren equipo adicional a la dobladora, como es una compresora, siendo la capacidad de la misma un factor fundamental para la potencia de la dobladora, por lo cual, si se requiere una dobladora con determinada fuerza, se requiere también una compresora con un tanque de almacenaje apropiado.

**Máquinas hidráulicas;** éstas se basan, al igual que las neumáticas, en la aplicación del principio de pascal, pero en lugar de emplear aire comprimido utilizan aceite, así que en lugar de un compresor se tiene un sistema de bombeo que genera la presión de necesaria para realizar el trabajo mencionado, generando potencias desde 10 hasta 630 toneladas.



## CAPÍTULO 1

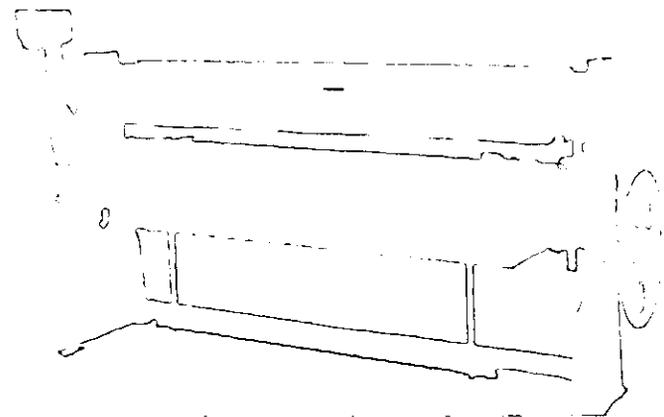
Este tipo de máquinas presentan la ventaja de garantizar una precisión centesimal en la repetición del movimiento del carro superior porta-dados, en el sentido de que las herramientas son mantenidas paralelas durante toda la carrera, es decir que si la lámina no es colocada en el centro del dado, la maquina equilibra las presiones en ambos lados para que el doblado resulte con un ángulo igual a todo lo largo de la pieza. La misma precisión se mantiene también en la posición final de carrera inferior. Así resulta posible obtener toda una serie de pliegues con el mismo ángulo en cada pieza.

La presión del aceite en los cilindros laterales, puede regularse independientemente; dicha posibilidad permite un ahorro de energía cuando no se requiere la máxima potencia para ciertas operaciones de doblado.

En cualquiera que sea el tipo de máquina que se emplee, es posible realizar dobleces con una gran precisión en el ángulo y una sección continua, a todo el largo de la máquina, sin embargo, la diferencia en el sistema de trabajo, también afecta la forma de los perfiles que se desarrollan en cada una, siendo más versátil la dobladora de cortina, debido a la libertad de espacio que presenta. Por esta razón es posible la realización de diversas operaciones

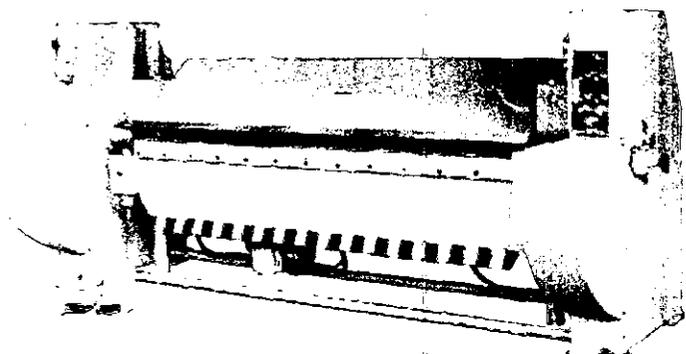
sucesivas en las dobladoras de cortina obteniendo así, perfiles muy complicados, algunos de las cuales resulta imposible obtener en las dobladoras de volteo. Razón por la cual la máquina dobladora que tiene mayor demanda entre la empresa grande y mediana es la de cortina, ya que para la pequeña industria no resulta viable debido al costo de la misma.

Para poder comprender mejor la diferencia existente entre los diversos tipos de maquinaria y sus respectivos sistemas, se presentan a continuación imágenes de algunas de ellas:

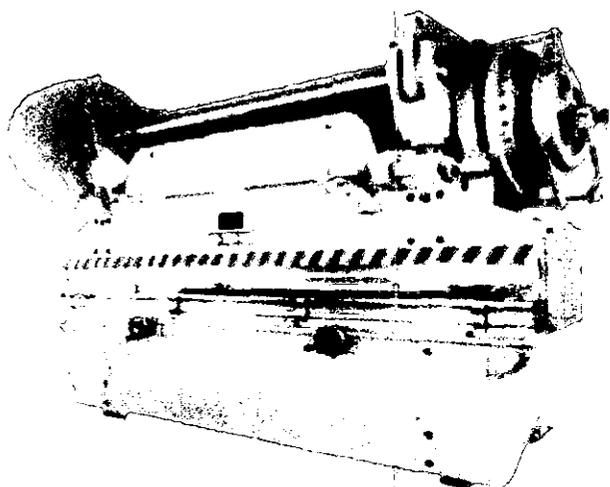


**ILUSTRACIÓN 6: Máquina de volteo de 2.44 metros de longitud con capacidad de doblado hasta 1mm de marca DISMA cuyo sistema de trabajo es manual.**

## CAPÍTULO 1

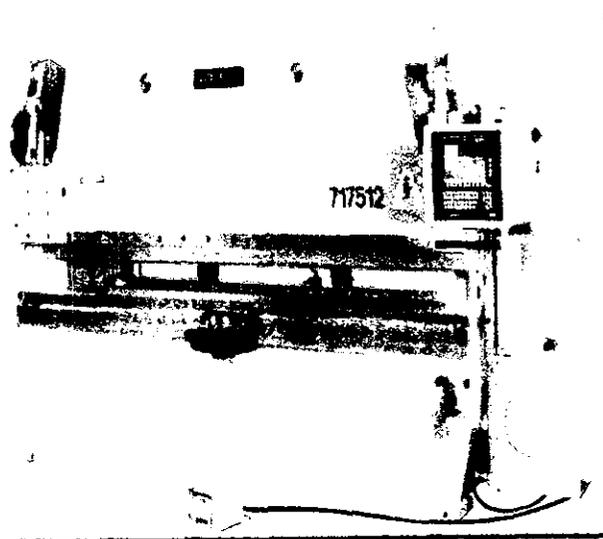


**ILUSTRACIÓN 7:** Máquina de volteo mecánica marca *DISMA* de 2.44 metros de longitud y capacidad hasta 2mm.



**ILUSTRACIÓN 8:** Máquina dobladora de cortina mecánica marca *MANKOO* de 3.05 metros de longitud, de 80 toneladas, capaz de doblar lámina de 4 mm de espesor a todo lo largo de la máquina.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el tipo de dobleces realizados en cada máquina resulta diferente, así que mientras la máquina de volteo no puede realizar perfiles de cierto nivel de complejidad, la de cortina resulta bastante adecuada para realizarlos.



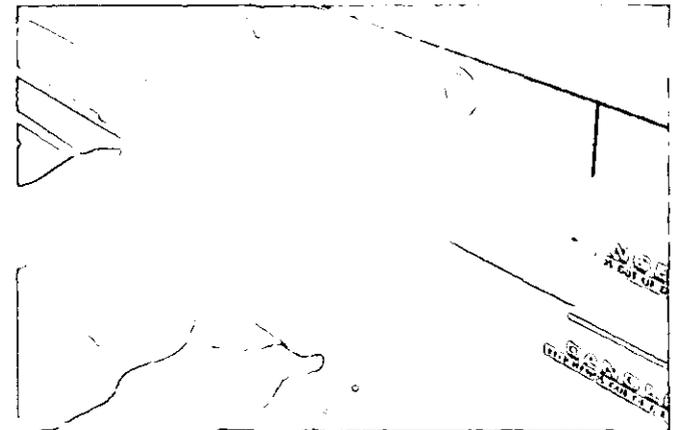
**ILUSTRACIÓN 9:** Dobladora de cortina de 2.44 metros de longitud. Marca *ACCURPRESS* de sistema hidráulico y de 120 toneladas de fuerza que puede doblar lámina de 6 mm de espesor a todo lo largo de la máquina.

Pero por otro lado, la maquina de volteo no presenta el problema del contra plegado, el cual consiste en la elevación súbita de los vértices de la lámina provocada por la fuerza del plegado, y puesto que la lámina se encuentra sujeta con el pisador uno de sus vértices se encuentra fijo, y el otro se mueve conjuntamente con el dado, mientras que la de cortina no tiene ningún elemento que soporte el material después de la operación.

En lo que respecta a la comercialización de este equipo, el que resulta de mayor demanda en México es la *dobladora de cortina* de 3.05 metros (10 pies) de longitud, con capacidad de 120 toneladas la cual puede doblar placa de  $\frac{1}{4}$  de pulgada (6mm) de espesor en todo lo largo de la máquina.

## 1.2 El sistema de trabajo de la maquinaria.

A continuación describimos el funcionamiento de la máquina, ya que es necesario tener bien claro como se desarrolla la función del doblar.



**ILUSTRACIÓN 10:** En esta imagen se muestra como se realiza el doblar en la dobladora tipo cortina, en esta máquina el descenso del dado empuja el material sobre la matriz y realiza el doblar.

El ángulo que se requiera en el material es calibrado mediante ajustes en la profundidad que se le da al dado respecto con la matriz. De acuerdo al sistema de la máquina, la operación de

## CAPÍTULO 1

ajuste varia, desde el accionamiento por manivelas empotradas en un costado del bastidor, hasta un sistema computarizado de control, el cual modifica las condiciones de plegado de la máquina, estas condiciones se refieren principalmente a los límites que se establecen para el deslizamiento del carro, tanto hacia arriba como hacia abajo, siendo este último, como ya dijimos, el que determina el ángulo en que se dobla la lámina, por lo que tiene que ser calibrado para cada espesor de la misma, adecuándolo para poder obtener así el ángulo requerido en cada operación.

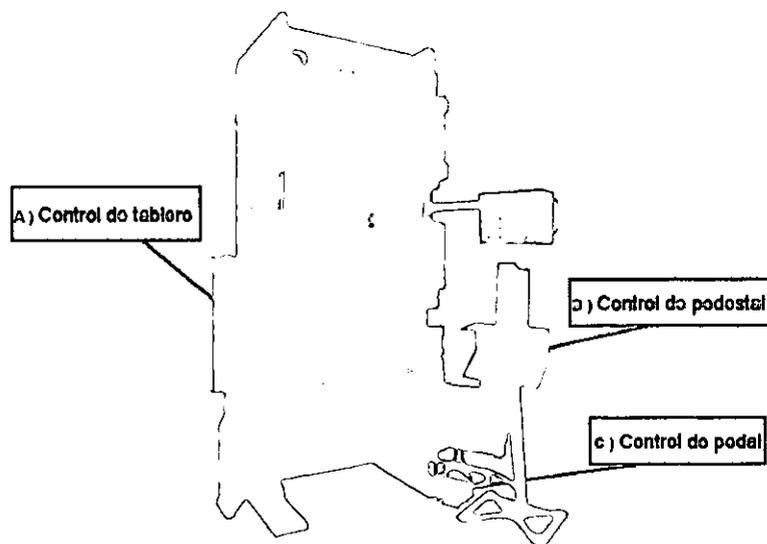
El descenso del carro se activa mediante la pulsación del control, ya sea del pedal o mediante el interruptor que se sitúa en el control auxiliar de la máquina, lo cual activa el ciclo programado completándolo, o hasta que se active el paro de emergencia e interrumpa la carrera.

Es importante recalcar que la modificación de los límites de desplazamiento del carro afectan a todos los dobleces subsecuentes, ya que solo produce el ángulo deseado con el calibre del material con el cual se calibró la máquina; si ese calibre varía, el ángulo también lo hará de manera proporcional a la diferencia entre los espesores, razón por la cual es preferible que

las máquinas se ajusten para realizar un amplio número de operaciones para evitar las modificaciones continuas de las condiciones de doblez, lo cual evita tiempos muertos durante el proceso y optimiza los recursos del equipo.

El control la máquina puede ser efectuado dependiendo de la función que se pretende realizar desde varios puntos, dependiendo del modelo del que se trate estas zonas de controles son:

- a) De tablero: Es activada mediante un interruptor de presión situado en el bastidor de la máquina, es pulsado con la mano.
- b) De pedestal: Es igual que el control de tablero, pero su localización es en un pedestal móvil.
- c) De pedal: Este control puede ser fijo en el bastidor, o al igual que el de pedestal ser móvil, pero su activación es realizada con el pie.



**ILUSTRACIÓN 11:** Máquina dobladora tipo cortina marca *CINCINNATI* que presenta los tres tipos de controles que hemos mencionado.

En lo que refiere a la forma de trabajo de cada control, tenemos una amplia variedad de sistemas, e interruptores dependiendo de cada modelo, sin embargo podemos definir los principales y que son indispensables para el funcionamiento de todas las máquinas y que se dividen de la siguiente forma:

a) De tablero:

- Encendido y apagado.
- Selector de trabajo.
- Calibrador del desplazamiento.
- Activación del ciclo.
- Paro de emergencia.

b) De pedestal:

- Paro de emergencia.
- Activación del ciclo.
- Control para el ascenso.
- Control para el descenso.

c) De pedal:

- Activación del ciclo.
- Descenso discreto del dado.\*

---

\* Disponible solo en algunos modelos

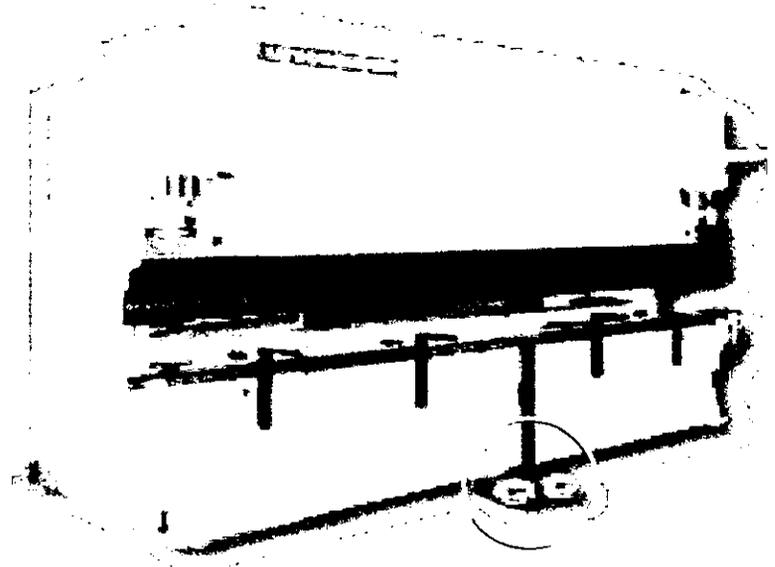
## CAPÍTULO 1

El control de pedal cuenta con una característica que es conveniente resaltar, existen tres variantes igualmente empleadas en este control;

1. De un pedal y una función.
2. De un pedal y doble función.
3. De doble pedal.

Aunque resulte obvio especificar a que se refiere cada variante, podemos decir que cuando solo realizan una función esta es la activación del ciclo, y cuando se refiere a doble es una aproximación lenta del carro al material, y a la activación del ciclo, la cual se realiza con dos pedales diferentes situados uno junto al otro en el control doble, y con una posición intermedia en un pedal.

Cabe mencionar que el control de pedal en las máquinas actuales es autónomo a la estructura del equipo, es decir que no se encuentra fijo en la máquina, sino que se conecta a esta mediante cables o manguera que determinan la acción a realizar, lo que proporciona cierto rango de movimiento del control, mientras que en modelos anteriores, el pedal estaba fijado a la máquina, por lo que era necesario permanecer cerca de la estructura para activarlo.



**ILUSTRACIÓN 12:** Máquina marca *AUTOBENDER* con control de pedal doble, enmarcado por el círculo.

Es posible observar que existen funciones que se pueden activar desde dos o tres controles, mientras que hay otros que solo se realizan desde uno, basados en eso podemos inferir su importancia, como se puede observar en la tabla 1 la forma de activación de las funciones que tienen comúnmente las máquinas.

## CAPÍTULO 1

CONTROL FUNCIÓN	DE TABLERO	DE PEDESTAL	DE PEDAL
ENCENDIDO / APAGADO	SÍ	NO	NO
SELECTOR de TRABAJO	SÍ	NO	NO
CALIBRADOR DEL DESPLAZAMIENTO	SÍ	NO	NO
ACT. CICLO	SÍ	SÍ	SÍ
ASCENSO	NO	SÍ	NO
DESCENSO	NO	SÍ	SÍ*
EMERGENCIA	SÍ	SÍ	NO

\*Solo algunos modelos

**TABLA 1: funciones y controles que poseen las máquinas dobladoras de cortina.**

Se observa que el control más utilizado es la activación del ciclo, quedando en segundo término el paro de emergencia y el descenso discreto del carro, lo cual resulta lógico, ya que es precisamente la activación del ciclo la función principal de la máquina, y es la que más se emplea, principalmente en trabajos de maquila, en los que se tiene que realizar una gran cantidad de piezas antes de modificar las condiciones de la máquina, siendo las demás funciones poco utilizadas durante la jornada de trabajo.

En lo que respecta a los controles de menor utilización durante la jornada de trabajo, son precisamente aquellos que tienen relación directa con el estado de la máquina, tales como el interruptor de encendido y apagado, el cual se emplea por lo general de dos a cuatro veces al día, o el selector de trabajo que se utiliza de forma muy esporádica, ya que el operador no tiene que modificarlo sino hasta que el perfil que se pretenda realizar, amerite un cambio en la forma en que el trabajador acostumbra.

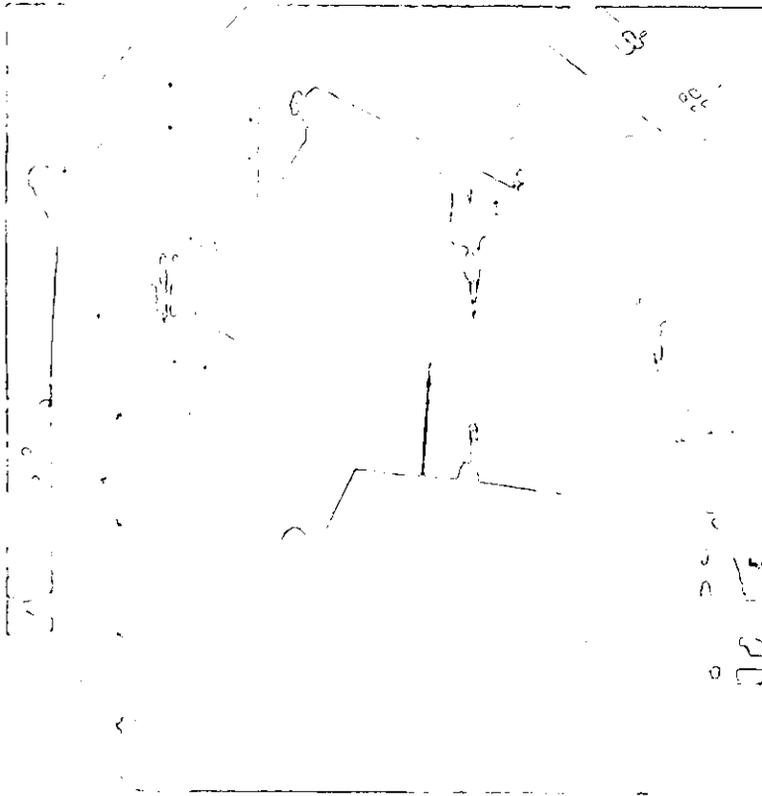
Como vemos, estas máquinas poseen un gran adelanto dentro de su producción, lo que ha significado un acierto en lo que respecta a cuestiones de ingeniería y funcionalidad, pero que presenta también diversos desaciertos en lo que se refiere al usuario de la misma, ya que se ha dejado de lado el aspecto ergonómico y antropométrico. Lo cual se hace evidente, al observar la secuencia de trabajo al momento en que se desarrolla el doblado de la lámina, ya que el contra plegado del material resulta peligroso para el operador, además la falta de iluminación del área de trabajo, trae consigo otra desventaja para el usuario, puesto que la aparición de sombras generadas por el carro en la zona en la que se va a realizar el doblado, obliga a una postura riesgosa de la persona que sitúa la lámina en la máquina lo cual se analiza de manera más específica en el siguiente capítulo.

## CAPÍTULO 2

### *El usuario y su trabajo.*

Como ya se ha mencionado antes, el propósito de este trabajo es proporcionar seguridad al usuario de estas máquinas, para lo cual se presenta un análisis del puesto de trabajo, implicando también todo el sistema externo a la máquina, ya que estos equipos se encuentran limitados en muchas ocasiones por las condiciones que presenta el ambiente de la planta en la cual se instala.

Esta limitación responde por una parte a la falta de un puesto de trabajo adecuado en la maquinaria, y a la mala implementación de los elementos auxiliares para el desarrollo de la actividad, tales como: la iluminación de la zona de trabajo, el desplazamiento del material, el soporte del mismo, entre otros. Estos elementos han sido



## CAPÍTULO 2

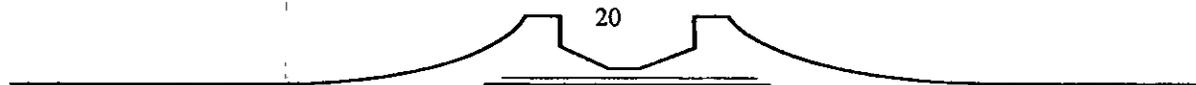
desarrollados dentro de la planta en la cual se va a instalar la máquina, pero la disposición de algunos de ellos llegan a interferir con otros, disminuyendo así la eficiencia de los mismos. Por lo cual resulta de suma importancia la ubicación de los espacios de trabajo, y el equipo auxiliar con el que se cuente, tanto para el soporte del material, como para el desplazamiento del mismo dentro de la planta, sin embargo toda esa infraestructura depende del marco de trabajo de cada planta más que al diseño propio de la máquina, como veremos más adelante.

### *2.1 Las condiciones en el trabajo.*

Este análisis se desarrolla en dos partes, la primera corresponde al ambiente de trabajo, el cual se enfoca principalmente a la planta en donde se coloca la máquina, y la forma en la que interfieren entre sí los diversos aspectos propios de cada elemento, tomando como elemento a la máquina en cuestión y al ambiente que influye directamente sobre ella, es

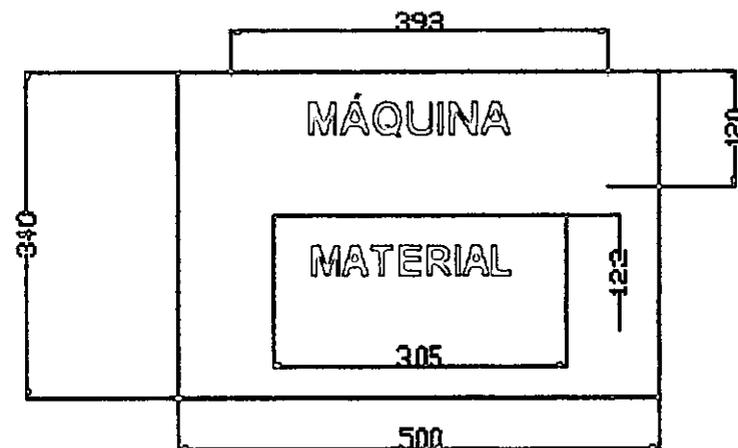
decir un círculo imaginario de condiciones que afectan de cierta forma a estas máquinas, pero que podrían no ser trascendentales para otro tipo de trabajo. Dejando por otro lado la relación que se da entre el usuario y la máquina directamente, lo que se conoce como el puesto de trabajo propiamente dicho, dentro de lo cual se involucra el sistema de comunicación entre el operador y la máquina, así como también la forma en que desempeña su labor.

Entre los aspectos concernientes al ambiente que influyen en el usuario, se encuentran las condiciones de la planta en la cual se encuentra instalado el equipo y que no dispone de elementos específicos para la máquina, sino que son dispuestos en la nave, tal como la iluminación, y el espacio de circulación que se prevé para el trabajo, lo cual se denomina ambiente de trabajo.



### 2.1.1 El ambiente de trabajo.

Debido a la naturaleza propia del trabajo, al tamaño de las máquinas y a las características que presenta el material que se emplea, se requiere amplitud de espacio, en el cual se distinguen como grupos las operaciones que se realizan antes, durante y después del doblado, las operaciones anterior y posterior al doblado pueden ser extraordinariamente variadas entre si, lo que nos ofrece un abanico enorme de posibilidades en lo que a espacio se refiere, pasando desde un simple corte, hasta el ensamblado de cualquier pieza en forma y tamaño, razón por la cual dejaremos de lado el análisis de dichos espacios, concentrando la atención en el área utilizada durante la realización del doblado, la cual comúnmente es de 17 metros cuadrados, sin incluir el espacio requerido para el desplazamiento del material durante la alimentación del proceso, y la extracción del producto doblado, el cual, resulta imposible especificar en términos generales.



(acotaciones en centímetros)

**ILUSTRACIÓN 13:** Diagrama de espacios para la circulación y el desarrollo del trabajo.

Es precisamente en esas dimensiones en las que se limita la zona de trabajo de este tipo de máquinas, la cual debe ser delineada de acuerdo a la norma, mediante la aplicación de una línea de pintura color amarillo en el suelo de la planta.

Por lo que respecta a los niveles de ruido, vibraciones, temperatura e iluminación, en el ambiente de trabajo, podemos decir que se encuentran en un ambiente ruidoso, debido a la

## CAPÍTULO 2

cantidad de máquinas y equipo que se encuentra trabajando en estas plantas, es necesario aclarar que aunque no en todas las empresas se cuenta con el mismo número de máquinas, y por lo tanto no tienen el mismo nivel de ruido, sin embargo el impacto de la máquina al momento de aplicar el golpe de fuerza para hacer el doblez produce una onda sonora cuya intensidad es de aproximadamente 100 decibeles, repitiéndose ese nivel en la operación de cada ciclo, sin embargo, esa cantidad de ruido varía de acuerdo con las características de la lámina que se está trabajando, obviamente el nivel de ruido se ve incrementado al aumentar del espesor del material, y disminuye al reducirse, así como al trabajar sin esfuerzo. Por lo cual resulta complicado determinar un nivel promedio de ruido dentro del ambiente de trabajo.

En lo que respecta a los niveles de vibración, no es considerable, ya que este tipo de equipo deben encontrarse anclados al suelo con amortiguadores de vibración, por lo que este

aspecto no afecta el desarrollo de la actividad en general.

Por otra parte para poder desarrollar el trabajo se requiere una gran superficie libre, por lo que se entiende que se labore en condiciones de frío, pero no en temperaturas que obliguen al operador a portar ropa que le dificulte o limite sus movimientos, al realizar el trabajo.

La iluminación del ambiente de trabajo es por lo general una combinación durante el día de luz natural y luz artificial, y por el atardecer, o al disolverse la luz de día, corresponde a un sistema de lámparas de mercurio o fluorescentes suspendidas desde el techo de la nave el iluminar el ambiente de trabajo, lo que crea una luz que los arquitectos llaman concentrada, la cual se emplea para iluminar preferentemente zonas de trabajo, ya que generalmente corresponden a unidades de baja brillantez.

La iluminación artificial general puede incrementarse con otras auxiliares en las zonas específicas de trabajo. Sin embargo, en la mayoría de los casos esta iluminación resulta insuficiente para evitar las sombras en la zona de trabajo, por lo que los operadores adecuan sistemas alternos colocados improvisadamente sobre el carro portados, o en la estructura de la máquina.

### **2.1.2 El puesto de trabajo.**

En lo concerniente al puesto propio en la máquina, tenemos que considerar los siguientes aspectos:

#### **Color:**

Anteriormente, la maquinaria era de color oscuro, en tonos verdes, azules o grises, lo que daba la impresión de pesadez, que aunado al color gris del material ve incrementada esa sensación en el usuario. Actualmente se ofrecen en una mayor

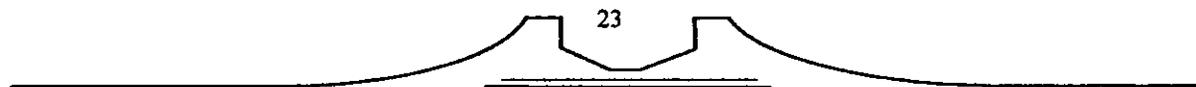
gama de colores, como por ejemplo, el color crema que ofrece la marca LVD, o ciertas combinaciones que proporcionan sensaciones más agradables.

Comunicación máquina - hombre - máquina, tableros y controles:

En el sistema de comunicación que se establece con la máquina, es decir, el tablero con el que este provista y el control con el cual se opera la máquina, es decir el puesto de trabajo de la misma.

En estas máquinas se presentan primordialmente tres elementos que integran el puesto de trabajo, el tablero, el control de operación y el control numérico (el cual es opcional al momento de adquirir la máquina) los cuales se presentan a continuación.

Estos elementos se analizan respecto a las condiciones que guarda con la máquina, así como también con los instrumentos existentes en el



## CAPÍTULO 2

mismo, su relación entre ellos y con su función específica, enfocando estas condiciones a la congruencia con las características que presenta el usuario, lo cual modifica invariablemente la forma de trabajo.

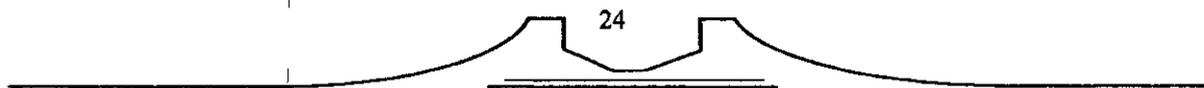
**Tablero:** El tablero tiene la función de indicar el estado de la máquina (encendida o apagada), la secuencia de movimientos, la existencia de alguna descarga eléctrica y en algunos casos la velocidad con la que se desplaza el carro portadatos.

**Control de operación:** Éste es un control situado junto con el tablero y que dirige el sistema de activación para emplearlo de forma manual o automática y determina como será aplicado el control desde el inicio de la secuencia de trabajo. Por lo que se observa en él los interruptores para esas funciones, como son; accionamiento principal, selector de trabajo y paro de emergencia.

Para desarrollar el trabajo, se emplea un segundo control que efectúa el movimiento del carro, este control se encuentra situado en forma

independiente a la máquina, mediante un pedestal, en donde se encuentran cuatro controles, uno para hacer subir el carro, otro para hacerlo descender, un tercero que activa la máquina para realizar el doblado y el último para detener la dobladora en caso de emergencia. Es necesario indicar que este tablero emplea interruptores de presión protegidos mediante una hoja metálica dejando un espacio entre el interruptor y el protector por donde se introduce la mano con la finalidad de evitar su activación accidental.

Una variante del pedestal y que es más común de encontrar es mediante un pedal, con el cual se activa el ciclo de trabajo. Algunos modelos cuentan en dicho pedal con dos posiciones, una intermedia que activa el carro para descender y realizar el trabajo, y otra final que lo hace subir; otros modelos cuentan con dos pedales ubicados uno adyacente al otro realizando cada uno una de las funciones descritas anteriormente y que se realizaban con un solo pedal.

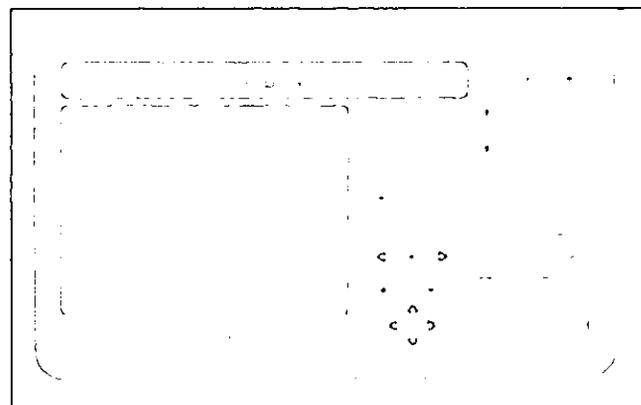


Muchas máquinas de reciente fabricación disponen de ambos sistemas de control.

### Control numérico

Lo que normalmente se conoce como control numérico, es un sistema computarizado de control para la máquina, y tiene la función de programar la máquina para realizar determinados dobleces con ciertas formas de manera adecuada y en el orden requerido por la complejidad o sencillez de la pieza que se realiza, y es precisamente mediante un tablero como se ejecuta dicha programación, el cual varía acorde al sistema de computo con que sea integrada la máquina, por lo que este sistema resulta opcional en la adquisición de la misma. Éste sistema varía en cuanto a la capacidad de programación y respecto al tamaño y tipo de pantalla en el cual se observa la sistematización establecida, así como en cuanto al tipo de teclado con el cual son provistas, yendo desde un teclado de 25 teclas hasta un teclado digital tipo qwerty de 90 teclas.

El color de este tablero es generalmente del color claro, tal como blanco, crema, o algún otro color similar, ya que al presentarse sobre la máquina, la cual tiene colores más oscuros, como son; verde, azul, gris, etc. facilita su visualización y reduce la posibilidad de error.



**ILUSTRACIÓN 14:** Control numérico modelo MNC 95/C con pantalla de cristal líquido de 12 pulgadas a color, que se ofrece en equipo marca LVD

Este tablero se presenta en diversos tamaños que van de acuerdo con las características del sistema su capacidad, su precisión y la sencillez de programación con que cuenta.

## CAPÍTULO 2

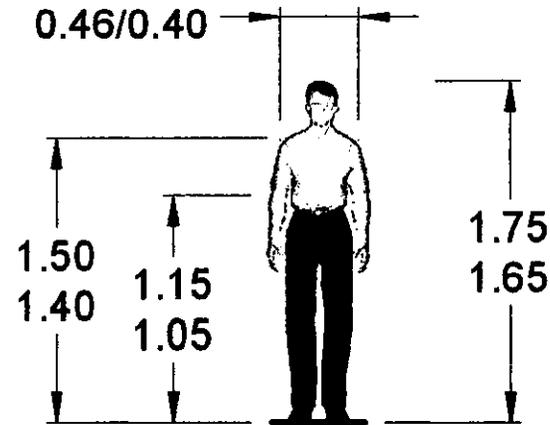
En lo que corresponde a la ubicación del tablero, este se encuentra en la parte frontal o lateral derecha de la máquina, y en algunos casos se encuentra ubicada en un brazo móvil que se sujeta a la misma, con lo que es posible manipularla a cierta distancia, lo que hace más fácil su utilización.

### 2.2 El usuario.

El aspecto más importante que hay que analizar en este trabajo es precisamente el concerniente al usuario y a su espacio de trabajo inmediato, es decir el tablero, los controles, y la disposición del material para la alimentación y retiro de la máquina, para lo cual es necesario ver con claridad la disposición de los controles y tableros que se utilizan, además de la posición que adopta el operario al momento de hacer funcionar la máquina, así como las restricciones impuestas en sus movimientos

precisamente por la posición, por la ropa o por el equipo de seguridad.

Primeramente consideremos al usuario como una persona del genero masculino, de entre 20 y 45 años y de las dimensiones que se observan en la ilustración 15.



**ILUSTRACIÓN 15: Dimensiones máximas y mínimas del usuario**

Recordemos que debido al sistema de control de la máquina, está cuenta con dos formas de activar el ciclo de trabajo; con un botón pulsado con la mano, y otro interruptor que es accionado mediante un pedal, siendo este último el más utilizado, ya que permite al operador libertad en los movimientos de ambas manos. Por esto se analiza la posición que el usuario toma respecto a este control y al material.



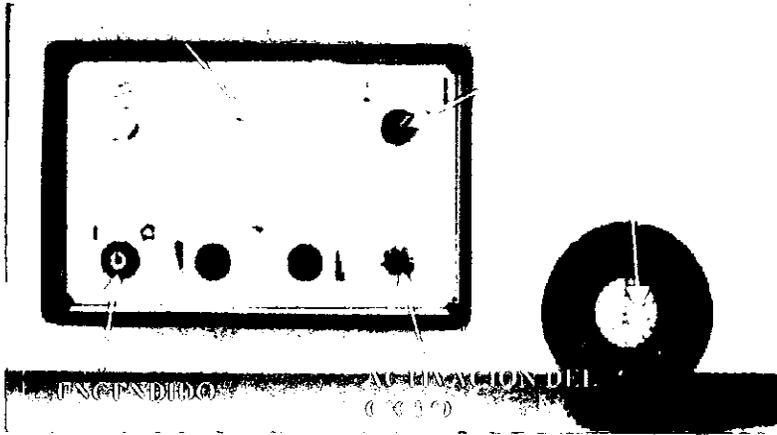
**ILUSTRACIÓN 16:** Posición adoptada por el operador al momento de realizar el doblé.

También debemos tomar en cuenta las condiciones de uso de cada uno de los controles, su secuencia de uso, la frecuencia de uso, y la posición que guardan los controles respecto a otros.

En lo que compete a la secuencia de uso, se distinguen principalmente dos condiciones de trabajo, una para el encendido de la máquina, en la cual se deben activar los controles en la siguiente secuencia:

- Encendido.
- Selector de trabajo.
- Calibrador del desplazamiento.
- Activación del ciclo.

## CAPÍTULO 2



**ILUSTRACIÓN 17:** Tablero de control que se ofrece en las máquinas marca Omag.

En esta actividad se ven afectados los controles por la manipulación anterior, principalmente la activación del ciclo, ya que solo es posible ocupar el que se haya seleccionado (el pedal o el control manual) para accionar la máquina.

Esta secuencia de actividades solo es posible realizarla en el tablero situado en el bastidor de la máquina, el cual, dependiendo de la marca y el modelo de cada equipo, se encuentra

situado ya sea en la parte frontal superior (derecha o izquierda) o en un costado.

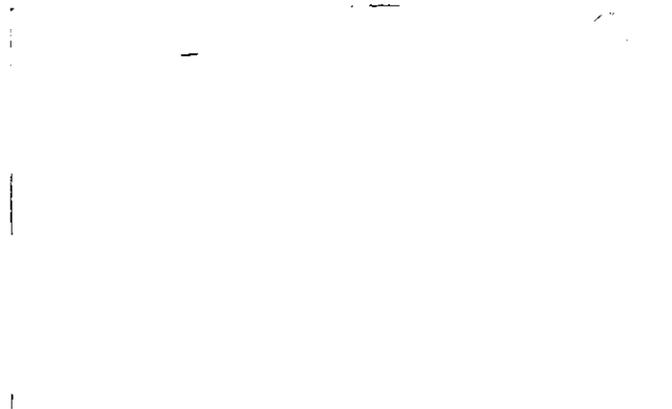
La otra secuencia de trabajo corresponde a la que se realiza durante la operación constante de doblez, en la cual solo se emplea un control, que es el que activa el ciclo de trabajo, ya que no es necesario cambiarlo mientras no se requieran modificaciones en el doblez, tales como cambio del ángulo, del espesor del material, del dado o de la matriz, etc., para los cuales es necesario alterar los límites de desplazamiento del carro, lo que obliga a realizar un reajuste de la máquina antes de continuar con el trabajo. Por lo cual se puede evidenciar la siguiente secuencia de actividades durante una operación de doblez:

1. Alimentación del material.
2. Desplazamiento discreto del dado para posicionar la lámina en el lugar adecuado.
3. Activación del ciclo.
4. Extracción del material.

**2.-Desplazamiento discreto del dado para  
posicionar la lámina en el lugar adecuado.**

La posición del usuario durante el desarrollo de esa secuencia es de suma importancia para poder identificar los parámetros medulares durante el desarrollo del diseño, por lo que se presenta una secuencia de las actividades que realiza el usuario durante un ciclo de la máquina:

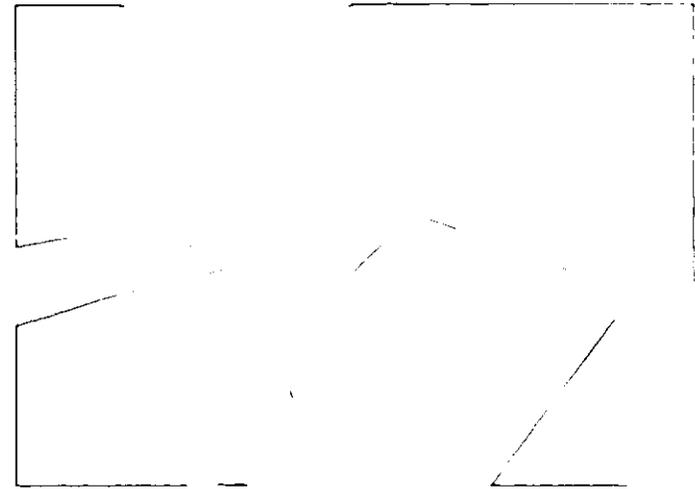
**1. Alimentación de la máquina.**



vista frontal

vista lateral

**ILUSTRACIÓN 18: Primer actividad para realizar el dobléz.**



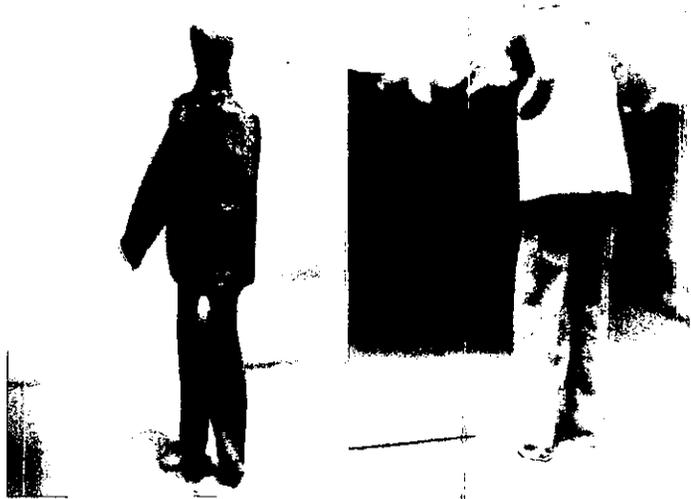
vista angular

acercamiento

**ILUSTRACIÓN 19: segunda actividad realizada durante el trabajo.**

**CAPÍTULO 2**

**3.-Activación del ciclo**



vista lateral

vista frontal

**ILUSTRACIÓN 20:** Tercer acción desarrollada para hacer el doblé de la lámina



01

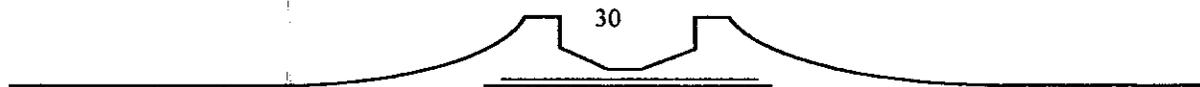
02



03

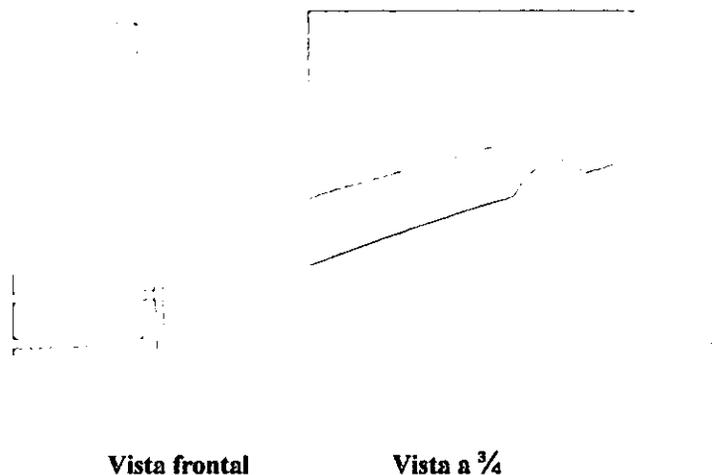
04

**ILUSTRACIÓN 21:** Secuencia de la forma en la que el operador hace descender la lámina después que el dado de la máquina dobladora ha sido elevado.



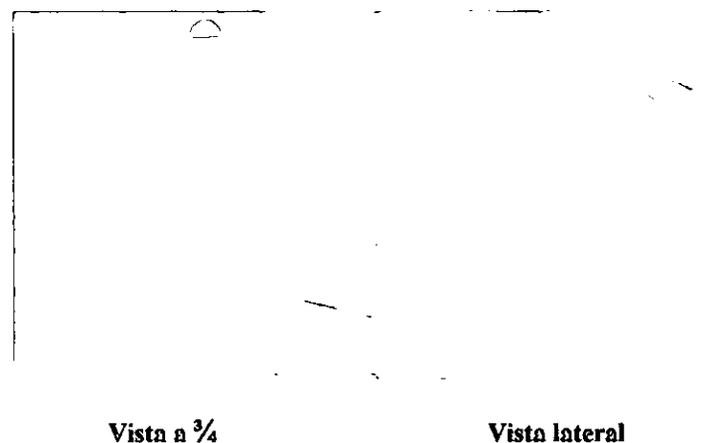
En las imágenes se muestra el momento anterior a la operación de doblar, en las cuales se observa al usuario sosteniendo el material antes de que se realice el movimiento del material hacia arriba, como producto del contra plegado.

En la mayoría de los casos se prevé esta situación y se dispone de un sistema de soporte, por lo que solo es necesario acomodar el material en la posición adecuada para el doblar, y no se tiene que cargar el material, antes de doblarlo, como se muestra en las siguientes fotografías.



**ILUSTRACIONES 22:** posición que se toma cuando existe un soporte.

Una vez dispuesto el material, el operador no tiene que cargar la lámina, mientras esta no se mueva o no comience el doblar, pero después si tiene que hacerlo.



**ILUSTRACIONES 23:** Forma en que se detiene el material una vez que este ha sido doblado.

Cabe hacer mención que aunque para soportar el material antes de la operación se dispone de mesas o de algún otro elemento adaptado para ello, después de realizar el doblar en materiales de grandes dimensiones como se

## CAPÍTULO 2

muestra en las imágenes, es necesario en la totalidad de los casos soportarlo manualmente, ya que de no hacerlo el material caería rápidamente, generando con ello inseguridad para el usuario, debido obviamente al impacto y a la onda de choque que produce.



24/01

24/02

**ILUSTRACIÓN 24:** En cuanto el dado suelta el material, el operador lo sostiene en lo alto, y comienza a bajarlo manualmente.



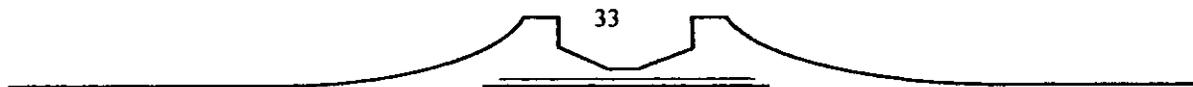
25/01

25/02

**ILUSTRACIÓN 25:** En este punto el operador modifica su posición, y sostiene el material con diferente postura de las manos. Una vez que se ha modificado la forma en que se detiene la lámina, el operador continua haciéndola descender.

Una vez doblada la lámina, el operador debe bajarla cargándola, como se observa en las ilustraciones 24 y 25, en las que se muestra una secuencia de los movimientos que realiza para hacer descender la lámina que ha sido doblada y evitar con ello que calga súbitamente, lo cual no

trae problemas, sin embargo el problema radica precisamente en detener el material en el momento justo en el que se encuentra en posición máxima, o que empieza a descender, ya que recordemos que el movimiento del carro es cíclica, por lo que instantes después de llegar al límite inferior y realizar el dobléz en la lámina, el carro continua su movimiento hacia arriba, dejando caer el material.



## CAPÍTULO 3

### *LAS CONDICIONES DE LA MAQUINARIA EN MÉXICO*

El mundo económico ha venido cambiando rápidamente, sin embargo este cambio se ha desarrollado de forma heterogénea dentro de la industria del país, así se vislumbra como un fin común de todos los países del globo, mantener una estabilidad económica, para lo cual es primordial sustentarla en un sistema productivo manufacturero, basándose menos en la exportación de materia prima o producto semiterminado.

En nuestro país este cambio se ha dado de forma paulatina respecto a sus socios mercantiles, se observa la exportación de algunos productos terminados, como son: vehículos, motores y ropa terminada; pero en su mayor parte, las

### CAPÍTULO 3

exportaciones siguen siendo de materia prima, o productos agrícolas, las cuales tienen ingresos que ascendieron en el año 2000 a \$166,424.03 millones de dólares, en comparación con las importaciones totales que alcanzaron los \$174,472.95 millones. Pero en las cifras de exportación e importación definitivas, la exportación se situó en \$29,173.21, mientras que la importación fue de \$76,793.50.

Importaciones	1998	1999	2000	2001	Total
Definitiva	56,226.79	62,596.33	76,793.50	26,453.04	222,069.66
Maquila	42,556.71	50,409.32	61,708.83	19,158.46	173,833.32
Temporal	26,458.91	29,058.27	35,970.62	10,428.82	101,916.61
Totales	125,242.41	142,063.92	174,472.95	56,040.31	497,819.59
Exportaciones					
Definitiva	19,923.65	21,889.03	29,173.21	9,559.30	80,545.18
Maquila	52,781.95	63,749.12	79,386.83	25,580.92	221,498.82
Temporal	44,736.54	51,065.21	57,863.99	17,963.89	171,629.63
Totales	117,442.14	136,703.36	166,424.03	53,104.10	473,673.63

Tabla 2; Importación y exportación de maquinaria para la industria de la transformación. Las cifras del año 2001 corresponden al cierre del mes de abril. Datos expresados en millones de dólares americanos.

Por su parte la maquinaria importada representa un alto nivel de éste rubro, así tenemos por ejemplo las dobladoras de lámina, las cuales tuvieron en el año 2000 importaciones definitivas por un total 3,387 millones de dólares, lo cual se observa en la tabla estadística de Importaciones definitivas anuales de éste tipo de maquinaria.

Resulta conveniente aclarar que no se presentan datos concernientes a la cantidad de máquinas que se importan, debido a que los datos estadísticos emplean cifras de millones de unidades, y no se llega a importar dicha cantidad de dobladoras, por lo que no aparece dentro de las cifras, y realizar un cálculo con los datos económicos resultaría irreal.

CAPÍTULO 3

PAIS	2000	2001	2002	TENDENCIA 2002	EP. FEDERATIVA (HECA Y ESLOVACA)	2000	2001	2002		
					UECIA (REINO DE)		159			
ALEMANIA, REPUBLICA FEDERAL DE					UIZA		51			
AUSTRIA (REPUBLICA DE)		31			AIWÁN	1000	220	1000		
BRASIL (REPUBLICA FEDERATIVA DEL)			103		ENEZUELA REPUBLICA DE)			109		
CANADA	102	100			UGOSLAVIA (REP. OC. FEDERAT. DE)			101		
CHINA (REPUBLICA POPULAR DE)		10			<b>TOTAL</b>	12.000	12.117	1.337	1.100	
COLOMBIA (REPUBLICA DE)										
COREA DEL SUR										
ESPAÑA (REINO DE)	131									
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	100	107	107							
ITALIA	105	101	104	107						
JAPON	155		103	103						
PORTUGAL	100									
R UNIDO DE LA G BRETAÑA E IRLANDA										

TABLA 3: Importaciones definitivas anuales de la fracción arancelaria 84622105. las cifras del año 2001 corresponden al cierre del mes de abril, Fuente SECOFI: datos expresados en millones de dólares americanos.

Cabe mencionar que las cifras expresadas en la tabla anterior corresponden exclusivamente a las importaciones definitivas, es decir no se encuentran incluidos los datos correspondientes a la importación temporal o de maquila para entender mejor éstos conceptos, describámoslos así:

### CAPÍTULO 3

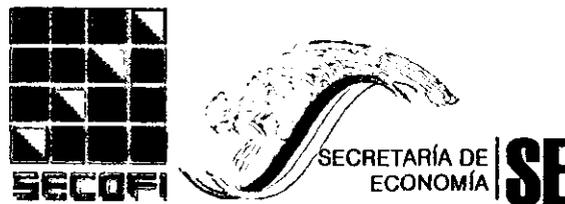
- **Definitivas** = Se entiende por régimen de importación definitiva, la entrada de mercancías de procedencia extranjera por tiempo ilimitado.
- **Temporales** = Se entiende por régimen de importación temporal, la entrada al país de mercancías para permanecer en él por tiempo limitado, con una finalidad específica y retomen al país de origen sin modificación alguna.
- **Maquilas** = Mecanismo que permite la importación temporal de mercancías, para su transformación y posterior envío al mercado de origen.

Razón por la cual solo se describe la importación total, puesto que es la única que concierne al presente proyecto por estar en contacto directo con el trabajador mexicano por tiempo indefinido, las importaciones de maquila, corresponden únicamente a modificaciones integrales en la mercancía, es decir cambio de color, adaptación de piezas, etc. Y nuestro proyecto no quedaría considerado dentro de la maquila de

dicha máquina, por lo cual no se estima indispensable la inclusión de dicho dato.

Así mismo no se presentan datos referentes a la exportación debido a que no existe fabricación y consecuentemente exportación de este tipo de máquinas.

La industria productiva nacional poco se ha desarrollado en lo que respecta a la fabricación de maquinaria ya que no existe una producción de éste tipo en el país, lo que hace necesaria la importación del equipo. Siendo precisamente esa comercialización la que trae ciertas desventajas para el trabajador mexicano que tiene que operar máquinas que se encuentran diseñadas en base a las condiciones existentes en el país exportador.



**ILUSTRACIÓN 26:** logotipos de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de la Secretaría de Economía respectivamente, instituciones que rigen la normatividad de comercio internacional en nuestro país.

(International Standards Organization), creado en 1947 y que cuenta con 110 estados miembros representados por sus organismos nacionales de normalización.

### 3.1 Normatividad.

Todos los productos tienen que ser aprobados por la normatividad existente en el país de origen para su exportación y además cumplir con una serie de normas internacionales de calidad, de las más conocidas actualmente por su aceptación en el mercado mundial están las Normas ISO 9000 y 14000, que son normas que regulan la calidad de los bienes o de los servicios que venden u ofrecen las empresas, así como los aspectos ambientales implicados en la producción de los mismos. Tanto el comercio como la industria tienden a adoptar normas de producción y comercialización uniformes para todos los países, es decir, tienden a la normalización. Ésta no sólo se traduce en leyes que regulan la producción de bienes o servicios sino que su influencia tiende a dar estabilidad a la economía, ahorrar gastos, evitar el desempleo y garantizar el funcionamiento rentable de las empresas. El organismo internacional de normalización es la ISO

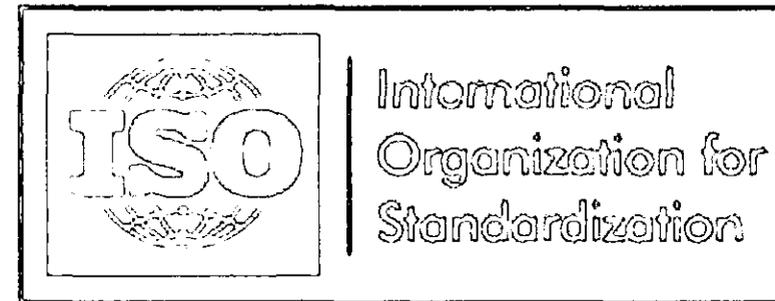


ILUSTRACIÓN 27: logotipo de la organismo internacional de normalización

Entre las normas que ha dictado esta organización se encuentran las recientes ISO 9000 e ISO 14000 que son independientes una de la otra. La ISO 9000 es el modelo de diseño-desarrollo del producto, su proceso de producción, instalación y mantenimiento, es decir, es un sistema para asegurar la calidad.

### CAPÍTULO 3

En 1993 la ISO comenzó en Ginebra el proceso de desarrollo de estándares de manejo ambiental para las empresas dedicadas al comercio internacional, es decir, sistemas de protección al medio ambiente que se pudieran aplicar en las empresas independientemente de condicionantes locales, regionales o estatales, e incluso del tamaño de la organización. Esto significa que el esfuerzo realizado es comparable en cualquier lugar del mundo. Por ello nace la ISO 14000, que es un sistema de estándares ambientales administrativos. No hay una actividad industrial o de servicios específica a la que aplicar esas normas.

Estas normas, regulan la calidad total del producto, o servicio, pero no regulan su correcta relación con el usuario, es decir, no se establecen normativas internacionales para proveer seguridad al usuario del producto, lo cual en ciertos casos no es indispensable, debido a su tipo de relación con el usuario y al riesgo que representa, el cual podría considerarse nulo. La falta de esta normativa afecta

en forma sustancial a la maquinaria y equipo que se importa en México, ya que en nuestro país si se encuentra regulación gubernamental en esa área, bajo la norma oficial mexicana **NOM-004-STPS-1999**, referente a sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.<sup>1</sup>



**ILUSTRACIÓN 29:** Logotipo de la Dirección General de Normas, que es la subdirección de la secretaría de economía encargada de normar los productos en el mercado nacional.

Esa falta de normatividad internacional, propicia inseguridad para el trabajador que opera este tipo de maquinaria y/o equipo, ya que se ven en la necesidad de adaptarse a las condiciones de trabajo que el equipo requiere, es decir que si el ambiente en el cual queda establecido el equipo no es adecuado para su funcionamiento el operador se

encuentra obligado a la improvisación de ciertos elementos en la máquina para que con ellos se le facilite su labor. Es así como tenemos elementos externos mal acoplados al equipo, incrementando con ello la inseguridad durante su uso.

Ahora bien, ante todo debemos tomar en cuenta todos los puntos de vista, así por un lado tenemos el ámbito gubernamental, el cual nos regula las condiciones de seguridad mínimas con las que debe cumplir el equipo, por el otro tenemos los sistemas con los que cuentan estas máquinas y su estado general, considerando también los elementos externos que interrelacionan con dicho equipo, como es el equipamiento, la garantía, el servicio de posventa, el mantenimiento preventivo y correctivo.

Por lo que no es recomendable la modificación del sistema de control de la máquina, debido a que una alteración de esa índole, anularía

la garantía que ofrece la compañía, y no resulta viable, debido a la diversidad en los modelos de controles.

### 3.2 Ingeniería contra diseño.

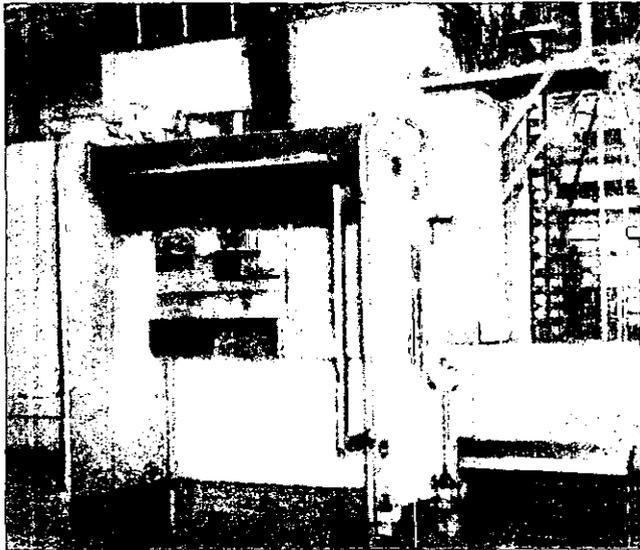
Aunque la ingeniería y el diseño son disciplinas que se interrelacionan y complementan para obtener un fin común, (desarrollar productos que satisfagan una necesidad) difieren entre sí en lo que respecta a la forma de resolver un mismo problema, ya que cada una ofrece una solución de acuerdo con las prioridades que se manejan dentro del área, así mientras la ingeniería tiene como prioridad satisfacer el sistema funcional del producto, el diseño se preocupa más por desarrollarlo acorde con las cuestiones humanas dentro del trabajo de dicho objeto.

Este es un aspecto que preocupa primordialmente en este proyecto, ya que este tipo de máquinas han sido desarrolladas principalmente

<sup>1</sup> Fuente: NOM-004-STPS-1999, publicada en el diario oficial de la federación el 06 de mayo de 1999.

### **CAPÍTULO 3**

por ingeniería, con lo cual garantizan precisión en el trabajo, certeza en la resistencia de los componentes, y un óptimo desempeño en el trabajo propio de la máquina, pero que deja en segundo termino la relación que tiene este equipo con el operador, el cual se ve relegado por la función, teniendo que realizar ciertas adaptaciones en la máquina para poder trabajar en condiciones más seguras.



**ILUSTRACIÓN 30:** Estructura de una máquina marca LVD en la fabrica de Belmont Estados Unidos.

Ahora bien, entre los problemas que presentan en su trabajo este tipo de máquinas, existe lo que es conocido como "contra plegado", que no es sino el movimiento brusco de la lámina hacia arriba como reacción del movimiento que hace el carro para doblar la lámina, la cual al encontrarse apoyada en el dado sube bruscamente. Esto se debe a que para poder contar con la fuerza necesaria para efectuar el dobléz, el carro debe desplazarse en forma rápida y continua durante un ciclo de su trayecto.

Otra improvisación que es común que se realice en estas máquinas es la instalación de sistemas de iluminación que degraden las sombras producidas en el material por la distribución de las lámparas en la planta y por el desplazamiento del carro mismo, el cual genera ciertas sombras sobre la lámina, oscureciendo la zona en la cual se va a efectuar el dobléz, con lo que se incrementa la posibilidad de error en la pieza, sobre todo a partir de ciertas horas, cuando la luz de día no es suficiente para eliminar dichas sombras.

anulación de la garantía y del servicio posventa que otorgan los proveedores de estos equipos.

### 3.2.1 El puesto de trabajo.

Dentro de las áreas que se han determinado como el puesto de trabajo de la máquina, los que conciernen al control de la misma se han desarrollado basándose en la funcionalidad del producto, por lo cual cuentan con un avanzado nivel de aceptación para poder efectuar el trabajo requerido, además de presentar novedosos sistemas computarizados que proporcionan un mayor grado de precisión en cada doblez. Estos sistemas se encuentran íntimamente ligados con lo que se conoce como el "know how" de la máquina, es decir que se trata de elementos propios de cada marca y que son tan o más importantes que los mecanismos que desarrollan el trabajo, ya que son los encargados de garantizar las condiciones de operación, tales como: precisión, secuencia, control etc. Por lo cual no es conveniente la modificación de estos sistemas, lo cual no solo podría acarrear problemas de función en la máquina, sino que además provocaría la

Es por esto que no resulta conveniente realizar un rediseño, o alguna modificación que afecte a los sistemas de control en el puesto de trabajo, así que no es posible desarrollar propuestas de mejora en lo que compete al tablero y a los controles de la máquina, siendo viable la mejora de alguna otra parte del proceso.

El área del puesto de trabajo que es susceptible de mejoras dentro del área de diseño es la que concierne a la zona de manipulación del material, ya que es aquí en donde se han encontrado los problemas descritos anteriormente y que propician accidentes, principalmente debidos al movimiento del carro y al de la lámina, además que es posible solventar estos desaciertos sin afectar directamente a la máquina, con lo que se siguen teniendo los beneficios de mantenimiento y revisión que ofrecen las compañías productoras de estas máquinas.

## CAPÍTULO 3

### 3.2.2 Los demás sub-sistemas.

**P**ara el desempeño del trabajo, los operadores necesitan ciertos elementos externos a la máquina que le faciliten ese trabajo, como son por ejemplo:

- a) Una mesa para soportar la lámina.
- b) Un sistema de transporte para el material y para el producto.
- c) Un sistema de carga para apoyar el doblado.

a) **Para soportar el material**, se emplea una mesa generalmente hecha de herrería, en la cual se apoyan las laminas y de ahí se desplazan hacia la matriz para iniciar la operación de doblado.

En algunos casos, la máquina cuenta con sistemas de apoyo para la lámina, pero este sistema se vende de manera opcional en ciertos modelos, existiendo otros en los que no se ofrece.

b) **Para realizar el transporte del material**, se cuenta con dos sistemas:

- 1. Un carro provisto de ruedas de caucho.
- 2. Una grúa viajera con un sistema de desplazamiento aéreo.

Cualquiera que sea el sistema de transporte para el material, este es totalmente independiente de la máquina, a diferencia de los otros dos, que deben interactuar con la dobladora en una u otra medida.

c) **Para sostener la lámina** se emplean polipastos eléctricos situados en estructuras colocadas en la planta, los cuales son activados por el operador o por el ayudante, pero debido a la complejidad para homologar los movimientos de la lamina con el polipasto, éste solo se emplea para materiales de grandes dimensiones, o de placa, ya que no es posible detenerla sin estos apoyos.

expresado anteriormente, no existe normatividad internacional al respecto.

### 3.3 La necesidad de un sistema de seguridad.

Como ya se ha mencionado antes, el propósito de este trabajo es proporcionar seguridad al usuario de estas máquinas, para lo cual se ha presentado un análisis del puesto de trabajo, implicando también todo el sistema externo a la máquina, ya que estos equipos se encuentran limitados en muchas ocasiones por las condiciones que presenta el ambiente de la planta en la cual se instala, o bien a la naturaleza propia del trabajo, el cual depende considerablemente de la infraestructura creada en la nave, la cual debe tener sistemas diseñados para facilitar el trabajo realizado en estas máquinas

De la misma manera se ha analizado la normatividad que el gobierno federal mexicano ha impuesto para el funcionamiento en México de este tipo de maquinaria, la cual no cumple con esta normatividad, debido a que como ya se ha

En lo que respecta a la inseguridad del operador, la máquina que presenta mayores problemas es precisamente la dobladora tipo cortina, ya que en la de volteo no es posible hacer girar el dado de forma accidental, o si se hace se puede reaccionar adecuadamente para evitar daños, puesto que la secuencia que debe seguirse para su uso *impide* el accionamiento antes de colocar el pisador de la lámina, y si esto ocurriera, solo se levantaría la lámina levantando conjuntamente el pisador, lo que reduce de forma drástica la incidencia de accidentes.

Otro aspecto importante en el desarrollo del presente tema de tesis es evitar la modificación en cualquiera de las partes de la máquina, ya que esto traería consigo más desventajas que aciertos, ya que con ello se pierde el "know how" de la máquina, es decir la parte principal de la ingeniería del producto, que como ya quedo expresado, tiene un

### CAPÍTULO 3

gran avance en lo que respecta a la precisión durante el doblado.

Estas modificaciones entrarían en conflictos con las plantas productoras, sobre todo por la gran diferencia en la disposición de los controles entre cada marca de dobladora, y si se seleccionara una sola marca, sería no solo entre la marca, sino también en el modelo específico, lo que dejaría de lado un gran número de modelos y máquinas que seguirían mostrando estos problemas.

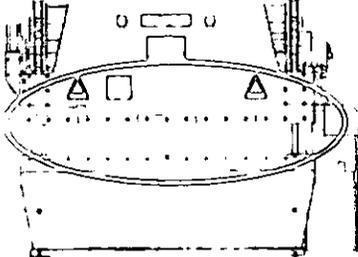
Es por ello que no se pretende desarrollar ninguna modificación en la estructura ni en el sistema de control de la máquina, sino que se propone un **sistema de seguridad para dobladora de lámina tipo cortina**, que sea auxiliar para el desarrollo de la operación del doblado de lámina.

### 3.4 Requerimientos

**P**ara el desarrollo óptimo de cualquier producto, es necesario que cumpla con ciertas características de función, uso, relación con el usuario, por ejemplo, que se denominan requerimientos.

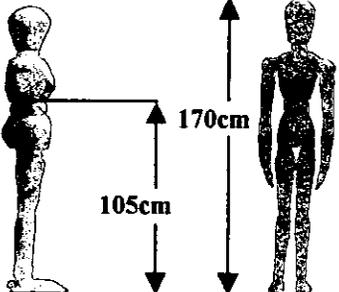


## CUADRO DE REQUERIMIENTOS

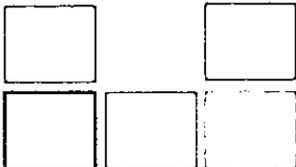
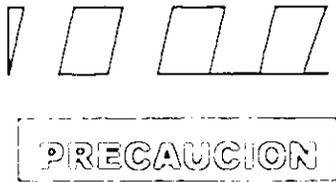
REQUERIMIENTO DE FUNCIÓN	PARÁMETRO	CRITERIO	IMAGEN
Estructura de soporte para el material.	La estructura deberá soportar el peso máximo del material que se trabaja en este tipo de maquinas, además de un 30% extra para seguridad.	El espesor máximo que se dobla en estos caso es $\frac{1}{4}$ de pulgada, y una hoja de 1.22m. por 3.05m. pesa en promedio 189.67 Kg. Por lo que con un 30% extra da un total de 246.57 Kg.	
Fuente de iluminación para la zona de trabajo.	Al igual que el control debe evitarse la falta de iluminación en la zona de trabajo, además de contrarrestar sombras provocadas por el mismo carro.	En este caso es necesario crear una iluminación de luz blanca, que borre las sombras que se causan en la lamina por el desplazamiento del carro, por lo cual deberá situarse en posición fronto-lateral, dirigida hacia el material.	
Sistema para evitar que el material caiga súbitamente después de doblado.	Debe soportar el mismo peso que la estructura pero con un ángulo variable desde la vertical hasta 60 grados por encima de ella, con una longitud máxima de 1.00 m.	El peso máximo que carga es el mismo que la estructura, lo que corresponde a 246.57 Kg. Y será necesario soportar el material en el ángulo determinado por la máquina mientras esta lo libera, para descender posteriormente.	

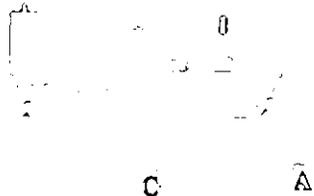
CAPÍTULO 3

CUADRO DE REQUERIMIENTOS (CONTINÚA)

REQUERIMIENTO ERGONÓMICO	PARÁMETRO	CRITERIO	IMAGEN
<p>Evitar errores por parte del operador en el uso del equipo</p>	<p>emplear controles alternos al los de la máquina. Utilizar controles electrónicos o inteligentes.</p>	<p>Que el control se accione en la ausencia del material durante el trabajo, pero que no se active mientras no sea necesario. Ocupar controles de acción momentánea con indicador luminoso para hacer descender el equipo.</p>	
<p>Ofrecer visualización correcta de la zona de trabajo.</p>	<p>Aplicar luz adecuada en la zona. Ofrecer al operador la posibilidad de ver la zona de trabajo de manera mas simple.</p>	<p>Situaria para que sea dirigida en posición fronto lateral hacia el material. Ocupar espejos situados en los laterales de la maquina que sea posible orientarlos para ver la zona de trabajo desde otros ángulos.</p>	
<p>Situar interruptores para la iluminación y para el sistema hidráulico, para hacer el mantenimiento del equipo.</p>	<p>Colocarlos acorde a los estándares de la población mexicana que opera ese equipo, la cual es en promedio: hombre entre 18 y 40 años de edad y entre 1.65 y 1.75 metros de estatura</p>	<p>Situarlos a una altura mínima de 75 cm. Si es a un costado y de 80 cm. Si es en tablero.</p>	

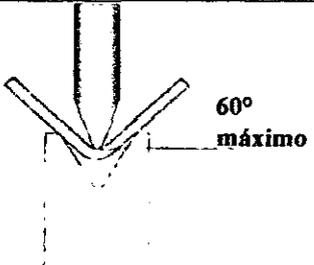
CUADRO DE REQUERIMIENTOS (CONTINÚA)

REQUERIMIENTO DE SEGURIDAD	PARÁMETRO	CRITERIO	IMAGEN
Permitir al operador la visualización del área de trabajo.	Disminuir o eliminar las sombras que aparecen entre el dado y el material. Emplear colores que faciliten la visualización del equipo y del material	Utilizar colores que se distingan del medio ambiente, tal como azul, amarillo, blanco, verde, etc.	
Evitar el contacto del usuario con el material durante la operación de doblez.	Ofrecer un soporte que detenga el material en la posición requerida durante la operación. Resaltar las zonas peligrosas con la aplicación de colores que indiquen precaución.	Emplear código de combinación de franjas negras y amarillas. Utilizar los letreros de precaución presentados en la norma oficial mexicana	

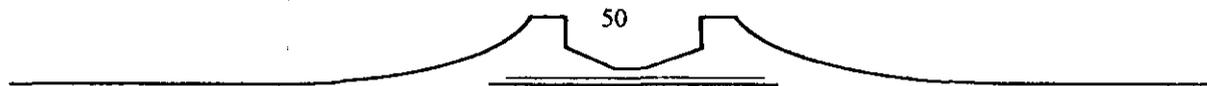
REQUERIMIENTO DE USO	PARÁMETRO	CRITERIO	IMAGEN
Facilitar el empleo de la máquina dobladora en la cual se coloque.	Adaptándose a la totalidad o a la mayoría de las máquinas comerciales. Disponer de dimensiones estándar para los materiales.	Contar con las siguientes dimensiones: A ) Alto -90 a 95 centímetros. B ) Ancho 75 a 90 centímetros. C ) Largo de 244 o 305 centímetros.	
Que su mantenimiento sea fácil, y que sea posible adquirir las refacciones.	Utilizar materiales y equipo que se comercialice en México.	Emplear material nacional y equipo, como continental Hydraulics, o Delta power hydraulic	

### CAPÍTULO 3

#### CUADRO DE REQUERIMIENTOS (CONTINÚA)

REQUERIMIENTO ESTRUCTURAL	PARÁMETRO	CRITERIO	IMAGEN
Mantener una coherencia formal y limpieza visual.	Evitar el empleo de carcasas para cubrir elementos, así como piezas innecesarias.	Diseñar dispositivos seguros de movimiento que no representen riesgo para el operador.	
Mantener su centro de gravedad en una posición adecuada para estabilizarlo.	Diseñarlo de acuerdo a las posiciones extremas de la máquina.	Deberá poseer un movimiento de 60° sobre la vertical.	 <p>60° máximo</p>

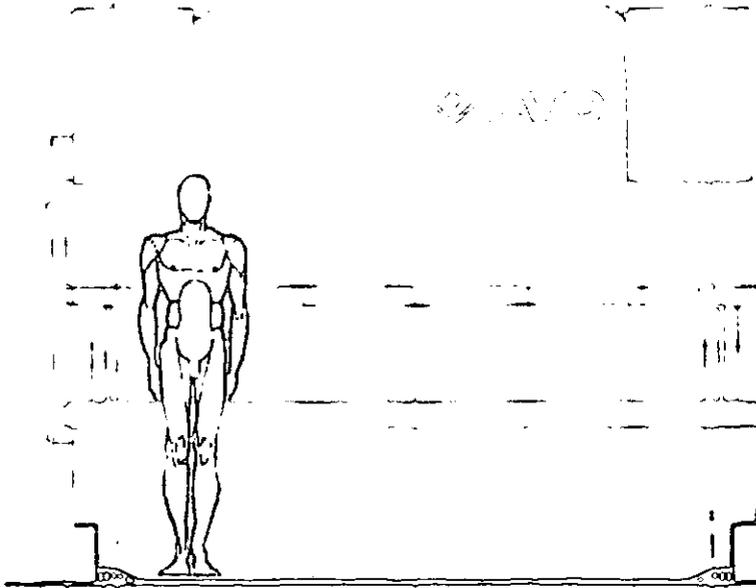
REQUERIMIENTO PRODUCTIVO	PARÁMETRO	CRITERIO	IMAGEN
Podrá producirse con el equipo existente en la industria nacional.	Emplear equipo tal como troqueles, fresa, cepillo, torno, soldadora, etc.	Es posible fabricarlo en las empresas: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Industrial de partes S.A. de C.V.</li> <li>➤ Dados y herramientas internacionales S.A. de C.V.</li> </ul>	
Utilizar material de comercialización nacional.	Aceros en diversas aleaciones, y equipo de por lo menos cinco años de comercialización en el país.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Perfil "PTR" de acero.</li> <li>➤ Tubo mecánico sin costura.</li> <li>➤ Perfilados de lámina.</li> <li>➤ Polin (MT) (CC)</li> </ul>	



# CAPÍTULO 4

## *UN DISEÑO DE SOLUCIÓN*

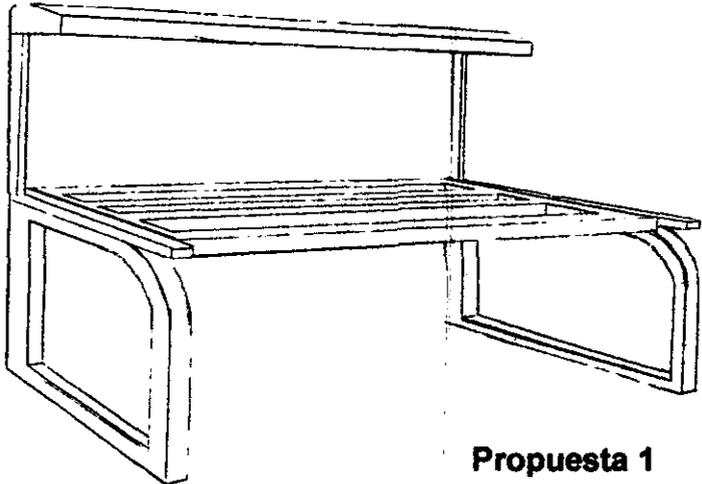
**P**ara la realización de cualquier diseño es necesario desarrollar una serie de pasos consecutivos para generar ideas o conceptos de solución que concluyan en la elaboración de un producto de diseño que satisfaga las carencias anteriormente mencionadas, para lo cual es necesario desarrollar y seleccionar alternativas orientadas a cumplir con el listado de requerimientos establecido, considerándolo por consiguiente como la guía para solventar los conflictos en el problema.



### **4.1 Desarrollo de alternativas.**

**A**l desarrollar las alternativas que se presentan a continuación, se prepondera en la satisfacción de los requerimientos mencionados, considerando principalmente las características funcionales del producto, sin despreciar a las demás condiciones.

ALTERNATIVAS DE DISEÑO

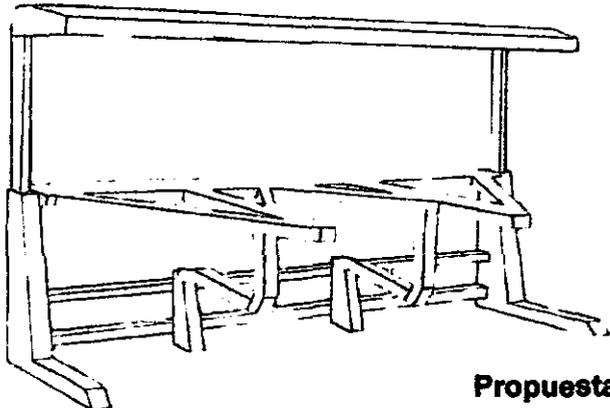


**Propuesta 1**

Esta primer propuesta nos ofrece resultados más o menos buenos en lo que a requerimientos se refiere, pero se muestra muy incomodo para trabajar la lámina lateralmente, además de que la mesa presenta problemas para colocar el material sobre ella, debido a la superficie en forma de rejillas que tiene, así como a la forma rectangular que se propuso.

Los soportes laterales le dan resistencia, pero resultan muy desventajosos al limitarle al operador el desplazamiento lateral hacia la máquina dobladora, razón por la cual se desecha como propuesta viable.

ALTERNATIVAS DE DISEÑO

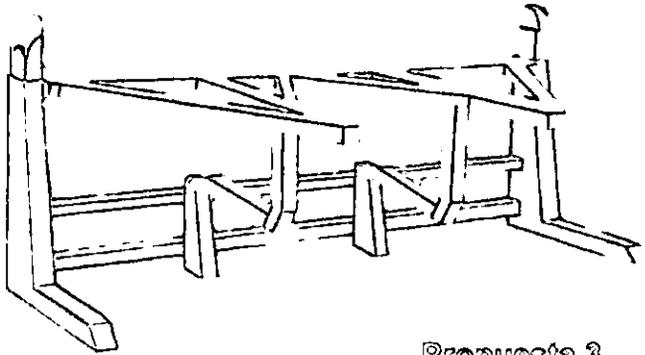


**Propuesta 2**

En esta alternativa se ha mejorado el concepto de la mesa, y han quedado libres los costados del mueble; los soportes de la mesa se han situado al centro y nos ofrece mayor libertad de movimiento.

La propuesta numero dos presenta problemas en el sistema de iluminación auxiliar para la zona de trabajo, ya que la iluminación a todo lo largo de la máquina no es lo más conveniente, puesto que el carro sigue generando sombras en el material, además que de esa forma puede estorbar al momento de trabajar, lo que nos hace reflexionar en su eficacia.

## ALTERNATIVAS DE DISEÑO

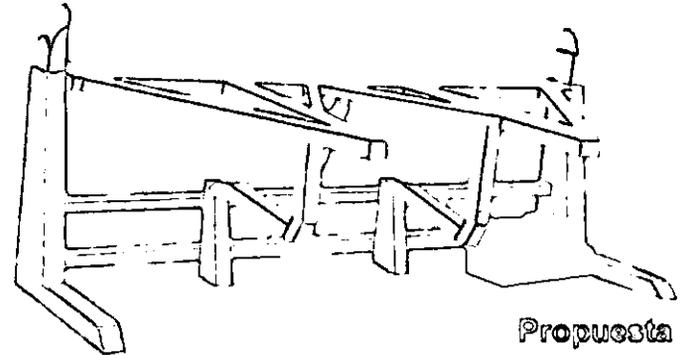


Propuesta 3

En la propuesta numero tres se quita el sistema de iluminación longitudinal del área de dobléz, ya que se determino que no es necesaria la iluminación a todo lo largo de la máquina dobladora, puesto que el material se acomoda viendo las orillas de la lámina, con lo que es posible aplicar una luz concentrada en los puntos fronto-laterales, que es el punto en donde se marca el material para ubicar el dobléz.

En lo que respecta al elemento promotor del movimiento sigue siendo demasiado complicado, debido a que presenta muchas dificultades para acoplar el movimiento de la mesa con el de la dobladora, lo que hace inseguro el diseño.

## ALTERNATIVAS DE DISEÑO



Propuesta 4

La aplicación de sistemas hidráulicos, facilitan el acoplamiento del movimiento de la mesa con el de la dobladora y garantiza un desplazamiento acorde con el del material al ser deformado, lo cual mejora funcionalmente la maquina, y garantiza la seguridad del operario.

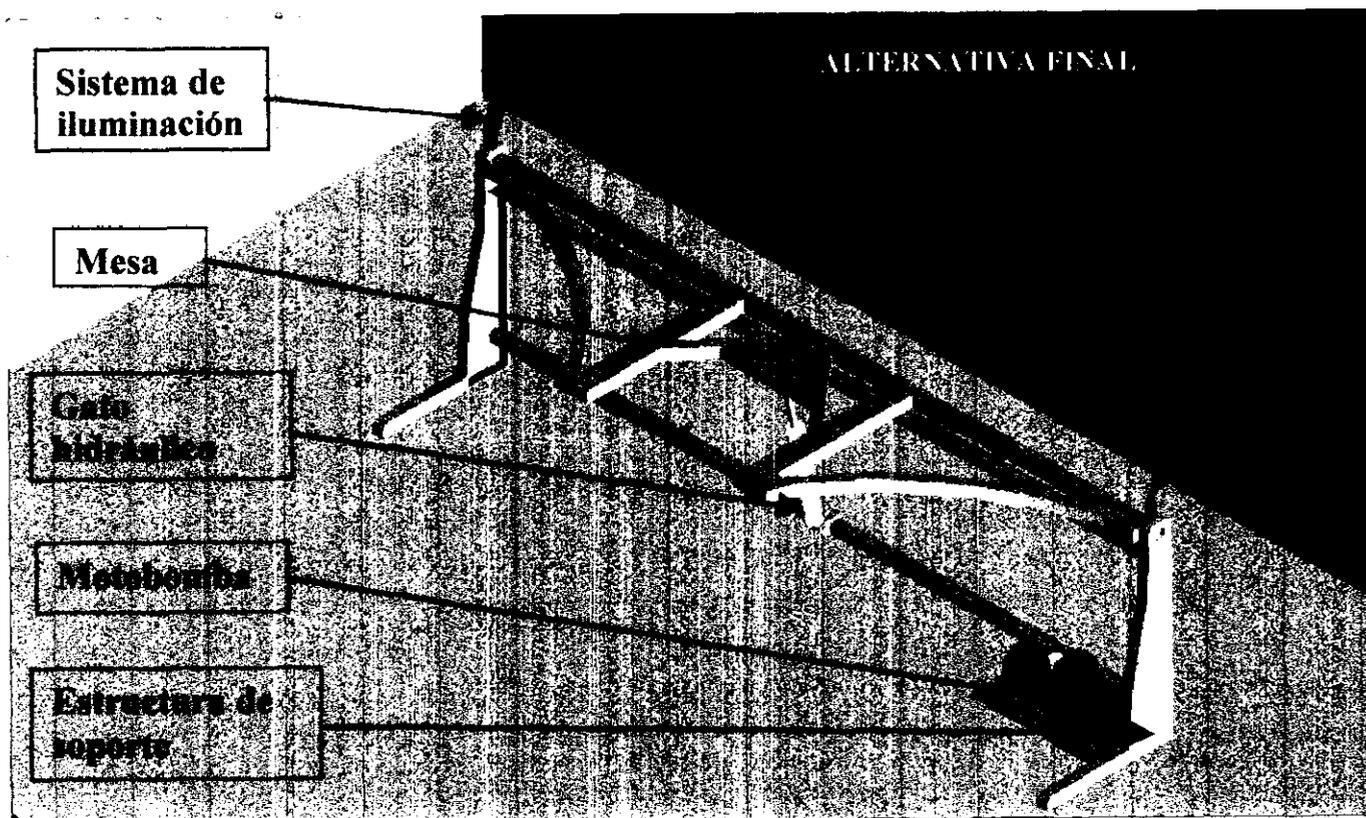
Visualmente se encuentra muy saturada, debido al empleo de los elementos que se habian considerado en alternativas anteriores y que ahora resultan innecesarios para el trabajo, puesto que no realizan la función para la que fueron planteados y en cambio si entorpecen el trabajo además de complicar su mantenimiento.

## CAPÍTULO 4

### 4.2 Selección de la alternativa final.

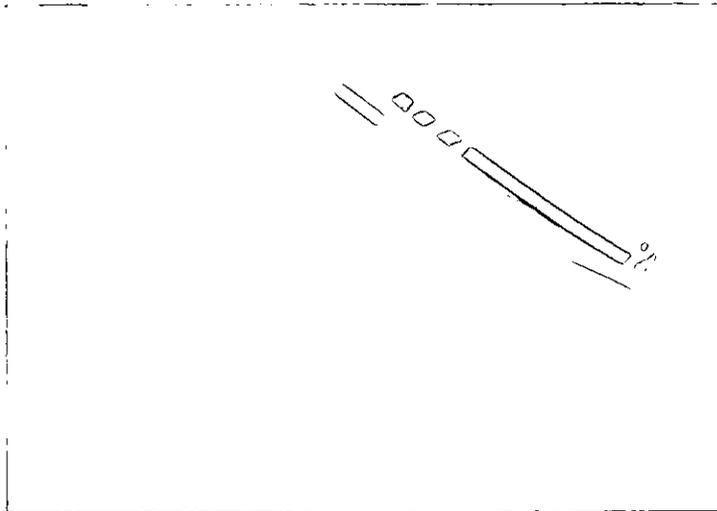
Como alternativa final, se observa la siguiente propuesta, en la cual ya se han incorporado todas las características que se vislumbraron como convenientes en las alternativas anteriores.

Así mismo se ha obtenido una propuesta visual más limpia y libre de elementos innecesarios, cumpliendo a su vez con los requerimientos establecidos en el capítulo anterior.



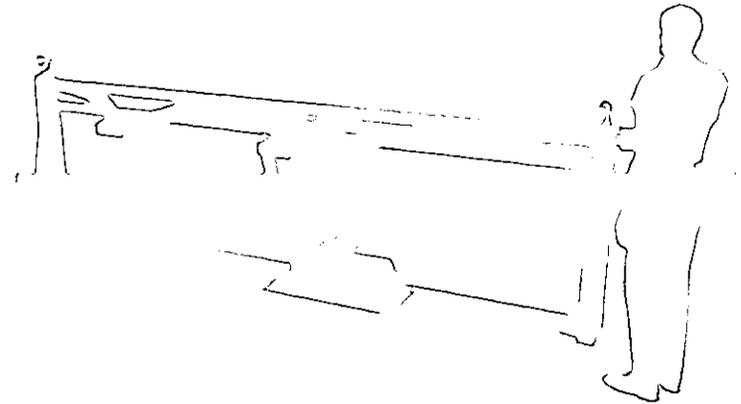
### 4.3 Desarrollo de la alternativa final.

La alternativa seleccionada como definitiva, todavía sufrió de modificaciones como se puede observar en la ilustración 31 en la que se aprecian los cambios generados en el sistema de iluminación, así como en la ubicación de la motobomba, la cual se colocó en el centro con la finalidad de reducir pérdida de presión y a la vez generar un apoyo extra para la estructura.



**ILUSTRACIÓN 31: Propuesta final**

En la ilustración 32 se observa la proporción que tiene el equipo de protección respecto al usuario.



**ILUSTRACIÓN 32: Propuesta final y su relación con el usuario.**

A Continuación se presenta lo necesario para llevar a cabo el desarrollo de esta propuesta, tal como son los planos de producción, los elementos gráficos, determinando la relación que tiene con el usuario y con su entorno, lo cual es presentado de manera gráfica en los siguientes puntos.

## CAPÍTULO 4

### 4.3.1 Planos.

El desarrollo de los planos se presenta de forma continua tanto las vistas, cortes y detalles como los planos de producción de las piezas que deben ser maquinadas por separado para después ensamblar el equipo.

Los planos considerados son:

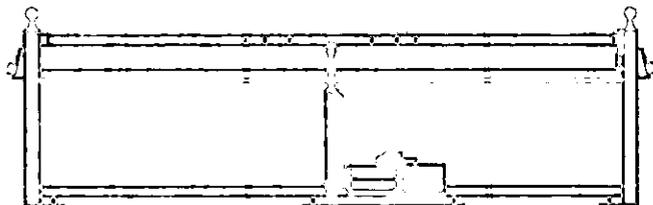
1. VISTAS GENERALES.
2. VISTA SUPERIOR.
3. VISTA FRONTAL.
4. VISTA LATERAL.
5. CORTE A - A'

6. CORTE B-B'
7. DETALLE 1.
8. DETALLE 2.
9. DETALLE 3.
10. DETALLE 4.
11. DETALLE 5.
12. DETALLE 6.
13. ZAPATA CENTRAL.
14. DETALLE 7
15. MEDIO CORTE G - G'
16. ZAPATA LATERAL.
17. PERNO DE SOPORTE.
18. BUJE DE BRONCE.
19. PERNO SUJECCIÓN PARA EL GATO.
20. INDICADOR DE POSICIÓN.
21. LÁMPARA
22. ISOMÉTRICO.
23. EXPLOSIVA.
24. EXPLOSIVA DE LA ESTRUCTURA.
25. EXPLOSIVA DE LA MESA.

3100

800

925



925

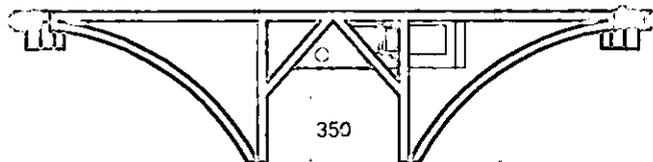


50

200

3250

3000



800

350

R1500

700

57

718 AA

1-25



ACOTACION: mm

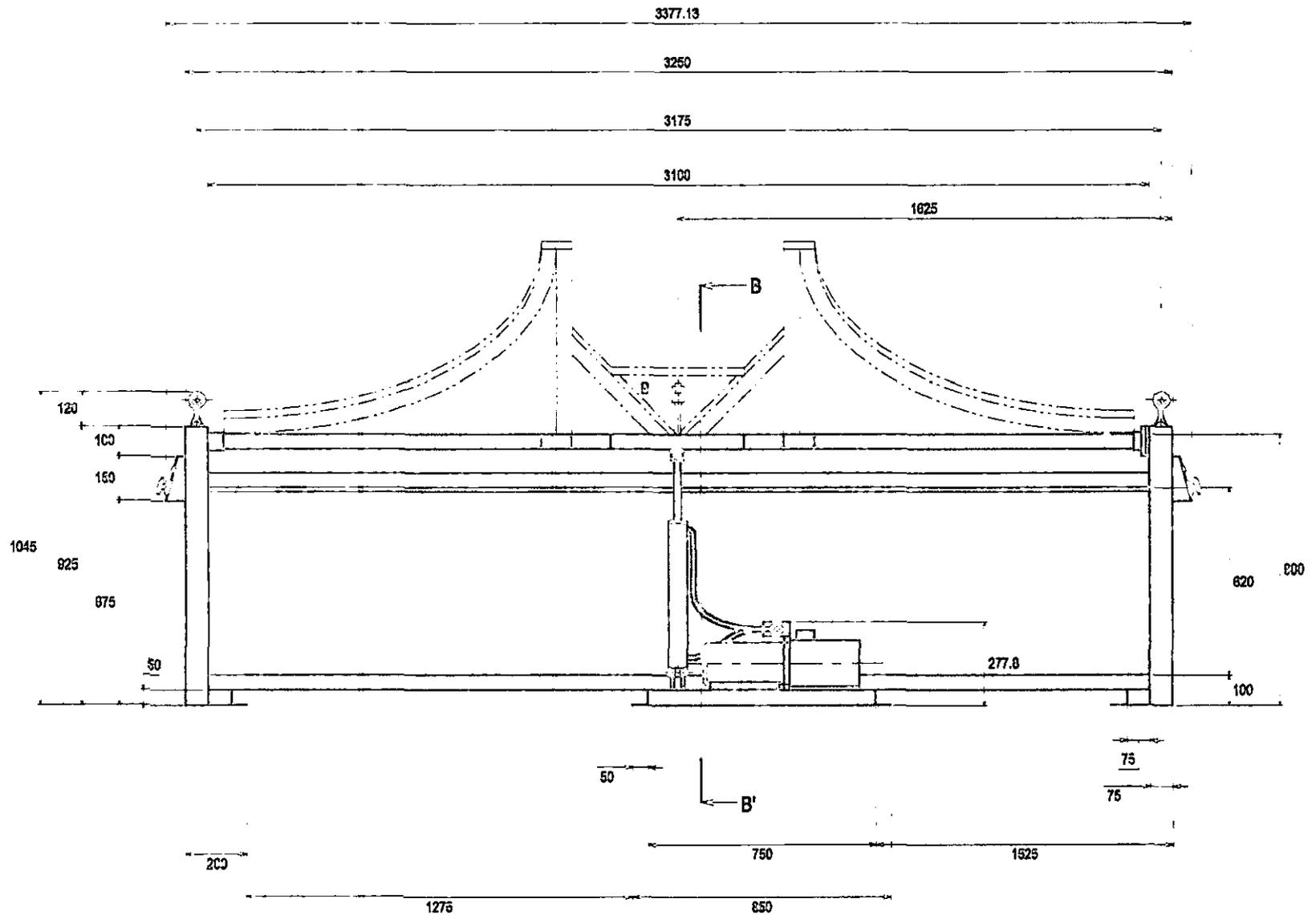
ESCALA: 1:40

PROTECCION AUXILIAR  
PARA MAQUINA  
DOBLADORA DE LAMINA

ALEJANDRO VILLELA CALDERON

VISTAS GENERALES





59

<p>718 A4 3-25</p>	
<p>PROTECCION AUXILIAR PARA MAQUINA DOBLADORA DE LAMINA</p>	
<p>ACOTACION: mm</p>	<p>ESCALA: 1:20</p>
<p>ALEJANDRO VILLELA CALDERON</p>	<p>VISTA FRONTAL</p>

800

100

120

D3

50

90

R600

20

300

50

20

20

7/8 A4  
4 -25

PROTECCION AUXILIAR  
PARA MAQUINA  
DOBLADORA DE LAMINA

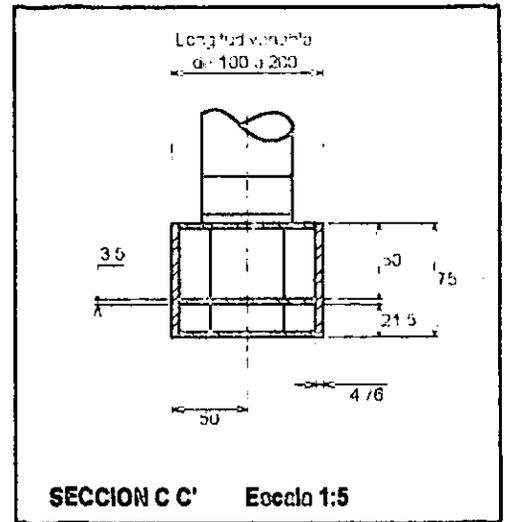
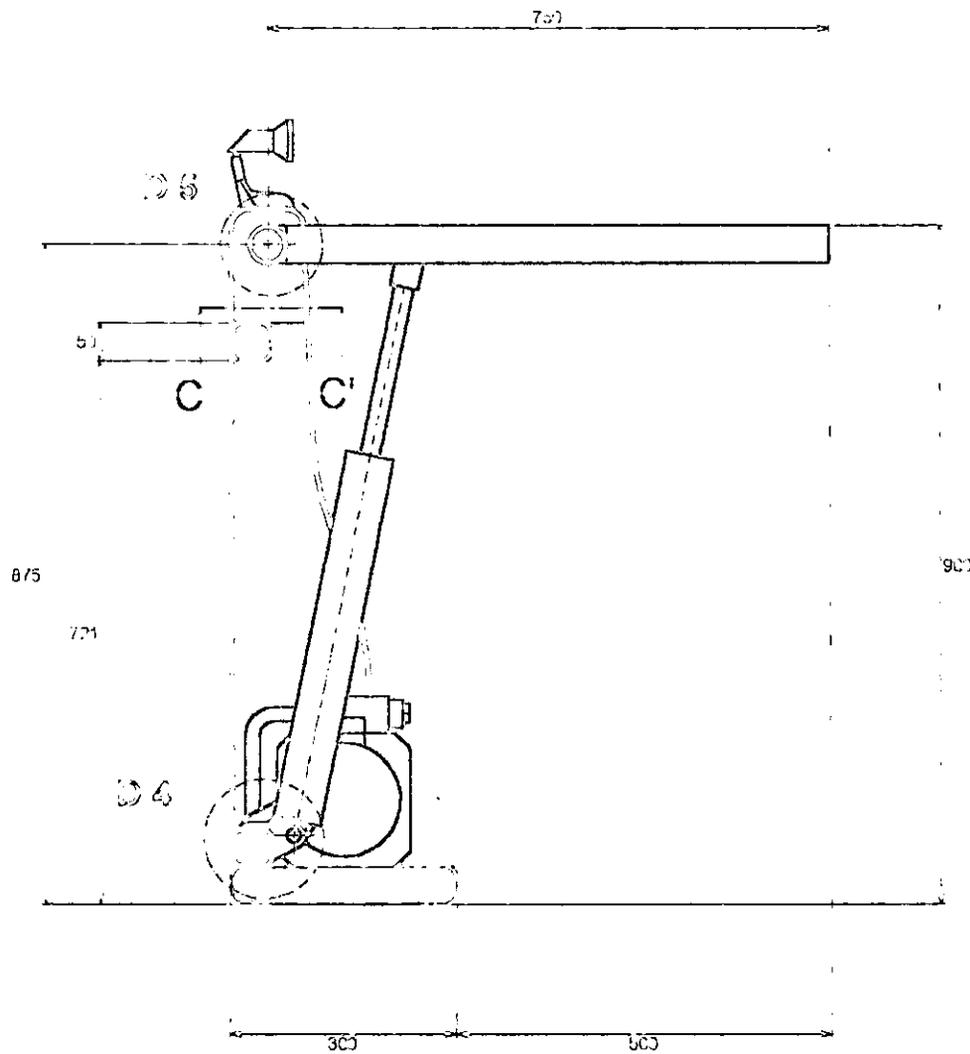
60

ACOTACION: mm

ESCALA: 1:10

ALEJANDRO VILLELA CALDERON

VISTA LATERAL



61

<p>718 A4 5-25</p>	
<p>PROTECCION AUXILIAR PARA MAQUINA DOBLADORA DE LAMINA</p>	
<p>ACOTACION: mm ESCALA: 1:10</p>	
<p>ALEJANDRO VILLELA CALDERON</p>	<p>CORTE A - A'</p>

20366

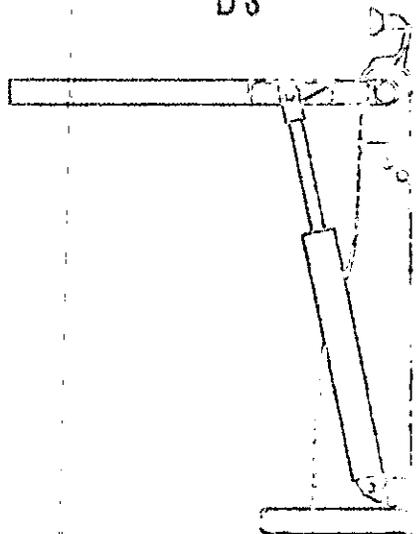
G1

D 6

50

150058

0:0



1:1

1:5

1:10

1:20

325

230

50

1:2

62

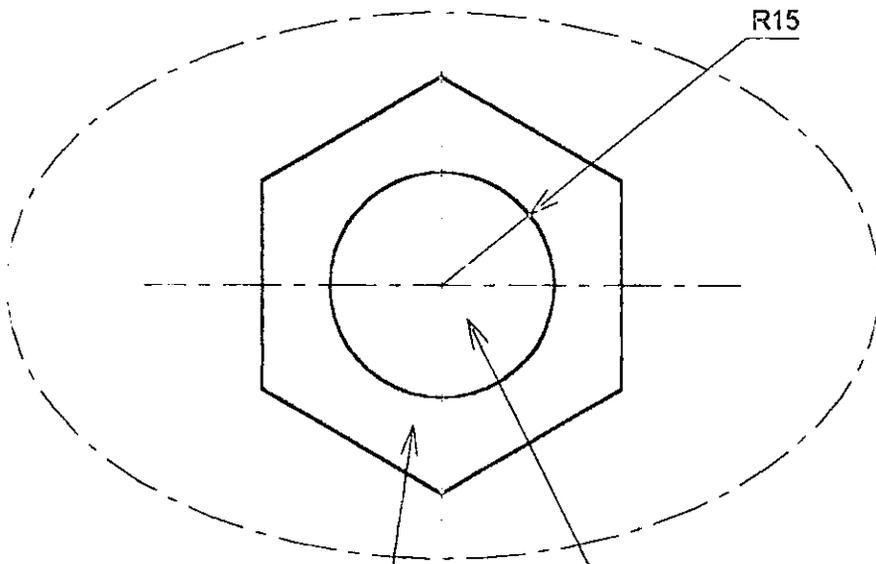
7/8 A4  
6 -25

PROTECCION AUXILIAR  
PARA MAQUINA  
DOBLADORA DE LAMINA

ACOTACION: mm ESCALA : 1:10

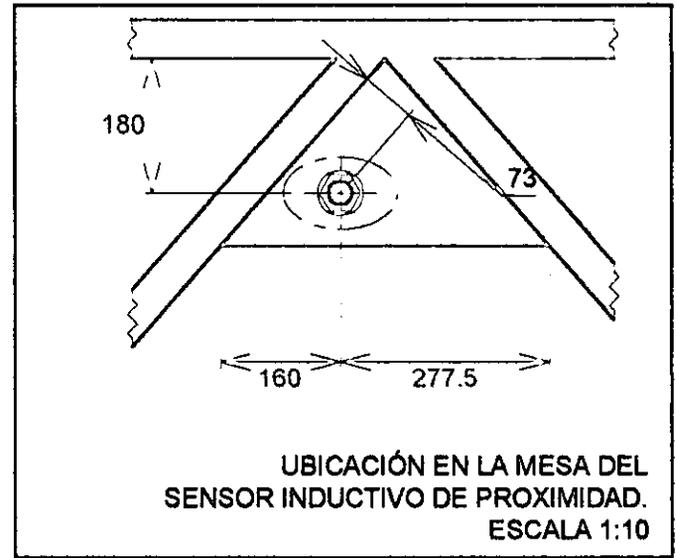
ALEJANDRO VILLELA CALDERON

CORTE B - B'

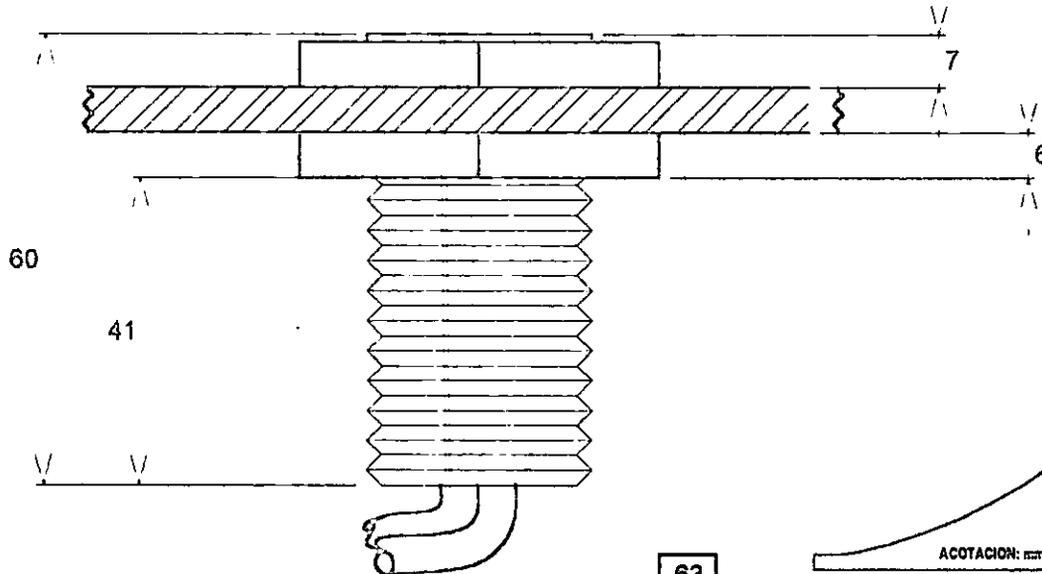


TUERCA DE Ø1 3/16 "  
CUERDA FINA PROVISTA  
CON EL SENSOR

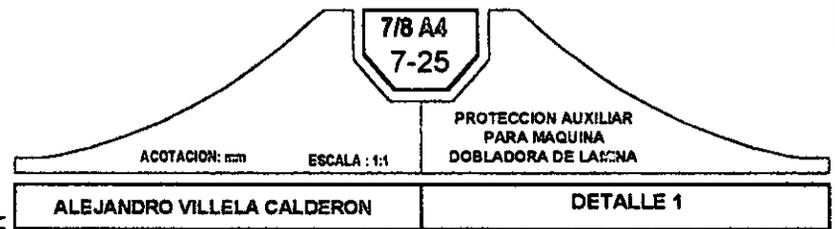
SENSOR INDUCTIVO MOD. A 26C790  
ATORNILLADO A LA MESA  
MEDIANTE PERFORACION DE Ø30.5mm



UBICACIÓN EN LA MESA DEL  
SENSOR INDUCTIVO DE PROXIMIDAD.  
ESCALA 1:10



63



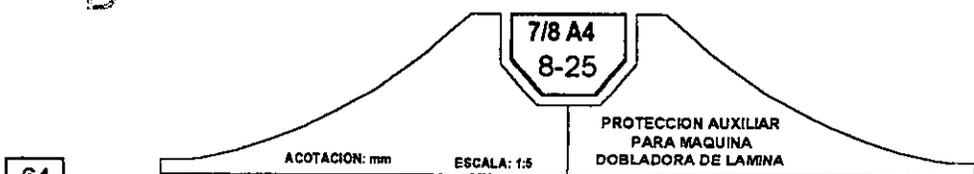
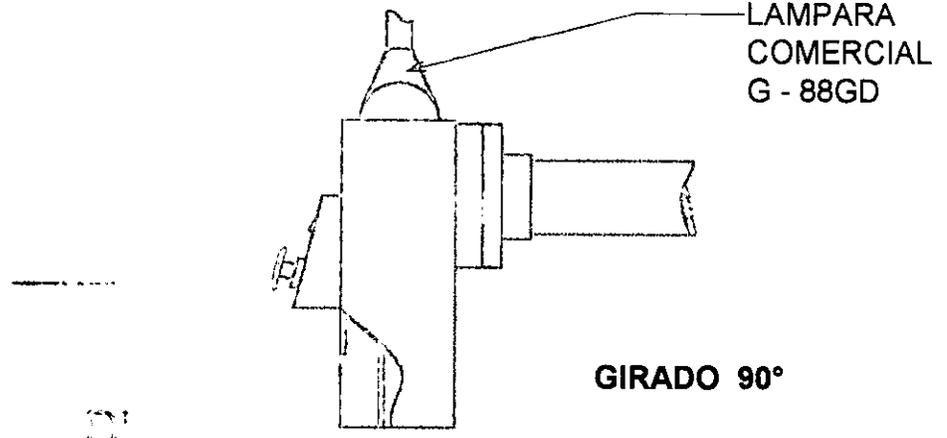
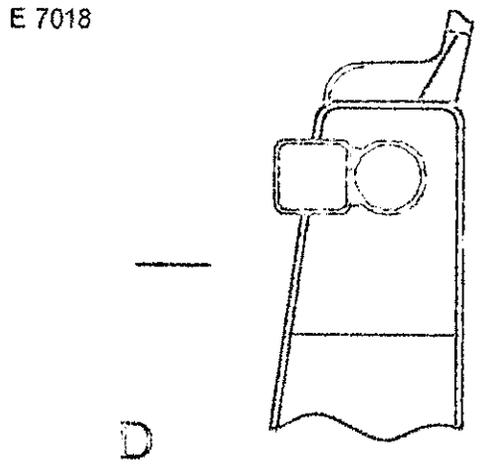
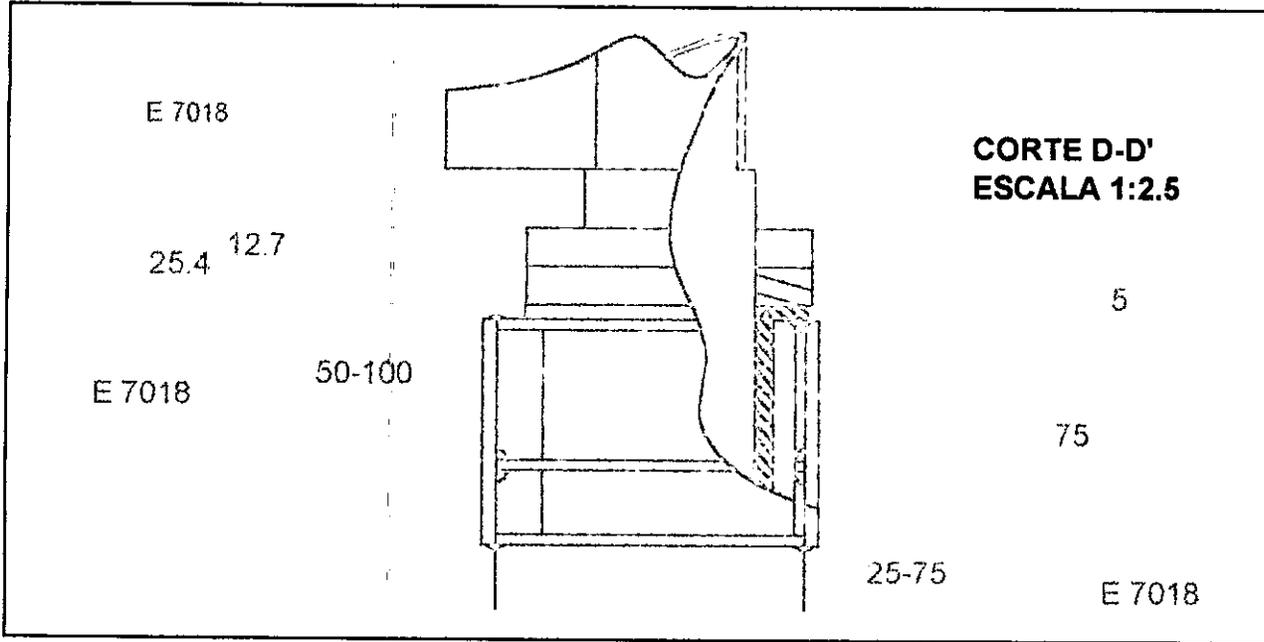
ACOTACION: mm

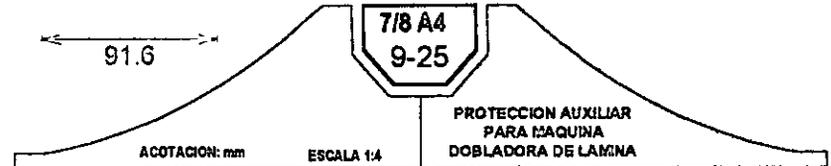
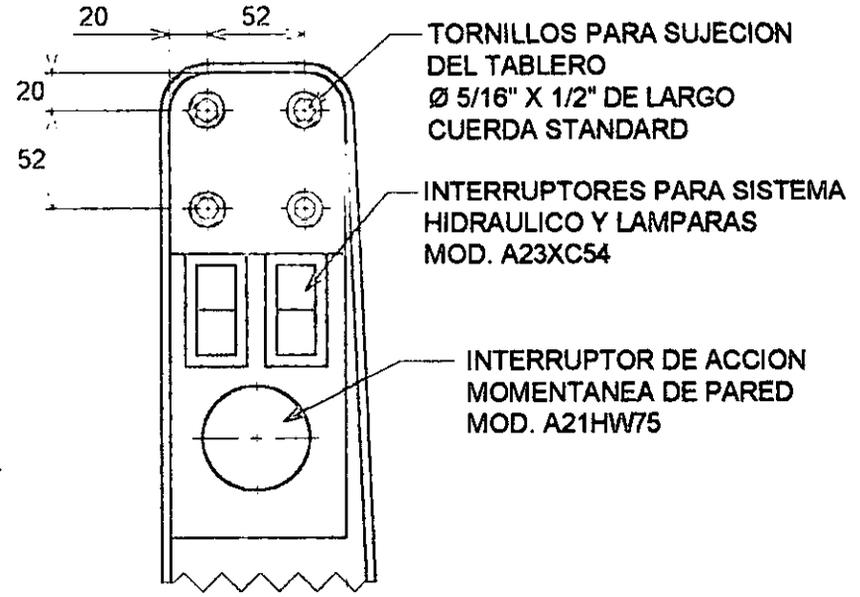
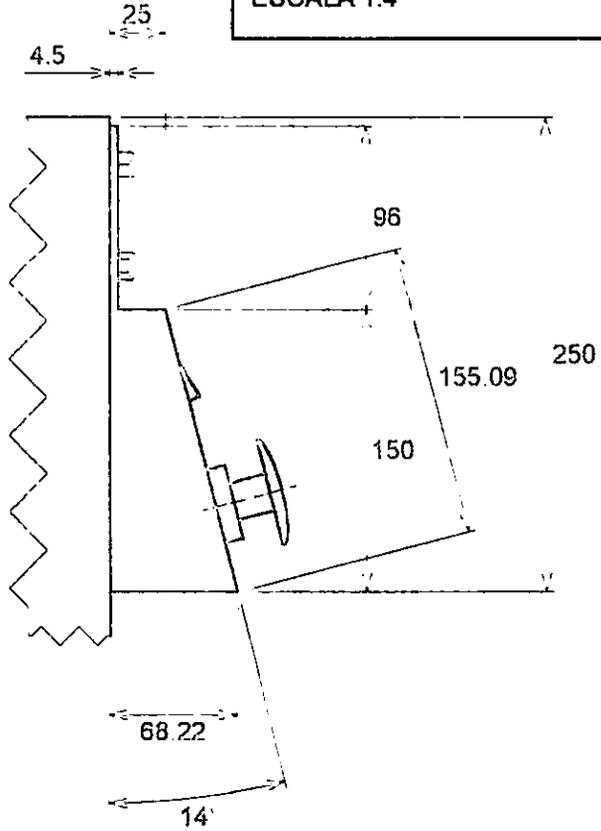
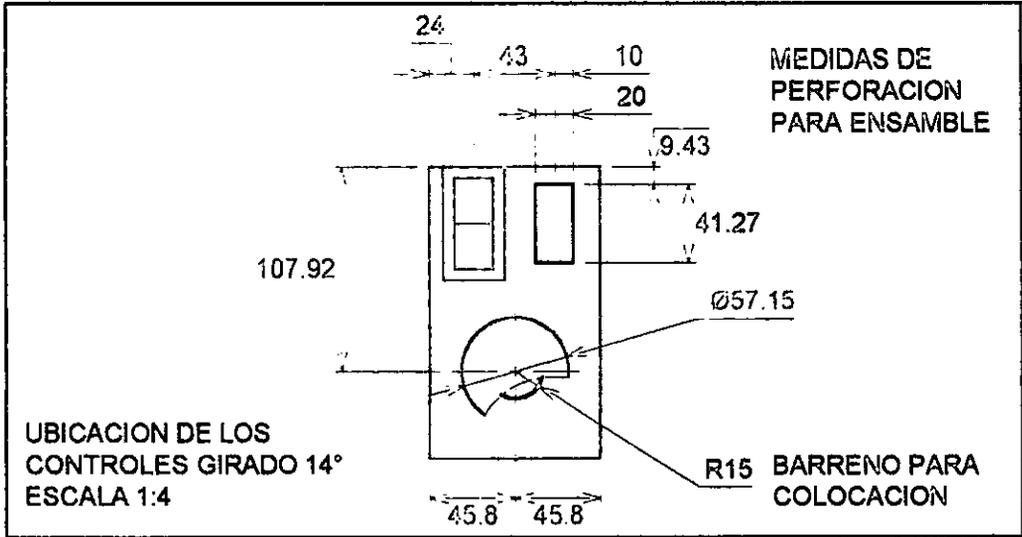
ESCALA : 1:1

PROTECCIÓN AUXILIAR  
PARA MÁQUINA  
DOBLADORA DE LACINA

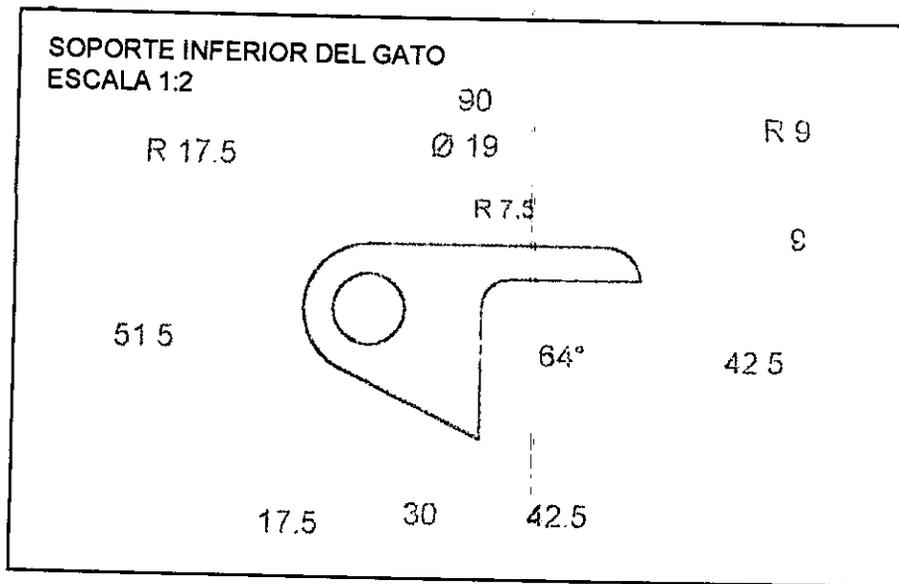
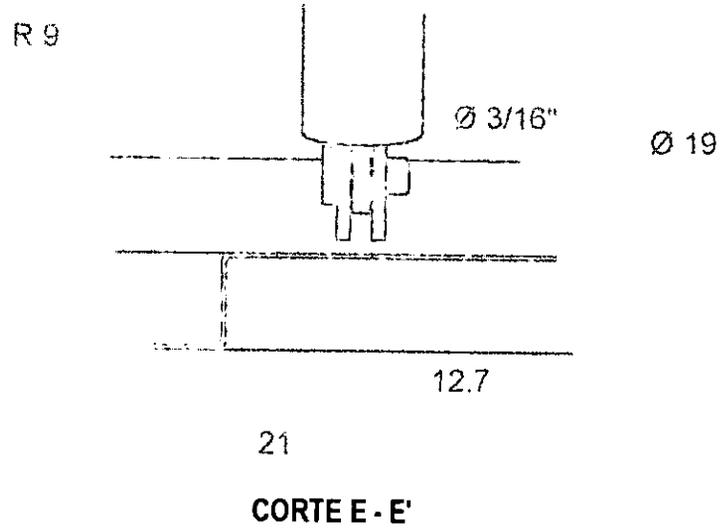
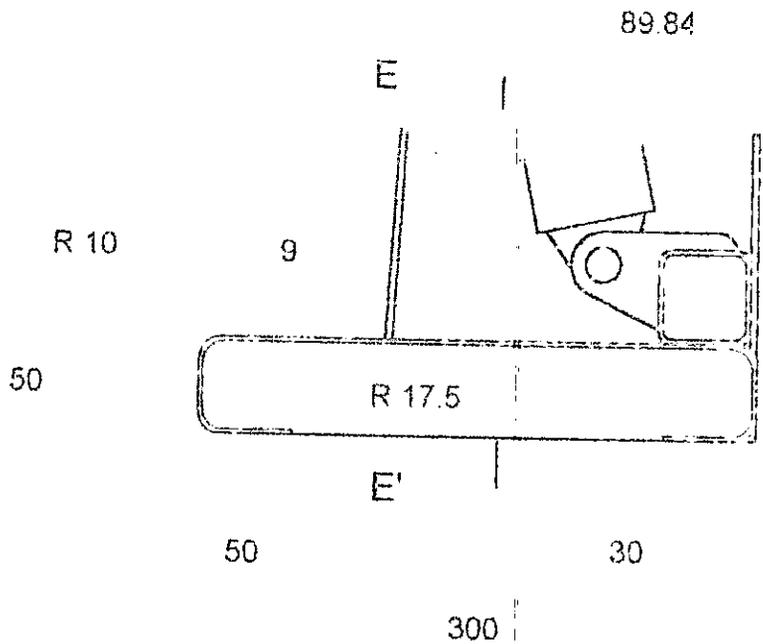
ALEJANDRO VILLELA CALDERON

DETALLE 1





65



66

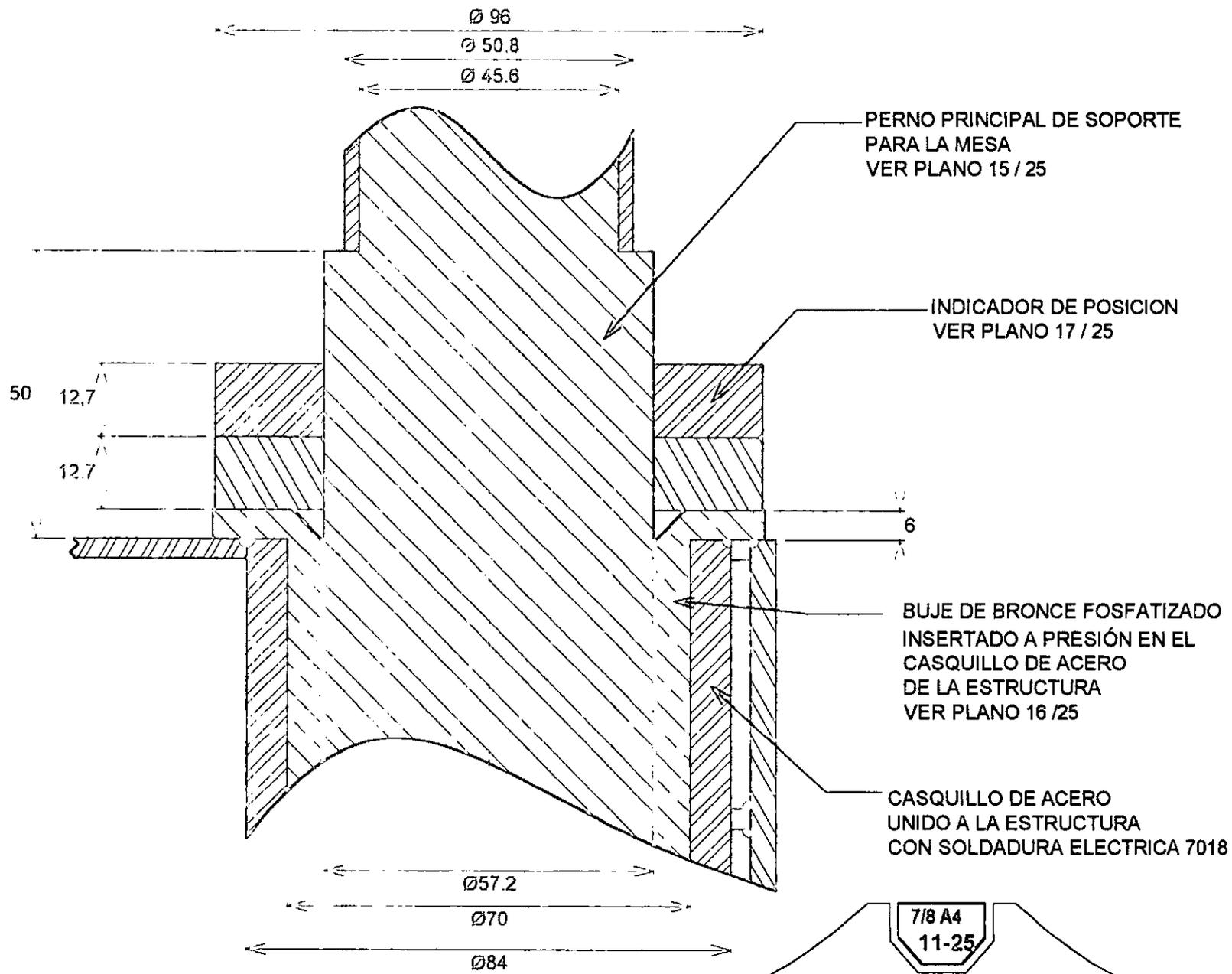
7/8 A4  
10-25

ACOTACION: mm ESCALA 1:4

PROTECCION AUXILIAR  
PARA MAQUINA  
DOBLADORA DE LAMINA

ALEJANDRO VILLELA CALDERON

DETALLE 4



PERNO PRINCIPAL DE SOPORTE  
PARA LA MESA  
VER PLANO 15 / 25

INDICADOR DE POSICION  
VER PLANO 17 / 25

BUJE DE BRONCE FOSFATIZADO  
INSERTADO A PRESIÓN EN EL  
CASQUILLO DE ACERO  
DE LA ESTRUCTURA  
VER PLANO 16 / 25

CASQUILLO DE ACERO  
UNIDO A LA ESTRUCTURA  
CON SOLDADURA ELECTRICA 7018

718 A4  
11-25

ACOTACION: mm

ESCALA : 1:1

PROTECCION AUXILIAR  
PARA MAQUINA  
DOBLADORA DE LAMINA

67

ALEJANDRO VILLELA CALDERON

DETALLE 5

100

R8 R 9.5 F

R 19

75

58

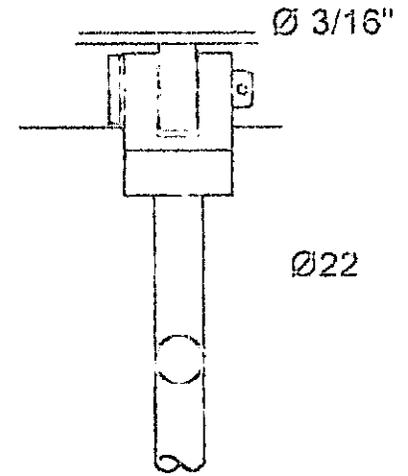
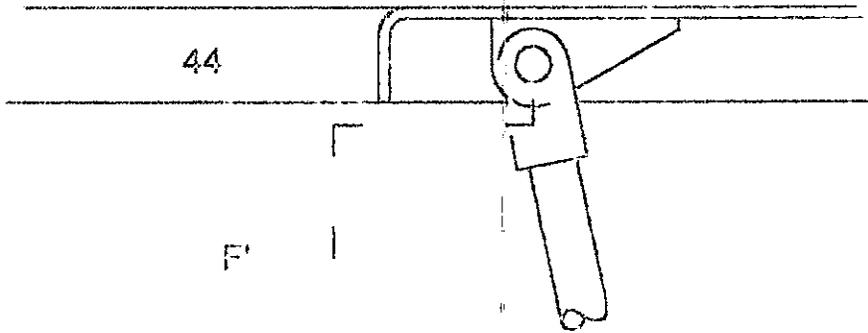
19

6

24

Ø 3/16"

Ø22



CORTE F - F'

SOPORTE SUPERIOR DEL GATO  
ESCALA 1:2

100

22,2

77,8

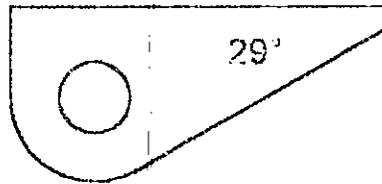
Ø19

24

29'

46,2

6



R22,2

68

7/8 A4

12-25

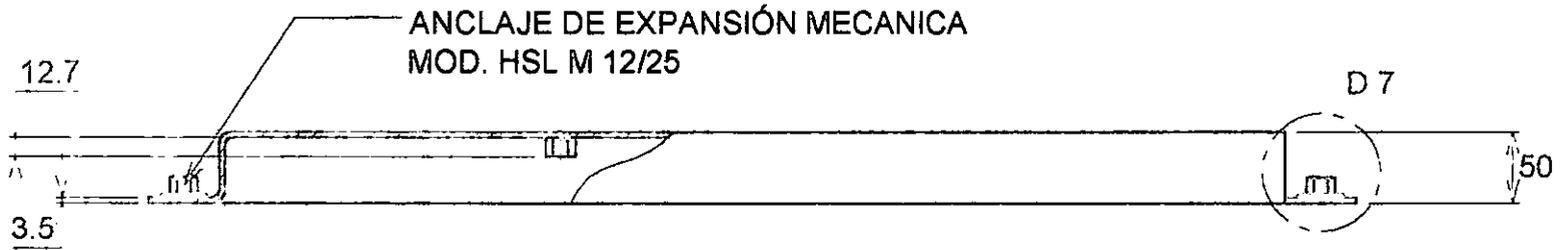
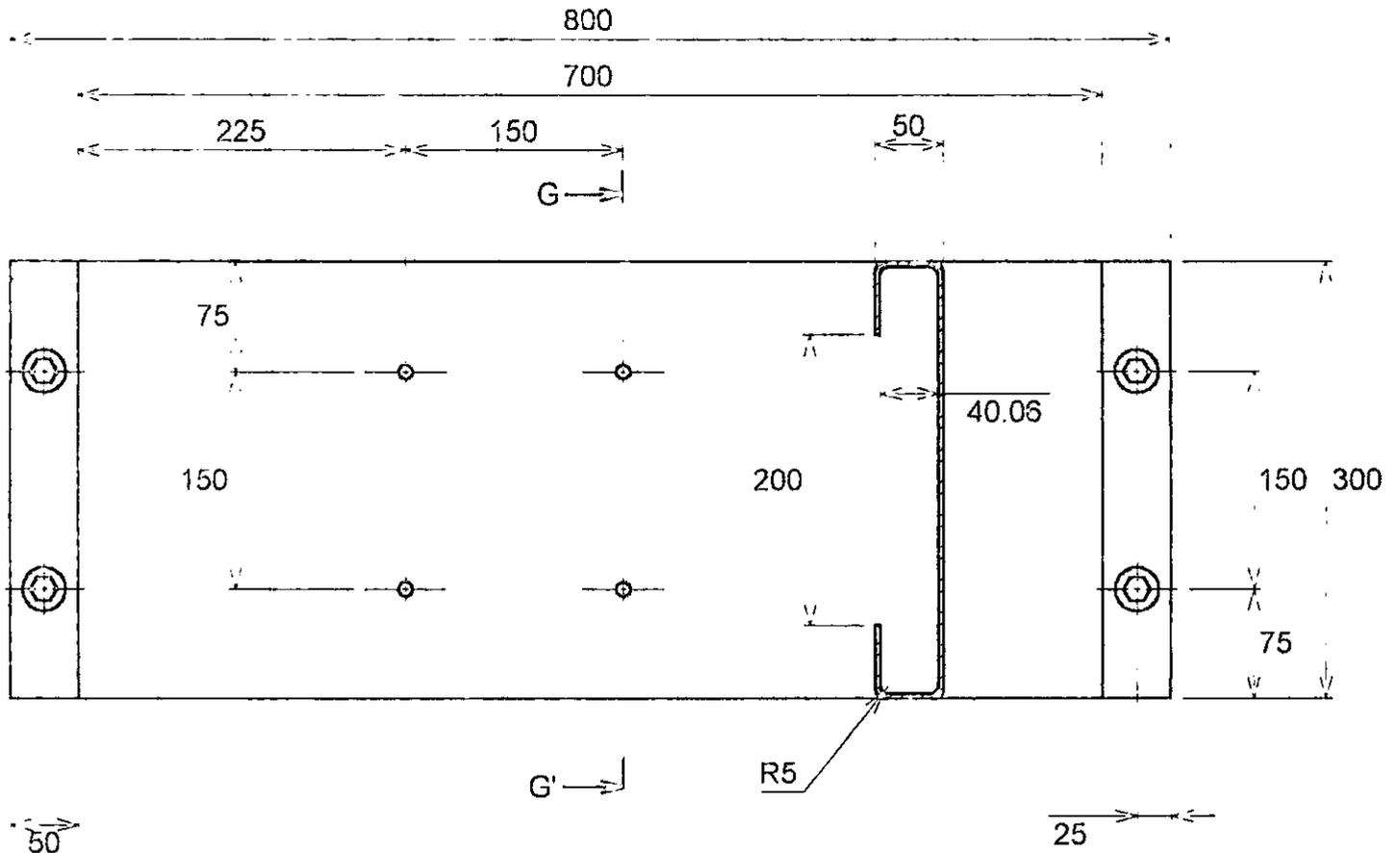
ACOTACION: mm

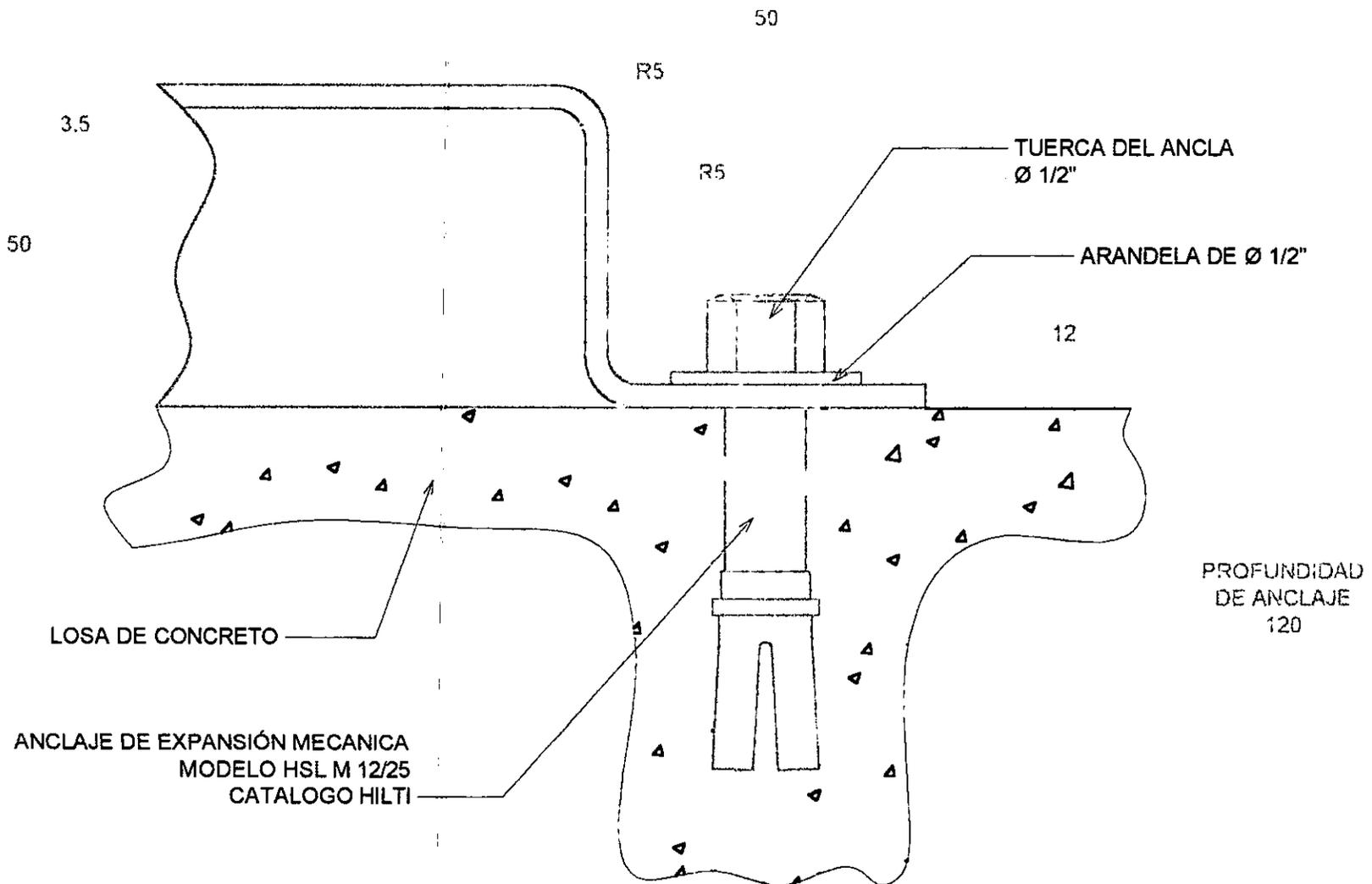
ESCALA : 1:1

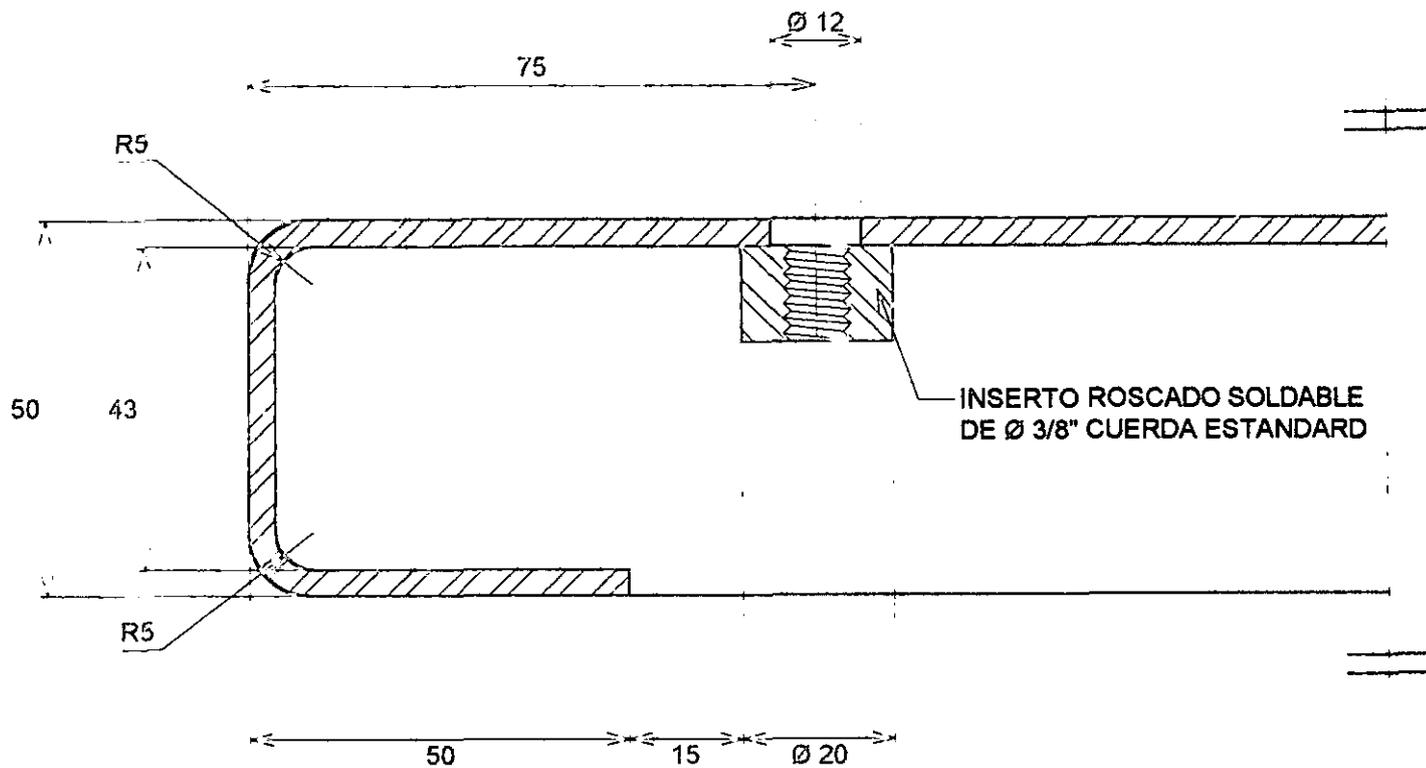
PROTECCION AUXILIAR  
PARA MAQUINA  
DOBLADORA DE LAMINA

ALEJANDRO VILLELA CALDERON

DETALLE 6

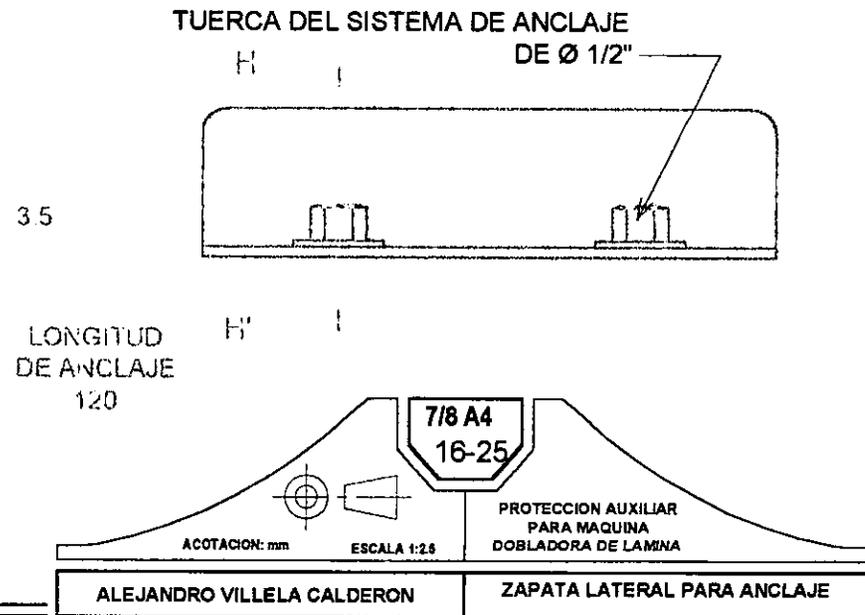
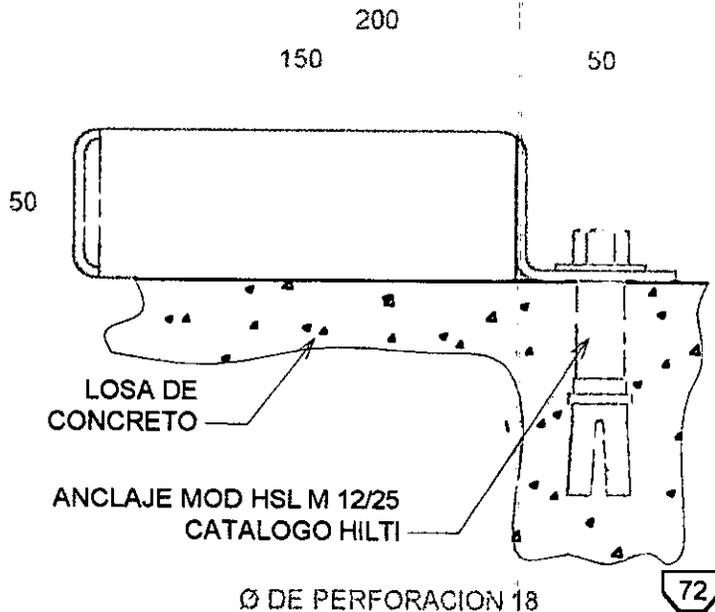
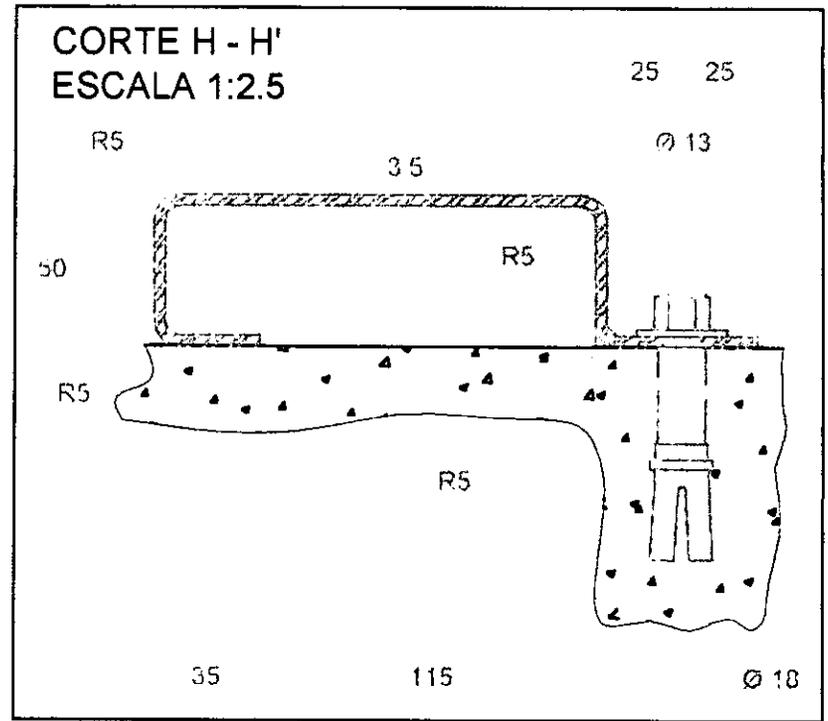
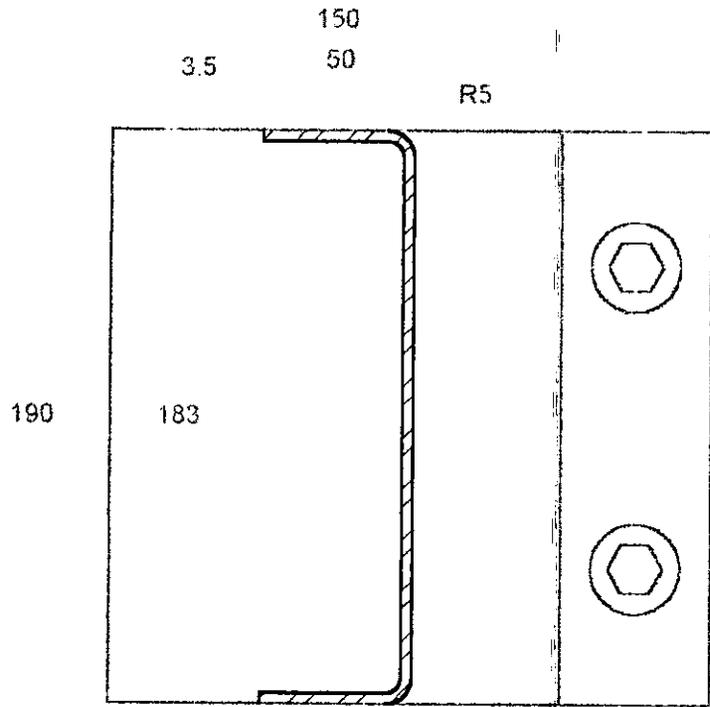


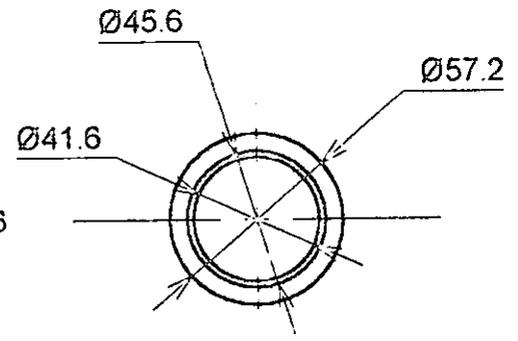
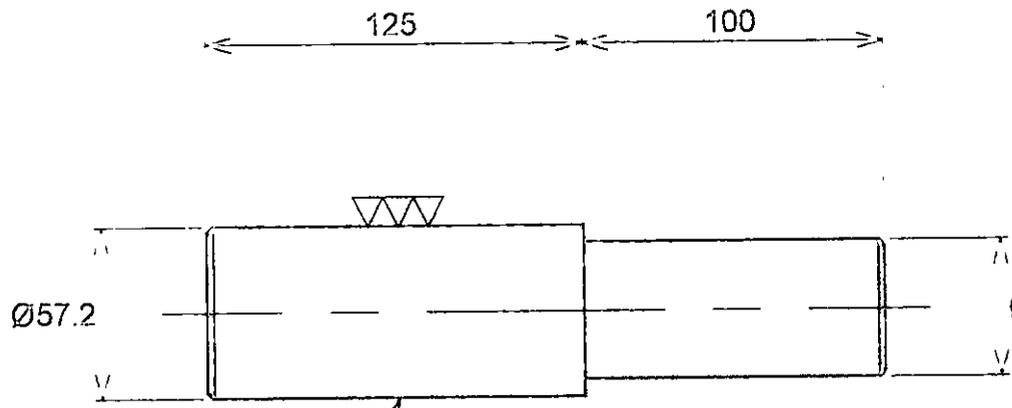
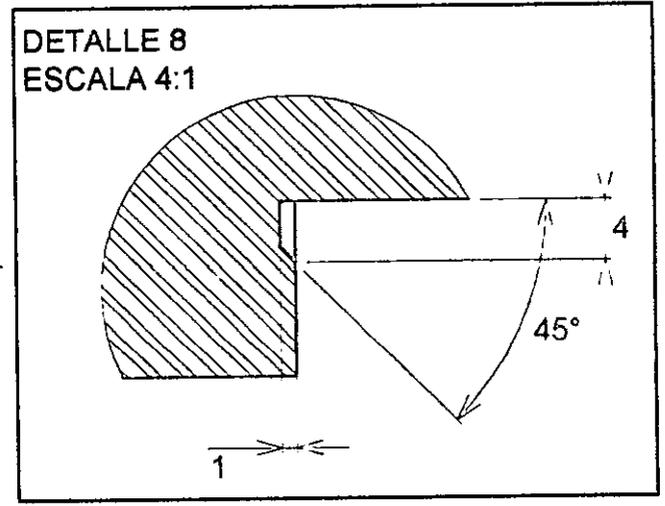
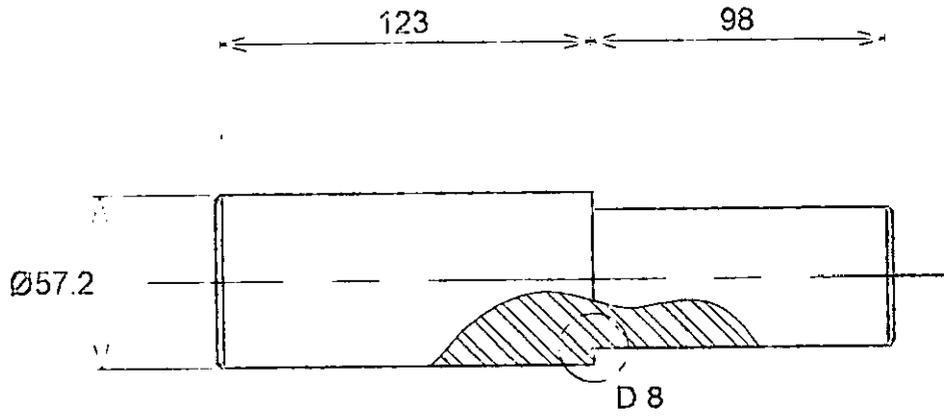




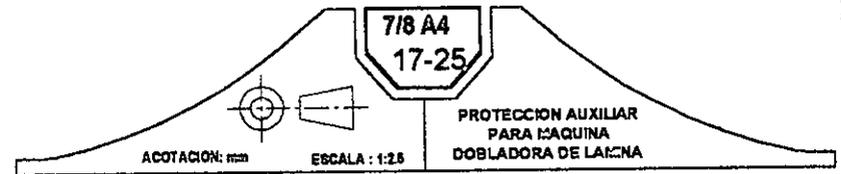
71

PROTECCION AUXILIAR PARA MAQUINA DOBLADORA DE LAMINA	
ACOTACION: mm	ESCALA 1:1
ALEJANDRO VILLELA CALDERON	MEDIO CORTE G - G'



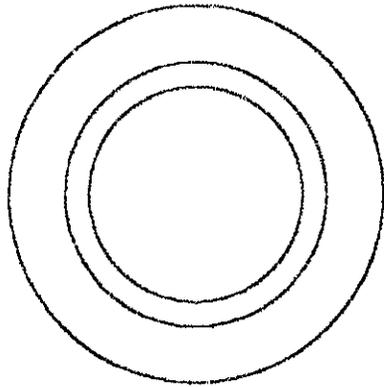


AJUSTAR CON BUJE  
PLANO 18 / 25



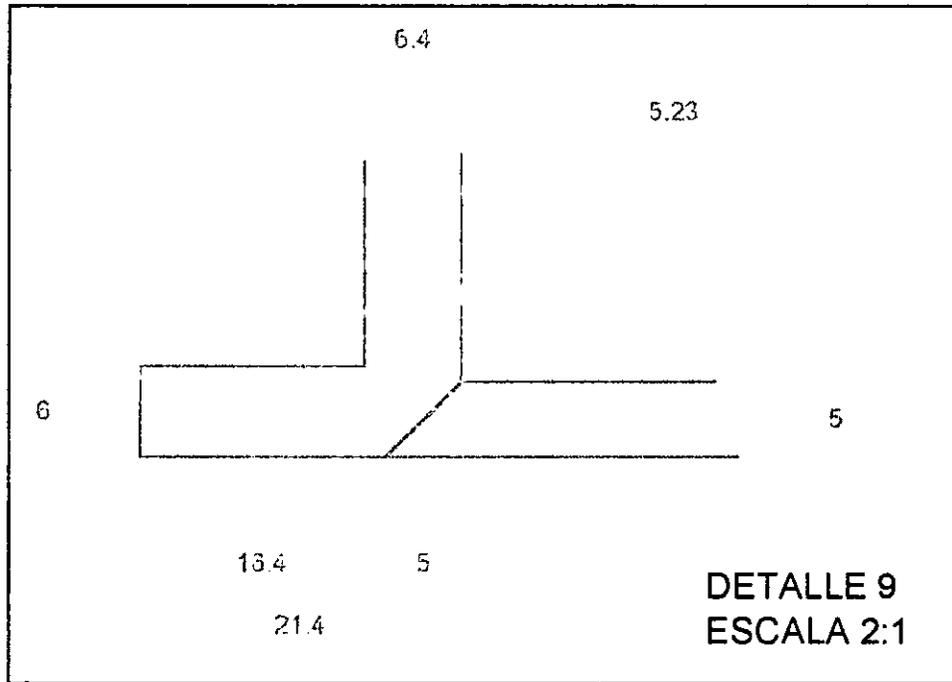
73

Ø100



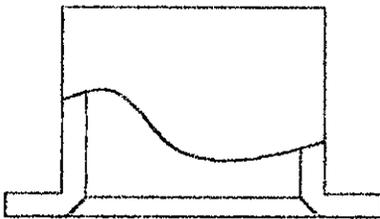
Ø70

Ø57.2



70

56



50

6



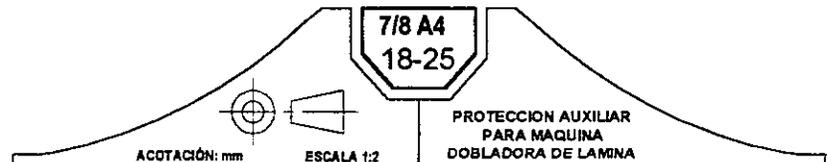
AJUSTAR CON PERNO  
PLANO 17 / 25

D 9

57.2

67.2

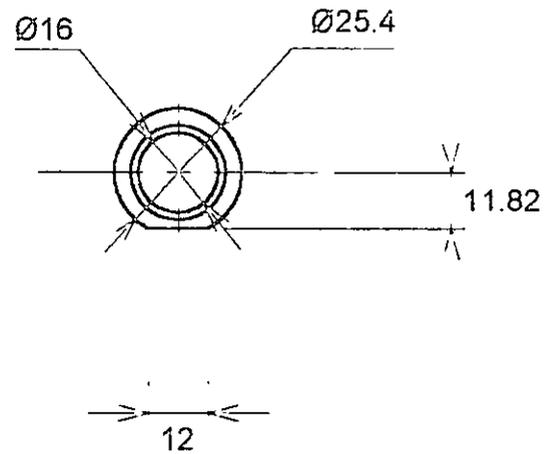
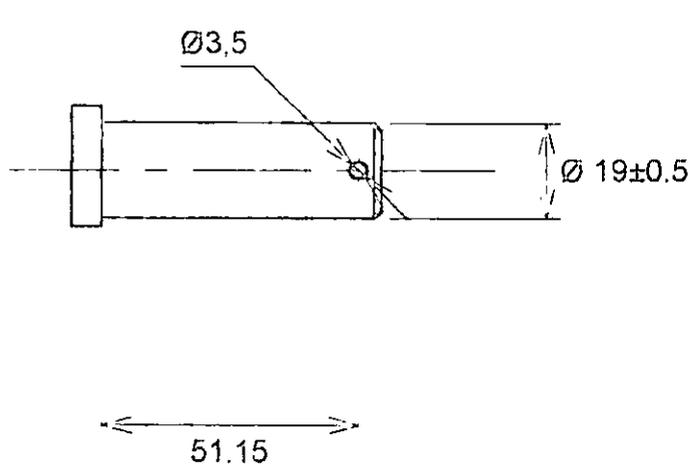
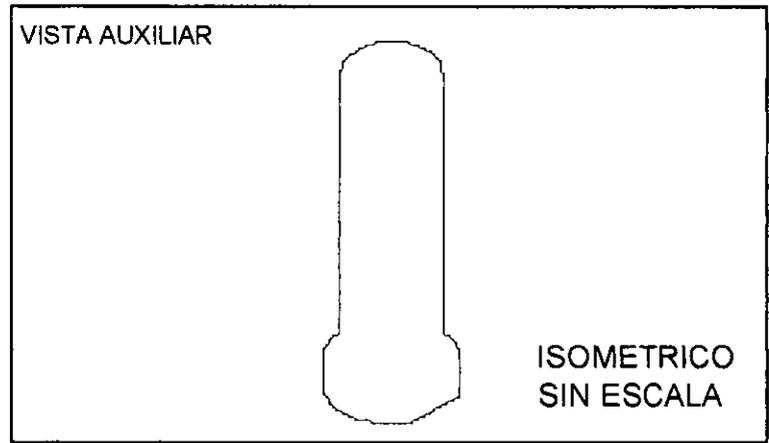
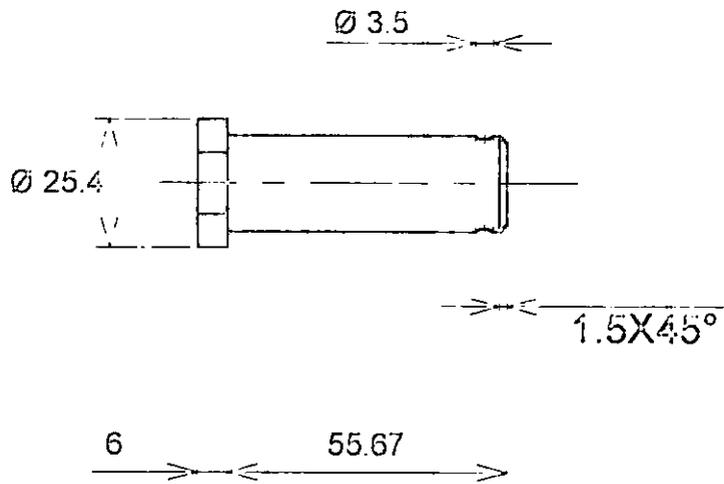
100



74

ALEJANDRO VILLELA CALDERON

BUJE DEL SOPORTE



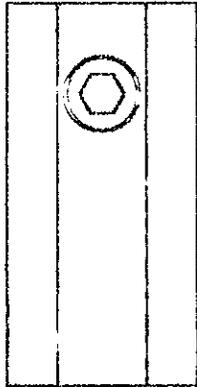
75

		<b>7/8 A4</b> <b>19-25</b>
ACOTACION: mm	ESCALA 1:1.8	PROTECCION AUXILIAR PARA MAQUINA DOBLADORA DE LAMINA
ALEJANDRO VILLELA CALDERON		PERNO DE SUJECION DEL GATO

**DETALLE 10**  
**ESCALA 2:1**

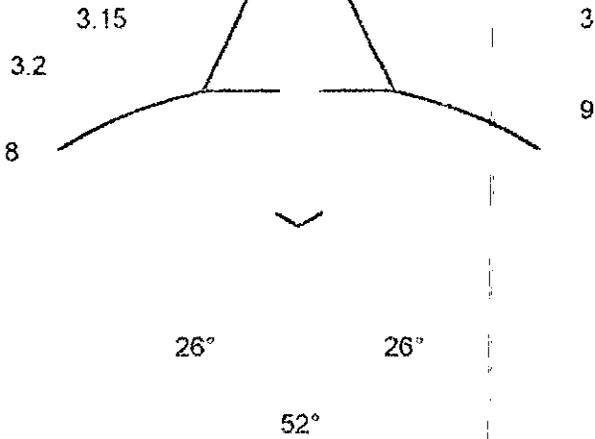
6.35

6

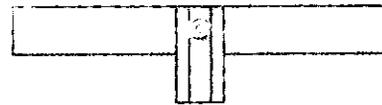


25.4

6

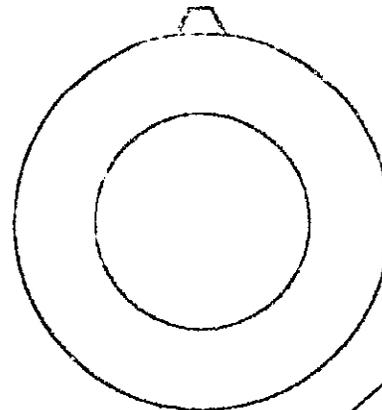


12.7



12.7

6  
D 10



Ø 93

**BARRENO**  
**ROSCADO**  
**DE Ø 1/4"**

25.4

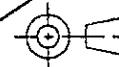


6.35

Ø 93

Ø57.2

**7/8 A4**  
**20-25**



**PROTECCION AUXILIAR**  
**PARA MÁQUINA**  
**DOBLADORA DE LÁMINA**

ACOTACIÓN: mm

ESCALA 1:2

78

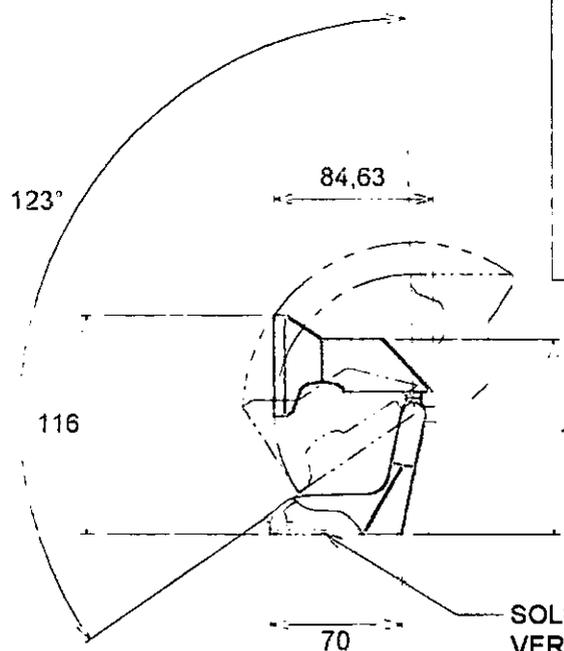
ALEJANDRO VILLELA CALDERÓN

INDICADOR DE POSICIÓN

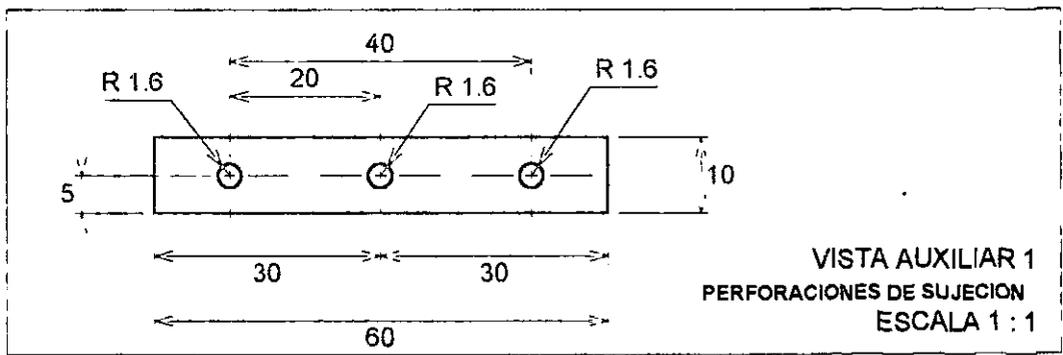
**VISTA**  
**AUXILIAR**



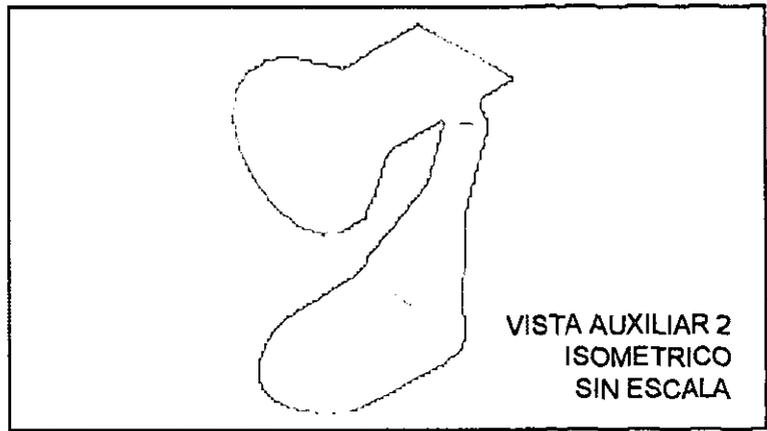
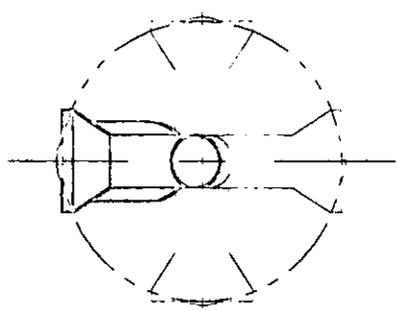
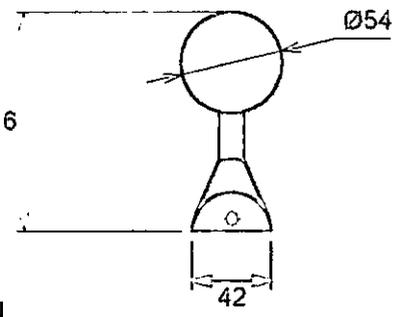
**ISOMETRICO**  
**SIN ESCALA**



SOLERA DE SUJECION  
VER VISTA AUXILIAR 1



VISTA AUXILIAR 1  
PERFORACIONES DE SUJECION  
ESCALA 1:1



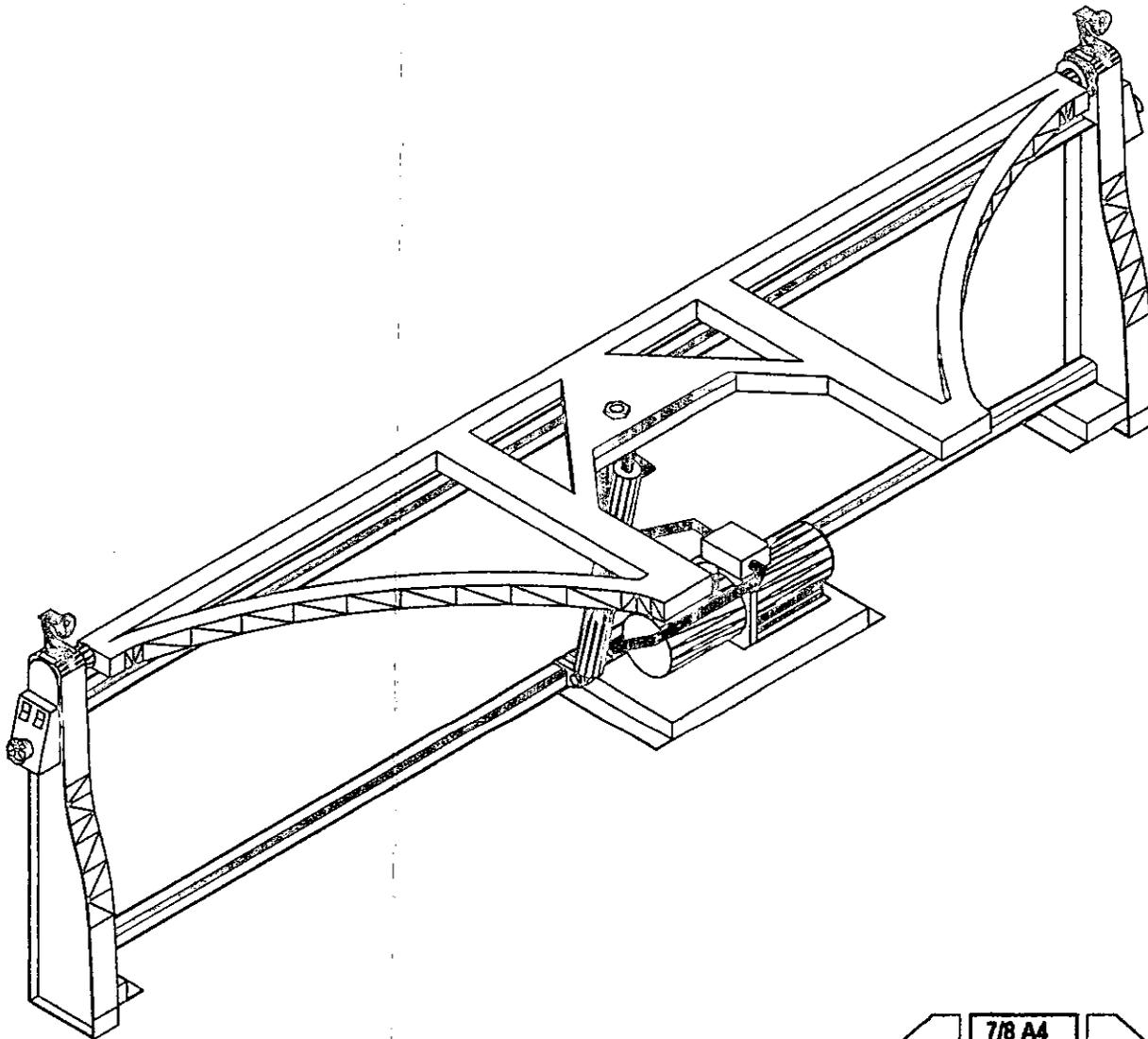
VISTA AUXILIAR 2  
ISOMETRICO  
SIN ESCALA

7/8 A4  
21-25

ACOTACION: mm ESCALA 1:4

PROTECCION AUXILIAR  
PARA MAQUINA  
DOBLADORA DE LAMINA

ALEJANDRO VILLELA CALDERON	LAMPARA
----------------------------	---------



78

7/8 A4  
22-25

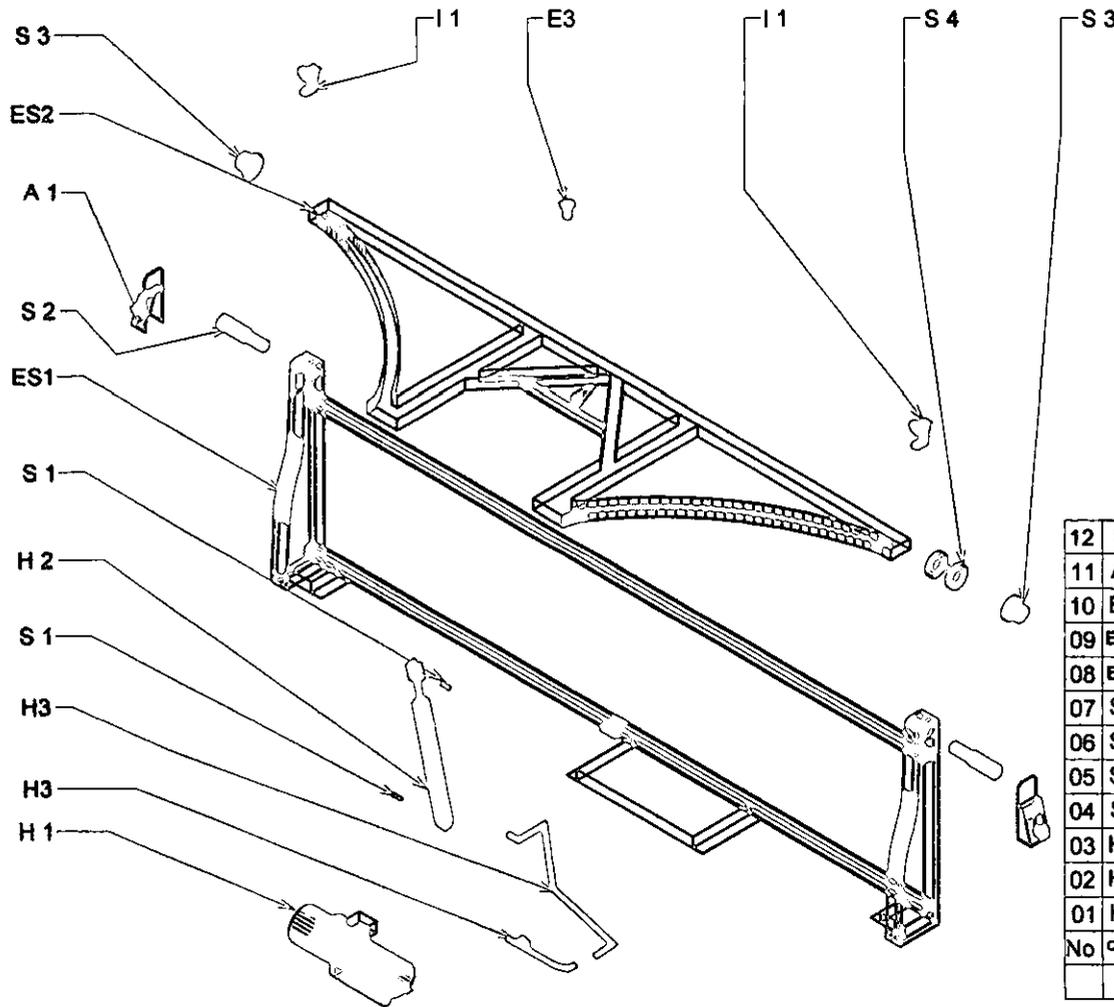
ESCALA : 5/8

PROTECCION AUXILIAR  
PARA MAQUINA  
DOBLADORA DE LAMINA

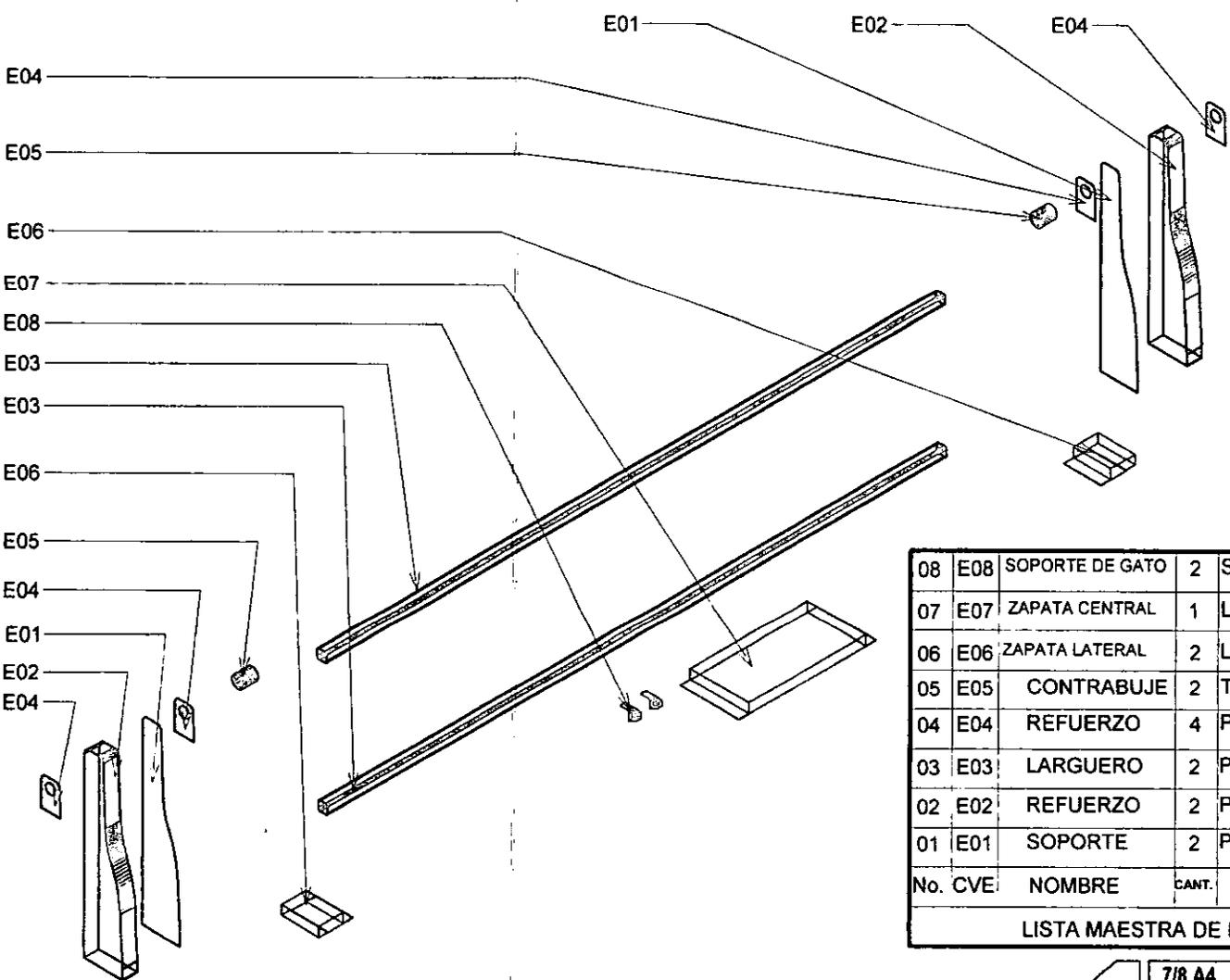
ALEJANDRO VILLELA CALDERON

ISOMETRICO

ESTA TESIS NO HA E  
DE LA BIBLIOTECA



12	I1	LAMPARA	2	COMERCIAL
11	A1	TABLERO	2	LAMINA
10	E3	SENSOR	1	COMERCIAL
09	ES2	MESA	1	ACERO BC
08	ES1	BASE	1	ACERO BC
07	S4	POSICIONADOR	2	COLD ROLLED
06	S3	BUJE	2	BRONCE
05	S2	PERNO SOP.	2	COLD ROLLED
04	S1	PERNO CIL.	2	COLD ROLLED
03	H3	MANGUERA	1	COMERCIAL
02	H2	CILINDRO	1	COMERCIAL
01	H1	MOTOBOMBA	1	COMERCIAL
No	CVE.	NOMBRE	CANT.	MATERIAL
LISTA MAESTRA DE PARTES				



08	E08	SOPORTE DE GATO	2	SOLERA DE 3/8"
07	E07	ZAPATA CENTRAL	1	LAMINA CALIBRE 10
06	E06	ZAPATA LATERAL	2	LAMINA CALIBRE 10
05	E05	CONTRABUJE	2	TUBO MECANICO CED. 80
04	E04	REFUERZO	4	PTR 2 X 2"
03	E03	LARGUERO	2	PTR 2 X 2"
02	E02	REFUERZO	2	PTR 2 X 2"
01	E01	SOPORTE	2	PTR 2 X 2"
No. CVE		NOMBRE	CANT.	MATERIAL
LISTA MAESTRA DE PARTES				

7/8 A4  
24-25

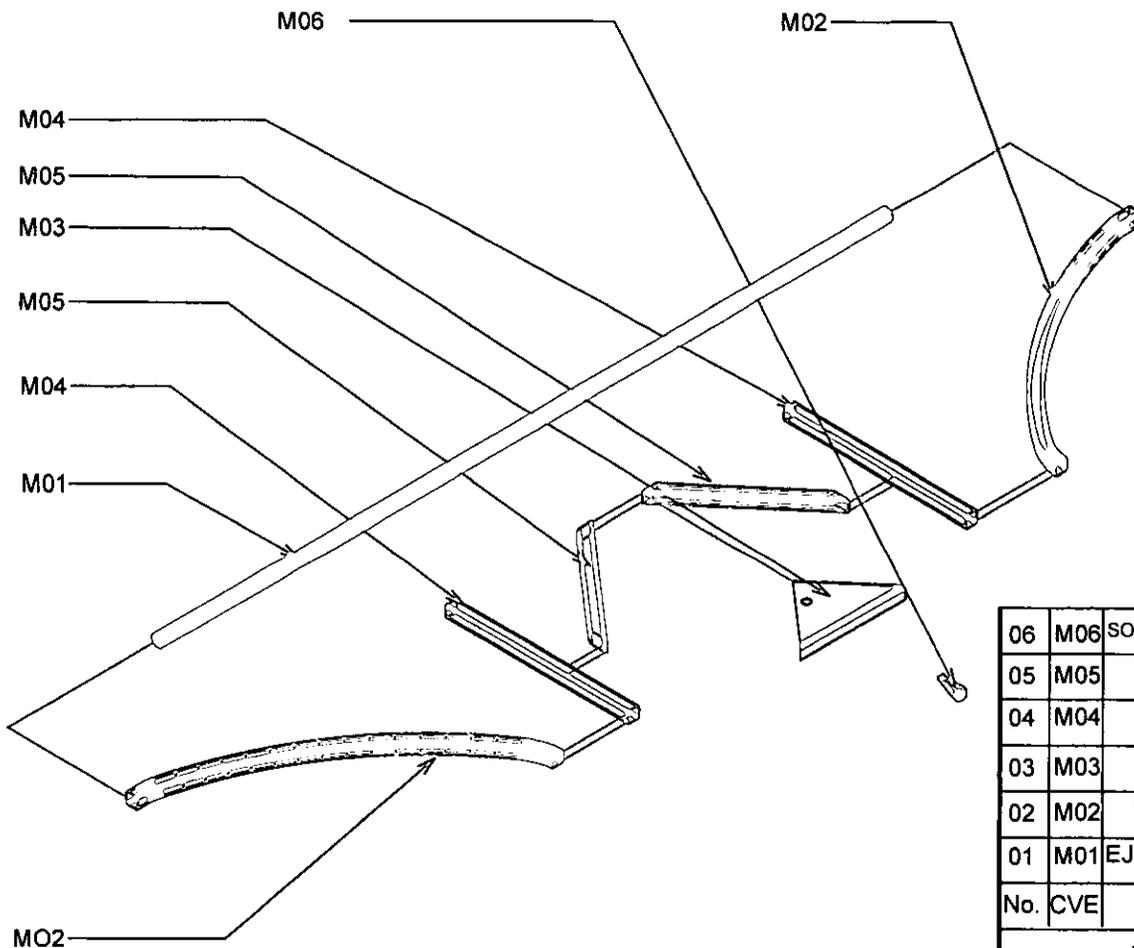
80

ACOTACION: mm ESCALA: SIN

PROTECCION AUXILIAR  
PARA MAQUINA  
DOBLADORA DE LAMINA

ALEJANDRO VILLELA CALDERON

ESPLOSIVA DE LA ESTRUCTURA



06	M06	SOPORTE DE GATO	1	SOLERA DE 3/8"
05	M05	TRIANGULAR	2	PTR 2 X 2"
04	M04	SOPORTE	2	PTR 2 X 2"
03	M03	CARTABON	1	PLACA DE 1/4"
02	M02	REFUERZO	2	PTR 2 X 2"
01	M01	EJE CARGADOR	1	TUBO MECANICO Ø 2" CED. 80
No.	CVE	NOMBRE	CANT.	MATERIAL
LISTA MAESTRA DE PARTES				

718 A4  
25-25

PROTECCION AUXILIAR  
PARA MAQUINA  
DOBLADORA DE LAMINA

ACOTACION: mm

ESCALA: SIN

81

ALEJANDRO VILLELA CALDERÓN

EXPLOSIVA DE LA MESA

**Diagramas electrónicos.**

**Material y equipo**

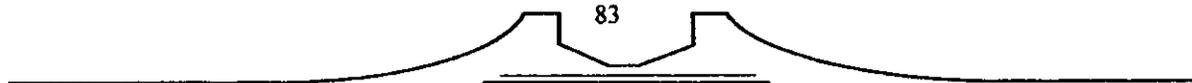
- A21HW75 Interruptor de paro.
- A21HW97 Sensor de proximidad inductivo.
- A21JG46 Interruptor de limite.
- A23XC54 Interruptor principal.
- \*CI 555 Reloj.
- \*CI 741 Fuente de voltaje.
- \*CI 74LS04 Contador.
- \*CI 74LS32 Relevador.

estipulado por un cierto tiempo que es determinado por el reloj y el contador mandan un pulso eléctrico al motor para que arranque, el contador llevara un conteo de 1.8 segundos para que al llegar al tope se pare y regrese.

El botón de paro tendrá la capacidad de interrumpir la marcha del motor en cualquier momento que se requiera por el usuario en cualquier emergencia, o bien para cualquier ajuste.

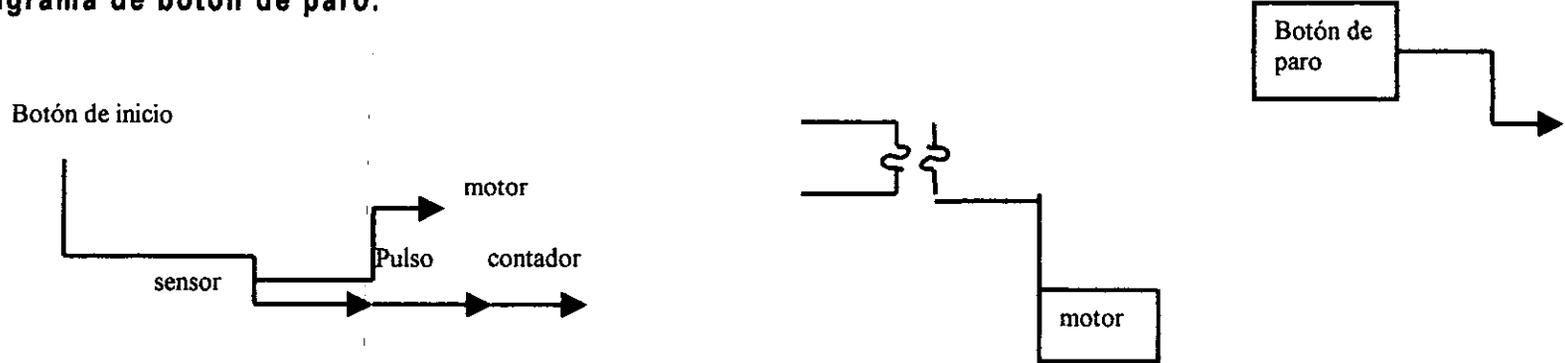
\*Estos son los circuitos utilizados para manejar el contador y el reloj.

El contador al empezar borrara los datos que tenga (hace un clear al inicio) el cual al momento de encender y hacer contacto la lamina con el sensor

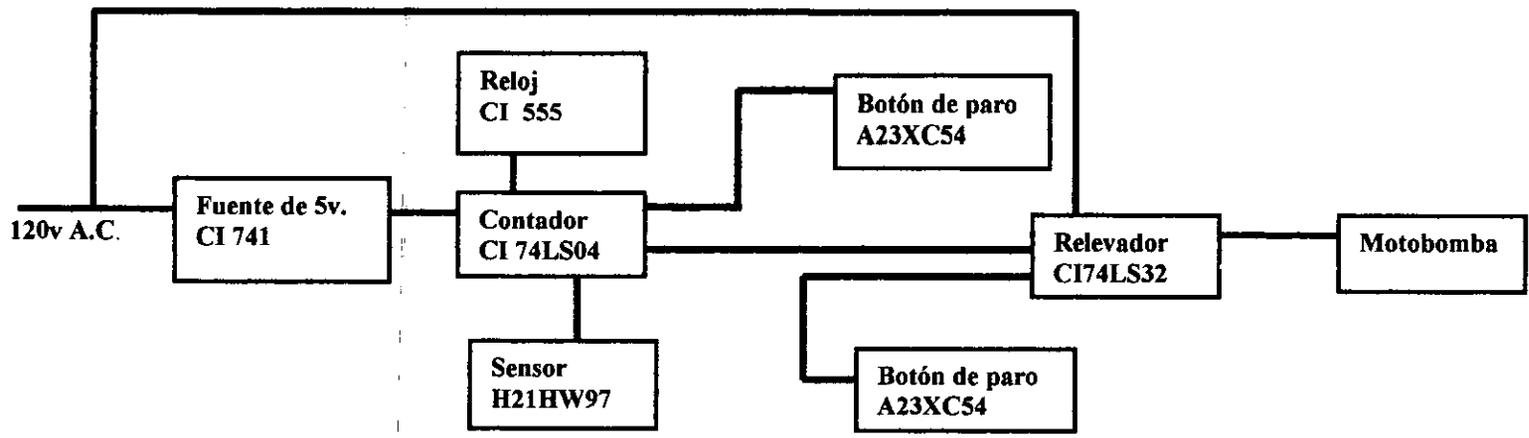


# CAPÍTULO 4

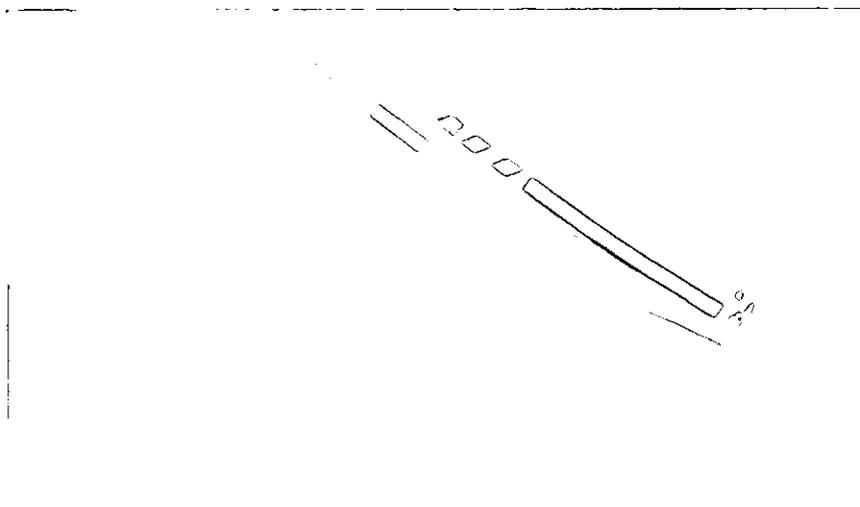
## Diagrama de botón de paro.



## Diagrama de bloques Sistema de controles

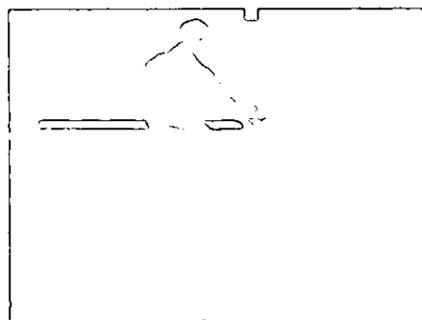


4.3.2 Perspectivas



EN OPERACIÓN NORMAL

CONDICIÓN MÁX. DE DESPLAZ.



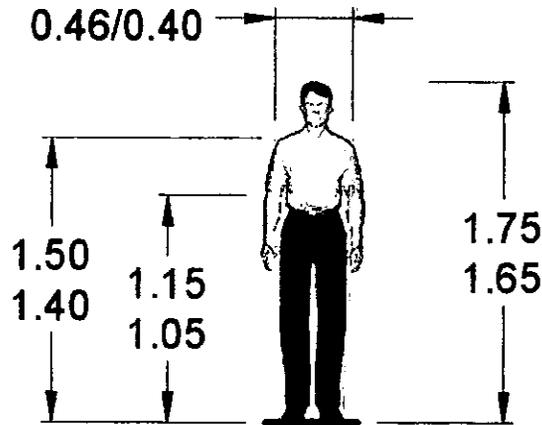
AJUSTÁNDOLA

PERSPECTIVA DE PRESENTACIÓN

## CAPÍTULO 4

### 4.3.3 Usuario - objeto - contexto.

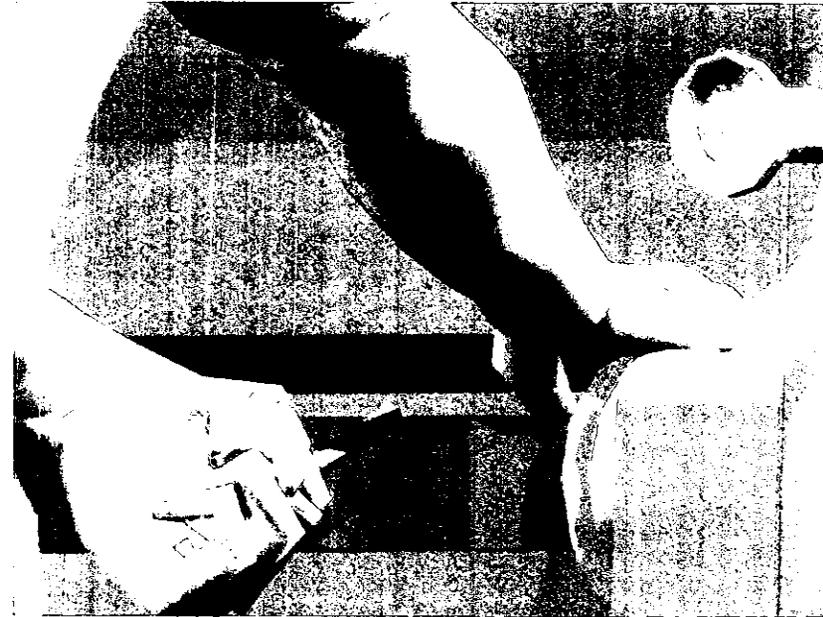
El usuario es considerado con las siguientes características; uno o dos hombres de 20 a 45 años de edad cuya estatura oscila entre 1.65 y 1.80 metros de compleción media, de 60 a 90 kilogramos de peso.



**ILUSTRACIÓN 32:** dimensiones máximas y mínimas de los operadores de las máquinas dobladoras de lámina.

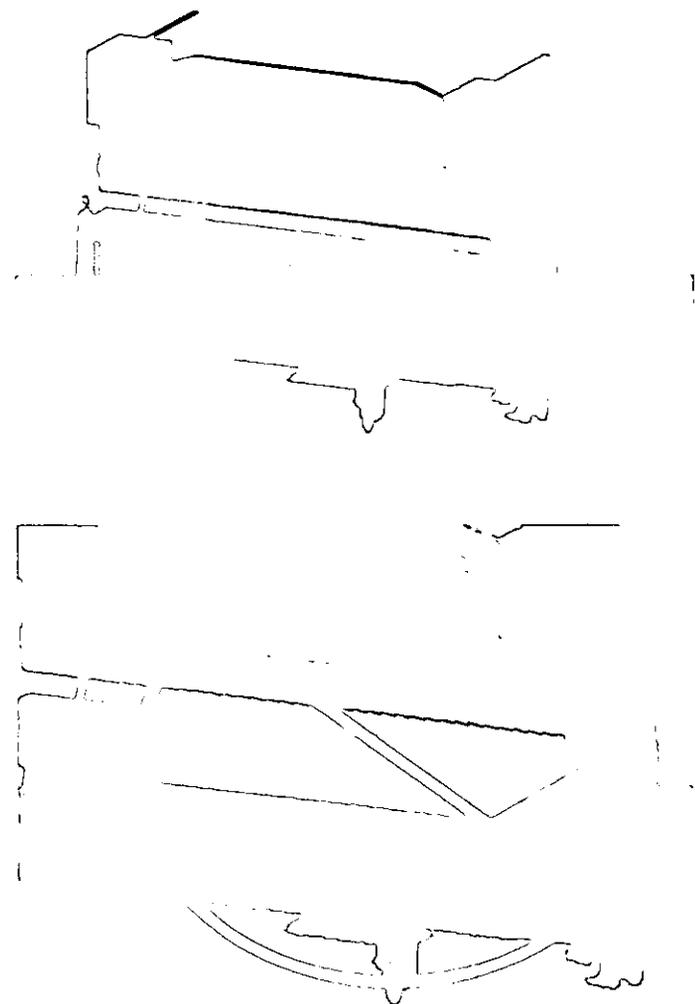
Para comenzar con su operación, el operador deberá calibrar los límites del equipo mediante un

ajuste de los indicadores de posición en el perno de soporte, utilizando una llave allen como se observa en la ilustración 33.



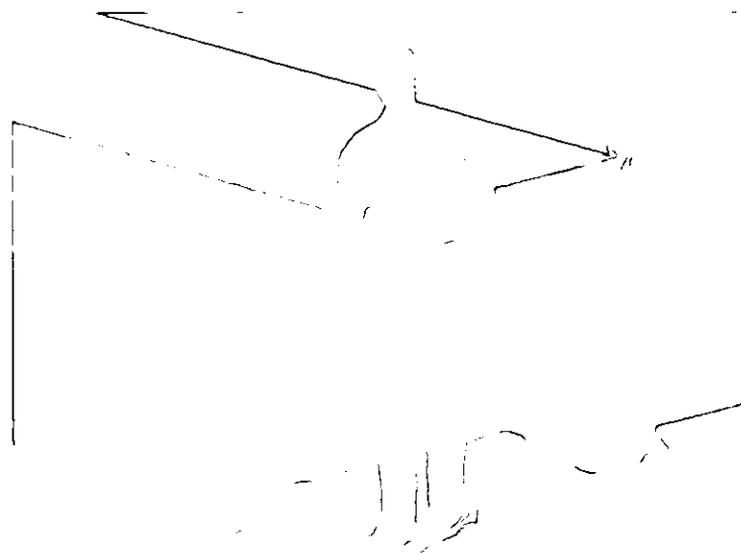
**ILUSTRACIÓN 33:** forma en la que se ajustan los límites de movimiento de la protección auxiliar para maquina dobladora de lámina.

posteriormente es recomendable revisar el nivel de aceite en la motobomba, para evitar daños en el equipo hidráulico, así como fallas de presión en el sistema.



**ILUSTRACIÓN 34:** Por ningún motivo se debe revisar el aceite cuando el equipo se encuentre operando, o cuando tenga laminas sobre él.

para comenzar con la operación de doblez, solo es necesario activar la máquina dobladora de lámina como se realiza comúnmente, el equipo de protección se activará automáticamente, elevando la mesa para soportar la lámina cuando ésta haya sido doblada.

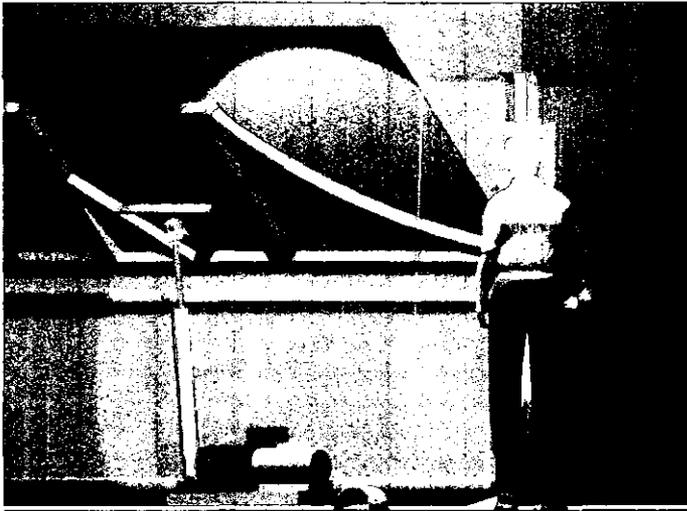


**ILUSTRACIÓN 35:** El doblez se realiza como se acostumbra, pero sin tener que detener la lámina.

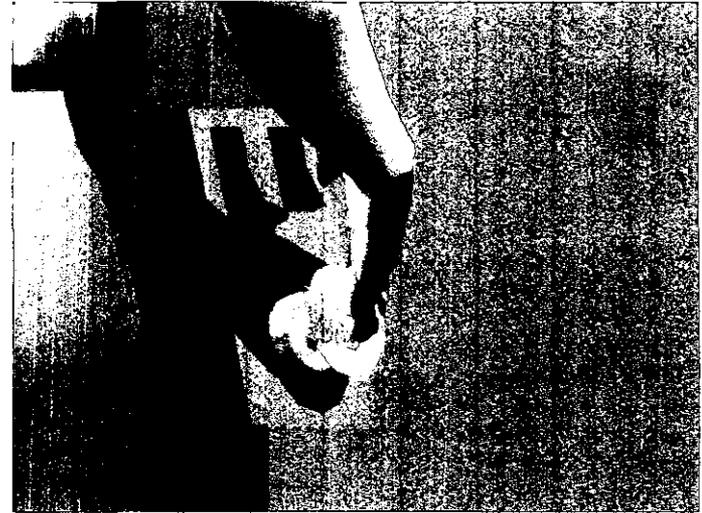
Una vez que el doblez ha sido realizado, se reactiva el ciclo de la máquina dobladora para que deje de sujetar la lámina, y

#### **CAPÍTULO 4**

entonces se procede a activar el interruptor de la protección para que sea éste equipo el que descienda la pieza que ha sido elaborada.

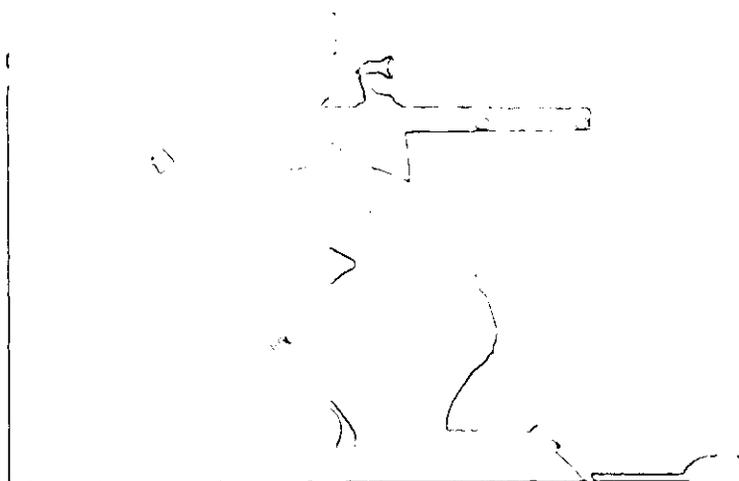


**ILUSTRACIÓN 36:** Una vez realizado el doblado y elevado el carro es necesario activar el control de la protección auxiliar para que la lámina descienda de forma segura.

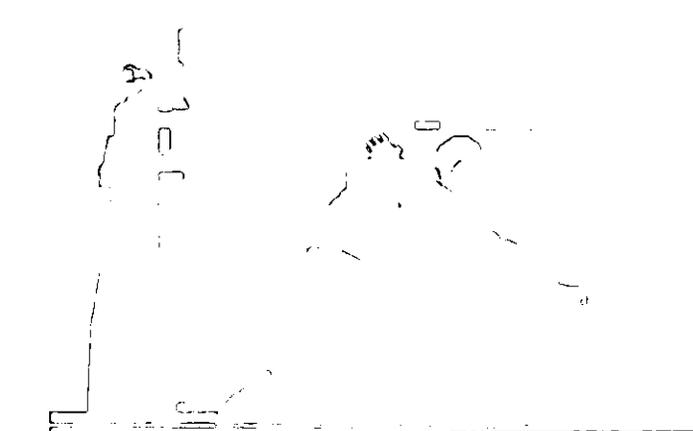


**ILUSTRACIÓN 37:** acercamiento de la activación del control de la protección auxiliar.

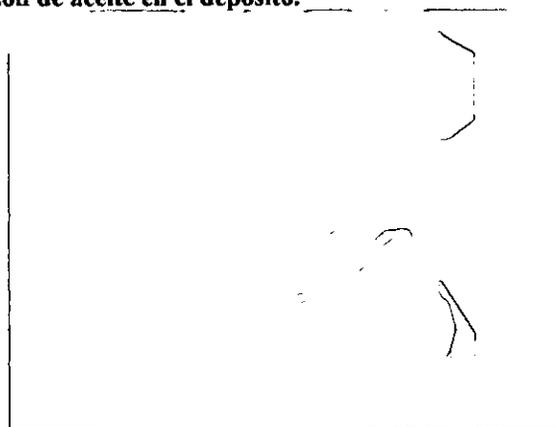
La revisión y mantenimiento preventivo de sistema hidráulico, así como reparaciones menores, deberán ser llevadas a cabo con el equipo montado, para evitar fallas de presión en el sistema.



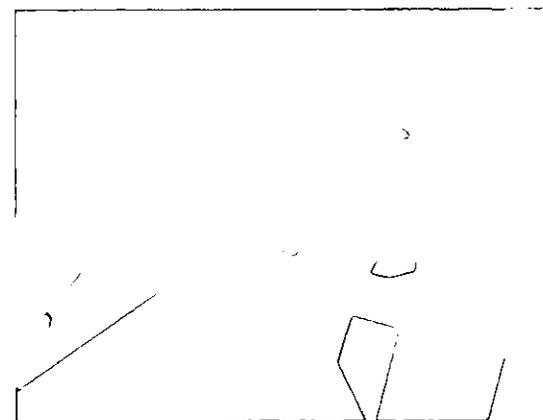
**ILUSTRACIÓN 38:** Posición que adopta el usuario al realizar la revisión de aceite en el depósito.



**ILUSTRACIÓN 40:** Vista lateral derecha.



**ILUSTRACIÓN 39:** Acercamiento de la mano derecha del usuario.



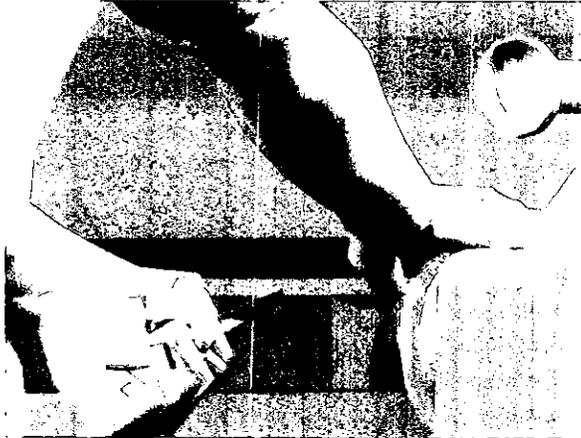
**ILUSTRACIÓN 42:** Acercamiento visto desde la parte superior.

## CAPÍTULO 4

En caso de ser requerido, el sistema puede desmontarse de sus bases con herramientas simples

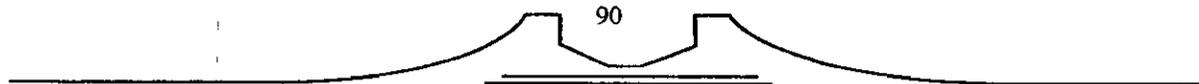


**ILUSTRACIÓN 43:** forma de ajustar los límites de movilidad de la protección auxiliar.



**ILUSTRACIÓN 44:** acercamiento

El ajuste de los indicadores de posición podrá ser realizado con o sin material, (aunque se recomienda que sea sin material) y se realiza haciendo girar los indicadores de posición (clave: S4) sobre el perno y apretando el prisionero con una llave allen de ¼" hasta que quede asegurado en la posición requerida.



## CAPÍTULO 5

### *ELEMENTOS DE PRODUCCIÓN*

**P**ara la realización industrial de cualquier diseño es necesario desarrollar una serie de elementos auxiliares a los que se han elaborado hasta ahora, y que a diferencia de los anteriores, no concierne exclusivamente al producto, sino más bien a la forma en la que éste producto va a ser producido dentro de una línea de ensamblado en serie, determinando la forma óptima en la que dicho artículo debe ser producido, de acuerdo con sus características propias, y con las condiciones generales de la planta productiva nacional en nuestros días.

### 5.1 Especificación de materiales.

**D**e acuerdo con las condiciones establecidas por los requerimientos, y considerando las demás condiciones reinantes en México, y al nivel de costos implicados para la propuesta, se ha determinado la aplicación de los siguientes materiales para su fabricación, así como los siguientes procesos de ensamble:

#### Estructura:

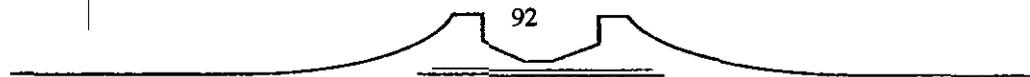
Elaborada en lámina calibre 10 (3.5mm), con aplicaciones de perfil tubular rectangular (PTR) de 2"X2" (50.8mm) en calibre 14. Los soportes del sistema hidráulico serán de placa de acero al bajo carbón de 3/4" (19mm), unidos mediante soldadura por arco eléctrico, utilizando electrodo "7018" de fondo caliente.

#### Mesa:

Elaborada en perfil tubular rectangular de 2"X2" (50.8mm) en calibre 14 (1.9mm), y tubo mecánico cedula 80 (2.4mm) tipo - B ASTM -120 y DGM -10, unida mediante soldadura por arco eléctrico con electrodo "7018", ensamblándola con la estructura mediante el empleo de bujes de bronce prelubricado, introducidos a presión en la estructura y mediante ajuste preciso en la mesa.

El acabado tanto para la mesa, como para la estructura se propone de esmalte acrílico industrial, debido a su resistencia a los impactos, así como la protección que ofrece a la corrosión y a la fricción, esta pintura se aplica en la maquinaria pesada.

En lo que respecta a la selección de color, se a escogido un pantone 640 CVC ya que es un color que combina con la mayoría de las máquinas dobladoras de lámina modernas. En los extremos de la mesa se aplican gráficos de franjas de color amarillo y negro para ofrecer una mejor identificación de la mesa cuando ésta se encuentre vacía, mientras



que en el frente se aplican letreros de precaución de color blanco sobre un fondo rojo.

#### Equipo:

El sistema hidráulico y sus accesorios han sido cotizados en "*racine hydraulics*" de la marca "*continental Hydraulics*", ya que nos ofrece el beneficio de garantizar refacciones por un periodo mínimo de 10 años, además de ofrecer equipo de vanguardia, y en las dimensiones y capacidades requeridas así mismo no se le aplicaran acabados posteriores ya que el equipo cuenta con acabado anticorrosivo en todas sus partes, y los elementos indispensables para su mantenimiento se encuentran debidamente indicados.

El sistema de iluminación es comercializado actualmente en el mercado nacional bajo el código G-88GD de la compañía LAITING S.A. de C.V. y es una lámpara realizada en aleación de antimonio, con un bulbo de halógeno de 50 wats de corriente alterna.

En lo que respecta a la conexión de los elementos eléctricos, será realizado como se expresa en los diagramas técnicos presentados, con la finalidad de garantizar el correcto funcionamiento del equipo y que su disposición sea óptima para el trabajo.

### 5.2 Diagramas de flujo

Para la producción en serie de el equipo que se he diseñado, se propone contar con equipo tal como: dobladora de volteo con capacidad mínima de 30 toneladas, torno paralelo, taladro de banco, planta de soldar de 125 a 250 amperes, roladora de tubo con capacidad de 2" de diámetro, así como con el personal adecuado para su utilización, lo que implica el trabajo de dos obreros, dos obreros calificados, un técnico en sistemas hidráulicos y un técnico en sistemas eléctricos, para poder optimizar su elaboración, actuando de acuerdo con el siguiente diagrama de flujo.

### LISTADO DE PARTES

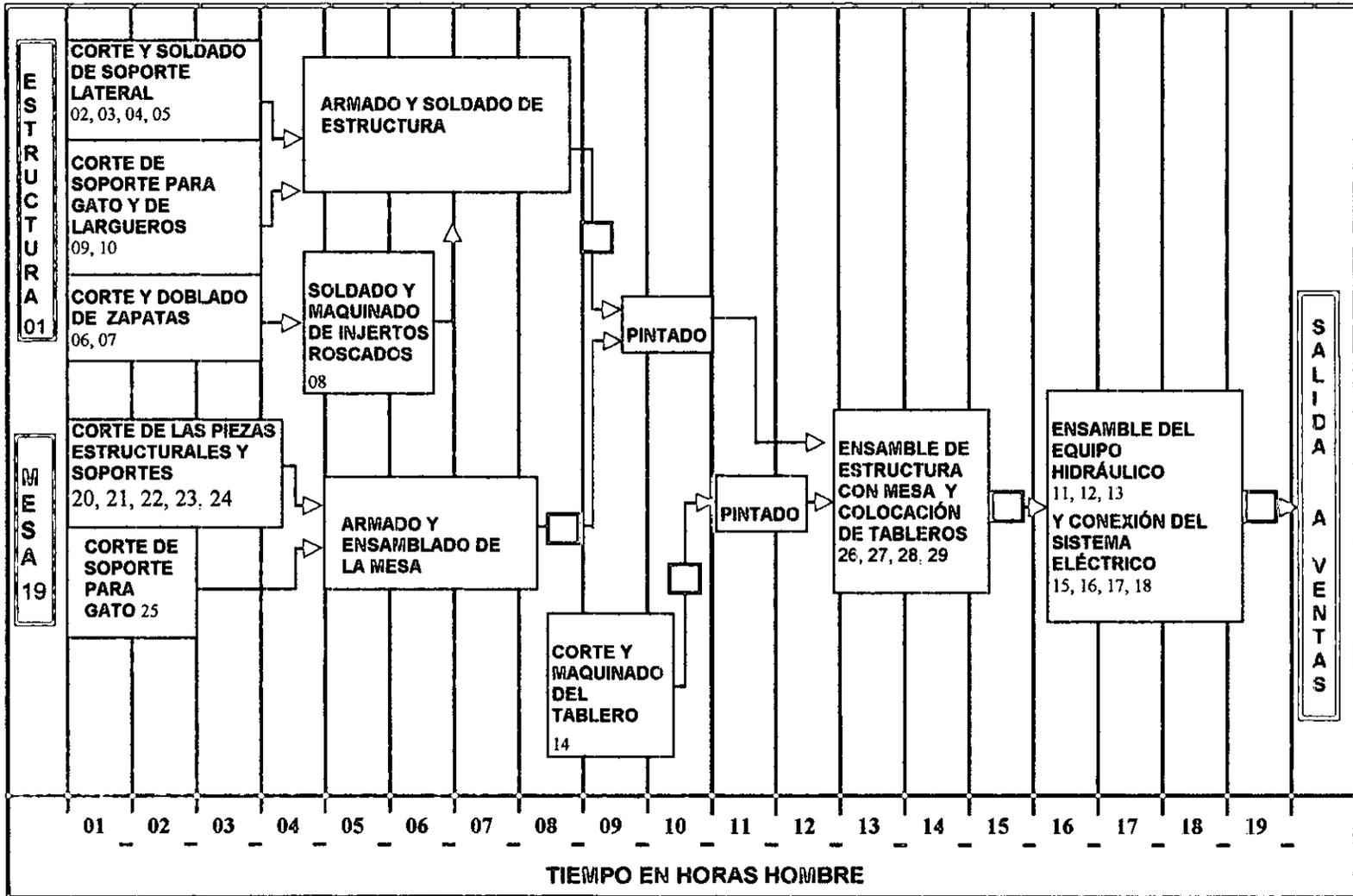
#	Nombre de la pieza		clave	cantidad
01	1 Estructura		ES1	1
02	1.1 Soporte	■	E01	2
03	1.2 Solera de refuerzo	■	E02	2
04	1.3 Refuerzos	■	E04	4
05	1.4 Contra buje	■	E05	2
06	1.5 Zapata lateral	■	E06	2
07	1.6 Zapata central	■	E07	1
08	1.7 Injertos roscados	■	E09	4
09	1.8 Largueros	■	E03	2
10	1.9 Sujeción para el gato	■	E08	2
11	2 Motobomba.	■	H1	1
12	3 Gato hidráulico	■	H2	1
13	4 Mangueras	■	H3	2
14	5 Tablero	■	S1	2
15	5.1 Control principal	■		2
16	5.2 Interruptor	■		2
17	6 Lámpara	■	I1	4
18	7 Interruptor de posición	■		2
19	8 Mesa		ES2	2
20	8.1 Eje	■	M01	1
21	8.2 Larguero curvo	■	M02	1

22	8.3 Refuerzo triangular	■	M05	2
23	8.4 Refuerzo central	■	M03	1
24	8.5 Soporte central	■	M04	2
25	8.6 Soporte para el gato	■	M06	1
26	9 Perno para el gato	■	S1	2
27	10 Posicionador	■	S4	1
28	11 Perno de soporte	■	S2	2
29	12 Bujes	■	S3	2

■

**La clave corresponde a la empleada en el plano de explosiva.**

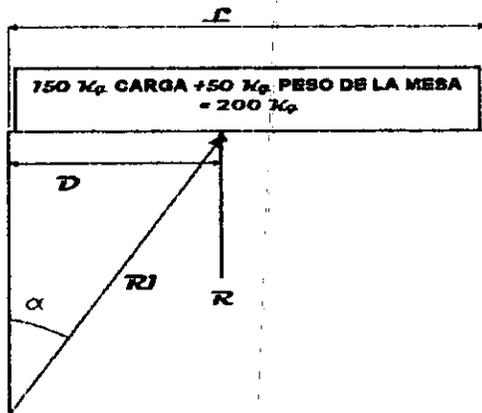
DIAGRAMA DE FLUJO



INSPECCIÓN

### 5.3 Cálculos estructurales

Con la finalidad de garantizar que el producto cumpla con la función para la cual ha sido diseñado, y que no presentara problemas al momento de aplicarle los esfuerzos a los que será sometido, se presentan los siguientes cálculos de estructura y de los materiales aplicados en su elaboración.



$$L = 80 \text{ Cm}$$

$$\alpha = 23^\circ$$

$$D = 30 \text{ Cm}$$

$$W = 200 \text{ Kg}$$

$$M = W \cdot L = 200 \text{ Kg} \cdot (40 \text{ Cm}) = 8000 \text{ Kg.cm}$$

$$\sum M = 0 \Rightarrow R + W = 0$$

$$R = M + D = 8000 \text{ Kg.cm} + 30 \text{ Cm} = 266 \text{ Kg}$$

$$R_I = R (\text{CDS } \alpha) = 266 \text{ Kg} (\text{CDS } 23^\circ)$$

$$R_I = 244.85 \text{ Kg}$$

Este calculo nos sirve para determinar que los calibres del material son los adecuados con la carga a la que será sometido. Por otro lado nos sirven de base para poder calcular la capacidad del sistema hidráulico.

Datos:

$$R_I = 489.7 \text{ Kg} (2.205) = 1079.79 \text{ Ll}$$

$$R = 1.25" \quad P = \text{PRESION}$$

$$P = R + A = R_I + \Pi(R^2) =$$

$$1079.79 \text{ Ll} + \Pi (1.25) =$$

$$1079.79 \text{ Ll} + 4.919 \text{ m}^2$$

$$P = 219.92 \text{ lb/in}^2$$

Lo que representa un equipo hidráulico que soporte una carga mínima de 250 libras por pulgada

cuadrada. Ahora bien, para conocer el flujo de aceite requerido, que es otra condición para adquirir correctamente el equipo, debemos conocer la capacidad de aceite necesaria para que el cilindro realice el movimiento desde un extremo hasta el otro.

$$V = A(L)$$

$$V = 4.919m^2 (0.59m) = 2.91739m^3$$

CONVIRTIENDO:

$$2.91739m^3 + 61.02 = 0.60 Litros$$

$$V = 0.60 Litros$$

por lo que si se requiere que el desplazamiento total del carro se realice en un tiempo aproximado de 2 segundos, que es el tiempo que tarda la dobladora en realizar el doblado en su velocidad máxima, la cual es de 30 ciclos por minuto (ver pagina 10, capítulo 1), lo que indica que la bomba deberá circular la cantidad correspondiente a 30 veces el volumen del desplazamiento en un minuto, lo que significa:

$$0.60 (30) = 20.4 Litros por minuto$$

CONVIRTIENDO:

$$20.4 L. (0.2612) = 5.32 Galones por minuto$$

Debido a las condiciones comerciales del equipo, se recomienda una bomba con capacidad de 6 galones por minuto, y ya que es mayor el flujo de aceite, la velocidad también se incrementa:

$$6 (3.70) = 22.60 Litros$$

$$22.60 L + 0.60 = 33.35 veces$$

$$60 + 33.35 = 1.0 Seg.$$

En lo que respecta al volteo que se genera por el diseño empleado, se anulara con el uso de 8 anclajes de expansión para cargas pesadas y dinámicas tipo HSL insertados al piso de concreto de la planta, particularmente se empleará el modelo HSL M 12/25, el cual tiene una resistencia a la extracción de 1460 Kg Y al corte de 2458Kg con lo que obtenemos una resistencia total de cerca de 11000 kg y puesto que tenemos un momento de 8000 Kg obtenemos una seguridad del 137%.

#### 5.4 Costos.

La elaboración de un análisis de costos para cualquier producto implica elementos que le afectan substancialmente, tales como la aplicación de ciertos ensambles, como

la soldadura, o de procesos, como los dobleces, los cortes, etc. Y logran reducir o incrementar el precio final del producto, pero en este caso se presenta una cotización desarrollada basándose en el costo de los materiales empleados, que si bien no es una referencia exacta del precio de venta, si nos muestra una aproximación bastante cercana al costo real.

El equipo hidráulico esta cotizado en dolares con un tipo de cambio al 10 de agosto de 2001 de \$9.08 pesos por dolar.

CANT.	UNIDAD	MATERIAL	PRECIO U.	PRECIO TOTAL
31.54	Kg	PTR	\$5.90	\$186.12
0.67	Mt <sup>2</sup>	LAMINA CAL. 10	\$547.80	\$367.03
25.16	Kg	TUBO MECANICO	\$6.20	\$156.00
4.00	kg	COLD ROLLED	\$7.19	\$28.76
2	Pza	BUJES	\$126.00	\$256.00
5.2	Mt	SOLERA	\$47.92	\$249.18
5	Kg	SOLDADURA	\$78.20	\$391.00
1	Pza	EQ. ELECTRICO	\$1,150.00	\$1,150.00
1	Pza	EQ. HIDRAULICO	\$1,500.00	\$13,620.00
		TOTAL MATERIAL		\$16,404.08
		MANO DE OBRA		\$8,000.00
		EQUIPO Y HERRAM.		\$10,000.00
			<b>COSTO DIRECTO</b>	\$34,404.09
			<b>COSTO INDIRECTO</b>	\$15,481.84
			<b>TOTAL</b>	\$49,885.93

## CONCLUSIONES

El objeto del presente trabajo ha sido ofrecer una solución práctica al problema que presentan las máquinas dobladoras de lámina de tipo cortina, resolviendo el soporte del material antes y después del doblado, brindando conjuntamente un sistema de iluminación auxiliar al área de trabajo, lo que genera un ambiente de seguridad para el trabajador al desempeñar sus labores.

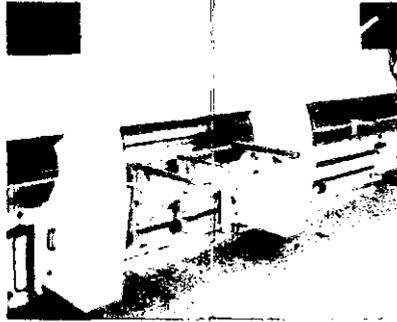
La propuesta de diseño lograda resulta no solo funcional sino atractiva al manejar conceptos tales como minimalismo, y funcionalismo; lo que al conjugarse genera una identidad propia. Sin necesidad de retomar identidades extranjeras que son reconocibles, por lo que considero haber creado de un estilo propio y que a su vez coordina con el diseño dichas máquinas, lo que permite que armonice con cualquiera que sea el equipo con el que se acople.

En lo que concierne al funcionamiento del equipo, éste resulta bastante aceptable desde el momento en que evita al

operador el contacto directo con el material durante la deformación, lo que reduce la posibilidad de accidentes. Ahora bien, no es posible concluir de manera contundente con respecto al impacto que nuestro diseño tendrá en la disminución de accidentes, ya que resulta casi imposible obtener información fehaciente acerca de las horas hombre perdidas por este tipo de accidentes, ya que estadísticamente se encuentran agrupadas con otras tantas de maquinaria, pero el precio establecido previamente resulta inferior a cualquier gasto de aseguradora.

Dentro del esquema del trabajo no se presenta ningún apartado respecto a productos existentes o análogos, debido a la inexistencia de estos durante el desarrollo de la investigación previa, sin embargo en investigaciones recientes se encontró con un producto análogo al de ésta propuesta, este artículo se ofrece como opcional en la máquina marca LVD de la serie PPB y se trata de un soporte neumático para las hojas de lámina, (ilustración 40) con lo cual resuelven la problemática del contra plegado, y evitan a su vez que el material caiga después de haber sido doblado, sin embargo el equipo tiene un precio adicional al de la máquina de \$10,000 dólares americanos, y se vende exclusivamente con equipo nuevo, integrado a su sistema.

## CONCLUSIONES



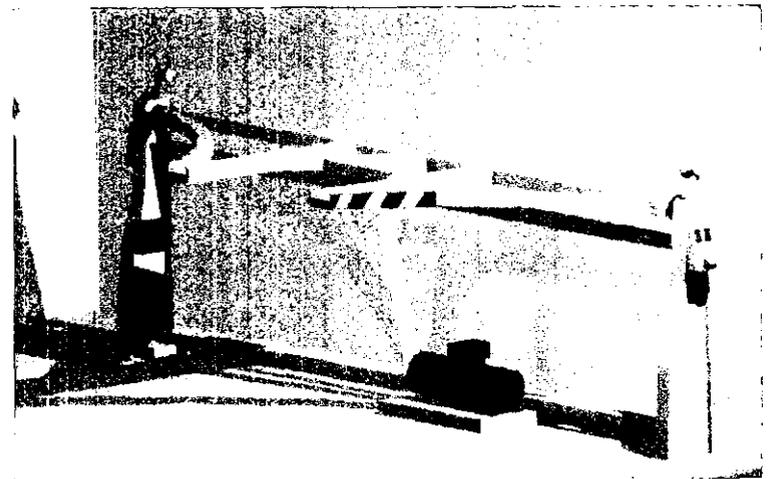
**Ilustración 40: equipo neumático para soporte de lámina.**

Otro inconveniente del equipo comercializado, es el punto concerniente a la iluminación en el área de trabajo, condición que no ha sido tomado en cuenta por ningún equipo en el mercado y al que la propuesta ofrece una solución practica y funcional lo que da ventaja a nuestro diseño respecto al comercial.

Otra ventaja que otorga nuestra propuesta es la adaptación a cualquier marca y modelo de máquina que se encuentre dentro de los parámetros establecidos para el diseño de la maquina dobladora. Así mismo, aunque la máquina a la que se quisiera acoplar fuera de otra longitud de doblez, nuestra propuesta tiene la versatilidad de ser modificada durante su ensamble, variando algunas de sus partes para obtener un equipo de menor o mayor

dimensión sin sufrir problemas en la estructura y soportar la misma carga, respondiendo así necesidades de otros modelos y capacidades de máquina, tales como de 6, 8 y 12 pies de largo, que equivalen a 1.80, 2.44 y 3.60 metros, que son otras medidas comerciales de la maquinaria.

En este momento es necesario hacer un paréntesis para indicar que la propuesta de éste trabajo ha sido desarrollada para la medida de mayor comercialización en México, (3.05 metros) y el peso máximo de la lámina de acero, (51 kg/m<sup>2</sup>) y cualquier modificación en el diseño original modificaría el precio aproximado presentado.



## CONCLUSIONES

de los fabricantes de maquinaria, ya que mejoran las condiciones del equipo desde el punto de vista técnico, pero se deja de lado el factor humano por lo que es éste quien tiene que adaptarse a la máquina cuando debiera ser al revés.

Como profesionista este trabajo me ha permitido complementar el aspecto humano de todo diseño, al involucrarme con un tema en el que mucho se ha desarrollado desde el punto de vista ergonómico, pero que desafortunadamente poco se desarrolla en este tipo de industrias, por lo que corresponde al diseño dar alternativas de solución y aplicar los conceptos ergonómicos pertinentes.

Es así como resulta posible desarrollar gran cantidad de temas en este aspecto, generando seguridad y del mismo modo incrementando la productividad.

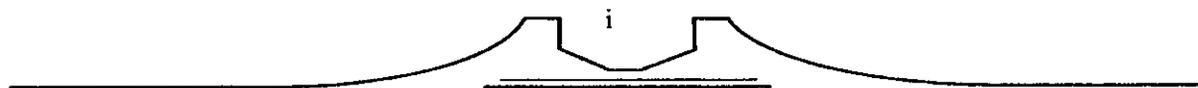


Ahondando en las ventajas que ofrece nuestro diseño se encuentra su precio, el cual se sitúa muy por debajo del sistema de marca aun cuando se tengan variantes en su longitud, así como la relación respecto al precio de las máquinas dobladoras nuevas o usadas en el mercado mexicano.

En lo referente al perfil académico y personal, el desarrollo del presente proyecto me ha permitido ver y entender la importancia de la seguridad en el trabajo, que en ocasiones responde a factores humanos, o de actitud y en otras a la falta de maquinaria específica o de sistemas eficaces y adecuados para el trabajador, el cual tiene que hacer uso de la maquinaria existente, en este caso productos de importación y que tienen la falta de un seguimiento lógico por parte

## GLOSARIO DE TERMINOS

- a) **Calibre:** medida que se emplea para indicar el espesor de la lamina.
- b) **Carrera:** distancia que recorre el componente de una máquina por un movimiento alternativo.
- c) **Ciclo:** movimiento alternativo o rotativo durante el cual el componente de una máquina efectúa un trabajo.
- d) **Contra plegado:** movimiento brusco de la lámina en sentido opuesto al dobléz.
- e) **Dado:** parte o elemento de la dobladora que entra en contacto con la lamina para realizar el dobléz.
- f) **Know how:** voz inglesa que se emplea para designar la tecnología propia de cada empresa.
- g) **Lamina:** hoja metálica con espesor inferior a  $\frac{1}{4}$  de pulgada (6mm).
- h) **Maquinaria y equipo:** es el conjunto de mecanismos y elementos combinados destinados a recibir una forma de energía para transformarla a una función determinada.
- i) **Matriz:** elemento metálico que con ayuda del dado conforma la lámina, sirviendo de molde.
- j) **Placa:** chapa metálica en forma de hoja con espesor igual o superior a  $\frac{1}{4}$  de pulgada (6mm).
- k) **Qwerty:** nombre con el que se conoce a los teclados de las máquinas de escribir modernas, denominado así por el sistema de agrupación de las letras, siendo estas las seis primeras del teclado.



# ANEXOS

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-STPS-1999, SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN LA MAQUINARIA Y EQUIPO QUE SE UTILICE EN LOS CENTROS DE TRABAJO.** (Extracto del diario oficial de la federación del día 06 de mayo de 1999)

## 1. Objetivo

Establecer las condiciones de seguridad y los sistemas de protección y dispositivos para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo que genere la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo.

## 2. Campo de aplicación

"La presente norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo que por naturaleza de sus procesos empleen maquinaria y equipo"

## 8. Protectores y dispositivos de seguridad

### 8.1 Protectores de seguridad en la maquinaria y equipo.

Los protectores son elementos que cubren a la maquinaria y equipo para evitar el acceso al punto de operación y evitar un riesgo al trabajador.

8.1.1 Se debe verificar que los protectores cumplan con las siguientes condiciones:

- a) proporcionar una protección total al trabajador;
- b) permitir los ajustes necesarios en el punto de operación;
- c) permitir el movimiento libre del trabajador;

- d) impedir el acceso a la zona de riesgo a los trabajadores no autorizados;
- e) evitar que interfieran con la operación de la maquinaria y equipo;
- f) no ser un factor de riesgo por sí mismos;
- g) permitir la visibilidad necesaria para efectuar la operación;
- h) señalarse cuando su funcionamiento no sea evidente por sí mismo, de acuerdo a lo establecido en la NOM-026-STPS-1998;
- i) de ser posible estar integrados a la maquinaria y equipo;
- j) estar fijos y ser resistentes para hacer su función segura;
- k) no obstaculizar el desalojo del material de desperdicio.

8.1.2 Se debe incorporar una protección al control de mando para evitar un funcionamiento accidental.

8.1.3 En los centros de trabajo en donde por la instalación de la maquinaria y equipo no sea posible utilizar protectores de seguridad para resguardar elementos de transmisión de energía mecánica, se debe utilizar la técnica de protección por obstáculos. Cuando se utilicen barandales, éstos deben cumplir con las condiciones establecidas en la NOM-001-STPS-1993.

### 8.2 Dispositivos de seguridad.

Son elementos que se deben instalar para impedir el desarrollo de una fase peligrosa en cuanto se detecta dentro de la zona de riesgo

de la maquinaria y equipo, la presencia de un trabajador o parte de su cuerpo.

8.2.1 La maquinaria y equipo deben estar provistos de dispositivos de seguridad para paro de urgencia de fácil activación.

8.2.2 La maquinaria y equipo deben contar con dispositivos de seguridad para que las fallas de energía no generen condiciones de riesgo.

8.2.3 Se debe garantizar que los dispositivos de seguridad cumplan con las siguientes condiciones:

- a) ser accesibles al operador;
- b) cuando su funcionamiento no sea evidente se debe señalar que existe un dispositivo de seguridad, de acuerdo a lo establecido en la NOM-026-STPS-1998;
- c) proporcionar una protección total al trabajador;
- d) estar integrados a la maquinaria y equipo;
- e) facilitar su mantenimiento, conservación y limpieza general;
- f) estar protegidos contra una operación involuntaria;
- g) el dispositivo debe prever que una falla en el sistema no evite su propio funcionamiento y que a su vez evite la iniciación del ciclo hasta que la falla sea corregida;
- h) cuando el trabajador requiera alimentar o retirar materiales del punto de operación manualmente y esto represente un riesgo, debe usar un dispositivo de mando bimanual, un dispositivo asociado a un protector o un dispositivo sensitivo.

8.2.5 En la maquinaria y equipo que cuente con interruptor final de carrera se debe cumplir que:

- a) el interruptor final de carrera, esté protegido contra una operación no deseada;
- b) el embrague de accionamiento mecánico, pueda desacoplarse al completar un ciclo;
- c) el funcionamiento sólo se pueda restablecer a voluntad del trabajador.

## 12. Concordancia con normas internacionales

Esta norma no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

**CATALOGO HILTI MEXICANA S.A. DE C.V.**  
**PAGINA 47**

HSL

Modelo	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Longitud útil (mm)	Válvula de cierre (mm)	Diámetro de protección (mm)							
42	55	65	20	762	1084	20	40	HSL M 8/20	000253737			
42	115	65	40	762	1084	20	40	HSL M 8/40	000253752			
42	107	75	20	1104	1718	40	20	HSL M 10/20	000253754			
42	127	75	40	1104	1718	40	20	HSL M 10/40	000253756			
42	120	80	25	1860	2453	60	20	HSL M 12/25	000253727			
42	145	80	50	1420	2458	60	20	HSL M 12/50	000253735			
42	148	105	25	2523	4374	150	10	HSL M 16/25	000253743			
42	173	103	50	2826	4374	150	10	HSL M 16/50	000253730			
42	183	130	30	3315	6853	350	8	HSL M 20/30	000253733			
42	213	120	60	3315	5853	300	6	HSL M 20/60	000253736			
42	205	153	30	4472	8141	525	4	HSL M 24/30	000253738			
42	225	153	60	4472	8141	525	4	HSL M 24/60	000253843			

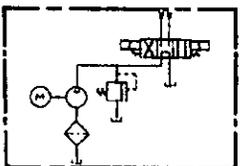
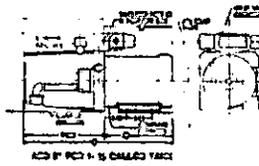
# EQUIPO HIDRÁULICO PROPUESTO;

pump/motor/valve/tank

PUMP/MOTOR SPECIFICATIONS

Modelo	HP	Volts	Freq.	Velocidad (RPM)	Altura (ft)	Diámetro (in)	Material
1000	1/2	115	60	1725	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	230	60	1725	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	115	50	1425	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	230	50	1425	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	115	40	1125	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	230	40	1125	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	115	30	825	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	230	30	825	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	115	20	525	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	230	20	525	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	115	15	375	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	230	15	375	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	115	10	225	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	230	10	225	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	115	7.5	165	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	230	7.5	165	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	115	5	112.5	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	230	5	112.5	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	115	3.5	75	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	230	3.5	75	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	115	2.5	52.5	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	230	2.5	52.5	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	115	1.5	31.5	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	230	1.5	31.5	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	115	1	21	10	1.5	Aluminio
1000	1/2	230	1	21	10	1.5	Aluminio

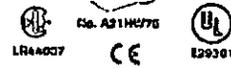
B1 + B55 +  
 Cilindro 5/16 x 1 x 1/8  
 1,600 - USD  
 400 - USD



COTIZACIÓN REALIZADA EN:  
**RACINE HYDRAULICS DE MÉXICO S.A. DE C.V.**  
 Blvd. PUERTO AÉREO 360  
 Col. MOCTEZUMA.  
 El día 07 de mayo de 2001.

# CATALOGO GRAINGER S.A. DE C.V. VARIAS PAGINAS.

- Elaboración:** Estaciones de Control de Diámetro 22mm para Pared
- PROTECTO máximo
  - Múltiple, doble aislamiento, para uso exterior y exterior
  - La armadura provee entrada con 1 a 8 cables, con desactivación en la base
  - Contactos de bloque incluidos
  - Contactos de bloque con capacidad NEMA AG00-Q600
  - Clasificación UL, Certificado CSA, aprobación IEC, Murra CE



## ESPECIFICACIONES DE ESTACIONES DE PARED PRECONCIGLADAS, Y DATOS PARA ORDENAR

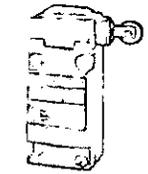
Tipo de Control	Nomenclatura	Dimensiones (Pulg.) Largo Ancho Altura	Modelo Nomenclatura	No. Stock	Peso (lb) Pared
Datos (de Menor)	Atq	2.68 2.63 2.0	XAL B184	A21H0774	0.7
Datos (de Mayor o de Gear para Librar)		2.68 2.63 2.0	XAL J174	AB1H0778	0.2

## Elaboración: Sensores de Proximidad Inductivos Tubulares

- Los modelos universales están diseñados con antenas extremas y para instalarse con facilidad; amplio rango de voltaje, conductor de 2 hilos corriente directa, versión derecha o de 3 hilos corriente directa, cuerpo a prueba de agua sellado (IP68)
- Indicadores de 30°
- Incluye protectores extremos
- Cable de 2 metros (6.6'), excepto donde se indique lo contrario
- El cable se requiere reemplazar sensores, cable de fijación para montaje (sin ajuste) o los conectores brindan un significativo ahorro de tiempo. Brinda de fijación en orden por separado.
- Los modelos de plástico son antielectrónicos para aplicaciones en sector alimenticio (IP68 para el modelo universal, IP67 para el modelo económico)
- Incluye tuercas para montaje (tuercas de seguridad para cuerpos metálicos)
- Cumple con los grados de protección NEMA 3, 4X, 6P, 12 y 13



Modelo Universal



No. A21J050

## Elaboración: Interruptores de Límite

- Precisión, herméticos al aceite
- Caja clasificada como NEMA 1, 2, 4, 6, 6P, 12 y 13



## DATOS PARA ORDENAR INTERRUPTORES LÍMITE TIPO ENCHUFABLE

Clase	Tipo	Descripción	Conmutación	Tipo de Contacto	Tamaño/Potencia Operación	Cable (Pulg.) An. Pared	Modelo	No. Stock
DE POLO (ENCUADRO DE CABLE TIPO (CPT))								
A		Uso Rudo (Clasificación Pre-Visión-10)	ON & COFF	SPDT (NO + INO)	4.5 @ 250V	2.5	C5439	A21H232
		Uso Rudo (Clasificación Pre-Visión-9)	ON & COFF	SPDT (NO + INO)	4.5 @ 250V	2.5	C5442	A21J056
		Uso Rudo (Per de Tronco Extra Ligero)	ON & COFF	SPDT (NO + INO)	28 @ 250V	1.55	C5442	A21J234
B		Uso Rudo (Limbo Lateral de Rod)		SPDT (NO + INO)	4.5	3.5	C54F	A21J044
C		Uso Rudo (Limbo Lateral de Rod)		SPDT (NO + INO)	4.5	2.8	C54D	A21J046
		Uso Rudo (Limbo Lateral de Rod Ajustado)		SPDT (NO + INO)	4.5	2.5	C54C	A21J199
D		Uso Rudo (Limbo de Rod Superior)		SPDT (NO + INO)	3.5	1.5	C54E	A21J071
				SPDT (NO + INO)	3.5	1.5	C54E	A21J079

## Bibliografía.

Oborne, David, J. **Ergonomía en acción**, Editorial Trillas, 2ª edición, tercera reimpresión, México, 1996

Panero, Julius, Martín Zelnik, **Las dimensiones humanas en los espacios interiores**, Editorial Gustavo Gili, S.A. 5ª Edición, México, 1991.

Rodríguez Morales, Gerardo, **Manual de diseño industrial**, Editorial UAM-A Gustavo Gili, S.A. 3ª Edición, México.

Pinches, Michael J., John Ashby, **Power Hydraulics**, Prentice Hall international (UK) Ltd., United Kingdom, 1989.

Sierrar Daniel, Pedro Irigoyen R., **Resistencia de Materiales**, Editorial Diana S. A. 1ª edición, 3ª impresión México 1982