



**Universidad Tecnológica de Torreón**  
Organismo Público Descentralizado del Gobierno del Estado de Coahuila

---

# **PROYECTO MEMORIA DE ESTADÍA PROFESIONAL: DISEÑO DE UN JIG DE VERIFICADO**

**REALIZADO EN:  
PROYECTOS DE INGENIERIA**

**PRESENTA:  
DALIA LIZBETH TARANGO ENRIQUEZ**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO EN METAL - MECÁNICA**

TORREÓN, COAHUILA

ABRIL DE 2011



**Universidad Tecnológica de Torreón**  
Organismo Público Descentralizado del Gobierno del Estado de Coahuila

---

# **PROYECTO MEMORIA DE ESTADÍA PROFESIONAL: DISEÑO DE UN JIG DE VERIFICADO**

**REALIZADO EN:  
PROYECTOS DE INGENIERIA**

**ASESOR DE PROYECTO:  
MC HECTOR MARTINEZ HERNANDEZ**

**PRESENTA:  
DALIA LIZBETH TARANGO ENRIQUEZ**

TORREÓN, COAHUILA

ABRIL DE 2011

# ...91... PROYECTOS DE INGENIERIA

TORREON, COAH. A 12 DE ABRIL DEL 2011

ING. RUTH AIDEE CORTES CARDENAS  
JEFE DE PRACTICAS Y ESTADIA

Por medio de la presente hago de su conocimiento que el C. DALIA LIZBETH TARANGO ENRIQUEZ con matricula 064405 quien cursa el 11vo. cuatrimestre de la carrera de INGENIERIA EN METAL MECANICA; finalizó la presentación de las PRÁCTICAS PROFESIONALES ante esta Dirección; la cual realizó durante el periodo de ENERO A ABRIL habiendo cumplido satisfactoriamente con las actividades encargadas para el efecto de liberación.

Sin otro particular; extendiendo la presente a petición del (a) interesado (a) para los fines Académicos que más le convengan, agradeciendo de antemano la atención que se sirva prestarle.



ATENTAMENTE

  
Armando Chávez Glz

ING. JOSÉ ARMANDO CHÁVEZ GONZÁLEZ  
COORDINADOR

AV. PROLONGACION MATAMOROS #3538 COL. NUEVA TORREON C.P. 27060  
TORREON, COAHUILA.

...91...  
PROYECTOS DE INGENIERIA  
Asesoría y Servicios Residenciales, Comerciales e Industriales

## **Agradecimientos**

A Dios que me ha heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo "sus padres".

Con la mayor gratitud por los esfuerzos realizados para que yo lograra terminar mi carrera profesional siendo para mí la mejor herencia.

A mi madre que es el ser más maravilloso de todo el mundo.

A mi padre porque desde pequeña ha sido para mí un gran hombre maravilloso al que siempre he admirado.

Gracias por el apoyo moral, su cariño y comprensión que desde niña me han brindado, por guiar mi camino y estar junto a mí en los momentos más difíciles.

A mis hermanas quienes la ilusión de su vida ha sido verme convertida en una persona de provecho.

Y a todas aquellas personas que comparten conmigo este triunfo, profesores, amigos, compañeros y familiares.

Gracias por guiar mi vida con energía, esto ha hecho que sea lo que soy.

Con amor, admiración y respeto.

Gracias

# INDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO 1 .....	2
1.1 Justificación .....	2
1.2 Datos generales de la empresa .....	3
1.3 Antecedentes de la empresa .....	4
1.4 Descripción de la empresa .....	5
1.4.1 Misión .....	5
1.4.2 Visión .....	5
1.4.3 Valores .....	6
1.4.4 Objetivos de la empresa .....	8
1.5 Descripción del área donde se realizó la estadía .....	10
1.5.1 Objetivo .....	10
1.5.2 Función .....	10
1.5.3 Estructura organizacional .....	11
CAPITULO 2 .....	12
1 Análisis del problema .....	12
2 Objetivo del proyecto .....	13
3 Marco conceptual .....	14
3.1 Componentes .....	14
3.1.1 Actuadores .....	14
3.1.1.1 Actuadores lineales .....	15
3.1.1.2 Cilindros de simple efecto .....	15
3.1.1.3 Cilindros de doble efecto .....	17
3.1.1.4 Desfase fuerza /velocidad .....	19
3.1.1.5 Cilindros de doble vástago .....	21
3.1.1.6 Actuadores de giro .....	23
3.1.1.7 Actuador de paleta .....	23
3.1.1.8 Actuador piñón -cremallera .....	26

3.1.1.9 Motores de paletas.....	28
3.1.2 Selección de un cilindro.....	30
3.1.3 Sensores.....	31
3.1.3.1 Sensores Fotoeléctricos.....	31
3.1.3.2 Detector de reconocimiento de objetos .....	33
3.1.3.3 Sensor inductivo .....	34
3.1.3.4 Sensor Capacitivo: .....	35
3.1.3.5 Sensor Retroreflectivo .....	36
3.1.3.6 Sensores fibra óptica.....	37
3.1.3.7 Sensor de color.....	38
3.1.3.8 Lector código de barras.....	39
3.1.3.9 Barrera óptica de seguridad .....	40
3.1.3.10 Sensores de final de carrera .....	41
3.1.3.11 Sensores Laser .....	42
3.2 Materiales.....	43
3.2.1 Acero AISI-SAE 1018 (UNS G10180).....	43
3.2.2 Acero Inoxidable .....	44
3.2.3 Aluminio.....	45
3.2.4 Perfilera de aluminio .....	48
4 Metodología y descripción de las actividades desarrolladas en la etapa profesional.....	50
4.1 Diseño de una maquina verificadora.....	50
4.2 Elementos básicos de una verificadora .....	51
4.2.1 Inyector .....	52
4.2.2 Estrangulador.....	58
4.2.3 Destructor.....	61
4.2.4 Atrapador .....	63
4.2.5 Marcaje.....	66
4.3 Procedimiento .....	69
4.3.1 Posicionamiento.....	69
4.3.2 Asegurando la posición del componente .....	71

4.3.3 Agregar los componentes de los extremos .....	72
4.3.4 Colocación del cilindro del destructor.....	73
4.3.5 Colocación de los demás cilindros. ....	74
4.3.6 Ajuste en x, y, z.....	75
4.3.7 Colocación de las torres y las bases .....	79
4.3.8 Colocación de bases para sensores .....	80
CONCLUSIONES .....	81
BIBLIOGRAFIA.....	82

# INTRODUCCIÓN

La industria automotriz se encarga del diseño, desarrollo, fabricación, ensamblaje, comercialización y venta de automóviles. Es una gran generadora de empleo ya que además de la mano de obra directa que requiere, genera toda una industria paralela de componentes, por lo que la mano de obra indirecta creada es sumamente grande también.

En el siguiente reporte veremos el desarrollo de un equipo verificador para el componente de un automóvil coreano de la línea Fisker, siendo este solo una mínima parte del proyecto de esta compañía, ya que se fabricaron alrededor de 20 equipos para diferentes números de parte.

Se da importancia suficiente a la precisión que debe de poseer el equipo ya que la falla o fuga en este componente representaría serias pérdidas tanto económicas como materiales en la fabricación del componente y del automóvil en sí.



# **CAPITULO 1**

## **1.1 Justificación**

Con el paso de los años la tecnología avanza rápidamente y las nuevas ideas, los nuevos productos y los procesos y técnicas de manufactura están creando nuevos puestos más especializados. Para avanzar en la rama del maquinado, una persona se tiene que mantener actualizada con la tecnología moderna.

La tecnología es una actividad que hace posible producir bienes de mejor calidad. Por lo tanto, se puede decir que la tecnología se puede utilizar para aumentar los recursos de una nación y generar riqueza. Pareciera que los países más progresistas y ricos del mundo son aquellos que utilizan la última tecnología de manufactura, siendo más productivos que otros países.

La tecnología está en continuo cambio y mejoramiento, duplicándose el acervo tecnológico cada tres o cinco años. Las máquinas y procesos de manufactura de hace tan solo diez años pueden tener dos generaciones de atraso con respecto a las naciones manufactureras más progresivas del mundo. No solo es importante mantenerse al tanto en las mejoras de equipos y procesos, sino que es de igual o mayor importancia prepararse en los mercados de trabajo tecnológicos.

La máquina aporta todo el respaldo y el trabajo base de todas las tecnologías de manufactura es por esto que la constante innovación es primordial.

## **1.2 Datos generales de la empresa**

Nombre de la empresa: PROYECTOS DE INGENIERÍA

Sector y giro de la empresa: Fabricación de maquinaria y equipo automatizado para industrias manufactureras, metal mecánicas, entre otras.

Dirección: Ing. José Armando Chávez González.

Proyecto: Jig de verificado.

Asesor de la empresa: Ing. José Armando Chávez.

Cargo del Asesor: Gerente general.

### **1.3 Antecedentes de la empresa**

En el año 2007 la empresa proyectos de ingeniería da su comienzo, se empezó como un simple taller de maquinado, pero el Ing. José Armando Chávez, al ver las necesidades con empresas como Cooper Standard se decidió a formar su empresa llevando por nombre proyectos de ingeniería.

El nombre es en base a que se realizaría el diseño y manufactura de máquinas automatizadas. El año en que se formó la empresa, se empezó a dar a conocer pero, debido a la falta de recursos fue un total fracaso. No fue sino hasta dentro de un año en que la empresa retomó su curso y se levantó nuevamente.

En ese año la empresa contaba con una plantilla de trabajo de 8 personas, no contaba con muchos proyectos y las deudas del año anterior dejaban pendientes pagos y trabajos, pero la actitud y visión de José Armando Chávez era otra. No era solo un taller de maquinado, era una empresa y – acorde a sus palabras- “Para poder ser una empresa tenemos que vernos como empresa”.

Hoy en día la empresa se ha reconocido regionalmente en la gama manufacturera, todo esto gracias a la calidad que ofrece en sus proyectos.

La empresa hoy en día cuenta con un equipo de trabajo de 22 personas y sigue creciendo.

## **1.4 Descripción de la empresa**

### **1.4.1 Misión**

Satisfacer y superar ampliamente las necesidades de nuestros clientes suministrando un servicio efectivo con sentido de urgencia y calidad a cualquier necesidad.

### **1.4.2 Visión**

Nuestra visión es entrar dentro de la industria manufacturera y poder ser una empresa de proyectos industriales con reconocimiento a nivel nacional, asegurando así una relación permanente con nuestros clientes, proveedores y comunidad; innovando constantemente y sirviendo a la sociedad con empeño y dedicación en las áreas metal mecánica y de automatización.

Nos enorgullecemos de comprender los problemas y oportunidades de la consultoría, además de que nuestra empresa está comprometida a lograr la excelencia y esto es notorio en todos nuestros servicios. Nuestros clientes son nuestra mejor posesión y estamos dedicados a servir sus necesidades.

### **1.4.3 Valores**

#### **Honestidad**

- Ser sinceros con nosotros mismos y con los demás.
- Actuar con transparencia, confianza e igualdad.

#### **Pertenencia e identificación**

- Sentirse en la familia formando parte de la organización.
- Estar orgulloso del lugar de trabajo.
- Cuidar los recursos de nuestra empresa.

#### **Responsabilidad y compromiso**

- Cumplir con nuestras obligaciones.
- Asumir las consecuencias de nuestras acciones.
- Lo que decimos, lo hacemos.

#### **Pasión**

- Hacer las cosas con amor y cariño.
- Dar el 100% de nuestro esfuerzo.
- Compromiso en cuerpo, mente y alma.

#### **Respeto y humildad**

- Tratar a los demás como queremos ser tratados.
- Atender con cortesía al público y a mis compañeros.
- Estamos dispuestos a aprender de nuestros errores.

#### **Excelencia en el servicio**

- Lo que hacemos, lo hacemos bien.
- Brindar el mejor servicio y atención al cliente.

## **Unión**

- Trabajar en equipo y comunicarnos respetuosamente para alcanzar metas comunes.

## **Alegría**

- Propiciar el entusiasmo y dar nuestra mejor sonrisa.
- Sentirnos felices en nuestro trabajo.

## **Innovación**

- Buscar, imaginar, crear, enseñar y deleitar.
- Libertad para expresar nuestras ideas.

### 1.4.4 Objetivos de la empresa

Nuestro objetivo principal es entrar por completo a la industria metal mecánica y poder ser reconocida, además de mostrar una nueva alternativa con gran aceptación en la industria mediante una gran variedad de maquinaria fabricada en las diversas necesidades de las industrias y teniendo en cuenta que se debe ser accesible con el cliente.

La empresa al actuar dentro de un marco social e influir directamente en la vida del ser humano, necesita un patrón u objetivos deseables que le permitan satisfacer las necesidades del medio en que actúa, fijándose así los objetivos empresariales que son:

**Económicos:** Tendientes a lograr beneficios monetarios.

- Cumplir con los intereses monetarios de los inversionistas al retribuirlos con dividendos justos sobre la inversión realizada.
- Cubrir los pagos a acreedores por intereses sobre préstamos concedidos.
- Mantener capital a valor presente.
- Obtener beneficios arriba de los intereses bancarios para repartir utilidades a inversionistas.
- Reinvertir en el crecimiento de la empresa.

**Sociales:** Aquellos que contribuyen con el bienestar de la comunidad.

- Satisfacer las necesidades de los consumidores con bienes y servicios de calidad, en las mejores condiciones de venta.
- Incrementar el bienestar socioeconómico de una región al consumir materias primas y servicios; y al crear fuentes de trabajo
- Cubrir, mediante organismos públicos o privados, seguridad social.

- Contribuir al sostenimiento de los servicios públicos mediante el pago de cargas tributarias.
- Mejorar y conservar la ecología de la región, evitando la contaminación ambiental con nuestros servicios.

**Técnicos:** Dirigidos a la optimización de la tecnología.

- Utilizar los conocimientos más recientes y las aplicaciones tecnológicas más modernas en las diversas áreas de la empresa, para contribuir al logro de sus objetivos.
- Propiciar la investigación y mejoramiento de las técnicas actuales para la creación de tecnología nacional.
- Investigar las necesidades del mercado para crear productos y servicios competitivos.



## **1.5 Descripción del área donde se realizó la estadía**

### **Área de diseño**

#### **1.5.1 Objetivo**

El objetivo principal del área donde se realiza la estadía es el diseño en 3D de máquinas automatizadas, así sean hidráulicas, neumáticas, electro hidráulicas o electro neumáticas, ya que es lo más solicitado por las empresas metal mecánicas. Es primordial saber cuál es y cómo será la función que hará la maquina ya que esto varía su elaboración.

#### **1.5.2 Función**

Así sea una ensambladora, un jig de verificado, una lavadora de tubos o una prensa, por mencionar algunos de los proyectos que se han realizado, es necesario realizar un prototipo para poder sacar una cotización de materiales y elementos requeridos para la máquina, mostrar este al cliente y tener su aprobación para que den luz verde al proyecto.

### 1.5.3 Estructura organizacional

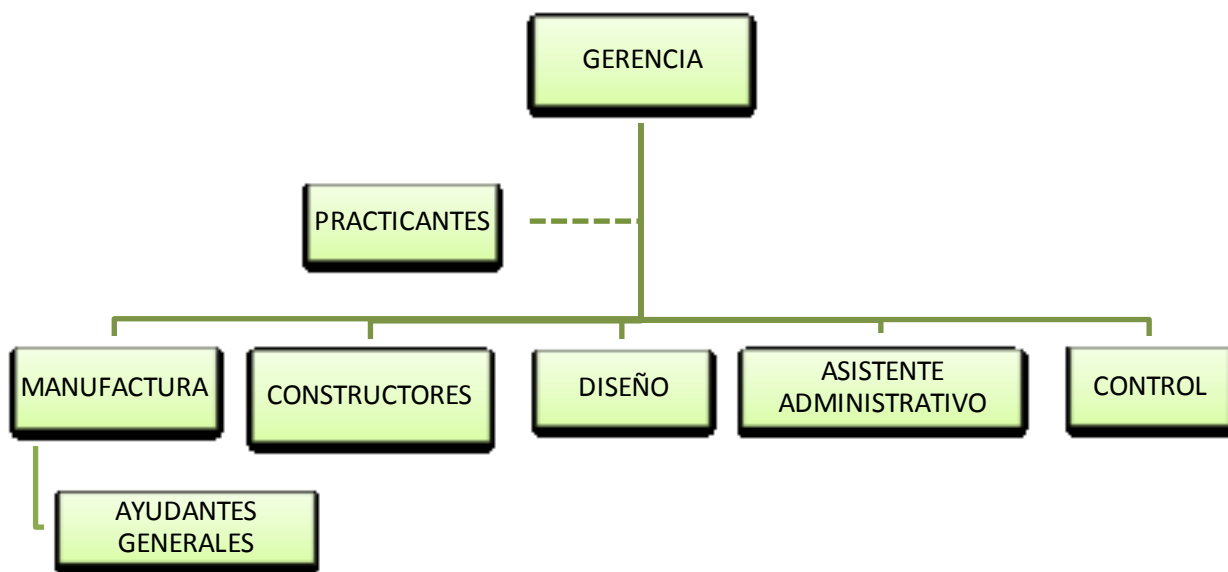


Fig. 1.1 Organigrama de la empresa.

## **CAPITULO 2**

### **Desarrollo de la estadía profesional**

#### **1 Análisis del problema**

En la industria automotriz las piezas y los componentes de los vehículos tienen tolerancias mínimas de error, ya que alguna falla en estos puede ocasionar grandes problemas de desempeño de la unidad y por tanto pérdidas económicas bastante considerables; sin mencionar que por alguno de estos errores se ponen en juego vidas humanas.

Es por esto que cada una de las piezas debe ser probada para poder detectar fallas o, fallas potenciales antes de colocarlas en el vehículo.

Los automóviles tienen infinidad de componentes; las mangueras y tuberías son algunos de ellos y bien su importancia puede pasar desapercibida, pero una fuga en alguno de ellos; ya sea que por el pase aire, agua, aceite o combustible, pone en riesgo el desempeño de la unidad y por una falla de este tipo se pueden ocasionar perdidas mayores en componentes como el motor, el sistema de frenos, entre otros. En el peor de los casos puede llegar a deshabilitar totalmente el equipo sin mencionar que en ello van en juego vidas humanas que considerar.

## **2 Objetivo del proyecto**

Lograr realizar el diseño y manufactura de una mesa (jig) de verificado automatizada, el cual mediante un sistema de inyección de aire verificara fugas en el componente.

Por un lado del componente estrangulara una manguera a modo de obstruir el paso de aire y por el otro se inyectara aire el cual por medio de un Cincinnati verificara la presión constante en el componente. Si baja la presión es que existe alguna fuga.

Si no hay fuga la pieza será marcada con una "T" ("Tested") indicando que paso la prueba de calidad y se le pondrá un código de barras.

Si llega a tener alguna fuga se activara un cilindro destructor el cual doblara el tubo con la ayuda de un atrapador y el tubo quedara inutilizable teniendo como fin el contenedor de scrap.

## 3 Marco conceptual

### 3.1 Componentes

Para el diseño de una mesa verificadora se tiene que tomar en cuenta los elementos principales como lo son actuadores (cilindros), sus capacidades, su selección y diferentes tipos; los tipos de sensores y de qué manera pueden ser utilizados dependiendo del componente a detectar; perfilera para el amado de la mesa así como los materiales a utilizar para la fabricación de los componentes de la mesa.

#### 3.1.1 Actuadores

El trabajo realizado por un actuador neumático puede ser lineal o rotativo. El movimiento lineal se obtiene por cilindros de émbolo (éstos también proporcionan movimiento rotativo con variedad de ángulos por medio de actuadores del tipo piñón-cremallera). También encontramos actuadores neumáticos de rotación continua (motores neumáticos), movimientos combinados e incluso alguna transformación mecánica de movimiento que lo hace parecer de un tipo especial.

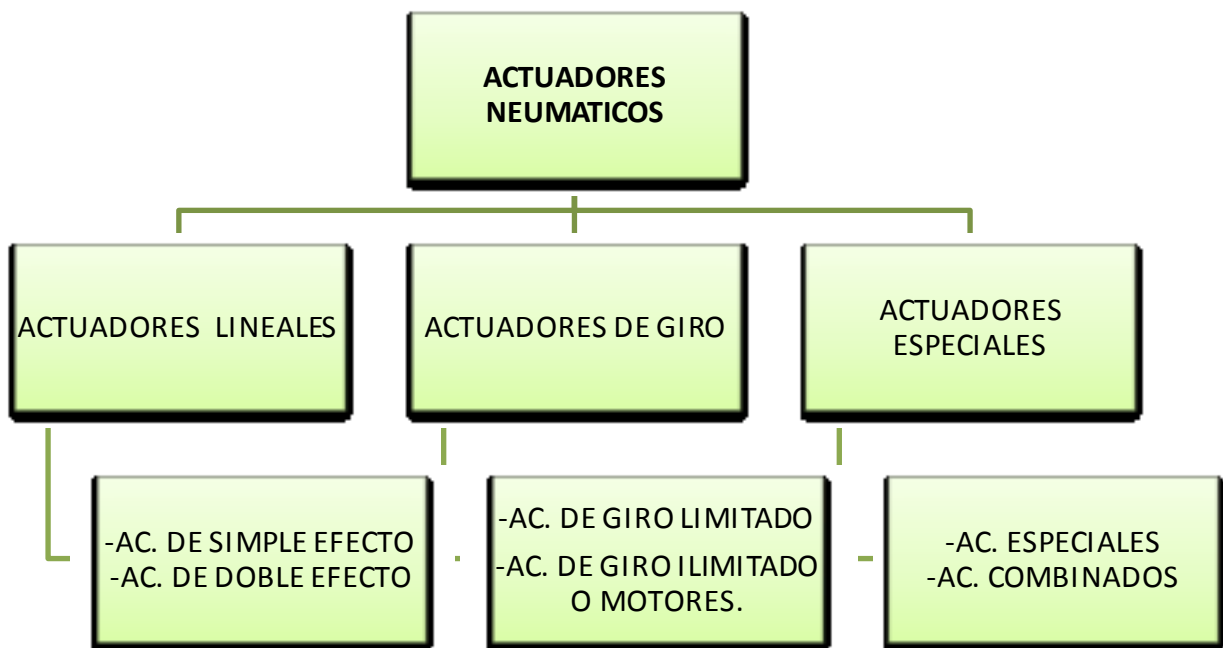


Fig. 3.1 Tipos de actuadores

### 3.1.1.1 Actuadores lineales

Los cilindros neumáticos independientemente de su forma constructiva, representan los actuadores más comunes que se utilizan en los circuitos neumáticos. Existen dos tipos fundamentales de los cuales derivan construcciones especiales.

- **Cilindros de simple efecto**, con una entrada de aire para producir una carrera de trabajo en un sentido.
- **Cilindros de doble efecto**, con dos entradas de aire para producir carreras de trabajo de salida y retroceso. Más adelante se describen una gama variada de cilindros con sus correspondientes símbolos

### 3.1.1.2 Cilindros de simple efecto

Un cilindro de simple efecto desarrolla un trabajo sólo en un sentido. El émbolo se hace retornar por medio de un resorte interno o por algún otro medio externo como cargas, movimientos mecánicos, etc. Puede ser de tipo “normalmente dentro” o “normalmente fuera”.

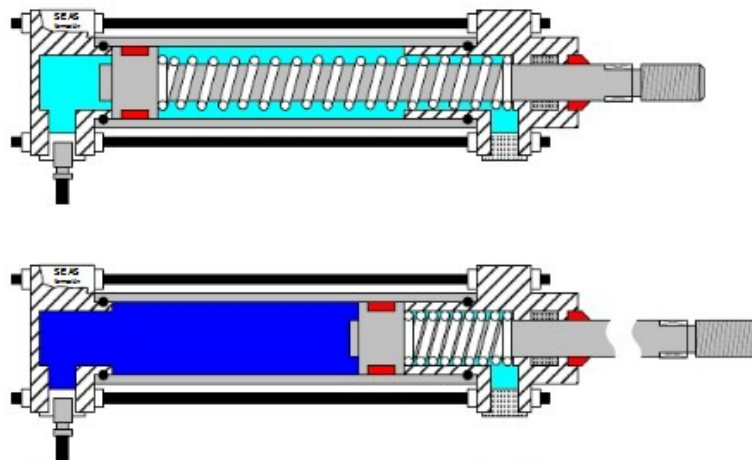


Fig. 3.2 Cilindro de simple efecto

Los cilindros de simple efecto se utilizan para sujetar, marcar, expulsar, etc. Tienen un consumo de aire algo más bajo que un cilindro de doble efecto de igual tamaño. Sin embargo, hay una reducción de impulso debida a la fuerza contraria del resorte, así que puede ser necesario un diámetro interno algo más grande para conseguir una misma fuerza. También la adecuación del resorte tiene como consecuencia una longitud global más larga y una longitud de carrera limitada, debido a un espacio muerto.

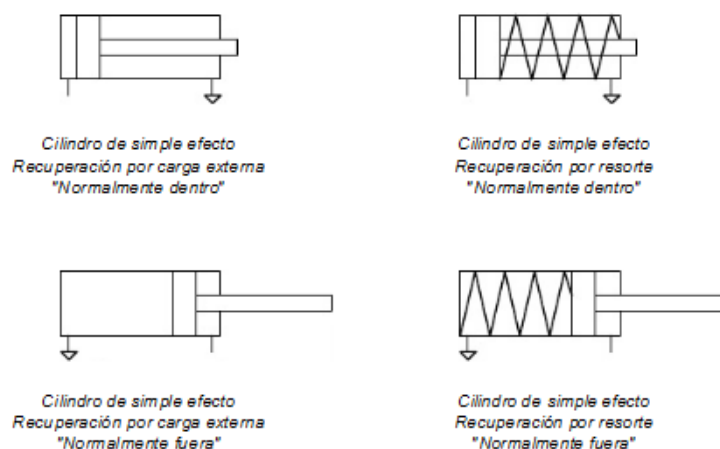


Fig. 3.3 Simbología normalizada. Cilindro de simple efecto.

La variedad constructiva de los cilindros de simple efecto es muy importante, pero todos ellos presentan la misma mecánica de trabajo. Se muestran a continuación algunos ejemplos de los mismos.



Fig. 3.4 Simple efecto, normalmente dentro.



Fig. 3.5 Simple efecto con guiado y camisa plana.

### 3.1.1.3 Cilindros de doble efecto

Los cilindros de doble efecto son aquellos que realizan tanto su carrera de avance como la de retroceso por acción del aire comprimido. Su denominación se debe a que emplean las dos caras del émbolo (aire en ambas cámaras), por lo que estos componentes sí que pueden realizar trabajo en ambos sentidos.

Sus componentes internos son prácticamente iguales a los de simple efecto, con pequeñas variaciones en su construcción. Algunas de las más notables las encontramos en la culata anterior, que ahora ha de tener un orificio roscado para poder realizar la inyección de aire comprimido (en la disposición de simple efecto este orificio no suele prestarse a ser conexionado, siendo su función la comunicación con la atmósfera con el fin de que no se produzcan contrapresiones en el interior de la cámara).

El perfil de las juntas dinámicas también variará debido a que se requiere la estanqueidad entre ambas cámaras, algo innecesario en la disposición de simple efecto.

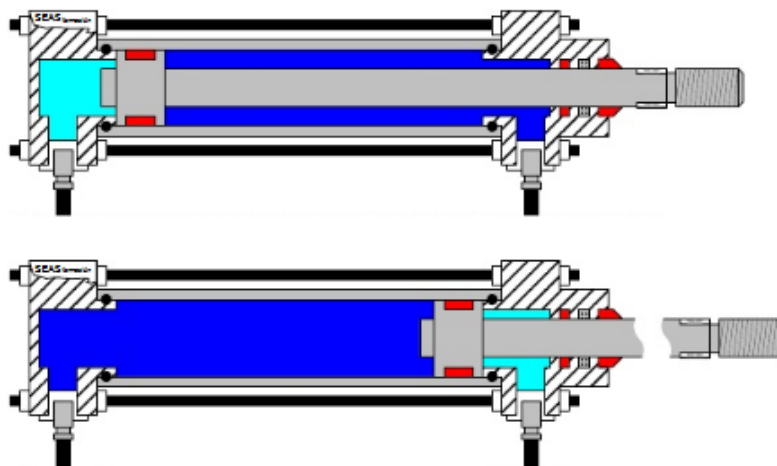


Fig. 3.6 Cilindro de doble efecto.



El campo de aplicación de los cilindros de doble efecto es mucho más extenso que el de los de simple, incluso cuando no es necesaria la realización de esfuerzo en ambos sentidos. Esto es debido a que, por norma general (en función del tipo de válvula empleada para el control), los cilindros de doble efecto siempre contienen aire en una de sus dos cámaras, por lo que se asegura el posicionamiento.

Para poder realizar un determinado movimiento (avance o retroceso) en un actuador de doble efecto, es preciso que entre las cámaras exista una diferencia de presión. Por norma general, cuando una de las cámaras recibe aire a presión, la otra está comunicada con la atmósfera, y viceversa. Este proceso de conmutación de aire entre cámaras nos ha de preocupar poco, puesto que es realizado automáticamente por la válvula de control asociada (disposiciones de 4 ó 5 vías con 2 ó 3 posiciones).

En definitiva, podemos afirmar que los actuadores lineales de doble efecto son los componentes más habituales en el control neumático. Esto es debido a:

- Se tiene la posibilidad de realizar trabajo en ambos sentidos (carreras de avance y retroceso).
- No se pierde fuerza en el accionamiento debido a la inexistencia de muelle en oposición.
- Para una misma longitud de cilindro, la carrera en doble efecto es mayor que en disposición de simple, al no existir volumen de alojamiento

No debemos olvidar que estos actuadores consumen prácticamente el doble que los de simple efecto, al necesitar inyección de aire comprimido para producir tanto la carrera de avance como la de retroceso. También presentan un pequeño desfase entre fuerzas y velocidades en las carreras, aspecto que se detalla a continuación

### 3.1.1.4 Desfase fuerza /velocidad

En los actuadores lineales de doble efecto, se produce un desfase entre la fuerza provocada a la salida y a la entrada del vástago, y lo mismo ocurre con la velocidad. Este efecto se debe a la diferencia que hay entre los volúmenes de las cámaras formadas (en consecuencia, del volumen ocupado por el vástago del cilindro).

Cuando aplicamos aire en la cámara que fuerza la salida del vástago, éste actúa sobre una superficie conocida, que denominamos  $A_1$ . Es conocido que el valor de la fuerza provocada responde a la fórmula:

$$F = P \cdot A$$

Así pues, para calcular el valor de la fuerza de salida, realizaríamos la siguiente operación:

$$F_{\text{salida}} = P \cdot A_1, \text{resultando un valor } F_1$$

Para el cálculo de la fuerza provocada en el retroceso, aplicaremos la misma fórmula y valor de presión, pero deberemos tener en cuenta que el área sobre la cual se aplica ya no es  $A_1$ , sino  $A_1$  menos el área del vástago (ya que ésta no es efectiva). Nosotros la denominaremos  $A_2$ .



Fig. 3.7 Diferencia entre las secciones efectivas de un cilindro.

Con esto tenemos que:

$$F_{\text{retorno}} = P \cdot A_2, \text{resultando un valor de } F_2$$

Como podemos deducir, a igualdad de valor de presión, y debido a la desigualdad de áreas, el valor de la fuerza de salida ( $F_1$ ) es mayor que el valor de la fuerza de retroceso ( $F_2$ ).

Este mismo efecto es aplicable a la velocidad para el vástago, ya que si el volumen de la cámara de retorno es menor, para una igualdad de caudal le costará menos llenarse, y por ello la velocidad de retorno será mayor.

En consecuencia podemos afirmar que en los actuadores de doble efecto, para igualdad de presión y caudal:

- » La velocidad de retorno es mayor que la de avance.
- » La fuerza provocada a la salida es mayor que la fuerza de retorno

$$F_{salida} > F_{retorno} ; V_{retorno} > V_{salida}$$

Un cilindro de doble efecto convencional presenta desfases de fuerza y velocidad. Este efecto puede ser corregido mecánicamente o bien por automatismo.

Los desfases comentados pueden corregirse también mediante la utilización de cilindros de doble vástago. Éstos disponen de vástago a ambos lados del émbolo, consiguiendo así igualdad entre las áreas de acción y volúmenes. Debido a ello se consigue igualdad de fuerzas y velocidades en las carreras (pérdida de fuerza y aumento de la velocidad para cilindros de igual tamaño).

### 3.1.1.5 Cilindros de doble vástago

Este tipo de cilindros tiene un vástago corrido hacia ambos lados. La guía del vástago es mejor, porque dispone de dos cojinetes y la distancia entre éstos permanece constante. Por eso, este cilindro puede absorber también cargas laterales pequeñas. Los emisores de señales, pueden disponerse en el lado libre del vástago.

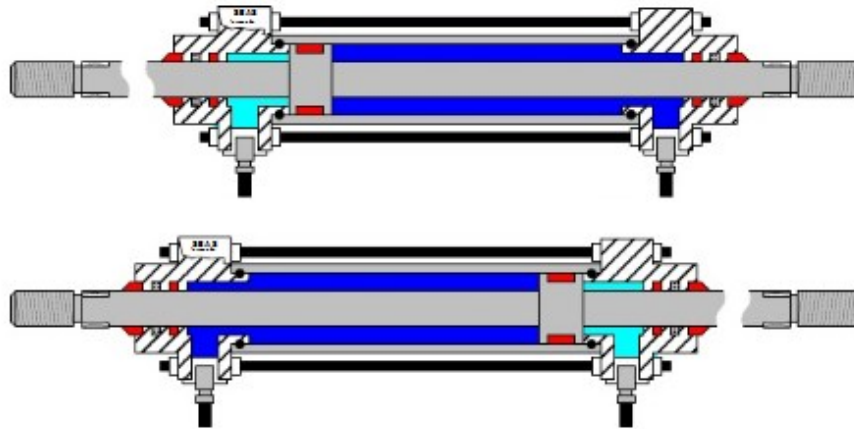


Fig. 3.8 Cilindro compensado o de doble vástago

La fuerza es igual en los dos sentidos (las superficies del émbolo son iguales), al igual que sucede con la velocidad de desplazamiento. Este tipo de cilindros recibe también la denominación de cilindro compensado y es importante recordar el equilibrio entre fuerzas y velocidad de lo que puede considerarse como “teóricos” avances y retornos de vástago.

Con el empleo de cilindros de doble vástago:

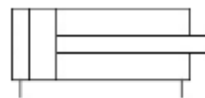
$$F \text{ salida} = F \text{ retorno} ; V \text{ salida} = V \text{ retorno}$$

Obviamente, para cumplirse esta corrección de desfases los diámetros de los vástagos deben ser iguales.

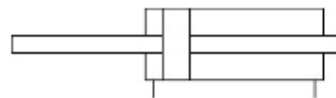


Fig. 3.9 Cilindro de doble vástago.

Simbólicamente, los cilindros de doble efecto muestran su doble punto de conexión. En el caso de los doble vástago (efecto compensador), también se puede apreciar su mecánica doble efecto.



Cilindro de doble efecto



Cilindro de doble efecto y doble vástago

Fig. 3.10 Simbología normalizada.

### 3.1.1.6 Actuadores de giro

Los actuadores rotativos son los encargados de transformar la energía neumática en energía mecánica de rotación. Dependiendo de si el móvil de giro tiene un ángulo limitado o no, se forman los dos grandes grupos a analizar:

- **Actuadores de giro limitado**, que son aquellos que proporcionan movimiento de giro pero no llegan a producir una revolución (exceptuando alguna mecánica particular como por ejemplo piñón –cremallera). Existen disposiciones de simple y doble efecto para ángulos de giro de 90°, 180°..., hasta un valor máximo de unos 300° (aproximadamente).
- **Motores neumáticos**, que son aquellos que proporcionan un movimiento rotatorio constante. Se caracterizan por proporcionar un elevado número de revoluciones por minuto.

A continuación se explican detalladamente los 3 principales actuadores de giro que podemos encontrar en el mercado, los cuales representan a motores y actuadores de giro limitado.

### 3.1.1.7 Actuador de paleta

El actuador de giro de tipo paleta quizá sea el más representativo dentro del grupo que forman los actuadores de giro limitado. Estos actuadores realizan un movimiento de giro que rara vez supera los 270°, incorporando unos topes mecánicos que permiten la regulación de este giro.

Están compuestos por una carcasa, en cuyo interior se encuentra una paleta que delimita las dos cámaras. Solidario a esta paleta, se encuentra el eje, que atraviesa la carcasa exterior. Es precisamente en este eje donde obtenemos el trabajo, en este caso en forma de movimiento angular limitado.

Tal y como podemos apreciar en la figura, el funcionamiento es similar al de los actuadores lineales de doble efecto. Al aplicar aire comprimido a una de sus cámaras, la paleta tiende a girar sobre el eje, siempre y cuando exista diferencia de presión con respecto a la cámara contraria (generalmente comunicada con la atmósfera). Si la posición es inversa, se consigue un movimiento de giro en sentido contrario.

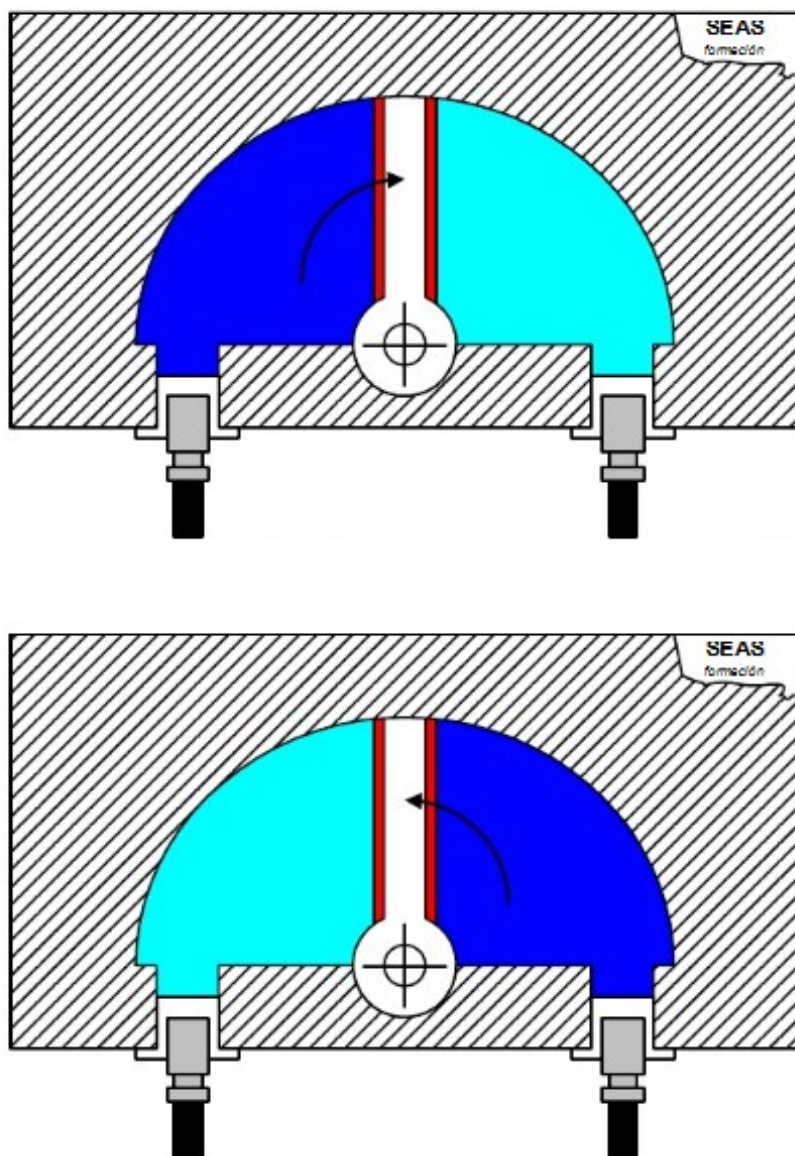


Fig. 3.11 Trabajo de un actuador de paleta (giro limitado)

Estos componentes presentan ventajas propias de los componentes de última generación, tal y como amortiguación en final de recorrido, posibilidad de detección magnética de la posición (mecánica o magnética), etc.

La detección mecánica se ejecuta mediante elementos móviles exteriores ajustables en grado mediante nonio graduado.



Fig. 3.12 Actuador de paleta.



### 3.1.1.8 Actuador piñón - cremallera

En esta ejecución de cilindro de doble efecto, el vástago es una cremallera que acciona un piñón y transforma el movimiento lineal en un movimiento giratorio, hacia la izquierda o hacia la derecha, según el sentido del émbolo. Los ángulos de giro corrientes pueden ser de 45°, 90°, 180°, 290° hasta 720°. Es posible determinar el margen de giro dentro del margen total por medio de un tornillo de ajuste que ajusta la carrera del vástago.

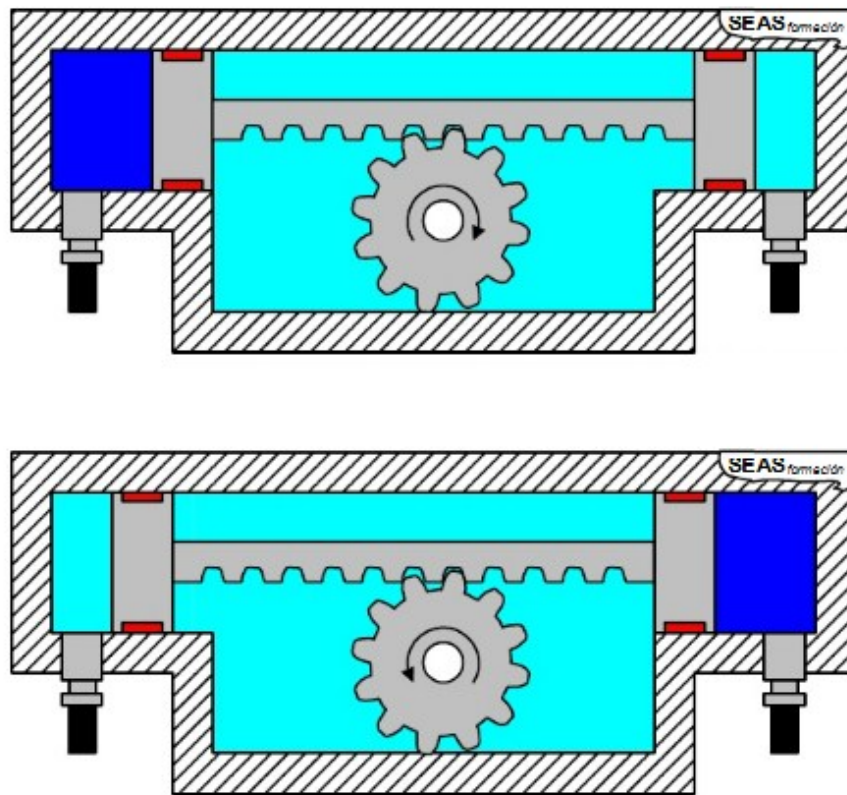


Fig. 3.13 Actuador piñón - cremallera.

El par de giro está en función de la presión, de la superficie del émbolo y de la desmultiplicación. Los accionamientos de giro se emplean para voltear piezas, doblar tubos metálicos, regular acondicionadores de aire, accionar válvulas de cierre, válvulas de tapa, etc.

Existen actuadores piñón–cremallera de doble cremallera, los cuales proporcionan mayor par y mejor guiado de la unidad.



Fig. 3.14 Aspecto físico piñón – cremallera.

### 3.1.1.9 Motores de paletas

Como ya hemos comentado anteriormente, los motores neumáticos son los encargados de la transformación de la energía neumática en energía mecánica (movimiento rotatorio constante).

Dentro de la variada gama de motores neumáticos, los más representativos son los del tipo “de paletas”, también conocidos como “de aletas”. Debido a su construcción sencilla y peso reducido, su aplicación se ha extendido bastante en los últimos años.

Su constitución interna es similar a la de los compresores de paletas, es decir, un rotor ranurado, en el cual se alojan una serie de paletas, que gira excéntricamente en el interior del estator. En estas ranuras se deslizan hacia el exterior las paletas o aletas por acción de la fuerza centrífuga cuando se aplica una corriente de aire a presión.

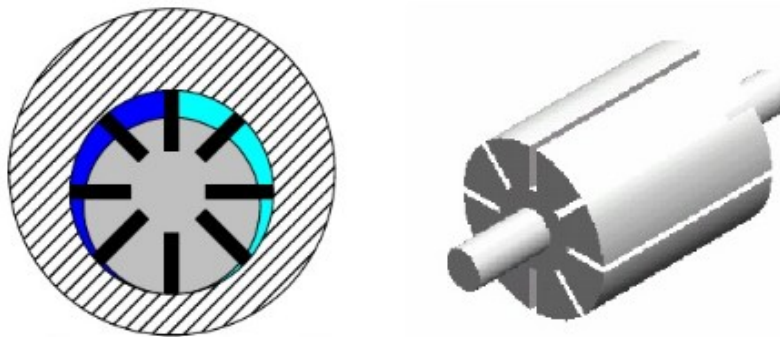


Fig. 3.15 Detalle del funcionamiento y rotor del motor de paletas.

En estos actuadores no tiene sentido la clasificación de simple o doble efecto, si bien, dependiendo de la construcción de estas paletas el motor podrá girar en uno o dos sentidos.

Los motores de paletas son fabricados para potencias entre 0,1 y 20 CV. El número de revoluciones en vacío oscila entre 1000 y 5000 r.p.m., siendo frecuentemente utilizados en herramientas portátiles neumáticas (como taladradoras, esmeriladoras, etc.).

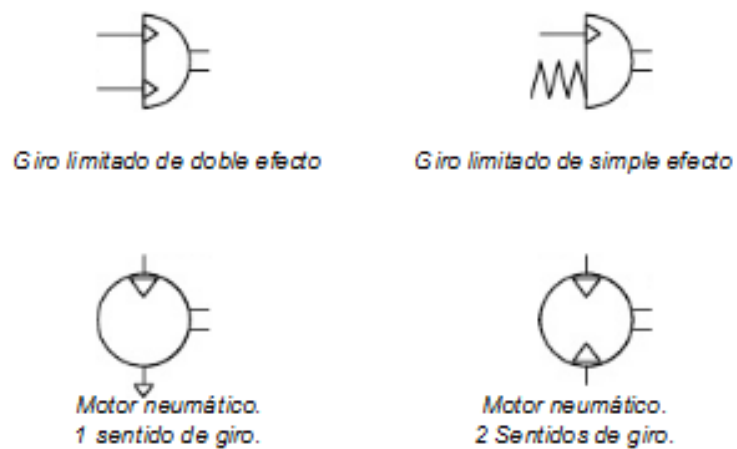


Fig. 3.16 Simbología normalizada.

### 3.1.2 Selección de un cilindro

El cilindro de émbolo se compone de: tubo, tapa posterior (fondo) y tapa anterior con cojinete y aro rascador, además de piezas de unión y juntas.

Cuando el cilindro ha de realizar trabajos pesados, el tubo (camisa del cilindro<sup>1</sup>), se fabrica en la mayoría de los casos de tubo de acero embutido sin costura (St. 35). Para prolongar la duración de las juntas, la superficie interior del tubo debe someterse a un mecanizado de precisión (bruñido).

Hoy en día, donde la mayoría de las aplicaciones requieren esfuerzos débiles, se suelen construir en aluminio. Estas ejecuciones especiales se emplean cuando los cilindros no se accionan con frecuencia o para protegerlos de influencias corrosivas. También para la captación de finales de carrera magnéticamente.

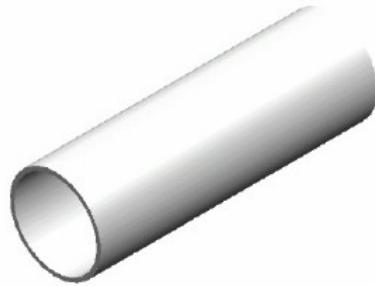


Fig. 3.17 Camisa

La camisa marca dos parámetros fundamentales para la selección del cilindro.

- **Diámetro interno:** marcará la sección que presenta el cilindro y por tanto, para una presión dada nos indicará la fuerza que este es capaz de realizar. Evidentemente, a mayor diámetro, mayor fuerza y consumo.
- **Longitud del tubo:** delimita lo que se conoce como carrera del cilindro, o longitud útil para el trabajo con el mismo.

Tanto diámetros como carreras se encuentran normalizados.

### 3.1.3 Sensores

#### 3.1.3.1 Sensores Fotoeléctricos

Existen varios tipos de sensores de difusión. El más sencillo, el de difusión estándares el utilizado en estos casos. La función del sensor de difusión estándar es obtener relativamente un alto margen de sensibilidad hacia el objeto que se está detectando. Cuando el objeto está ausente, las reflexiones de cualquier otra barrera después del objeto deberían proveer un margen lo más cercano a cero posible.

La reflectividad del objeto puede variar considerablemente. Las superficies relativamente brillantes pueden reflejar la mayoría de la luz fuera del receptor, dificultando la detección. La cara del sensor debe estar paralela a este tipo de superficies para mejorar el desempeño del sensor.

Los objetos muy oscuros o mate pueden absorber la mayoría de la luz y reflejar muy poco para la detección. Este tipo de objetos pueden ser un poco difíciles de detectar, a menos de que el sensor se encuentre posicionado muy cerca del objeto.

La distancia de sensibilidad máxima para un sensor fotoeléctrico se determina por medio de un objeto para calibrar la difusión. Allen- Bradley utiliza una hoja blanca de papel de 8.5 x 11 in. Especialmente formulada para ser un 90% reflectiva, lo que significa que de la luz que reciba la hoja, un 90% se reflejara.

Detectar objetos posicionados cerca de fondos reflectivos puede ser particularmente desafiante. Puede llegar a ser imposible ajustar el sensor para obtener suficiente margen del objeto sin detectar o sin estar cerca de detectar el fondo. En estos casos existen otro tipo de sensores difusores más apropiados.



Fig. 3.18 Sensores difusores

A continuación se presenta una tabla con distintos materiales y su reflectividad.

Objetivo	Reflectividad relativa	típica
<b>Aluminio pulido</b>	500	
<b>Papel blanco (referencia)</b>	100	
<b>Papel de oficina</b>	90	
<b>Cartón</b>	40	
<b>Corte de madera</b>	20	
<b>Papel negro</b>	10	
<b>Neopreno</b>	5	
<b>Caucho</b>	4	
<b>Filtro negro</b>	2	

### 3.1.3.2 Detector de reconocimiento de objetos

Utilizado en combinación con el sensor de reconocimiento de objetos, el software de aplicación para PC ofrece las siguientes posibilidades

El sensor registra, con el método de luz transmitida o de luz incidente, la imagen de una pieza de prueba y la compara con los contornos definidos de uno o varios modelos en una imagen de referencia. Dependiendo del grado de concordancia, de la orientación y de las tolerancias, la imagen de prueba se clasifica como pieza buena o mala.

- Crear, gestionar y eliminar aplicaciones específicas.
- Modo monitor en tiempo real para la puesta en marcha
- Análisis de la aplicación a partir de informes



Fig. 3.19 Cámara IFM



### 3.1.3.3 Sensor inductivo

Son sensores que sirven para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia de objetos metálicos en un determinado contexto. Muchos sensores inductivos pueden trabajar en ambientes adversos, con fluidos corrosivos aceites, etc. Debido a las limitaciones de los campos magnéticos, los sensores inductivos tienen una distancia de detección pequeña comparados con otros tipos de sensores. Esta distancia puede variar, en función del tipo de sensor inductivo, desde fracciones de milímetros hasta 40 mm en promedio.



Fig. 2.20 Sensor inductivo

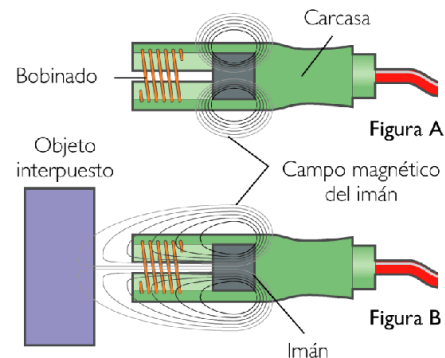


Fig. 3.21 Funcionamiento del sensor inductivo.

### 3.1.3.4 Sensor Capacitivo:

Este tipo de sensor es eléctrico. Es un dispositivo formado de placas o laminas, separadas por un material dieléctrico, que sometidos a una diferencia de potencia adquieren una determinada carga eléctrica. Estos sensores pueden detectar materiales conductores y no conductores, en forma líquida o sólida. La medición en este tipo de sensores se suele hacer mediante una señal variable, aproximadamente alcanzan una distancia de 2 mm a 30 mm, típicamente sinusoidal, que es modulada con la variación de la capacidad del sensor para luego obtener su valor eficaz.

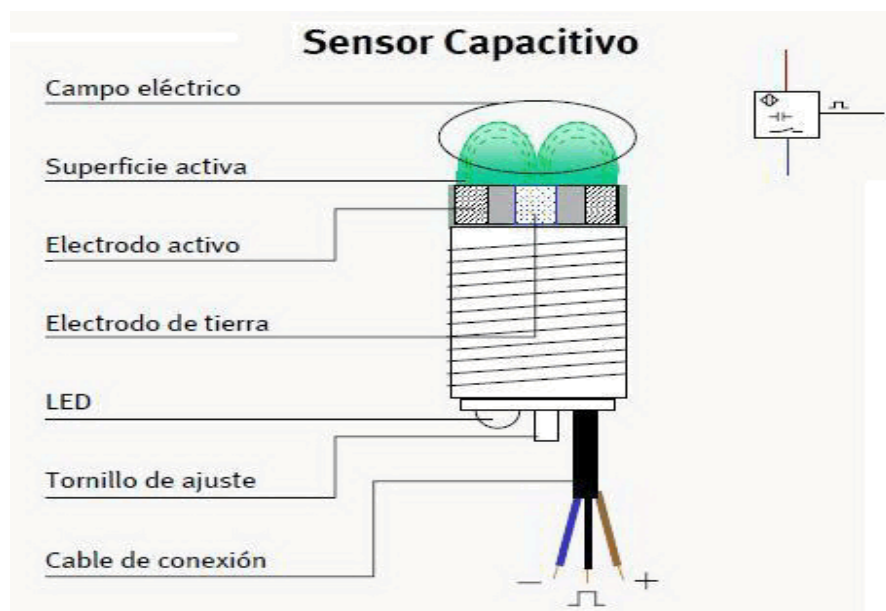


Fig. 3.22 Sensor capacitivo.

### 3.1.3.5 Sensor Retroreflectivo

También conocido como reflex, el sensor contiene tanto el emisor y el receptor. La barrera efectiva se establece entre el emisor, el espejo retroreflectivo y el receptor. Como en el modo opuesto, el objeto detectado cuando interrumpe la barrera luminosa.

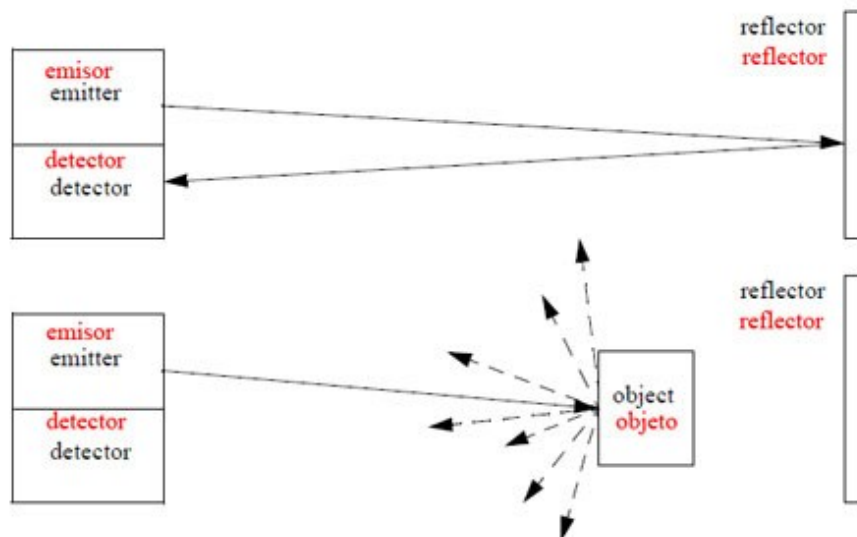


Fig. 3.23 Sensor retroreflectivo.

El alcance reducido y la susceptibilidad a interferencia causada por objetos brillantes son algunas de las desventajas de los sensores. Este sensor es más confiable para objetos opacos, gran longitud de sensado, buenas aplicaciones en ambientes contaminados.

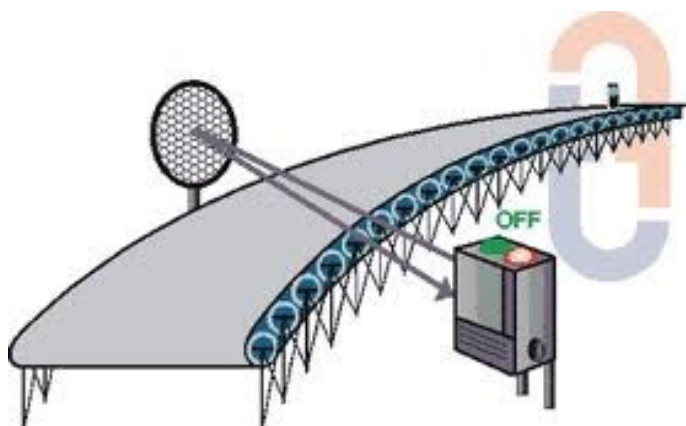


Fig. 3.24 Funcionamiento sensor retroreflectivo.

### 3.1.3.6 Sensores fibra óptica

La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la ley de Snell. La fuente de luz puede ser láser o un LED. Se pueden utilizar como sensores para medir la tensión, la temperatura, la presión, aplicaciones de automatización, ya sea detección de objetos estándar, posicionamiento, análisis de color o detección de alta precisión y otros parámetros.



Fig. 3.25 Sensores de fibra óptica.

### 3.1.3.7 Sensor de color

Fuente de luz tricolor para reconocimiento preciso del objeto. El sensor SUPER RGB incorpora tres diodos electroluminiscentes (LED) de color independiente. La señal de cada color es convertida en datos de 16 bits en el receptor para permitir el reconocimiento de color. Esto asegura una detección precisa sin importar la vibración del objeto.



Fig. 3.26 Sensor de color.

### Aplicaciones

El sensor de color es utilizado ampliamente en el campo de la robótica, automatización, control de calidad, y en diversos procesos de producción.

- Control de calidad
- Selección de partes por color
- Control de armado correcto de conjuntos

### 3.1.3.8 Lector código de barras

Los códigos de barras se leen pasando un pequeño punto de luz sobre el símbolo del código de barras impreso lo que sucede es que las barras oscuras absorben la fuente de luz del escáner y la misma se refleja en los espacios luminosos. Un dispositivo del escáner toma la luz reflejada y la convierte en una señal eléctrica.



Fig. 3.27 Lector de código de barras.

### 3.1.3.9 Barrera óptica de seguridad

Mediante una combinación de elementos mecánicos y fotoeléctricos se protege el acceso de personas a la zona peligrosa.

En el caso de producirse el acceso el equipo protegido se detiene.



Fig. 3.28 Barrera óptica de seguridad

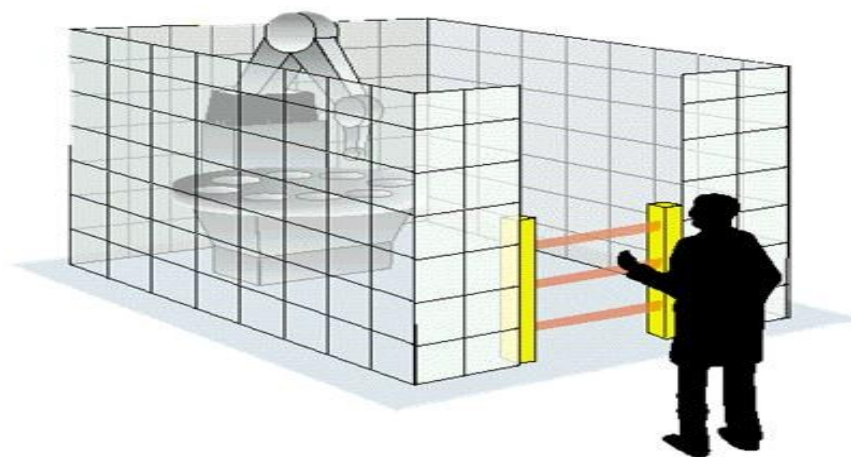


Fig. 3.29 Funcionamiento de barrera óptica de seguridad.

### 3.1.3.10 Sensores de final de carrera

Los sensores de final de carrera o sensor de contacto (también conocido como "interruptor de límite") o limit switch, son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos cerrados o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados. Generalmente estos sensores están compuestos por dos partes: un cuerpo donde se encuentran los contactos y una cabeza que detecta el movimiento.

Su uso es muy diverso, empleándose, en general, en todas las máquinas que tengan un movimiento rectilíneo de ida y vuelta o sigan una trayectoria fija, es decir, aquellas que realicen una carrera o recorrido fijo, como por ejemplo ascensores, montacargas, robots, etc.



Fig. 3.30 Sensor de final de carrera.



Fig. 3.31 Funcionamiento de sensor de final de carrera.



### 3.1.3.11 Sensores Laser

Los sensores LASER pueden utilizarse como detectores de distancias por análisis de interferencias (interferometría LASER). El principio de funcionamiento se basa en la superposición de dos ondas de igual frecuencia, una directa y la otra reflejada. La onda resultante pasa por valores máximos y mínimos al variar la fase de la señal reflejada. Los sensores industriales generan un haz de luz que se divide en dos partes ortogonales mediante un separador. Un haz se aplica sobre un espejo plano fijo, mientras el otro refleja sobre el objeto cuya distancia se quiere determinar, los dos haces se superponen de nuevo en el separador, de forma que al separarse el objeto se generan máximos y mínimos a cada múltiplo de la longitud de onda del haz. La distancia se mide contando dichas oscilaciones o franjas, obteniéndose una salida digital de elevada precisión.



Fig. 3.32 Sensor laser.

## 3.2 MATERIALES

### 3.2.1 Acero AISI-SAE 1018 (UNS G10180)

1. Descripción: este acero de bajo - medio carbono tiene buena soldabilidad y ligeramente mejor maquinabilidad que los aceros con grados menores de carbono. Se presenta en condición de calibrado (acabado en frío). Debido a su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para componentes de maquinaria.

2. Normas involucradas: ASTM A 108

3. Propiedades mecánicas:

- Dureza 126 HB (71 HRb)
- Esfuerzo de fluencia 370 MPa (53700 PSI)
- Esfuerzo máximo 440 MPa (63800 PSI)
- Elongación máxima 15% (en 50 mm)
- Reducción de área 40%
- Módulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI)
- Maquinabilidad 76% (AISI 1212 = 100%)

4. Propiedades físicas:

- Densidad 7.87 g/cm<sup>3</sup>(0.284 lb/in<sup>3</sup>)

5. Propiedades químicas:

- 0.15 – 0.20 % C
- 0.60 – 0.90 % Mn
- 0.04 % P máx.
- 0.05 % S máx.

6. Usos: se utiliza en operaciones de deformación plástica como remachado y extrusión. Se utiliza también en componentes de maquinaria debido a su facilidad para conformarlo y soldarlo. Piezas típicas son los pines, cuñas, remaches, rodillos, piñones, pasadores, tornillos y aplicaciones de lámina.

### **3.2.2 Acero Inoxidable**

Los Aceros Inoxidables son una gama de aleaciones que contienen un mínimo de 11% de Cromo. El Cromo forma en la superficie del acero una película pasivante, extremadamente delgada, continua y estable. Esta película deja la superficie inerte a las reacciones químicas. Esta es la característica principal de resistencia a la corrosión de los aceros inoxidable.

El extenso rango de propiedades y características secundarias, presentes en los aceros inoxidable hacen de ellos un grupo de aceros muy versátiles.

Los aceros inoxidable tienen una resistencia a la corrosión natural que se forma automáticamente, es decir no se adiciona. Tienen una gran resistencia mecánica, de al menos dos veces la del acero al carbono, son resistentes a temperaturas elevadas y a temperaturas criogénicas. Son fáciles de transformar en gran variedad de productos y tiene una apariencia estética, que puede variarse sometiendo el acero a diferentes tratamientos superficiales para obtener acabado a espejo, satinado, coloreado, texturizado, etc.

### 3.2.3 Aluminio

El aluminio, de símbolo Al, es el elemento metálico más abundante en la corteza terrestre. No se halla puro, sino formando parte de otros compuestos y minerales. El químico danés H. C. Oersted aisló el aluminio por primera vez en 1825. El aluminio es un metal que reúne una serie de propiedades mecánicas excelentes dentro del grupo de los metales no ferreos, de ahí su elevado uso en la industria y en la vida cotidiana pero rara vez se emplea solo, sino formando parte de aleaciones que mejoran sus propiedades mecánicas.

El aluminio es blanco o blanco grisáceo y puede tener un acabado superficial desde mate hasta brillante y pulido, además su superficie es fácilmente coloreable. Su masa atómica es de 26,9815, su número atómico es 13 y se encuentra en el grupo 13 de la tabla periódica. Es un metal ligero, cuya densidad es de 2700 kg/m<sup>3</sup> a 20 °C esto es aproximadamente la tercera parte de la del acero, lo que lo hace especialmente ventajoso cuando se pretende reducir el peso propio de las construcciones, y la resistencia mecánica no es esencial; y facilita los procesos de transporte y montaje de piezas. Tiene un punto de fusión de 660°C y un punto de ebullición de 2519 °C, al ser su temperatura de fusión tan baja y su temperatura de ebullición tan elevada el aluminio es idóneo para la fundición, pero su uso no es recomendable en lugares con peligro de incendio. Es un material no magnético. El aluminio es un buen reflector tanto de la luz como del calor, por este motivo impide la absorción de la mayor parte de la radiación solar incidente, lo que propicia la colocación del aluminio como material de cubierta en tejados. Por otra parte este material es un buen conductor del calor y de la electricidad, su buena conductividad eléctrica le hace adecuado para muchas aplicaciones dentro de industria eléctrica ya que es la mejor después del cobre. Es un metal impermeable al agua y a los olores, y además, no desprende ni olor ni sabor.

Debido a su elevado estado de oxidación se forma rápidamente al aire una fina capa superficial de óxido de aluminio (alúmina Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) impermeable y adherente que detiene el proceso de oxidación, lo que le proporciona resistencia a la corrosión y durabilidad. La capa de alúmina, de color gris mate, puede ser ampliada por

electrólisis en presencia de oxalatos (en el proceso conocido como anodizado). Esta protección natural es susceptible de degradarse estéticamente en ambientes agresivos y bajo acciones mecánicas.

El aluminio tiene un gran poder reductor ya que reduce muchos compuestos metálicos a sus metales básicos. Es inatacable por la mayor parte de compuestos, excepto por los ácidos orgánicos, álcalis y por el ácido clorhídrico. Los yesos, cales y cementos atacan al aluminio durante su fraguado manchándolo irreversiblemente. El aluminio tiene características anfóteras. Esto significa que se disuelve tanto en ácidos (formando sales de aluminio) como en bases fuertes (formando aluminatos con el anión  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$  liberando hidrógeno). Por otra parte el aluminio sufre corrosión galvánica al juntarse con un metal noble.

El aluminio cristaliza en la red FCC (ó CCC) y no sufre cambios alotrópicos, lo que le confiere una alta plasticidad. El aluminio es blando (escala de Mohs 2-3) y con baja resistencia a la tracción por lo que se debe evitar su uso en estructuras. Su gran ductilidad permite que los productos de aluminio se fabriquen en una fase muy próxima al diseño final. Es un metal de fácil mecanizado muy maleable lo que permite fabricarlo en casi cualquier forma. Es un material soldable. Permite la fabricación de piezas por fundición y moldeo. La máxima resistencia a tracción del aluminio es de 160-200 N/mm<sup>2</sup> en estado puro, y de 1400-6000 N/mm<sup>2</sup> en estado aleado. El aluminio colado no es tan fuerte como el aluminio forjado. Tiene bajo módulo elástico 70 GPa (la tercera parte que el del acero), en consecuencia su resistencia a la fatiga es baja. El alargamiento oscila entre el 5 y el 35 % según se trate de aluminio de dureza natural o agrio y su carga de rotura oscila entre los 8 y los 25 kg/mm<sup>2</sup> en función de los metales de aleación.

El aluminio puede llegar a ser tóxico cuando una persona inhala en el aire o almacena en su cuerpo altos niveles de este material. El aluminio puede producir debilidad muscular, dolor en los huesos, estado mental alterado, etc. Algunos estudios lo vinculan incluso con enfermedades como el Mal de Alzheimer.

Es un material fácil y barato de reciclar; de hecho, el aluminio se recicla desde su fabricación y es una actividad normal, técnicamente resuelta y rentable que conlleva beneficios tanto económicos como medioambientales.

Se pueden fabricar materiales compuestos con el aluminio. Además este, es un material que forma aleaciones con otros metales para mejorar las propiedades mecánicas, al combinarlo con otros metales puede dar lugar a infinidad de aleaciones, algunas de ellas con propiedades mecánicas comparables a las del acero pero con la tercera parte de densidad. Este material se alea con casi todos los elementos químicos, pero destacan las aleaciones con Cu, Mg, Mn, Si y Zn. El cobre confiere al aluminio resistencia mecánica, dureza y facilita su mecanizado. El magnesio mejora la ductilidad y la resistencia del aluminio. El manganeso eleva su dureza y su resistencia. El silicio sirve para rebajar el punto de fusión y mejorar la colabilidad del aluminio. El zinc refuerza su dureza y su resistencia. Las aleaciones de aluminio se pueden clasificar en tratables térmicamente (Al-Mn, Al-Si, Al-Mg) y no tratables térmicamente (Al-Cu, Al-Mg-Si, Al-Zn, Al-Li).

Resumen de algunas propiedades del aluminio:

- Símbolo Al
- Número atómico 13
- Valencia 3
- Número de protones/electrones 13
- Número de neutrones (Isótopo 27-Al) 14
- Estado de oxidación +3
- Electronegatividad 1,61
- Radio covalente (Å) 1,18
- Radio iónico (Å) 0,50
- Radio atómico (Å) 1,43
- Configuración electrónica [Ne]3s<sup>2</sup>3p<sup>1</sup>
- Primer potencial de ionización (eV) 6,00
- Estructura cristalina Cúbica centrada en las caras
- Masa atómica (g/mol) 26,9815
- Densidad (g/ml) 2,70
- Punto de ebullición (°C) 2519
- Punto de fusión (°C) 660

### 3.2.4 Perfilería de aluminio

La técnica de perfiles de aluminio ofrece considerables ventajas frente a los perfiles de acero:

- Breves tiempos de planificación, construcción y montaje
- Alta capacidad de carga con escaso peso propio
- Posibilidad realizar remodelaciones flexibles en la fase de montaje mediante las uniones desmontables

La geometría del sistema de perfiles se selecciona continuamente de esta forma para que no surjan huecos o fisuras al unir los perfiles.

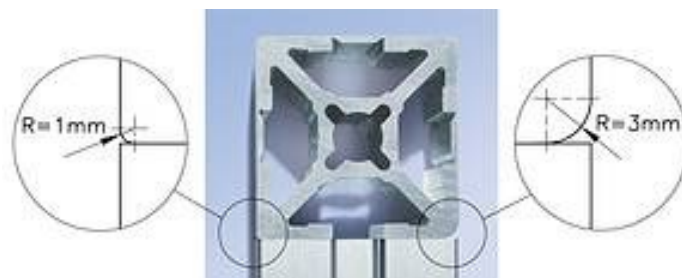


Fig. 3.33 Formación del perfil de aluminio.

Ventajas de los perfiles:

- Reducción del peligro físico
- No acumula suciedad
- No necesita cubiertas adicionales
- Ideal para salas de ambiente limpio o salas blancas
- Diseño de alta calidad

Las máquinas basadas en la técnica de perfiles de aluminio proveen mediante un diseño moderno argumentos comerciales convincentes.



### **Sin oxicortes ni soldaduras**

- Uniones atornilladas en lugar de soldadas
- Los perfiles y los elementos se pueden renovar después de desmontar la instalación



### **Sin rectificado ni pulido**

- Se pueden quitar o cambiar de sitio sin problemas los puntales y las travesas
- Los cambios de montaje se pueden realizar sin dejar huellas o daños visibles



### **Sin barnizar**

- Los perfiles ofrecen una superficie limpia con un buen acabado
- No es necesario un tratamiento posterior





## **4 Metodología y descripción de las actividades desarrolladas en la estadía profesional**

### **4.1 Diseño de una maquina verficadora**

El software utilizado es el AutoCAD Mechanical Desktop, ya que es el que mejor se adecua a las necesidades de la empresa y al tipo de proyectos que se realizan en la misma.

Para comenzar con el diseño de una verficadora se debe de contar con el modelo del tubo y sus respectivos planos.

El modelo del tubo es enviado de Estados Unidos en formato STEP<sup>1</sup> y en base a este se toman ciertas decisiones para comenzar con la mesa como lo son la posición del tubo y de qué manera conviene más posicionarlo, tomando en cuenta los demás componentes. Se establece el tamaño de la mesa, cuantos actuadores necesitara para realizar el verificado, que componentes tiene el tubo y que tipo de sensores son los más adecuados para esto, que materiales se utilizaran y porque, etc.

Debido a pequeñas variaciones que pueda haber al momento de probar las maquinas con el tubo master se manejan ranuras de ajuste en algunos componentes para poder calibrar la máquina en los tres ejes (x, y, z),

---

<sup>1</sup> Formato neutral al igual que IGES que puede ser leído por todos los sistemas CAD actuales los cuales fueron creados para el intercambio de datos entre diferentes sistemas.

## 4.2 Elementos básicos de una verificadora

Los componentes mecánicos que encontraremos normalmente en una máquina verificadora son básicamente los siguientes:

- Inyector (1 o más, dependiendo del modelo del tubo)
- Tapón o estrangulador (1 o más, dependiendo del modelo del tubo)
- Atrapador
- Destructor
- Marcaje

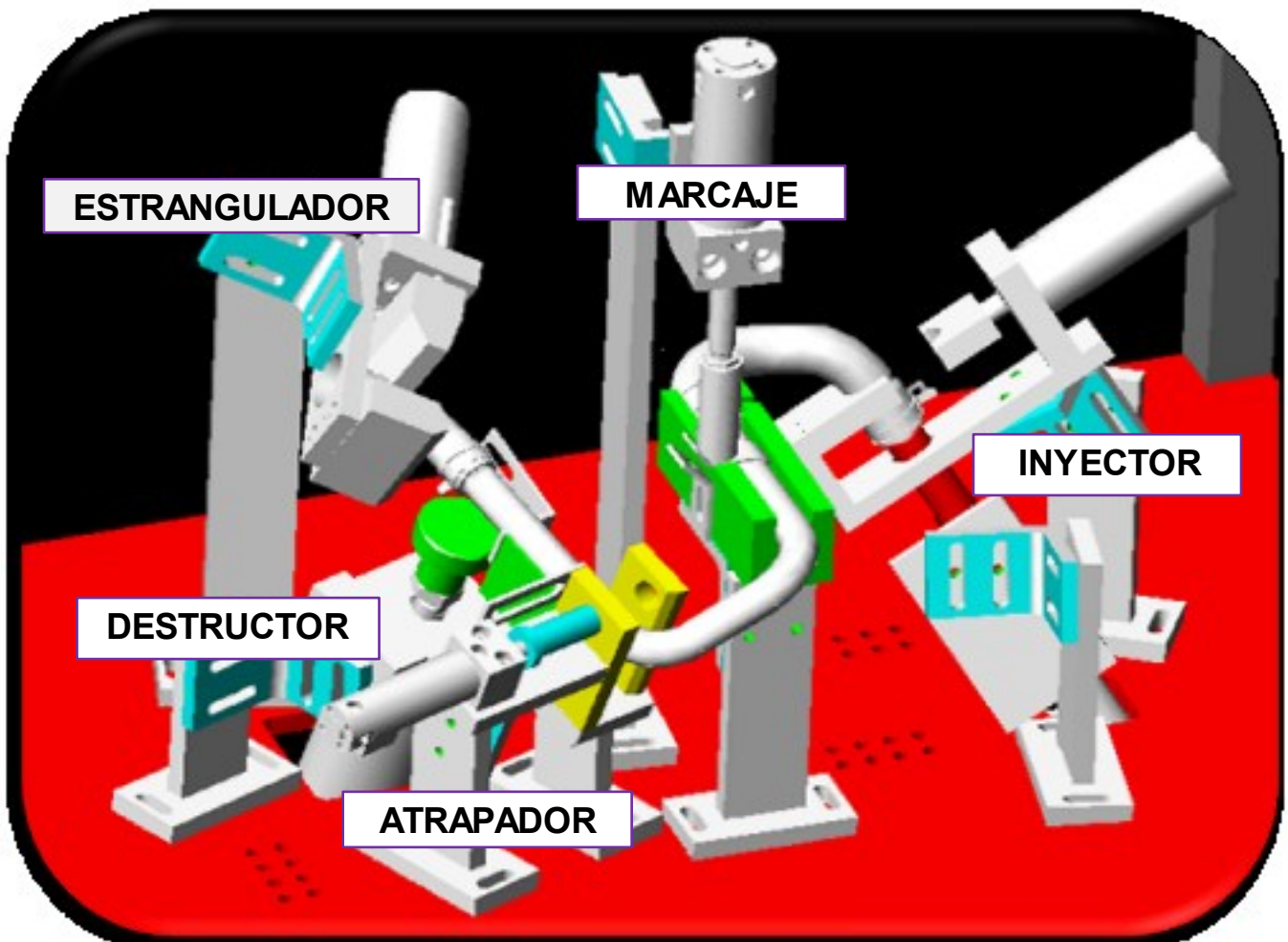


Fig. 4.1 Partes principales de una verificadora.

#### 4.2.1 Inyector

El inyector sirve prácticamente para sellar el borde e introducir aire a la pieza. Se compone de una base para asegurar la manguera o el tubo que se vaya a verificar, un cilindro y una boquilla adecuados al material en el que se va a inyectar y con la forma necesaria.

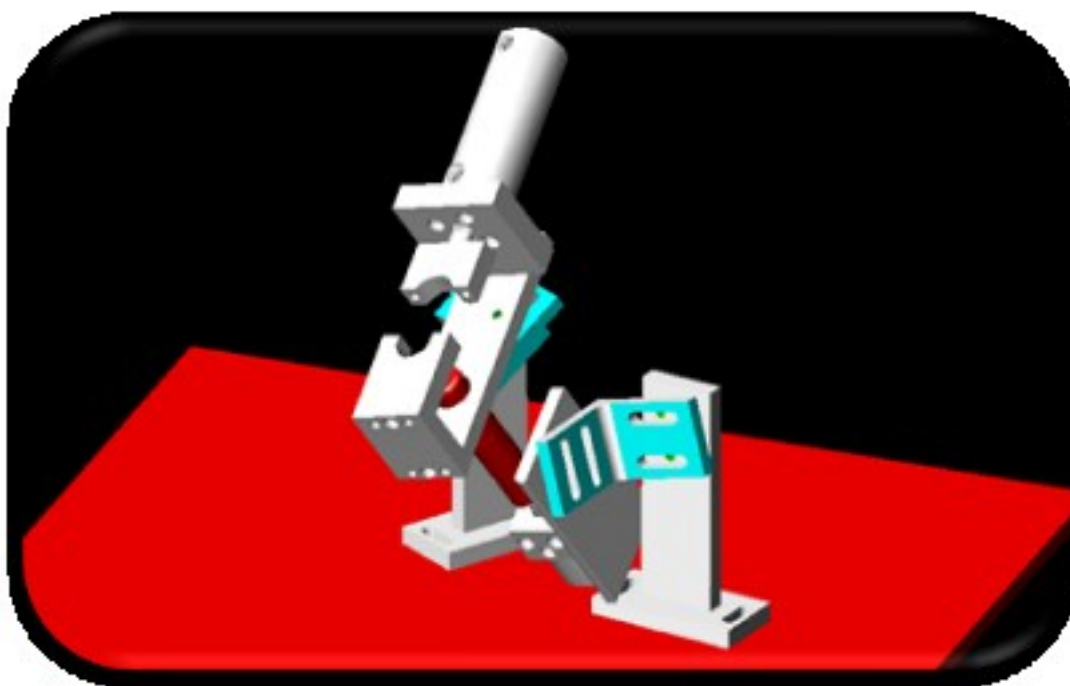


Fig. 4. 2 Inyector

En este caso se sellara una manguera de 1 pulgada, por lo cual se utilizará una boquilla de interior, con un cilindro de 25-50. Como la manguera tiene que lograr un perfecto sellado, se optó por colocar una base extra con un cilindro de 40-50 para aprisionar la manguera y que se logre un buen sellado al entrar la boquilla.

-Base de inyección:

Consta de un cilindro de 25-50, un ángulo posicionador, un ángulo de ajuste, una torre, una base con ajuste y una boquilla. Todo de acero 1018, a excepción de la boquilla que es de acero inoxidable para prevenir la corrosión por el uso de lubricantes.



Fig. 4.3 Base de inyección.



Fig. 4.4 Cilindro de 25 - 50



Fig. 4.5 Angulo para base de inyección.



Fig. 4.6 Angulo estándar.

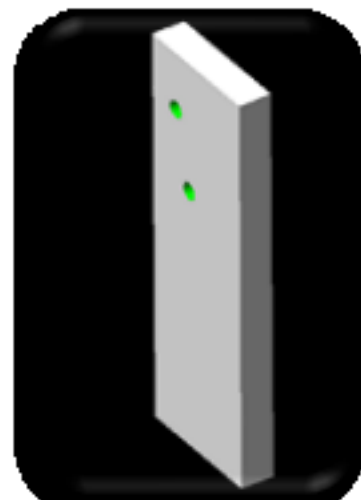


Fig. 4.7 Torre de marcaje.



Fig. 4.4 Base estándar.



Fig. 4.5 Boquilla de inyección.

-Base de sellado:

Esta base está diseñada para asegurar la posición de la manguera al momento de la inyección y para, a su vez, sellar completamente la entrada del aire y lograr una presión constante durante el verificado.

Consta de una base, una torre, un ángulo de ajuste, una base para la parte inferior del sellado y el cilindro, la parte superior del sellado adaptada al cilindro, y con una guía hacia la base inferior, y la base del cilindro. Todo en acero 1018.

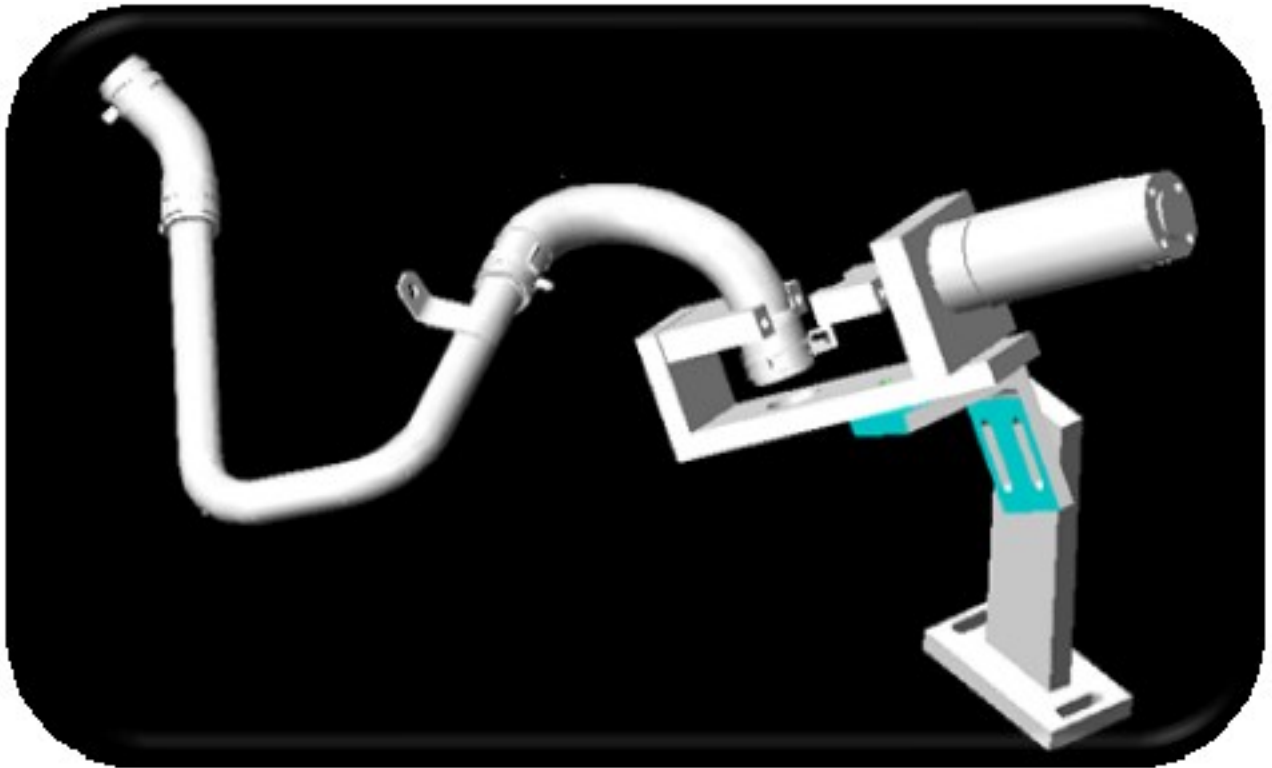


Fig. 4. 6 Base de sellado.



Fig. 4.11 Angulo estándar.



Fig. 4.12 Base estándar.

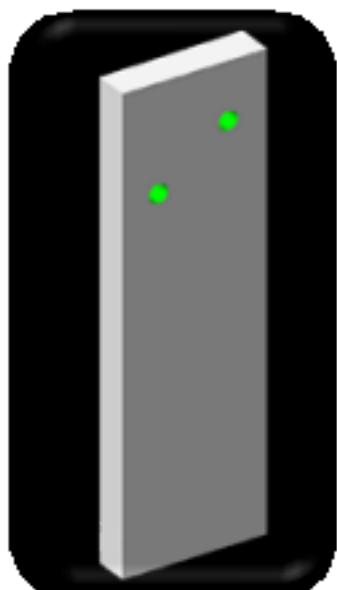


Fig. 4.13 Torre de sellado.



Fig. 4.14 Base de sellado.



Fig. 4.15 Lateral sellado.



Fig. 4.16 Sellado superior.



Fig. 4.17 Cilindro de 40 - 50



Fig. 4.18 Base de pistón de sellado.



Fig. 4.19 Sellado inferior.



#### 4.2.2 Estrangulador

El estrangulador se encuentra en la otra parte de la pieza que se tiene que verificar. Como en este caso la terminación es manguera – manguera, se requiere de algo que presione la manguera para de esta manera sellar el paso de aire y lograr la presión indicada para el verificado.

Esto se logra mediante una base con un cilindro, una boquilla guiada a manera de prensa y una base en la cual tope, para poder atrapar la manguera y evitar el paso de aire. Con su respectiva torre, base y ángulo de ajuste. En acero 1018.

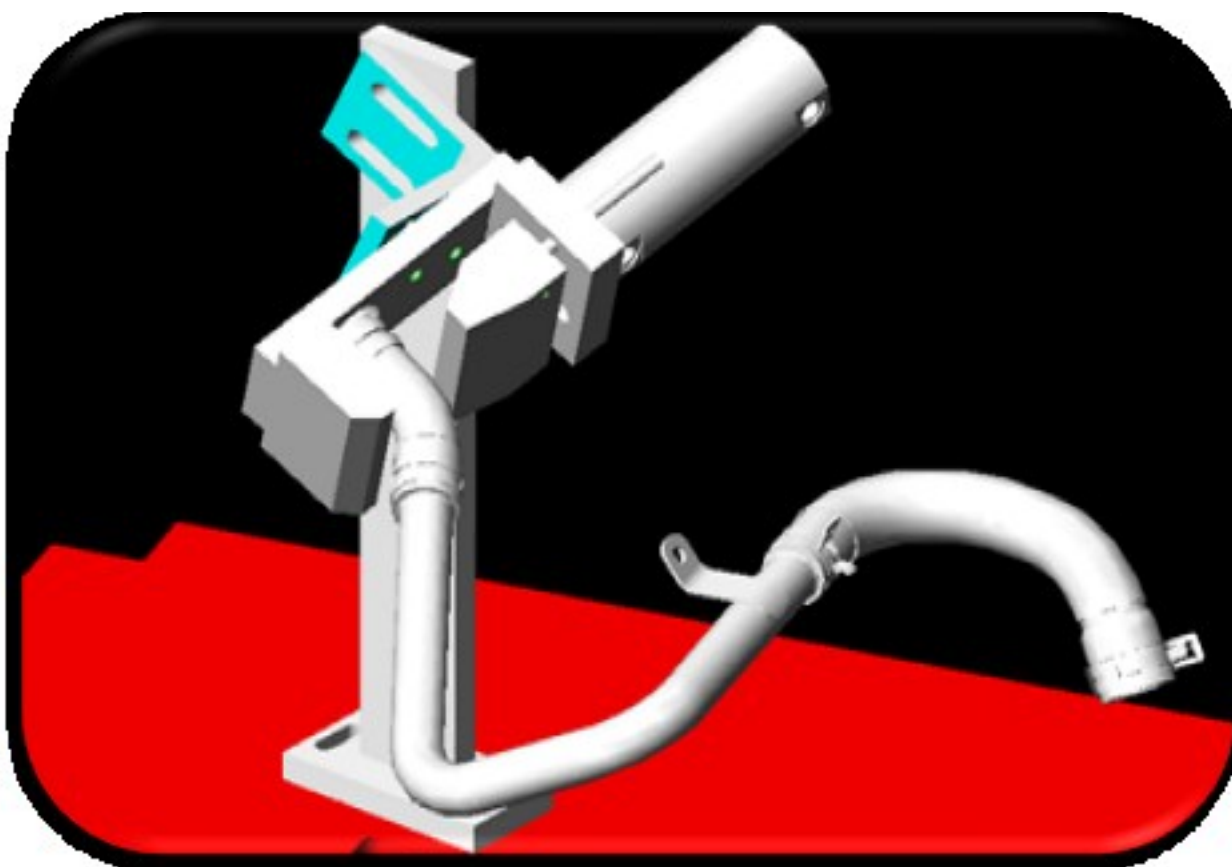


Fig. 4.20 Estrangulador.



Fig. 4. 7 Angulo estándar.



Fig. 4.22 Base estándar.



Fig. 4. 23 Cilindro de 40 - 50.



Fig. 4.24 Torre de marcaje.



Fig. 4. 25 Estrangulador.

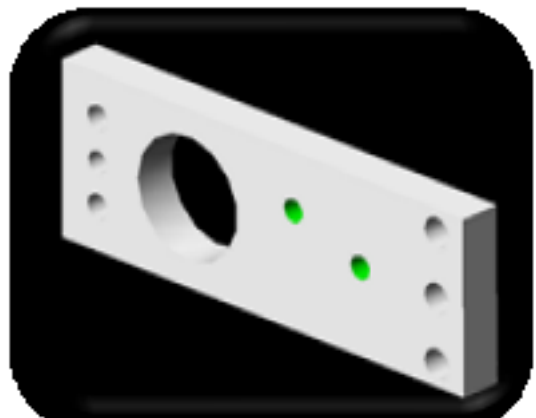


Fig. 4.26 Base de estrangulador.



Fig. 4. 27 Base cilindro estrangulador.



Fig. 4. 28 Tope estrangulador.



Fig. 4. 29 Perno guía.

### 4.2.3 Destructor

El destructor es básicamente un cilindro enorme que, en caso de que exista una fuga en el componente, destruye el tubo. Con la ayuda de un atrapador, hace palanca y dobla el tubo de manera que queda inutilizable.

Consta de una base, una torre, un ángulo de ajuste y la base que sostiene al cilindro. El cilindro es de 63 – 100, por lo cual sale aproximadamente 4 pulgadas con bastante fuerza como para doblar el tubo casi a 90°. En este caso se utiliza una boquilla sencilla para el destructor ya que está bastante bien asegurada la posición del componente.

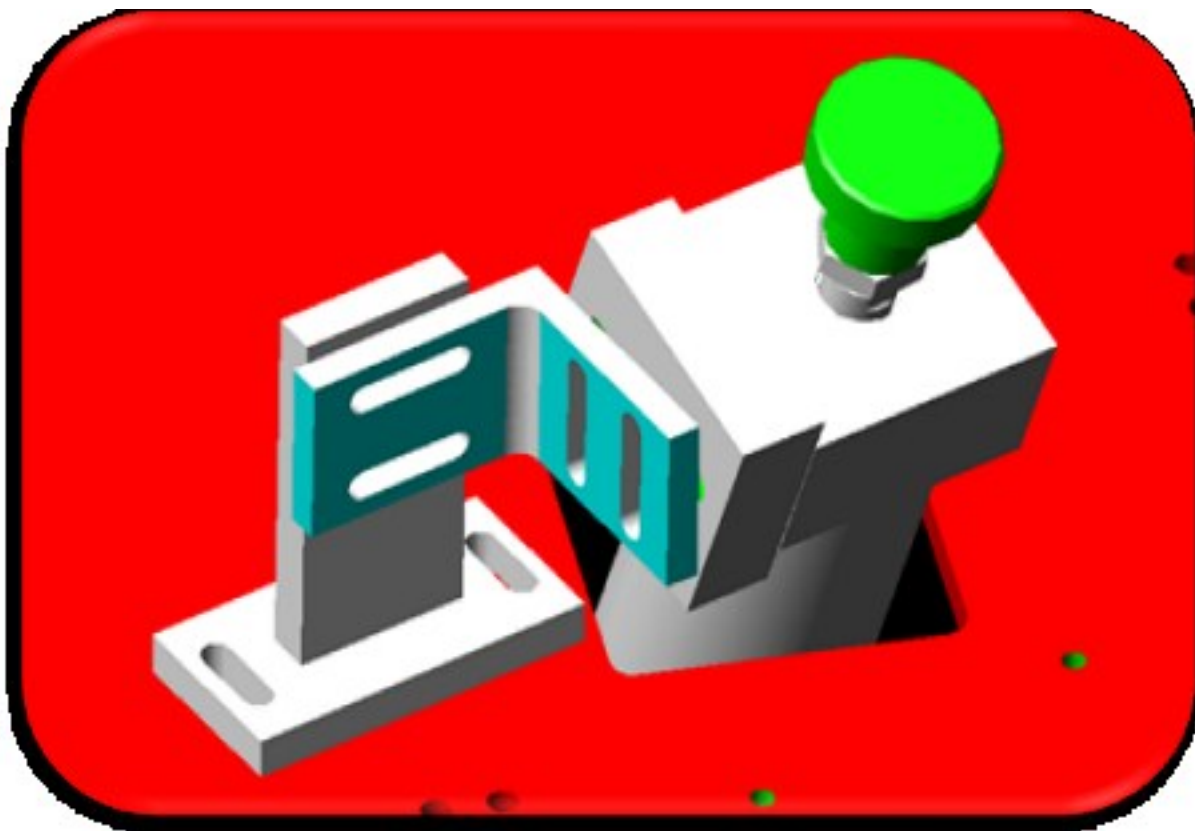


Fig. 4. 30 Destructor.



Fig. 4.31 Angulo estándar.



Fig. 4.32 Base estándar.

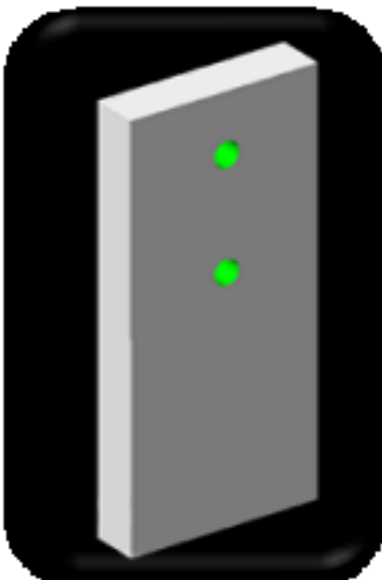


Fig. 4.33 Torre destructor.



Fig. 4.34 Cilindro 63 – 100.



Fig. 4.35 Boquilla de destructor.



Fig. 4.36 Base de destructor.

#### 4.2.4 Atrapador

El atrapador es un perno que encierra al tubo para el verificado y que, a la vez, si el tubo tiene fuga sirve como punto de apoyo para que el destructor logre doblar el tubo.

Cuenta con dos bases estándar, un túnel de posición, dos soleras guías en donde va el perno, un perno (boquilla), una “U” de ajuste, una base y un cilindro.

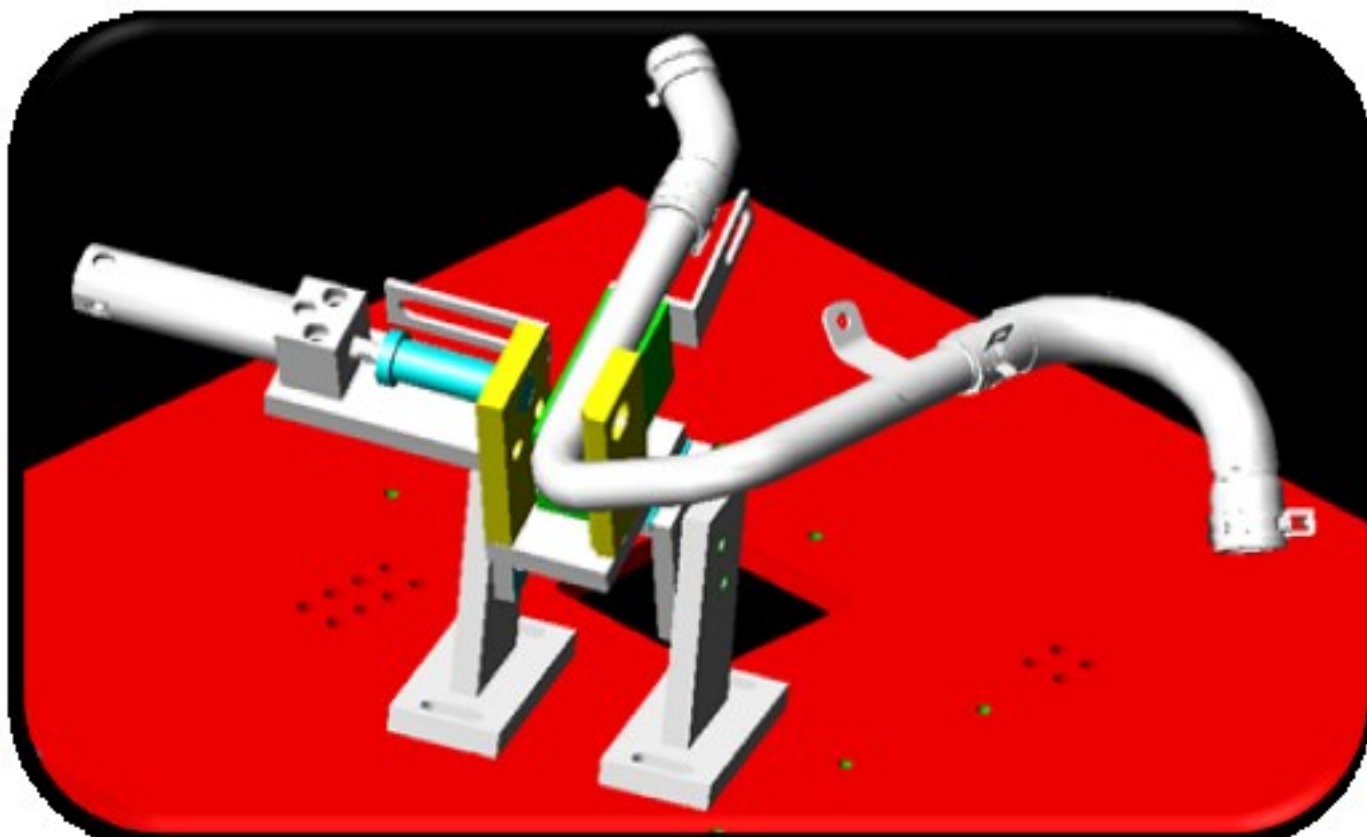


Fig. 4. 37 Atrapador.



Fig. 4.38 Base estándar.



Fig. 4.39 Cilindro de 25 – 50.

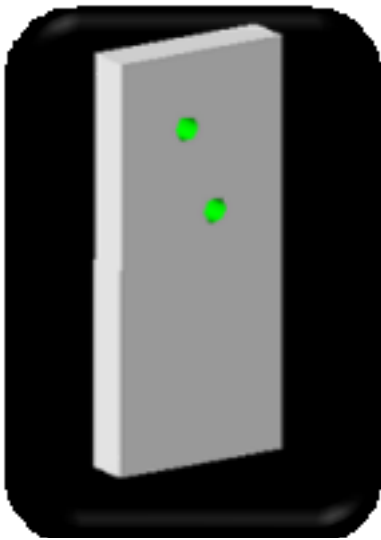


Fig. 4.40 Torre de Atrapador.



Fig. 4.41 "U" de ajuste.



Fig. 4.42 Base de Atrapador.



Fig. 4.43 Túnel de Atrapador.

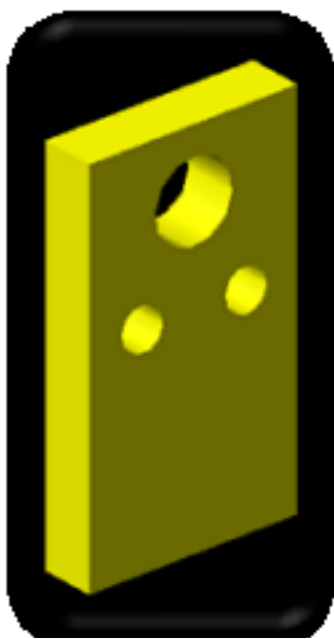


Fig. 4. 44 Lateral derecho de Atrapador.



Fig. 4. 45 Lateral izquierdo de Atrapador.

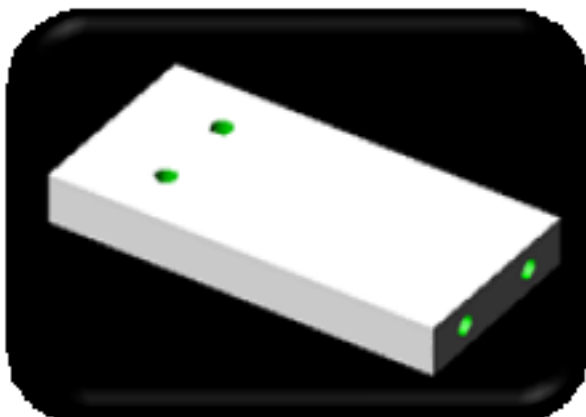


Fig. 4. 46 Base de cilindro Atrapador.

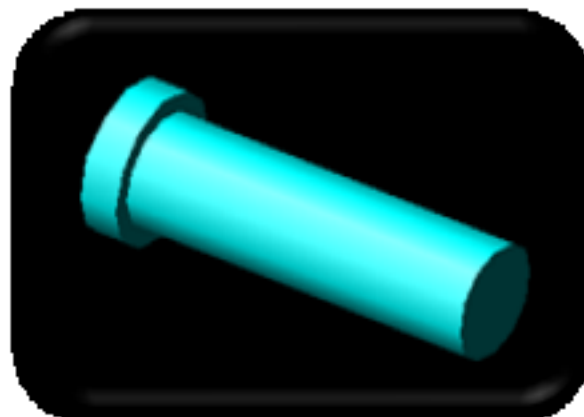


Fig. 4. 47 Perno Atrapador.



Fig. 4. 48 Base de sensor de Atrapador.



Fig. 4. 49 Base de sensor para abrazadera.



#### 4.2.5 Marcaje

Cuando la pieza termina su ciclo de verificado se debe de corroborar que la pieza ha pasado por este proceso, es por eso que la pieza tiene que marcarse con una “T” (Tested). Por esta razón se añade este componente el cual consta de un cilindro de 40 – 50 con una boquilla porta punzón, esto sobre una torre con su respectivos ángulo y base de ajuste. Para que el punzón no doble el componente se tiene que poner también una base que es la que amortiguara el impacto y asegurara que no se mueva.

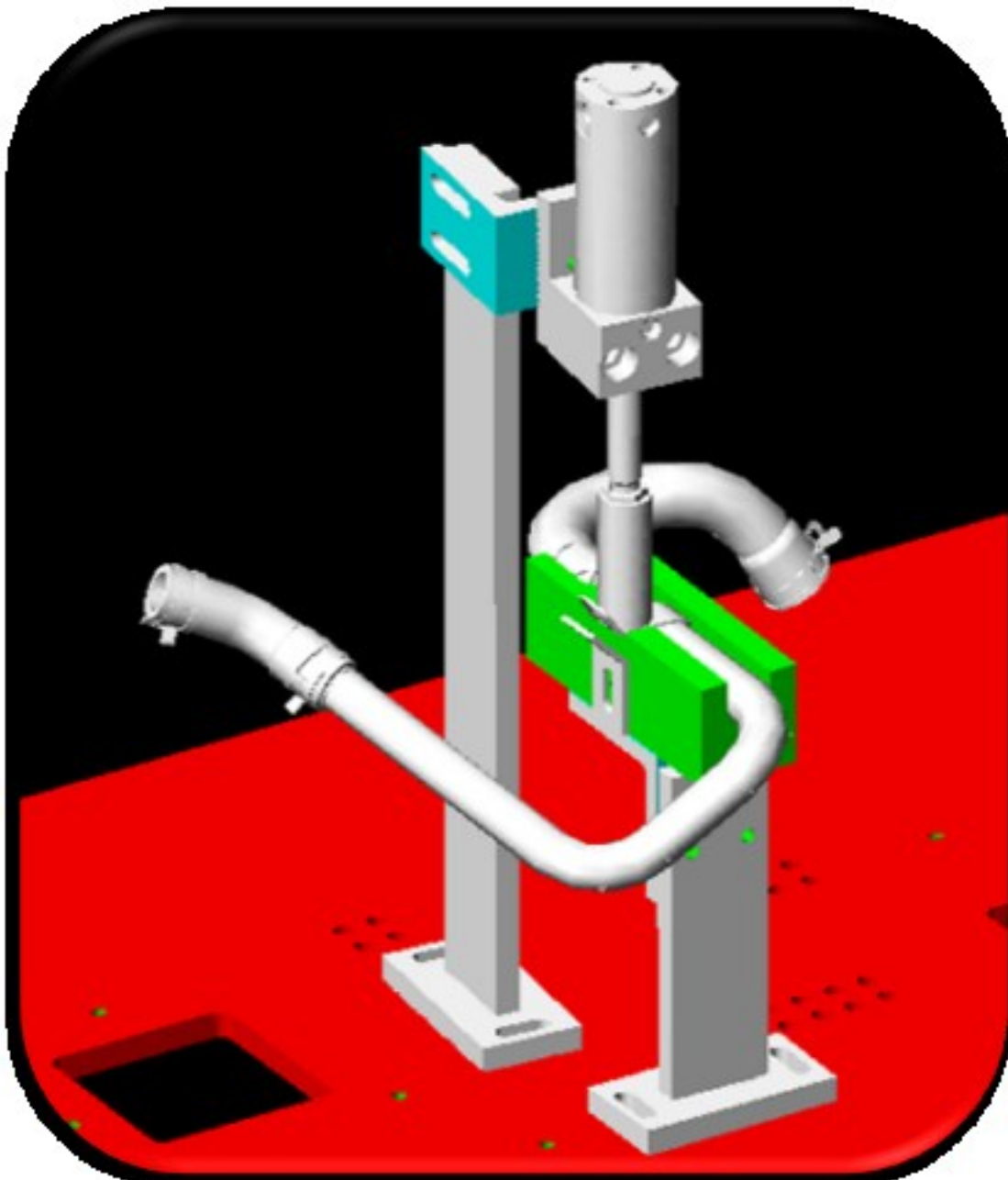


Fig. 4. 50 Marcaje.



Fig. 4.51 Base estándar.



Fig. 4.52 Angulo estándar.

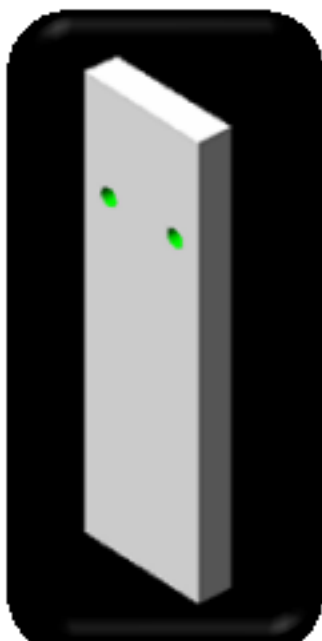


Fig. 4.53 Torre túnel de marcaje.



Fig. 4.54 Sensor para bracket.

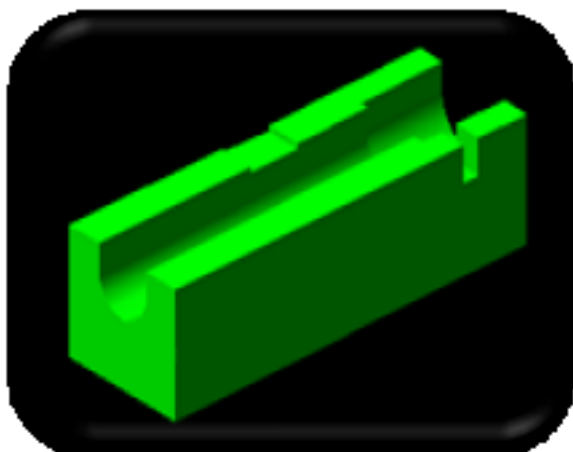


Fig. 4.55 Túnel para marcaje.



Fig. 4.56 Torre cilindro de marcaje.

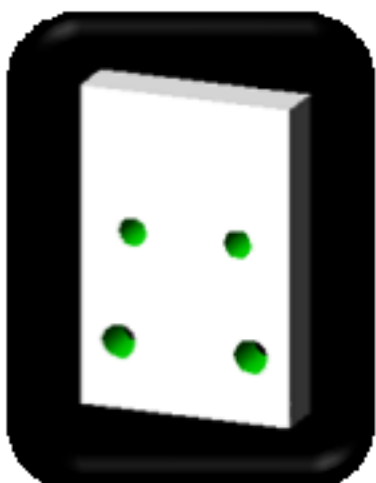


Fig. 4. 57 Base cilindro marcaje.



Fig. 4. 58 Boquilla de marcaje.



Fig. 4. 59 Cilindro de 40 – 50.

## 4.3 PROCEDIMIENTO

### 4.3.1 Posicionamiento

El posicionamiento de la pieza es primordial para el diseño, ya que en base a este se colocaran los demás componentes.

En este proceso se consideran las siguientes situaciones:

- Si el tubo tiene partes rectas se puede colocar paralelo a la mesa.
- Si el tubo se tiene que posicionar de la manera en que está en el diseño enviado por el cliente.
- De qué manera se va a destruir el tubo.
- De qué manera quedaran acomodados los componentes principales de la máquina.

Una vez posicionada la pieza (Fig. 1) se construye la base de la mesa (Fig. 2) y se establece la medida de esta.

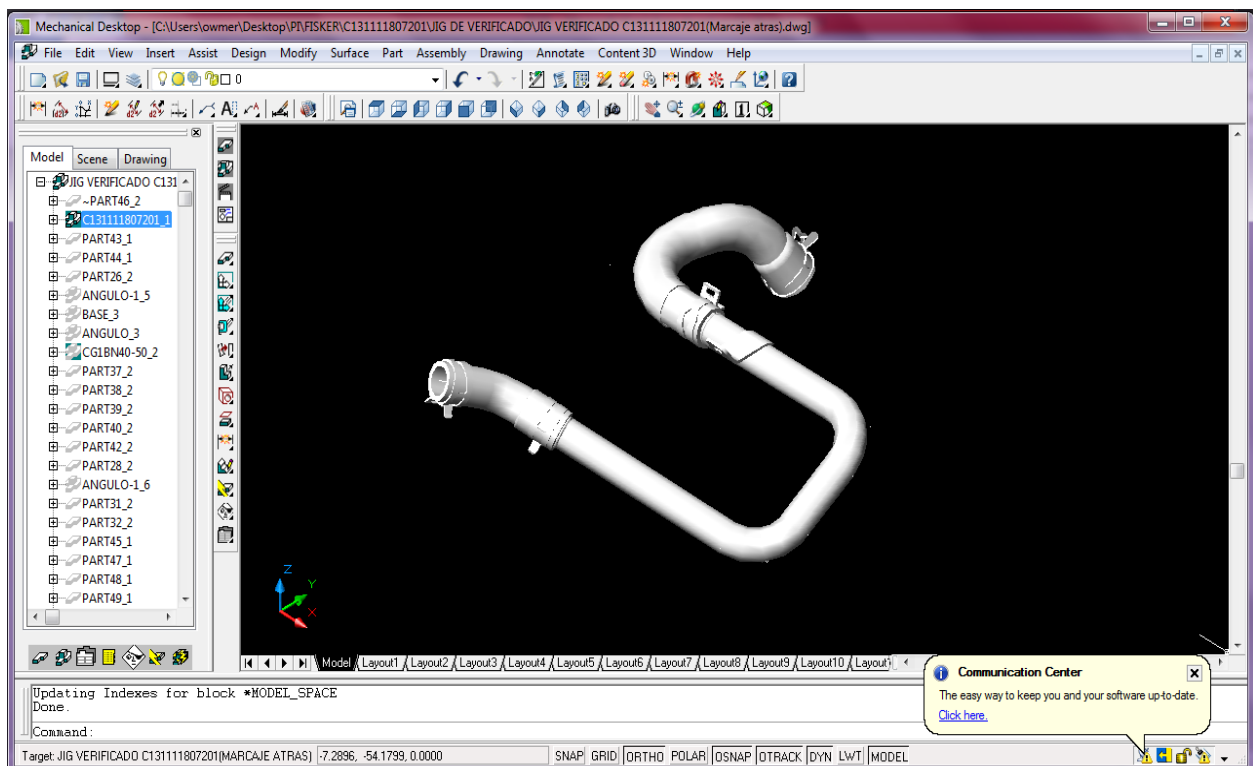


Fig. 4. 60 Posicionamiento de componente.

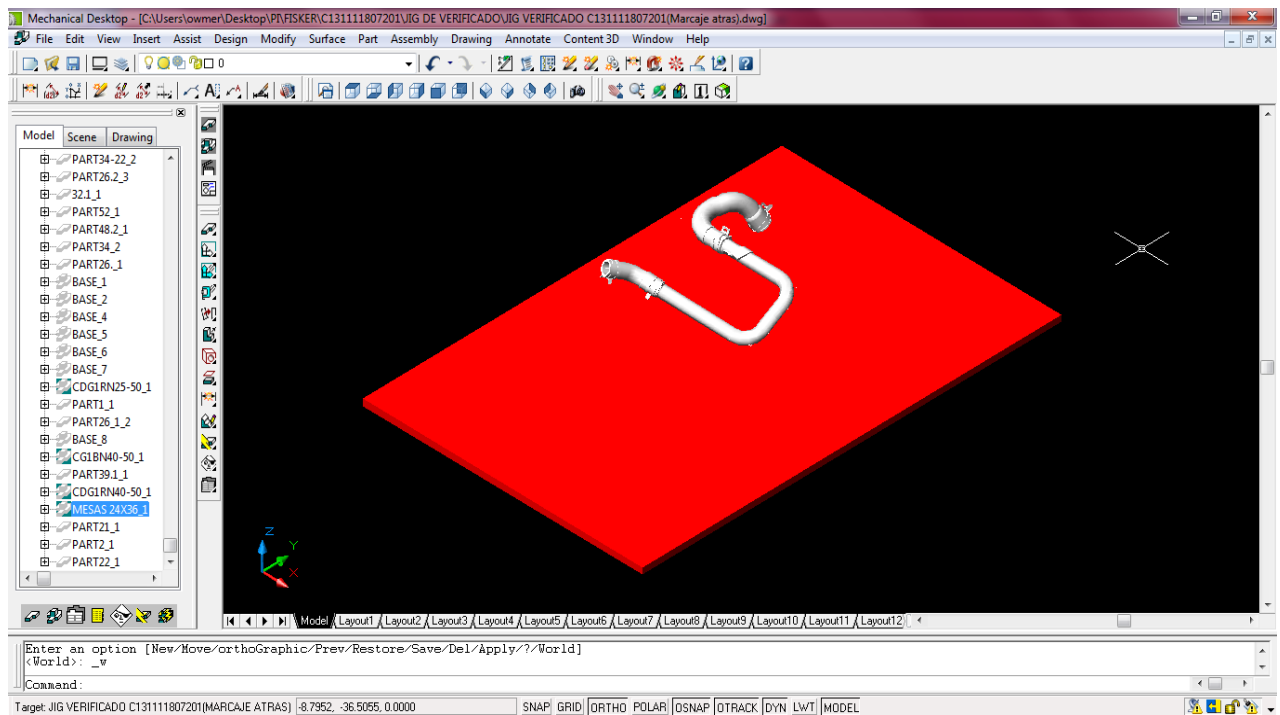


Fig. 4. 61 Creación de la mesa de trabajo.

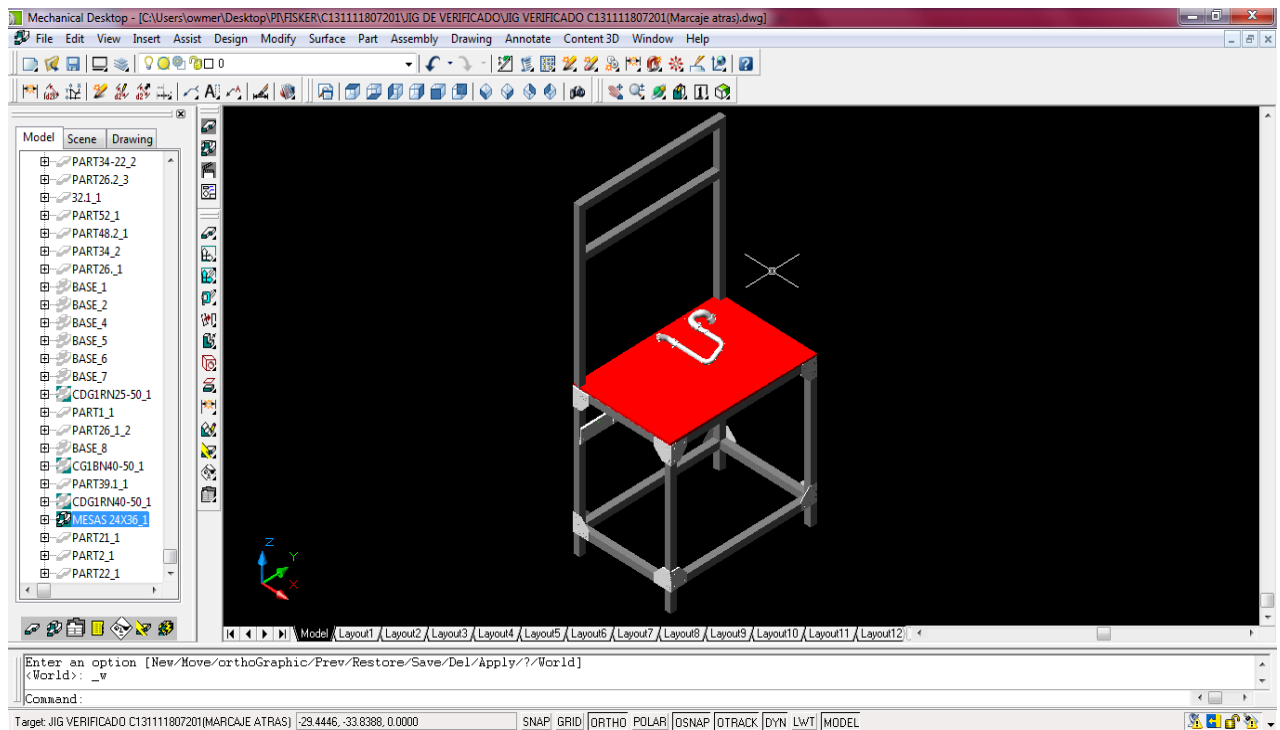


Fig. 4. 62 Posicionamiento de la mesa prefabricada (tomada de la biblioteca de la empresa).

### 4.3.2 Asegurando la posición del componente

Después de eso se colocan lo que vendrían siendo los posicionadores principales en la verificadora, como se mencionó antes uno en cada recta y considerando que necesitamos un tope para que no se corra el componente, se utiliza el bracket como el origen del diseño, ya que posteriormente en los ajustes deberá tomarse en cuenta este dato. Asimismo se consideran las ranuras y diferentes diámetros en los que va situada la conexión entre la manguera y el tubo.

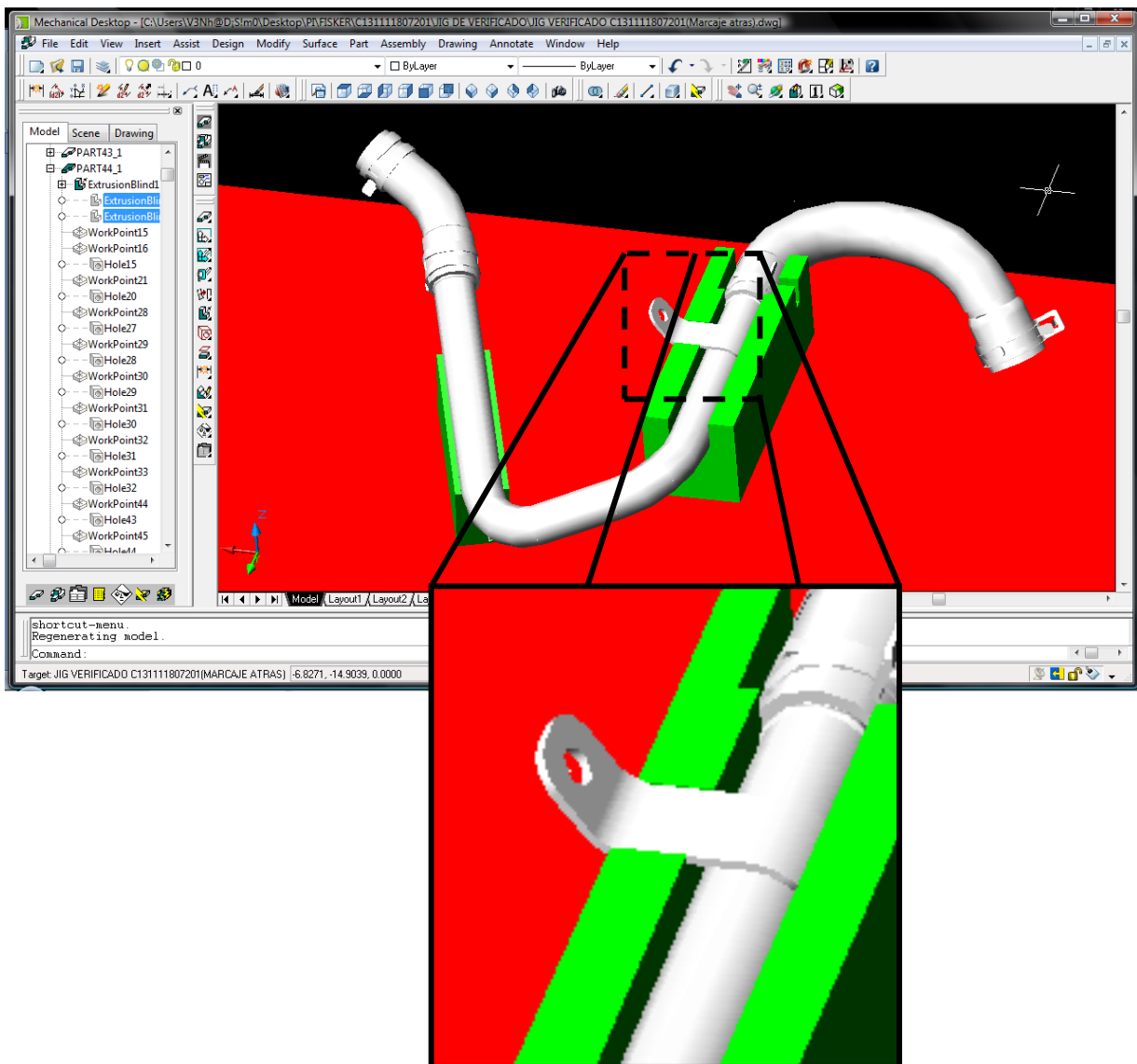


Fig. 4. 63 Posicionamiento de referencia tomando el bracket como "0".

### 4.3.3 Agregar los componentes de los extremos

Se posicionan los cilindros junto con las boquillas que sellaran el tubo e inyectaran aire para lograr el verificado. En esta fase se ven todas las posibilidades para lograr mejor ubicación posible para el resto de los componentes, así como su altura, ya que se tiene que considerar que el ensamble quede a una altura promedio para que cualquier operador pueda manejarla sin ningún riesgo.

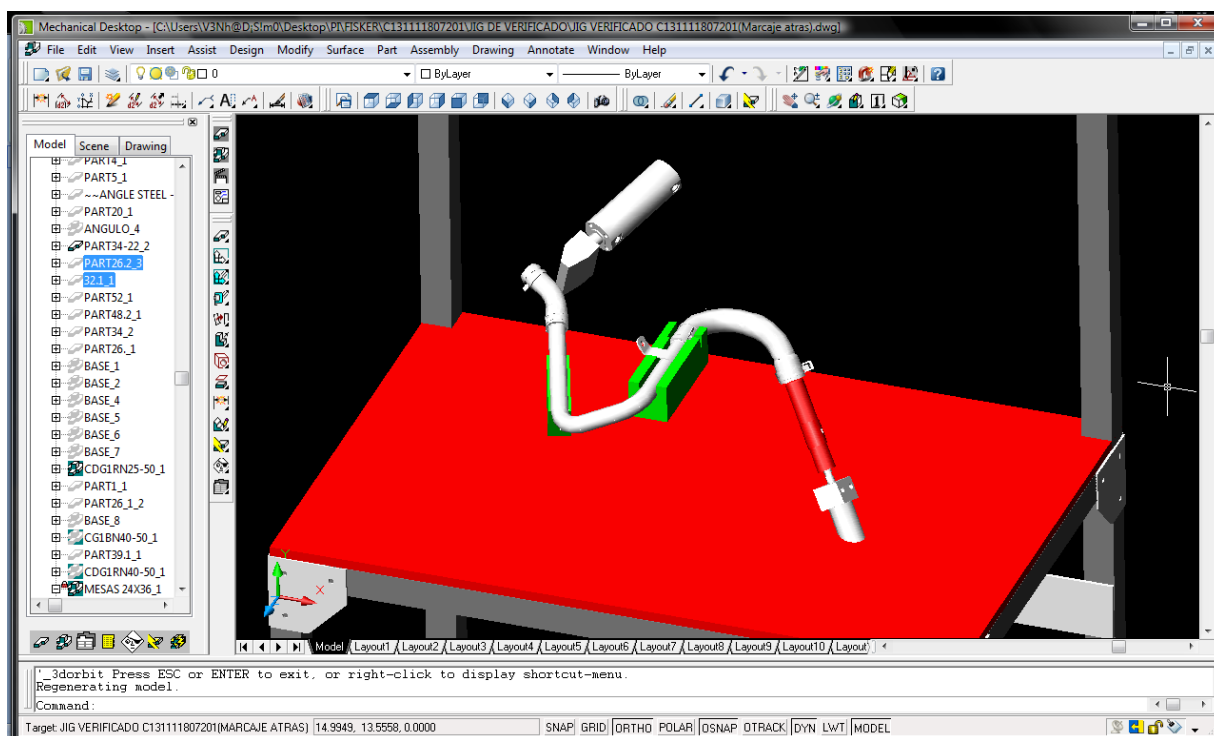


Fig. 4. 64 Posicionamiento del cilindro de estrangulamiento y el de inyección.

#### 4.3.4 Colocación del cilindro del destructor

En esta fase del proceso se define la posición final del destructor para asegurar así que no valla a colisionar con nada al momento de salir las 4 pulgadas de avance del cilindro.

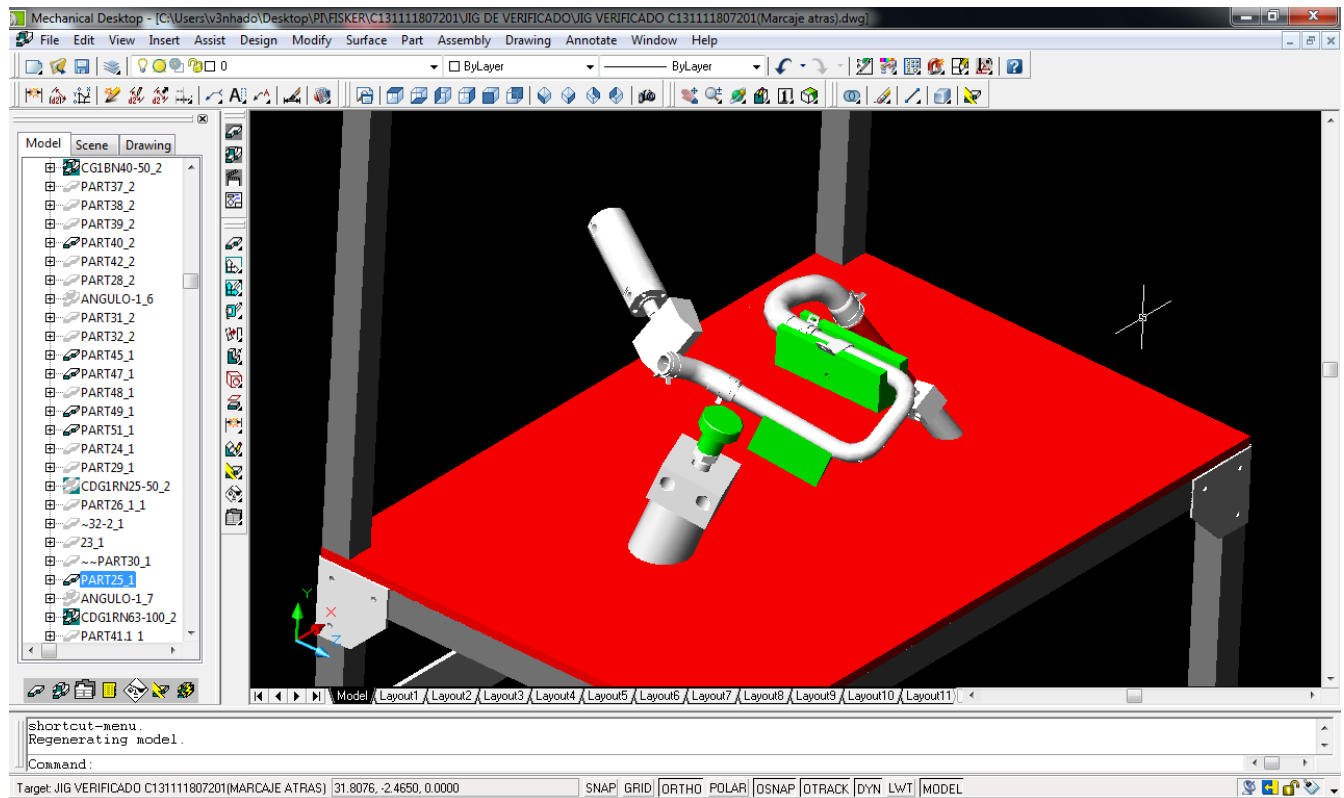


Fig. 4.65 Posicionamiento del cilindro del destructor.



#### 4.3.5 Colocación de los demás cilindros.

Luego de colocar el destructor se colocan los cilindros de los demás componentes, el del marcaje, el del atrapador y el de la base de sellado.

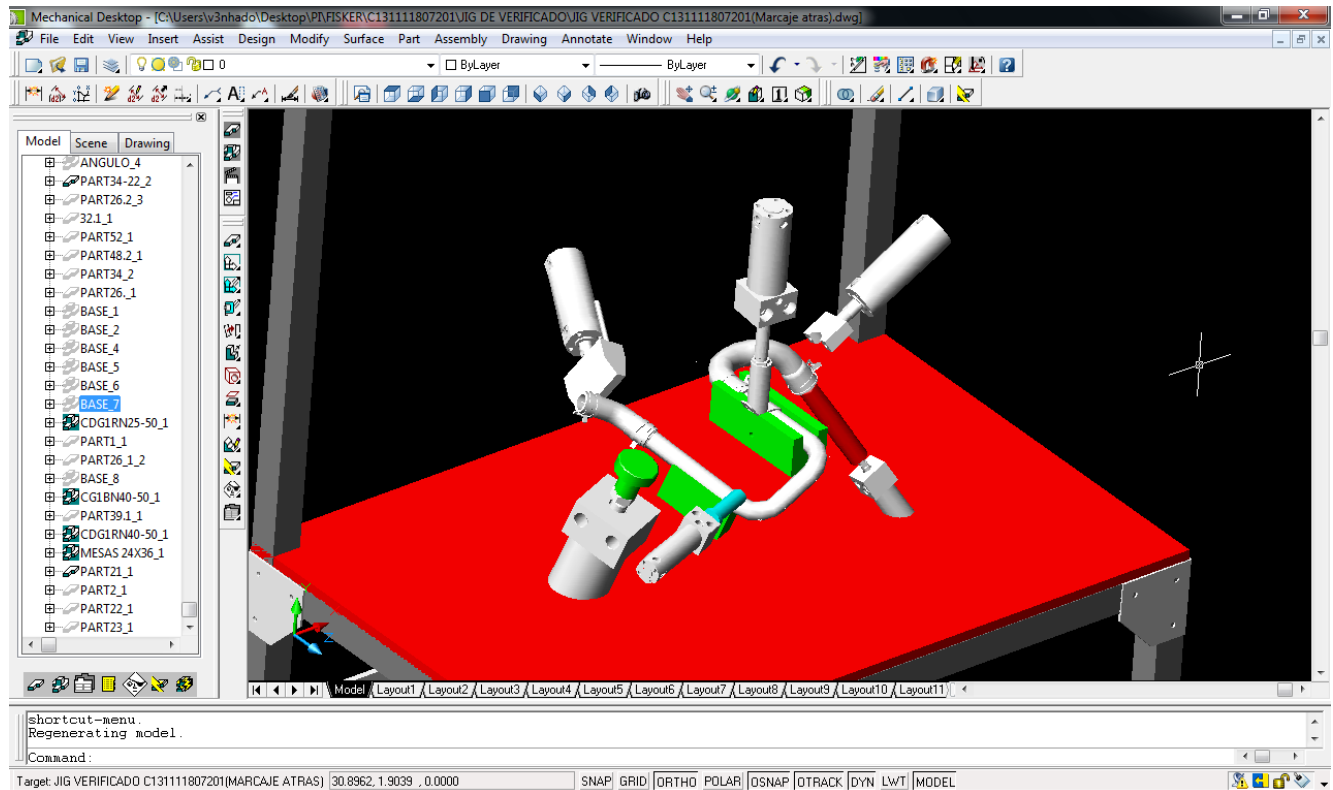


Fig. 4. 66 Posicionamiento del cilindro de marcaje, el Atrapador y el sellado.

### 4.3.6 Ajuste en x, y, z

Luego de colocar todos los cilindros y de establecer la altura y posición de los componentes, se procede a colocar las bases que sostendrán los cilindros así como sus ángulos de ajuste. Cuando se está calibrando la maquina con el componente en físico, se tiene que poder asegurar una posición final pero para esto al mover el componente debe tener movilidad en los 3 ejes, esto se logra por medio ángulos y bases con ranuras de aproximadamente una pulgada de centro a centro.

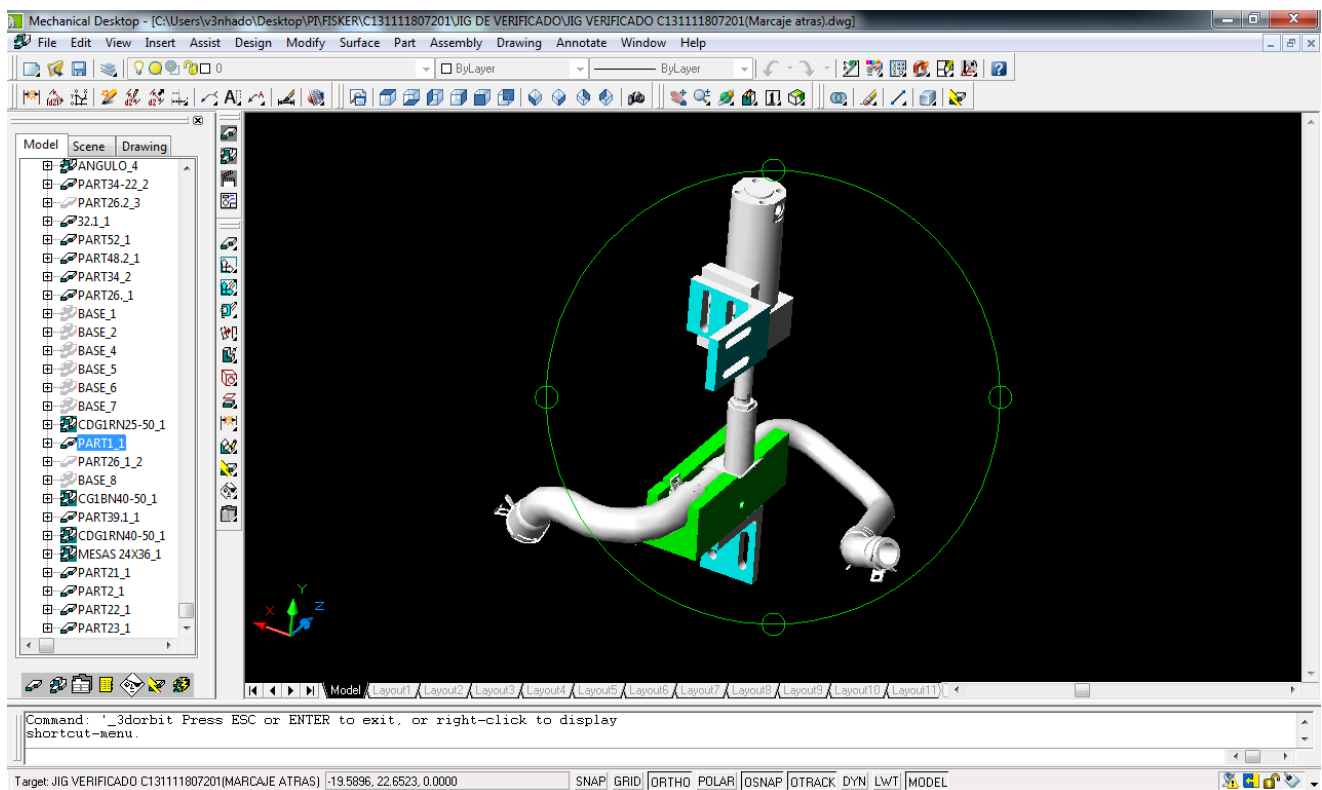


Fig. 4. 67 Ángulos de ajuste en Túnel y cilindro de marcaje.

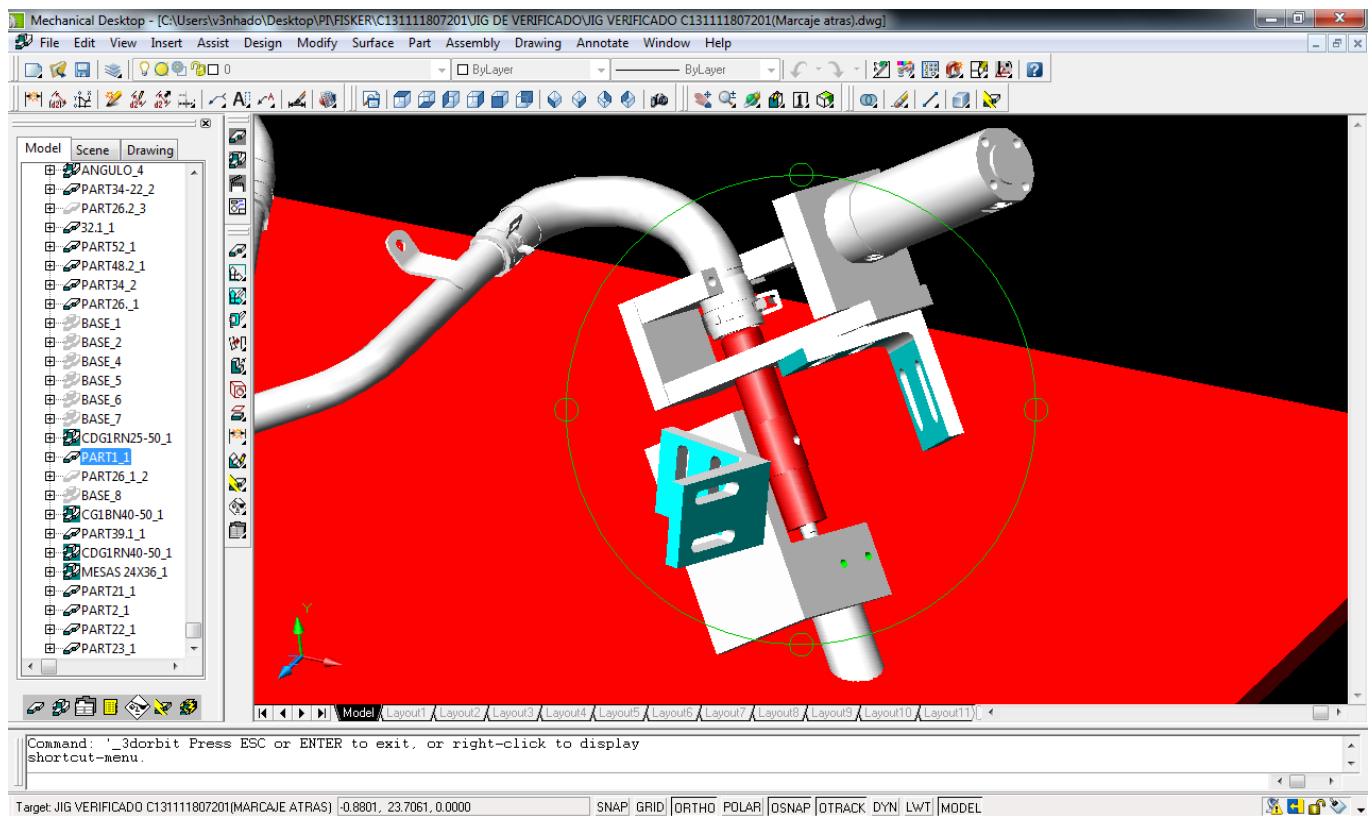


Fig. 4. 68 Ángulos de ajuste en inyector y sellado.

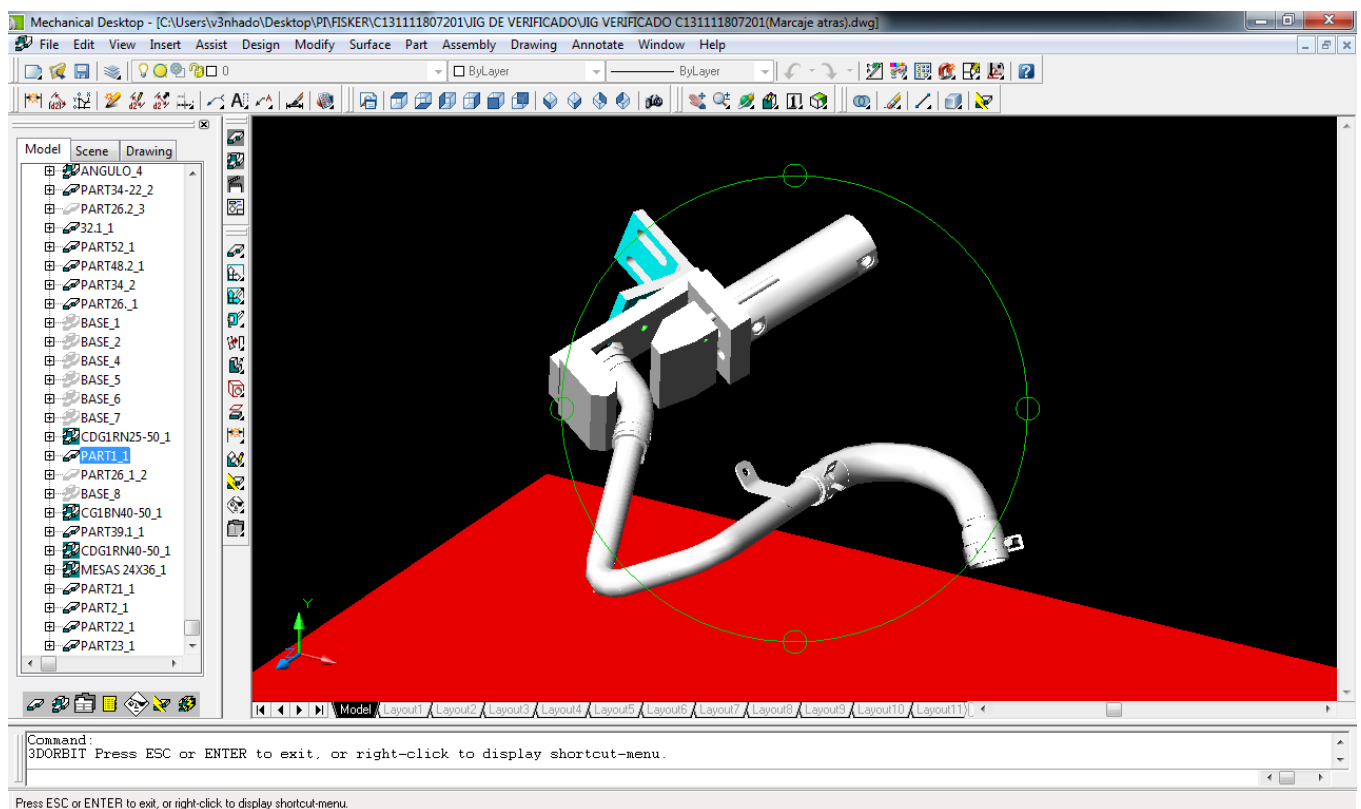


Fig. 4. 69 Ángulo de ajuste en estrangulador.

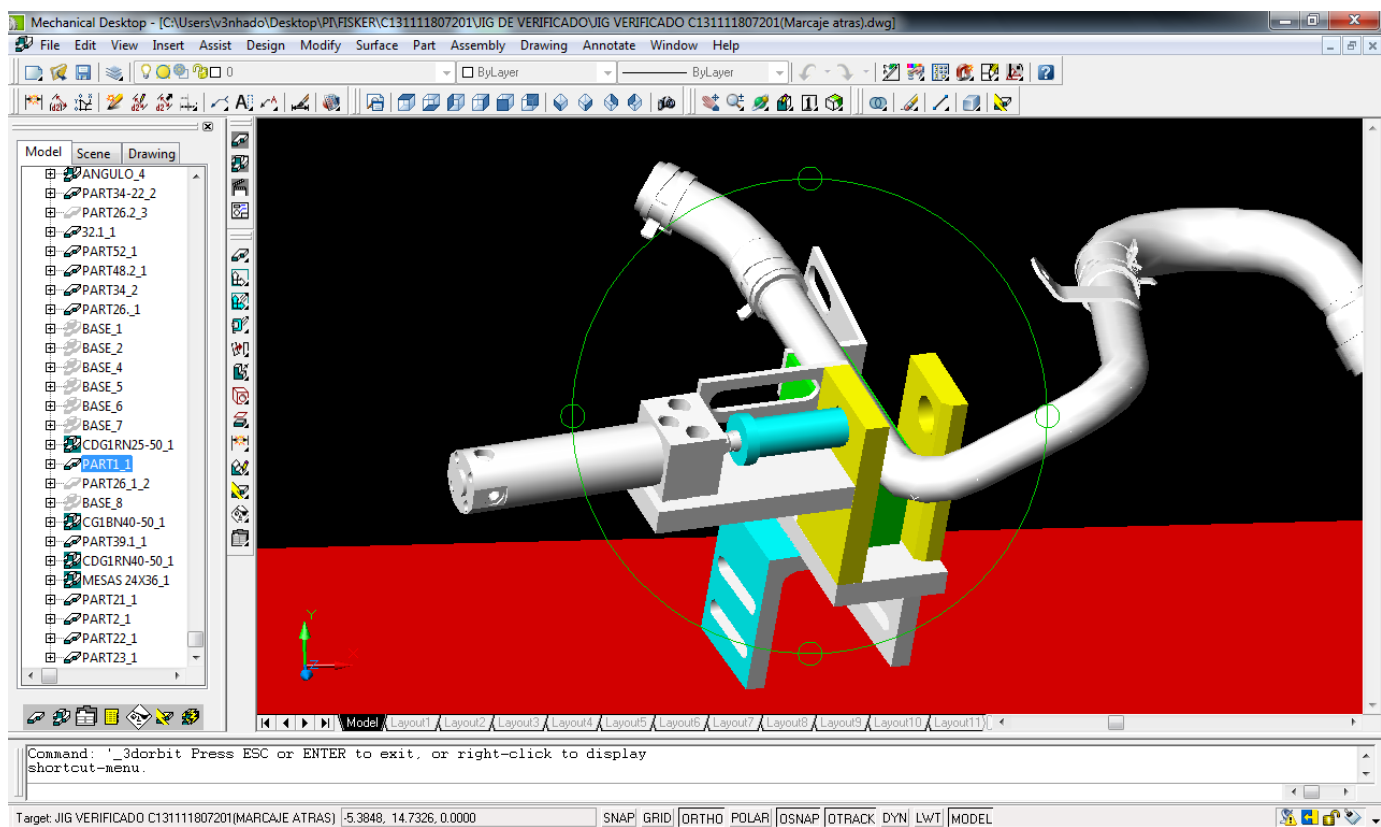


Fig. 4. 70 “U” de ajuste en Atrapador.

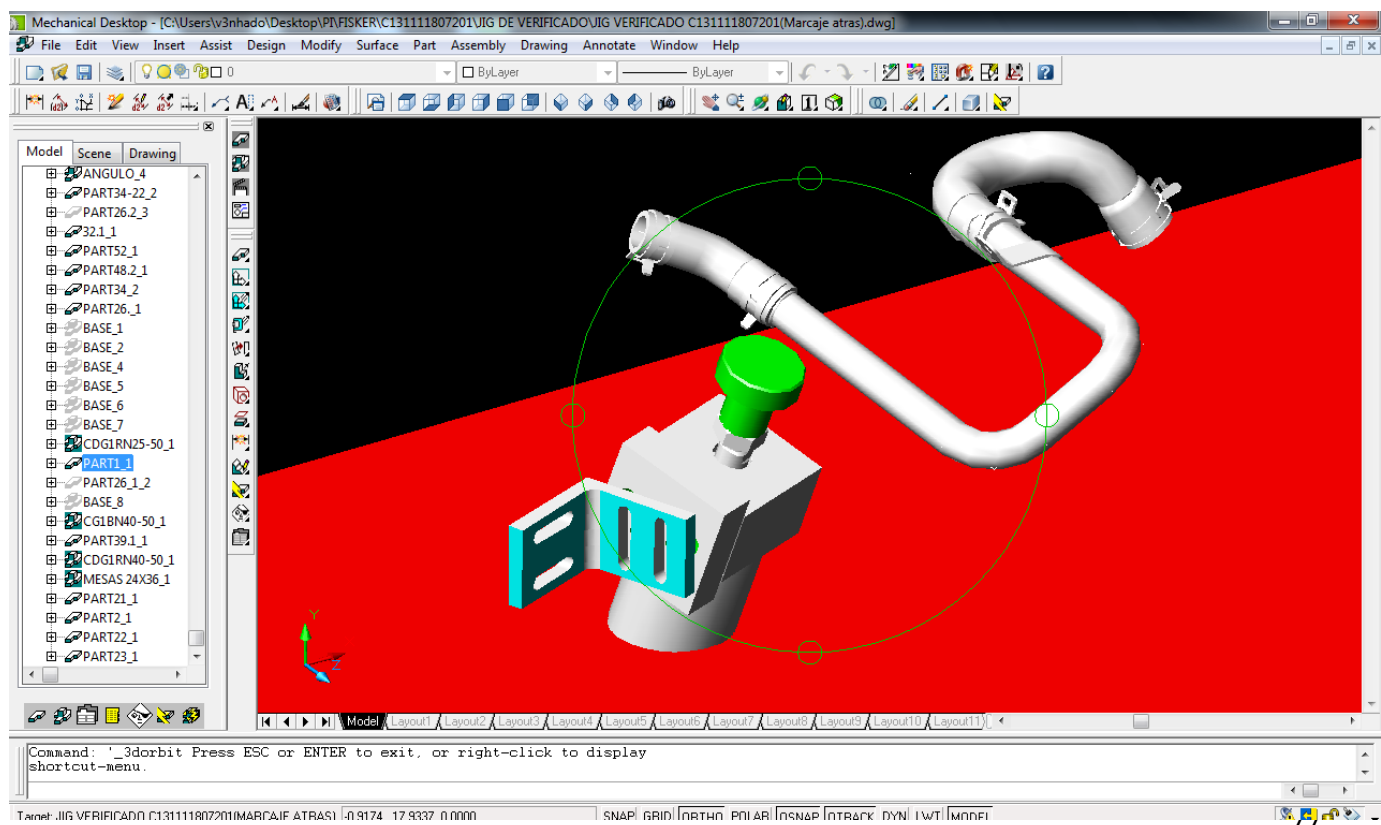


Fig. 4. 71 Ángulo de ajuste en destructor.

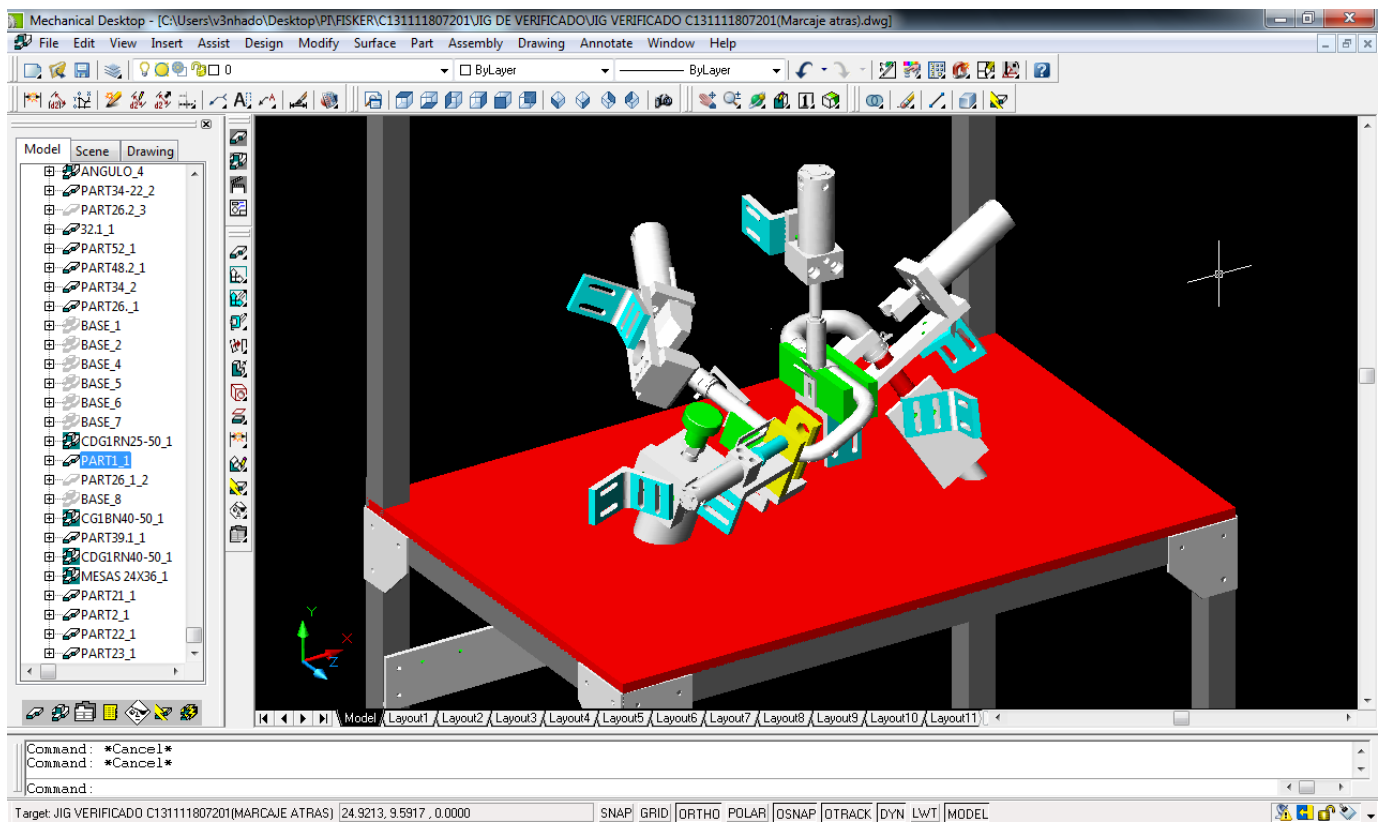


Fig. 4.72 Vista isométrica de la mesa con ajuste en 2 ejes.

### 4.3.7 Colocación de las torres y las bases

Ya que tenemos asegurada la posición de los componentes y los ángulos, se colocan las torres y las bases las cuales complementaran el ajuste agregando un eje aparte de los dos que se controlan con los ángulos. Es muy importante no repetir ejes ya que en caso de que esto pasara si se debe mover el componente hacia ese eje faltante, será imposible hacerlo.

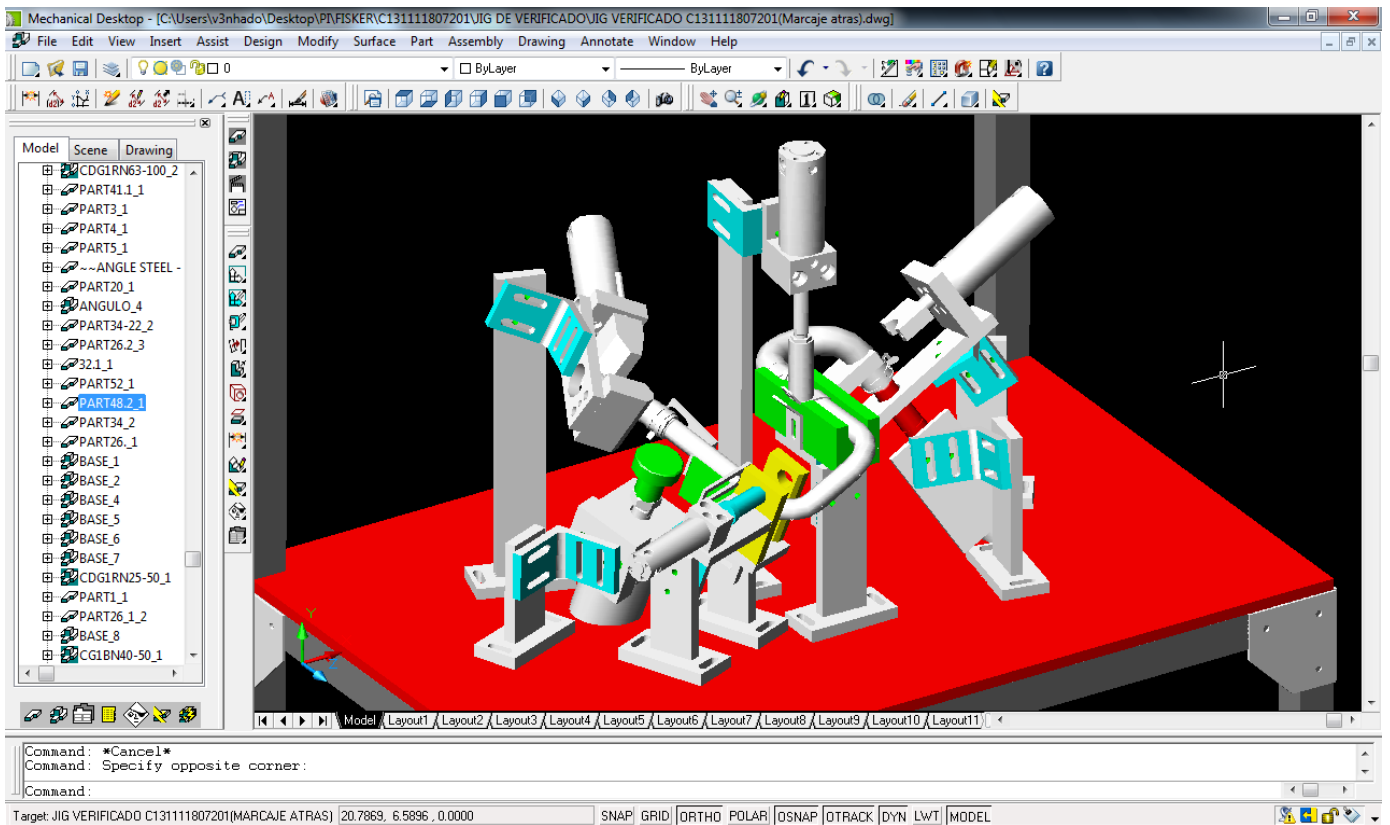


Fig. 4. 73 Vista isométrica de la mesa con ajuste en 3 ejes (x, y, z)

### 4.3.8 Colocación de bases para sensores

Finalmente se colocan las bases de los sensores que llevara la máquina. En este tipo de verificadoras no solo se verifican fugas en la pieza, sino también presencia de componentes en el número de parte como lo son abrazaderas, la manga que lleva la manguera, los brackets y en si la presencia del tubo para comenzar el verificado. Para esto se utilizan diferente tipo de sensores como lo son capacitivos, inductivos, cámaras IFM, fibra óptica, sensores laser, entre otros según sea el componente a detectar.

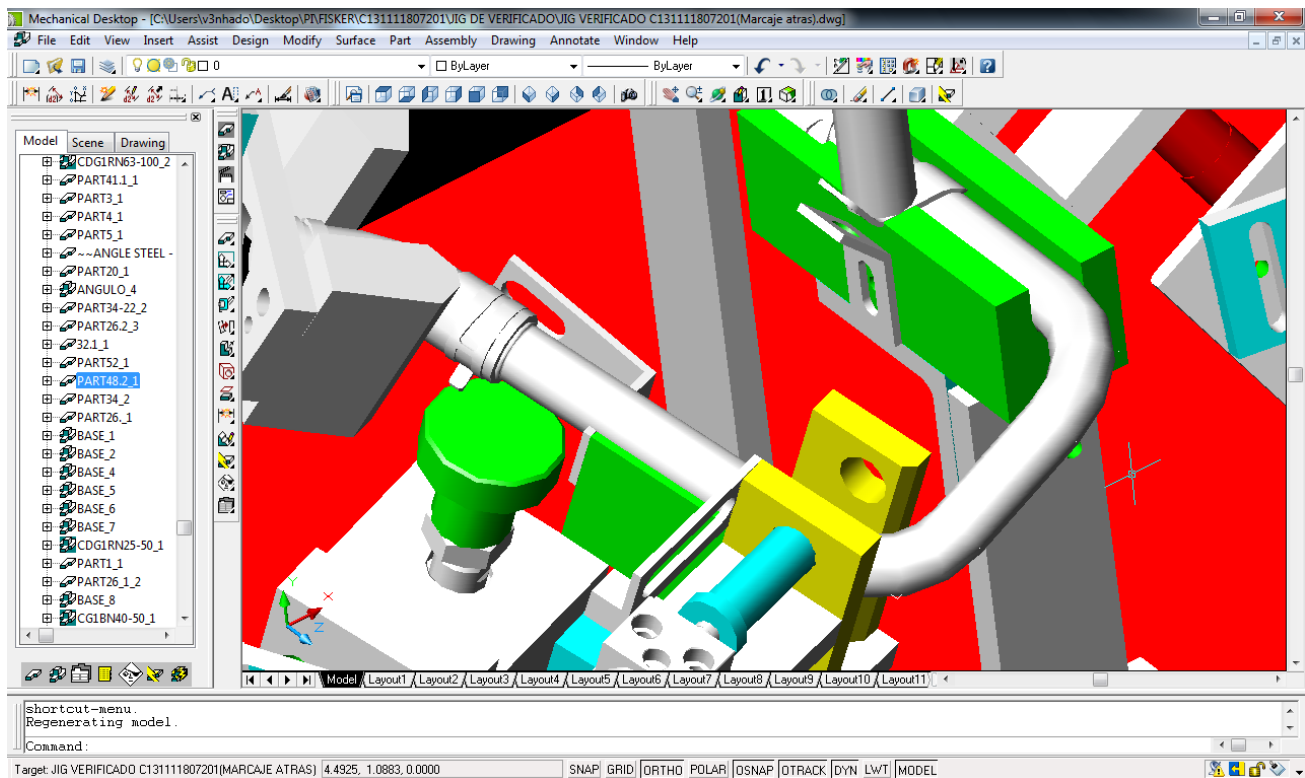


Fig. 4. 74 Bases para sensores.

## CONCLUSIONES

En la creación de este equipo se aprendió mucho del trabajo que realiza un diseñador. Generalmente se cree que un diseñador crea una pieza o maquinaria por sí mismo, pero en este tipo de trabajo se tiene que dar todo un proceso desde consulta con los clientes, es decir, que es lo que ellos esperan de la maquina; refiriéndonos a tiempos de ciclo, número de piezas meta por turno, cuantos turnos trabajará, etc. Para darnos una idea de cómo será su funcionamiento y de qué tipo serán sus componentes tanto neumáticos como electrónicos.

Se requiere un trabajo en equipo con ingenieros mecatronicos, ingenieros electrónicos, herramentistas y proveedores para saber que se puede y que no se puede hacer, al igual que para la colocación de componentes de detección como lo son los sensores, las cámaras y todo lo referente al control como botoneras, gabinetes, PLC's, lámparas, etc.

Como este proyecto se realizó desde el diseño hasta su instalación en la planta, ya con el cliente, se pueden ver ciertos tipos de cosas que se pueden mejorar, detalles que se toman en cuenta para los siguientes equipos del mismo tipo.

Del proyecto Fisker se realizaron posteriormente cerca de 20 equipos más, en los cuales se puso en práctica todo lo aprendido con la creación de este proyecto y las mejoras que se observaron se podrían hacer, mejorando así la calidad de nuestros servicios.



## BIBLIOGRAFIA

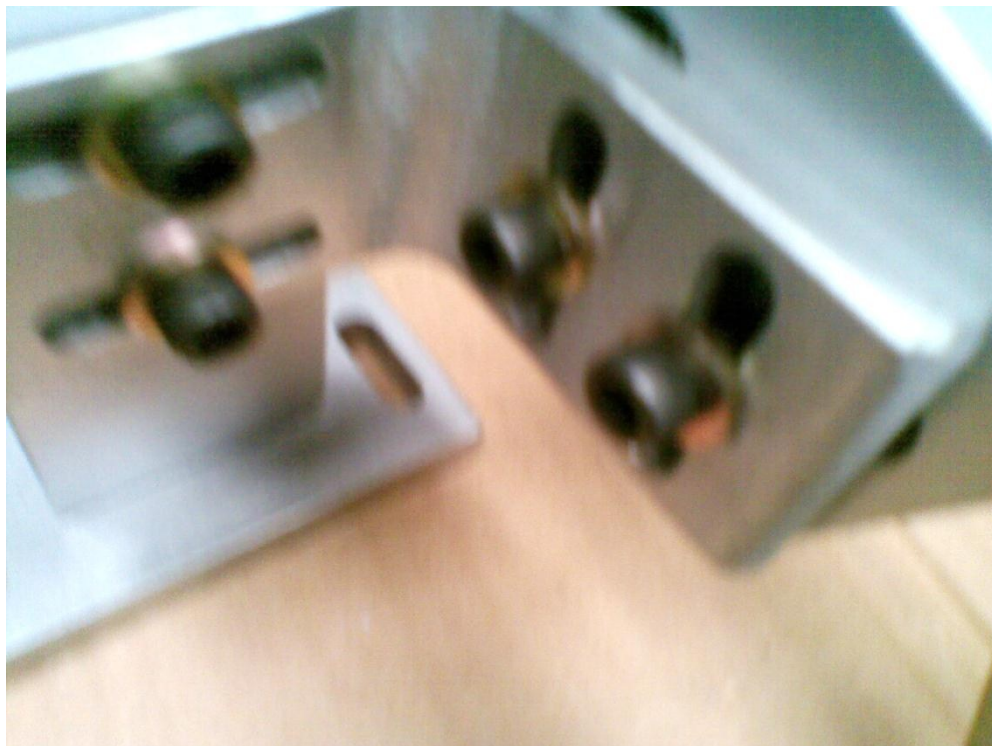
- *Materiales metálicos* V. Galvañ, M. Sorriano, C. Eslon Universidad Politécnica de Valencia 2005
- *Metal Tecnología y Proceso* John L. Ferrer PARANINFO 2000
- *Tecnología de los metales* H.Appold, K. Feiler, A. Reinhard, P. Schmidt REVERTÉ 1985
- *Metalurgia y materiales industriales* John E. Neely LIMUSA 2000
- *SMC Catalog Best Pneumatics 2004 Vol. 8*
- *OMRON Product catalog industrial automation 2007*
- <http://www.lenntech.com>
- <http://www.confemetal.es>
- <http://www.allstudies.com>
- <http://www.arqhys.com>
- <http://es.wikipedia.org>
- <http://www.aluminio.org>
- <http://www.upmc.com>
- <http://www.elsantafesino.com>
- [http://www.utp.edu.co/~publio17/ac\\_inox.htm](http://www.utp.edu.co/~publio17/ac_inox.htm)
- <http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%201018.pdf>
- [http://fosva.seas.es/docs/t3\\_neumatica.pdf](http://fosva.seas.es/docs/t3_neumatica.pdf)
- <http://www.ifm.com/mounting/704420ES.pdf>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_inductivo](http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_inductivo)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_capacitivo](http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_capacitivo)
- <http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/15000/8752/4/T%2011361%20CAPITULO%202.pdf>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra\\_%C3%B3ptica](http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica)
- [http://www.keyence.com.mx/products/sensors/rqb/czv20/czv20\\_features\\_2.php?style=print](http://www.keyence.com.mx/products/sensors/rqb/czv20/czv20_features_2.php?style=print)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Esc%C3%A1ner\\_de\\_c%C3%B3digo\\_de\\_barras](http://es.wikipedia.org/wiki/Esc%C3%A1ner_de_c%C3%B3digo_de_barras)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_final\\_de\\_carrera](http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_final_de_carrera)
- <http://www.info-ab.uclm.es/labeled/Solar/Componentes/SPOSICION.htm>

## **ANEXOS**

## **FOTOGRAFÍAS**



Piezas terminadas y subensambles listos para sujetarse a la mesa y agregar los cilindros.



Zoom de ángulos de ajuste.



Mesa terminada.

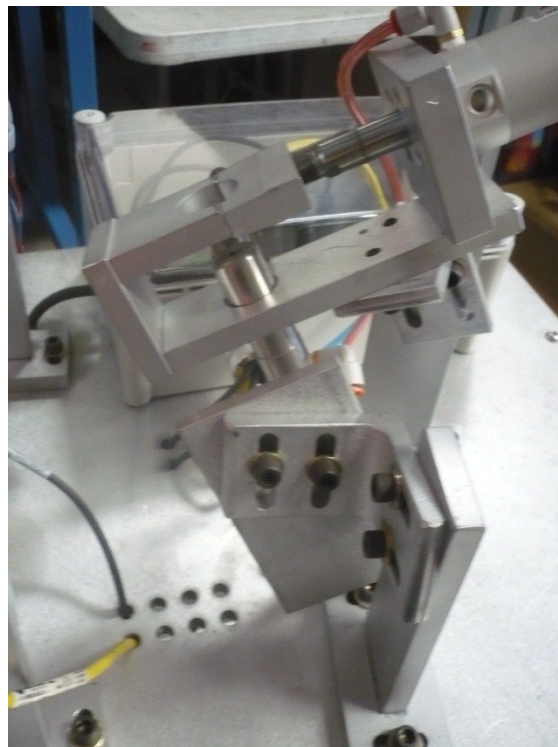


Mesa terminada.

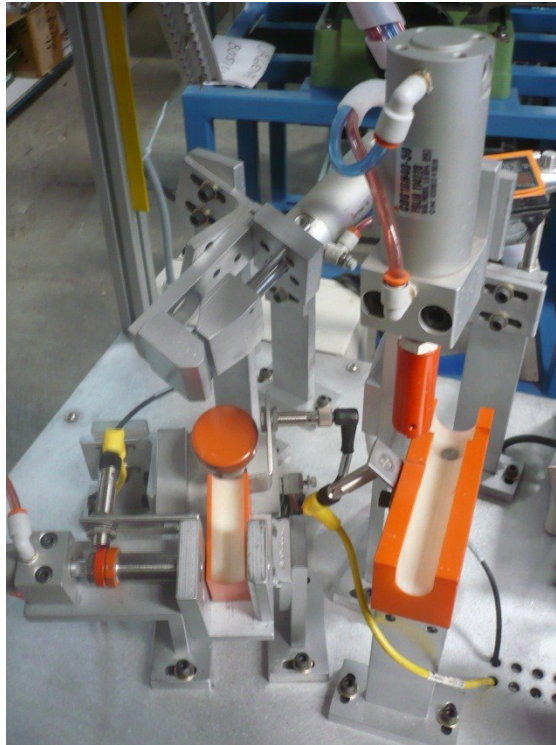




Panel de componente con indicadores led de presencia.



inyector y base de sellado.

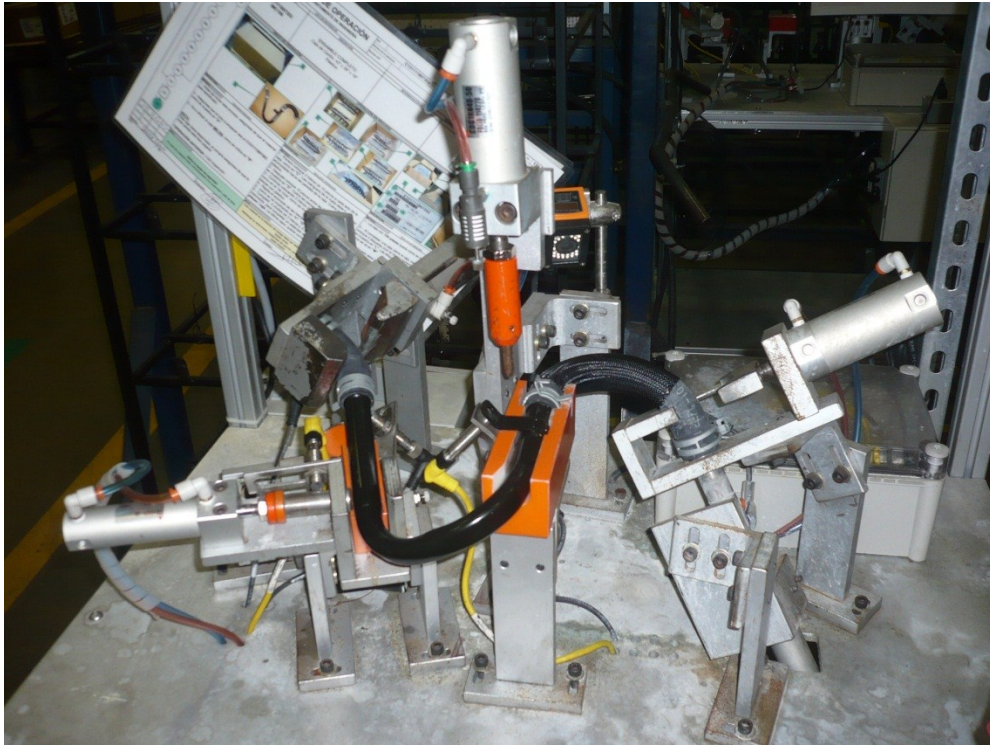


Marcaje, destructor, Atrapador y estrangulador.



Inyección, marcaje y cámara IFM.





Maquina ya instalada y trabajando en la planta.



Componente posicionado.





Marcaje y posicionador.

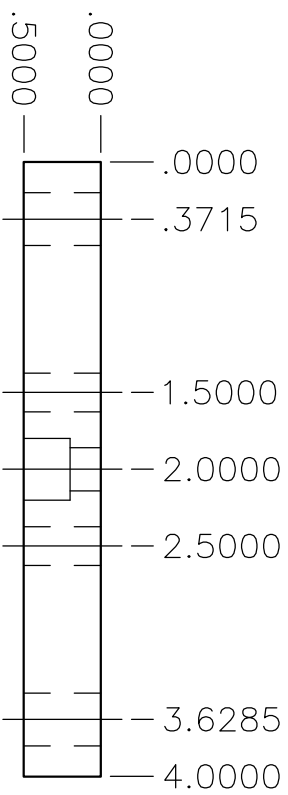
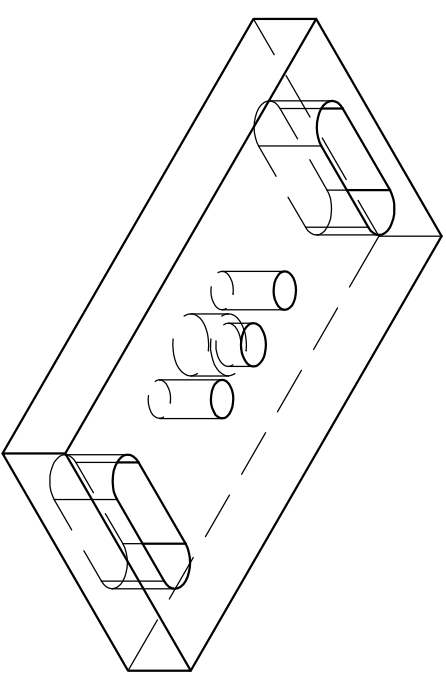
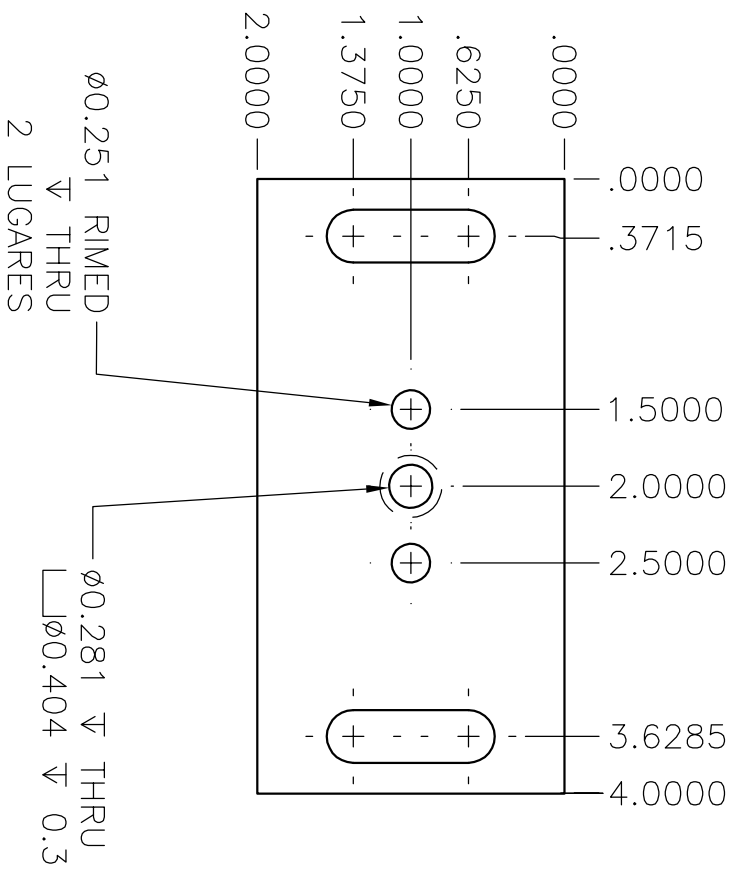


Componente en escantillón de cero tolerancia.



Componentes antes de ensamble.

## PLANOS

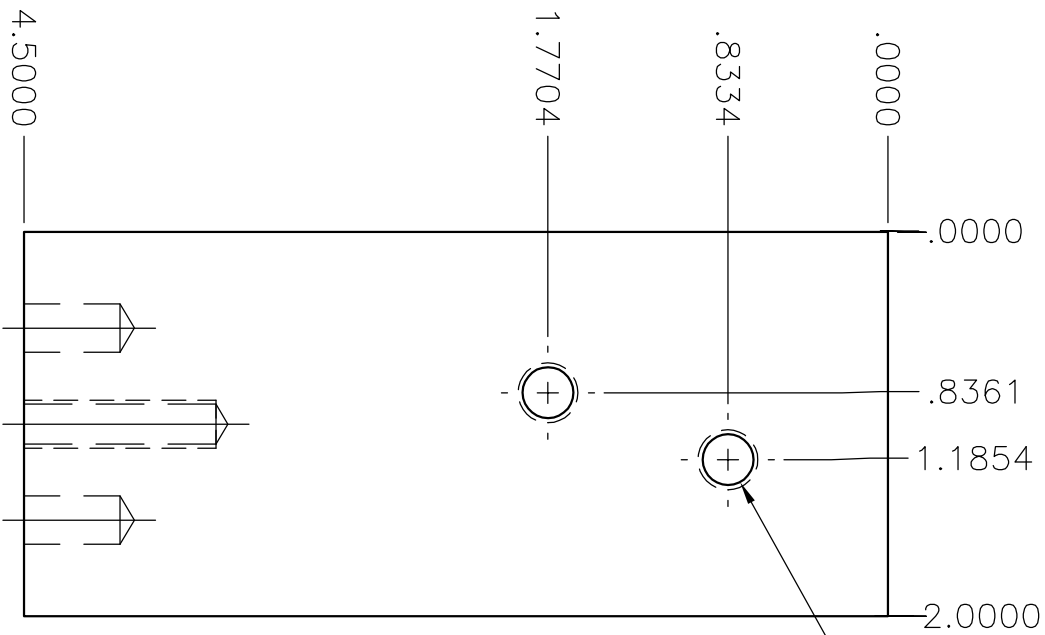


NOTA:

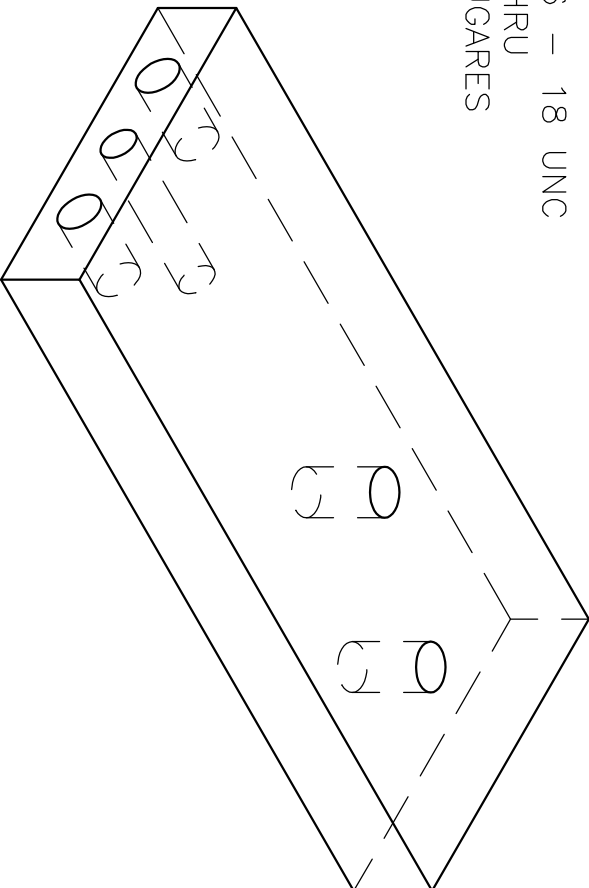
- MAT. 1018
- 8 PZAS.
- BASE
- MARCAR CON “V4”







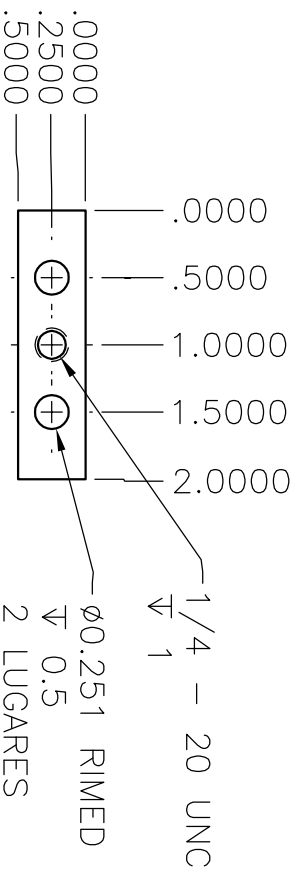
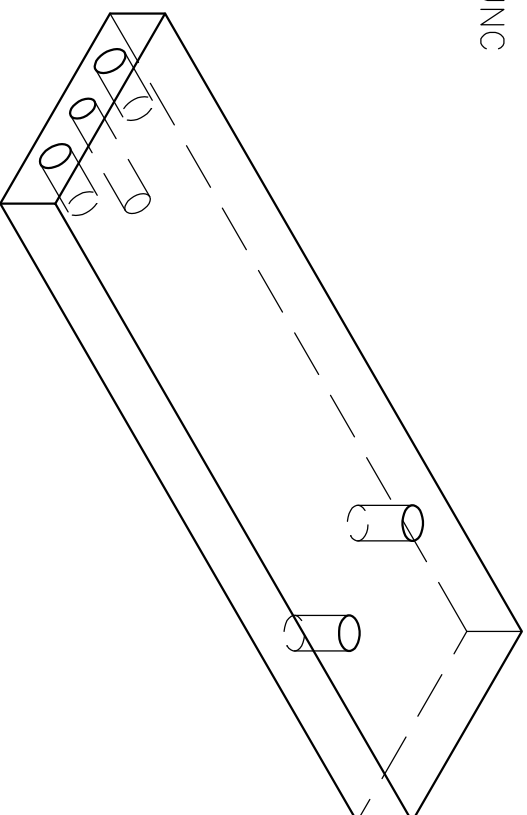
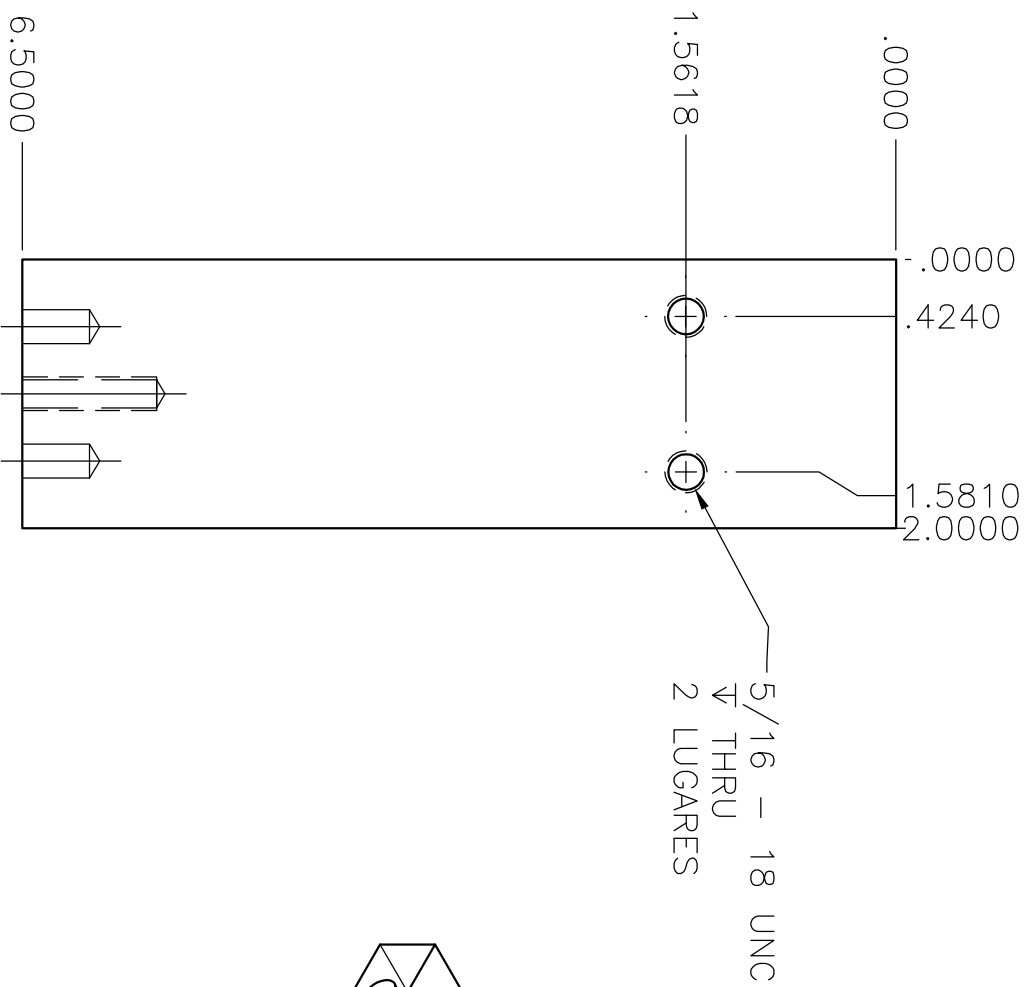
5/16 - 18 UNC  
 THRU  
 2 LUGARES



1/4 - 20 UNC  
 THRU  
 2 LUGARES

0.251 RIMED  
 THRU  
 2 LUGARES

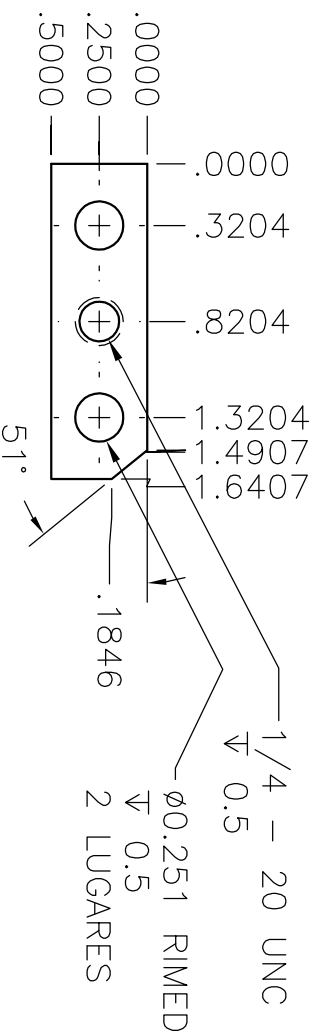
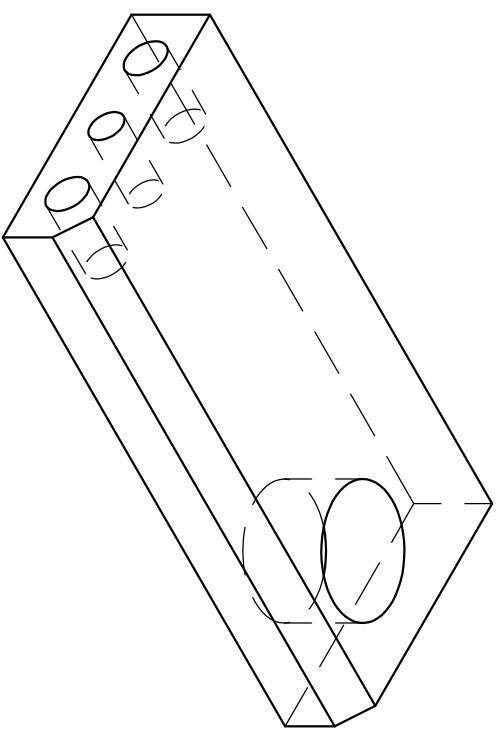
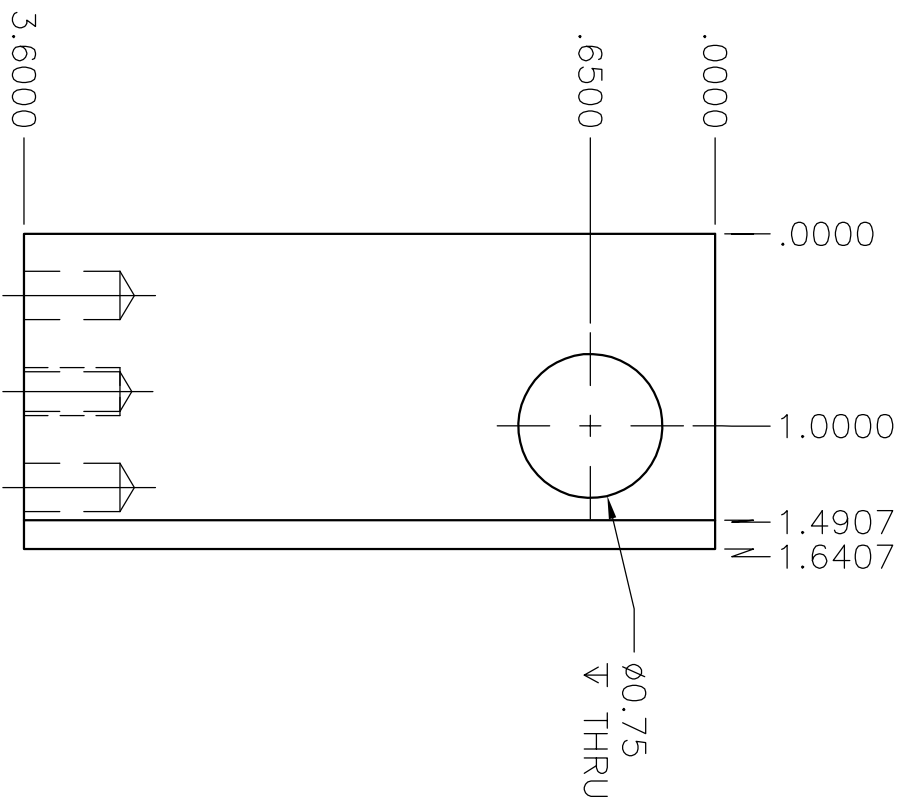
NOTA:  
 -MAT. 1018  
 -2 PZAS.  
 -TORRE ATRAPADOR  
 -MARCAR CON "V4"



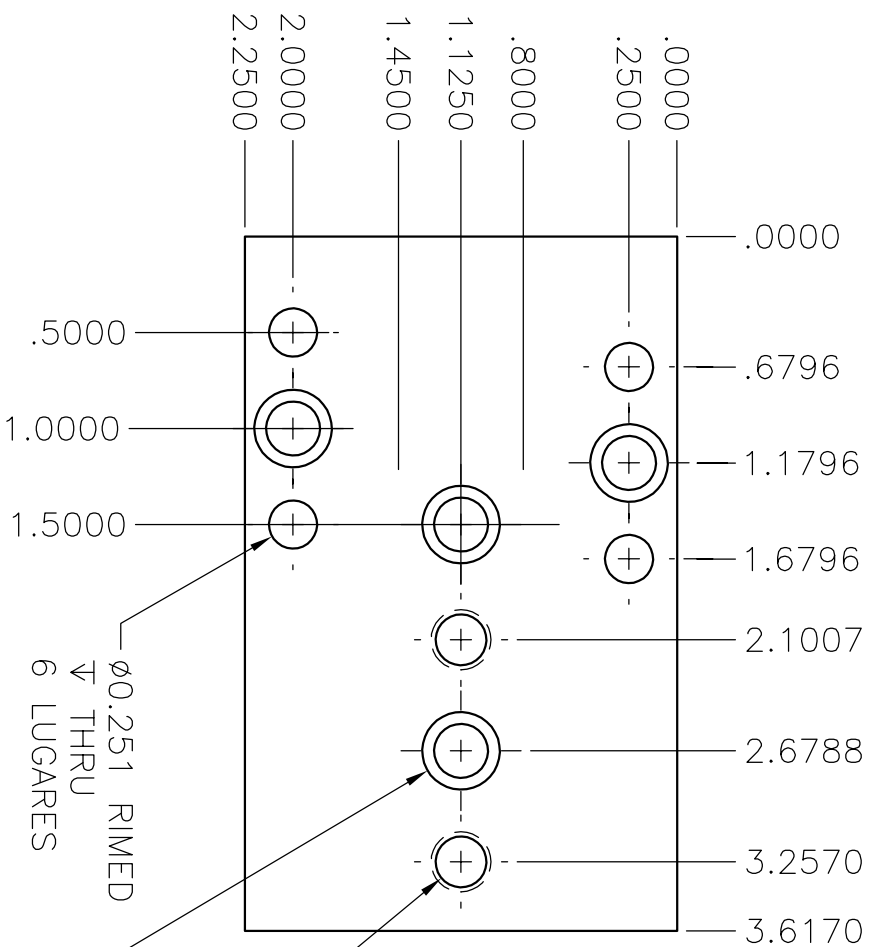
NOTA:  
 —MAT. 1018  
 —1 PZA.  
 —TORRE POSICIONADOR  
 —MARCAR CON "V4"







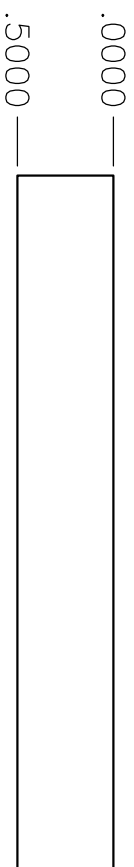
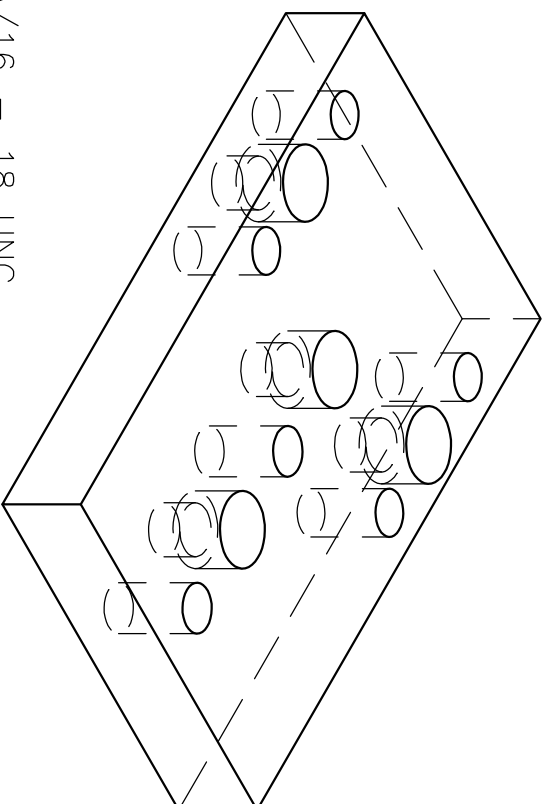
- NOTA:
- MAT. 1018
  - 1 PZA.
  - LATERAL ATRAPADOR D
  - MARCAR CON "V4"



$\varnothing 0.251$  RIMED  
 $\nabla$  THRU  
 6 LUGARES

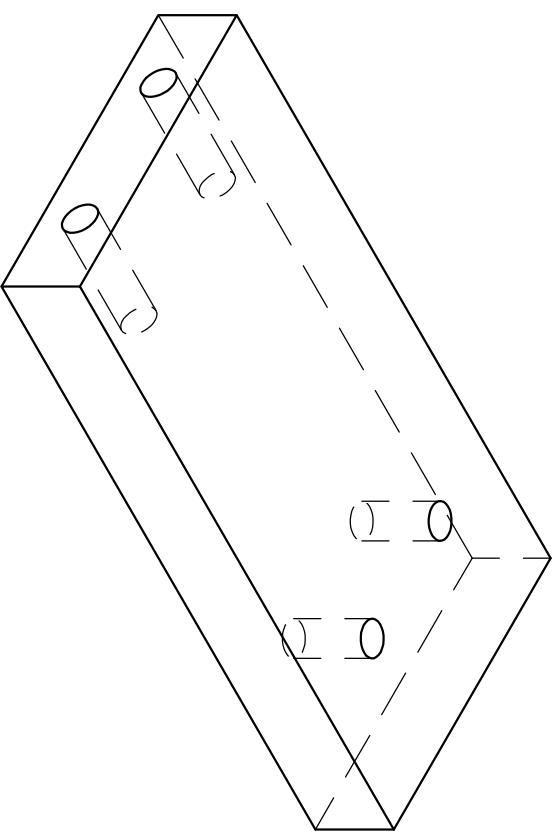
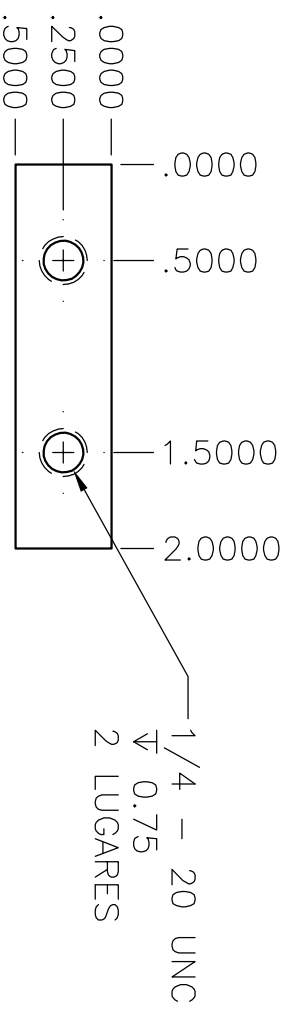
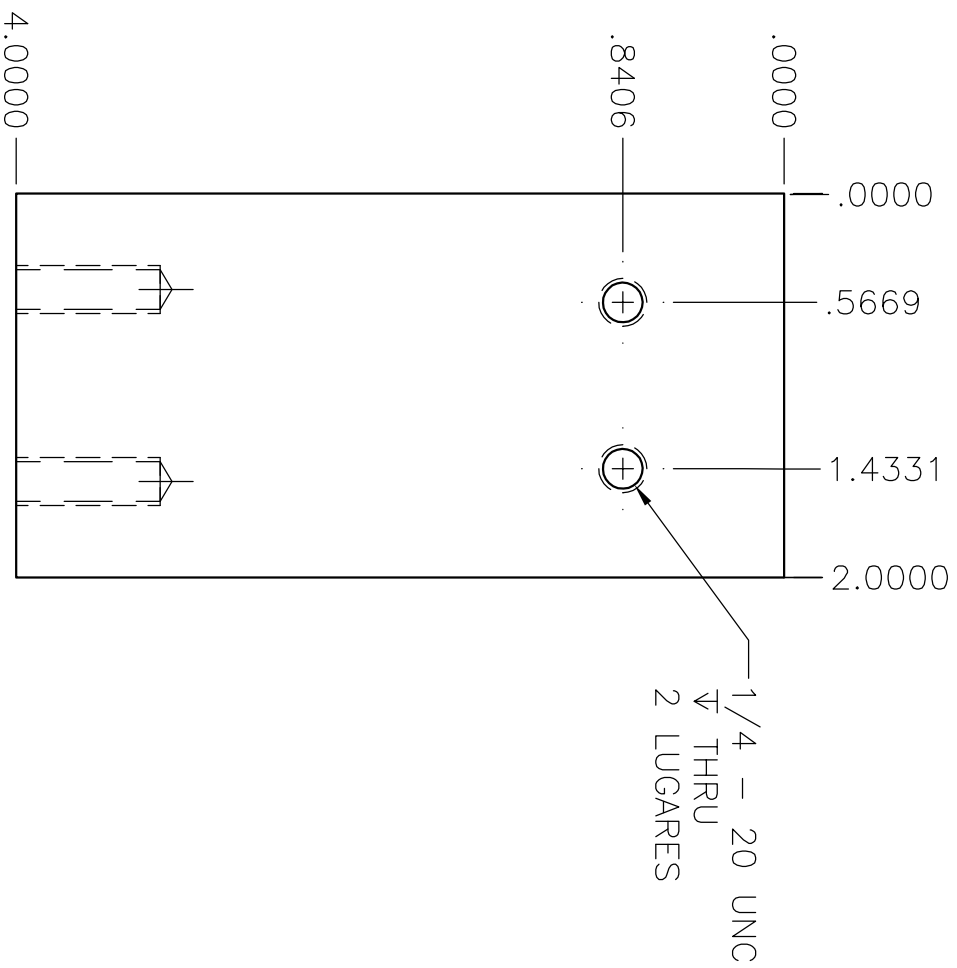
$\varnothing 0.281$   $\nabla$  THRU  
 $\perp \varnothing 0.404$   $\nabla$  0.3  
 4 LUGARES

$5/16 - 18$  UNC  
 $\nabla$  THRU  
 2 LUGARES



NOTA:

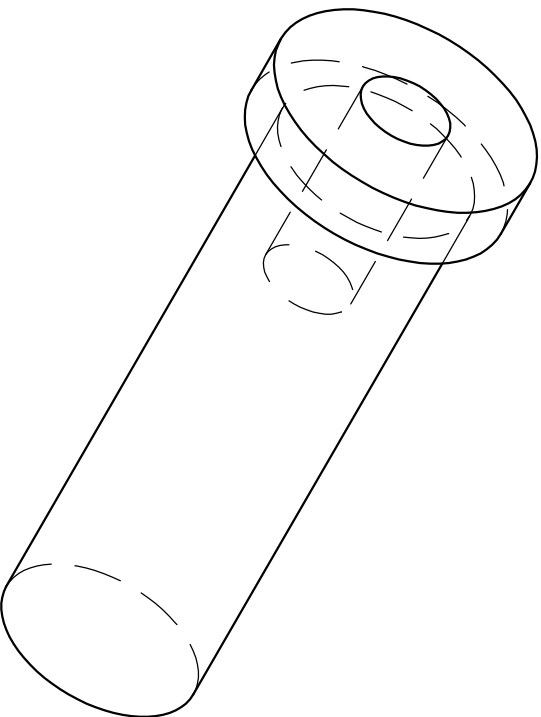
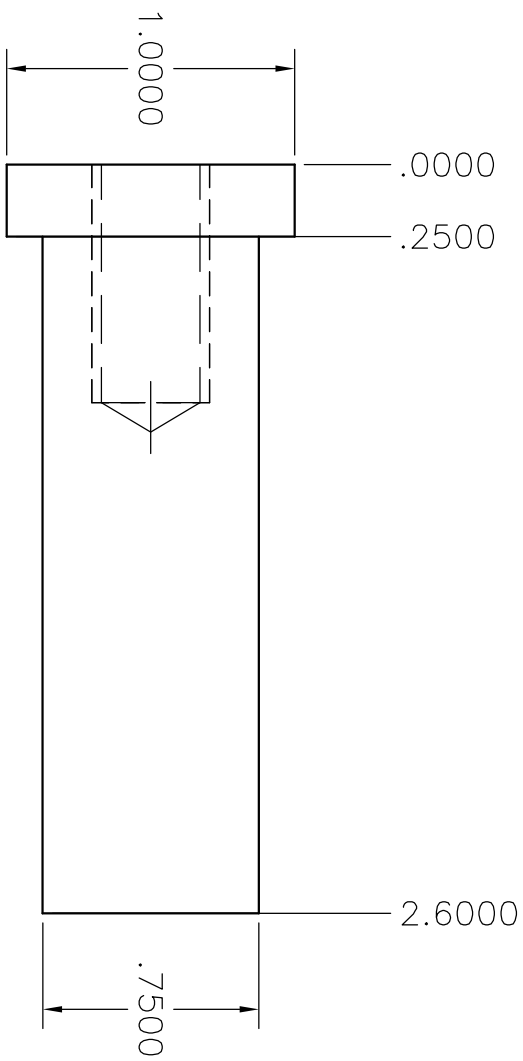
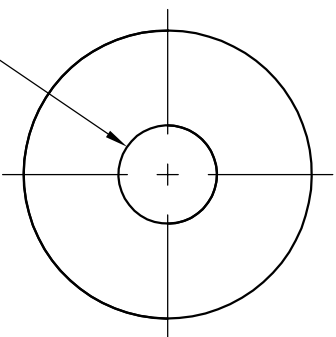
- MAT. 1018
- 1 PZA.
- BASE ATRAPADOR
- MARCAR CON “V4”



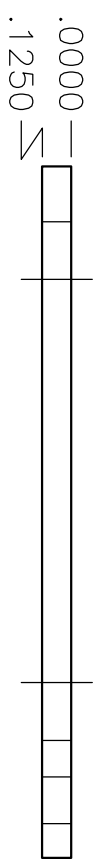
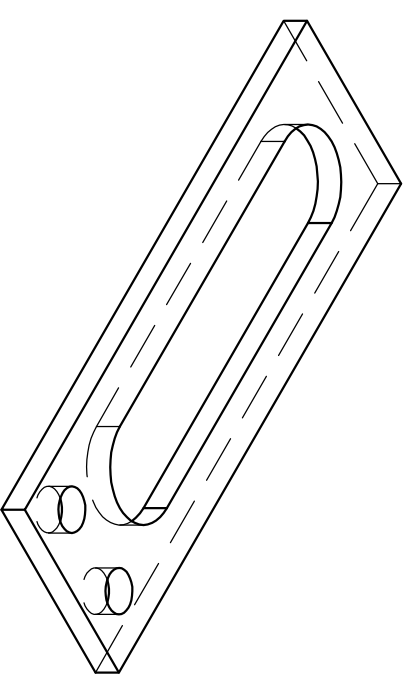
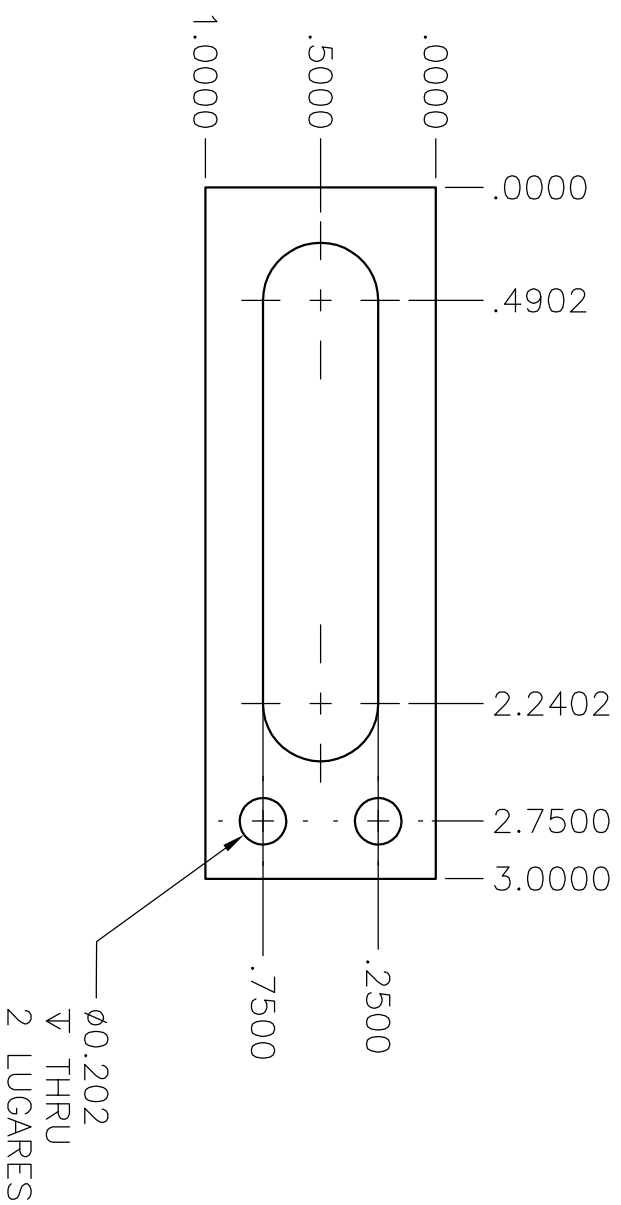
NOTA:

- MAT. 1018
- 1 PZA.
- BASE PISTON
- ATRAPADOR
- MARCAR CON "V4"

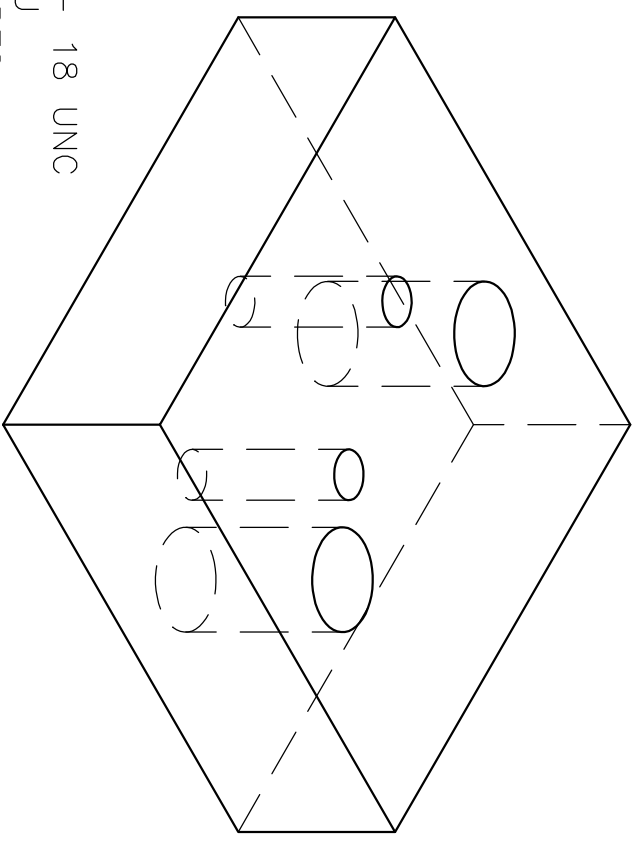
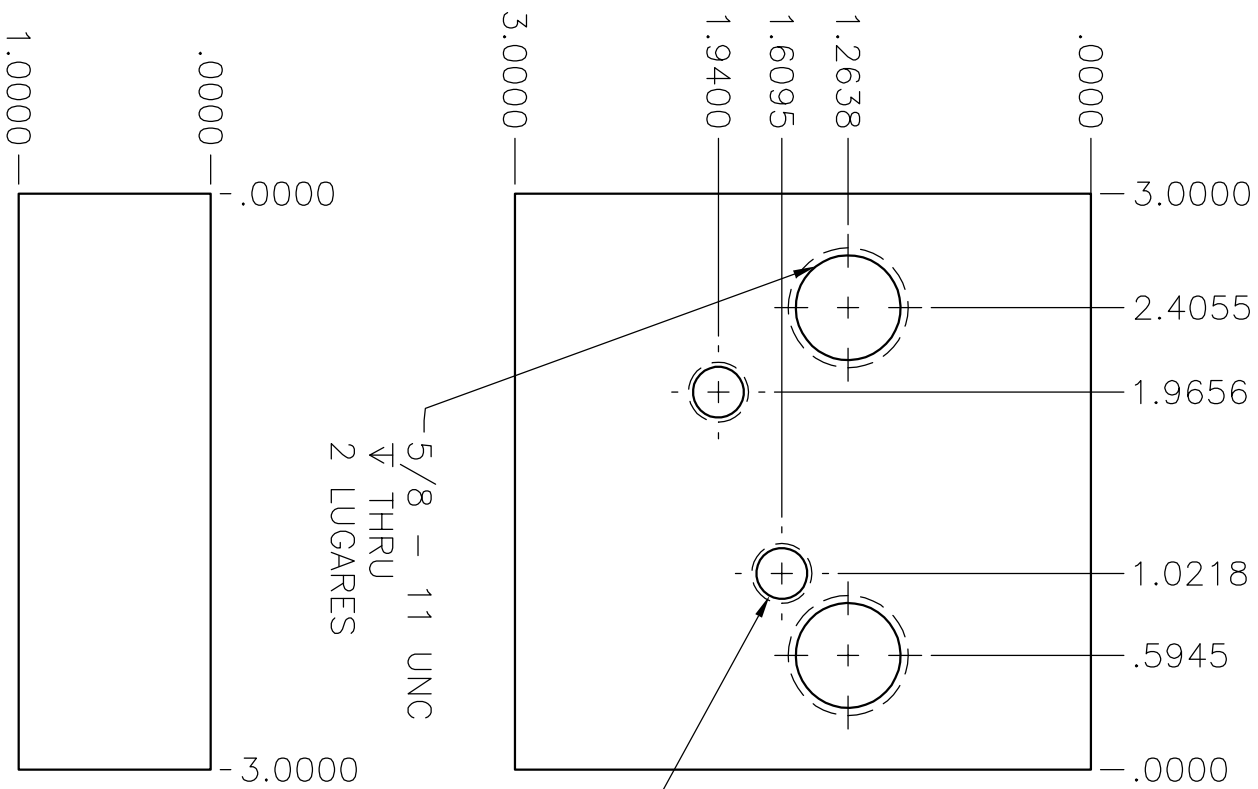
M10 x 1.5  
V 0.826772



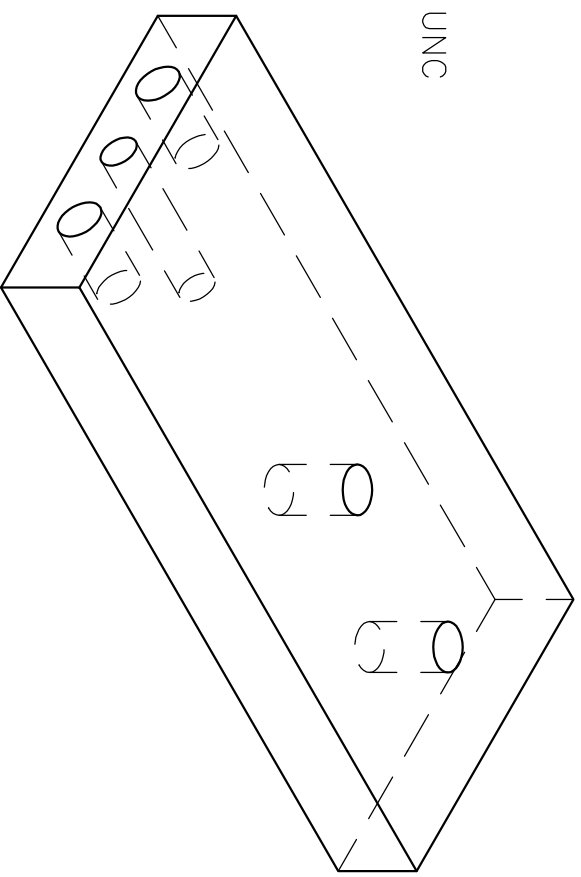
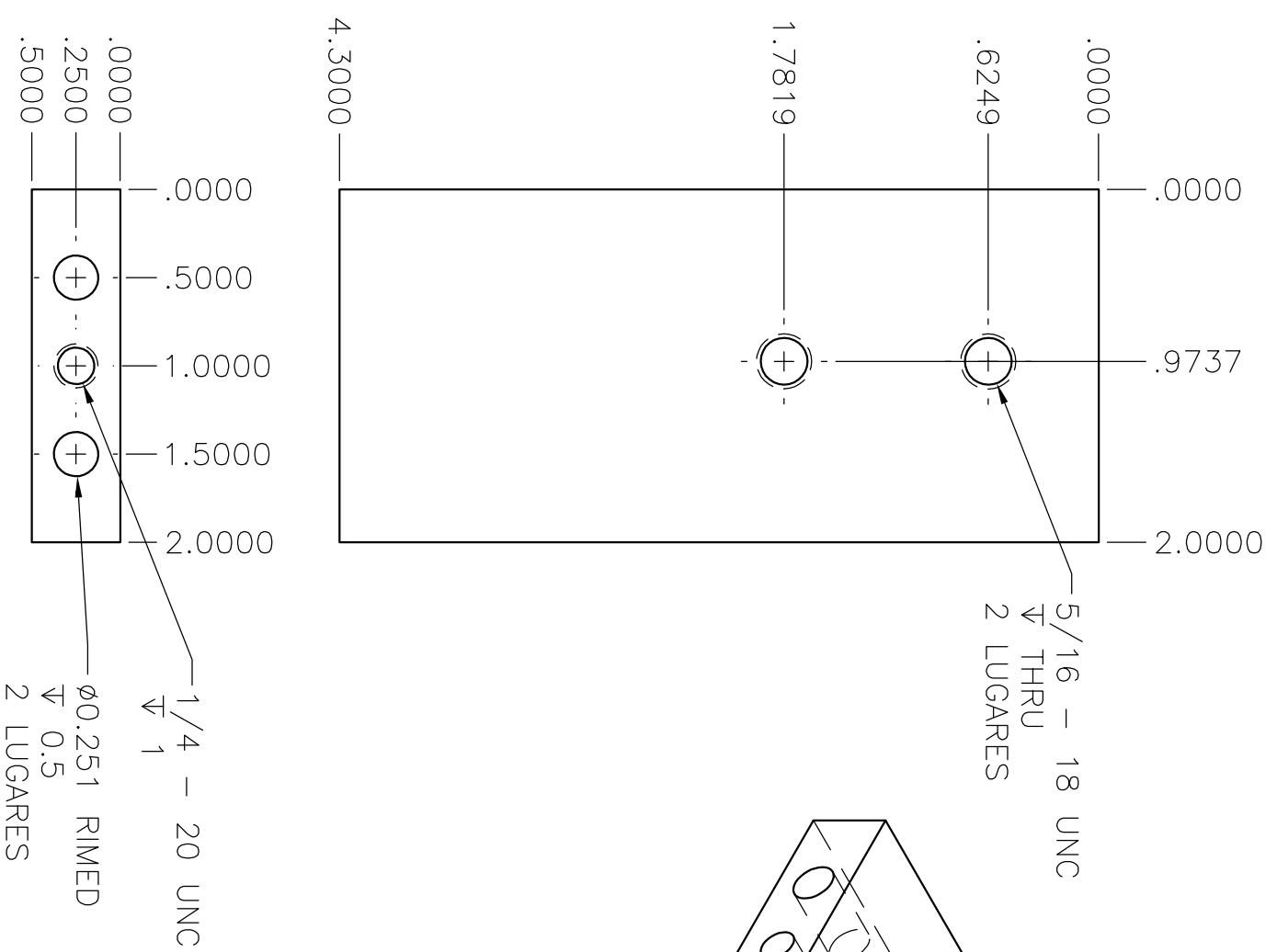
NOTA:  
—MAT. INOX.  
—1 PZA.  
—ATRAPADOR  
—MARCAR CON "V4"



- NOTA:
- MAT. INOX.
  - 1 PZA.
  - BASE SENSOR ATRAP.
  - MARCAR CON "V4"



NOTA:  
 -MAT. 1018  
 -1 PZA.  
 -BASE DESTROYCTOR  
 -MARCAR CON "V4"

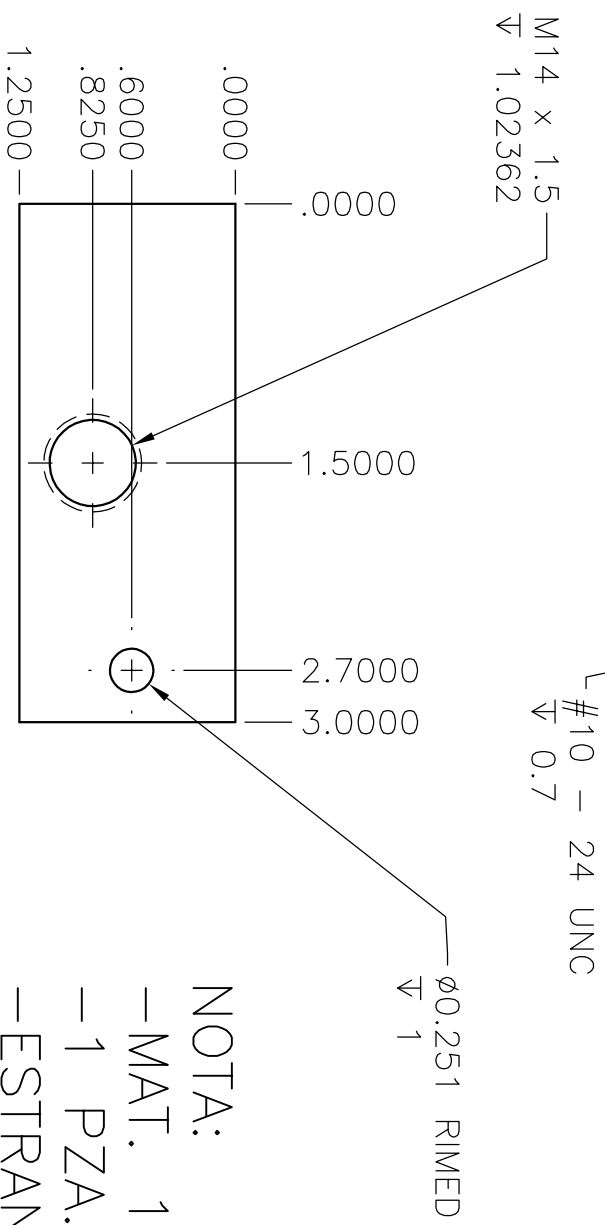
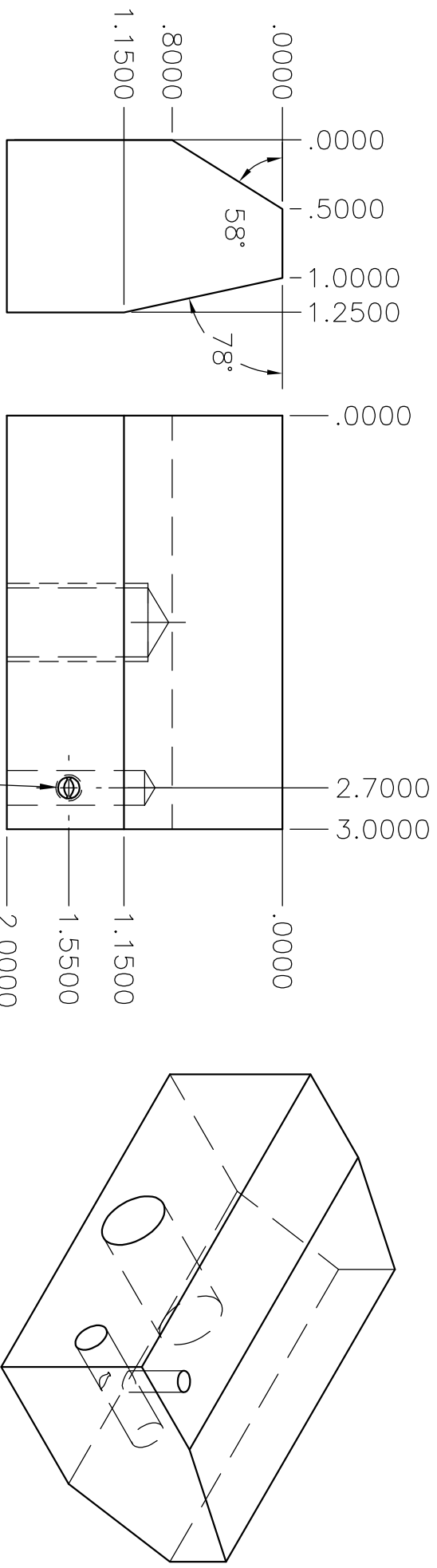


NOTA:

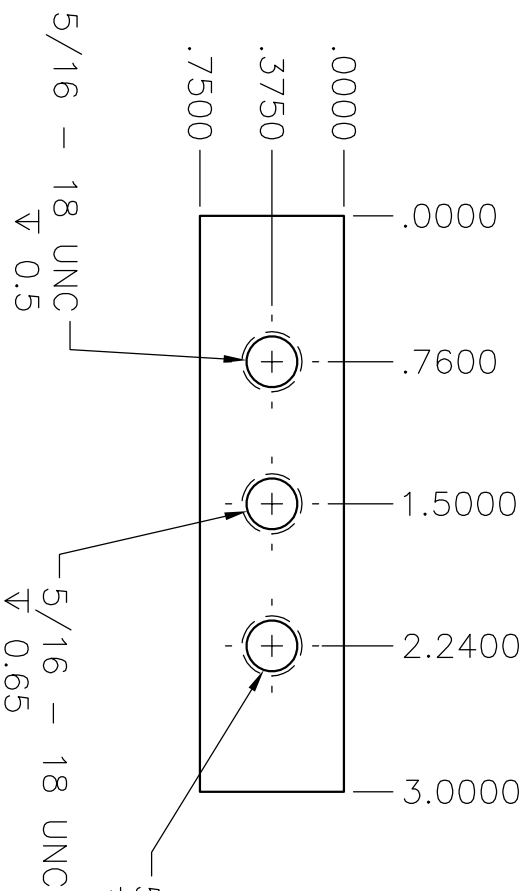
- MAT. 1018
- 1 PZA.
- TORRE DESTRUCTOR
- MARCAR CON "V4"



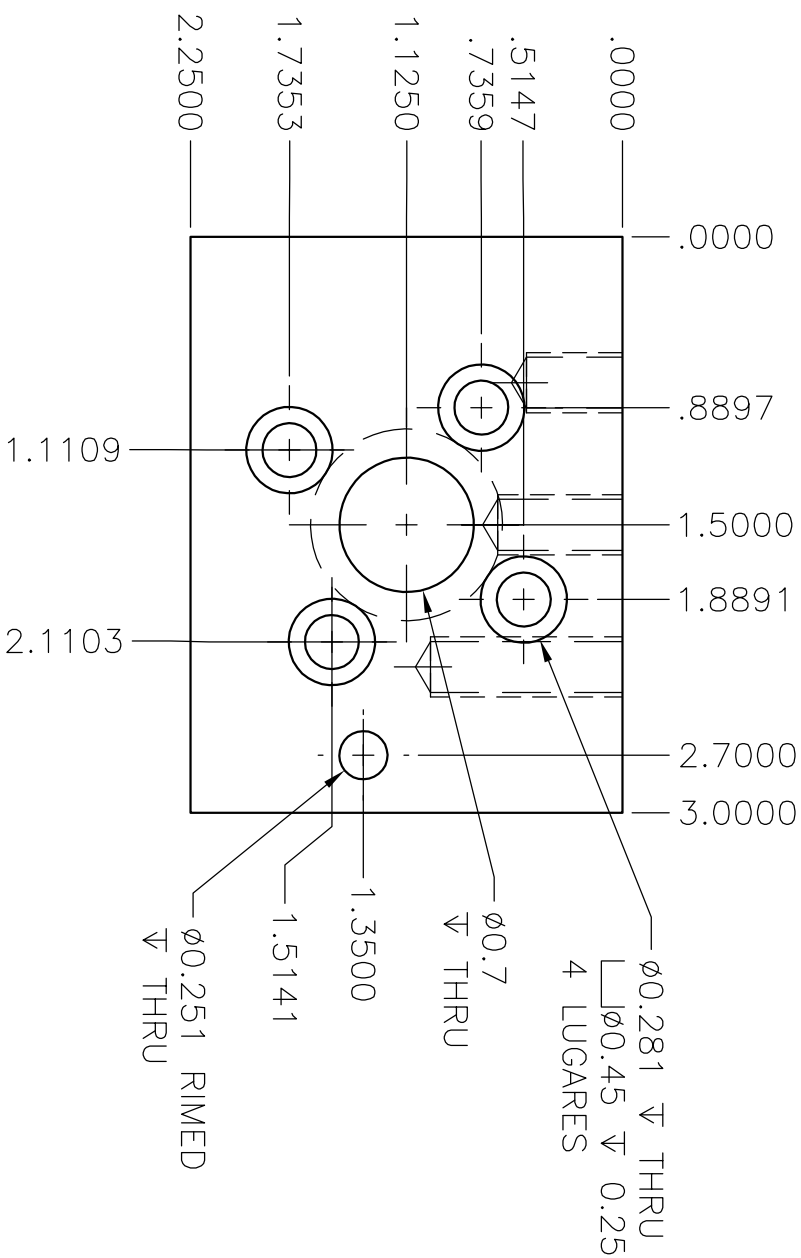
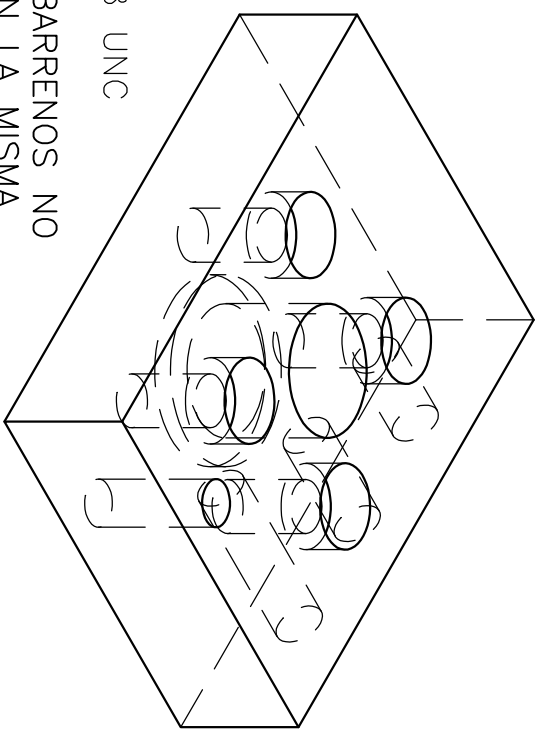




NOTA:  
—MAT. 1018  
—1 PZA.  
—ESTRANGULADOR  
—MARCAR CON "V4"



LOS BARRENOS NO  
TIENEN LA MISMA  
PROFUNDIDAD.



4 LUGARES

Ø0.7  
THRU

1.3500

1.5141

Ø0.251 RIMED  
THRU

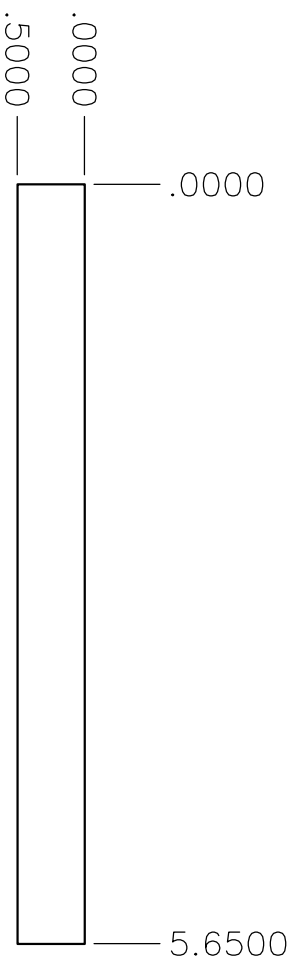
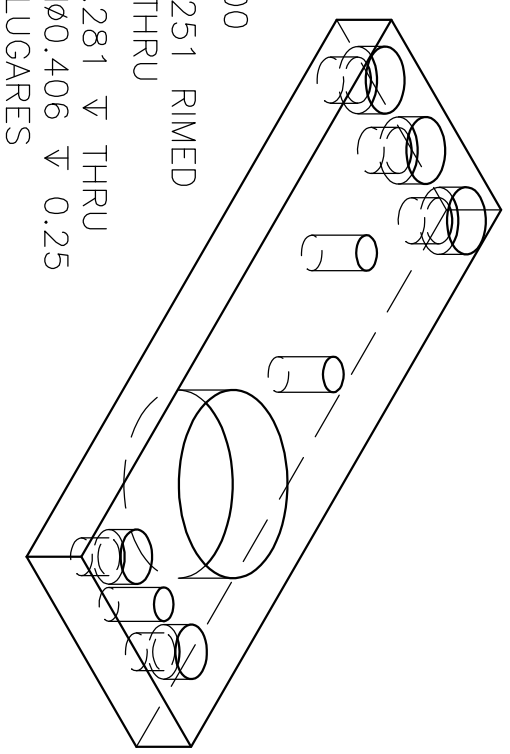
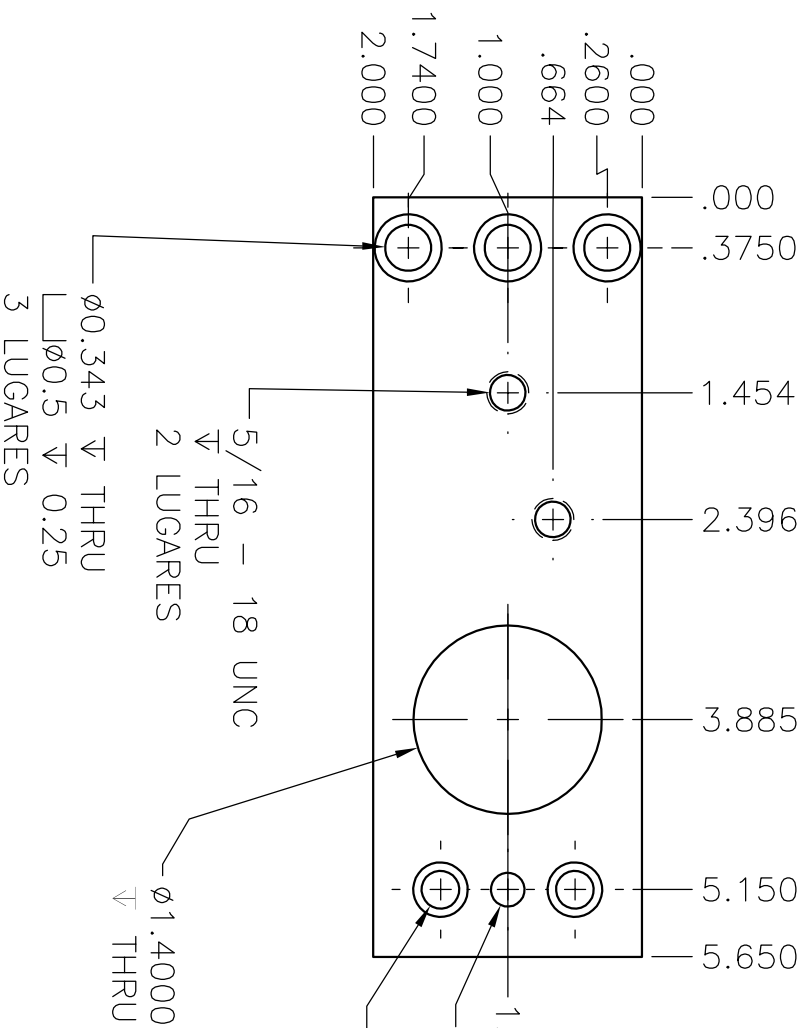
NOTA:

—MAT. 1018

—1 PZA.

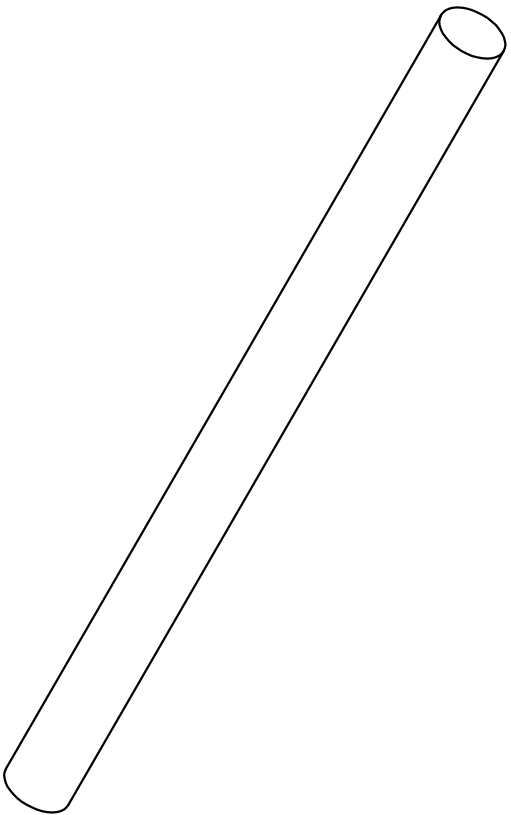
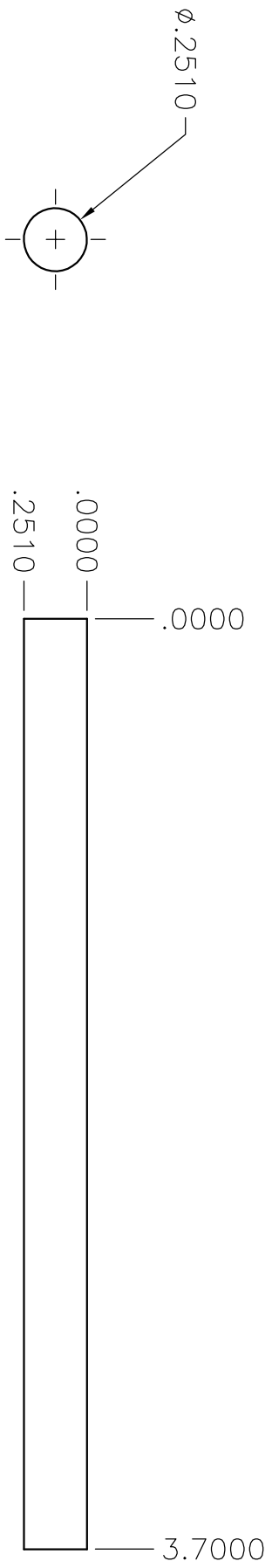
—BASE PISTON  
ESTRANG.

—MARCAR CON “V4”

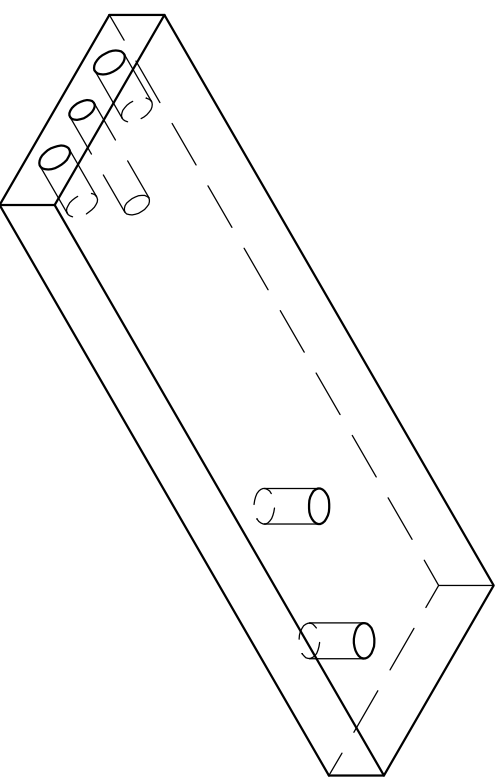
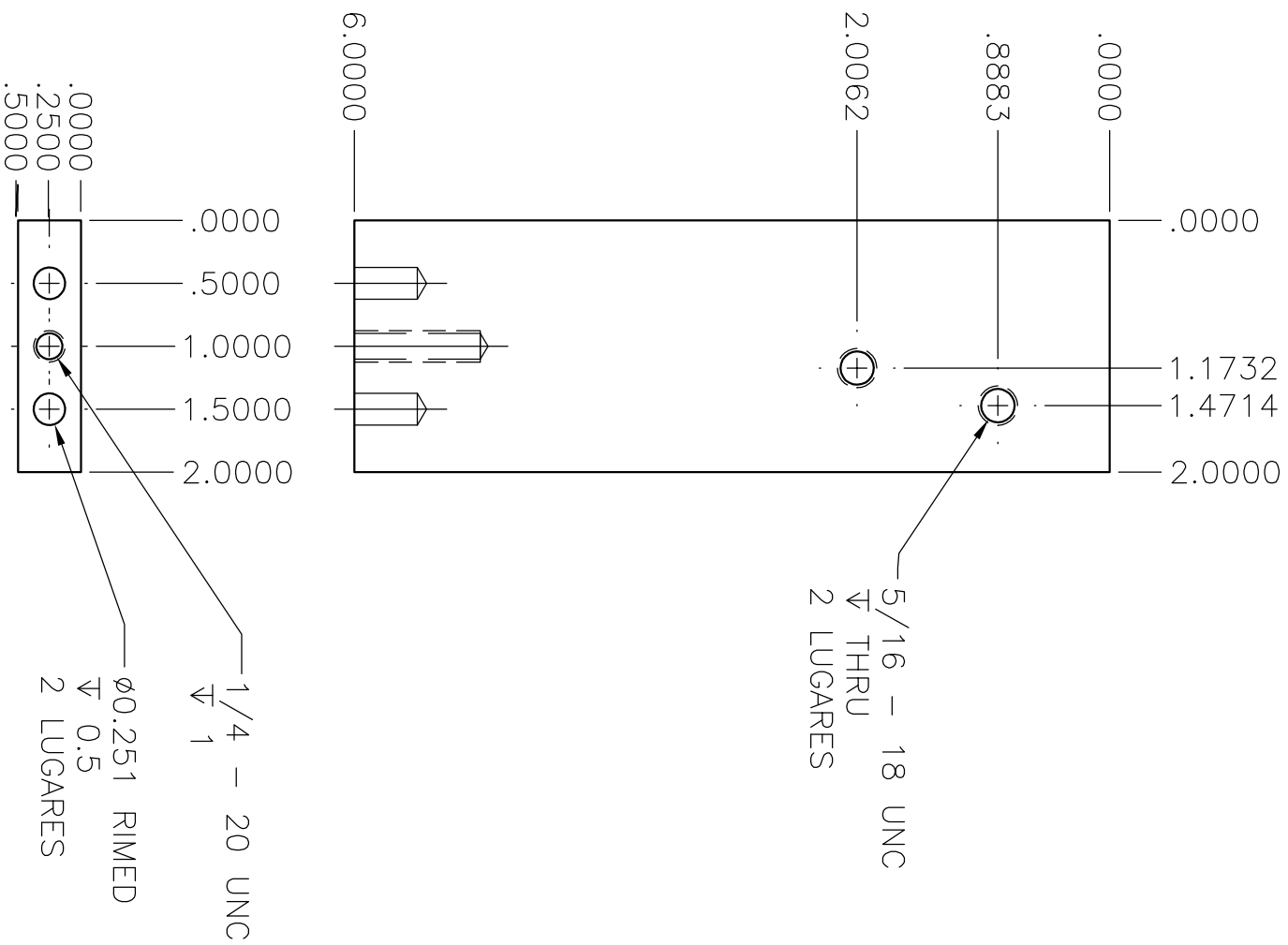


NOTA:

- MAT. 1018
- 1 PZA.
- BASE ESTRANG.
- MARCAR CON "V4"

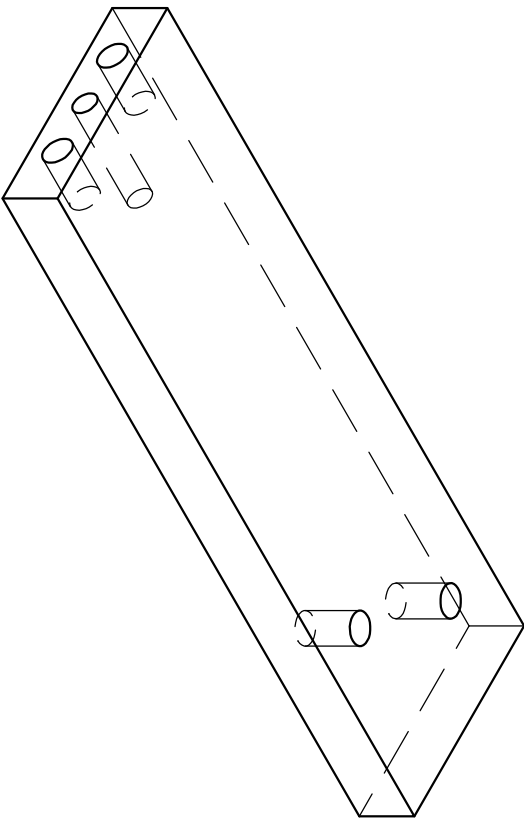
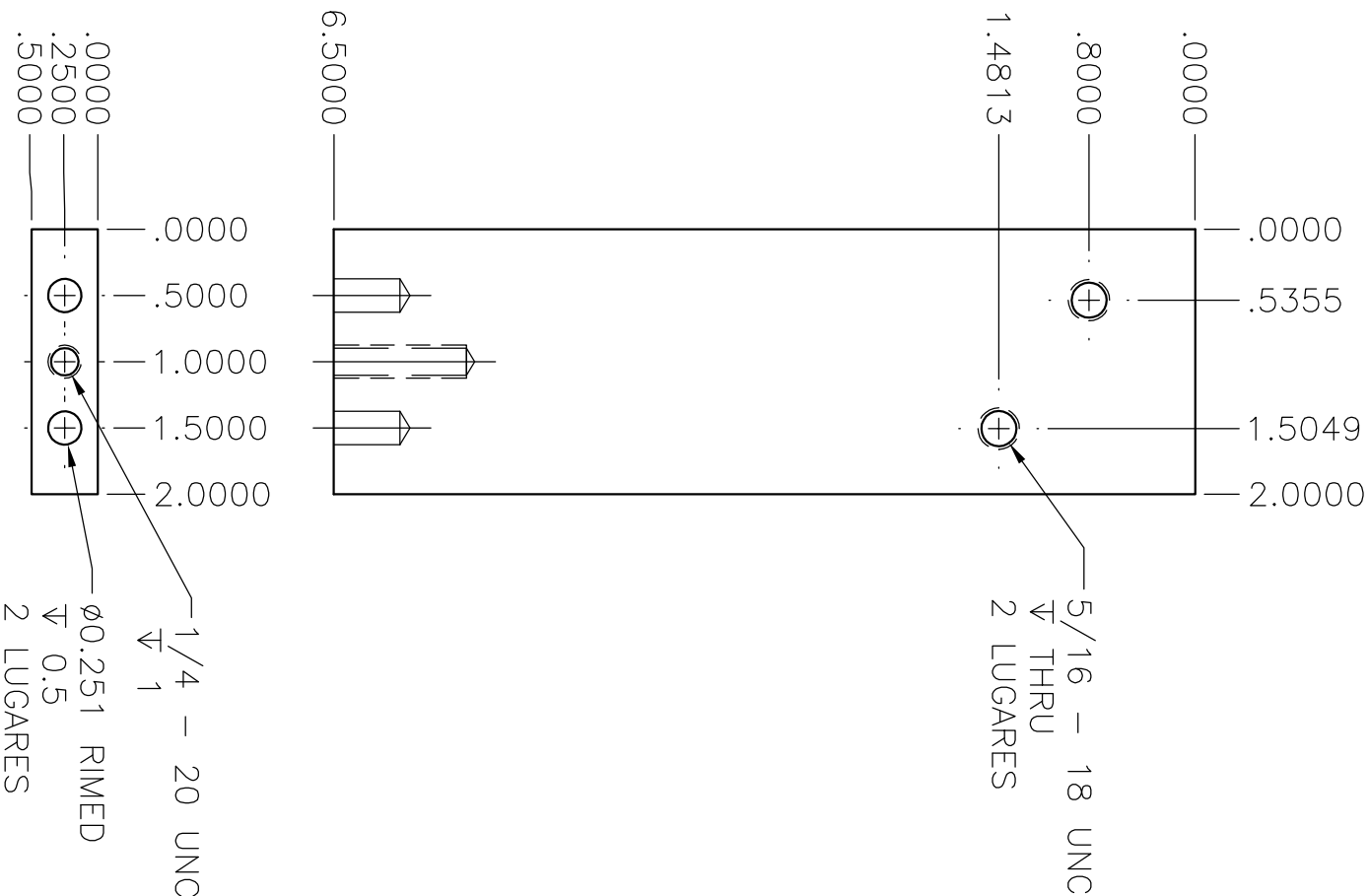


- NOTA:
- MAT. INOX.
  - 1 PZA.
  - GUIA ESTRANG.
  - MARCAR CON "V4"



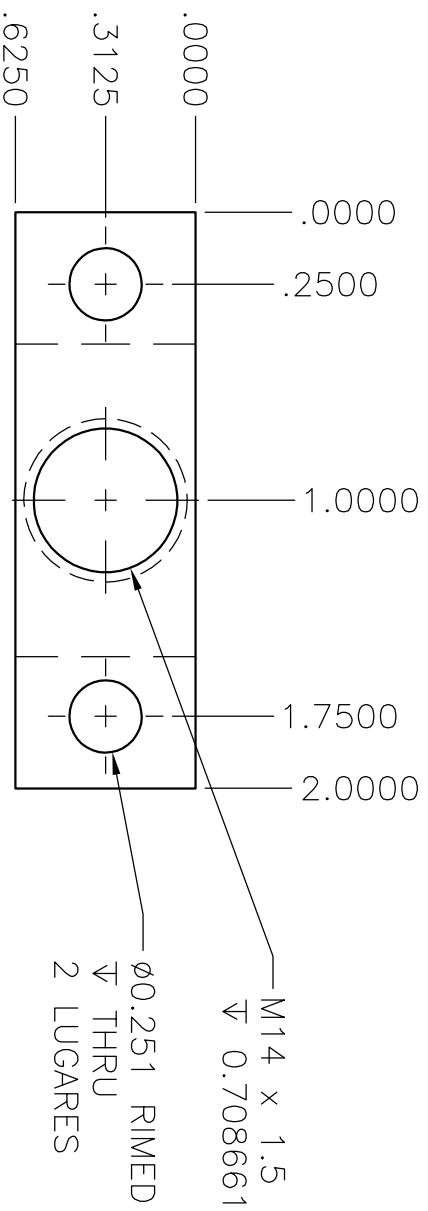
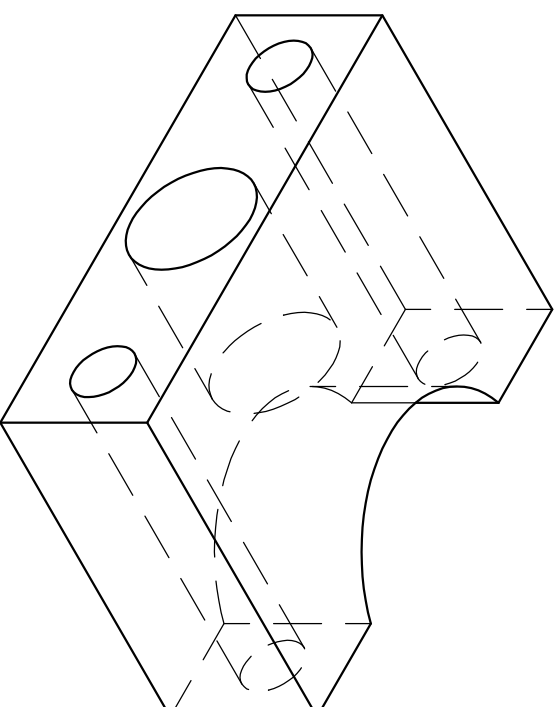
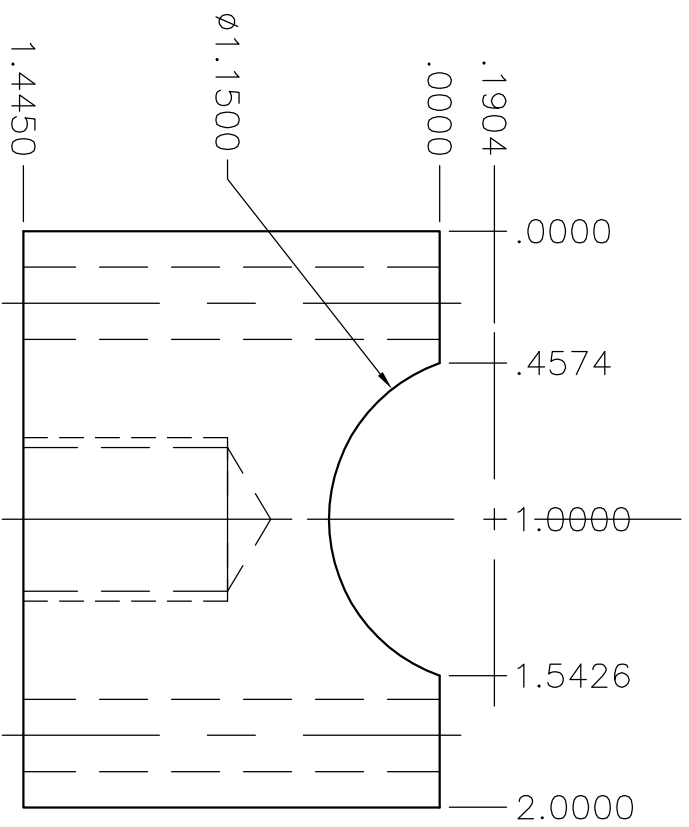
NOTA:

- MAT. 1018
- 1 PZA.
- TORRE INY.
- MARCAR CON "V4"



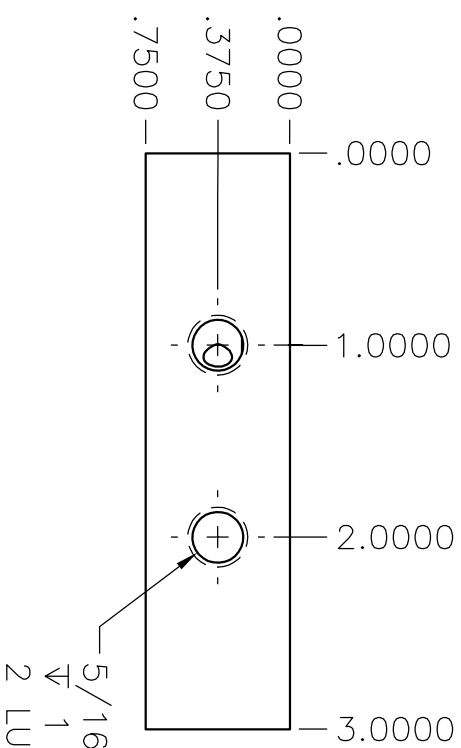
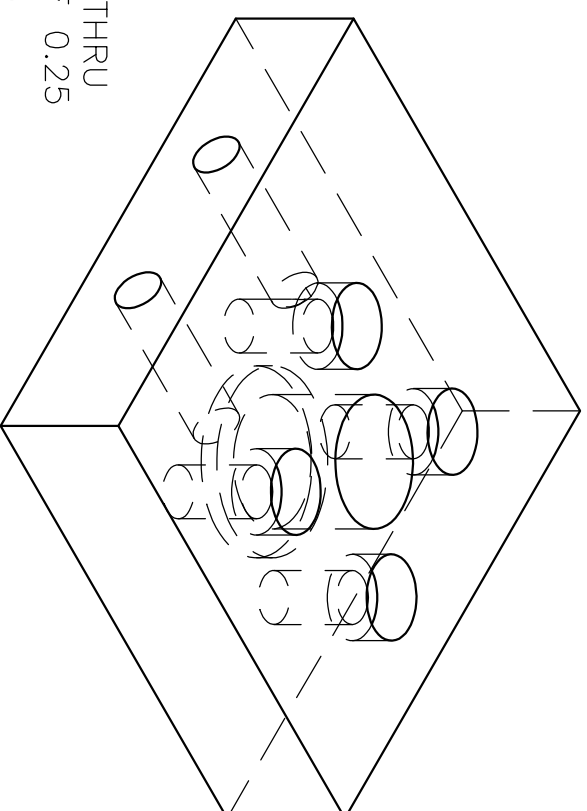
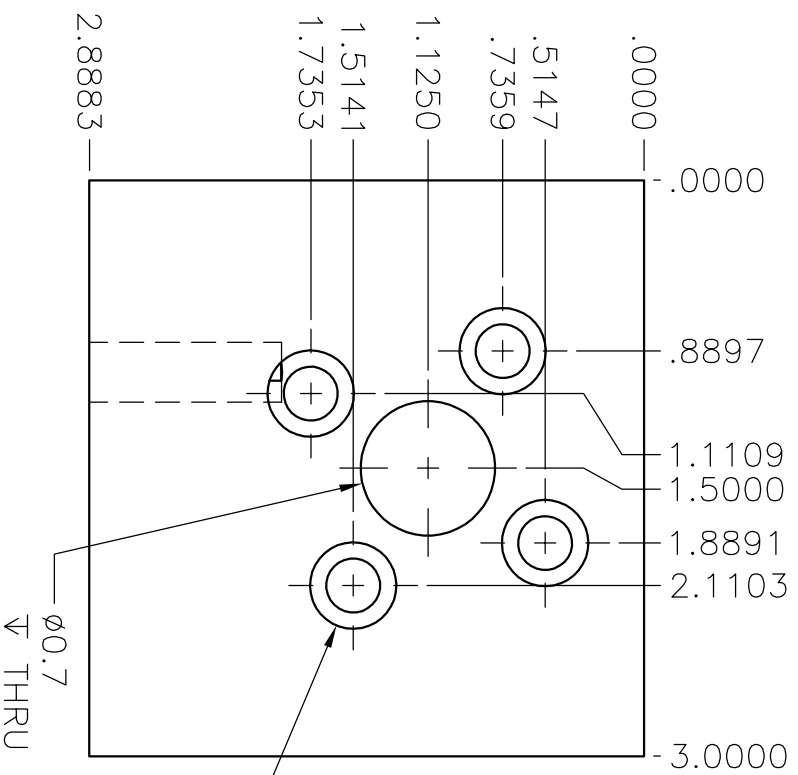
NOTA:

- MAT. 1018
- 1 PZA.
- TORRE SELLADO
- MARCAR CON "V4"



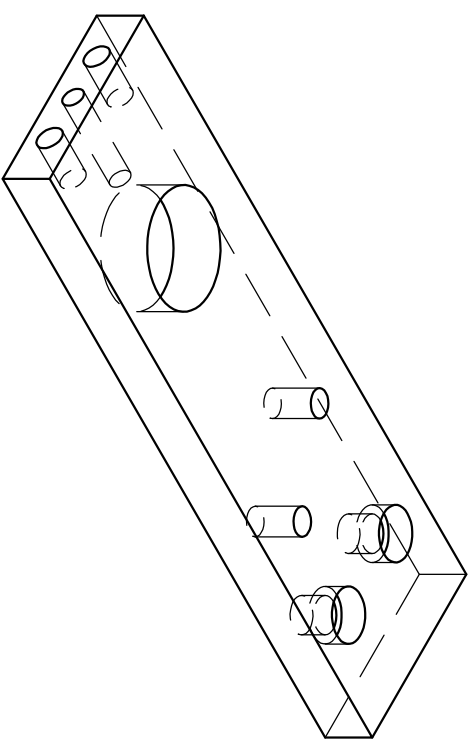
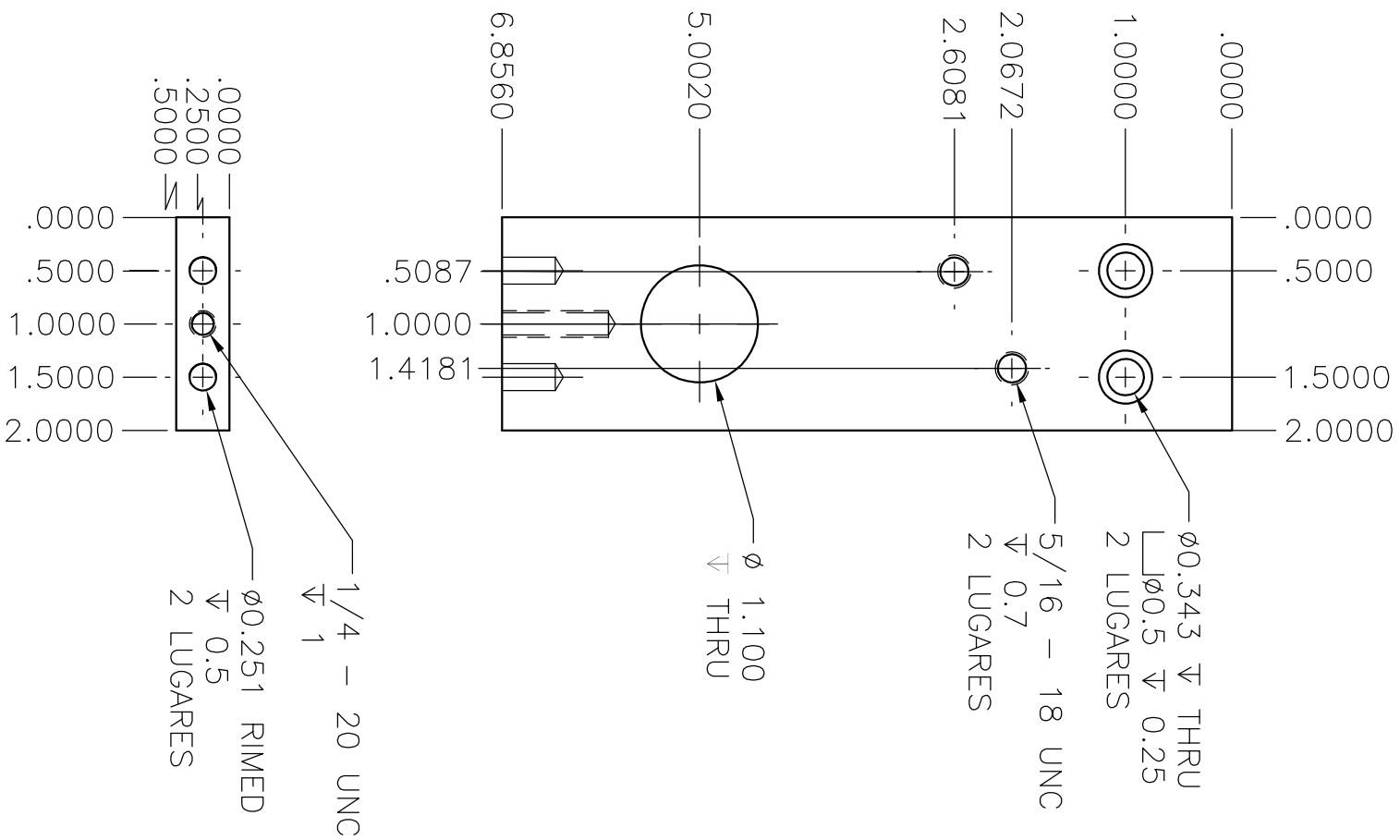
NOTA:  
 —MAT. 1018  
 —1 PZA.  
 —SELLADO SUP.  
 —MARCAR CON "V4"





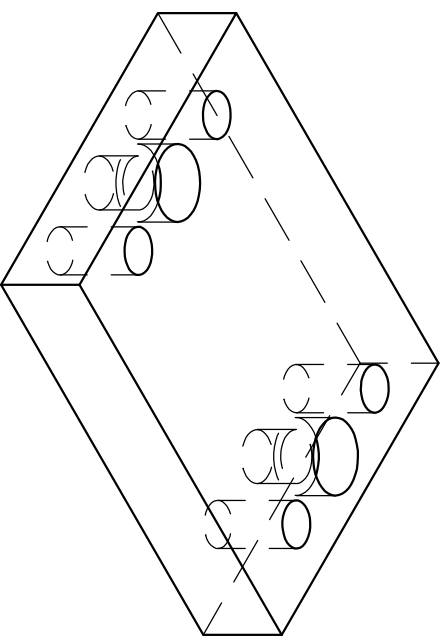
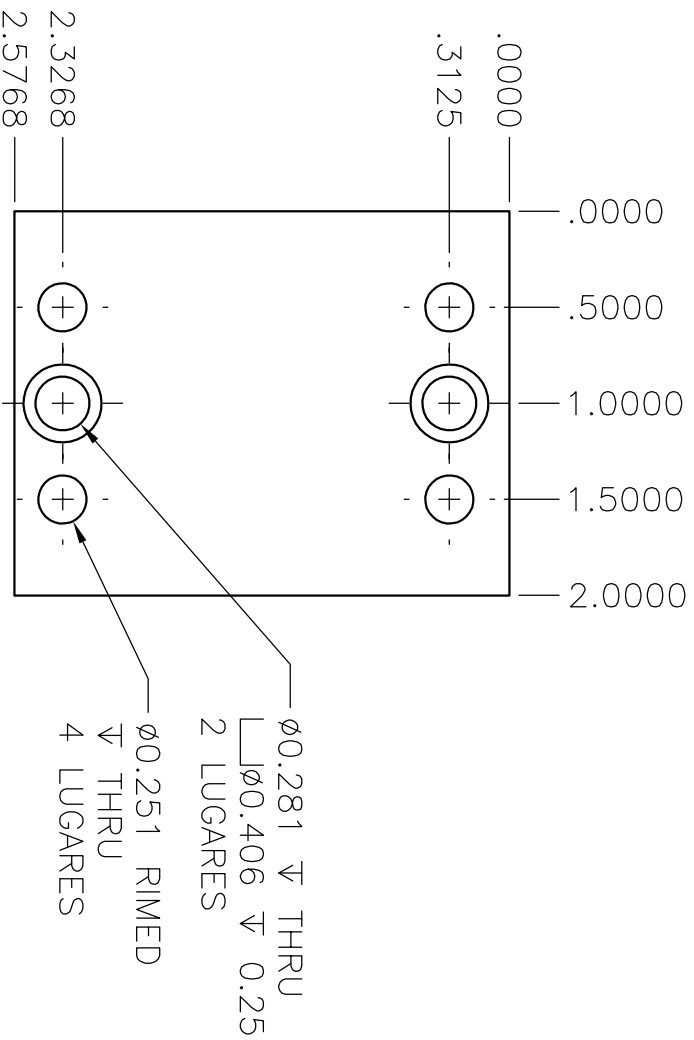
NOTA:

- MAT. 1018
- 1 PZA.
- BASE PISTON SELLADO
- MARCAR CON "V4"



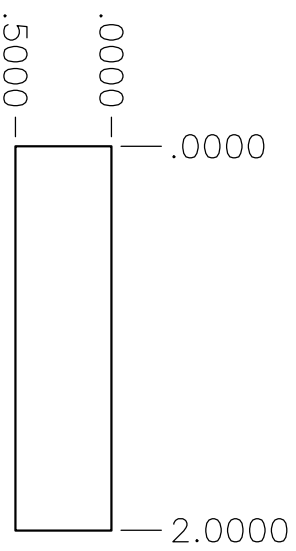
NOTA:

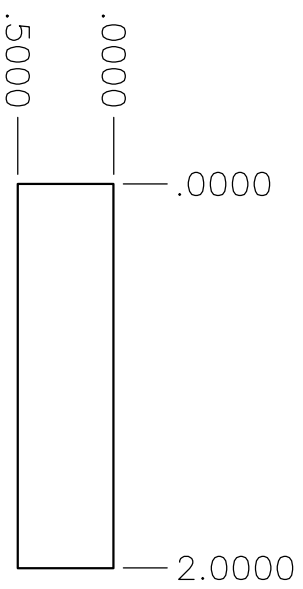
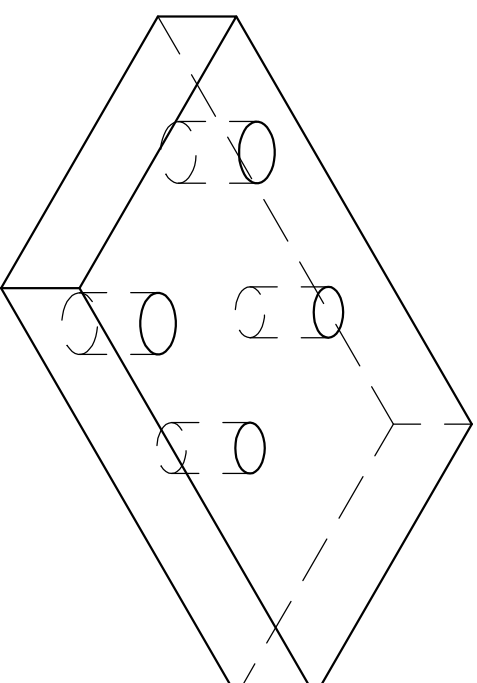
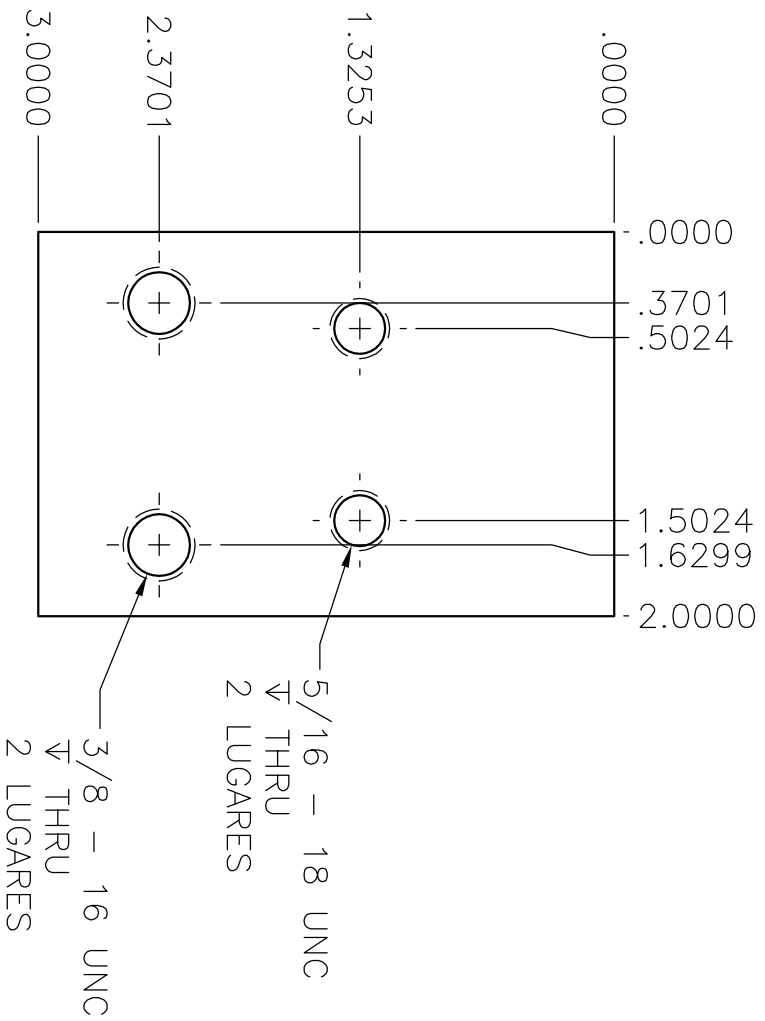
- MAT. 1018
- 1 PZA.
- BASE SELLADO
- MARCAR CON "V4"



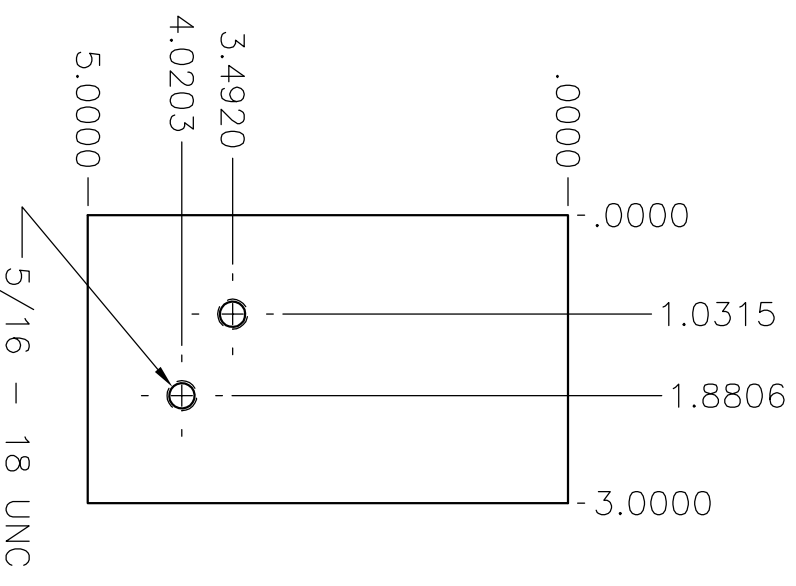
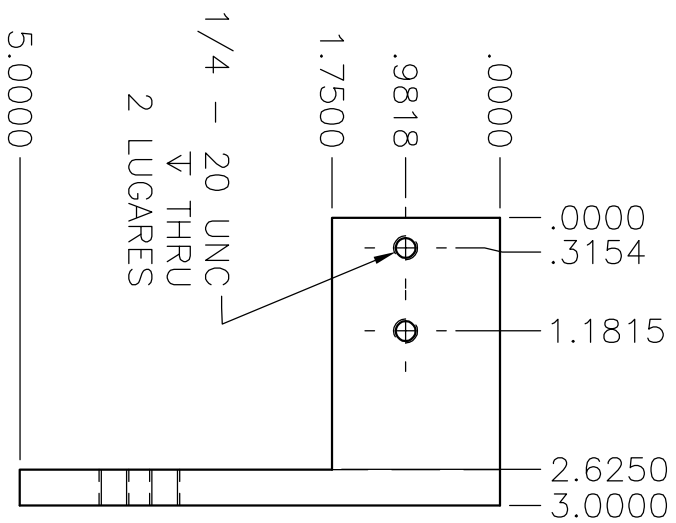
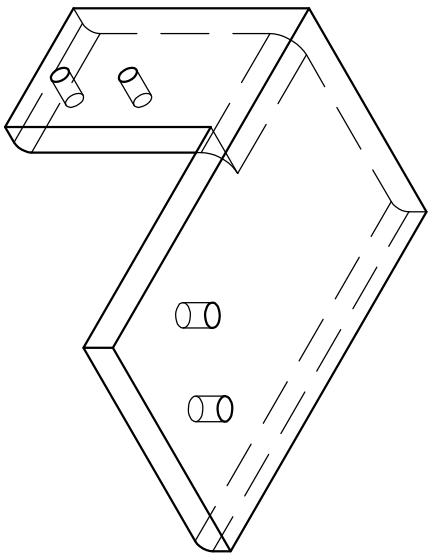
NOTA:

- MAT. 1018
- 1 PZA.
- LATERAL SELLADO
- MARCAR CON "V4"



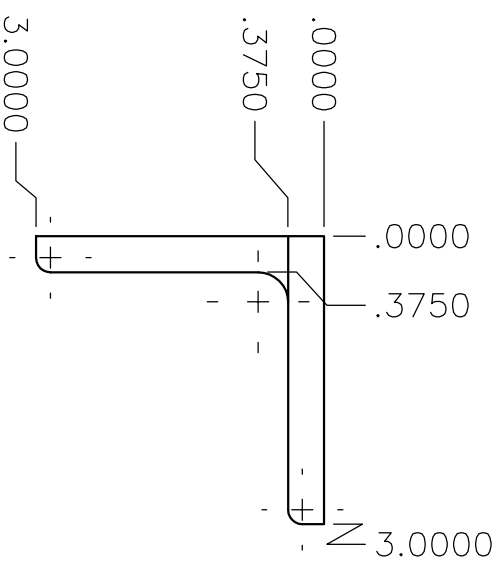


NOTA:  
 —MAT. 1018  
 — 1 PZA.  
 —BASE PISTON MARCAJE  
 —MARCAR CON “V4”

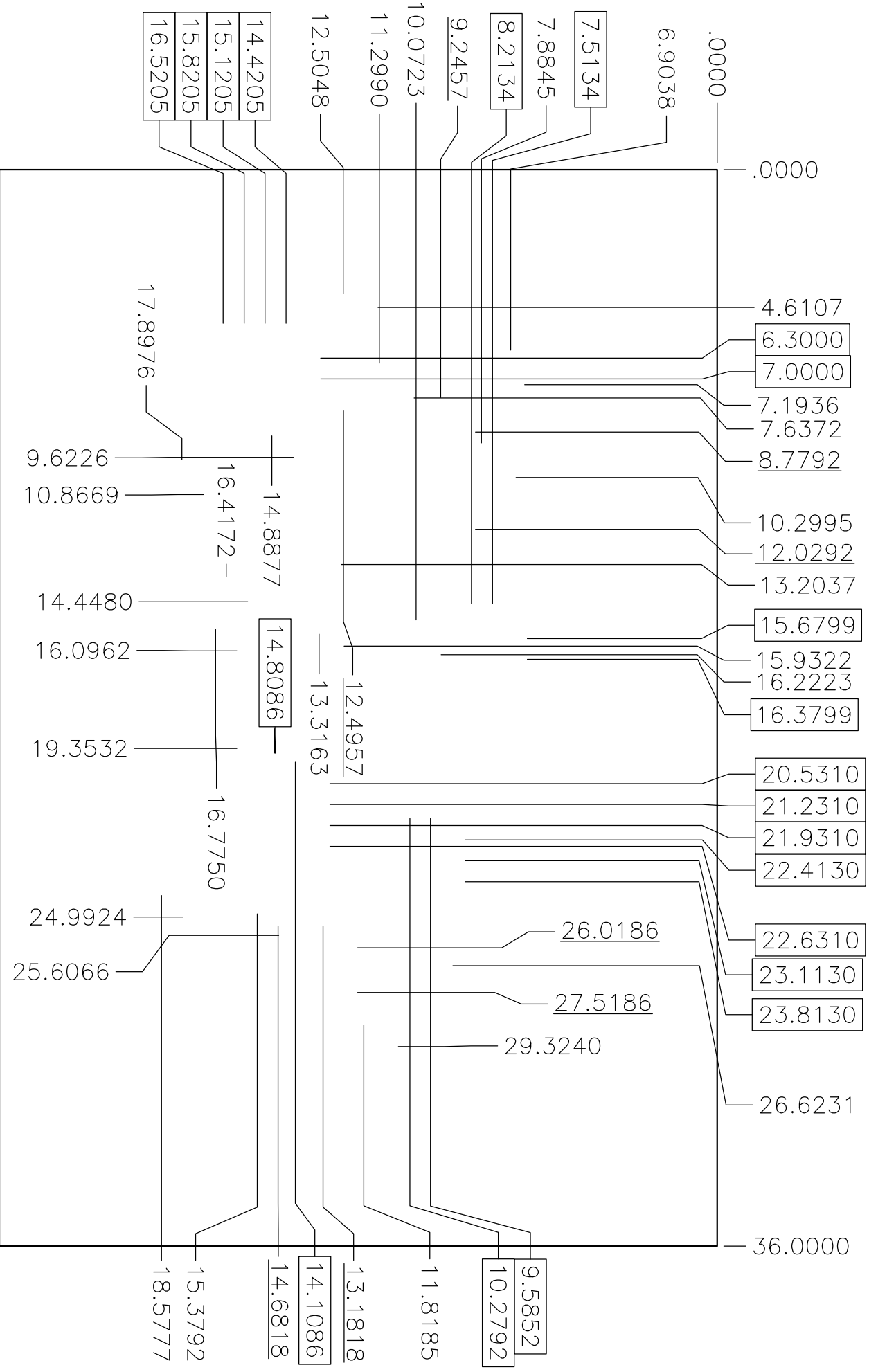


NOTA:

- MAT. ANGULO 1018
- 1 PZA.
- ANGULO INY.
- MARCAR CON "V4"

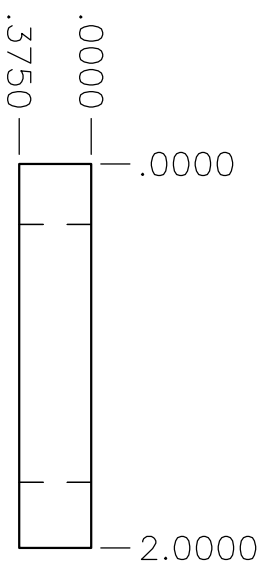
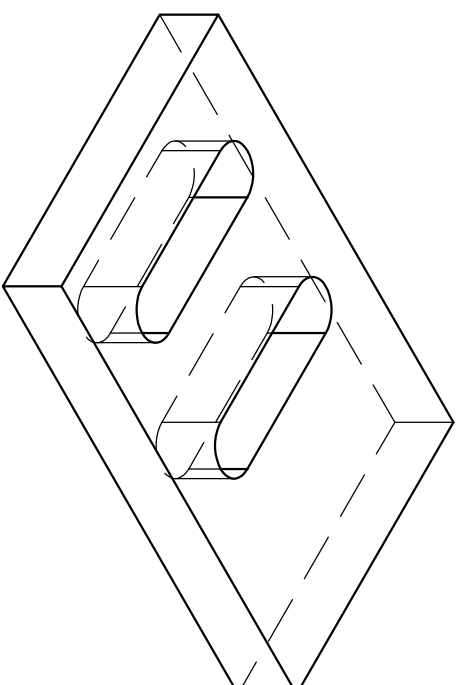
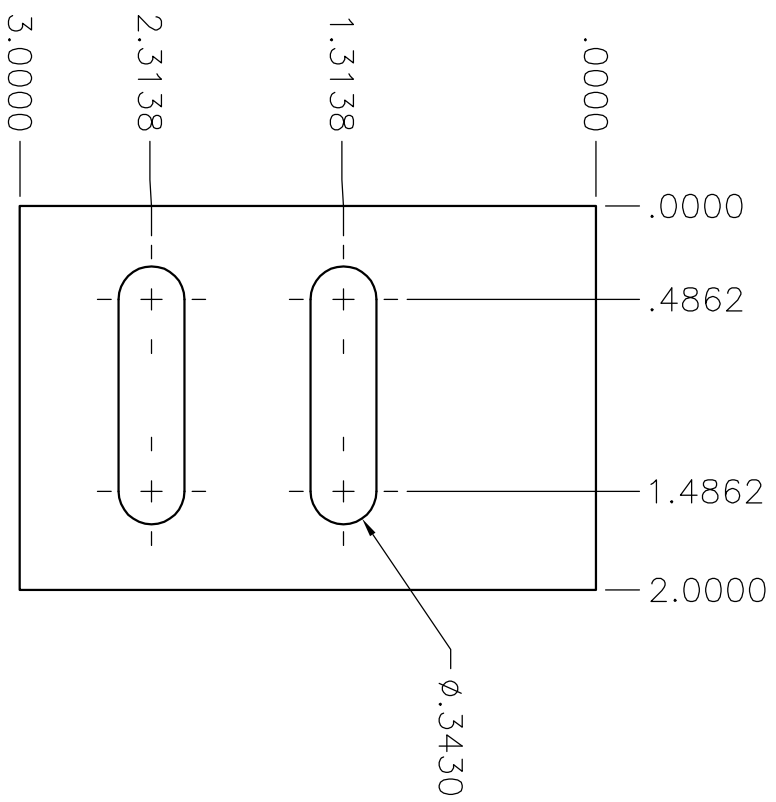






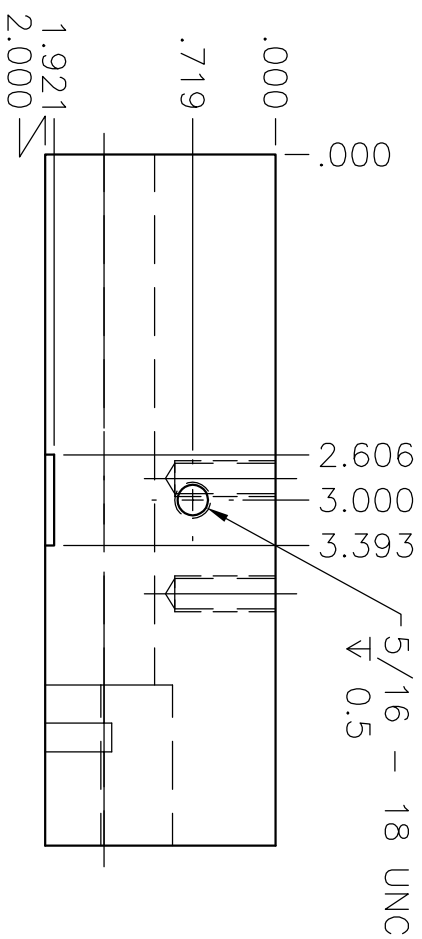
NOTA:

- MAT. ALUMINIO
- 1 PZA.
- BASE MESA
- MARCAR CON “V4”
- LAS COTAS EN RECUADRO SON
- 26 BARENOS PASADOS DE .343
- LAS COTAS SUBRAYADAS SON
- EL RESTO DE LAS COTAS SON 16 ROSCAS DE 5/16

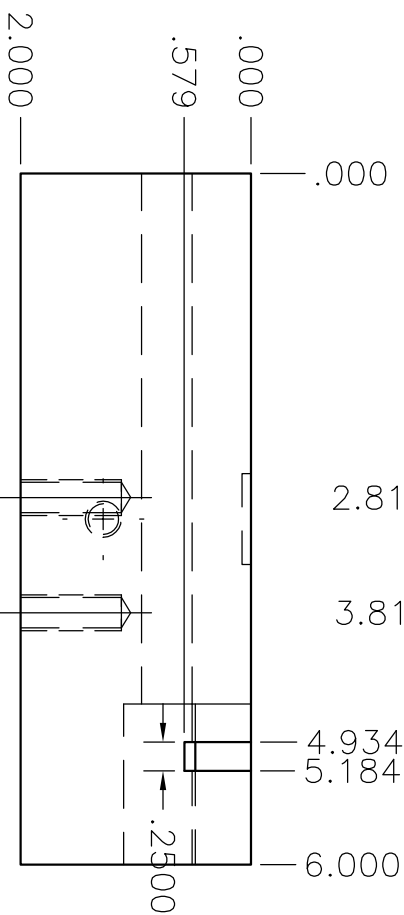
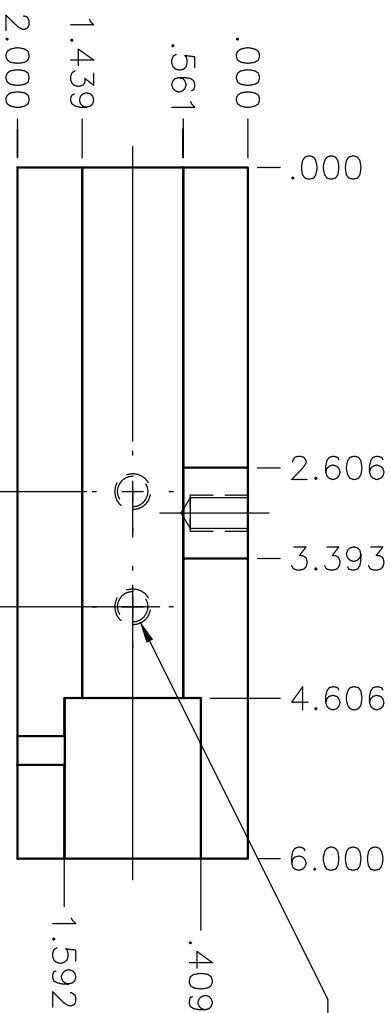
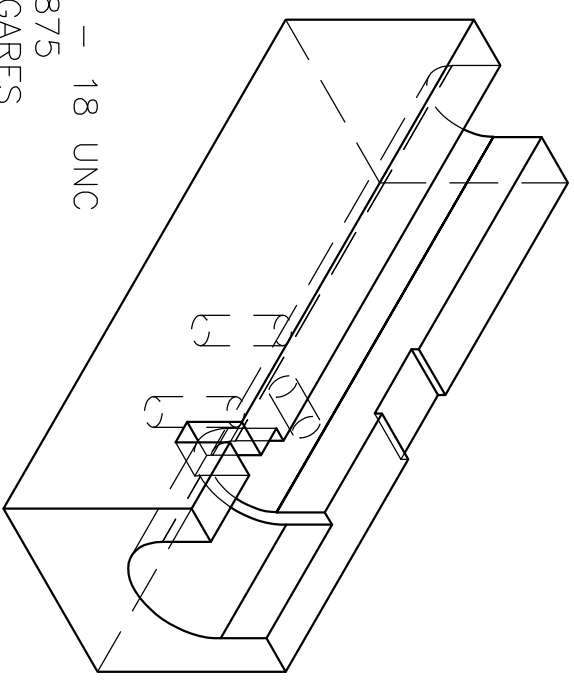


NOTA:  
 —MAT. 1018  
 —1 PZA.  
 —REFUERZO ATRAPADOR  
 —MARCAR CON "V4"

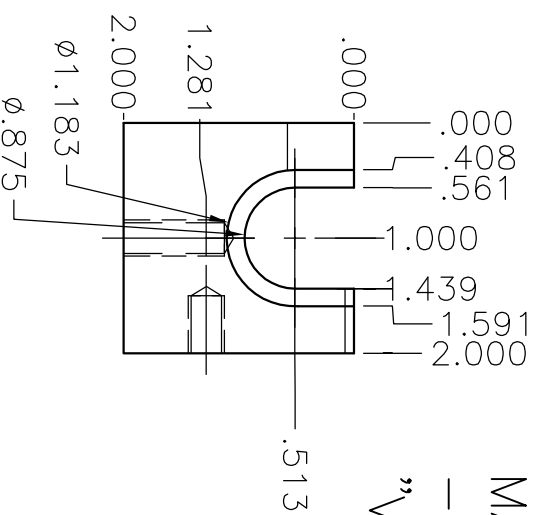


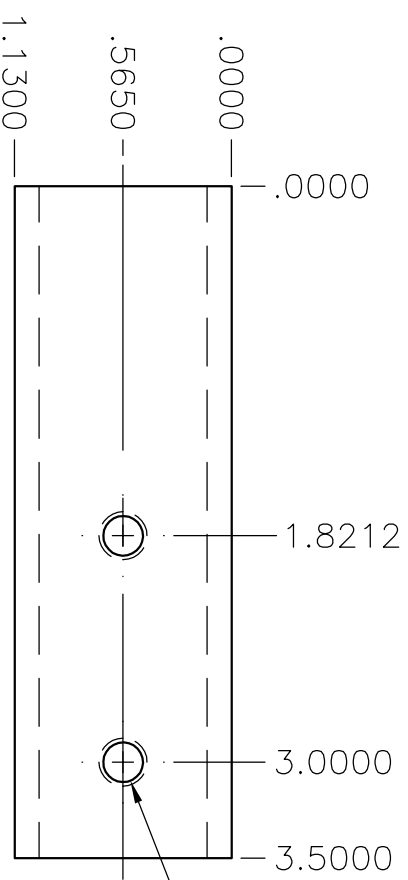
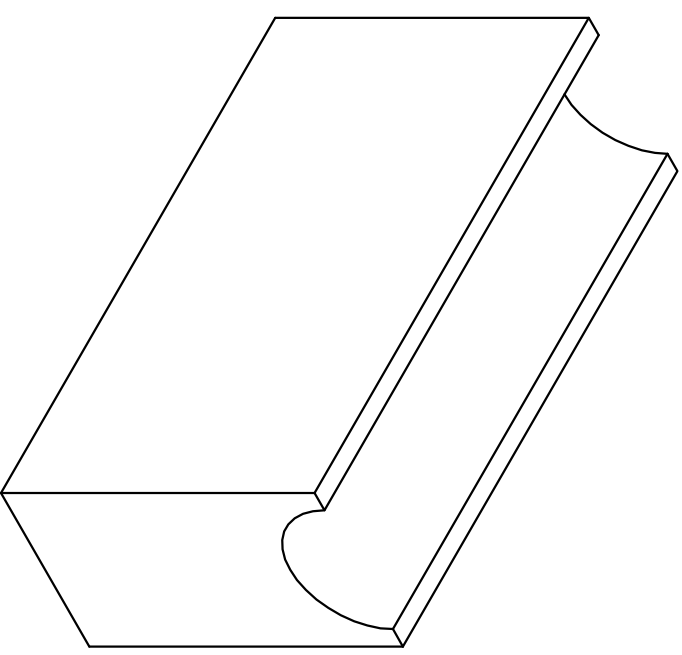
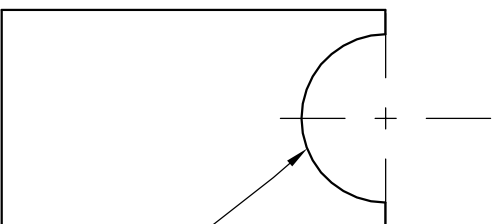
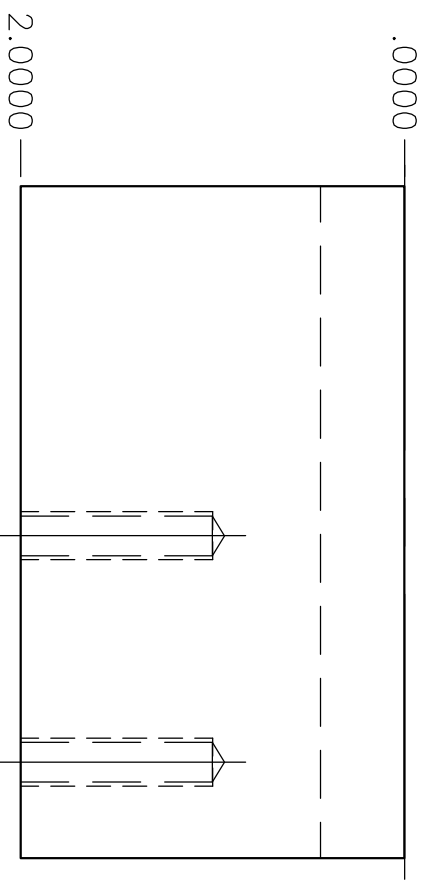
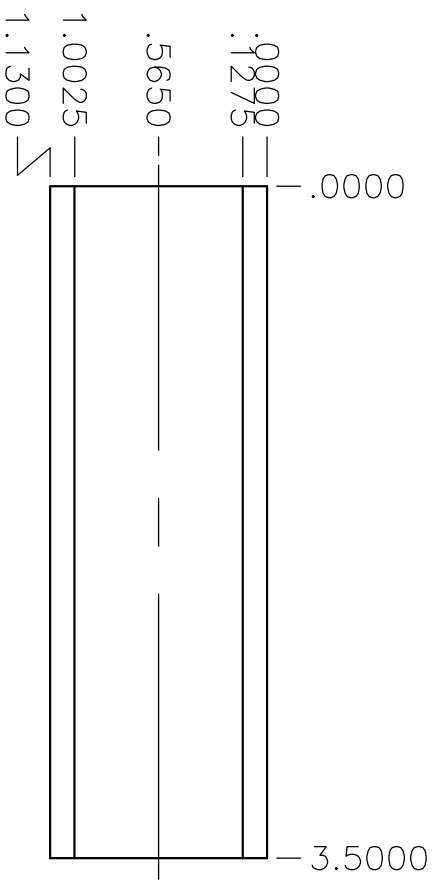


5/16 - 18 UNC  
 $\varnothing 0.875$   
 2 LUGARES



NOTA:  
 —MAT. NYLON  
 —1 PZA.  
 —POSICIONADOR  
 MARCAJE  
 —MARCAR CON  
 "V4"





1/4 - 20 UNC  
2 LUGARES

NOTA:

- MAT. NYLON
- 1 PZA.
- POSICIONADOR
- ATRAPADOR
- MARCAR CON "V4"