

## MENAJERÍA EN PLANCHAS DE ACERO INOXIDABLE

Oswaldo Rojas L.\*, Eulogio Santos D.\*, Pedro Marín Ch.\*, Víctor Rosales U.\* y Julio Salas B.\*

### RESUMEN

Este artículo trata sobre el proyecto desarrollado siguiendo dos tópicos paralelos: uno, análisis de los procesos productivos de las pequeñas y micro empresas (Pymes) que elaboran artículos domésticos en acero inoxidable, y dos, el diseño y fabricación de productos prototipo. Una característica del sector de las Pymes es que sus procesos se basan en la deformación plástica; obteniendo productos de mediana calidad, formas geométricas de revolución y poca complejidad; este proceso es eminentemente artesanal.

**Palabras clave:** Artículos domésticos. Acero inoxidable. Pequeñas y micro empresas (Pymes).

### ABSTRACT

This article deals with a project developed pursuing two parallel subjects: one, the analysis of production processes in small and micro enterprises (Pymes) that make stainless steel domestic goods, and two, the design and manufacturing of prototype products. A characteristic of the pymes sector is that their processes are based on plastic misshaping, thus obtaining middle-quality products, revolution geometric shapes, and little complexity; this is eminently a handmade process.

**Key words:** Domestic goods. Stainless steel. Small and micro enterprises (Pymes).

### INTRODUCCIÓN

Los profesores de la facultad de ingeniería Industrial relacionados con el Laboratorio de Máquinas y Herramientas, desde hace tres años vienen realizando trabajos en acero:

- Diseño y construcción de matrices para embutir.
- Manufactura con láminas de acero.
- Construcción de una prensa hidráulica.

Estos proyectos han permitido acumular conocimientos y experiencias que hacen necesario implementar un laboratorio de ensayos mecánicos y montar una línea de producción de metal mecánica.

Convencidos de la necesidad de desarrollar estos proyectos se seleccionó trabajar en la línea

\* Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Industrial.  
UNMSM  
E-mail: ifi@unmsm.edu.pe

de planchas metálicas delgadas en acero inoxidable y elaborar productos de menajería combinando para su producción los procesos de embutido y repusado.

Paralelamente, se investiga los procesos de producción de las Pymes que trabajan en el rubro de menajería en acero inoxidable con el objetivo de poder conocer las características de sus procesos productivos, de manera que se les pueda ofrecer asesoramiento técnico. El trabajo de campo de las Pymes no se realizó satisfactoriamente debido a que muchas de ellas no están operativas debido al receso económico del País y especialmente en el sector metal mecánico, así como también, al celo y cuidado que ponen en sus procesos productivos.

El desarrollo de los productos no pudo realizarse con todos los procedimientos técnicos estandarizados debido principalmente a los altos costos de algunos procesos.



Los procesos de embutido y repusado se realizaron en centros de producción de terceros, donde las facilidades prestadas fueron limitadas.

La participación de los alumnos no tuvo los resultados esperados debido a la falta de un reglamento que sancione el incumplimiento de compromisos contraídos y la necesidad de relacionar las tareas encomendadas a trabajos de los cursos del Plan de Estudios y a la supervisión de los profesores.

## ACEROS INOXIDABLES

Los aceros inoxidable son más resistentes a la corrosión y a las manchas de lo que son los aceros al carbono y de baja aleación. Este tipo de resistencia superior a la corrosión se produce por el agregado del elemento cromo a las aleaciones de hierro y carbono.

La mínima cantidad de cromo necesaria para conferir esta resistencia superior a la corrosión depende de los agentes de corrosión. El Instituto Norteamericano de Hierro y Acero ha elegido el 10 % de cromo como línea divisoria entre aceros aleados y aceros inoxidable, mientras que otros establecen ese límite entre el 10,5% y el 11%.

La mayoría de estos materiales metálicos están disponibles en sus formas comerciales: planchas, barras, flejes, tubos, entre los de mayor uso.

La resistencia a la corrosión de los aceros inoxidable se debe a una delgada película de óxido de cromo que se forma en la superficie del acero. A pesar de ser sumamente delgada esta película invisible fuertemente adherida al metal, lo protege contra los distintos tipos de corrosión, renovándose inmediatamente cuando es dañada por abrasión, corte, maquinado, etc.

### Principales atributos del acero inoxidable

Entre los principales atributos del acero inoxidable se puede mencionar los siguientes:

- Alta resistencia a la corrosión.
- Resistencia mecánica adecuada.
- Facilidad de limpieza / baja rugosidad superficial.
- Apariencia higiénica.
- No contamina los alimentos.
- Facilidad de conformación.
- Facilidad de unión.
- Resistencia a altas temperaturas.
- Resistencia a temperaturas criogénicas.
- Resistencia a variación brusca de temperaturas.
- Acabados superficiales y formas variadas.
- Fuerte impacto visual (moderno, liviano y prestigiado).

- Relación costo / beneficio favorable.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Material reciclable.

## CLASIFICACIÓN DE LOS ACEROS INOXIDABLES

### a. Aceros inoxidable austeníticos

Son aquellos que por el agregado de níquel en cantidad suficiente modifican su estructura y se transforman en Austeníticos. La composición básica de los aceros inoxidable austeníticos es 18% de cromo y 8% de níquel.

#### Grados más comunes

- **304:** Uso generalizado con buena resistencia a la corrosión para la mayoría de las aplicaciones.
- **310:** Equipos y partes para hornos. Resiste temperaturas de 900 a 1100°C.
- **316:** Utilizado donde se requiere mayor resistencia a la corrosión, por ejemplo: equipos marinos.
- **321:** Contiene titanio, es muy apto para soldaduras críticas y resiste temperatura de hasta 800 °C.

### b. Aceros inoxidable ferríticos

Son aquellos que contienen básicamente cromo en porcentajes que varían entre 12% y 18% con un bajo contenido de carbono.

#### Grados más comunes

- **409:** Es un acero resistente a las altas temperaturas, con buena maleabilidad y soldabilidad. Principalmente utilizado para sistemas de escape de automotores y donde se requiera una resistencia mayor por estar expuestos a calor, ofreciendo superiores ventajas que la chapa galvanizada.
- **430:** Utensilios de cocina, artículos ornamentales, revestimientos de heladeras, secadoras de ropas, lavavajillas. etc.

### c. Aceros inoxidable martensíticos

Fueron los primeros aceros inoxidable desarrollados comercialmente empleándose para la fabricación de cuchillos, tienen, relativamente, alto contenido de carbono (0,1 a 1,2%) comparado con otros aceros inoxidable. Contienen cromo en porcentajes entre 12 y 18%.

#### Grados más comunes

- **410:** Grado de uso generalizado en ambientes moderadamente corrosivos.



- 420: Acero templable utilizado en herramientas de corte, instrumentos quirúrgicos, etc.

**d. Aceros inoxidables duplex**

Son aceros inoxidables que contienen porcentajes relativamente altos de cromo (entre 18 y 28%) y porcentajes moderados de níquel (entre 4.5 y 8%). El contenido de níquel es insuficiente para generar una estructura austenítica completa y el resultado de la combinación de las estructuras ferrítica y austenítica es llamada "duplex". La mayoría de los aceros duplex contienen entre 2,5 y 4% de molibdeno.

**Grados más comunes**

- 2205: Resistencia a la corrosión mayor que el grado 316L. Utilizado en intercambiadores de calor, aplicaciones marinas y de refinerías.

Asimismo se aprecia en los cuadros 1 y 2 las propiedades y los usos más comunes, respecti-

vamente, de las diferentes clases de aceros antes descritos.

**CÓMO REDUCIR LA CORROSIÓN MEDIANTE UN DISEÑO APROPIADO DEL PRODUCTO**

Los fracasos debidos a la corrosión pueden ser frecuentemente eliminados modificando apropiadamente el diseño sin necesidad de cambiar el tipo de acero. La forma de las juntas, la continuidad de la superficie y la concentración de las tensiones deberán ser tomadas en consideración. Las soldaduras a tope son preferibles a las soldaduras en solapa, y se deberán utilizar buenos métodos de soldadura.

El uso de piezas complementarias, tales como de planchas o placas de refuerzo rodeadas de costuras o cordones de soldadura, deberá ser reducido al mínimo ya que esto produce tensio-

**Cuadro 1.** Propiedades básicas de los aceros inoxidables.

AUSTENÍTICOS	FERRÍTICOS	MARTINSÍTICOS	DUPLEX
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente resistencia a la corrosión.</li> <li>• Buena soldabilidad.</li> <li>• Apropiada maleabilidad y ductilidad.</li> <li>• Buenas propiedades a altas y bajas temperaturas.</li> <li>• Fácil limpieza y condiciones de higiene.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderada a buena resistencia a la corrosión dependiendo del porcentaje de cromo.</li> <li>• Menor soldabilidad.</li> <li>• Menor plasticidad</li> <li>• No templables.</li> <li>• Son magnéticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resisten tratamientos térmicos.</li> <li>• Tienen moderada resistencia a la corrosión.</li> <li>• Menor soldabilidad.</li> <li>• Son magnéticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor resistencia al ataque del cloro.</li> <li>• Mayor resistencia a la tracción y a la elongación que los aceros austeníticos y ferríticos.</li> <li>• Buena maleabilidad y soldabilidad.</li> </ul>

**Cuadro 2.** Usos más comunes de los aceros inoxidables.

AUSTENÍTICOS	FERRÍTICOS	MARTINSÍTICOS	DUPLEX
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavaderos para cocina.</li> <li>• Equipos y utensilios para la industria de la alimentación y química.</li> <li>• Aplicaciones en decoración y arquitectura.</li> <li>• Equipos quirúrgicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utensilios de cocina.</li> <li>• Sistema de escape para automotores.</li> <li>• Revestimientos de diferentes artefactos como heladeras, lava vajilla, secadoras de ropas, etc.</li> <li>• Artículos ornamentales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hojas para cuchillos.</li> <li>• Instrumentos quirúrgicos.</li> <li>• Resortes.</li> <li>• Ejes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso marino, especialmente cuando las temperaturas son algo elevadas.</li> <li>• Plantas de desalinización.</li> <li>• Intercambiadores de calor.</li> <li>• Plantas petroquímicas.</li> </ul>





nes biaxiales difíciles de eliminar por tratamiento térmico.

Cuando se tenga que sujetar patas de acero dulce a un tanque de acero inoxidable; primero, se deberá soldar las patas a un asiento de acero inoxidable que, a su vez, será soldado al fondo del tanque. Con esto se evita la difusión del carbono en el acero inoxidable del tanque.

Todo el equipo deberá ser meticulosamente limpiado a fondo para eliminar toda contaminación producida por óxidos, polvo de hierro, partículas procedentes de las herramientas, fundente de soldadura, suciedades y sustancias orgánicas.

Estas sustancias extrañas pueden ser eliminadas limpiándolas a chorro o por decapado. Una buena solución para el decapado consiste en el 10 por ciento de ácido nítrico y el 1 por ciento de ácido fluorhídrico.

Un ajuste defectuoso causa tensiones al forzar las piezas para ponerlas en posición. Cuando se fabrican piezas para una unidad que deba contener material corrosivo, será prudente reformar las piezas que ajusten mal y recocerlas de manera que las piezas en cuestión se ajusten limpiamente en el recipiente. El conformar en frío, tal como el cilindrar tubos en la chapa, son trabajos que deberían reducirse al mínimo.

Como es difícil reproducir en los ensayos de laboratorio las verdaderas condiciones que se presentan en la práctica, los resultados de dichos ensayos solamente podrán servir de guía. Los datos sobre la corrosión publicados como resultado de distintos ensayos, pueden estar basados sobre unas condiciones químicas, temperaturas, velocidades y aireación que difieran de las de la solución química que deba ser manipulada. Por este motivo y siempre que sea posible se deberá utilizar para los ensayos prácticos, el equipo existente y procedimientos similares o comparables.

En los ensayos de corrosión deberán incluirse muestras de los artículos por fabricar con el fin de poder juzgar del valor de los métodos de fabricación propuestos.

Las muestras soldadas y sensibilizadas permiten apreciar el depósito de soldadura y la zona influenciada por el calor en el ambiente corrosivo al que han de poder resistir. Convendrá someter a ensayos probetas con corrosión por fatiga y sometidas a varios niveles de esfuerzo o tensión con el fin de poder apreciar la susceptibilidad del acero al agrietamiento una vez terminadas de fabricar. Es importante que los resultados de los ensayos sean apreciados en su justo valor.

## DIAGNÓSTICO DE LAS PYMES DE LOS PRODUCTOS DE MENAJERÍA EN ACERO INOXIDABLE

Para poder determinar las características mediante el cual trabajan las Pymes, se tuvo que recurrir a visitas y entrevistas, lo que permitió elaborar el siguiente resumen:

- El proceso principal para elaborar sus productos es del repusado.
- Para sacar brillo a los productos utilizan pulidoras de tela, produciendo cantidad de polvillo muy contaminante.
- Utilizan diversos tipos de aceros inoxidables en función al costo de oportunidad.
- Trabajan en espesores menores a 1 milímetro.
- La calidad de sus productos por el mismo proceso son de mediana calidad.
- Su producción es limitada a productos determinados, no teniendo variedad.
- Las estrías dejadas por el proceso de repusado no le dan una buena apariencia.
- Las medidas de sus productos no son estándar.
- En muchos talleres el operario, debido a su habilidad, puede elaborar modelos especiales, complejos y con detalles especiales, esta línea se debe utilizar para exportar estos productos.
- Utilizan modelos hechos en madera.
- Los talleres también son utilizados como vivienda.
- El área dedicada a los talleres cuentan aproximadamente con 40 m<sup>2</sup>.
- El 80% de los talleres visitados trabajan en forma ilegal, tienen en promedio 5 trabajadores, sus ingresos promedio son de S/. 3000 nuevos soles mensuales, predomina el pago a destajo.
- La distribución de planta, no son adecuadas, existe muchos retrocesos y los almacenes no presentan seguridad para la materia prima ni productos acabados.
- Las condiciones de trabajo son deficientes: Instalaciones eléctricas, condiciones inseguras en la zonas de trabajo falta de equipos de protección.
- Los dueños de estos negocios normalmente han adquirido sus conocimientos trabajando en otros talleres.
- La situación económica que atraviesa el País ha originado que las ventas disminuyan sustancialmente por lo que las empresas de este rubro están produciendo en muy poca cantidad.
- Ellos mismos son vendedores, dejando su mercadería a consignación en distintos mercados y tiendas.
- Normalmente trabajan a pedido de sus clientes distribuidores.



- No se encuentran organizadas por lo que no están en condiciones de formar un consorcio y poder exportar sus productos, sabiendo que son productos de poca calidad.

## PROCESOS PRINCIPALES

Los productos de menajería en plancha de acero inoxidable se pueden elaborar mediante dos procesos principales:

### a. Embutido

Es un proceso de deformación plástica de planchas metálicas en frío o en caliente por medio de una prensa, y para conformarlo se utilizan matrices y punzones (ver figura 1).

### b. Repusaje

Es un proceso de deformación plástica de planchas metálicas delgadas por medio de un torno, y para conformarlo se utilizan matrices y una varilla punzón de bronce (ver figura 2).

La combinación de estos procesos ofrece una alternativa adicional:

Puro embutido, cuyas características son:

- Alto punto de equilibrio.
- Buena calidad del producto.
- Diversas formas geométricas.
- Profundidades relativamente grandes.

Proceso mixto: embutido y repusaje, sus características son:

- Mediano punto de equilibrio.
- Mediana calidad del producto.
- Formas geométricas de revolución.
- Profundidades medianas.

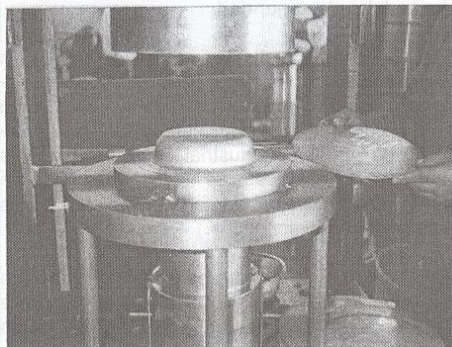


Figura 1. Proceso de embutido.

Puro repusaje, cuyas características son:

- Bajo punto de equilibrio.
- Mediana calidad del producto.
- Formas geométricas de revolución.
- Profundidades medianas.

## DISEÑO DEL PRODUCTO Y ELABORACIÓN DE MATRICES

Las variables consideradas en el diseño del producto a elaborar son las siguientes:

- Utilización de las partes de matrices existentes.
- Aprovechamiento de las experiencias anteriores.
- Posibilidades de venta.
- Forma geométrica no compleja.
- Proceso combinado embutido / repusaje.

### Confección de los planos

Se desarrolló con participación de los alumnos del curso de Dibujo Industrial, utilizando el software Mechanical Desktop, los productos seleccionados fueron un frutero y una sopera.

### Diseño y elaboración del juego de matrices

Las matrices fueron elaboradas en el Laboratorio de Máquinas y Herramientas de la Facultad de Ingeniería Industrial. No se realizó los tratamientos térmicos para darle dureza y tenacidad, adecuada al tipo de trabajo, debido a su alto costo.

Entre las variables consideradas para su construcción del producto se tiene:

- Material a usar en las matrices.
- Forma geométrica de los productos.
- Dimensiones del producto.



Figura 2. Proceso de repusaje.



- Selección del proceso productivo (primero, embutido; después, repusado).
- Equipos con que cuenta el laboratorio.
- Variedad de productos (la matriz pueda ser usada para varios productos).

## ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

Para el proceso de embutido se utilizó una prensa hidráulica de 100 toneladas, en este proceso sólo se generó el cilindro base, posteriormente pasó al proceso de repusaje, para lo cual se utilizó un torno de repusaje y en este proceso se obtuvo la forma final del producto.

Las actividades principales para este proceso se mencionan a continuación:

- Trazado.
- Cortado.
- Embutido.
- Repujado.
- Pulido.
- Soldado.
- Esmerilado.
- Diamantado.

Los equipos básicos con que cuentan los talleres Pymes son:

- Cortadora eléctrica de planchas (manual).
- Guillotina de mano.
- Torno para repusaje.
- Máquina lijadora.
- Máquina pulidora.
- Máquina para soldar a puntos.
- Taladro de banco.

Además, en la figura 3 se presenta el diagrama de la fabricación de una sopera.

## PARTICIPACIÓN DE LOS ALUMNOS EN EL PROYECTO

La participación de los alumnos ha estado enfocada al aporte de ideas, análisis de la situación en función de los conocimientos adquiridos en los diferentes cursos de la carrera y en el apoyo de otras actividades manuales. La cantidad de alumnos que se involucró directamente con el proyecto fue de 12 alumnos.

En el desarrollo del proyecto participaron alumnos de los siguientes cursos:

- a. Dibujo industrial  
Con el diseño del producto y la elaboración de planos.
- b. Procesos de manufactura  
Selección de los procesos y elaboración del producto.

Además, es necesario mencionar que, dentro del proyecto se consideró inicialmente los cursos:

- a. Ingeniería de materiales industriales  
Selección y aplicación de todos los materiales a usar.
- b. Estudio del trabajo  
Desarrollo y análisis del proceso productivo.
- c. Control de calidad  
Seguimiento y definición de parámetros de control.
- d. Distribución de planta  
Análisis de la distribución de planta de los talleres Pymes que se dedican a este rubro.

Vale decir que, debido a la falta de coordinación e interés de los alumnos no se pudo concretar su participación.

## CONCLUSIONES

Los productos de menajería que producen las Pymes están restringidos a formas geométricas de revolución debido al proceso de repusado, mediana calidad, siendo el trabajo artesanal de contar con diseños especiales podrían ser colocados en mercados internacionales.

El 85% de los talleres visitados trabajan en forma ilegal, tienen en promedio 5 trabajadores, sus ingresos promedio son de S/. 3 000 nuevos soles mensuales, el área promedio de sus talleres es de 40 m<sup>2</sup> y se caracterizan por ausencia de medidas de seguridad.

Es importante la participación de los alumnos en las diferentes etapas del proceso, por lo que es necesario que algunos tópicos sean incluidos como trabajos obligatorios en los cursos del Plan de Estudios de Ingeniería Industrial. La presencia de los profesores en el proceso de investigación permitirá que los alumnos asuman con responsabilidad las actividades encomendadas.

Es necesario, la construcción y/o adquisición de una prensa hidráulica de 100 toneladas para ser usada en prácticas de laboratorio así como también para poder implementar una línea de producción de productos de embutido en metales.

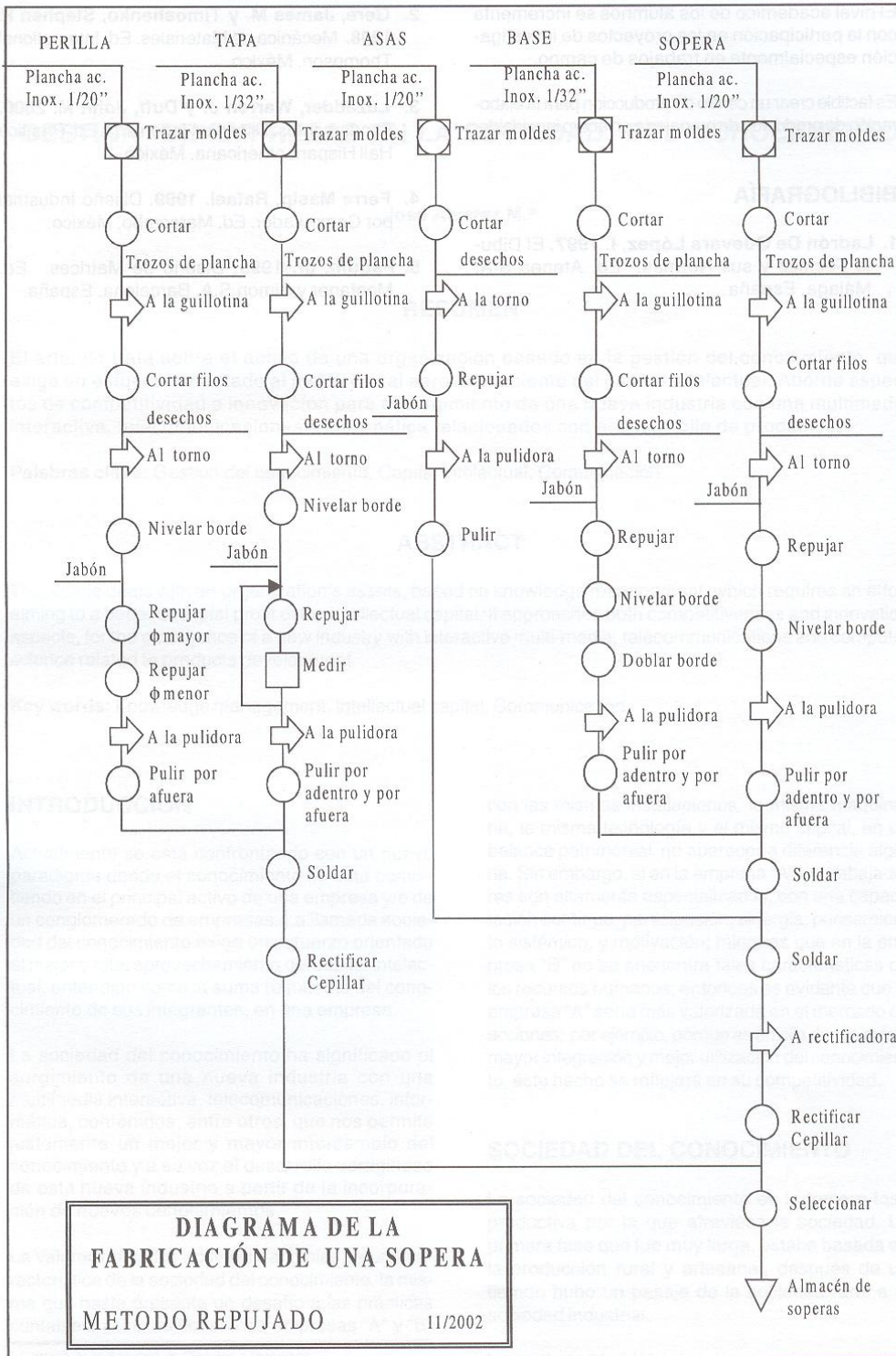


Figura 3. Diagrama de la fabricación de una sopera.



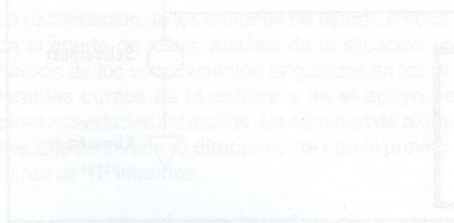
El nivel académico de los alumnos se incrementa con la participación en los proyectos de investigación especialmente en trabajos de campo.

Es factible crear un centro de producción para la elaboración de productos de menajería en acero inoxidable.

### BIBLIOGRAFÍA

- Ladrón De Guevara López, I. 1997.** El Dibujo Técnico y sus Normas. Ed. Atenea S.A. Málaga, España.
- Gere, James M. y Timoshenko, Stephen P. 1998.** Mecánica de Materiales. Ed. International Thompson. México.
- Luzadder, Warren J. y Duff, John M. 2000.** Fundamentos: Dibujo en Ingeniería. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana. México.
- Ferre Masip, Rafael. 1999.** Diseño Industrial por Computador. Ed. Marcombo. México.
- Paquin, Jr. 1999.** Diseño de Matrices. Ed. Montaner y Simon S.A. Barcelona. España.

### PARTICIPACIÓN DE LOS ALUMNOS EN EL PROYECTO



### CONCLUSIONES

El nivel académico de los alumnos se incrementa con la participación en los proyectos de investigación especialmente en trabajos de campo.

Es factible crear un centro de producción para la elaboración de productos de menajería en acero inoxidable.

