



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica  
de la U. N. L.



ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS, A. C.

SEMINARIO DE ING. MECANICA

Ponencia:

"MEJORAS A LAS PROPIEDADES FISI-  
CAS OBTENIDAS EN LAS PIEZAS, POR  
MEDIO DEL PROCESO DE FORJADO"

Monterrey, N. L.

Agosto de 1967.

Presentada por:

SR. JOSE DE J. CASTILLO TREVIÑO

WISCONSIN

WISCONSIN

WISCONSIN

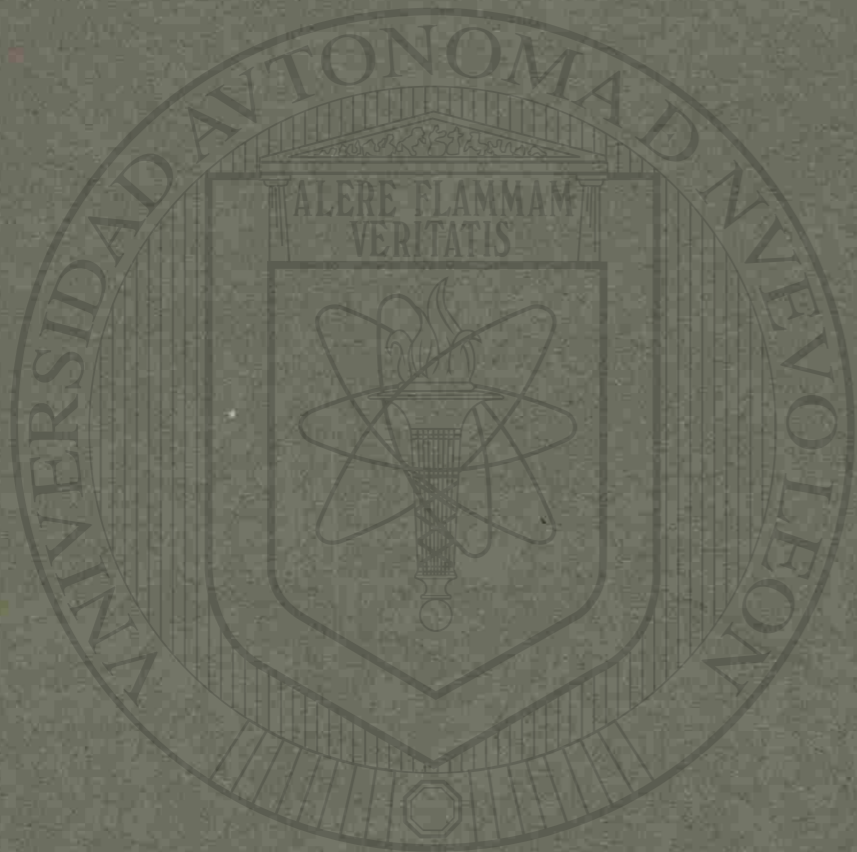
WISCONSIN

WISCONSIN

WISCONSIN

WISCONSIN

225



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



250 ejemplares  
ago 24, 1967  
23

*[Handwritten signature]*

ASOCIACIÓN MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS A.C.

SEMINARIO DE ING. MECANICA

Presentada por:

TRABAJO A LAS PROPIEDADES FÍSICAS OBTENIDAS EN LAS PIEZAS, POR MEDIO DEL PROCESO DE FORJADO



Monterrey, N. L.  
Agosto de 1967.

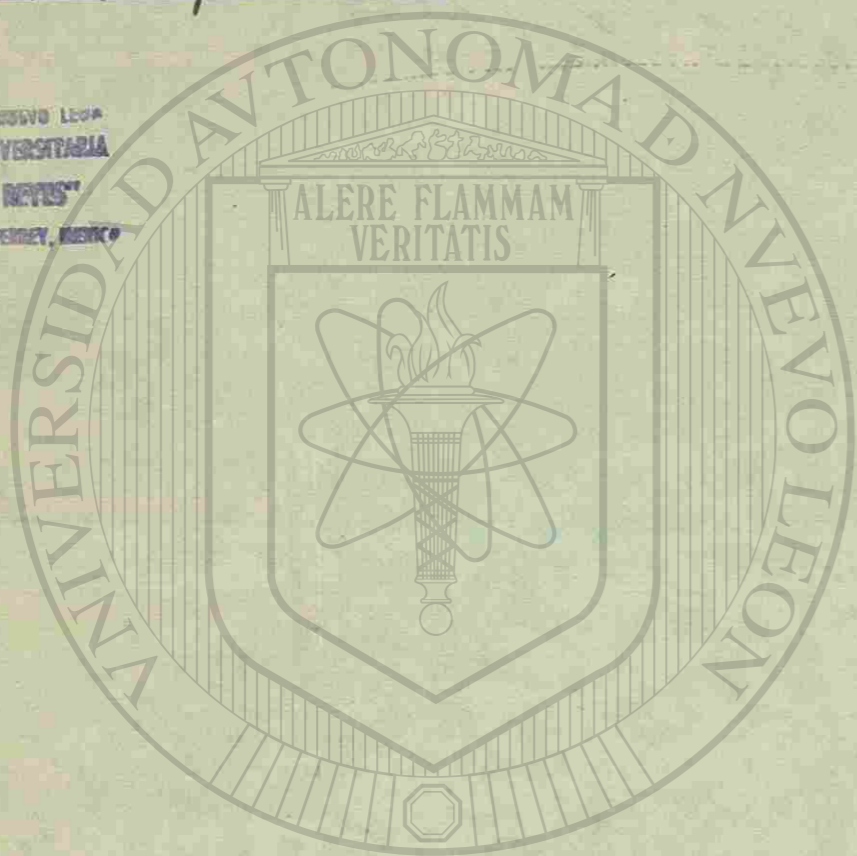
Presentada por:  
SR. JOSE DE J. CASTILLO TREVIÑO

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
NUEVO LEÓN

(85955)

Núm. C. S. 672.33  
 Núm. Autor C. 352 m  
 Núm. Adg. 059350  
 Procedencia -1-  
 Precio \_\_\_\_\_  
 Fecha Agosto de 1968.  
 Clasificó seg  
 Catalogó sqj

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
 BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
 "ALFONSO REYES"  
 Cdad. 6622 MONTERREY, MEXICO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica  
 de la U. N. L.



DESARROLLO HISTÓRICO  
 ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS, A. C.

SEMINARIO DE ING. MECANICA

Ponencia:

"MEJORAS A LAS PROPIEDADES FISI-  
 CAS OBTENIDAS EN LAS PIEZAS, POR  
 MEDIO DEL PROCESO DE FORJADO"

Monterrey, N. L.  
 Agosto de 1967.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
 "ALFONSO REYES"

Presentada por:

SR. JOSE DE J. CASTILLO TREVIÑO



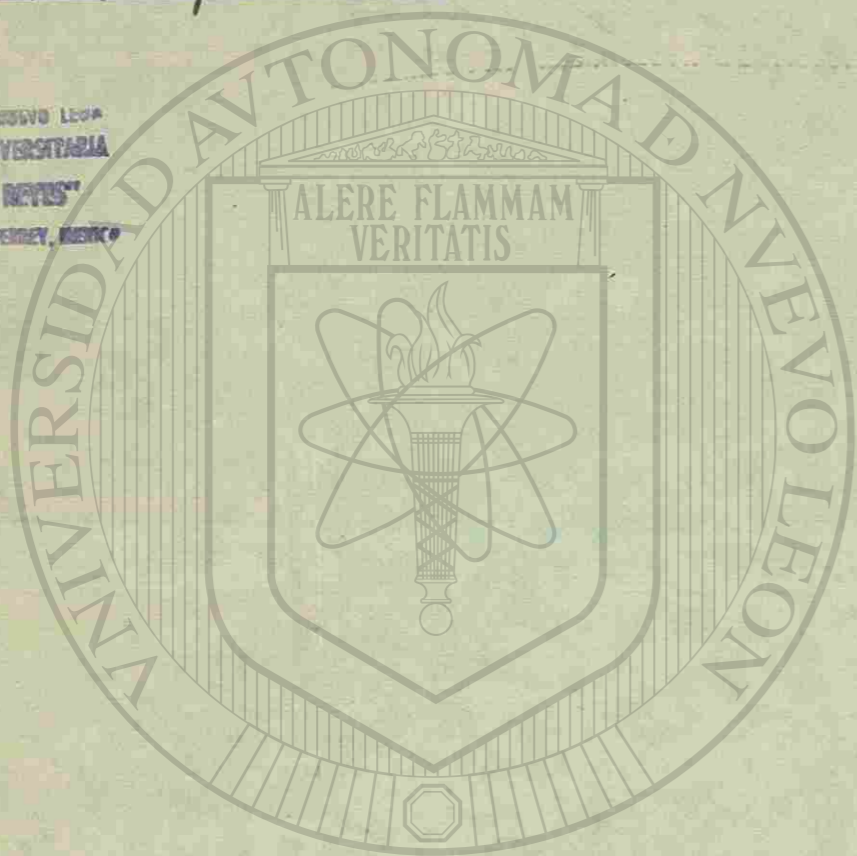
Capilla Alfonso  
 Biblioteca U



059350

Núm. C. S. 672.33  
 Núm. Autor C. 352 m  
 Núm. Adg. 059350  
 Procedencia -1-  
 Precio \_\_\_\_\_  
 Fecha Agosto de 1968.  
 Clasificó seg  
 Catalogó sqj

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
 BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
 "ALFONSO REYES"  
 Cdad. 6622 MONTERREY, MEXICO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica  
 de la U. N. L.



DESARROLLO HISTÓRICO  
 ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS, A. C.

SEMINARIO DE ING. MECANICA

Ponencia:

"MEJORAS A LAS PROPIEDADES FISI-  
 CAS OBTENIDAS EN LAS PIEZAS, POR  
 MEDIO DEL PROCESO DE FORJADO"

Monterrey, N. L.  
 Agosto de 1967.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
 "ALFONSO REYES"

Presentada por:

SR. JOSE DE J. CASTILLO TREVIÑO

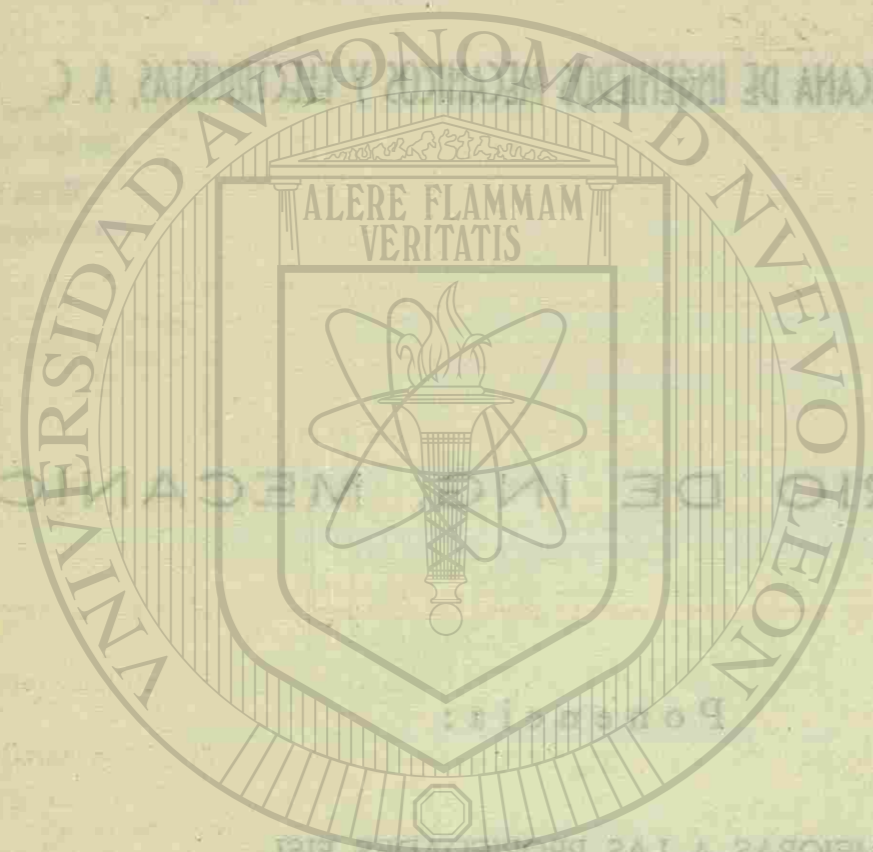


Capilla Alfonso  
 Biblioteca U



059350

T5225  
C3



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Presentada por  
Sr. José de J. Castillo  
Monterrey, N. L.  
Agosto de 1967.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
ALFONSO REYES

"MEJORAS A LAS PROPIEDADES FISICAS OBTENIDAS EN LAS  
PIEZAS, POR MEDIO DEL PROCESO DE FORJADO".

DESARROLLO HISTORICO .-

El proceso de trabajar el metal más antiguamente conocido, viene a ser el forjado, si tomamos en consideración las investigaciones y documentos conocidos.

Este procedimiento de trabajar el metal, tuvo sus principios cuando el hombre primitivo, halló la forma de aporrear con mazos de piedra, los trozos de minerales encontrados para convertirlos en implementos metálicos.

La Biblia menciona en varios pasajes, que existían instructores en la artesanía del latón y el hierro. Incluso en varios testamentos antiguos, son relatados por medio de inscripciones primitivas en lenguas egipcias, griegas, fenicias, chinas, japonesas, persas, así como en indú, indicios históricos de minerales de hierro martillados burdamente en barras, y más ampliamente en trabajos y manufacturas de armas hechas de metal, así como cierto tipo de joyería e implementos diversos.

Dos naciones con culturas antiguas, India y China, reclaman para sí la paternidad de haber sido los primeros en el formado del acero, aproximadamente unos 2000 años antes de Cristo.

La costumbre de aquellos forjadores primitivos tan respetados y apreciados en su época, era la de dejar tradicionalmente la herencia de sus conocimientos en sus familias, conservando así celosamente los secretos fundamentales de los diferentes procesos usados por ellos en el forjado.

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
Cada. 1925 MONTERREY, MEXICO

EL FORJADO ES UNA MEZCLA DE ARTE Y CIENCIA.-

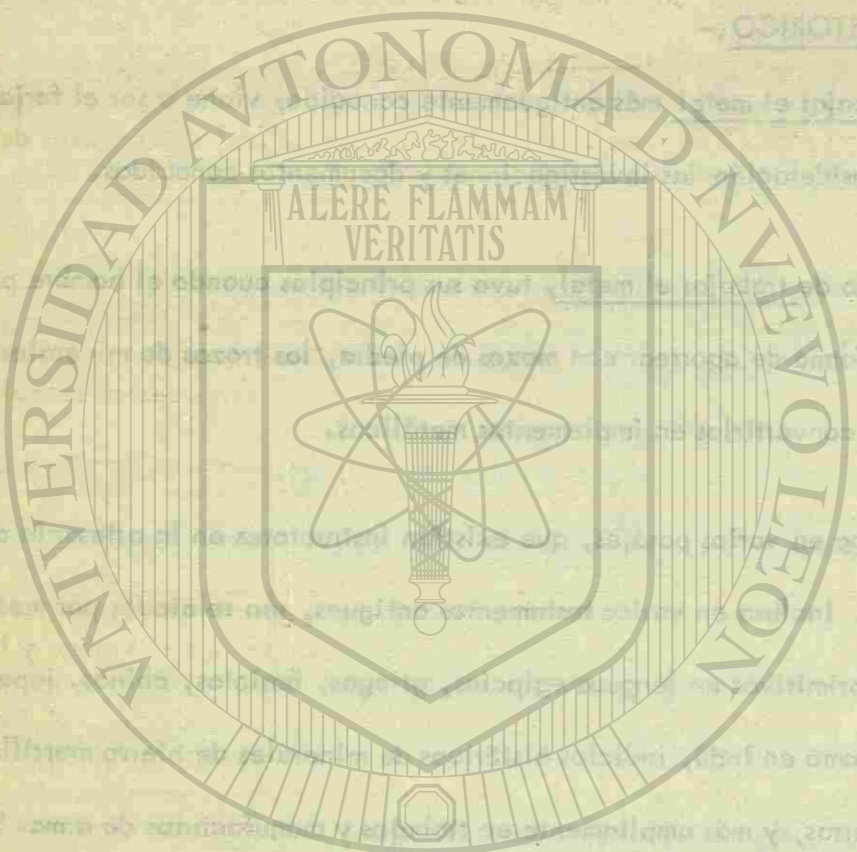
El proceso de forjado en los tiempos pretéritos consistía en calentar el material para luego modelarlo en la figura requerida por medio de martillado. En la época moderna los metales no siempre son calentados para ser forjados, y los trabajos son realizados utilizando varios tipos de maquinaria pesada, para aplicar a las piezas de forja presión por impacto o bien compresión con rápida precisión.

Al forjar una pieza entran en juego una combinación de pericia y madurez de juicio o criterio, atributos que son acrecentados por la maquinaria de modernas tecnologías fabricada para producir una serie de piezas metálicas diversas de resistencia y utilidad excepcionales.

El dominio del arte y la ciencia tecnológica de forjar, han hecho en Europa y Estados Unidos de Norteamérica florecer, preponderantemente esta industria. Así mismo en América del Sur y en México, ha ido integrándose a pasos agigantados esta importante industria para el progreso de una nación.

El arte de la forja se ha visto fortalecido por la ciencia, ya que actualmente se tienen conocimientos bien cimentados acerca de la metalurgia y un sinúmero de procesos tecnológicos modernos de forjado, por lo que ha dejado de ser un mero proceso de formado en los metales con figuras diversas y caprichosas.

Lo anterior permite que al forjar una pieza se tenga un control para refinar la estructura de los metales ya que esto les proporciona propiedades metalúrgicas muy valiosas. Por consecuencia el forjado produce un flujo de grano continuo en el metal, el cual puede ser orientado para que siga la forma de la pieza lo que viene a fructi-



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



ficar en una eficiencia máxima en la resistencia del material.

EJEMPLOS VARIOS DE COMO SE ORIENTA EL FLUJO DE GRANO (Ver figuras No. 1, No. 2, No. 3, No. 4, No. 5 y No. 6.

#### IMPORTANCIA QUE TIENE EL TAMAÑO DEL GRANO.-

El tamaño del grano o cristalito de ferrita en un acero dúctil (con un contenido de carbón menor de .25%), tiene un valor importantísimo en la resistencia del metal, si es diluido con un agregado de una aleación. Con un cambio de tamaño en el grano de aproximadamente 9 granos por milímetro en la línea transversal a aproximadamente 64 granos por milímetro; el bajo punto de cedencia del acero dúctil puede ser elevado de  $1,900 \text{ kgs/cm}^2$  a  $3,450 \text{ kgs/cm}^2$ . Por consiguiente el control de temperatura al forjar una pieza, es fundamental, y dicho control, siempre afectará el tamaño del grano y por consiguiente la resistencia del producto. Esto concierne tanto a la temperatura de forjado como a la del tratamiento térmico de una pieza.

#### DEFINICION DE FORJADO.-

El forjado puede ser definido técnicamente, como el proceso efectuado ya sea en frío o en caliente, para dar forma a un metal aumentando con ello su utilidad, refinándolo en sus propiedades mecánicas a través de una deformación plástica controlada, por medio de impacto o presión.

Los procesos de forjado pueden ser ejecutados por martillos accionados por vapor, aire o gravedad, o bien, por prensas de operación hidráulica, neumática o mecánica. La operación de forjado puede ser acompañada por daños o matrices, con

uno de ellos o ambos en movimiento.

Desde el punto de vista de deformación del material, la diferencia más notable entre el forjado en martillo o en prensa estriba en la velocidad de operación.

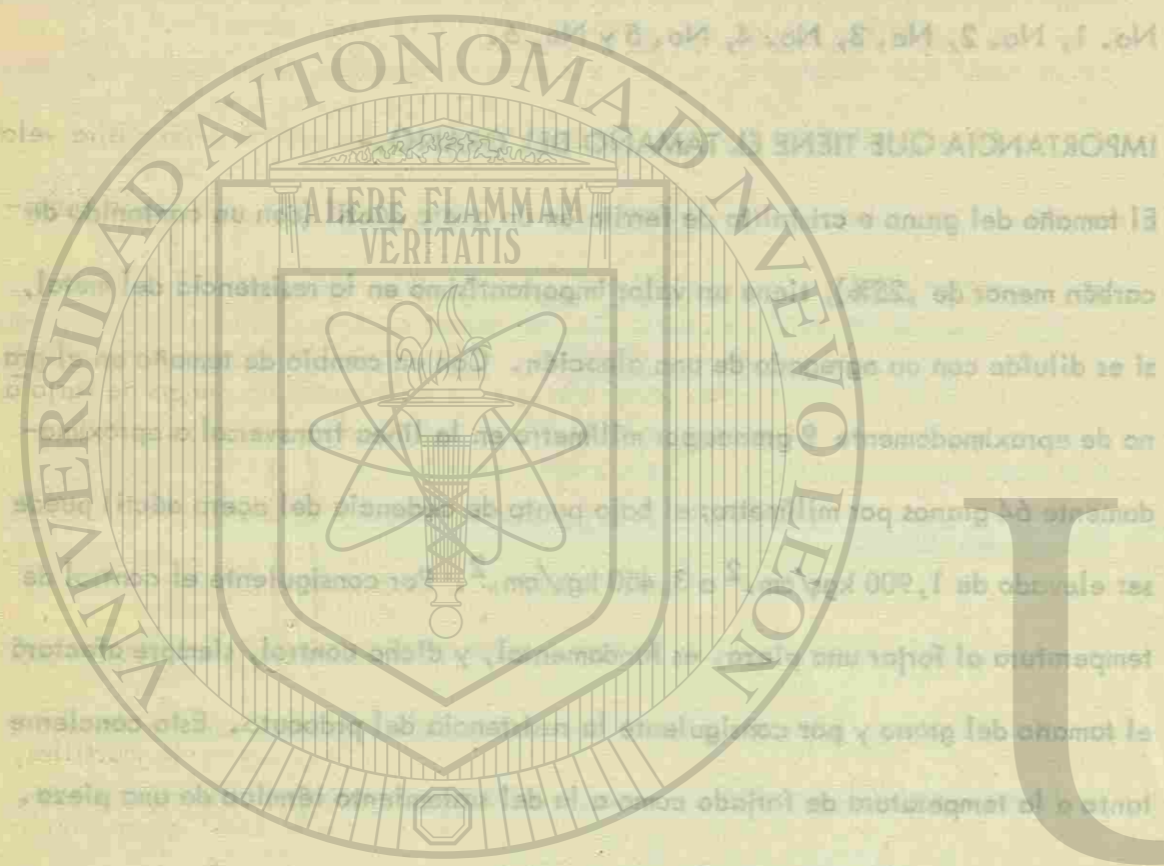
El proceso de forja en martillo puede ser considerado como deformación a alta velocidad; mientras que el hecho en prensa utiliza la aplicación de la fuerza de operación relativamente lenta.

La razón anterior es la que impulsa a la mayoría de fabricantes de piezas de forja a que utilicen martillos principalmente por dos motivos.

- a) por tener procesos más flexibles.
- b) por tener costos de operación relativamente menores.

Lo anterior no quiere decir que la industria de la forja utilice solamente martillos, ya que hay fabricantes que tienen prensas mecánicas o hidráulicas así como máquinas cabeceadoras. Todo depende de la línea de fabricación que cada industria tenga, pues algunas se especializan en determinados sistemas de forjado, así como de tamaño y peso de productos.

Las piezas forjadas son generalmente encontradas en máquinas y vehículos de transporte, (aviones, automóviles, tractores, etc.), con puntos críticos de choque o resistencia, particularmente donde la confiabilidad y seguridad humana son afectadas. La gran variedad de formas y tamaños y propiedades disponibles en las piezas forjadas ha extendido la lista de aplicaciones corrientes, y los usos potenciales para el futuro, van mucho más lejos todavía.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Las piezas forjadas son económicamente competitivas con otros tipos de partes producidas en los materiales correspondientes.

Resumiendo podemos decir, que el forjado, es una variedad de métodos utilizados por la humanidad, para obtener una mejora en las propiedades mecánicas tan importantes en las piezas producidas, para ser ofrecidas por los que las diseñan y fabrican a lo que las compran y utilizan.

#### VANTAJAS INHERENTES OBTENIBLES POR EL PROCESO DE FORJA.

Fundamentalmente el proceso de forja consiste en el formado de un metal sometido a presión a impactos para producir una forma deseada. Esta deformación controlada del material, usualmente es ejecutada a temperaturas elevadas, (de acuerdo con el material a forjar), lo que viene a redundar en una gran estabilidad metalúrgica y mejoramiento de las propiedades mecánicas.

#### "FORJABILIDAD DE UN MATERIAL"

El término "Forjabilidad" comprende la capacidad de un material para aceptar la deformación plástica sin sufrir roturas.

Esta capacidad depende de las condiciones a las cuales va a ser sometido dicho material; donde podremos apreciar como fundamental, los límites superior e inferior de la temperatura de forjado.

#### "ILUSTRACIONES ESQUEMATICAS DE ALGUNOS METODOS DE FORJADO"

- 1) Recalcado Ver figura No. 7.
- 2) Cabeceado Ver figura No. 8

- 3) Agujerado Ver figura No. 9
- 4) Dentado y Acuñado Ver figura No. 10
- 5) Extrusión hacia delante Ver figura No. 11
- 6) Extrusión hacia atrás Ver figura No. 12.

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
CALLE 1025 MONTERREY, NUEVO LEÓN

**CALIDAD DE LOS MATERIALES DE FORJA.-**

En la mayoría de los casos la materia prima que va a ser forjado ya ha sido pretrabajada por el proveedor de materiales, para refinar la estructura dentrificada del lingote, removiendo los defectos existentes en el proceso de vaciado y promoviendo la calidad estructural.

**CALIDAD DE FORJA DE UN ACERO.-**

Los requisitos establecidos para obtener una materia prima con calidad de forja seguido por las diferentes compañías fundidoras de acero, son diversos y variados. Someramente veremos algunas etapas de estos procesos.

- 1.- Se vacía un lingote de varias toneladas, con las dimensiones apropiadas en cada compañía fundidora de acero.
- 2.- Después de tener el lingote se calienta este y se somete a los molinos de laminación, reduciendo su sección en varios pasos, hasta obtener el tocho deseado.
- 3.- El tocho en caliente se lamina finalmente en los molinos para dejar los billetes a la sección comercial solicitada por el cliente, ya sea en secciones redondas o cuadradas.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"

059350

El proceso anterior para material con calidad forja fundamentalmente per-  
sigue los siguientes objetivos:

- 1) Eliminar toda posibilidad de poros.
- 2) Refinar la estructura cristalina del material base.
- 3) Orientar cualquier segregación no metálica o aleación en la dirección del trabajo. (Véase Figura No. 13)

Ya desde antes de forjar una pieza, el proveedor de materia prima o los fabricantes, están buscando y tratando siempre, de dar alineamiento llamado flujo del grano, a su producción.

La calidad de la materia prima para forjas, es generalmente inspeccionada por medio de análisis químicos, microestructura, macroestructura, ultrasonido y pruebas mecánicas para garantizar un material libre de huecos, segregaciones y otros defectos.

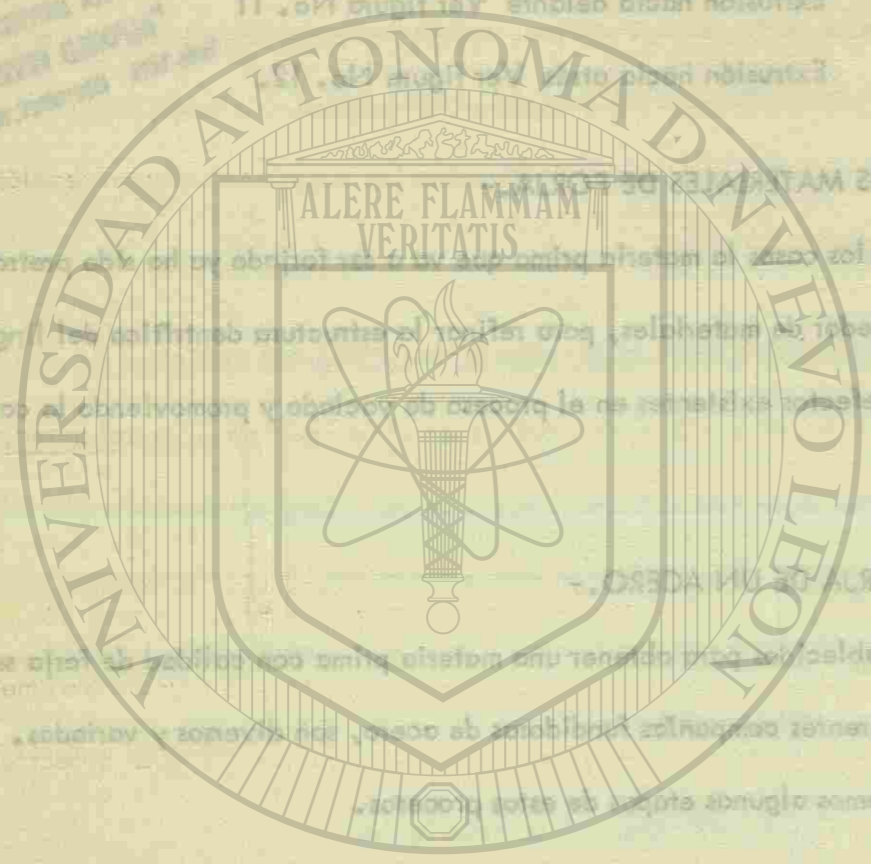
Por consiguiente una buena forja comienza desde antes, ya que la materia prima utilizada es de muy alta calidad sin comparación con componentes acabados, que son producidos por diversos métodos de trabajar los metales.

**ALTA RESISTENCIA DE UNA PIEZA FORJADA.®**

El mejoramiento más amplio viene durante el proceso de forjado donde el material trabajado entre la cavidad de los dados alcanza la recristalización y refinamiento del grano para producir así material uniforme que responde óptimamente al tratamiento térmico.

A causa de la gran resistencia y ductilidad en un material dado, así como su gran

- 3) Agujeros Ver figura No. 9
- 4) Dentado y Acunado Ver figura No. 10
- 5) Extrusión hacia delante Ver figura No. 11
- 6) Extrusión hacia atrás Ver figura No. 12



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

pureza, uniformidad química y lo refinado del tamaño del grano, las piezas forjadas son más apropiadas para muchas aplicaciones que los materiales vaciados. Las forjas, en su proceso, no están sujetas al cambio en estado o volumen como lo están las piezas vaciadas durante la solidificación.

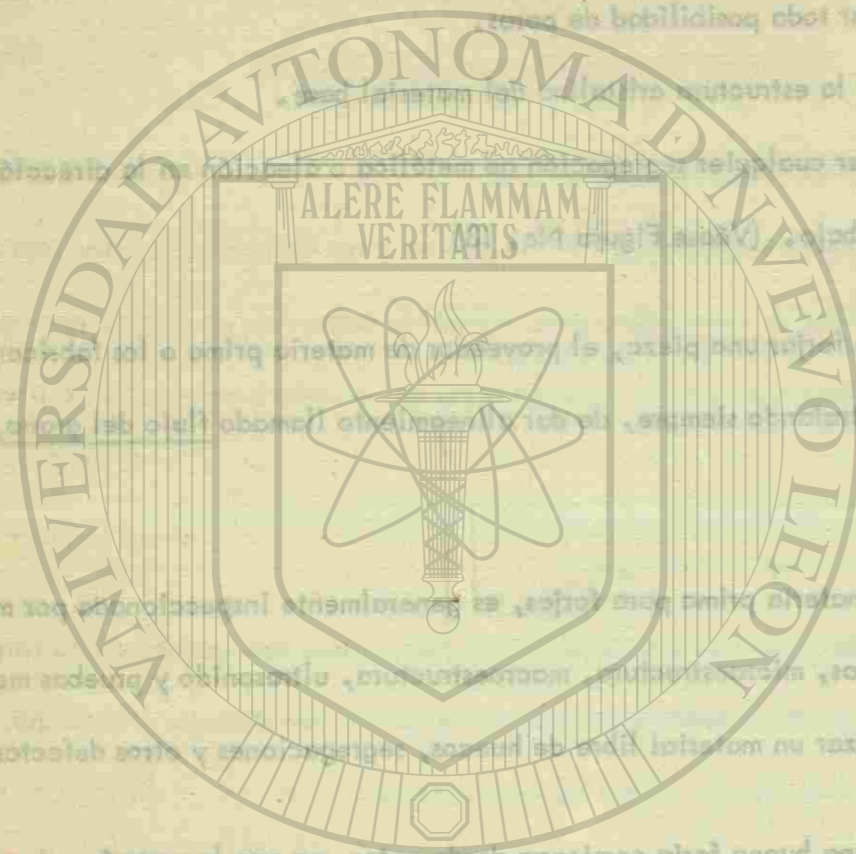
### COMPARACION ESQUEMATICA DE LA ESTRUCTURA DEL GRANO DE PIEZAS VACIADAS, MAQUINADAS Y FORJADAS.- (Ver Figuras Nos. 14, 15 y 16).

Como se observa en el esquema anterior el flujo del grano de la pieza forjada, sigue muy aproximadamente el contorno de la misma. No sucede lo mismo con la pieza maquinada ya que las líneas de flujo del grano son cortadas por el maquinado haciendo al material propenso a la fatiga y más sensitivo a los efectos de la corrosión.

Cuanto más grado de exactitud se requiera en la configuración de una pieza forjada, todo dependerá solamente de la decisión del cliente consumidor, ya que tendrá que pagar más dinero por los dados de forja, que traerá como consecuencia lógica, menor costo de maquinado en las piezas, sobre todo si las cantidades son bastantes grandes; o bien si se busca tener costo de dados mínimo, el maquinado de las piezas se elevará al máximo.

Como referencia mencionaremos que los componentes forjados son también más fuertes que las fabricaciones soldadas ya que la eficiencia de la soldadura raramente iguala al 100 por ciento, ya que las soldaduras raramente quedan libres de porosidades.

Metalúrgicamente la soldadura es un corte y requiere, componentes sometidos a altos esfuerzos así como procedimientos de inspección muy rigurosos.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALONSO BETANZOS"

050320

**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DE UNA FORJA.-**

Adicionalmente a las otras ventajas obtenidas a través de la deformación plástica controlada del material, el grano de calidad alcanzada es insuperable por ningún otro proceso de trabajo en los metales.

El forjado garantiza la eliminación de bolsas de gas internas o huecos que podrían causar fallas inesperadas de los componentes bajo esfuerzo o impacto.

Para el diseñador, la integridad estructural es de una consideración importante, ya que puede alcanzar factores de seguridad realísticos en sus diseños evitando contingencias por defectos internos en los materiales usados.

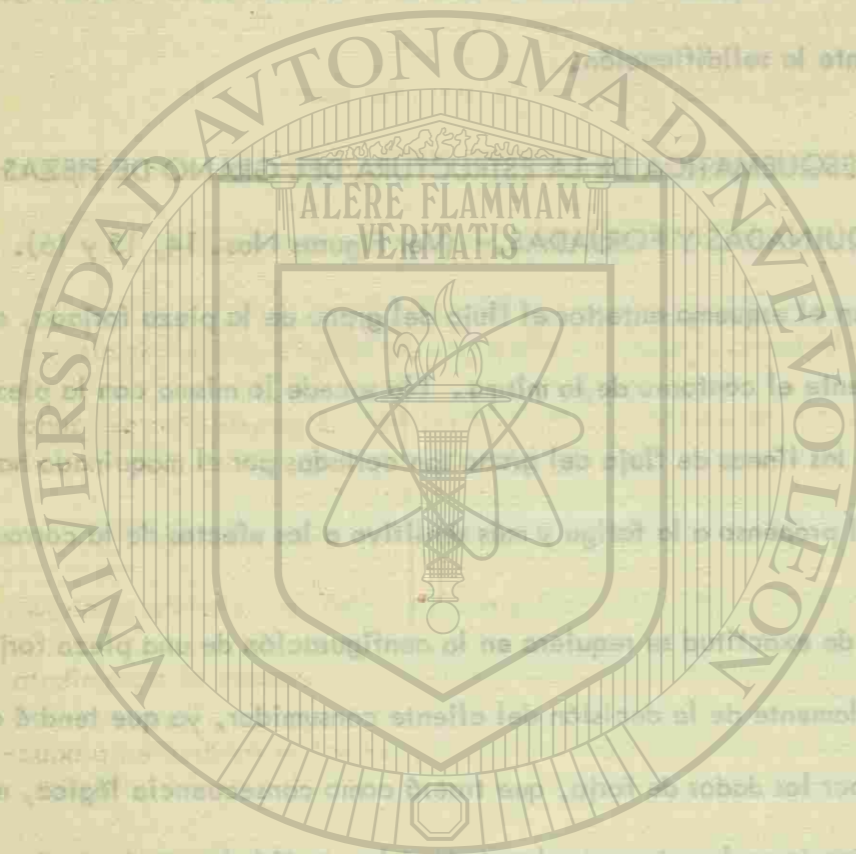
Para el productor, la calidad estructural inherente en las forjas es una ventaja ya que reduce las inspecciones, responden las piezas uniformemente al tratamiento térmico y tienen maquinabilidad consistente, todo lo cual se traduce en producción más rápida y bajos costos.

**RESISTENCIA AL IMPACTO Y FATIGA DE UNA FORJA.-**

Los diseñadores e ingenieros de materiales están reconociendo y dando una importancia capital a la resistencia al impacto y fatiga, como parte de la calidad total de un elemento.

Las piezas forjadas cumplen estos requisitos con tenacidad y fuerza para resistir los esfuerzos nominales, más la ductilidad para resistir fallas bajo cargas de choque inesperadas las que muy a menudo sobrepasan el criterio de diseño.

El proceso de forjado con la orientación apropiada del flujo del grano, desarrolla la



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



máxima resistencia posible al impacto y la fatiga en un material, cuyos grandes valores en estas propiedades no son obtenibles por ningún otro proceso.

ALTA UNIFORMIDAD DE UNA FORJA.-

Los crecientes procesos de fabricación realizados con el advenimiento de las máquinas de control numérico y procesamiento automatizado de partes metálicas, exigen la uniformidad de los componentes, así también en la composición y estructura del material y a su configuración, lo que viene a dar a las piezas forjadas una importancia preponderante.

La uniformidad del material de una pieza a la siguiente, y de un lote en la fabricación de otro lote, es requisito necesario para obtener una respuesta consistente en el tratamiento térmico.

En este terreno los productos forjados ofrecen ventajas muy significativas.

UNIFORMIDAD DEL MATERIAL DE UNA FORJA.-

Las plantas forjadoras pueden usualmente confiar en la aceptación de pruebas de los procedimientos de control de calidad y reportes certificados hechos por los principales productores de metales, asegurando con ello un control más estricto en la composición del metal.

Adicionalmente a la consistencia de la composición del material las piezas forjadas se caracterizan por la uniformidad de la estructura interna de una pieza a otra. Esto es debido primeramente, a la realidad de que las partes forjadas están hechas a través de una secuencia cuidadosamente controlada en los pasos de producción por tener



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





el flujo del material dentro de la forma deseada.

En todas las piezas que van a trabajar a cargas excesivas y a altas presiones internas, es obligatorio que se hagan forjadas por el riguroso control de calidad de las mismas, que no sería posible ejercer sobre materiales vaciados.

Como ejemplo citaremos los ejes para carros de ferrocarril, válvulas de alta presión para refinerías, bielas, cigueñales, etc.

**UNIFORMIDAD EN LAS DIMENSIONES DE UNA FORJA.-**

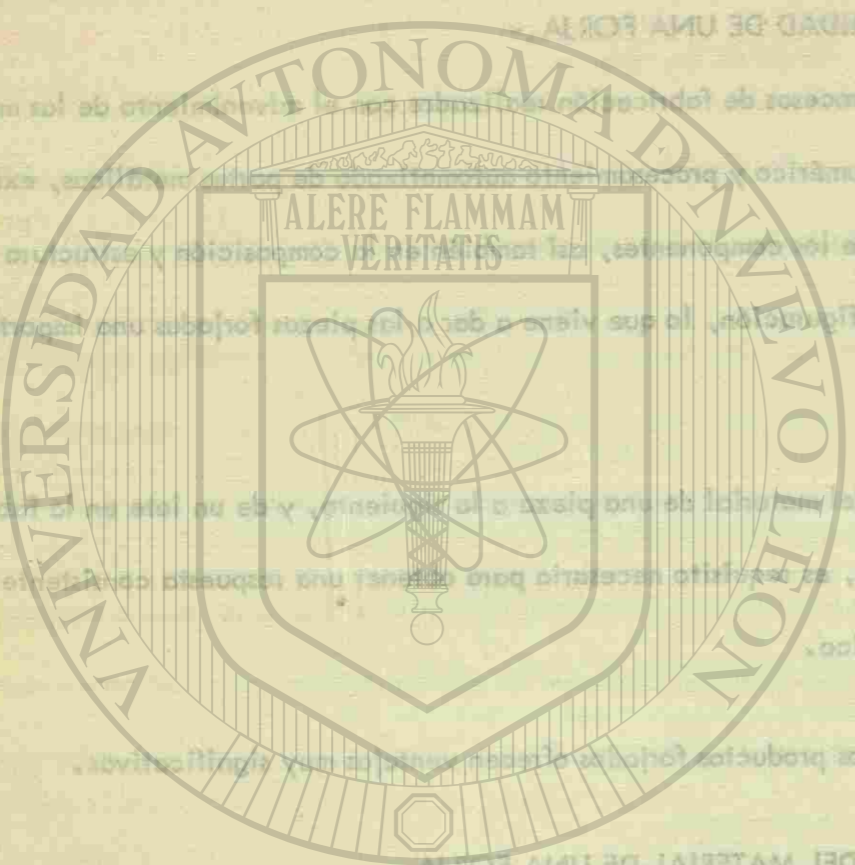
La excepcional continuidad de la forma desde la primera pieza forjada hasta la última, es debida primordialmente a que las impresiones o cavidades con la figura de las piezas, están contenidas en dados permanentes y que son fabricados con la mayor precisión en un bloque de acero especial.

En el verdadero sentido, grandes cantidades de forjas sucesivas son producidas por la misma impresión, que al sufrir una deformación fuera de las tolerancias, es de nuevo remaquinada.

La uniformidad en las dimensiones inherentes de las forjas reducen al cliente los requisitos de inspección, y facilitan la eficiencia, así como el manejo a altas velocidades y los procesos automatizados.

**GRAN VARIACION DE MATERIALES Y PROPIEDADES.-**

Desde que virtualmente todos los metales pueden ser forjados, la variación de propiedades físicas y mecánicas disponibles en los productos forjados, franquea un panorama



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

completo en la metalurgia de los materiales ferrosos y no ferrosos.

Esta variación cubre rangos variadísimos desde resistencia a la tensión y punto de cedencia, así como elongación, reducción de área, dureza, propiedades de fatiga e impacto, dependiendo los valores del material a forjar, todo está disponible.

#### GRAN VARIACION DE TAMAÑOS Y FORMAS.-

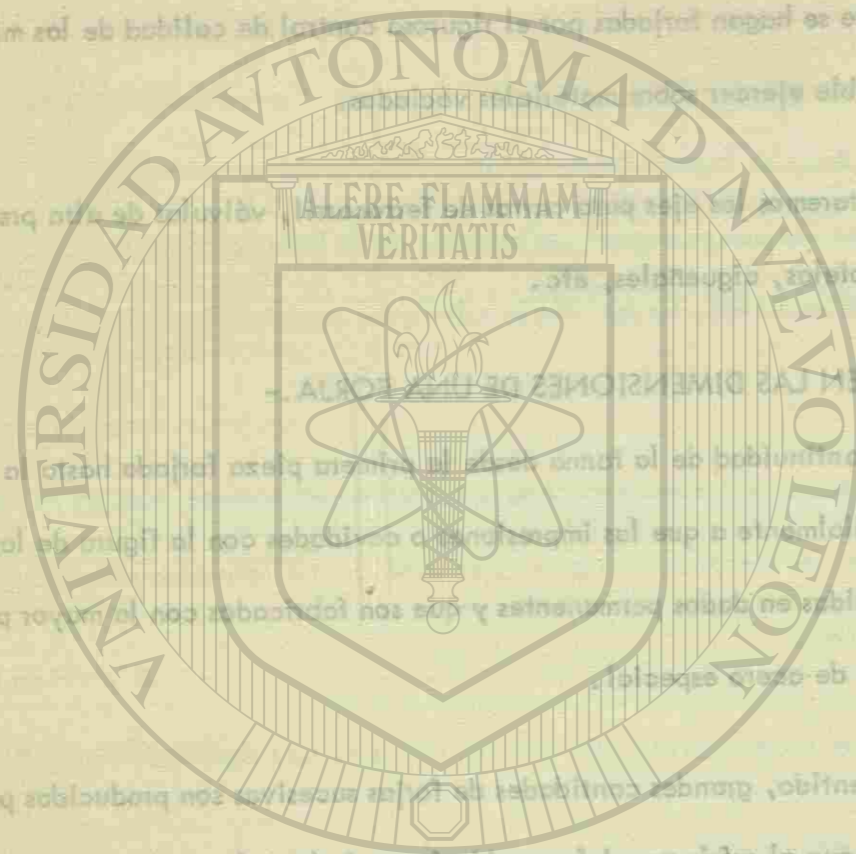
Las piezas forjadas son producidas económicamente en una variación extremadamente amplia de tamaños. Por lo consiguiente el diseñador tiene considerable libertad en el desarrollo de componentes mecánicos así como tamaños de forjas requeridos para la mayoría de las aplicaciones en maquinaria y para el transporte.

#### COMPATIBILIDAD CON OTROS PROCESOS DE MANUFACTURA.-

Las ventajas sustanciales en las características conferidas al funcionamiento de las piezas forjadas, no tienen límite en su utilidad. Los productos obtenidos por el proceso de forja son iguales o superiores a las partes metálicas producidas por otros métodos. Poseen las forjas una amplia adaptabilidad a otros varios procesos de manufactura así como al tratamiento térmico, a la soldadura, al maquinado, al corte de segueta, al montaje y al acondicionamiento de superficie.

#### VENTAJAS ECONOMICAS EN EL USO DE PIEZAS FORJADAS.-

Las características superiores en lo funcional de una pieza forjada, invariablemente se traduce en beneficios económicos. También otros factores contribuyen a ocasionar la reducción de costos a través del uso de piezas forjadas como se verá:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

GRAN VARIACION DE MATERIALES Y PROPIEDADES.-

Desde que virtualmente todos los metales pueden ser forjados, la variación de propiedades físicas y mecánicas disponibles en los productos forjados, tienden a proporcionar

1.- FLEXIBILIDAD DE CAMBIOS EN LAS FABRICAS FORJADORAS.-

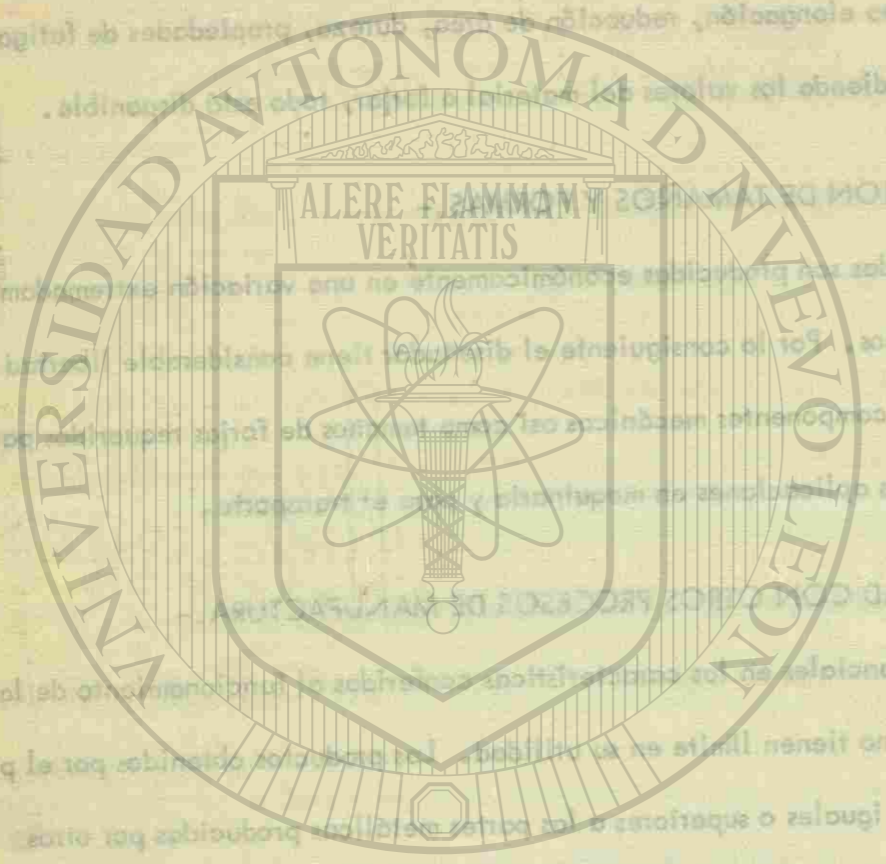
Los procesos de forja en sí mismos, pueden responder inmediatamente a las variaciones en la demanda del producto. Las emergencias o cambios en las condiciones del mercado, que implican cambios en los niveles de producción pueden ser rápidamente adaptados con el mínimo de costo una vez que se tienen dispuestos y guardados los datos en las plantas forjadoras.

2.- BAJOS COSTOS POR LA DEVOLUCION DE PIEZAS.

El costo total de los componentes mecánicos desde el punto de vista del montaje final incluye no solamente el precio de compra, sino también los de inspección, maquinado y otros procesos. Cuando las piezas son rechazadas en el proceso, muy a menudo resultan costos adicionales a consecuencia de la reposición de las devoluciones o por las operaciones de recuperación, desperdicio de mano de obra, tiempos de máquina y las demoras en la fecha de entrega de la producción.

Los adelantos tecnológicos actuales en la era industrial con la instalación de maquinaria moderna, con maniobras automáticas, maquinado e inspección, convierte las devoluciones de piezas, en una causa de gastos costosísimos, motivados por las interrupciones no programadas en la producción. <sup>®</sup>

Esta razón hace que los usuarios de componentes mecánicos confíen en forma excepcional en los productos forjados, confiabilidad, que consistentemente resulta en los más bajos costos por rechazos de piezas que los resultantes en cualquier otro tipo de productos metálicos.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Los rechazos de piezas a causa de defectos internos, (como grietas descubiertas durante o después del maquinado), porosidades y partículas extrañas, se reducen al mínimo, debido a la integridad estructural de los productos forjados. Una pieza rechazada no podrá ser recuperada y representa una pérdida total.

### 3.- ECONOMIA EN LOS PROCESOS DE MAQUINADO.-

La mayoría de las piezas de forja son diseñadas y producidas lo más cercano a la configuración final, por lo que muchas veces el maquinado se reduce al mínimo y en ocasiones se elimina.

Las forjas son maquinadas fácil y eficientemente a causa de las siguientes características:

- La estabilidad de las dimensiones de una forja a la otra.
- La ausencia de partículas extrañas en la superficie de las piezas.
- La ausencia de porosidades en el interior del producto.

### 4.- AHORRO DE PESO EN LAS FORJAS.-

La excepcional resistencia que puede ser desarrollada en las forjas por la apropiada orientación del flujo del grano, refinamiento de la estructura cristalina y tratamiento térmico, proporciona un ejemplo excelente de cómo la superioridad funcional puede producir substanciales beneficios económicos.

En los casos en que la superficie es extensivamente maquinada, la selección

de una parte forjada son diseño ligero se hace necesaria, ya que no requiere material extra para garantizar su resistencia, lo que permitirá reducir así mismo, los costos de maquinado.

El perforado y recorte cerrado del sobrante en una pieza en la operación de forjado también reduce el peso de la pieza y elimina tiempos de maquinado.

En la mayoría de los casos la herramientación adicional para forjar, necesaria para refinar las dimensiones, es substancialmente menor que el tiempo de maquinado extra en una pieza, con material excesivo.

5.- ECONOMIA RESULTANTE AL COMBINAR PARTES EN UNA PIEZA FORJADA SENCILLA.-

Indudablemente que una pieza que tiene que formarse de varios elementos, requiere procesos diversos para su acabado y una serie de operaciones en varias etapas a través de la planta. Por eso al hacer una sola pieza forjada, reduce la mano de obra indirecta y los costos de supervisión.

RESUMEN.-

En la mayoría de los casos las ventajas inherentes en el proceso de forja como: (d) Alta resistencia; (b) integridad estructural; (c) resistencia al impacto y la fatiga; y (d) la uniformidad, vienen a convertirse directamente en ventajas económicas para el que utiliza las piezas forjadas. La alta resistencia, pero sobre todo la relación entre "alta resistencia-peso," puede ahorrar material. La integridad estructural, (ausencia de porosidades y discontinuidad en el material usado), ofrece economía en los procesos de maquinado, ya que reduce y rechazos, disminuye la rotura y desgaste de



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

las herramientas y no hay tantas demoras en la producción, además de la disminución en los requisitos de inspección.

Las propiedades mecánicas, la confiabilidad, la uniformidad y economías obtenidas en las piezas, por medio del proceso de forjado, son únicas.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Forging Handbook
- Serie de 5 libretos del "Committee of hot rolled and cold Finished bar producers" -American Iron and Steel Institute
- Tool Engineering Hand book
- Machinery's Handbook
- Forging Industry Handbook
- National Machinery Co. Handbook

José de J. Castillo Treviño

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
 BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
 "ALFONSO REYES"  
 Toluca, 1625 MONTERREY, N.L.

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

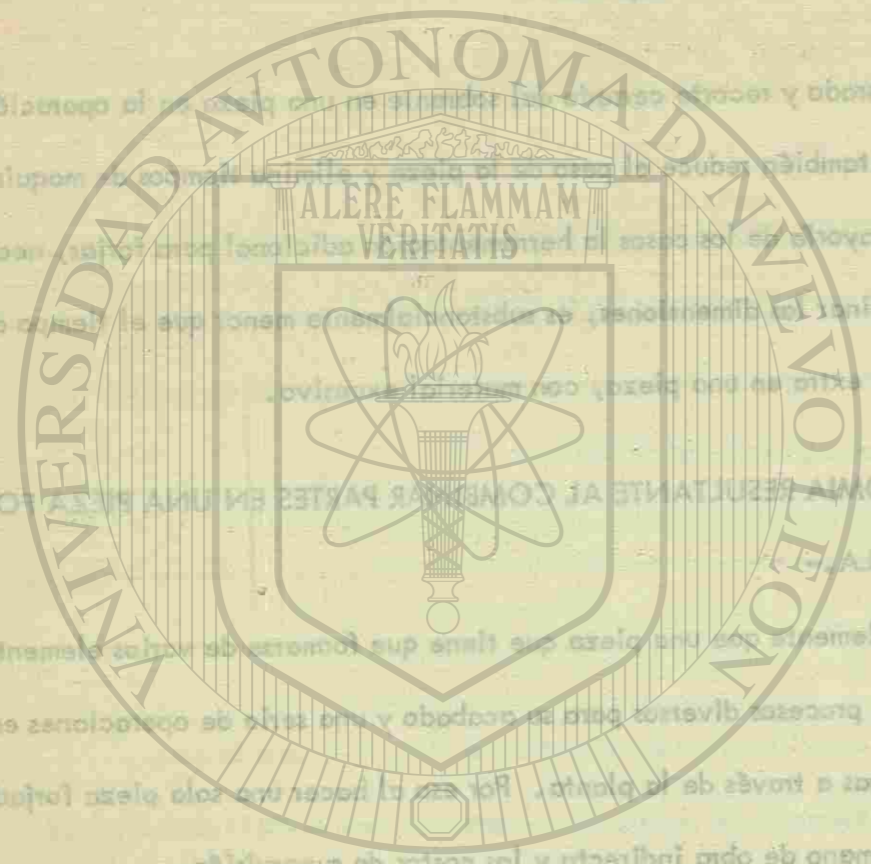
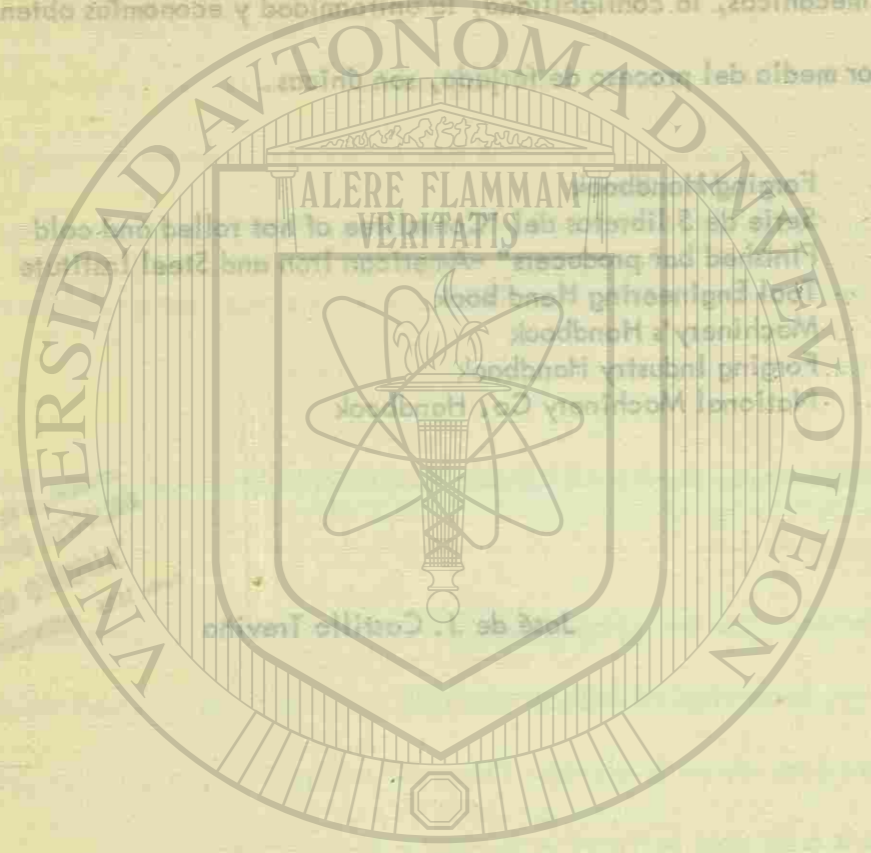


FIGURA 5

los herramientos y no hay tantas demoras en la producción, además de la disminución en los requisitos de inspección.

Las propiedades mecánicas, la confiabilidad, los costos y economías obtenidas en las piezas, por medio del proceso de fabricación.



BIBLIOGRAFIA:

Forjados y forjados de acero de alta resistencia. José de J. Cortés Treviño. Editorial Ingeniería y Metalurgia. México, D.F. 1960.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

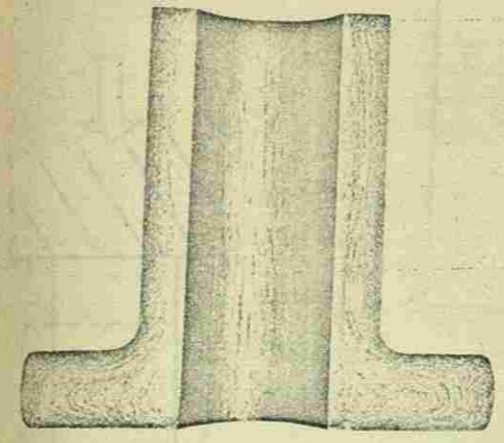


FIGURA 1

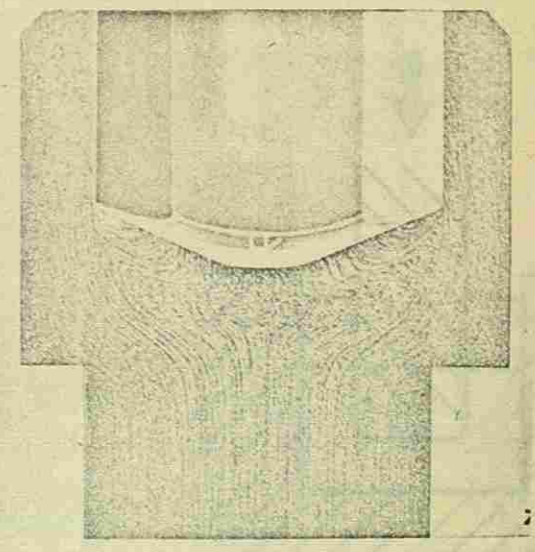


FIGURA 2

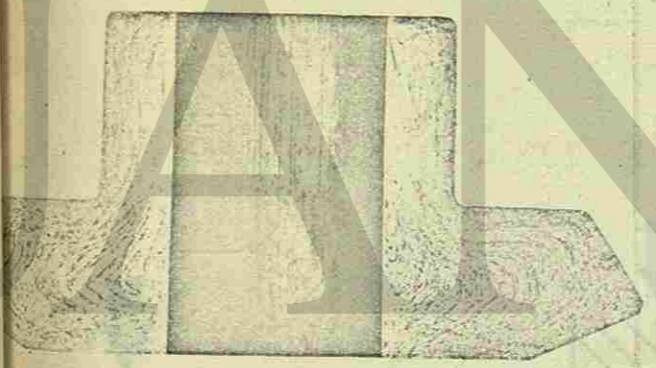


FIGURA 3

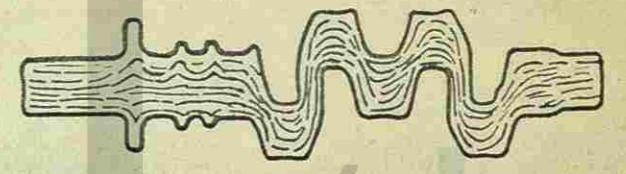


FIGURA 4

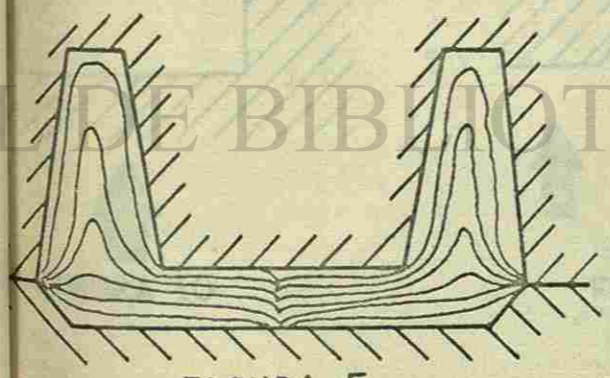


FIGURA 5

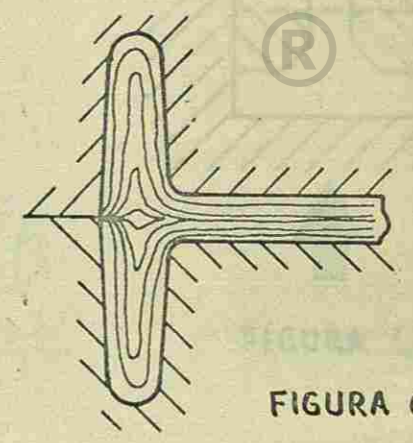
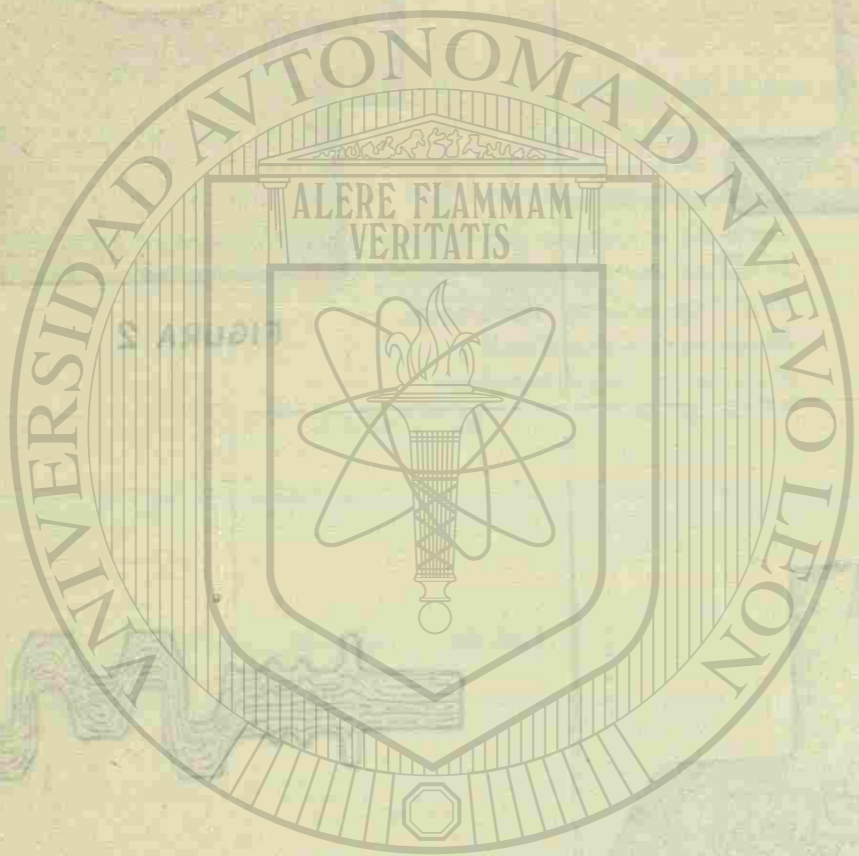


FIGURA 6



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

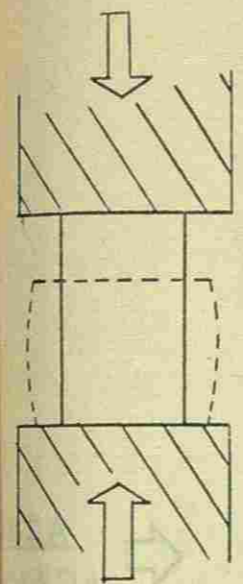


FIGURA 7

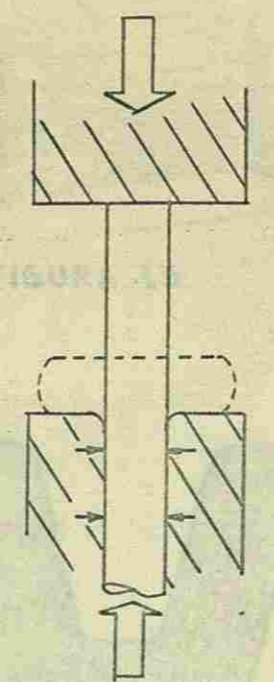


FIGURA 8

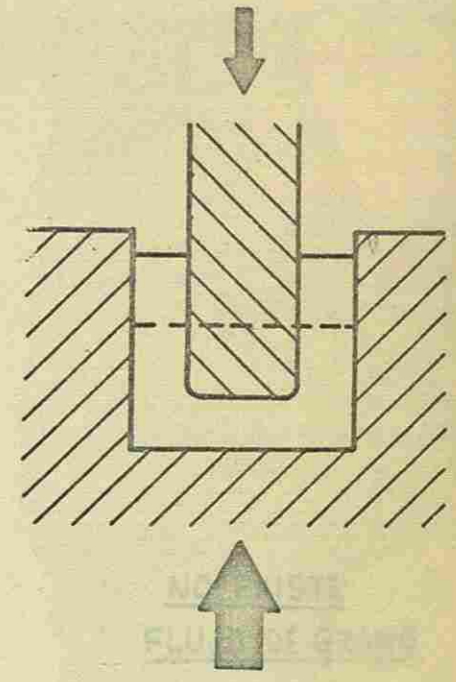


FIGURA 9

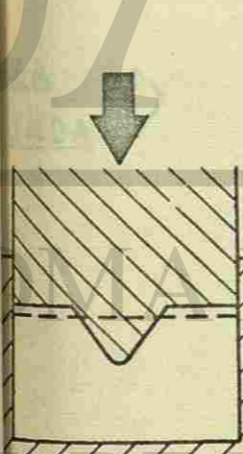


FIGURA 10

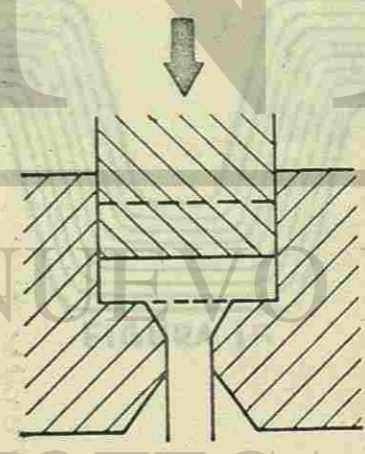


FIGURA 11

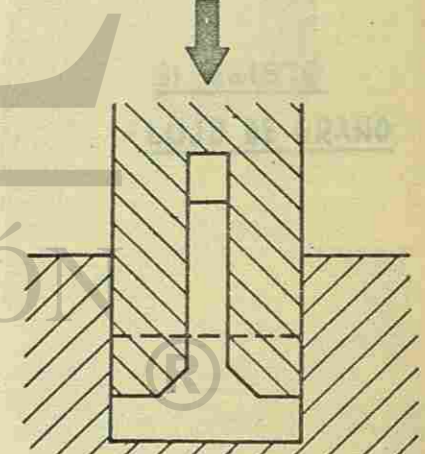


FIGURA 12

FIGURA 16



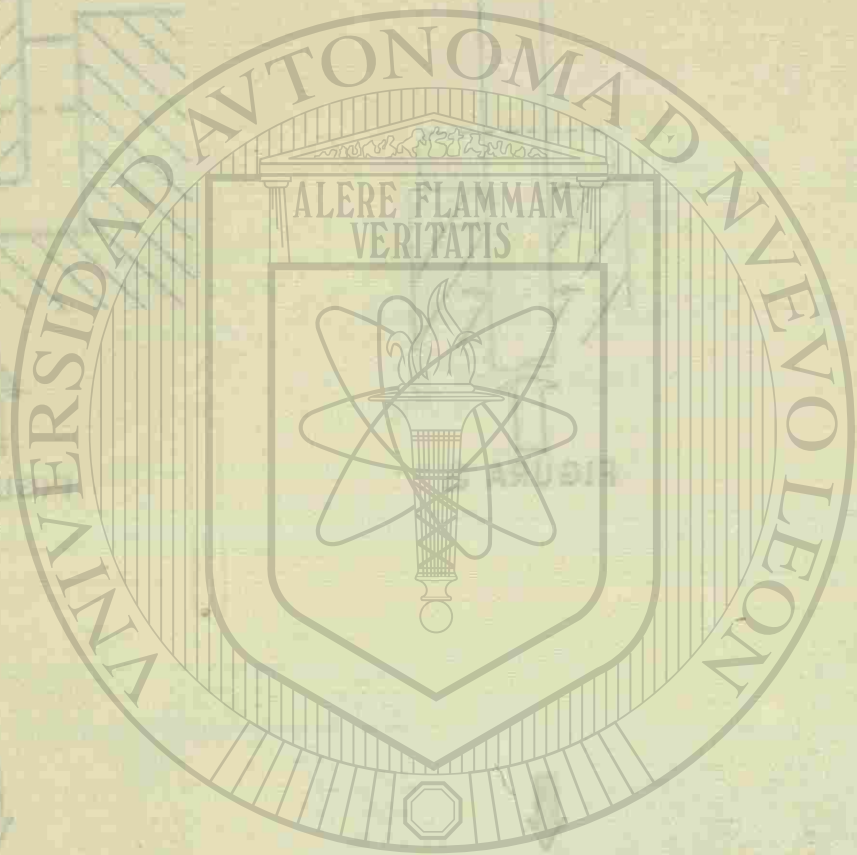


FIGURA 13

PIEZA  
VACIADA →

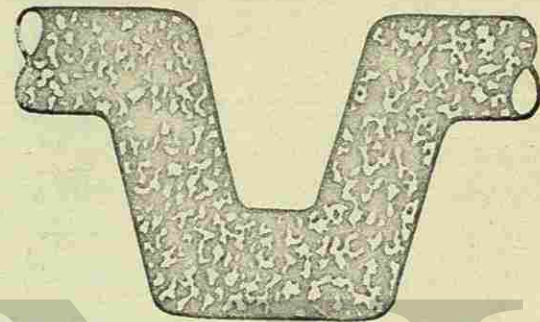


FIGURA 14

NO EXISTE  
FLUJO DE GRANO

PIEZA  
FORJADA →

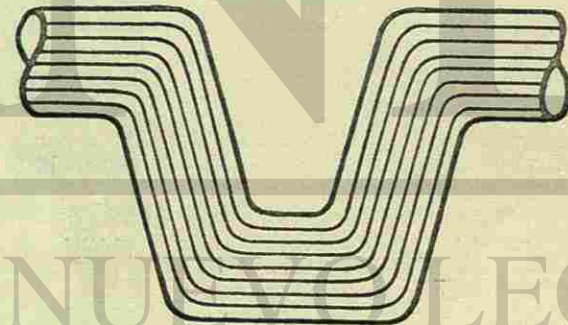


FIGURA 15

SI EXISTE  
FLUJO DE GRANO

PIEZA  
ADORNADA →

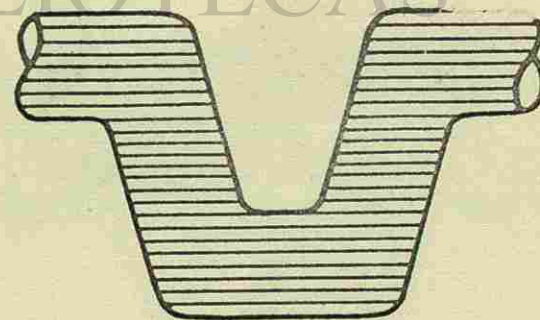


FIGURA 16

FLUJO DE GRANO  
INTERRUMPIDO

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
Cada. 1925 MONTERREY, N.L.

®



U A N L

SIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO  
ECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA

BIBLIOTECA CENTRAL  
U. A. N. L.