

22
71.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**"DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN DISPOSITIVO MECANICO
DE SUJECION PARA EL PULIDO DE PROBETAS
METALOGRAFICAS"**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
GUILLERMO DELGADO CANCHOLA
RICARDO NICANOR PALMER
JUAN CARLOS SANCHEZ ISLAS**

ASESOR: ING. FELIPE DIAZ DEL CASTILLO RODRIGUEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1997



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES -CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Diseño y construcción de un dispositivo mecánico de sujeción para el pulido de probetas metalográficas".

que presenta el pasante: Guillermo Delgado Canohole
con número de cuenta: 8408842-4 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlan Izcalli, Edo. de Méx., a 10 de septiembre de 1996

PRESIDENTE Ing. Soledad Alvarado Martínez

VOCAL Ing. Nos. García Lira

SECRETARIO Ing. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez

PRIMER SUPLENTE Ing. Jesús García Lira

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Gerardo Aragón Nava Gómez

Maya Geómet. Gerardo A.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:
"Diseño y construcción de un dispositivo mecánico de sujeción para el pulido de probetas metalográficas".

que presenta el pasante: Ricardo Micoanor Palmer
con número de cuenta: 8836962-4 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Mex., a 10 de septiembre de 1996

PRESIDENTE	<u>Ing. Soledad Alvarado Martínez</u>	
VOCAL	<u>Ing. Ezequiel García Lira</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Jesús García Lira</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Gerardo Aragón Maya Gómez</u>	<u>Maya Gómez Gerardo A.</u>



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES - CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT: Ni Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Diseño y construcción de un dispositivo mecánico de sujeción para el pulido de probetas metalográficas".

que presenta el pasante: Juan Carlos Sánchez Islas
con número de cuentas: 5540125-6 para obtener el TÍTULO de:
Ingeniero mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlan Izcalli, Edo. de Mex., a 10 de septiembre de 1976

PRESIDENTE	Ing. Soledad Alvarado Martínez	
VOCAL	Ing. Nos García Lira	
SECRETARIO	Ing. Felipe Urea del Castillo Rodríguez	
PRIMER SUPLENTE	Ing. Jesús García Lira	
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Gerardo Aragón Maya Gómez	

INDICE

INTRODUCCION

I.	ENSAYOS.	1
	1.1 CLASIFICACION DE LOS ENSAYOS.	1
	1.2 ENSAYOS METALOGRAFICOS.	3
II.	PREPARACION DE MUESTRAS METALOGRAFICAS.	4
	2.1 SELECCION DE LA MUESTRA.	4
	2.2 TOMA DE MUESTRAS.	4
	2.3 PREPARACION DE MUESTRAS.	8
	2.4 METODO PARA MUESTRAS PEQUEÑAS.	11
III.	PULIDO.	13
	3.1 TIPOS DE PAÑO.	14
	3.2. SUSTANCIAS APROPIADAS PARA EL PULIDO.	16
	3.3 PULIDO DE METALES BLANDOS.	19
	3.4 PULIDO ELECTROLITICO.	21
IV.	ATAQUE METALOGRAFICO.	25
	4.1 ATAQUE DE PROBETA	25
	4.2 METODOS DE ATAQUE.	26
	4.3 REACTIVOS MAS COMUNES.	32
	4.4 OBSERVACIONES	39
V.	DISEÑO.	40
	5.1 CONDICIONES GENERALES DEL DISEÑO.	40
	5.2 DISEÑOS PREVIOS.	41
	5.3 CONDICIONES GENERALES DEL DISPOSITIVO.	44
	5.4 SELECCION DE MATERIALES.	46
	5.5 CALCULOS.	50
	5.6 TIPOS DE SOLDADURA APLICADA	53

INDICE

VI. PLANOS.

6.1	PLANO No. 1 SUJETADOR DE PROBETAS \varnothing 1 1/4".	54
6.2	PLANO No. 2 SUJETADOR DE PROBETAS \varnothing 1/2".	55
6.3	PLANO No. 3 POSTE DE BRAZO GUIA.	56
6.4	PLANO No. 4 PLACA BASE.	57
6.5	PLANO No. 5 CARTABONES.	58
6.6	PLANO No. 6 TORNILLO DE SUJECIÓN.	59
6.7	PLANO No. 7 GUIA NIVELADORA DE BRAZO.	60
6.8	PLANO No. 8 BASE PARA BALERO.	61
6.9	PLANO No. 9 PERNO Y TORNILLO PARA BASE DE PROBETAS.	62
6.10	PLANO No. 10 BRAZO.	63
6.11	PLANO No. 11 EJE SOPORTE.	64
6.12	PLANO No. 12 CUÑA.	65
6.13	PLANO No. 13 RESORTE \varnothing 10.31mm.	66
6.14	PLANO No. 14 RESORTE \varnothing 6.35mm.	67
6.15	PLANO No. 15 ENSAMBLE BRAZO.	68
6.16	PLANO No. 16 ENSAMBLE POSTE.	69
6.17	PLANO No. 17 CONJUNTO.	70
6.18	PLANO No. 18 DESPIECE DEL DISPOSITIVO.	71

VII. ANALISIS DE MAQUINADO Y ANALISIS DE COSTOS.

7.1	SUJETADOR DE PROBETAS \varnothing 1 1/4".	72
7.2	SUJETADOR DE PROBETAS \varnothing 1/2".	73
7.3	POSTE DE BRAZO GUIA.	74
7.4	PLACA BASE.	75
7.5	CARTABONES.	76
7.6	TORNILLO DE SUJECION.	77
7.7	GUIA NIVELADORA DE BRAZO.	78
7.8	BASE PARA BALERO	79

INDICE

7.9	PERNO Y TORNILLO PARA BASE DE PROBETAS	80
7.10	BRAZO	81
7.11	EJE SOPORTE.	82
7.12	CUÑA,RESORTES DE NIVELACION,ENSAMBLE DE BRAZO Y POSTE.	83
7.13	ANALISIS DE COSTOS	84
VIII.	PRUEBAS.	85
8.1	PRUEBA 1. ACERO BAJO CARBONO.	85
8.2	PRUEBA 2. LATON.	87
8.3	PRUEBA 3. ALUMINIO.	89
8.4	PRUEBA 4. ACERO INOXIDABLE SAE-304.	89
IX.	CONCLUSIONES.	93
	BIBLIOGRAFIA.	95

LISTA DE FIGURAS

2.1	Profundidad de deformación en diferentes metales en el proceso de corte.	5
2.2	Extracción de muestras de una barra.	6
2.3	Toma de muestras de perfiles cuando se investigan procesos de solidificación y segregación.	7
2.4	Efectos de uso en papel abrasivo.	9
2.5	Desbaste con lija no. 150.	10
2.6	Desbaste con lija no. 280.	10
2.7	Desbaste con lija no. 400.	10
2.8	Desbaste con lija no. 600.	10
2.9	Inclusión de una muestra con un material de bajo punto de fusión.	11
3.1	Dispositivo para pulir con motor.	14
3.2	Circuito típico para el pulido de cobre.	21
3.3	Curva intensidad-tensión para el cobre.	22
4.1	Disposición para el ataque por oxidación.	28
4.2	Ataque por electrólisis.	29

LISTA DE FIGURAS

5.1	Diseño no.1	41
5.2	Diseño no.2	42
5.3	Diseño no.3	43
5.4	Diseño final.	43
5.5	Dispositivo mecánico de sujeción en funcionamiento.	45
5.6	Dispositivo mecánico de sujeción en funcionamiento.	45
5.7	Rodamiento.	49
8.1	Observación de un pulido intermedio (Acero al carbono).	86
8.2	Observación de un pulido acabado (Acero al carbono).	86
8.3	Muestra atacada (Acero al carbono).	87
8.4	Muestra atacada (Acero al carbono).	87
8.5	Muestra pulida (Latón).	88
8.6	Muestra pulida (Latón).	88
8.7	Muestra atacada (Latón).	88
8.8	Muestra atacada (Latón).	88
8.9	Muestra pulida (Acero inoxidable).	91
8.10	Muestra pulida (Acero inoxidable).	91
8.11	Muestra atacada (Acero inoxidable).	91
8.12	Muestra atacada (Acero inoxidable).	91

INTRODUCCION

TITULO

Diseño y construcción de un dispositivo mecánico de sujeción para el pulido de probetas metalográficas.

OBJETIVOS

- Diseño de un dispositivo mecánico de sujeción para el pulido de probetas metalográficas.**
- Construcción de un dispositivo mecánico de sujeción para el pulido de probetas metalográficas.**

INTRODUCCION.

Las investigaciones realizadas sobre los metales son de gran importancia en la actualidad, es por ello que existe una ciencia que se encarga del estudio de los metales "La metalurgia". Esta ciencia se divide en dos grandes ramas, que son la metalurgia de procesamiento (o extractiva) y la metalurgia física. La primera se encarga de buscar, obtener metales de los minerales la cual abarca desde la extracción del mineral, la concentración, refinación de metales y aleaciones; con respecto a la segunda, esta se ocupa de las características físicas, mecánicas de los metales y aleaciones, y abarca tres ramas que son la composición química, el tratamiento mecánico y el tratamiento térmico.

Para este estudio de metales tenemos una gran herramienta en la metalurgia, que es la metalografía. La metalografía o microscopía estudia microscópicamente las características estructurales de un metal o de una aleación. Sin duda, el microscopio es la herramienta más importante del metalurgista tanto desde el punto de vista científico como desde el técnico. Es posible determinar el tamaño de grano, la forma y la distribución de varias fases e inclusiones que tienen gran efecto sobre las propiedades mecánicas del metal.

La microestructura revelará el tratamiento mecánico y térmico del metal, y bajo un conjunto de condiciones dadas podrá predecirse su comportamiento esperado.

El término metalografía no se reduce meramente al examen visual o microscópico de los metales, sino que ahora, comprende todos los métodos empleados en el estudio de la constitución y estructura interna de los metales y de sus aleaciones, así como la influencia que ambas ejercen sobre las propiedades físicas y mecánicas. En un metal o aleación, los componentes de su microestructura se forman durante la solidificación del estado líquido o durante las transformaciones que después tienen lugar en el metal

sólido. La apariencia de la estructura no da por sí sola una información completa sobre su origen o sobre la relación de un componente a otro. Las propiedades mecánicas tales como dureza, tenacidad y ductilidad se relacionan de forma directa y continua con la microestructura, mientras que los numerosos defectos que se pueden presentar en las aleaciones y metales comerciales están asociados casi siempre con anomalías de la estructura.

La experiencia ha demostrado que el éxito en el estudio microscópico depende en mucho del cuidado que se tenga para preparar la muestra.

En general, el procedimiento para la preparación de las probetas consiste en conseguir una superficie plana, semipulida, por medios abrasivos; esto es lijar con diferentes lijas seguido por un pulido final de uno o más paños empapados de alguna suspensión abrasiva. Estas operaciones producirán una superficie plana, sin ralladuras y acabado espejo, que son las adecuadas para que la superficie de la probeta pueda ser atacada y así su estructura metalográfica sea revelada.

El procedimiento que se sigue en la preparación de una muestra es comparadamente sencillo y requiere de una técnica desarrollada que se obtiene sólo después de práctica constante. Estas operaciones producirán una superficie pulida, la cuál no debe de tener rayaduras.

Debe estar plana para así tener una pequeña profundidad de foco en los sistemas ópticos de observación a grandes aumentos, de no estar casi plana, no permitiría enfocar la imagen simultáneamente en planos situados a distintos niveles; y estar debidamente pulida para que solo puedan aparecer en ella detalles propios de la estructura, y no de circunstancias ajenas a ella que puedan enmarcala.

Posteriormente se lleva a cabo un ataque a la probeta con el fin de observar más fácilmente en el microscopio las inclusiones, fisuras y otros defectos para que así su estructura metalográfica sea revelada lo más claro posible en el microscopio.

Con el uso del moderno microscopio metalográfico y partes de precisión óptica donde la resolución obtenida puede ser tan grande como la fracción de longitud de onda de la luz usada para iluminar la probeta, es evidente que la perfecta preparación es de gran importancia. La preparación incorrecta es semejante a remover inclusiones importantes.

Las etapas necesarias para preparar adecuadamente una muestra metalográfica son las siguientes: Toma de muestra, desbaste, pulido, ataque metalográfico y observación de las probetas, con un microscopio metalográfico.

Como ya se mencionó, el objetivo o finalidad de esta tesis, es el de diseñar y construir un dispositivo, que será utilizado en la operación del pulido. Este dispositivo funcionará, sujetando las probetas y presionándolas suavemente sobre el paño, y el dispositivo tendrá un movimiento rotatorio, este dispositivo tendrá la capacidad de operar con dos o cuatro probetas simultáneamente.

El pulido será llevado a cabo por medio de un disco, que estará cubierto con un paño de lana del tipo mesa de billar. El funcionamiento del dispositivo consistirá en montar las probetas en el dispositivo de sujeción, después las probetas estarán presionadas sobre el disco recubierto de paño de lana que se encuentran en rotación, las probetas tendrán un pulido por medio del rozamiento o fricción con el paño del disco, que estará previamente montado, este rozamiento o fricción entre las probetas y el paño del disco pulidor produce un par de velocidades en el dispositivo de sujeción, lo que hace que el dispositivo gire en el mismo sentido que el disco pulidor, y sobre el cuál se distribuye

estará previamente montado, este rozamiento o fricción entre las probetas y el paño del disco pulidor produce un par de velocidades en el dispositivo de sujeción, lo que hace que el dispositivo gire en el mismo sentido que el disco pulidor, y sobre el cuál se distribuye una suspensión de alúmina. Las probetas estarán acomodadas en forma simétrica a la base de sujeción del dispositivo; En cuanto al tamaño de las muestras, metalográficas depende de las dimensiones de la superficie a examinar la cual varía en cada caso; es por esto que un tamaño adecuado, siempre que sea posible, es el de disponer de una sección mínima, es decir en una probeta de 20x10x10 mm y no mayores de 20x25x25 mm, ver figura 1. Para el caso del dispositivo de sujeción se utilizarán diámetros de $1\frac{1}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ " de sección circular, teniendo de altura 15mm, ver figura 2.

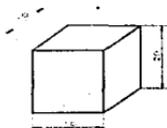


FIGURA 1

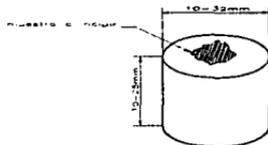


FIGURA 2

CAPITULO I

ENSAYOS

1. ENSAYOS

1.1 CLASIFICACION DE LOS ENSAYOS

Con el propósito de conocer y comprobar las características y propiedades de los materiales, se conoce a estos procedimientos normalizados con el nombre genérico de ensayos.

Los ensayos son indispensables para el control de la calidad de la producción y para determinar las características de los materiales. Es por ello que para conocer o comprobar las características de los materiales y aleaciones será necesario realizar ensayos, como son su composición, su estructura, su temperatura de fusión y puntos críticos, su constitución, su elasticidad, plasticidad, ductilidad, tenacidad, maleabilidad, etc.

Los ensayos se clasifican en grupos y son los siguientes:

A) Ensayos de características.

I.- De composición.

II.- De estructuras.

Cristalina, micrografía (grano), macrografía (fibra).

III.- Análisis térmico.

Temperatura de fusión y solidificación, temperatura de transformación (puntos críticos).

IV.- De constitución.

B) Ensayos de propiedades mecánicas (destructivos).

I.- Estáticos.

Dureza, tracción en frío y en caliente, fluencia, compresión, pandeo, flexión estática, torsión.

II.- Dinámicos.

Resistencia al choque, desgaste y fatiga.

C) Ensayos de conformación (Tecnológicos).

I.- Doblado.

II.- Embutido.

III.- Forja.

IV.- Corte.

V.- Purizonado.

D) Ensayos de defectos (No destructivos).

I.- Magnéticos.

II.- Magneto-acústicos.

III.- Electro- magnéticos.

IV.- Sónicos.

V.- Ultrasónicos.

VI.- Macroscópicos.

VII.- Por rayos X.

VIII.- Por rayos gamma.

1.2 ENSAYOS METALOGRAFICOS

Un ensayo metalográfico está dirigido principalmente a conocer las características físicas de cualquier material metálico, es decir, conocer las características de los microconstituyentes del material, esto es para poder conocer o determinar las cualidades o defectos que pudiera tener el material y así poder determinar si es apto o no para ser utilizado en tal o cuál trabajo, pero esto sólo en parte, ya que para obtener un análisis completo se tiene que recurrir a otras pruebas.

Para poder llevar acabo satisfactoriamente un ensayo metalográfico, se requiere de mucha paciencia y una técnica casi artesanal, puesto que de esto depende que se obtengan buenos resultados a la hora de realizar las observaciones microscópicas.

Los ensayos metalográficos son utilizados para controlar la calidad de los materiales, análisis de fallas, determinación de propiedades adecuadas para cierto tipo de trabajos, creación de nuevas aleaciones, etc.

Por lo tanto para poder realizar un ensayo metalográfico, se deben de seguir los pasos siguientes:

- 1.-Corte de la muestra.
- 2.-Montaje (en algunos casos).
- 3.-Desbaste.
- 4.-Pulido.
- 5.-Ataque químico.
- 6.-Observaciones.
- 7.-Conclusiones.

CAPITULO II
PREPARACION DE
MUESTRAS

2. PREPARACION DE MUESTRAS METALOGRAFICAS.

2.1 SELECCION DE LA MUESTRA.

Las muestras se deben de seleccionar de diferentes partes cuya localización se indicará por si misma, según la naturaleza del material y el propósito del estudio, así que de un redondo laminado se examinarán las secciones longitudinal y transversal, mientras que en una pieza moldeada se debe explorar toda la sección para observar las diferencias entre el exterior y el interior, etc. En algunos casos cuando se trata de una pieza muy grande puede ser necesario hacer un examen preliminar con pocos aumentos, pero una vez realizado esté se procede a cortar muestras pequeñas para un examen más detallado; cuando se investigan materiales que han fallado en servicio, suele ser necesario tomar gran cantidad de secciones. Para determinar la proximidad de la fractura se completa con una investigación general del material con el fin de descubrir cualquier posible pérdida de uniformidad de la composición o del tratamiento.

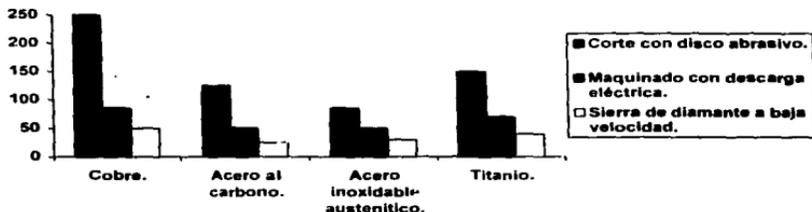
2.2 TOMA DE MUESTRAS.

La toma de muestras puede hacerse con los siguientes fines:

- 1.- Para obtener una probeta representativa del material, en caso de que se trate de un material laminado, debe tomarse una muestra de sección normal y otra en la dirección de laminación.
- 2.- Para observar defectos que se sospechan en una zona determinada.
- 3.- Para estudiar las causas de la rotura de una pieza, en cuyo caso debe obtenerse la muestras de la zona afectada por la rotura.

Por conveniencia siempre que sea posible, se recomienda mantener el tamaño de la muestra para el examen microscópico dentro de ciertos límites, entre 6 y 32 mm de diámetro para redondos y para secciones de forma irregular, el más adecuado en general es de 10 a 25 mm de ancho y por 10 a 20 mm de espesor. Las muestras demasiado pequeñas o muy grandes resultan muy difíciles de pulir; las primeras por la tendencia que muestran los bordes a redondearse y las últimas por la dificultad para eliminar todas las rayas que se forman. La muestra se sujeta con mayor facilidad cuando su espesor es menor que las dimensiones lineales de la cara a pulir, los espesores más convenientes son los comprendidos entre 5 y 10 mm para las muestras muy delgadas y hay que utilizar un método de montaje especial.

Las muestras se cortaran siempre que sea posible con una sierra o un disco abrasivo y en ambos casos, pero sobre todo en el último debe cuidarse de que la refrigeración sea intensa, para evitar que el calentamiento modifique la constitución original de la pieza.



Ejes: X = metales, Y = profundidad de deformación (µm).

Figura 2.1 Profundidad de deformación en diferentes metales en el proceso de corte.

Para asegurarse de que la temperatura no es excesiva, es la de tocar la muestra con la mano, sin sentir quemadura, en las operaciones de corte.

Para el caso en que la pieza es demasiado grande, se debe hacer un corte preliminar por otros medios; como torno, limadura o sierra de cinta, en los cuales se debe evitar toda acción mecánica violenta que puede causar distorsión mecánica del material y algún calentamiento en el mismo (tal como el corte oxi-acetilenico). Incluso una ligera elevación de la temperatura es suficiente para alterar la estructura.

Para muestras de acero duro, se corta y se le da forma con un disco abrasivo, utilizando velocidades tan bajas como sea posible y una copiosa corriente de agua durante el corte o rectificado, ya que a velocidades altas se desarrolla un calor local intenso que altera la estructura y produce una fina red de grietas debidas a rápido ciclo de calentamiento y enfriamiento.

La amplitud y variedad de casos no permite establecer una regla para determinar el lugar de la toma de la muestra pero debe tenerse presente como gufa primordial que no es indiferente su elección. Si se desea por ejemplo, conocer la estructura media de una barra metálica que puede cortarse, es conveniente tomar una muestra de cada extremo y otra en el centro.



FIGURA 2.2 Extracción de muestras de una barra.

En ciertos casos sólo se podrá disponer de la muestra extraída de un extremo. Cuando se investigan los procesos de solidificación y segregación de perfiles de acero (L,V,T,I,) como es la sección de un riel etc., se efectúa un corte transversal en frío de un trozo de 12 a 15 mm de espesor. En piezas forjadas o laminadas es conveniente examinar una sección longitudinal y otra transversal.

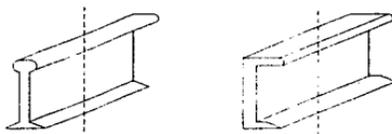


FIGURA 2.3 Toma de muestras de perfiles cuando se investigan procesos de solidificación y segregación.

Tratándose de fundición o acero moldeado la sección a examinar debe ser perpendicular a la superficie de colada de manera que se pueda observar la variación de estructura desde el exterior.

Cuando se trata de una pieza rota en servicio debe efectuarse el primer examen de la rotura con microscopio si es posible. En otras palabras se realizara un estudio que permita conocer las partes homogéneas y las partes heterogéneas y en casos correspondientes la orientación de las fibras del metal.

También debe prestarse atención a la posición de la muestra con relación al sentido del forjado o laminado y el pulimiento para respetar en lo posible, la sección de la rotura y poder observar la estructura de las zonas inmediatas a la misma.

2.3. PREPARACION DE LAS MUESTRAS.

DESBASTE.

Una vez cortada la muestra al tamaño adecuado se obtiene una superficie plana, por limado o mecanizado. Desde el principio se tendrá cuidado de reducir al mínimo la profundidad del flujo y de la distorsión del metal que tiene lugar por debajo de la superficie trabajada. Las marcas profundas de la lima o producidas por un corte violento de sierra, no solo pueden alterar por completo la estructura de las capas subyacentes del metal, sino que pueden ocultar la existencia de porosidad y grietas. El fin de utilizar la lima fina después del corte con la sierra es para eliminar todos los ángulos o bordes de la muestra en que las etapas sucesivas del pulimento puedan desgarrar las lijas o paños.

Después del corte con la sierra y el limado manual el siguiente paso es el desbaste de la muestra empleando en forma sucesiva papeles de lija cada vez más finos, cada hoja o pliego de papel de lija se emplea colocando sobre una placa de vidrio de unos 6 mm de espesor, la muestra se mantiene con la cara hacia abajo comprimiéndola con un movimiento firme de vaivén que la acerque y la aleje del operador hasta formar un sistema plano y uniforme de rayas paralelas, cada vez que se cambia un papel de grano más fino se limpia la muestra, la placa de vidrio y los alrededores de la mesa de trabajo para eliminar las partículas de la lija empleada antes y se continúe el lijado cambiando la dirección del desbaste (90°) para formar un ángulo recto en relación a la serie de rayas anteriores y remplazarlas con una serie de rayas más finas.

Es conveniente redondear las aristas en el desbaste, ya sea con lima o esmeril, para eliminar los ángulos que podrían llegar a provocar la rotura del papel esmeril o del paño durante el pulimento, por esta razón es preferente que las probetas sean redondas

o al menos que no tengan ángulos y cantos vivos. Los papeles abrasivos para el desbaste de probetas que se utilizan, llevan la numeración de 150, 220, 280, 320, 400, 500 y 600; siendo la más basta o gruesa la de 150, y la más fina la de 600. Por lo tanto se empieza a desbastar la muestra, siempre con el papel abrasivo más grueso (150) y se finalizar con un papel abrasivo fino (600).

Todo el desarrollo anterior tiene como objetivo primario eliminar la capa del metal distorsionado y deslizado, siempre que en el ensayo de material o de la muestra se busquen defectos tales como, grietas finas, porosidad o inclusiones, el desbaste con cada una de las lijas más gruesas se prolongara durante bastante tiempo aun después de haber borrado las rayas anteriores. Los defectos diminutos del metal no quedaran expuestos a menos que se eliminen las capas de material distorsionado subyacente a la superficie del corte original. Es esencial no cambiar de un papel al siguiente hasta que todas las rayas estén en la misma dirección y hasta que la presión ejercida no sea tan grande como para elevar de manera apreciable la temperatura de la superficie de la muestras.

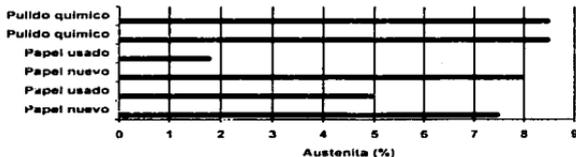


FIGURA 2.4 La utilización de papel abrasivo en base a la conservación de la austenita. Se basa en el desbaste de la probeta con diferentes tipos de papel abrasivo utilizando papel nuevo y previamente utilizado el cual la austenita es transformada en martensita por una deformación mecánica.

Algunas veces también puede ser recomendable como ya se ha dicho el prolongado desbaste con lija de grado grueso. Pero en algunos casos las inclusiones presentes en el acero pueden ser rotas o arrancadas de sus cavidades por las partículas gruesas de la lija bastas. El grafito de la fundición en particular es propenso a sufrir este tipo de inconvenientes es por lo tanto necesario hacer un lijado prolongado con los papeles de lija más finos para poner de manifiesto las partículas de materiales incluidos, intactas y sin romper. Después de haber pasado la muestra o la probeta por la ultima lija de grano más fino ya esta dispuesta para el acabado. Se lava con agua y a continuación se aplica el pulido.

Las figuras siguientes muestran el desbaste consecutivo con diferentes papeles abrasivos, desde un papel grueso a uno fino. Estas figuras corresponden a las probetas utilizadas para las pruebas con el dispositivo diseñado.



Fig. 2.5 Desbaste con lija #150



Fig. 2.6 Desbaste con lija #280



Fig. 2.7 Desbaste con lija # 400



Fig. 2.8 Desbaste con lija # 600

2.4 METODO PARA MUESTRAS PEQUEÑAS.

Si las muestras son demasiado pequeñas, tales como alambre, virutas de torno, laminas, clavos, ejes de reloj, etc., no es posible desbastarlas o pulirlas, debido a la dificultad que ofrece para tomarlas. Es por ello que un método para poder desbastarlas y pulirlas, es la de montar o colocar la muestra en un material de bajo punto de fusión, que cuando endurece, forma una masa dura y compacta, que puede ser desbastada y pulida sin colapso de ruptura y que mantiene un contacto íntimo con la muestra en todos los puntos. Existen prensas hechas exclusivamente para este fin. La muestra limpia y desengrasada se rodea con el material soporte en polvo y entonces se somete el conjunto a presión, a una temperatura de 100° a 150°C después del calentamiento inicial de la prensa, pueden montarse, muestras cada 10 min. o menos, ver figura 2.9.

Los materiales más comunes que se utilizan para este fin, son:

- 1.-Lacre.
- 2.-Resina.
- 3.-Zomacalda.
- 4.-Bakelita.
- 5.-Montajes con soportes apropiados

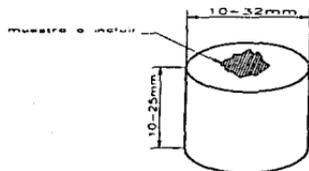


FIGURA 2.9 Inclusión de una muestra con un material de bajo punto de fusión.

En una prensa de este tipo no es posible montar muestras demasiado grandes, o aquellas con estructuras que pueden resultar afectadas por temperaturas superiores a 100°C, se pueden montar en baquelita fluida. Se fija un anillo de metal a una platina de vidrio por medio de un adhesivo para formar un molde, se coloca la muestra en su interior se vierte sobre ella barniz de baquelita N.P.A. hasta llenar el anillo. Entonces se calienta el molde con su contenido a 55-65°C durante 48 horas en una pequeña estufa controlada por un termostato. Conviene no emplear temperaturas demasiado altas, aunque algunos han encontrado satisfactorias temperaturas de 85-90°C durante 36 horas. Por regla general no es necesario extraer el solvente volátil de estos productos por medio de una bomba de vacío, aunque algunas veces puede convenir eliminar las burbujas de gas atrapadas en las rugosidades de la cascarilla superficial o sobre las superficies corroídas, en cuyo caso se coloca el molde en un desecador de vacío se añade el barniz de baquelita por medio de un embudo cuenta gotas. La muestra así montada, se endurece en la forma acostumbrada. También se pueden adquirir cementos sintéticos de fraguado en frío, que cuando se mezcla con el acelerador adecuado en un molde alrededor de la muestra, endurece firmemente en pocos minutos; por lo general se le aplica un poco de calor que por lo común no es suficiente para afectar a las estructuras metálicas.

Estos diversos materiales sintéticos suelen ser inertes a la mayoría de las soluciones de ataque. Sin embargo hay excepciones por ejemplo, algunos se atacan con la acetona y suelen empañar y ensuciar la superficie del metal. Como norma general se ha encontrado más seguro emplear alcohol para el lavado de las muestras y en algunos casos se podrá utilizar acetona.

CAPITULO III
PULIDO

3. PULIDO.

La etapa de pulido, es una de las etapas más importantes, ya que sino se tiene un pulido bien definido, se tiene la posibilidad de no poder tener una buena imagen de la microestructura del material utilizado. Este pulido debe tener un acabado tipo espejo para cualquier metal. Es por ello que en el pulido se eliminarán todas las huellas de las marcas producidas por las lijas. Para llevar acabo este pulido, utilizaremos un disco cubierto con un tipo de paño que se encontrará en rotación y un abrasivo en forma de suspensión. La operación del pulido consistira en presionar la muestra o probeta contra un disco que gira rápidamente el cuál esta cubierto con un tejido o paño adecuado, impregnado con una suspensión acuosa de polvo para pulir. La figura 3.1 muestra un dispositivo muy simple y rudimentario, suficiente para funcionar con seguridad y firmeza apropiado para este trabajo. El motor debe de tener la potencia suficiente para funcionar con la presión que necesariamente se ha de aplicar a la muestra no solo cuando se trate de altas velocidades (hasta aproximadamente 1000 rpm), sino en especial cuando se trabaja en muestras de metales blandos a velocidades bajas (por ejemplo 200 rpm).

Existen varios fabricantes que suministran máquinas con todo lo necesario para el desbaste y el pulido. Estas máquinas son de utilidad máxima para el pulido, pero la conveniencia de usar discos movidos por energía mecánica para las diferentes etapas del desbaste con lijas es discutible, ya que se ahorraria tiempo con relación al lijado manual, pero se acarrea el riesgo de sobrecalentar o distorsionar la superficie de la muestra, además de los inconvenientes que provoca la dispersión del polvo de los abrasivos .

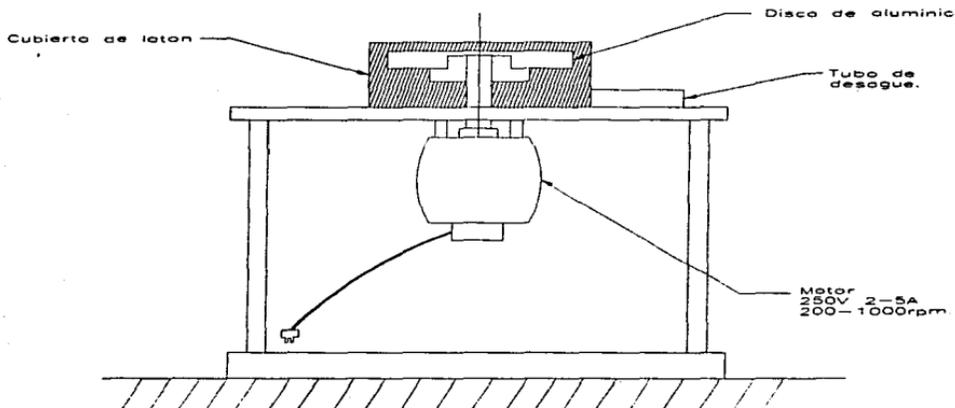


FIGURA 3.1 Dispositivo para pulir con motor (Sin escala). Se emplea una resistencia externa variable para obtener velocidades bajas de hasta 200 rpm.

3.1 TIPOS DE PAÑOS.

El tejido o paño conocido como selvty, (nombre comercial de una especie de pana de algodón) aunque no es fuerte y se desgasta con rapidez, es una excelente almohadilla y cuando se emplea húmedo (como es casi siempre) es superior a la gamuza. El tejido llamado sarga es también un material muy satisfactorio para pulir muestras de hierro y acero; permite alcanzar un acabado adecuado con mayor rapidez que con el selvty, pero

resulta demasiado duro como para el empleo de los metales muy blandos. Se pueden obtener recortes o retales de tejido a bajo precio poniéndose de acuerdo con una firma de sastres. El paño o selvyt, se estira en el disco, que puede ser de madera dura o aluminio, y se sujeta con un aro; luego se empapa por completo con agua y se pone, extendiéndola con los dedos. La muestra se mantiene contra la superficie del disco mientras este gira y al mismo tiempo se le alimenta con agua. Para eliminar las rayas y asegurar un pulido uniforme, se impregna a la muestra un movimiento lento en sentido contrario al giro del disco o un movimiento de orilla a centro y viceversa.

Se empleará un suministro abundante tanto de agua como del abrasivo pulidor. Es indispensable mantener la muestra húmeda, ya que si la alúmina llega a secarse, se incrusta en la superficie de la muestra y no se elimina en el pulido posterior. Se inspecciona la superficie pulida y si esta exenta de rayas, se somete la muestra a un buen lavado bajo el chorro del grifo y se seca con todo cuidado con paño suave o algodón. Entonces se examina con el microscopio para juzgar el resultado de la operación de pulido. Si es examinada la muestra con varios aumentos y sólo se ven algunas rayas muy escasas y poco profundas, se puede considerar a la muestra útil para todos los fines de un examen normal. Si persisten muchas rayas la muestra se trata otra vez con una lija de grado final (de 500 ó 600).

Al finalizar la jornada de trabajo se debe de quitar el paño de pulido, posteriormente se lava con agua para eliminar todo el polvo de magnesia; luego se trata con ácido clorhídrico diluido y por ultimo se lava con agua.

3.2 SUSTANCIAS APROPIADAS PARA EL PULIDO.

Un polvo apropiado para el pulido y de uso general es la ALUMINA que puede existir en dos formas distintas según a que temperatura se haya obtenido. La alúmina gamma, existe en forma de placas finas y delgadas, cuando se calcina a 1200°C pasa a la forma alfa con tendencia a formar partículas granuladas. Como resultados de experimentos hechos con anterioridad sobre de las características, el tamaño y forma de las partículas, de los polvos para el pulido metalográfico empleado en el acero, la conclusión que se alcanzó fue favorable por completo, para la alúmina gamma obtenida por calcinación del alumbre amoniacal (sulfato de aluminio y amoniaco) a 1100°C por un tiempo mínimo de una hora. Una calcinación prolongada a esta temperatura no presenta ninguna ventaja. La calcinación del alumbre amoniacal a 1250°C produce alúmina alfa que es más dura y ofrece un medio de cubrimiento más rápido para aceros duros pero que forma rayas, a menos que el tamaño de su partícula sea muy pequeño. La alúmina alfa comercial preparada a alta temperatura no es adecuada para el pulido.

La alúmina gamma puede obtenerse en el comercio, algunas veces bajo nombres comerciales tales como diamantine, pero también puede prepararse con toda facilidad en cualquier laboratorio de la manera siguiente:

El alumbre amoniacal puro, colocado en una cápsula de porcelana o de sílice se calienta con un mechero Bunsen, para descomponer y expulsar el agua de cristalización. Entonces se pasa a una mufla donde se calienta a 1000°C durante cuatro o cinco horas, rompiendo a intervalos las costras que se forman. Debe existir en el horno una corriente de aire para arrastrar los vapores ácidos. El producto, después de enfriarse se pulveriza a polvo impalpable que se embotella y sin ningún tratamiento posterior constituye un medio

de pulimento satisfactorio. Debe evitarse con todo cuidado la contaminación con materias extrañas.

Otro método para preparar alúmina gamma consiste en secar una solución de sulfato de aluminio y luego calcinar los cristales hasta alcanzar 950°C, y mantener esta temperatura de 24 a 48 horas y enfriar con lentitud en el horno; el empleo de sulfato de aluminio evita la formación de grandes nubes de vapores de sulfato amonico pero cuando se emplea alumbre amoniaco como materia prima para preparar la alúmina gamma es más fácil evitar las impurezas ácidas.

El óxido de magnesio que se vende en la calidad denominada magnesia calcinada es un polvo satisfactorio para el pulido de los metales más duros tales como el hierro, y acero siempre que se emplee como suspensión acuosa sin más preparación. Si el agua corriente contiene disueltos muchos carbonatos, se empleara agua destilada. En cualquier caso, el óxido húmedo y expuesto al aire forma partículas de carbonato de magnesio, arenosas y duras.

Otra sustancia apropiada para el pulido es el rojo de joyero o rojo inglés, que se ha empleado con frecuencia y todavía se emplea con este fin. Como abrasivo es inferior a la alúmina y a la magnesia. Lleva más tiempo eliminar las rayas hechas con las lijas y la calidad de la superficie resulta inferior aún cuando el rojo se emplee en estado húmedo sobre cabritilla o gamuza. En cuanto al empleo del rojo seco para el acabado, no puede condensarse con la suficiente dureza. La adherencia del rojo seco a la superficie durante el pulido es aún más pronunciada que la ya mencionada alúmina, llegando a veces a comunicar un tono opalescente a la superficie del acero.

La acción mecánica del proceso del pulimento produce en la superficie del metal una capa delgada, de diferente estructura a la de las capas inferiores. Esta capa alterada posee las propiedades de un líquido viscoso, por ejemplo en la tendencia a fluir por la acción de las fuerzas ejercidas durante la operación del pulido. El flujo del metal de la capa superficial es más acentuado cuando se emplea polvos de pulir en estado seco o menos marcado cuando se usa polvos abrasivos húmedos. La presencia de una fina capa alterada no es perjudicial para el examen micrográfico pues queda eliminada en el ataque; pero la producción de un pulido forzado, es fatal, ya que no elimina las rayas de forma definitiva sino que tan sólo las alisa por encima o las cubre, entonces la primera acción del reactivo de ataque es eliminar por disolución la capa superficial y entonces se revelan las rayas originales en un número tan grande como antes.

Para pulir muestras que contienen dos o más componentes estructurales que difieren mucho en dureza, ofrece muchas ventajas el polvo de diamante. La dureza del diamante excede con mucho a la de cualquiera de los componentes estructurales, por lo que mediante una abrasión uniforme se obtienen superficies planas sin efecto de relieve. La manera de utilizar el polvo de diamante, consiste en poner una pequeña cantidad de polvo de diamante número 3 (tamaño de las partículas entre 1 y 5 micras) con el dedo, extendiéndolo y frotándolo sobre la superficie del disco y se emplea como lubricante aceite ligero de parafina. Para disminuir la pérdida de diamante durante el pulido, se emplea un anillo de ebonita que ajuste al borde del tejido, haciendo un cierre hermético y que sobre sale un poco por encima de la superficie. También puede emplearse después de pasar por la última lija, el polvo de diamante número ½ (de 0 a 1 micra). El desbaste preliminar para los aceros resistentes a la abrasión y a los carburos sinterizados se hace

de mejor manera con papeles de carburundum en vez de las lijas y después sucesivamente con polvo de diamante número 15 (de 8 a 22 micras) y número 13. Para obtener una superficie exenta por completo de rayas, conviene terminar el pulido con alúmina gamma sobre el paño giratorio. Debe evitarse tocar la cara pulida con los dedos, pues marcarían en ella las impresiones grasientas de la piel, lo cual, origina no solo imágenes erróneas, sino que también hace irregular el ataque con los reactivos.

El diamante como abrasivo puede adquirirse en polvo ó como pasta; en esta forma es más ventajoso para el pulido a mano sobre pergamino colocado encima de una placa de vidrio.

Si se insiste demasiado tiempo en el pulido, se tallan sobre la superficie contornos sin aristas de las distintas fases de desigual dureza y este relieve hace difícil su observación a grandes aumentos. Si la presión ha sido excesiva, el material en la superficie fluye al pulir y desvirtúa la verdadera estructura dando imágenes confusas después del ataque.

3.3 PULIDO DE METALES BLANDOS.

El riesgo que existe cuando se pulen metales blandos es el de formar capas amorfas alteradas, exige que se tomen precauciones muy especiales. El pulimiento de cobre y de latón blando se puede realizar con presión ligera y baja velocidad en un disco alimentado de la forma usual con alúmina y agua. El pulimiento final se hace casi siempre con un pulimiento para metales (suspensión líquida o pastosa) sobre selvyt o gamuza. La gamuza debe reponerse con frecuencia, empleando trozos nuevos, ya que el producto

para pulimentar la endurece cuando seca. Después de pulir con estos medios es esencial lavar la muestras con solución templada de carbonato sódico, o con otro líquido desengrasante para eliminar toda la grasa antes de iniciar el ataque.

En el caso del aluminio y de sus aleaciones, la preparación preliminar sólo difiere del método normal en la necesidad de ejercer mayor cuidado. Así los papeles del esmeril son encerados o se empapan con parafina para evitar que se incrusten partículas de la lija en la superficie. Y para el pulido final se ha encontrado satisfactorio si se tienen presentes las precauciones ya descritas, el empleo de polvo de magnesia comercial sobre un paño blando lanoso es el indicado.

El pulido final de las muestras de metales muy blandos se hace a mano o con un dispositivo de sujeción, utilizando un pulimiento metálico en suspensión líquida sobre el paño. Este procedimiento deja una película de grasa, que sera eliminada frotandola con un paño ó algodón humedecido, con benzol o acetona.

Para preparar pequeñas secciones de plomo y otros metales blandos se ha desarrollado un método que implica el uso de un micrótopo fuerte y sólido. Si la cuchilla de este instrumento se diseña y se afila en la forma adecuada se pueden obtener muestras útiles sin distorsión y sin arrastre de material en la superficie, con las que hay que hacer antes una observación en el microscopio debido a que es un pulido final muy corto.

3.4 PULIDO ELECTROLITICO.

Para resolver las dificultades que se experimentan en el pulido de los metales blandos por los métodos ordinarios, el investigador Jacquet propuso el empleo del pulido electrolítico y ha desarrollado las condiciones adecuadas para pulir cobre y sus aleaciones, aluminio y otros metales.

El principio general es el mismo para todos los metales, la muestra que se va a pulir se coloca como ánodo en una solución adecuada. Si se aplica una corriente, la intensidad se eleva hasta alcanzar un punto máximo, entonces a pesar del potencial en aumento, cae hasta un valor constante y finalmente se eleva de nuevo de una manera brusca, la parte llana de la curva corresponde al periodo de formación de una superficie lisa y brillante.

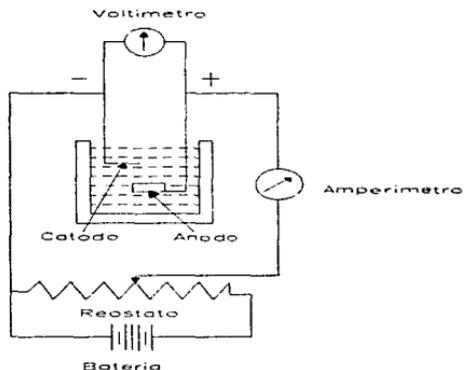


FIGURA 3.2 Se muestra un circuito típico para el pulido de cobre.

El procedimiento para pulir una muestra de cobre o aleación de este mismo consiste en colocar la muestra como ánodo en una solución de ácido fosfórico, compuesta por dos partes de ácido ortofosforico y una parte de agua destilada y pasar corriente con una intensidad de unos 3 amperios por decímetro cuadrado, durante 15 a 38 minutos. Se puede emplear una intensidad mayor con periodo de tiempo más corto. El potencial se ajusta entre 1.8 y 2 volts. Si el voltaje es demasiado bajo, la superficie de metal se ensucia y decolora pero esto se corrige elevando el voltaje. Si el voltaje es demasiado alto, se forman burbujas gaseosas y se obtiene una superficie irregular. El tratamiento se debe prolongar durante el tiempo suficiente para eliminar la capa de material alterado, producida por el corte y desbastes previos. Después del pulido la muestra se lava y se ataca según el procedimiento usual, o si se desea puede hacerse el ataque por electrólisis con las soluciones empleadas para el pulido, pero a una intensidad más baja (aproximadamente un amperio por decímetro cuadrado).

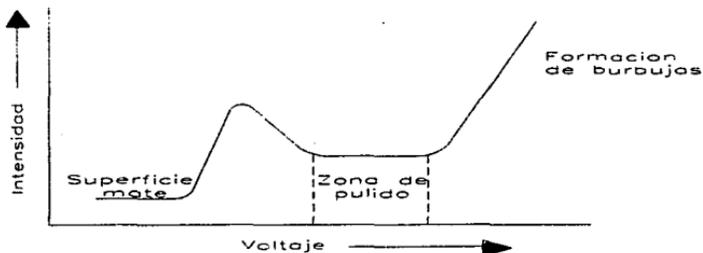


FIGURA 3.3 Curva intensidad-tensión para el cobre.

Este procedimiento se puede aplicar a piezas de todos los tamaños incluso a secciones para microexamen . Su uso se ha extendido al pulido de una alta gama de metales, por lo que existen por separado técnicas diferentes para cada tipo de metal. Otro punto a su favor es que existen menos riesgos de hallar las inclusiones no metálicas y fisuras, que en las superficies obtenidas por pulido mecánico. El pulido electrolítico es conveniente en particular para metales puros y para aleaciones compuestas por soluciones sólidas. Si las fases presentes difieren de forma notoria en sus propiedades electroquímicas suelen desarrollarse estructuras en relieve. El método resulta por esto muy útil para detectar la presencia de componentes secundarios en los límites de unión de los granos de una solución sólida.

Explicación del pulido electrolítico:

La muestra desbastada con ayuda de las lijas constituye el ánodo , el electrolito es frecuentemente a base de ácido perclórico, de la electrólisis se origina la disolución del ánodo y las irregularidades geométricas de las superficie desaparecen, pero aparecen frecuentemente un nuevo relieve en función de la constitución y la estructura de la aleación considerada, pero la superficie no queda brillante más que en el caso de metales puros o soluciones químicamente homogéneas.

El funcionamiento consiste:

Cuando pasa la corriente, el ataque anódico inicial ocasiona la formación en el contacto del ánodo, de una película que contiene los productos de una disolución , el espesor de la cual es del orden de 50 mm. Esta película, de gran viscosidad y de resistividad mucho

mayor que la del electrolítico, tiene un espesor irregular debido a que tiende a acumularse en las desnivelaciones superficiales, por consiguiente como la corriente pasa más fácilmente sobre las ásperas del ánodo donde el espesor es menor, la resistencia eléctrica es ahí más débil que en las concavidades y los productos formados se difunden más fácilmente hacia el interior del baño. Se concibe que haya interés en impedir la destrucción de la película en el ánodo; el electrólito es muy concentrado y se evita toda agitación.

Este procedimiento es sobre todo aplicable a los latones, bronces, y aleaciones ligeras y parece más interesante para la investigación que para la práctica industrial.

Su ventaja principal es evitar la formación de una capa superficial endurecida originada por el frotamiento mecánico. Generalmente el pulido electrolítico tiene que ser seguido del ataque .

Para detener el ataque se lava cuidadosamente en una corriente de agua, y se seca en un chorro de aire a presión o se lava con alcohol y se seca con aire caliente.

CAPITULO IV
ATAQUE
METALOGRAFICO

4. ATAQUE METALOGRAFICO.

El ataque tiene por objeto revelar las uniones de los cristales y diferenciar los constituyentes de la aleación. El método más extendido consiste en meter la superficie a atacar en el reactivo seleccionado, durante un tiempo conveniente. Generalmente el ataque tiene lugar a la temperatura ambiente.

4.1 ATAQUE DE PROBETAS.

Antes de proceder al ataque es imprescindible examinar la muestra al microscopio para verificar el pulido, la limpieza y observar algunas particularidades del material.

Así en este estado se observan más fácilmente las inclusiones, fisuras y otros defectos que manifiestan mejor su distribución. Pueden reconocerse los componentes coloreados y a veces quedan en relieve los componentes más duros, por lo que su forma se hace más visible con toda claridad. Se tomaran ciertas precauciones para asegurar que tales observaciones no resulten engañosas. Una abertura restringida en la iluminación excéntrica del microscopio o una iluminación brillante difundida en la habitación durante la observación de pocos aumentos, que puede producir efectos de color e imágenes falsas.

Aún en el caso de muestras preparadas con todo cuidado, el flujo del metal en la superficie puede haber cubierto grietas muy finas y partículas incluidas y si estas tienen que ser investigadas con certeza, la muestra debe ser atacada hasta eliminar la capa alterada y entonces repulida ligeramente a mano sobre un paño humedecido con abrasivo metálico de suspensión líquida.

En general las soluciones para ataque químico, están compuestas de ácidos orgánicos e inorgánicos y otras sustancias complejas todas estas con soluciones de agua, alcohol, glicerina, o mezclas de estos solventes.

El reactivo ataca de diversas formas: puede disolver ciertos constituyentes y que por consiguiente perderán su pulido y dejaran de reflejar la luz apareciendo en negro en el microscopio; puede obrar por disolución preferencial de los granos, según su orientación cristalina; puede colorear diversamente ciertos constituyentes; puede producir un deposito en la superficie de ciertas fases; en fin puede actuar sobre las juntas entre los cristales.

El ataque de la muestra pulida exige ser cronometrado cuidadosamente. El tiempo de ataque es muy variable, de varios segundos a varios minutos y se determina por experiencia. El ataque debe ser lo más ligero, cuando mayor sea el aumento utilizado, debido a la disminución de la velocidad de la profundidad de campo del microscopio. A un pulido defectuoso corresponde un ataque más violento del reactivo, por lo que se atacara un tiempo menor que para una muestra perfectamente pulida.

4.2 METODOS DE ATAQUE

Existen distintos métodos de ataque

1.- Ataque mecánico

Cuando los componentes de una aleación son de purezas muy diferentes, como por ejemplo, ferrita y perlita (acero hipoeutectoide). Estos pueden ponerse de manifiesto

mediante este ataque, pues al pulir se gasta el constituyente más blando y queda en relieve la parte más dura llamada perlita.

Se logra este efecto frotando enérgicamente la probeta pulida describiendo circunferencias sobre un disco de goma blanda con un poco de rojo inglés hasta obtener la superficie en relieve.

Para revelar la estructura se observa la probeta en el microscopio con luz oblicua, se ve entonces que las zonas más prominentes proyectan sombras del lado contrario al foco luminoso.

2.- Ataque mecánico-químico.

Este método se práctica puliendo ligeramente sobre una almohadilla de pergamino humedecido con el agente de ataque adecuado; que para aceros puede ser de solución acuosa de nitrato amonico al 2% , para cobre o latón se emplea una solución de hidróxido amonico de 2% y 0.88 al 5% en agua. Con este método se evitaran las manchas.

Existe peligro que resalten con exceso los límites entre granos pero si se emplea con cuidado el método se obtienen buenos resultados.

3.- Ataque por oxidación.

Este ataque, descrito por Stead, consiste en calentar la probeta pulida hasta que su superficie sea coloreada por las películas resultantes de la oxidación.

Prácticamente se calienta con lentitud la probeta, colocada sobre una chapa de hierro, con la cara pulida vuelta hacia arriba, hasta que por efecto de la oxidación de los

distintos componentes, van apareciendo sobre la superficie pulida una serie de colores llamados colores de revenido (observese figura 4.1). Como es notorio estos colores se producen por las distintas reflexiones de la luz, según sea el espesor de la capa de óxido.

Lograda la diferencia entre los componentes, se sumerge la probeta en agua procurando que esta no llegue a tocar la superficie pulida primitiva.

Es de hacer notar el uso restrictivo de este proceso, puesto que no es posible aplicarlo, por ejemplo, algunos aceros templados, que al revenirlos se les modifica la estructura de la aleación y por tanto las características mecánicas.

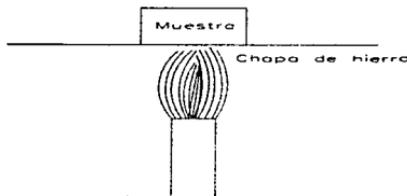


FIGURA 4.1 Disposición para el ataque por oxidación.

4.- Ataque por electrólisis.

El principio de este ataque es el siguiente:

Se dispone una cápsula con el electrolito correspondiente por ejemplo, solución acuosa al 10% de cloruro o sulfato de amonio, se colocan dos electrodos, uno

constituido por una chapa de plomo como polo negativo y el otro por la muestra en estudio

Al circular corriente se descompone el electrólito y la muestra es atacada por el ion correspondiente.

Con los electrólitos antes citados, los valores de la corriente varían de 0.001 a 0.01 de amperes por centímetro cuadrado de superficie de la muestra, la duración del ataque es de unos segundos a unos minutos.

Mediante la regulación del electrólito y la corriente puede modificarse la rapidez del ataque.

Una vez que se ha practicado el ataque se retira la muestra del baño, se lava con alcohol, y se seca agitándola o con chorro de aire.

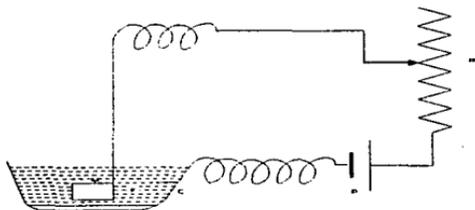


FIGURA 4.2 Ataque por electrólisis.

Si se utiliza una cápsula de platino, esta se conecta al polo negativo y la muestra al positivo de la fuente de corriente.

El electrólito está constituido por una solución acuosa de ácido sulfúrico al 3%.

La densidad de corriente es aproximadamente de 0.1 ampere por centímetro cuadrado y el tiempo de ataque es de 1 a 5 minutos. Este método de ataque no es adecuado para la industria por que es delicado y largo, y sobre todo por que es poco práctico ya que existen reactivos de aplicación más simple y rápidos.

5.- Ataque térmico.

Los límites de unión de los bordes de los granos así como otras características de las estructuras de los metales se ponen de manifiesto por calentamiento de las muestras a alta temperatura, en vacío o en atmósfera de gas inerte. Así se puede estudiar por este método el tamaño de grano de las aleaciones de alto contenido de níquel, calentando la muestra pulida a 1000°C en atmósfera de hidrogeno. Cuando se calienta en vacío o en atmósfera de Argón a un acero, la observación al microscopio revela claramente los límites de los bordes de los granos de la austenita.

6.- Ataque químico.

El método más general de revelar la estructura de muestras pulidas es el de ataque químico. Los reactivos de ataque actúan por disolución gradual del metal, desde la superficie hacia las capas interiores, variando la velocidad de disolución según las peculiaridades locales del metal. En un metal puro que sólo contiene un componente, el ataque es lento por lo general, y los límites de unión de los granos se atacan con más rapidez que su interior y a un ritmo gradual va, revelándose un sistema de cristales poliedricos. En las aleaciones compuestas por dos o más componentes si uno de ellos es electropositivo con respecto al otro tendrá lugar una acción electroquímica, en cuyo caso la velocidad de disolución de un componente será muy pequeña mientras que el otro se

corre con mucha rapidez. En éstas circunstancias, el ataque se realiza en mucho menos tiempo. Se han hecho trabajos en los que se relaciona la velocidad de ataque con el potencial de ionización y otras propiedades del disolvente. Con el empleo de un solvente adecuado (alcohol amílico) puede conseguirse un ataque muy lento.

Para trabajos prácticos se requiere de un reactivo que produzca el efecto deseado entre 10 segundos, y dos minutos. Las soluciones alcohólicas atacan con más uniformidad que las soluciones acuosas y es menos frecuente que produzcan manchas u oxidaciones.

Es imposible establecer reglas generales para los tiempos de ataque. La intensidad de ataque que conduzca a los mejores resultados, variaran según los aumentos con que se pretende examinar la muestra.

Para el examen con muchos aumentos, el ataque no debe de ser tan prolongado como para trabajar con pocos aumentos, ya que se establecen diferencias de nivel que hacen difícil el enfoque.

Cuando el metal manifiesta ciertos grados de pasividad hacia el reactivo puede producirse un ataque irregular que también puede ocurrir cuando se utilizan reactivos en soluciones acuosas y existe la más ligera película de grasa, esta dificultad se soluciona frotando la muestra durante unos pocos segundos sobre una almohadilla empapada con el reactivo de ataque que si es necesario se puede diluir hasta ver que comienza el ataque, entonces se pasa la nueva muestra a una cápsula con solución de ataque de concentración normal y el ataque continuara a un ritmo uniforme. Este breve frotado preliminar no causa ningún ataque o relieve sensible.

Después de ser atacada la muestras se lava a la perfección en un chorro de agua corriente y después con alcohol o acetona, los lados de la muestra se secan con un paño

pero la superficie se deja secar sin tocarla. Para secar la muestra con rapidez debe emplearse una corriente de aire caliente generada por un secador de cabello.

4.3 REACTIVOS MAS COMUNES.

1.-El nital.- Este reactivo se prepara disolviendo 2 cm^3 de ácido nítrico de peso específico y 1.14 en 100 cm^3 de alcohol etílico 96°GL

Los aceros al carbono y algunos aceros especiales, las fundiciones gris y blanca se atacan con este reactivo. La duración de este ataque suele ser de 3 segundos a 1 minuto.

2.-El picral.- Para preparar el picral se disuelven 4 g de ácido pícrico en 100 cm^3 de alcohol metílico de 96°GL

Prácticamente de igual resultado que el nital pero su acción es más lenta y por lo tanto el tiempo de ataque es mayor.El tiempo de ataque varia desde 1-10 minutos .

3.-La solución de ácido metanitrobenzol-sulfónico.- La preparación de este reactivo se efectúa disolviendo 5 g de ácido metanitrobenzol-sulfónico en 100 cm^3 de alcohol etílico. El ataque se práctica en frío y es de una duración de 15 seg.

Utilizando con aceros no tratados y fundiciones da generalmente un ataque nítido y limpio, preferible a los obtenidos con picral.

También sirve para atacar los aceros templados con este reactivo; donde la martensita oscurece más que la austenita, que se presenta coloreada de pardo oscuro.

4.-El picrato de sodio alcalino.- La preparación del picatro de sodio se realiza en la siguiente forma:

Se disuelve el ácido pícrico en agua caliente, se hace hervir, y luego se va agregando paulatinamente la lejía de soda.

El ataque debe llevarse acabo en ebullición, con preferencia en baño María con el agua hirviendo, y es de una duración de 4-15 minutos.

Los resultados obtenidos con este ataque muestran que:

- La cementita de los aceros al carbono y los carburos complejos de los aceros aleados se presentan oscuros luego del ataque.
- La ferrita permanece inatacada por lo que este reactivo permite diferenciar la cementita de la ferrita.
- En los aceros al tungsteno, el carburo de hierro y el tungsteno (Fe_4W_2C) se oscurece, mientras que el carburo de tungsteno permanece inatacado.
- La estructura dendrítica de los aceros fundidos con 12% de manganeso se pone de manifiesto con este reactivo.
- Ataca los sulfuros. Delimita los bordes de los granos en aceros hipereutectoides en condiciones de enfriamiento lento.

5.-Picrato de sodio neutro.-El picrato de sodio neutro se utiliza para distinguir el fosforo de hierro, del carburo de hierro:

Fe P:coloreado, FeC:permanece igual.

El ataque se realiza hirviendo y tiene una duración aproximada de 20 minutos.

6.-El agua regia.- El agua regia se usa para atacar los aceros inoxidable. Su acción es extremadamente rápida, por lo que el tiempo de ataque es de algunos segundos. La mezcla de los reactivos debe mantenerse 24 horas a temperatura ambiente antes de usarla.

7.-El picro-nital.- El picro-nital tiene como principal aplicación el ataque de la fundición gris,sobre todo por su acción muy uniforme, revelando con nitidez la ferrita, perlita y el eutéctico fosforoso.

Se emplea en frío y la duración del ataque es de 4 a 5 segundos. Si el ataque se prolonga hasta diez segundos, entonces el único constituyente no coloreado es el eutéctico fósforo (steadita).

Nota:Antes de examinar la muestra debe lavarse bien y secarse cuidadosamente.

En las siguientes paginas se ilustran tablas de diferentes reactivos metalográficos para diferentes metales.

REACTIVOS METALOGRAFICOS DE HIERRO Y ACERO

I. Reactivos generales para fierros y aceros (bajo, medio carbono y aleaciones de acero.)

Reactivos de ataque	Composición:	Observaciones	Usos
Nital.	2 ml HNO_3 , 98 ml de alcohol etílico.	No es tan bueno como el uso del picral para una buena resolución en trabajos con estructuras que hallan sido tratados térmicamente. Es excelente para percibir los granos de ferrita; el tiempo de ataque va de pocos segundos a un minuto.	Para el acero al carbono proporciona un máximo contraste entre la perlitita y la ferrita o cementita, revela los límites de la ferrita. Es posible diferenciar la ferrita de la martensita.
Picral.	4 g de ácido pícrico, 100 ml de alcohol metílico (95%).	No es tan bueno como el nital para el revelado de los granos de ferrita. Proporciona una mejor resolución de granos de perlitita, martensita y estructuras de bainita. También son visibles los carburos. El tiempo aplicado de ataque va de unos segundos a 1 minuto o un poco más, dependiendo de la revelación que se tenga.	Para todos los grados de aceros al carbono ya sean normalizados, recocidos, templados, etc.
Reactivo de Viella's.	5 ml de HCl, 1 g de ácido pícrico, 100 ml de etílico o alcohol metílico (solamente en 95%).	Los mejores resultados se obtienen cuando la martensita es templada	Para el revelado del tamaño de grano austenítico de aceros templados.
Carantamiento a tono rojizo.	Aplicación de calor.	La probeta es calentada al rededor de 400° a 700° F. El tiempo y la temperatura de ambos deciden los efectos de la probeta.	La perlitita pasa como primer elemento visible, seguido por la ferrita. La cementita es la menos visible.
Reactivo Klemm's.	50 ml en saturación (igual de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ en solución, 1 g $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$).	El tiempo de ataque será de 40-120 segundos, en el cual la ferrita será oscura, mientras que los carburos y fosfuros permanecen claros. Para la distribución de fosfuros puede ser detectada más fácilmente con ataques de fosfuros, basados en sales de cobre.	Proporciona un tono a la perlitita en la dureza estructural del acero y fundiciones de hierro.

II. Reactivos generales para aleaciones de aceros (Altas aleaciones, inoxidables y aceros para herramientas)

Reactivos de ataque	Composición	Observaciones	Usos
Calentamiento a tono rojizo.	Solamente en un calentamiento al aire, en un tiempo de 10-60 segundos y alrededor de 1100-1200° F.	El carburo se remarca de color blanco y la austenita se oscurece menos en comparación que la ferrita. Las muestras son atacadas preferentemente con un ataque químico menor que este.	Para aceros inoxidables austeníticos que contienen ferrita y carburos.
Cloruro férrico y ácido clorhídrico	5 g FeCl ₃ , 50 ml HCl, 100 ml de agua destilada	Se sumerge la pieza, hasta que la estructura es revelada.	Muestra la estructura del níquel austenítico y acero inoxidable.
Cloruro cúprico y ácido clorhídrico.	5g CuCl ₂ , 100 ml HCl, 100 ml de alcohol etílico y 100 ml de agua destilada.	Usado en frío.	Para aceros austeníticos y ferríticos, la ferrita es más fácil de ser atacada en el ataque a diferencia de los carburos y la austenita.
Cloruro férrico y ácido nítrico.	Solución saturada de FeCl ₃ en HCl, con una pequeña parte de HNO ₃ adicional.	Use grandes esfuerzos debajo de la capa del ataque químico.	Para estructuras de acero inoxidable.
Ácidos nítrico y acético.	30 ml HNO ₃ , 20 ml CH ₃ COOH.	Debe ser aplicado con un paño húmedo, dejando una capa.	Para aleaciones de acero inoxidable y otros con mayor contenido de níquel y cobalto.
Reactivo Marble's.	4 g CuSO ₄ , 20 ml HCl, 20 ml de agua destilada.	Sumergir para revelar la estructura.	Estructura de acero inoxidable.
Reactivo Viella's.	5 ml de HCl, 1 ml de ácido pícrico, 100 ml de alcohol etílico o metílico (absolutamente 95%).	Sumergir la probeta para revelar la estructura.	Cada ataque puede tener diferentes tipos de composiciones para detectar diferentes límites de grano en aceros austeníticos.
Ácido clorhídrico en alcohol.	50 ml de HCl, 50 ml de alcohol etílico.	Un ataque puede ser un concentrado de 10-20% de la solución.	Recomendado para aceros que contienen cromo y níquel.
Ácido nítrico	De 5 a 10 ml HNO ₃ , 100 ml de alcohol etílico o metílico (absolutamente 95%).	Sumergir la probeta.	Estructura general para aceros para herramientas de alta velocidad.
Ácidos clorhídrico y nítrico.	10 ml de HCl, 3 ml HNO ₃ , 100 ml de alcohol metílico.	El tiempo de ataque es de 2-10 minutos.	Se obtiene el tamaño de grano para aceros de alta velocidad y templados.
Reactivo Groesbeck's.	4 g KMnO ₄ , 4 g NaOH, 100 ml de agua destilada.	El tiempo de ataque es de 1-10 minutos.	Para aceros de alta velocidad y aleaciones cromo o cobalto.
Reactivo Beraha's (1).	3 g K ₂ S ₂ O ₈ , 10 g Na ₂ S ₂ O ₅ disueltos con agua destilada.	Un ataque previo, se hace con el 4% de pical en un tiempo de 1-10 minutos, hasta que se revela la superficie pulida de color rojizo.	Es bueno para determinar la heterogeneidad física y química de las aleaciones Fe-C. Se visualiza la ferrita. Mientras que la cementita permanece de color blanco en la aleación Fe-C.
Reactivo Klemm's.	50 ml de saturación en frío (en agua) Na ₂ S ₂ O ₅ en solución, 5 g K ₂ S ₂ O ₈ .	Se distinguen las fase gama, épsilon y alta. Epalon - martensita permanece blanca, alta-martensita es de color negro y gama de color gris.	Para ataques Mn, Mn-C y aceros al Mn-Cr.

METALOGRAFIA DEL COBRE Y SUS ALEACIONES

ATAQUES PARA MUESTRAS

COMPOSICION DE ATAQUE QUIMICO (A)	PARA SU UTILIZACION	CARACTERISTICAS REVELADAS
50 ml HNO ₃ 0.5 g Ag NO ₃ , 50 ml agua	Todas las aleaciones de acero.	Profundidad de ataque.
10 ml HNO ₃ , 90 ml H ₂ O	Cobre y latón.	Granos grietas y otros defectos.
50 ml HNO ₃ , 50 ml de H ₂ O (B)	Cobre, latón, aluminio y bronce. (C)	Granos, grietas y otros defectos. Excelentes para revelado de grano.
30 ml HCl 10 ml FeCl ₃ , 120 ml de agua o metanol	Cobre y todas las aleaciones de latón.	Granos, grietas y otros defectos. Excelentes para el contraste del grano.
20 ml ácido acético 10 ml 5% CrO ₃ , 5 ml 10% FeCl ₃ , 100 ml agua. (D)	Todo tipo de latón.	Produce brillantes efectos de profundidad.
2 g K ₂ Cr ₂ O ₇ , 4 ml NaCl (Solución Saturada) 8 ml H ₂ SO ₄ , 100 ml Agua. (E)	Bronce, latón, cobre.	Macroestructura General.

(A) Procedimiento: Inmersión en un recipiente con agua a una temperatura ambiente.

(B) La solución debe ser agitada durante el ataque para prevenir grietas en algunas aleaciones.

(C) En aleaciones de aluminio y bronce tal vez se formen manchas, las cuales pueden ser removidas, sumergiendo la muestra en una mezcla de HNO₃.

(D) La cantidad de agua puede variar según se desee.

(E) sumergir la muestra entre 15-30 minutos y después, secala en un paño húmedo.

SELECCION DE ATAQUES Y PROCEDIMIENTOS PARA MICROESTRUCTURAS.

COMPOSICION DEL ATAQUE QUIMICO (A)	PROCEDIMIENTO	PARA SU UTILIZACION.
20 ml NH ₄ OH, 0-20 ml H ₂ O, 8-20 ml H ₂ O ₂ , (C ₁)	Inmersión de la probeta durante 1 min. (B)	Cobre y sus aleaciones
2g K ₂ Cr ₂ O ₇ , 4 ml NaCl (solución saturada), 6 ml H ₂ SO ₄ , 100 ml Agua	Inmersión (NaCl reemplazable con H ₂ SO ₄ o HNO ₃) por 25 ml solución seguido con FeCl ₃ o otros ataques semejantes.	Cobre y sus aleaciones, manganeso, silicón, níquel, bronce y aluminio.
CrO ₃ (solución acuosa saturada)	Inmersión o con un paño húmedo	Cobre, latón, bronce, níquel
50 ml CrO ₃ g (10-15%) 1-2 HCL	Inmersión	Cobre, latón, bronce, níquel
10% de solución acuosa de cloruro de amonio de cobre además de hidróxido de amonio para una neutralidad.	Inmersión, lavado de la muestra continuamente.	Cobre, latón, bronce, níquel.
5 g FeCl ₃ , 50 ml HCl, 100 ml de agua. 20 g FeCl ₃ , 5 ml HCl, 100 ml de agua (C). 25 g FeCl ₃ , 25 ml HCl, 100 ml de agua. 1 g FeCl ₃ , 20 ml HCl, 100 ml de agua. 8 g FeCl ₃ , 25 ml HCl, 100 ml de agua. 5 g FeCl ₃ , 10 ml HCl, 100 ml de agua (D).	Inmersión o con un paño húmedo	Cobre, latón, bronce, aluminio.
Hidróxido de amonio (solución diluida)	Inmersión	Ataque utilizado para el pulido de bronce y latón.
50 ml de HNO ₃ , 20 g CrO ₃ , 30 ml de agua	Inmersión	Aluminio, bronce, latón.
5 ml HNO ₃ , 20 g CrO ₃ , 75 ml de agua	Inmersión	Aluminio, bronce y latón

(A) El uso de ataques químicos concentrados no es necesario a menos que otra cosa se especifique.

(B) Estos ataques pueden ser alternados con FeCl₃. (C) Incluir 1 g CrO₃. (D) Además 1g de CuCl₂ y 0.5 g de SnCl₂

CONDICIONES DE ATAQUE ELECTROLITICO

Composición Química	Voltaje (V)	Densidad de corriente (A/dm ²)	Catodo*	Tiempo*	Para su uso en:
De 5 a 14% H ₂ PO ₄ , agua.	1-4	.....	.....	10 segundos.	Cobre.
De 5 a 14% H ₂ PO ₄ , agua.	1-8	.....	.....	5-7 segundos.	Latón.
250 ml H ₂ PO ₄ (85%), 250 ml de alcohol etílico (95%), 500 ml de agua.	1-3	10-15	.....	30-60 segundos.	Cobre.
10 ml (NH ₄) ₂ C ₂ H ₂ O ₂ , 30 ml Na ₂ S ₂ O ₃ , 30 ml NH ₄ OH, 30 ml de agua.	.....	30	.....	.....	Latones trabajados en frío.
30 g FeSO ₄ , 4 g NaOH, 100 ml H ₂ SO ₄ , 1900 ml de agua.	8-10	0.1 Amp.	.....	No mayor de 15 seg.	Latón tipo beta (opacol, antes de aplicar el ataque H ₂ O ₂ -NH ₄ OH.
1% de CrO ₃ , 99% de agua.	6	.....	Aluminio	3-6 segundos.	Aluminio, cobre.
5 ml de ácido acético (glacial), 10 ml HNO ₃ , 30 ml de agua.	0.5-1	20-50	.....	15 segundos.	Aleaciones cobre níquel, evitando contrastes asociados con el núcleo.

A menos que otra cosa se especifique el cátodo es un conductor relativamente insoluble utilizándolo en acero inoxidable, grafito y platino.
 El tiempo varía con la composición y el tratamiento previo de la muestra.
 No secar la superficie después de ser atacada.

4.4 OBSERVACIONES.

Una vez que la probeta está atacada, se hace la primera observación de la misma a simple vista y luego con el microscopio usando los menores aumentos. Es un error iniciar un estudio empleando grandes aumentos, pues es fácil equivocarse en la observación, debido a la heterogeneidad que puede presentar el metal o aleación metálica en la distribución de los componentes.

Procedimiento:

La muestra se coloca en la placa de un microscopio metalográfico de modo que la superficie, este perpendicular al eje óptico. Por ejemplo si se esta examinando una muestra de acero recocido, y sí se observa con un aumento de 400X, debén de aparecer claramente las laminillas de perlita. Si por el contrario el ataque con ácido ha sido excesivo, la perlita será muy negra y las laminillas individuales aparecerán indistintamente. A veces un repulido muy ligero, durante 5 ó 10 segundos seguido de otro ataque con ácido, mejorará la claridad de la imagen. Con frecuencia eso no es necesario, si el ataque con ácido se produce por frotación y no por inmersión.

Esta etapa es la última, ya que aquí se observan las características microestructurales del material; de donde se puede obtener, el tipo de material que es, su composición, su constitución, su tratamiento térmico que tiene (en algunos casos), su tipo de fase, etc.

CAPITULO V

DISEÑO

5. DISEÑO.

En este capítulo se pondrán de manifiesto los diferentes aspectos que se tomarán en cuenta para el diseño y fabricación del dispositivo para el pulido de probetas metalográficas.

El diseño de este dispositivo está basado en las necesidades específicas que se tienen en el laboratorio de materiales de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, dicho dispositivo fue desarrollado para ser de fácil manejo y de casi un nulo mantenimiento. Con este dispositivo se pretende ahorrar tiempo en el pulido, trabajar con un mayor número de probetas al mismo tiempo y obtener mejores resultados en el acabado de las probetas.

5.1 CONDICIONES GENERALES DEL DISEÑO

Se planteó que el dispositivo sería fabricado con un material resistente a la corrosión, puesto que el dispositivo trabajaría en un ambiente húmedo, ya que existe un flujo continuo de agua utilizado en el procedimiento del pulido de probetas, fue por esto que se construyó el dispositivo con acero inoxidable, que aunque no es un material de fácil maquinado es el ideal para trabajar en estas condiciones, también para ahorrar peso en el dispositivo se sugirió utilizar un material plástico cuyo nombre comercial es Nylamid, este último material fue utilizado solo en una parte del dispositivo; se propuso también que fuera capaz de pulir dos o más probetas al mismo tiempo.

Otro aspecto importante que se planteó fue que el diseño fuera lo más sencillo posible, y que no tuviera demasiadas partes que pudieran complicar el manejo del dispositivo, y tal vez el más importante de los criterios para el diseño del dispositivo, fue

qué dicho dispositivo mantuviera en constante movimiento a las probetas para evitar la formación de "colas de cometa".

5.2 DISEÑOS PREVIOS.

El movimiento que se sugirió inicialmente para el dispositivo, fué un movimiento radial a lo largo del diámetro del disco pulidor, en base a esto se elaboraron los diseños mostrados a continuación:

Diseño No. 1.

La idea principal de este diseño era la de utilizar un sistema piñon-cremallera, de tal manera que cuando el conjunto que forman la cremallera y los sujetadores tocarán el micro switch, se invirtiera la polaridad y en consecuencia el sentido de giro del motor y viceversa, produciéndose un movimiento de vaivén sobre el disco de pulido, ver figura.

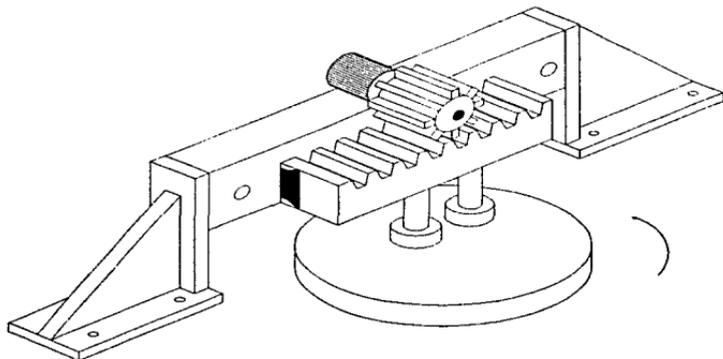


FIGURA 5.1

Diseño No. 2.

En este diseño, similar al anterior, se propuso el uso de una leva para producir el movimiento de vaivén del conjunto seguidor-sujetador, ver figura.

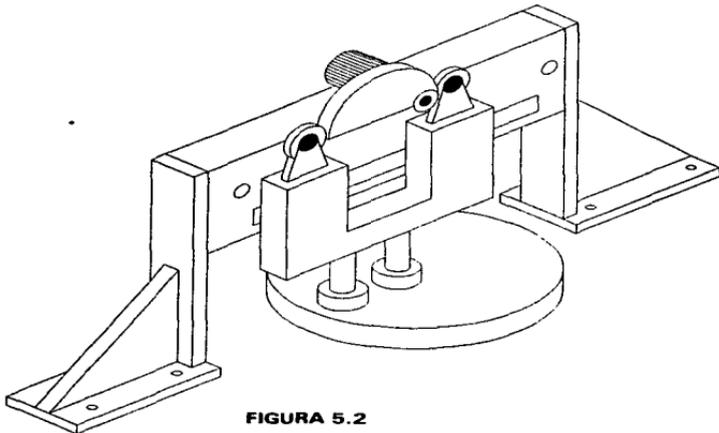


FIGURA 5.2

Diseño No. 3.

El propósito de diseñar este dispositivo será de simplificar lo más posible la construcción, trabajando sobre un sistema biela-manivela-corredera (observese figura 5.3).

Estos tres diseños propuestos no fueron aceptados, los dos primeros por la dificultad de conseguir un motor adecuado y la dificultad de maquinado de algunas piezas; y el tercero por el pequeño espacio disponible, para el buen funcionamiento del sistema biela-manivela-corredera.

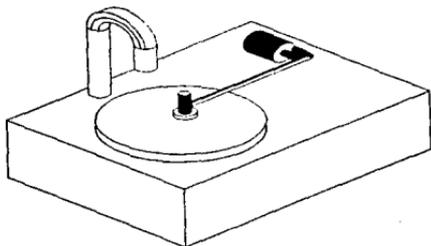


Figura 5.3

Por último el diseño que se presenta como base de esta tesis, elimina el uso de un motor y únicamente utiliza la misma energía del disco pulidor para producir un giro en el sujetador de probetas y mantener las probetas en movimiento constante; este giro se produce por una diferencia de velocidades, en el centro del disco y en la orilla del mismo. Se asume que entre más cerca del centro de giro del disco se tome la velocidad, más cercana a cero será, y entre más alejada del centro se tome más alta será la velocidad, produciéndose un giro en el sujetador de probetas, ver figura.

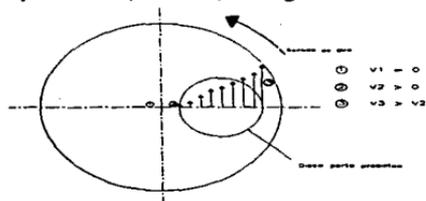


FIGURA 5.4

5.3 CONDICIONES GENERALES DEL DISPOSITIVO.

El dispositivo cuenta con la particularidad de ser casi totalmente estático, con excepción del sujetador de probetas, que gira sobre su eje.

El poste que sujeta al brazo estará soldado a una placa base, y reforzado por medio de cartabones, que serán soldados a la placa y al poste.

Esta base estará montada a la cubierta de la máquina de pulido, esto es mediante tornillos de acero inoxidable.

Los elementos que conforman el brazo y al soporte fueron maquinados previamente y posteriormente soldados, ya que la fabricación en una sola pieza no fue factible debido a los costos y a la dificultad del maquinado.

El dispositivo fue dotado de un resorte en el eje giratorio, para asegurar una presión constante entre probetas y disco pulidor.

Así mismo se maquinaron barrenos en las cavidades donde son montadas las probetas; esto fue con el fin de instalar resortes para nivelar las probetas individualmente y así asegurar una altura uniforme.

Los elementos roscados fueron fabricados con roscas NF para asegurar un mejor acoplamiento.

El sujetador de probetas fue fabricado con Nylamid para ahorrar peso y asegurar la ausencia de corrosión.

Al poste soporte se le maquinó un cuñero para evitar cualquier cambio de posición del sujetador de probetas con respecto a disco pulidor.



FIGURA 5.5 y 5.6 Dispositivo mecánico de sujeción en funcionamiento.

5.4 SELECCION DE MATERIALES.

Para la elección de un material debe tenerse en cuenta en primer lugar, las exigencias que vienen impuestas a la pieza por su función, sus solicitaciones y su vida; es decir:

- 1.-De las exigencias impuestas a la pieza (función, solicitación y vida).
- 2.-De las condiciones de fabricación (tipo de fabricación y costos de ejecución).
- 3.-De las propiedades de los materiales (mecánicos, térmicos, etc.).

Para la elección de nuestro material en el dispositivo de sujeción de probetas, se debe tener en cuenta, un par de observaciones:

- 1.-El dispositivo va a trabajar en un ambiente húmedo.
- 2.-El dispositivo no debe ser muy pesado, para el desmontaje de las probetas.

Tomando las anteriores observaciones, se selecciona un material adecuado. Es por ello que el material a utilizar es el acero inoxidable, que tiene la propiedad de evitar la corrosión; y otro material utilizado, para disminuir el peso, es el material de nombre comercial Nylamid.

MATERIAL ACERO INOXIDABLE

El acero inoxidable, utilizado fue un AISI tipo 304, debido a las propiedades que tiene contra la corrosión de agua y ácidos orgánicos.

Tabla 5.1. Composición de un acero inoxidable austenítico en % de valor máximo.

TIPO	UNS No.	C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S
304	S30400	0.08	2.00	1.00	18-20	8-10.5	0.045	0.03

MATERIAL NYLAMID

La elección de un material plástico de nombre comercial Nylamid fué seleccionado para aligerar el peso del dispositivo; pero además de esa ventaja tiene otras, que son:

- 1.-Es de menor costo que otros materiales.
- 2.-Ofrece un mayor tiempo de vida, debido a su gran resistencia a la abrasión.
- 3.-Es menos costoso en el maquinado.
- 4.-Tiene gran resistencia a la corrosión.

El tipo de Nylamid utilizado fue un tipo "Nylamid M" debido a las características que tiene como la de reducir el nivel de vibraciones, ruido y abrasión.

Tabla 5.2. Propiedades principales del Nylamid tipo M.

Propiedades	Unidades	NYLAMID M
Densidad	g/cm ³	1.14
Dureza Shore-D		80-82
Temperatura de servicio	°C	100
Resistencia a la tensión	kg/cm ²	720
Resistencia a la compresión	kg/cm ²	850
Resistencia al aplastamiento	kg/cm ²	680
Resistencia a la torsión	kg/cm ²	530
Resistencia al impacto	cm-kg/cm	8.0
Elongación	%	15-30
Módulo de elasticidad	kg/cm ²	24,000

ACEROS PARA RESORTES.

Para el dispositivo, se tuvo que fabricar un resorte cilíndrico de compresión que tiene la función de mantener la presión constante, entre el disco de probetas y el disco pulidor.

Acero utilizado para la fabricación del resorte AISI/SAE 384

Tabla 5.3 Características Acero inoxidable AISI/SAE 384.

Composición Química	15-17% Cr, 17-19Cr, 0.08C, 2.0Mn, 1.0Si, 0.045P, 0.030S
Forma física	Alambre
Esfuerzo a la tensión 10^3 Psi	75
Resistencia a la elasticidad 10^3 Psi	35
Elongación (%)	55
Dureza (Rockwell b)	70
Temperaturas para tratamientos térmicos.	
Temperatura inicial para forjado (°F)	2100-2650°F
Temperatura para recocido	1900-2100°F
Rango o Temperatura de Fundición	2550-2650°F
Características y aplicaciones	Recomendable para el uso de resortes, para maquinaria, para trabajos en frío.

SELECCION DEL RODAMIENTO.

Para la selección del rodamiento, nos basamos en las dimensiones que se tienen del brazo donde sería montado y las características del rodamiento. Es por ello que el rodamiento seleccionado fue un rodamiento rígido de una hilera de bolas con dos placas de protección que tiene la designación 6302-2Z. Este rodamiento tiene las siguientes características generales:

Ver figura 5.7.

-Estos rodamientos soportan cargas radiales y axiales relativamente importantes.

-Exigen una buena coaxialidad de los asientos del eje, y de los mandrinados de los alojamientos por otra.

Tabla 5.4. Selección de rodamientos rígidos de una hilera de bolas.

DIMENSIONES PRINCIPALES (MM)			CAPACIDAD DE CARGA (N)		CARGA LIMITE DE FATIGA (N)	VELOCIDAD NORMAL LUBRICACION GRASA (r/min)	MASA (kg)
d	D	B	C _{DIN}	C _{EST}	P _U	-----	-----
15	42	13	11400	5400	228	17000	0.082

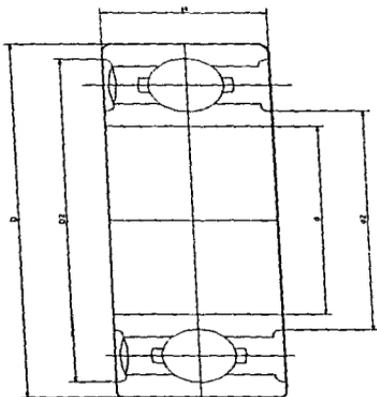


FIGURA 5.7.

5.5 CALCULOS.

CALCULO PARA EL RESORTE DEL PLATO.

Datos:

Material: Acero inoxidable AISI/SAE 384

$$H_J = 37\text{mm.}$$

$$P = 1\text{KG.}$$

$$H_s = 20\text{mm.}$$

$$q = 0.08\text{kg/mm.}$$

$$D_{EXT1} = 10.31\text{mm.}$$

$$\sigma_f = 116\text{Kg/mm}^2.$$

$$G = 7452.66\text{kg/mm}^2.$$

$$T_J = 0.6 \times 116 = 69.6 \text{ Kg/mm}^2.$$

$$-Sf C = 11.6$$

$$F.S. = 1.5$$

$$\Rightarrow K_s = 1 + (0.5/C) = 1 + (0.5/11.6) = 1.0431$$

$$\Rightarrow d = ((K_s \times 8 \times P \times C \times F_S) / (T_J \times \pi)^{1/2}) = ((1.0431 \times 8 \times 1 \times 11.6 \times 1.5) / 69.6 \times \pi)^{1/2} \\ = 0.8148\text{mm}$$

$$\Rightarrow D = C \times d = 9.45\text{mm}$$

$$\Rightarrow D_{EXT2} = D + d = 10.26 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow A = P/q = 1/0.08 = 12.5\text{mm}$$

$$\Rightarrow A_{TOT} = A + (0.25 \times A) = 12.5 + (0.25 \times 12.5) = 15.62\text{mm}$$

$$\Rightarrow P_{TOT} = q \times A_{TOT} = 0.08 \times 15.625 = 1.25\text{Kg}$$

$$\Rightarrow A_{TOT} = (8 \times P_{TOT} \times C^3 \times n_C) / (G \times d) \Rightarrow n_C = (A_{TOT} \times G \times d) / (8 \times P_{TOT} \times C^3)$$

$$\Rightarrow n_C = (15.62 \times 7452.66 \times 0.8148) / (8 \times 1.25 \times (11.6)^3) = 6.10 \text{ espiras.}$$

$$\Rightarrow n_{TOT} = n_C + 2 = 6.10 + 2 = 8.10 \text{ espiras.}$$

$$\Rightarrow \text{Paso} = (H_J - 2d) / n_C = (37 - 1.6296) / 6.10 = 5.79\text{mm.}$$

$$\Rightarrow \text{Paso} = \tan \lambda \times \pi \times D \Rightarrow \lambda = \tan^{-1} (\text{Paso} / \pi \times D) = \tan^{-1} (5.79 / 9.45 \times \pi)$$

$$\Rightarrow \lambda = 11.05^\circ$$

CALCULO PARA LOS RESORTES DE LAS PROBETAS.

Datos:

Material: Acero inoxidable AISI/SAE 384

$$H_J = 10\text{mm.}$$

$$H_s = 5\text{mm.}$$

$$D_{EXT1} = 6.35\text{mm.}$$

$$P = 1\text{kg.}$$

$$G = 7452.66\text{kg/mm}^2.$$

$$-Sf C = 8.2$$

$$q = 0.2\text{kg/mm.}$$

$$\sigma_F = 116\text{Kg/mm}^2.$$

$$T_J = 0.6 \times 116 = 69.6 \text{ Kg/mm}^2.$$

$$F.S. = 1.5$$

$$\Rightarrow K_S = 1 + (0.5/C) = 1 + (0.5/8.2) = 1.06$$

$$\Rightarrow d = ((K_S \times 8 \times P \times C \times F_S) / (T_J \times \pi))^{1/2} = ((1.06 \times 8 \times 1 \times 8.2 \times 1.5) / (69.6 \times \pi))^{1/2} = 0.69\text{mm.}$$

$$\Rightarrow D = CXD = 5.66\text{mm}$$

$$\Rightarrow D_{EXT2} = D + d = 6.35 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow A = P/q = 1/0.2 = 5\text{mm}$$

$$\Rightarrow A_{TOT} = A + (0.25 \times A) = 5 + (0.25 \times 5) = 6.25\text{mm}$$

$$\Rightarrow P_{TOT} = q \times A_{TOT} = 0.2 \times 6.25 = 1.25\text{Kg}$$

$$\Rightarrow A_{TOT} = (8 \times P_{TOT} \times C^3 \times n_C) / (G \times d) \Rightarrow n_C = (A_{TOT} \times G \times d) / (8 \times P_{TOT} \times C^3)$$

$$\Rightarrow n_C = (6.25 \times 7452.66 \times 0.69) / (8 \times 1.25 \times (8.2)^3) = 5.82 \text{ espiras.}$$

$$\Rightarrow n_{TOT} = n_C + 2 = 5.82 + 2 = 7.82 \text{ espiras.}$$

$$\Rightarrow \text{Paso} = (H_J - 2d) / n_C = (10 - 2(0.69)) / 5.82 = 1.47\text{mm.}$$

$$\Rightarrow \text{Paso} = \text{Tan } \lambda \times \pi \times D \Rightarrow \lambda = \text{Tan}^{-1} (\text{Paso} / \pi \times D) = \text{Tan}^{-1} (1.47 / 5.66 \times \pi)$$

$$\Rightarrow \lambda = 4.72^\circ$$

CALCULO DE LA FUERZA QUE ACTUA EN LAS PROBETAS

-PARA EL CASO DE 2 PROBETAS

DATOS:

$$q_{\text{RESORTE}} = 0.08 \text{ kg/mm}$$

$$X_{\text{MAX}} = 10 \text{ mm}$$

$$\phi_{\text{PROBETA}} = 31.75 \text{ mm}$$

$$P = (q_{\text{RESORTE}})(X_{\text{MAX}}) = (0.08)(10) = 0.8 \text{ Kg.}$$

$$A_{\text{PROBETA}} = (\pi \times d^2)/4 = (\pi \times (31.75)^2)/4 = 791.73 \text{ mm}^2.$$

$$A_{\text{T-PROBETAS}} = 2 \times 791.73 = 1583.43 \text{ mm}^2.$$

$$P_T = P/A = 0.8/1583.43 = 0.0005 \text{ Kg/mm}^2 = 0.05 \text{ Kg/cm}^2$$

-PARA EL CASO DE 4 PROBETAS

DATOS:

$$q_{\text{RESORTE}} = 0.08 \text{ kg/mm}$$

$$X_{\text{MAX}} = 10 \text{ mm}$$

$$\phi_{\text{PROBETA}} = 12.7 \text{ mm}$$

$$P = (q_{\text{RESORTE}})(X_{\text{MAX}}) = (0.08)(10) = 0.8 \text{ Kg.}$$

$$A_{\text{PROBETA}} = (\pi \times d^2)/4 = (\pi \times (12.7)^2)/4 = 126.67 \text{ mm}^2.$$

$$A_{\text{T-PROBETAS}} = 4 \times 126.67 = 506.7 \text{ mm}^2.$$

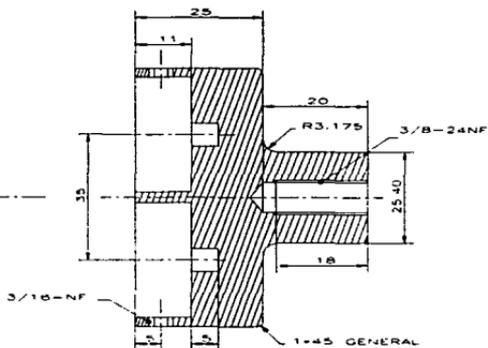
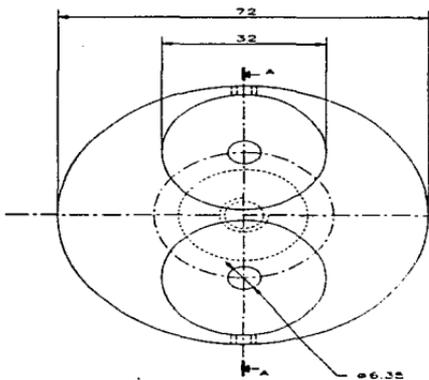
$$P_T = P/A = 0.8/506.7 = 0.0016 \text{ Kg/mm}^2 = 0.16 \text{ Kg/cm}^2.$$

P_T = Presión que actua sobre las probetas.

CAPITULO VI

PLANOS

CORTE A-A

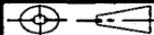


ESC: 1:1

UNAM FES-C

28/JUNIO/1996

GUILLERMO DELGADO C.
RICARDO NICANOR PALMER
JUAN C. SANCHEZ ISLAS



SUJETADOR DE PROBETAS ϕ 1 1/4"

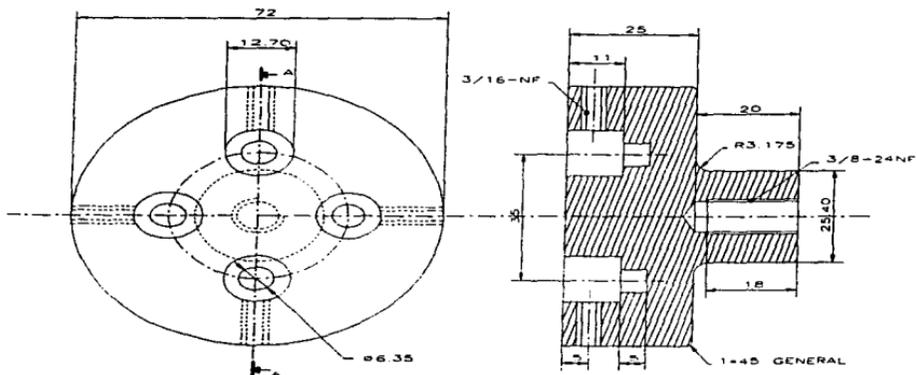
REV: ING. FELIPE DIAZ

ACOT:mm

MATERIAL NYLAMID

DIBUJO No.1

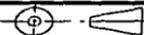
CORTE A-A



ESC: 1:1

UNAM FES-C

28/JUNIO/1996

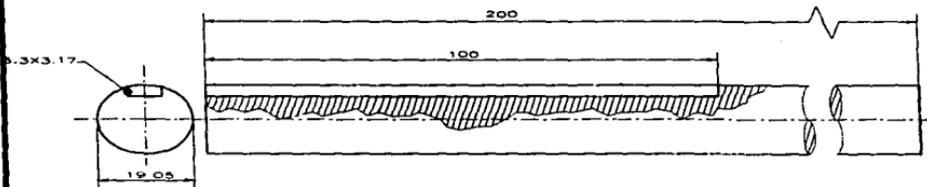
GUILLERMO DELGADO C.
RICARDO NICANOR PALMER
JUAN C. SANCHEZ ISLASSUJETADOR DE PROBETAS $\varnothing \frac{1}{2}$ "

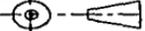
REV: ING. FELIPE DIAZ

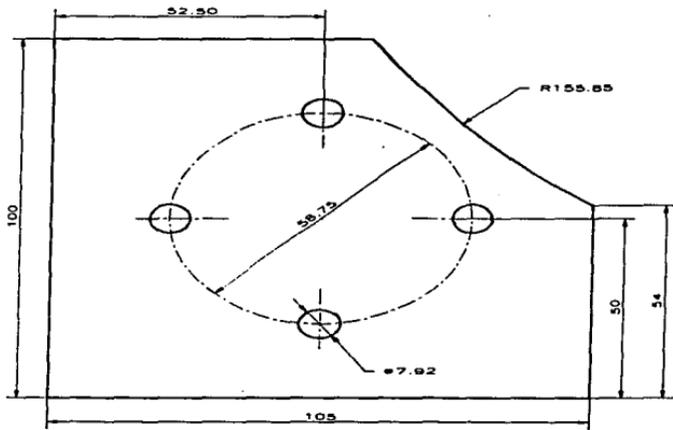
ACOT:mm

MATERIAL ACERO INOXIDABLE SAE 304

DIBUJO No.2



ESC: 1:1	UNAM FES-C	28/JUNIO/1998	GUILLERMO DELGADO C. RICARDO NICANOR PALMER JUAN C. SANCHEZ ISLAS
	POSTE DE BRAZO GUIA		REV: ING. FELIPE DIAZ DIBUJO No.3
ACOT:mm	MATERIAL ACERO INOXIDABLE SAE 304		

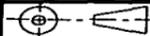


ESC: 1:1

UNAM FES-C

28/JUNIO/1998

GUILLERMO DELGADO C.
RICARDO NCAÑOR PALMER
JUAN C. SANCHEZ ISLAS



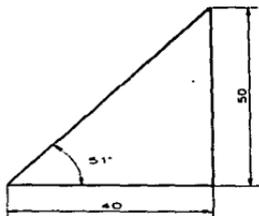
PLACA BASE

ACOT:mm

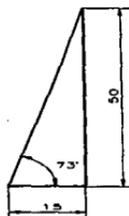
MATERIAL PLACA DE 3/16" ACÉRO INOXIDABLE SAE 304

REV: ING. FELIPE DIAZ

DIBUJO No.4



3 PIEZAS



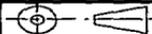
1. PIEZA

ESC: 1:1

UNAM FES-C

28/JUNIO/1996

GUILLERMO DELGADO C.
RICARDO NICANOR PALMER
JUAN C. SANCHEZ ISLAS



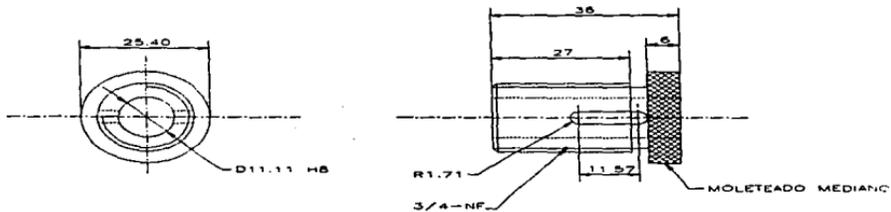
CARTABONES

REV: ING. FELIPE DIAZ

ACOT: mm

MATERIAL PLACA DE 3/16" ACERO INOXIDABLE SAE 304

DIBUJO No.5



ESC: 1:1

UNAM FES-C

28/JUNIO/1996

GUILLERMO DELGADO C.
RICARDO NICANOR PALMER
JUAN C. SANCHEZ ISLAS



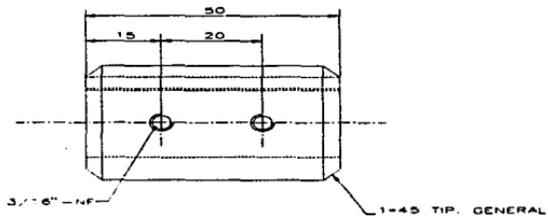
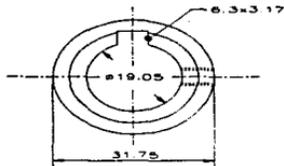
TORNILLO DE SUJECION

REV: ING. FELIPE DIAZ

ACOT:mm

MATERIAL ACERO INOXIDABLE SAE 304

DIBUJO No.6

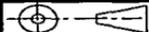


ESC: 1:1

UNAM FES-C

28/JUNIO/1996

GUILLERMO DELGADO C.
RICARDO NICANOR PALMER
JUAN C. SANCHEZ ISLAS



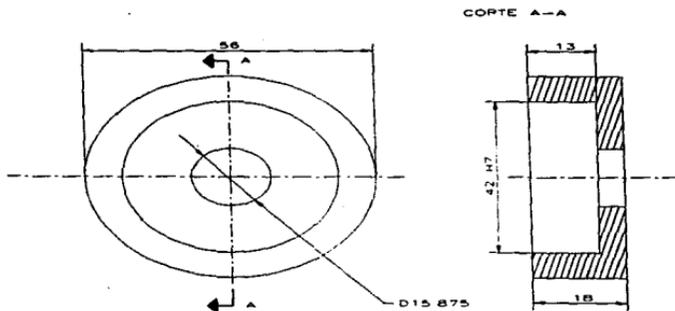
GUIA NIVELADORA DE BRAZO

REV: ING. FELIPE DIAZ

ACOT:mm

MATERIAL ACERO INOXIDABLE SAE 304

DIBUJO No.7

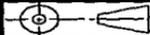


ESC: 1:1

UNAM FES-C

28/JUNIO/1996

GUILERMO DELGADO C.
RICARDO NICANOR PALMER
JUAN C. SANCHEZ ISLAS



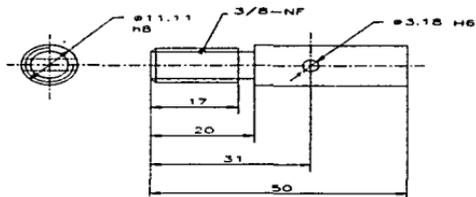
BASE PARA BALERO

REV: ING. FELIPE DIAZ

ACOT:mm

MATERIAL ACERO INOXIDABLE SAE 304

DIBUJO No.8

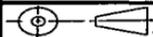


ESC: 1:1

UNAM FES-C

28/JUNIO/1996

GUILLERMO DELGADO C.
RICARDO NICANOR PALMER
JUAN C. SANCHEZ ISLAS



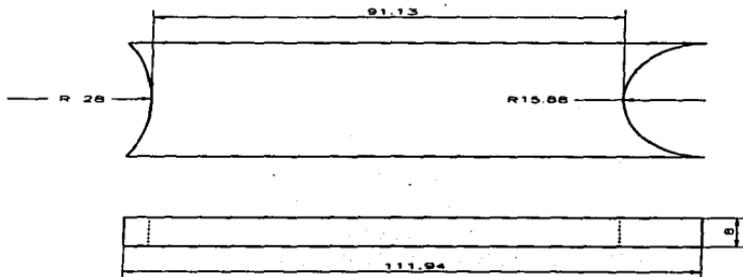
PERNO Y TORNILLO PARA BASE DE PROBTAS

REV: ING. FELIPE DIAZ

ACOT:mm

MATERIAL ACERO INOXIDABLE SAE 304

DIBUJO No.9

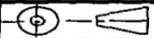


ESC: 1:1

UNAM FES-C

28/JUNIO/1996

GUILLERMO DELGADO C.
RICARDO NICANOR PALMER
JUAN C. SANCHEZ ISLAS



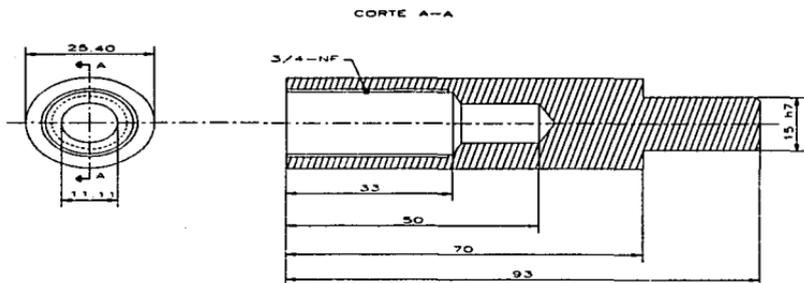
BRAZO

REV: ING. FELIPE DIAZ

ACOT: mm

MATERIAL ACERO INOXIDABLE SAE 304

DIBUJO No.10

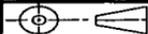


ESC: 1:1

UNAM FES-C

28/JUNIO/1996

GUILLERMO DELGADO C.
RICARDO NICANOR PALMER
JUAN C. SANCHEZ ISLAS



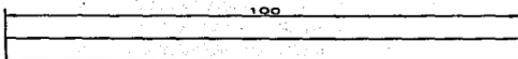
EJE SOPORTE

REV: ING. FELIPE DIAZ

ACOT:mm

MATERIAL ACERO INOXIDABLE SAE 304

DIBUJO No.11

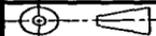


ESC: 1:1

UNAM FES-C

28/JUNIO/1996

GUILLERMO DELGADO C.
RICARDO NICANOR PALMER
JUAN C. SANCHEZ ISLAS



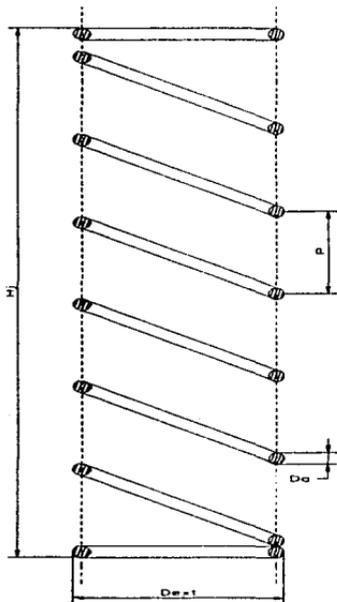
CUÑA

REV: ING. FELIPE DIAZ

ACOT:mm

MATERIAL ACERO INOXIDABLE SAE 304

DIBUJO No.12



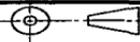
DATOS:
 DIAMETRO DEL ALAMBRE = 0.8148mm
 DIAMETRO EXTERIOR = 10.31mm
 ALTURA LIBRE $H_f = 37$ mm
 ALTURA SOLIDA $H_s = 20$ mm
 CARGA $P = 1000$ g
 PASO = 5.79mm = 6.0mm
 NUMERO DE ESPIRAS $n_{TOT} = 8$ ESPIRAS
 CONSTANTE $q = 0.08$ Kg/mm

ESC: 4:1

UNAM FES-C

28/JUNIO/1996

GUILLERMO DELGADO C.
 RICARDO NICANOR PALMER
 JUAN C. SANCHEZ ISLAS



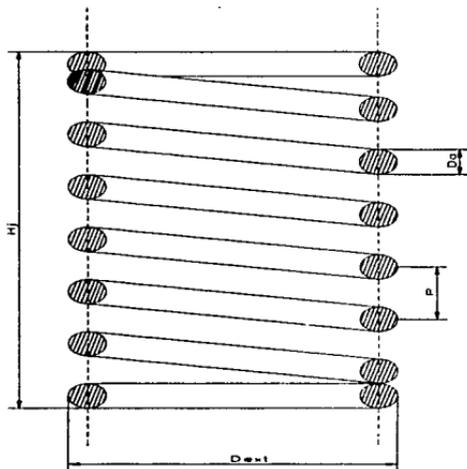
RESORTE $\varnothing 10.31$ mm

REV: ING. FELIPE DIAZ

ACOT:mm

MATERIAL ACERO INOXIDABLE SAE 304

DIBUJO No.13



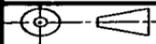
DATOS:
 DIAMETRO DEL ALAMBRE = 0.69mm
 DIAMETRO EXTERIOR = 6.35mm
 ALTURA LIBRE $H_L = 10$ mm
 ALTURA SOLIDA $H_S = 5$ mm
 CARGA $P = 1000$ g
 PASO = 1.5mm
 NÚMERO DE ESPIRAS $n_{TOT.} = 6$ ESPIRAS
 CONSTANTE $q = 0.2$ Kg/mm

ESC: 10:1

UNAM FES-C

28/JUNIO/1996

GUILLERMO DELGADO C.
RICARDO NICANOR PALMER
JUAN C. SANCHEZ ISLAS



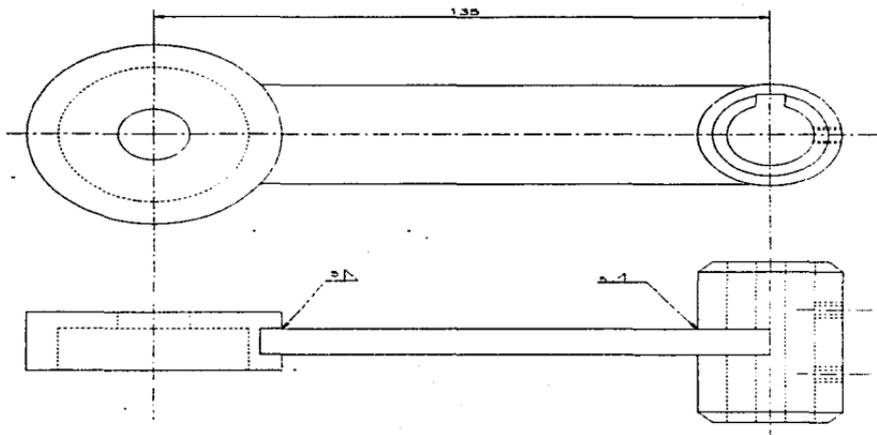
RESORTE ϕ 6.35mm

REV: ING. FELIPE DIAZ

ACOT:mm

MATERIAL ACERO INOXIDABLE SAE 304

DIBUJO No.14

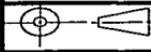


ESC: 1:0.9

UNAM FES-C

28/JUNIO/1996

GUILLERMO DELGADO C.
RICARDO NICANOR PALMER
JUAN C. SANCHEZ ISLAS

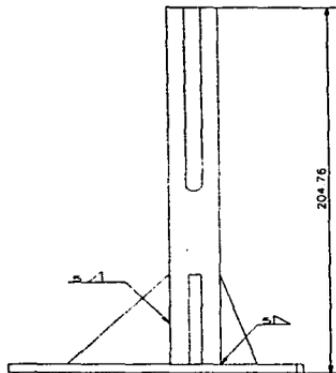
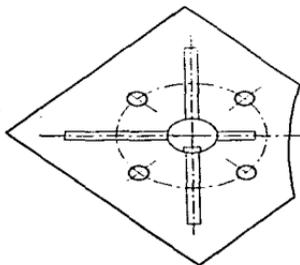


ENSAMBLE BRAZO

REV: ING. FELIPE DIAZ

ACOT:mm

DIBUJO No.15

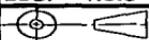


ESC: 1:0.5

UNAM FES-C

28/JUNIO/1996

GUILLERMO DELGADO C.
RICARDO NICANOR PALMER
JUAN C. SANCHEZ ISLAS

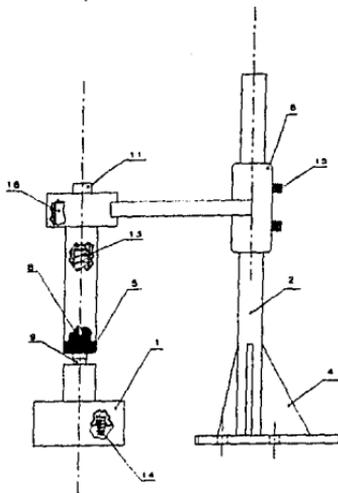
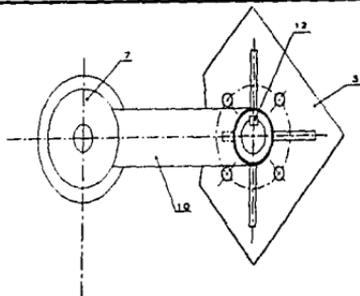


ENSAMBLE POSTE

REV: ING. FELIPE DIAZ

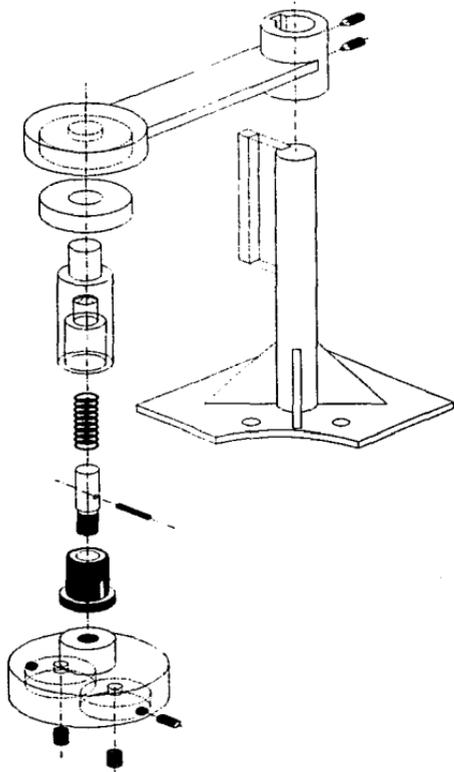
ACOT:mm

DIBUJO No.16



16	1	BALERO	SKF 6302-22
15	4	PRISIONEROS ø 3/16"	ACERO INOXIDABLE
14	2	RESORTE ø 6.35mm	ACERO INOXIDABLE SAE 384
13	1	RESORTE ø 10.31mm	ACERO INOXIDABLE SAE 384
12	1	CUÑA	ACERO INOXIDABLE SAE 304
11	1	EJE SOPORTE	ACERO INOXIDABLE SAE 304
10	1	BRAZO	ACERO INOXIDABLE SAE 304
9	1	TORNILLO PARA BASE DE PROBETAS	ACERO INOXIDABLE SAE 304
8	1	PERNO	ACERO INOXIDABLE SAE 304
7	1	BASE PARA BALERO	ACERO INOXIDABLE SAE 304
6	1	GUIA NIVELADORA DE BRAZO	ACERO INOXIDABLE SAE 304
5	1	TORNILLO DE SUJECION	ACERO INOXIDABLE SAE 304
4	4	CARTABONES	ACERO INOXIDABLE SAE 304
3	1	PLACA BASE	ACERO INOXIDABLE SAE 304
2	1	POSTE DE BRAZO GUIA	ACERO INOXIDABLE SAE 304
1	1	SUJETADOR DE PROBETAS	NYLAMID TIPO M
NO.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

ESC: 0.70:1	UNAM FES-C	28/JUNIO/1996	GUILLERMO DELDAGO C. RICARDO NICANOR P. JUAN C. SANCHEZ ISLAS
	CONJUNTO		REV. ING.FELIPE DIAZ
ACÓT: mm			DIBUJO No.17

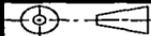


ESC: 1:0.3

UNAM FES-C

28/JUNIO/1996

GUILLERMO BELGADO C.
RICARDO NICANOR PALMER
JUAN C. SANCHEZ ISLAS



DESPIECE DEL DISPOSITIVO

REV: ING. FELIPE DIAZ

ACOT:mm

DIBUJO No.18

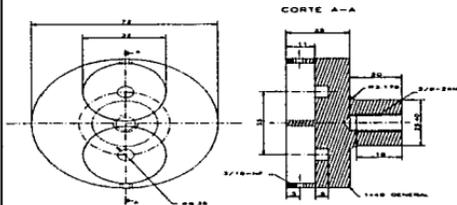
**CAPITULO VII
ANALISIS DE
MAQUINADO Y
ANALISIS DE
COSTOS**

ANALISIS DE MAQUINADO

PIEZA: SUJETADOR DE PROBETAS DE $\varnothing 1 \frac{1}{4}$ "

MATERIAL: NYLAMID

CANTIDAD: 2 PZAS.



NO.	DESCRIPCION	EQUIPO	HERRAMENTAL	PARAMETROS	TIEMPO UNITARIO	TIEMPO TOTAL
1	Cilindrado de pieza de Nylamid.	Torno paralelo Imor P-400.	-Butil de $\frac{1}{8}$ " de carburo tungsteno	Cilindrada de $\varnothing 72\text{mm}$ a $\varnothing 25,4\text{mm}$ a una longitud de 20mm.	10min	20min.
2	Hacer barreno ciego para machueado de $\varnothing 3/8$ "-NF.	Torno paralelo Imor P-400.	-Broca de centros no.2 -Broca $\varnothing 8,89\text{mm}$	Hacer barreno ciego a una profundidad de 20mm.	2min	4min
3	Hacer machueado de $\varnothing 3/8$ "-NF.	Torno paralelo Imor P-400.	-Machuelo de $\varnothing 3/8$ "-NF.	Insertar machuelo de $\varnothing 3/8$ "-NF en barreno ciego.	3min	6min
4	Refrentado de segundo lado y dar longitud final de la pieza.	Torno paralelo Imor P-400.	-Butil de $\frac{1}{8}$ " de carburo de Tungsteno.	Longitud total de la pieza es de 45mm.	8min	16min
5	Hacer 2 barrenos de $\varnothing 32\text{mm}$.	Taladro radial Mca. Mazak.	-Broca de centros no.3 -Broca de $\varnothing 32\text{mm}$ rectificada.	Hacer 2 barrenos a 180° sobre un \varnothing de 35mm al centro, de $\varnothing 32\text{mm}$ cada uno.	1min	4min
6	Hacer 2 barrenos de $\varnothing 6,35\text{mm}$.	Taladro radial Mca. Mazak.	-Broca de centros no.1 -Broca de $\varnothing 6,35\text{mm}$	Hacer 2 barrenos al centro de barrenos de 32mm con 5mm de profundidad.	1min	4min
7	Hacer 2 barrenos de $\varnothing 3/16$ " laterales.	Taladro radial Mca. Mazak.	-Broca de centros no.1 -Broca de $\varnothing 3/16$ "	Hacer 2 barrenos pasados de $\varnothing 3/16$ ".	1min	4min
8	Hacer 2 machueados de $\varnothing 3/16$ "-NF.	Manual.	-Machuelo de $\varnothing 3/16$ "-NF -Maneral	Insertar machuelo de $\varnothing 3/16$ "-NF en barrenos	1min	4min

ANALISIS DE MAQUINADO

PIEZA: POSTE DE BRAZO GUIA

MATERIAL: ACERO INOXIDABLE SAE 304

CANTIDAD: 2 PZAS.



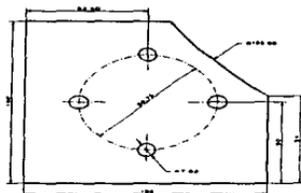
NO.	DESCRIPCION	EQUIPO	HERRAMENTAL	PARAMETROS	TIEMPO UNITARIO	TIEMPO TOTAL
1	Retrenado de pieza de Ø 19.05mm	Torno paralelo Imor P-400	--Butil de carburo tungsteno 1/2" de	Retrenado de pieza de Ø19.05mm	2min	4min
2	Retrenado segundo lado y dar longitud final.	Torno paralelo Imor P-400	-Butil de carburo tungsteno 1/2" de	Retrenado de pieza de Ø19.05mm y longitud de 200mm	2min	4min
3	Fresado de cuñero cuadrado.	Fresadora Universal Mca. Bridgeport.	-Cortador helicoidal de Ø 6.35mm de 4 gavilanes.	Hacer cuñero cuadrado de 6.3mmx3.17mm de 100mm de longitud.	30min	60min

ANALISIS DE MAQUINADO

PIEZA: PLACA BASE

MATERIAL: ACERO INOXIDABLE SAE 304

CANTIDAD: 2 PZAS.



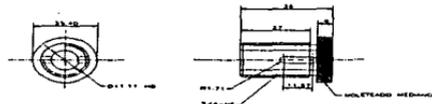
NO.	DESCRIPCION	EQUIPO	HERRAMENTAL	PARAMETROS	TIEMPO UNITARIO	TIEMPO TOTAL
1	Corte de placa y radio de placa.	-Manual.	-Arco y segueta manual. -Lima muse.	Corte de placa rectangular de 100mmX105mm y radio de 158.85mm a 45° de la placa.	60min	120mm
2	Hacer 4 barrenos pasados a 90° cada uno al centro sobre un \varnothing 58.75mm.	-Taladro Radial Mca. Mazak.	-Broca de \varnothing 7.32mm	Hacer 4 barrenos pasados a 90° cada uno al centro sobre un \varnothing 58.75mm de \varnothing 7.32mm.	1min	8min

ANALISIS DE MAQUINADO

PIEZA: TORNILLO DE SUJECCION.

MATERIAL: ACERO INOXIDABLE SAE 304.

CANTIDAD: 2 PZAS.



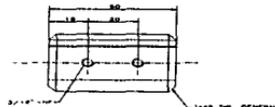
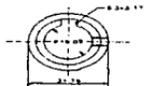
NO.	DESCRIPCION	EQUIPO	HERRAMENTAL	PARAMETROS	TIEMPO UNITARIO	TIEMPO TOTAL
1	Refrentado material $\varnothing 25.4\text{mm}$.	Torno CNC Hitachi Mod. H18	Seiki -Pastilla Sandvik tipo CMNG 120808 QM.	Refrentar material de $\varnothing 25.4\text{mm}$.	30seg	1min
2	Cilindrado material.	Torno CNC Hitachi Mod. H18	Seiki -Pastilla Sandvik tipo DNMG 120808 QM.	Cilindrar barra de $\varnothing 25.4\text{mm}$ a 19.05mm a una longitud de 30mm .	20seg	40seg
3	Hacer cuerda de $\varnothing 3/4''\text{-NF}$.	Torno CNC Hitachi Mod. H18	Seiki -Pastilla Sandvik Tipo R166.6150408 QM.	Hacer cuerda de $\varnothing 3/4''\text{-NF}$ a una longitud de 27mm sobre $\varnothing 19.05\text{mm}$.	15seg	45seg
4	Hacer barreno pasado.	Torno CNC Hitachi Mod. H18	Seiki -Broca de centros no.2. -Broca especial de $\varnothing 11.11\text{mm}$.	Hacer barreno pasado al centro de $\varnothing 11.11\text{mm}$ con ajuste H8.	10seg	30seg
5	Voltear pieza, refrentar y dar longitud final de la pieza.	Torno CNC Hitachi Mod. H18	Seiki -Pastilla Sandvik tipo CMNG 120808 QM	Refrentar material de $\varnothing 25.4\text{mm}$ y una longitud de 36mm .	10seg	30seg
6	Hacer moleteado.	Torno CNC Hitachi Mod. H18	Seiki -Moldeador mediano de 2 carrillas.	Moldeado mediano a una longitud de 6mm .	30seg	1.5min
7	Hacer ranura en ambos lados de la pieza.	Fresadora Universal Bridgeport.	Mca. -Cortador helicoidal de $\varnothing 1/8''$ de 4 gevitanes.	Hacer ranura de 11.57mm de largo y de $\varnothing 3.42\text{mm}$.	10min	20min

ANALISIS DE MAQUINADO

PIEZA: GUIA NIVELADORA DE BRAZO.

MATERIAL: ACERO INOXIDABLE SAE 304.

CANTIDAD: 2 PZAS.



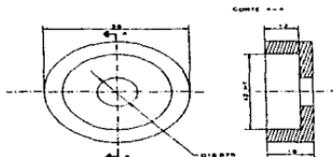
NO.	DESCRIPCION	EQUIPO	HERRAMENTAL	PARAMETROS	TIEMPO UNITARIO	TIEMPO TOTAL
1	Refrentado de pieza de \varnothing 31.75mm.	Torno CNC Hitachu Seiki Mod. H18	-Pastilla Sandvik tipo CMNG 120808 QM	Refrentar material de \varnothing 31.75mm.	30 seg	1min
2	Hacer barreno pasado .	Torno CNC Hitachi Seiki Mod. H18	-Broca de centros no.2 -Broca de \varnothing 19.05mm	Hacer barreno con broca de centros no.2 al centro de la pieza para barreno de \varnothing 19.05mm a una longitud de 50mm.	1min	2min
3	Refrentado de segundo lado y dar longitud total de la pieza.	Torno CNC Hitachi Seiki Mod. H18	-Pastilla Sandvik tipo CMNG 120808 QM.	Refrentar material de \varnothing 31.75mm y dar a la pieza una longitud de 50mm.	30 seg	1min
4	Hacer cuñero cuadrado .	Mortajadora Urpe Mod. T5	-Burl de Cobalto de 1/4"	Hacer un cuñero cuadrado de 6.3mmX3.17mm en el interior de la pieza.	15min	30min
5	Hacer dos barrenos pasados.	Taladro Radial Mca. Mezak	-Broca de centros no.2 -Broca de \varnothing 3/16"	Hacer 2 barrenos pasados a 90° del cuñero de \varnothing 3/16".	1min	2min
6	Hacer machuelesados de \varnothing 3/16"-NF.	Manual	-Machuelo de \varnothing 3/16"-NF	Hacer dos machuelos de \varnothing 3/16"-NF.	3min	6min

ANALISIS DE MAQUINADO

PIEZA: BASE PARA BALERO.

MATERIAL: ACERO INOXIDABLE SAE 304.

CANTIDAD: 2 PZAS.



NO.	DESCRIPCION	EQUIPO	HERRAMENTAL	PARAMETROS	TIEMPO UNITARIO	TIEMPO TOTAL
1	Refrentado de pieza de $\varnothing 56,00\text{mm}$.	Torno CNC Hitachi Mod. H18 Seiki	-Pastilla Sandvik tipo CMNG 120808 QM	Refrentar material de $\varnothing 56\text{mm}$.	30 seg	1min
2	Hacer caja para balero y barreno para flecha.	Torno CNC Hitachi Mod. H18 Seiki	-Pastilla Sandvik tipo DMNG 120808 QM para barra de interiores. -Broca $\varnothing 15,875\text{mm}$.	Hacer barreno pasado de $\varnothing 15,875\text{mm}$. y Caja para balero de 42mm con ajuste H7 a una profundidad de 13mm .	2min	4min
3	Refrentado de segundo lado de pieza de y dar longitud total de 18mm .	Torno CNC Hitachi Mod. H18 Seiki	-Pastilla Sandvik tipo CMNG 120808 QM	Refrentar material de $\varnothing 56\text{mm}$ y dar longitud final de 18mm .	30 seg	1min

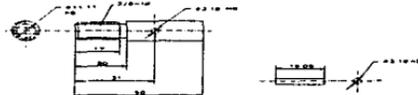
ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

ANALISIS DE MAQUINADO

PIEZA: PERNO Y TORNILLO PARA BASE DE PROBETAS.

MATERIAL: ACERO INOXIDABLE SAE 304.

CANTIDAD: 2 PZAS.



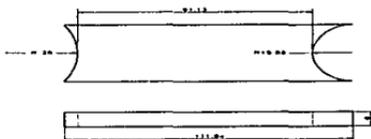
NO.	DESCRIPCION	EQUIPO	HERRAMENTAL	PARAMETROS	TIEMPO UNITARIO	TIEMPO TOTAL
1	Refrentado de pieza de $\varnothing 19.0\text{mm}$ y cilindrado de barra a $\varnothing 11.11\text{mm}$.	Torno CNC Hitachi Mod. H18 Seiki	-Pastilla Sandvik tipo CMNG 120808 QM. -Pastilla Sandvik tipo DNMG 1208080M.	Refrentar material de $\varnothing 19.05\text{mm}$ y cilindrar barra a $\varnothing 11.11\text{mm}$ con ajuste H8.	30 seg	1min
2	Cilindrado de barra a $\varnothing 9.525\text{mm}$ y hacer cuerda externa de $\varnothing 3/8''\text{-NF}$.	Torno CNC Hitachi Mod. H18 Seiki	-Pastilla Sandvik tipo DNMG 120808 QM. -Pastilla Sandvik tipo R166 C 120808QM para cuerdas externas.	Cilindrar barra a $\varnothing 9.525\text{mm}$ a una longitud de 20mm para hacer cuerda de $\varnothing 3/8''\text{-NF}$ de una longitud de 17mm.	1min	2min
3	Refrentado de segundo lado y dar longitud final de la pieza.	Torno CNC Hitachi Mod. H18 Seiki	-Pastilla Sandvik tipo CMNG 120808 QM	Refrentar pieza y dar una longitud final de 50mm.	30seg	1min
4	Hacer barrenos para perno de $\varnothing 3.18\text{mm}$.	Torno CNC Hitachi Mod. H18 Seiki	-Broca de $\varnothing 3.18\text{mm}$.	Hacer barrenos pasado de $\varnothing 3.18\text{mm}$ con ajuste H8 para perno.	1min	2min
5	Perno de $\varnothing 3.18\text{mm}$ con ajuste n5 de una longitud de 19.05mm.	Manual	-Arco con segueta.	Cortar barra de perno de $\varnothing 3.18\text{mm}$ con ajuste n5 de una longitud de 19.05mm.	3min	6min

ANALISIS DE MAQUINADO

PIEZA: BRAZO.

MATERIAL: ACERO INOXIDABLE SAE 304.

CANTIDAD: 2 PZAS.



NO.	DESCRIPCION	EQUIPO	HERRAMENTAL	PARAMETROS	TIEMPO UNITARIO	TIEMPO TOTAL
1	Corte de pieza .	Manual.	-Arco y segueta.	Corte de pieza a una longitud total de 111.94mm.	20min	40min
2	Rectificado de pieza a longitudes finales.	Torno Paralelo Imor P-400	-Butil de carburo de tungsteno de 1/4" de plg.	Rectificado de laterales y partes superiores de la pieza a un espesor de 8mm.	15min	30min
3	Hacer radios laterales de la pieza.	Taladro columna Mca. Mazek.	-Broca de 15.8mm de radio. -Broca de 28mm de radio.	Hacer radios laterales de 15.8mm y 28mm.	1min	2min

ANALISIS DE MAQUINADO

PIEZA: EJE SOPORTE.

MATERIAL: ACERO INOXIDABLE SAE 304.

CANTIDAD: 2 PZAS.



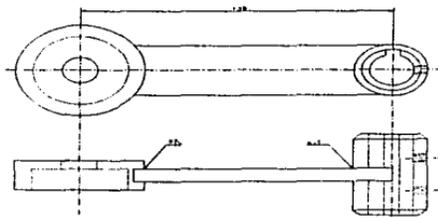
NO.	DESCRIPCION	EQUIPO	HERRAMENTAL	PARAMETROS	TIEMPO UNITARIO	TIEMPO TOTAL
1	Refrentado de pieza de \varnothing 25.40mm y cilindrado de barra a \varnothing 15mm con ajuste h7.	Torno CNC Hitachi Seiki Mod. H18	-Pastilla Sandvik tipo CMNG 120808 QM. -Pastilla Sandvik tipo DNMG 120808 QM.	Refrentar material de \varnothing 25.4mm y cilindrar barra a \varnothing 15mm con ajuste h7 a una longitud de 23mm	30 seg	1min
2	Refrentado de segundo lado y dar longitud final de la pieza.	Torno CNC Hitachi Seiki Mod. H18	-Pastilla Sandvik tipo CMNG 120808 QM.	Refrentado de barra de \varnothing 25.4mm y dar una longitud final de 93mm.	30seg	1min
3	Hacer 2 barrenos ciegos al centro de la pieza.	Torno CNC Hitachi Seiki Mod. H18	-Broca de centros no.2 -Broca de \varnothing 11.11mm. -Broca de \varnothing 19.05mm.	Hacer dos barrenos ciegos al centro \varnothing 11.11mm a una profundidad de 50mm y \varnothing 19.05mm a una profundidad de 33mm.	2min	4min
4	Hacer machuelo de \varnothing 3/4"-NF.	Torno CNC Hitachi Seiki Mod. H18	-Machuelo de \varnothing 3/4"-NF.	Insertar machuelo de \varnothing 3/4"-NF al centro de la pieza.	2min	4min

ANALISIS DE MAQUINADO

**PIEZAS: CUÑA, RESORTES DE NIVELACION,
ENSAMBLES DE BRAZO Y POSTE.**

MATERIAL: ACERO INOXIDABLE SAE 304.

CANTIDAD: 2 PZAS.



NO.	DESCRIPCION	EQUIPO	HERRAMENTAL	PARAMETROS	TIEMPO UNITARIO	TIEMPO TOTAL
1	Cuña Corte de material	Manual	-Arco y Segueta	Cortar pieza a una longitud de 100mm.	3min	6min
1	Resorte de Ø 10.31mm	.....	.....	.....	.....	.....
1	Resorte de Ø 6.35mm	.....	.....	.....	.....	.....
1	Ensamble de brazo	Máquina para soldar Mca. Issa 300 Amp.	-Electrodos de soldadura para acero inoxidable AWS E308L-16 de Ø3/32" -Escuadras de 12"	Alinear y soldar elementos que conforman al brazo.	3hrs.	6hrs.
1	Ensamble de poste	Máquina para soldar Mca. Issa 300 Amp.	-Electrodos de soldadura para acero inoxidable AWS E308L-16 de Ø3/32" -Escuadras de 12".	Alinear y soldar elementos que conforman al poste.	1hrs.	2hrs.

*Nota: Los resortes fueron fabricados de manera independiente.

ANALISIS DE COSTOS DE MAQUINADO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL.
Tiempo total de maquinado del dispositivo de sujeción.	23 hrs. 44min.	\$80.00	\$1898.40
Tiempo total de horas hombre.	14 hrs.	\$15.00	\$ 210.00
Costo de hora maquina.			
Costo de hora hombre.			
COSTO TOTAL DE MAQUINADO DEL DISPOSITIVO.....			\$2104.40

ANALISIS DE COSTOS DE MATERIALES

MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO
Nylamid.	50 cm	197.37
Acero Inoxidable SAE 304.	12 kg	450.00
Baleros.	2 pzas.	96.00
Soldadura.	½ kg	20.00
Tornilleria General.	20 pzas.	45.00
Fabricación de Resortes.	8 pzas.	200.00
COSTO TOTAL DE MATERIALES.....		\$1008.37
COSTO TOTAL DEL DISPOSITIVO.....		\$3112.77

CAPITULO VIII

PRUEBAS

7. PRUEBAS

Con el proposito de comprobar que el dispositivo mecánico de sujeción sirviera, para el pulido de probetas metalográficas, se hicieron pruebas con diferentes materiales. Los materiales utilizados fueron acero coled rolled, latón, aluminio y acero inoxidable.

Las pruebas consistieron en:

- 1.-Corte de la muestra.
- 2.-Desbaste de la muestra (con papel lija de número 150, 280, 400, y 600).
- 3.-Pulido (utilizandose el dispositivo).
- 4.-Ataque metalográfico.
- 5.-Observación al microscopio (sacandose fotos).

7.1 PRUEBA 1. ACERO BAJO CARBONO.

La prueba se inicio con el corte de cuatro probetas de una barra de 1/2" (12.7mm) de diámetro. Después se desbastaron las cuatro probetas con papel abrasivo, empezando con el número 150, despues 280, 400 y terminar con 600 (tomando en cuenta las precauciones antes mencionadas). Posteriormente se montaron en el dispositivo mecánico de sujeción las 4 probetas desbastadas, y se pulieron. Este pulido consistio en cuatro periodos de 15 minutos en donde se estuvieron examinando las muestras. Donde se le suministro un pequeño chorro de agua constante; y el abrasivo, que fue alúmina se le suministro cada 4 minutos. La alúmina suministrada fue de dos tipos, una gruesa y una fina. Al terminarse el pulido y comprobandose en el microscopio, que el pulido fue satisfactorio, el siguiente paso fue, el ataque químico o metalográfico. Este ataque metalográfico consistio en preparar el reactivo llamado nital y sumergir las probetas en el

reactivo sin tocar el fondo las caras pulidas y moviendolas en forma circular. El tiempo que estuvieron sumergidas fue de 10 seg. Posteriormente se lavarón con agua y se limpiarón con alcohol, para poderse observar en el microscopio. Y los resultados fueron muy satisfactorios, tanto en el pulido, como en el ataque metalográfico, vea figuras 7.1, 7.2, 7.3 y 7.4; Tomadas con un aumento de 10X. La figura 7.1, muestra el pulido intermedio, con un tiempo de pulido de 15 minutos; la figura 7.2 muestra el pulido acabado; la figura 7.3 y 7.4 muestra las probetas atacadas.

OBSERVACIONES:

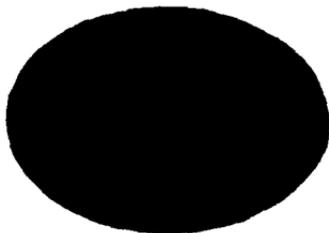


FIGURA 7.1

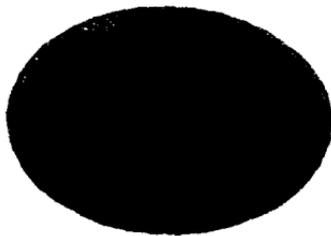


FIGURA 7.2

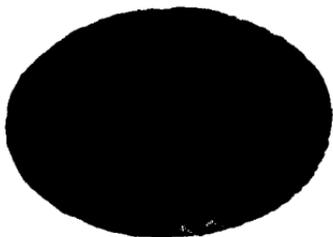


FIGURA 7.3

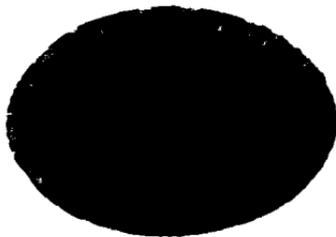


FIGURA 7.4

7.2 PRUEBA 2. LATON.

La prueba se inicio con el corte de cuatro probetas de una barra de 1/2" (12.7mm) de diámetro. Después se desbastaron las cuatro probetas con papel abrasivo, empezando con el número 150 hasta terminar con 600 (tomando cuenta las precauciones antes mencionadas). Posteriormente se montaron en el dispositivo mecánico de sujeción las 4 probetas desbastadas, y se pulieron. Este pulido consistio en cuatro periodos de 10 minutos donde se estuvieron examinando las muestras. En el periodo de pulido se le estuvo suministrando un pequeño chorro de agua constante, y el abrasivo que fue alúmina se le suministro cada 5 minutos. La alúmina suministrada fue de dos tipos, una gruesa y una fina. Al terminarse el pulido y comprobandose en el microscopio, que el pulido fue satisfactorio, el siguiente paso fue, el ataque químico o metalográfico. Este ataque metalográfico consistio en preparar el reactivo llamado cloruro ferrico a un 10% más agua , y se sumergirón las probetas en el reactivo sin tocar el fondo las caras pulidas y moviendolas en forma circular. El tiempo que estuvieron sumergidas fue de 20

seg. Posteriormente se lavarón con agua y se limpiarón con alcohol, para poderse observar en el microscopio. Y los resultados fuerón muy satisfactorios, tanto en el pulido, como en el ataque metalográfico, vea figuras 7.5 y 7.6 para pulido, 7.7 y 7.8 para ataque químico (tomadas con un aumento de 10X en el pulido y 40X en el ataque).

OBSERVACIONES:



FIGURA 7.5

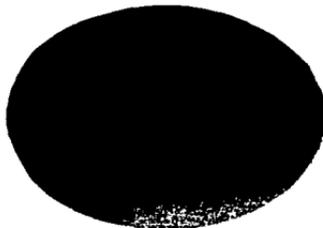


FIGURA 7.6



FIGURA 7.7



FIGURA 7.8

7.3 PRUEBA 3. ALUMINIO.

La prueba se inicio con el corte de cuatro probetas de una barra de 1/2" (12.7mm) de diámetro. Después se desbastarán las cuatro probetas con papel abrasivo, empezando con el número 150, despues 280, 400 y terminar con 600 (tomando encuesta las precauciones antes mencionadas). Posteriormente se montarán en el dispositivo mecánico de sujeción las 4 probetas desbastadas, y se pulieron. Este pulido consistio en seis periodos de 10 minutos, donde se estuvieron examinando las muestras. En la operación del pulido se le suministro un pequeño chorro de agua constante; y el abrasivo, que fue alúmina se le suministro cada 5 minutos. La alúmina suministrada fue de dos tipos, una gruesa y una fina. Al estar verificando la muestra cada 10 minutos y cambiando el paño por uno diferente o nuevo, se noto, que no habia avance en el pulido, debido a que la pieza se rayaban. Es por ello que se lleo a la conclusión de que el dispositivo no será apropiado para muestras de aluminio.

7.4 PRUEBA 4. ACERO INOXIDABLE SAE-304.

La prueba se inicio con el corte de una barra de sección circular de diámetro 3/4", que se maquino en el torno a un diámetro de 1/2" (12.7mm) de diámetro y se corto a una altura de 20 mm, para cuatro muestras o probetas. Despues se desbastarán las cuatro probetas con papel abrasivo, empezando con el número 150, después 280, 400 y terminar con 600 (tomando encuesta las precauciones antes mencionadas). Posteriormente se montarán en el dispositivo mecánico de sujeción las 4 probetas desbastadas, y se pulieron. Este pulido consistio en seis periodos de 15 minutos en donde se estuvieron

examinando las muestras. En la operación del pulido se le suministro un pequeño chorro de agua constante; y el abrasivo que fue alúmina, se le suministro cada 4 minutos. La alúmina suministrada fue de dos tipos, una gruesa y una fina. Al terminarse el pulido (vea figura 7.9 y 7.10) y comprobándose en el microscopio, que el pulido fue satisfactorio, el siguiente paso fue, el ataque químico o metalográfico. Este ataque metalográfico consistió en preparar el reactivo llamado de Vilella y sumergir las probetas en el reactivo sin tocar el fondo las caras pulidas y moviendolas en forma circular. El tiempo que estuvieron sumergidas fue de 30 seg. Posteriormente se lavarón con agua y se limpiarón con alcohol, para poderse observar en el microscopio. Y los resultados fueron satisfactorios aunque no del todo, ya que la muestra no revela bien su microestructura pero fue suficiente para el ensayo metalográfico (vea figuras 7.11 y 7.12 previamente atacadas).

Posteriormente se volvió a pulir con un tiempo de aproximadamente 60 minutos. Al estar debidamente pulida, se le hizo un nuevo ataque. Este ataque fue térmico, debido a que se metieron las probetas a la mufla a una temperatura de 500°C en un tiempo de aproximadamente de 30 minutos. Posteriormente se saco la muestra y se espero a que se enfriará, para poder observarla en el microscopio. Ya al ser observada en el microscopio, se obtuvieron muy buenos resultados, en la visualización de su microestructura.

OBSERVACIONES:

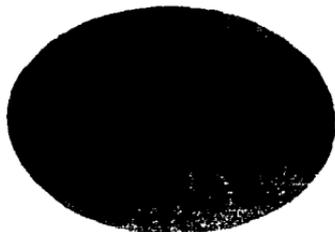


FIGURA 7.9

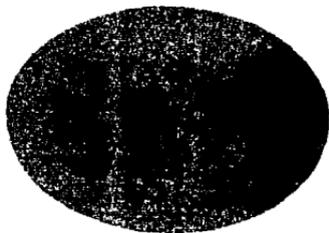


FIGURA 7.10

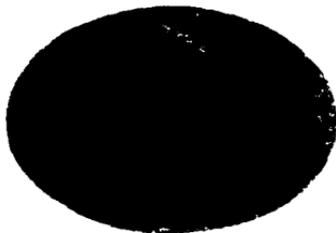


FIGURA 7.11

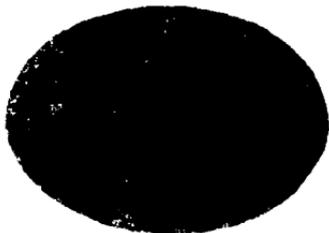


FIGURA 7.12

También se estuvieron probando diferentes tipos de paños en los distintos tipos de materiales que se utilizarón. Se probarón con tres tipos de tejidos, que fuerón el paño de lana, el terciopelo con base sintética y el microcloth; este último vendido y recomendado por la marca Behuler (empresa dedica a la venta de aparatos para ensayos metalográficos). Por tanto se llegó a la conclusión de que el más apropiado para las pruebas fué el paño de lana, pues los otros perdián rapidamente el pelo y rayaban a las probetas (principalmente a los metales suaves) Un observación importante es que en cada cambio de probetas se exige la utilización de un paño nuevo, para asegurar un pulido uniforme y evitar rayaduras.

Otra prueba que se observó, fué la presión o fuerza que da el resorte a las probetas con el disco pulidor, ya que el resorte influye mucho en el giro del disco sujetador de probetas, es por ello que a una presión mínima, no existirá giro, sólo un pequeño movimiento, trayendo como consecuencia rayaduras, formación de arrastre de inclusiones (colas de cometa) y por consiguiente sin giro en el sujetador de las probetas. Ahora bién si la presión es excesiva o máxima el disco girara bién, pero traera como consecuencia para el caso de los materiales suaves (latón, aluminio, etc.) un sobrecalentamiento, produciendoce una opacación en las caras de las probetas, en pocas palabras la cara pulida es quemada y por tanto la muestra no nos sirve así.

CAPITULO IX

CONCLUSIONES

8. CONCLUSIONES

De este proyecto de Tesis, se concluye lo siguiente:

1) Se realizó el objetivo principal, para el cual fue encaminado el proyecto. Ya que este dispositivo es capaz de pulir las superficies de diferentes tipos de materiales, obteniendo las superficies adecuadas para el estudio metalográfico.

2) Con este dispositivo se obtiene la ventaja de pulir dos o cuatro probetas al mismo tiempo.

3) Se aplica una presión uniforme en la superficie de las probetas para que no se presente un pulido discontinuo en las mismas.

4) Con respecto a las ventajas obtenidas se minimizó el tiempo de pulido considerablemente en comparación al método anterior, ya que este se llevaba a cabo manualmente y con la desventaja de obtener superficies discontinuas, además de tener riesgos para el usuario.

5) Los materiales utilizados en este diseño cumplieron con las condiciones a que fueron sometidos, tales como corrosión, fricción, peso entre otros. Por lo tanto se obtuvo un máximo rendimiento de los materiales.

6) El funcionamiento del dispositivo fue satisfactorio debido a que se pudo obtener el giro en el disco sujetador de probetas, ya que esta será una característica indispensable para el

pulido; de no haberse logrado esta característica el dispositivo no cumpliría con las condiciones de pulido, para sus estudio metalográfico.

7) En base a las pruebas obtenidas con diferentes tipos de materiales se concluye que este dispositivo cumple satisfactoriamente las condiciones de pulido. Y por lo tanto su diseño, construcción y funcionalidad fue satisfactoria.

BIBLIOGRAFIA

9.-BIBLIOGRAFIA.

- Greaves, "Metalografía Microscopica Practica".
- Calvo, "Metalografía Práctica".
- Sturla, "Metalografía Microscopica".
- Avner, "Introducción a la Metalurgia Fisica", Mac Graw-Hill..
- C. Chausen, "Metalurgia", tomo 1, URMO.
- Pedro Cobo Velasco, "Laboratorio de Metalurgia", UNAM.
- Daniel a. Brand, "Metallurgy Fundamentals".
- Neely, "Practical Metallurgy and Materials of Industry".
- G. Nieman, "Elémentos de Máquinas", V1, Labor.
- Faires, "Diseño de elementos de Máquinas", Mc Graw-Hill.
- Jorge Diaz aguilar, Sergio H. Zapata, "Resistencia de Materiales", Limusa.
- Hearn, "Resistencia de Materiales", Interamericana.
- A.S.T:M., "Manuales Especializados".
- SKF, "Manual General de Rodamientos".
- Palmgren, "Técnicas de Rodamientos de Bolas y de Rodillos".
- A. Bernardo de Quiroz, "Calculo Rápido de Muelles", Labor.
- Henry Ford, "Teoria del Taller".
- Kozhevnikov, Mecanismos, Gustavo Gili S.A.
- Chevalier, "Dibujo Industrial".
- Lawrence e. Doyle, Karl Keyser, Materiales de Procesos de Manufactura, Prentince-hill.
- M. Dechmlow, "Diseño Mecánico", Trillas.
- A.S.T:M, "Metals Handbook", V.10.