



“Manual de procedimientos para la recepción y control de calidad de materiales metálicos ferrosos y no ferrosos, para la industria metalmecánica, basándose en ensayos mecánicos, físicos, químicos”

PROYECTO PREPARADO PARA LA

FACULTAD DE INGENIERIA.

PARA OPTAR AL GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO.

PRESENTADO POR:



WALTER ENRIQUE BAUTISTA BENAVIDES

PEDRO LUIS MAGAÑA MAGAÑA

MILTON ARSENIO SANTOS RIVAS

ABRIL DE 2002
SOYAPANGO, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA

RECTOR:

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. MARIO OLMOS

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

ING. CARLOS BRAN

ASESOR

ING. JORGE DUQUE



JURADOS

ING. SATURNINO GAMEZ

ING. ROBERTO FALCONIO



Manual de procedimientos para la recepción y control de calidad de materiales metálicos ferrosos y no ferrosos, para la industria metalmeccánica, basándose en ensayos mecánicos, físicos, químicos.

JURADOS

Saturnino Gamez

ING. SATURNINO GAMEZ

Roberto Falconio

ING. ROBERTO FALCONIO



ASESOR

Jorge Duque

ING. JORGE DUQUE

I. Introducción	1
II. Antecedentes	3
III. Importancia	9
IV. Metodología	10
V. Análisis conceptual	12
1. Propiedades de los materiales	13
1.1 Terminología	13
1.2 Microestructuras.	14
2. Productos Siderúrgicos.	24
2.1 Los metales	24
2.2 Productos siderúrgicos	26
3. Generalidades de los Ensayos de materiales	38
3.1 Objeto	38
3.2 Clasificación	38
4. Ensayos de propiedades mecánicas destructivos	40
4.1 Ensayos de dureza	40
4.2 Ensayo de Tracción	50
4.3 Ensayo de Compresión	69
4.4 Ensayo de flexión	72
4.5 Ensayo de Torsión	76
4.6 Ensayo de cortadura	76
5. Ensayos dinámicos	77
5.1 Ensayo de resistencia al choque.	77
5.2 El Ensayo de Fatiga.	81
6. Ensayos tecnológicos	83
6.1 Ensayo de plegado	83
6.2 Ensayo de embutición	83
7. Normas de Referencia para la realización de los ensayos mecánicos	85
7.1 Normas Españolas(UNE)	85
7.2 Normas Norte Americas (ASTM)	87
VI. Muestreo de los materiales	88
1. Objetivos del muestreo de materiales	89
2. Metodología de la Investigación	90
3. Determinación de Universo.	94
3.1. Calculo del tamaño de la muestra	94
3.2. Determinación de la empresa a encuestar	96

3.3. Análisis de resultados de las encuestas.	97
4. Selección y adquisición de materiales	100
4.1 Características de los materiales seleccionados	102
5. Dimensionamiento y selección de las probetas.	118
5.1 Dimensión de las probetas de tracción	118
5.2 Probetas de resiliencia.	119
5.3 Identificación y orientación de las probetas	120
6. Características de la realización de los ensayos.	122
Módulos de gestión de movimientos y ciclos de ensayos	123
6.1 Reglas utilizadas para expresar algunas especificaciones numéricas en los ensayos realizados.	131
6.2 Equipo de ensayo utilizado	134
7 Costos de ensayos realizados.	139
7.1 Costos de los ensayos de tracción	140
7.2 Costos de los ensayos de resiliencia	141
7.3 costos de los ensayos de dureza	142
7.4 Gosto total de ensayos.	143
7.5 Comparación de costos de ejecución de ensayos	143
8. Resultados de los ensayos	144
8.1 Registros resultados de los ensayos	144
8.2 Resultados de ensayo de tracción	150
8.3 Resultados de ensayos de resiliencia	151
8.4 Resultados de ensayos de dureza	152
8.5 Resultados de los ensayos de espectrometría	153
8.6 Informes de los ensayos	156
VII. Procedimientos	157
II. INTRODUCCIÓN	158
III. ESTRUCTURA DE LOS PROGEDIMIENTOS	159
PROCEDIMIENTOS	
1. Procedimiento para establecer las Condiciones técnicas generales de suministro de productos metálicos.	161
2. Procedimiento para las Inspecciones, mediciones y ensayos a la recepción	176
3. Procedimiento para establecer la documentación para inspecciones en productos metálicos.	188
4. Certificados y certificación de Productos siderúrgicos	193
5. Toma de muestras y preparación de probetas para ensayos mecánicos de productos de aceros laminados y forjados.	208
6. Identificación de la orientación de las probetas para ensayos mecánicos.	211
7. Procedimiento para la ejecución del ensayo de tracción a temperatura ambiente.	218
8. Ensayo de flexión por Choque sobre probeta Charpy.	240
9. Procedimiento para el ensayo de dureza Rockwell	247

10 Procedimiento para el ensayo de dureza Brinell	251
11 .Procedimiento para el ensayo de dureza Vickers	256
12. Características de suministro y recepción de los principales productos metálicos	
1. Condiciones de suministro de aceros inoxidables, forjados y laminados de uso general.	265
2. Condiciones técnicas de suministro y recepción de acero aleados para temple y revenido	266
3. Condiciones técnicas de suministro y recepción de aceros para cementar	268
4. Condiciones técnicas de suministro y recepción de aceros inoxidables de barras, alambρόn y piezas.	273
5. Condiciones técnicas de suministro y recepción de aceros no aleados para temple y revenido.	274
6. Condiciones técnicas de suministro y recepción de productos laminados en caliente, de aceros no aleados, para construcciones metálicas de uso general.	275
Apéndice 1	277
VIII. Observaciones	279
IX. Conclusiones	281
X Bibliografía	283
XI. Índice de referencias	286
XII Designaciones	287
XIII. Glosario	289
IX Anexos.	303
Anexo 1 : Productos elaborados por las empresa del grupo 3811	
Anexo 2 : Productos elaborados por las empresas del grupo 3812	
Anexo 3 : Productos elaborados por las empresas del grupo 3813	
Anexo 4 : Productos elaborados por las empresas del grupo 3821	
Anexo 5: Encuesta.	
Anexo 6 : Características de los materiales según indicacionesde los distribuidores.	
Anexo 7 : Dimensiones de los materiales distribuidos en el mercado nacional	
Anexo 8 : Informes de ensayos de Tracción	
1. Acero 1020	
2. Acero 1045	
3. Acero 4340	
4. Aceros 304	
5. Aluminio	
6. Bronce	
Anexo 9 . Informes de ensayos de Dureza	

I. Introducción

Conscientes de que el desarrollo del país necesita de la elaboración de estructuras y piezas de buena calidad. Se ha elaborado el presente proyecto de graduación en búsqueda de colaborar en la interpretación de resultados en los ensayos de materiales metálicos, además contribuir con el conocimiento de las normativas he interpretación de estas para el suministro de materiales de la industria metalmecánica.

Definitivamente que el proceso para obtener productos que satisfagan las necesidades y expectativas del consumidor (usuario) durante toda su vida útil se ve afectada por diversos factores. Desde el planteamiento y el diseño del producto hasta los tipos de materias primas empleados que afectan la calidad.

La problemática en que se encuentra la industria metalmecánica es muy compleja, siendo uno de los factores que complican esta situación la calidad e identificación de propiedades, así como las características de la materia prima.

La mayoría de los distribuidores nacionales no garantizan las propiedades de sus materiales, lo que si hacen es aclararle al cliente que sus proveedores les proporcionan a lo sumo el catalogo de los materiales que ellos compran; por lo tanto, no se conoce la calidad real del producto, por que para conocerlo es necesario que se corroboren las características o propiedades del material o producto, y así el cliente o usuario este seguro del tipo de material ha usar.

Una manera de garantizar por parte de los distribuidores nacionales la calidad de sus materiales es a través de la elaboración de ensayos para obtener las propiedades mecánicas, físicas, químicas, etc. De nada serviría poseer los resultados de los ensayos, si no se tiene una interpretación apropiada, y mucho menos si se desconocen los procedimientos que siguen los centros de pruebas de ensayos de materiales.

Es aquí donde a la empresa distribuidora nacional le serviría como base primaria y de promoción las necesidades reales de la aplicación de información para una apropiada

selección apegada a las necesidades de uso. Actualmente esto no es así, por lo que muy difícilmente dentro de la industria metalmecánica estos pueden proporcionar materiales adecuados a las necesidades básicas de empleo y utilización para ciertas características de los materiales.

El problema que aqueja a los usuarios (tanto distribuidores como talleres de fabricación) de materiales del país, radica en el conocimiento parcial o nulo de las propiedades de los materiales metálicos de utilización más común dentro del mercado salvadoreño, y la falta de conocimiento de normativas salvadoreñas (ya que si no conocen las nacionales no se puede tener el alcance para interpretar y poner en práctica las internacionales).

Actualmente el CONACYT se encuentra desarrollando la normativa Nacional referente a la Industria Metalmecánica. Se espera que en muy poco tiempo dispongamos de estas **Normas Salvadoreñas (NSR y /o NSO)**.

II. Antecedentes.

El Salvador afronta el reto de adaptarse y responder rápidamente a las oportunidades que se le presentan como consecuencia a su incorporación a una economía mundial. Dentro de un contexto de globalización de mercados, muestra de esto son los tratados de libre comercio firmado con Centro América, Republica Dominicana, México y la posible realización del tratado de libre comercio de las Américas (ALCA). Siendo este el momento idóneo para montarse en la locomotora del desarrollo.

La industria metalmecánica nacional debe de orientarse al desarrollo e implementación de nuevas tecnologías para ser más productivos y participativos que le permitan acoplarse a los estándares Internacionales. Con esto se permitirá asegurar su propio desarrollo y alcanzar la satisfacción de sus clientes a nivel nacional e internacional.

La única forma de lograr adaptarse a las exigencias de las economías globalizadas es por medio de un sistema integrado de calidad; donde la cuantificación de la calidad o características de las materias primas (materiales metálicos en este caso) y productos se logra por medio del control de calidad empleando ensayos. Situación que muy pocas empresas nacionales realizan, lastimosamente no existe ninguna del sector metalmecánica, razón que la pone en desventaja ya que su competitividad es muy baja.

La única manera para lograr una competitividad del sector es a través de la normalización, metrología, pruebas y certificación de productos en sistemas de aseguramiento de la calidad. Estas técnicas mencionadas no están muy definidas, ya que no se dispone de un marco normativo nacional para el sector en análisis. A pesar de que existe una institución de normalización (CONACYT; que no posee publicidad) la cual se encuentra realizando a cabo muchas adopciones de normas.

También lo que no existe es la participación de la industria a normalizar sus tareas, las cuales los llevaría a trabajar en el sistema Integrado de la calidad. Es por ello que resalta la importancia del desarrollo de un manual de procedimientos para la fácil utilización de las normas, métodos, procedimientos, evaluaciones, control, interpretación, etc. de la investigación que se desarrolla, puesto que abarcará estos puntos.

1 Estructura de la Industria Metalmeccánica.

En la actualidad las empresas de manufactura se encuentran divididas en dos grandes grupos. Las empresas de Manufactura de Clase Mundial (MCM) y las empresas tradicionales. La diferencia entre estos dos grupos es la forma de administrar los recursos empleados en los puestos de trabajo. Algunas características del puesto de trabajo pueden determinar si se trata de una empresa de MCM¹ o de una empresa del tipo tradicional. Son muy pocas las empresas nacionales que se pueden catalogar como de MCM, ya que el nivel de competitividad desarrollado por estas es muy bajo.

1.1 Clasificación Internacional.

La clasificación de la Industria metalmeccánica basándose en criterios Internacionales CIIU (clasificación internacional uniforme de las actividades económicas) dado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Esta clasificación es relativa a las actividades económicas existentes en todos los países.

De acuerdo a la clasificación CIIU la industria metalmeccánica se ubica en la división tres: Industria manufacturera en la cual se especifican dos subgrupos. Los que son:

- productos metálicos
- metálica básica.

1.2 Subsectores de la rama metálica básica.

La industrias metálica básica cuenta con los siguiente subsectores de acuerdo a la clasificación CIIU.

- ▶ Grupo **3710**: Industria básica de hierro y aceros.

Incluye todo proceso de la transformación desde la fundición hasta la fase de productos semiacabados de talleres de laminación, es decir, producción de lingotes barras, planchas, varillas, alambres, etc.

- ▶ Grupo **3720**: Industria básica de metales no ferrosos .

Esta compuesto por la fabricación de productos primarios de metales no ferrosos, incluye fundición, aleación, estirado y fabricación de varillas, tubos, cañerías, etc.

¹ Referencia – 1.

1.3 Subsectores de la rama de productos metálicos.

De acuerdo a la clasificación **CIIU** los subsectores existentes son los siguientes:

▶ Grupo **3811**: Cuchillería.

Bajo este grupo se encuentran concentrados aquellas empresas dedicadas a la fabricación de cuchillería, herramientas manuales y artículos generales de ferretería. Los principales productos elaborados por las empresas existentes en el país se pueden ver en el anexo No.1

▶ Grupo **3812**: Herramientas

Este grupo incluye a la empresas que fabrican muebles y accesorios principalmente metal. Los productos elaborados se presentan en el anexo número 2 .

▶ Grupo **3813**: Muebles y accesorios metálicos.

Bajo este grupo se enmarcan los empresas dedicas a la fabricación de productos metálicos, los productos elaborados se pueden observar en el anexo 3.

▶ Grupo **3821**: Productos metálicos no especificados.

Estos se encuentra en el anexo 4.

1.4 Asociaciones Industriales.

Después de muchos años y luego de organizarse como gremio. El sector metalmecánico tiene una asociación que agrupa a industriales y empresarios que tiene en común la transformación de los metales y el servicio de mantenimiento mecánico de máquinas, equipos y herramientas para la mayoría de la industria del país.

Actualmente esta dirigiendo sus esfuerzos a nuevas iniciativas² como:

↻ la creación del directorio nacional de la industria metalmecánica

↻ la adquisición de la materia prima en conjunto

↻ Incentivos para la industrialización

↻ promoción de exportaciones.

2 Normalización Nacional

2.1 Instituciones Nacionales.

La Institución rectora a nivel nacional de la normalización es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), siendo uno de sus departamentos el de

² Referencia - 2

Normalización, Metrología y Certificación de la Calidad. Teniendo las siguientes atribuciones³:

- Coordinar las actividades con otras instituciones del sector público, privado y científico, para la elaboración y adopción de normas técnicas nacionales;
- Proponer a la Junta Directiva a través del Director Ejecutivo las normas técnicas nacionales, para su aprobación por el Ejecutivo por medio del Ministro de Economía;
- Velar por el cumplimiento de las normas técnicas nacionales;
- Constituir los Comités Técnicos para el estudio, elaboración y modificación de normas técnicas oficiales;
- Acreditar y llevar registros de los laboratorios acreditados correspondientes al ejercicio de sus actividades;
- Establecer y ejecutar programas para la formación de personal especializado;
- Preparar y ejecutar los programas que el Consejo a través de la junta directiva adopte en el ejercicio de sus atribuciones y cumplimiento de sus objetivos;
- Darle trámite administrativo a las normas adoptadas por el Consejo, enviándolas al Ministerio de Economía, para su aprobación, publicación en su caso;
- Mantener constante comunicación para intercambiar información y colaborar, con entidades del país y de otros países así como con otras instituciones internacionales relacionadas con la normalización, metrología, verificación y certificación de la calidad;
- Preparar los proyectos de Reglamento para la extensión de certificación de calidad y para la autorización del uso de sello de conformidad con norma, para ser sometidos a la consideración y aprobación de la Junta Directiva;
- Preparar los dictámenes técnicos en materia de normalización, metrología, Verificación y Certificación de la calidad, a través de las secciones y comités respectivos;
- Emitir opinión técnica sobre informes de verificación de la calidad que reciba de los laboratorios acreditados;
- Coordinar las actividades de los diferentes Comités Técnicos de normalización, metrología, verificación y certificación de la calidad.

³ Referencia - 3

2.2 Normas Salvadoreñas.

Existen 311 Normas Salvadoreñas Vigentes de las cuales únicamente tres están referidas a acreditación y procedimiento de laboratorio de ensayos , y ninguna a control de calidad y procedimiento o ensayo de materiales metálicos, lo que refleja un vacío a nivel nacional de estandarización perjudicial para el desarrollo de la competitividad del sector metalmecánica.

2.3 Laboratorios de ensayo de materiales.

La lista de laboratorios de ensayos de materiales existentes⁴ en el país se encuentra limitada por el precio del equipamiento y por la baja demanda de ensayos de materiales, esto debido a la carencia de cultura de calidad. Otra debilidad es que ningún laboratorio se encuentra acreditado por CONACYT ó por alguna Institución Internacional de certificación. Cabría destacar que el laboratorio de la Universidad Don Bosco se encuentra realizando esfuerzos para acreditarse con organismos Internacionales.

3 Estudios realizados

En la investigación realizada no se encontraron estudios específicos del tema de control de calidad materiales metálicos y normalización de ensayos materiales. Solamente se encontraron estudios que determinan la situación actual del sector metalmecánico y algunos planteamientos de solución a la problemática existente.

Dentro de las conclusiones que presentan los estudios podemos mencionar que:

- No existe unificación de esfuerzos para que los diversos sectores nacionales desarrollen una política nacional de calidad.⁵
- Falta de alianzas estratégicas entre los subsectores que componen la industria metalmecánica, industria manufacturera, proveedores, comerciantes, servicios de mantenimientos y soporte técnico. Lo que disminuye la competitividad⁵.
- A nivel Centro Americano la competitividad de la Industria metalmecánica se encuentra en los últimos lugares, debido a la mala calidad de productos elaborados. Únicamente se encuentra por encima de Nicaragua.⁶

⁴ Referencia - 4

⁵ Referencia - 5.

⁶ Referencia – 6.

- ⌚ No existe un control de seguimiento de satisfacción del cliente; carencia de un control post venta⁵.
- ⌚ Carencia de un marco jurídico que proteja al consumidor final de materiales de mala calidad⁶.
- ⌚ Recursos económicos insuficientes^{5y6}.
- ⌚ Falta de Normalización de los materiales.⁵
- ⌚ Escasa mano de obra calificada.⁶
- ⌚ No existe especialización en el servicio y poca en producción^{5y6}.
- ⌚ No hay esfuerzo para mejorar la tecnología para exportar⁶.
- ⌚ Falta de desarrollo de un plan estratégico en cada empresa del sector⁶.
- ⌚ Necesidad de trabajar en la normalización de la calidad para llegar a estándares Internacionales⁶.
- ⌚ No existe cultura de calidad en los Industriales⁵.
- ⌚ No se observa la necesidad de empezar a entender las tendencias internacionales⁶.
- ⌚ Falta de una política definida del gobierno hacia el sector metalmecánico^{5y6}.
- ⌚ Pocas materias primas propias⁵.
- ⌚ Alto costo de fletes de materias primas⁵.
- ⌚ Dificultades de acceso y costo al capital⁶.
- ⌚ Mucha dependencia de intermediarios para la compra de insumos⁵.
- ⌚ Dependencia del sector de mano de obra barata y de su ubicación para exportar; lo cual lo convierte en una estrategia muy imitable, y por consecuencia poco sostenible⁵.
- ⌚ Falta de productos sofisticados que conlleva al sector a permanecer en una posición relativa un tanto desfavorable^{5y6}.
- ⌚ El sector metalmecánico no posee conocimiento exacto de costos internos ni capacidad de reparación dentro de la empresa⁵.
- ⌚ No se dispone de garantías por parte de los talleres de reparación⁵.

La importancia del trabajo de graduación radica en tener como resultado un **manual para conocer como realizar los ensayos que permita evaluar los diferentes materiales y que sirva como procedimientos para la recepción de materiales metálicos**. Se basa en la descripción de las maquinas empleadas, usos, norma, construcción de probetas y Análisis e interpretación de resultados, así como de una tabla de características y propiedades de materiales mas comúnmente utilizados en el mercado nacional.

Por medio de esta guía practica se contribuirá a establecer las propiedades bajo las cuales debe de suministrarse los materiales metálicos. Esto generará una mejor cultura de calidad y por consiguiente se colaborara con la competitividad del sector metalmeccánica, así como los costos por materiales que no cumplen con especificaciones de uso en condiciones del cliente.

El conocimiento de estos procedimientos para verificar las propiedades de los materiales metálicos combatirá la mala actitud del Industrial, en el sentido de tener mejor imagen del producto extranjero, muchas veces aceptado con controles superficiales(visuales). Lo anterior sumado a que los fabricantes nacionales solo producen un rango mínimo de materiales, por lo que siempre existirá la necesidad de importar aceros, mientras no se cubra la demanda nacional. La falta de infraestructura, de ensayos adecuados y de especificaciones de compra bien definidas, es aprovechado por comerciantes inescrupulosos para inundar el mercado nacional con productos no adecuados a las necesidades del cliente.

Lo anterior sumado a que la percepción del empresario salvadoreño tiende a ver el control de calidad a través de ensayos como un costo y no como un beneficio que le permitiría ser mucho mas rentable y se enfoca en querer justificar la falta de calidad en la capacidad de la mano de obra, siendo que también incide la deficiencia en el diseño y en la materia prima. La contribución del trabajo de graduación consistirá en brindar los parámetros de orientación que permita determinar las propiedades mecánicas exigidas bajo estándares internacionales .

El esquema metodológico que se utiliza se adapta a las necesidades de solución:

1. Marco teórico – conceptual.

Comprende la parte teórica de ensayos de materiales, así como de las características de los materiales y todo lo relacionado con la normativa internacional que se aplique a los procedimientos.

La fuente de información que se utilizara será bibliográfica, publicaciones, artículos, tesis y normativas ASTM y UNE¹.

2. Recopilación de material para ensayos.

La segunda etapa de la investigación corresponde a la recopilación de material, se hará una visita a los diferentes distribuidores de materiales que existen en el país, obteniendo así los materiales objetos de estudio.

La selección y la cantidad de material necesario para los ensayos se hará de acorde a las cartas técnicas de los materiales y los procedimiento establecido en las siguientes normas: ASTM ó UNE⁷. Esto estará determinado por la disponibilidad de la norma para los ensayos respectivos

La fuente de información es de campo.

3. Elaboración de probetas.

Con las muestras recabadas se procederá a fabricar probetas normalizadas que serán sometidas a los diferentes ensayos.

Recursos utilizados serán las maquinas herramientas de torno, fresadora, rectificadora, taladradora, etc.

Fuente de información: será bibliográfica

⁷ El empleo de ASTM por ser la de mayor referencia Internacional, y la norma UNE por ser la que se encuentra en proceso de adopción como norma salvadoreña de referencia (NSR).

4. Ensayos.

En esta etapa se realizan los diferentes ensayos de materiales utilizando para ello las probetas obtenidas en la etapa anterior. El resultado será la obtención de las características reales de los materiales.

El establecimiento de las características se logrará por medio de los resultados estadísticos que fuesen necesario para evaluarlos.

Recursos utilizados: equipo para ensayos de dureza, tracción, impacto, espectrómetro.

Fuente de información: bibliográfica, manuales de equipo

5. Elaboración de Procedimientos.

En esta etapa de la investigación se diseñan los diferentes procedimientos para evaluar la calidad, cumpliendo la normalización exigida para ello.

Fuente de información: bibliográfica.

6. Conclusiones.

Se detallan todas las conclusiones que arroje la investigación, de acuerdo a los datos obtenidos, y que servirán para hacer un análisis de la situación de San Salvador, en cuanto a la calidad de los materiales se refiere.

V. Análisis conceptual.

1. Propiedades de los materiales

- Los materiales idealmente son una matriz microscópica de pequeñas esferas adyacentes altamente ordenadas que forman un sólido más grande. En realidad los átomos forman parte de los sólidos en paquetes locales de matrices bien organizados, a pesar de esto existen zonas discontinuas donde no están desordenadas. Es muy raro encontrar un sólido que se encuentre compuesto de una sola estructura.
- Si los sólidos estuvieran constituidos de solo moléculas bien organizadas estos serían significativamente más fuertes. Pero, las pequeñas deformaciones y estrés, debilitan a los materiales en los valores conocidos.
- Las propiedades de los Materiales están en función de múltiples factores. Principalmente la estructura química determina qué átomos están disponibles para constituir los paquetes de átomos. También, estos se dispersan en una mezcla no-homogénea .
- Los Sólidos típicamente fallan por los esfuerzos, ya que estos se propagan rápidamente a través de ellos. Es su estructura química no-homogénea la que puede retardar o detener este estrés. La composición del sólido también determina que tan resistente y duro es.

1.1 Terminología

- Una lista básica de términos normalmente usados son:

Fragilidad - la tendencia de un material a romper antes de que sufra deformación plástica

Ductilidad - la habilidad de ciertos materiales de ser plásticamente deformables sin fractura (pull-ing). Esta propiedad permite su deformación forzada, en hilos, sin que se rompa o astille. Cuanto más dúctil es un material, más fino es el alambre o hilo, que podrá ser estirado mediante un troquel para metales, sin riesgo de romperse.

Elasticidad - La habilidad de deformarse y retornar a la forma inicial sin deformación. Esto según La ley de Hooke.

Dureza - la resistencia a la deformación ante fuerzas de penetración

Maleabilidad - la habilidad de un material de tomar una nueva forma cuando es martillado o rolado. Quiere decir entonces que estos puede batirse o extenderse en planchas o laminas

Resistencia de tensión - la máxima tensión que puede aplicarse antes de que un material sufra fractura

Tenacidad - La habilidad de resistir impactos , opuesta a la fragilidad

Resistencia de fluencia - La tensión límite a la que las materiales se deforman elásticamente, y el inicio de las deformaciones permanentes.

1.2 MICROESTRUCTURAS

Para analizar los materiales apropiadamente se tiene que considerar al iniciar su estudio con la estructura atómica básica y entonces se puede comprender los aspectos macroscópicos de su comportamiento. Tamaño de grano, fases presentes(cantidad, orientación, forma, distribución), inclusiones, etc..

1.2.1 Estructuras atómicas

• Algunas razones fundamentales del átomo se enlista a continuación:

1. Cada átomo se entiende como una estructura básica que posee un núcleo y electrones en órbita.
2. El núcleo es una combinación de neutrones y protones.
3. El número de protones y neutrones en un átomo es igual, y éste determina el número atómico.
4. Si hay neutrones adicionales en el núcleo estos se llama isótopo.
5. La masa del átomo es básicamente determinada por la suma de los neutrones y protones (la masa del electrón es muy pequeña).
6. En un mol de material hay 6.023×10^{23} átomos.
7. Estos componentes se pueden describir en modelos:

Modelo de Bohr.

- los electrones tienen niveles de energía cuantizables
- los electrones son discretos y orbitan el núcleo
- un electrón libre tiene un nivel de energía negativo

Modelo de la mecánica de ondas

- las ondas del electrón pueden comportarse como partículas
 - un electrón se describe como una nube del electrón
 - los electrones tienen la energía del nivel incluso los grupos de niveles poseen cierta energía
 - los electrones del valencia son los del extremo y probablemente son los que primero son desplazados
8. Los electrones de valencias son determinados con los números de nivel 'spdf'.
 9. Los elementos atómicos básicos se listan en la tabla periódica. Estos están en sucesión de la masa atómica, así como la cantidad de protones. También puede usarse para determinar similitudes de las propiedades por su proximidad en la tabla.

1.2.2 Estructuras de los cristales – cristales metálicos.⁸

Los materiales metálicos no poseen una forma exterior definida, aunque si poseen los átomos perfectamente ordenados, en formas geométricas. A este ordenamiento se le denomina estructura, formada en realidad por tres estructuras superpuestas:

- ✓ La estructura cristalina
- ✓ La estructura *granular*
- ✓ La estructura *macrográfica*.

Para analizar los aspectos más relevantes de las propiedades mecánicas de los materiales de mayor uso en la fabricación de piezas. Lo primero es comprender que un metal está internamente ordenado en celdas cristalinas como por ejemplo la celda cúbica simple, y otras de mayor complejidad como la celda cúbica centrada en el cuerpo que se muestra en la **figura 1**

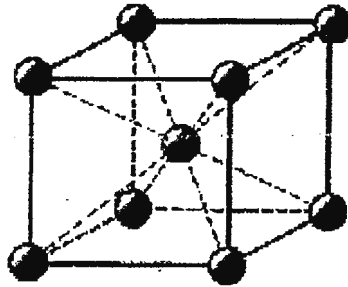


Fig. 1 (estructura bcc)

Al dejar caer pelotas en una caja, estas entrarían al azar, pero generalmente esta lo podemos expresar por medio de modelos. Lo que fácilmente puede acomodarse a los átomos en un sólido.

Si todas las pelotas entran en un solo modelo organizado entonces podemos decir que existe un solo cristal.

El modelo seguido indica que cuando el metal fundido solidifica, en varios puntos se comienzan a reunir moléculas y forman un núcleo ordenado que crece en todas direcciones. Las **figuras 2 y 3** ilustran la asociación de dos celdas vecinas en un diagrama simple y en una maqueta.

⁸ Referencia 14

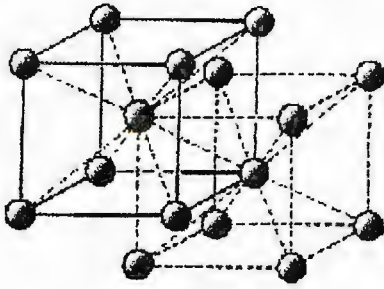


Fig.2

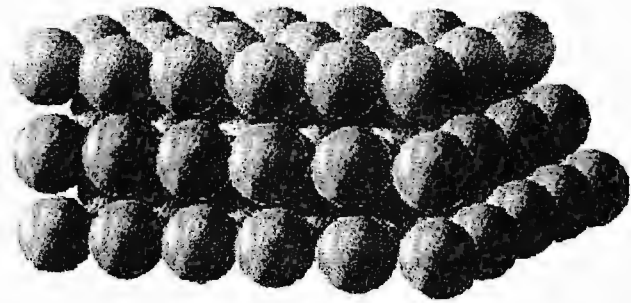


Fig. 3

Las agrupaciones de celdas que comienzan a solidificar a partir del metal líquido, crecen tridimensionalmente hasta toparse unas con otras y terminándose la solidificación hasta ese punto.



Fig. 4

Esto produce zonas en las cuales la red cristalina está ordenada las que llamaremos **granos** y zonas denominadas límites de grano o fronteras de grano, en donde no existe orden alguno. En la **figura 4** se muestra una micrografía obtenida con un microscopio electrónico, donde se aprecian granos y sus fronteras.

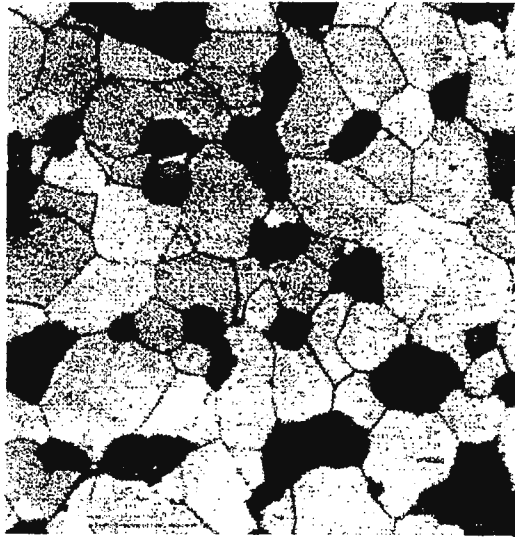


Fig. 5

Para observar esto en un microscopio, se pule una superficie plana, lo que corta los granos en cualquier dirección. Para mejorar la visualización se aplica sobre la superficie una solución ácida denominada ataque, la cual corroe los granos en mayor o menor grado, dependiendo de su orientación cristalina. En la **figura 5** se muestra una metalografía con granos de acero ampliada 175 veces.

Por otra parte, los plásticos están estructurados por ordenamientos en línea, compuestos por un "monómero", o unidad básica que se une con otro monómero idéntico, para formar cadenas de gran longitud. Pero a diferencia de los metales, una cadena (polímero) no se relaciona con otra cadena. El crecimiento es lineal y en los metales es espacial.

Los cambios que ocurren en las aleaciones a distintas temperaturas dependen de la cantidad presente de cada elemento aleante. Esto se puede graficar en los llamados diagramas de fases, que indican las posibles combinaciones en función de la composición química de la aleación y de la temperatura. Estos diagramas sirven para seleccionar los tratamientos térmicos y optimizar la composición de la aleación en función a la microestructura que se desea obtener.

Por lo mencionado anteriormente la red cristalina puede ser considerado como un sistema de puntos ordenados en redes planas, paralelas y equidistantes; o como un sistema de traslaciones que relaciona los mismos puntos de la estructura. La situación de cada punto queda determinada por terna de vectores **a, b, c, etc.**, que partiendo de un punto común arbitrariamente elegido, nos sitúa el sistema de referencia, a la vez que sus valores absolutos **a, b, c**, marcan la dirección de traslación respectiva. Un punto cualquiera se caracteriza por un vector y una terna de coordenadas, es decir:

$$r = x a + y b + z c$$

Los tres componentes son arbitrarios. Su determinación se encuentra condicionado al establecimiento de la longitudes y ángulos que forman entre sí. De esta manera, el sistema de referencia adoptado depende de seis magnitudes: los tres modulo [a, b, c] y los tres ángulos [α , β , γ], en que $\alpha = \angle [b, c]$, $\beta = \angle [c, a]$, $\gamma = \angle [a, b]$ que son los que determinan el sistema cristalino. Dada la infinidad de valores que pueden darse a estos seis parámetros, se comprende que habrá infinitos sistemas. Para clasificarlos se ha tomado como norma las propiedades de simetría :

- a) simetría con respecto a un punto,
- b) simetría con respecto a un eje (binario, ternario, cuaternario y senario),
- c) simetría con respecto a un plano .

Una ley que se aplica es que todos los cristales de una misma sustancia poseen los mismos elementos de simetría. Estas propiedades permiten establecer que solo existen 32 grupos de simetría, que definen todas las formas posibles de cristalografía. Los 32 grupos se clasifican convenientemente en 7 sistema cristalográficos en los que solo son posible 14 tipos de celda básicas representada en la figura 6. Donde las elementales son la cúbica centrada en el cuerpo(bcc), cúbica centrada en la cara(fcc) y paquete cerrado hexagonal(hcp).

Si dos sustancias distintas tienen la misma forma cristalina, con ángulos interfaciales y relaciones axiales muy semejantes, se llaman **isomorfas**.

Si una sustancia se presenta en más de una forma cristalina se dice que es **polimorfa** y en el caso de tratarse de un elemento metálico(cambio reversible), el fenómeno se conoce como **alotropía** .

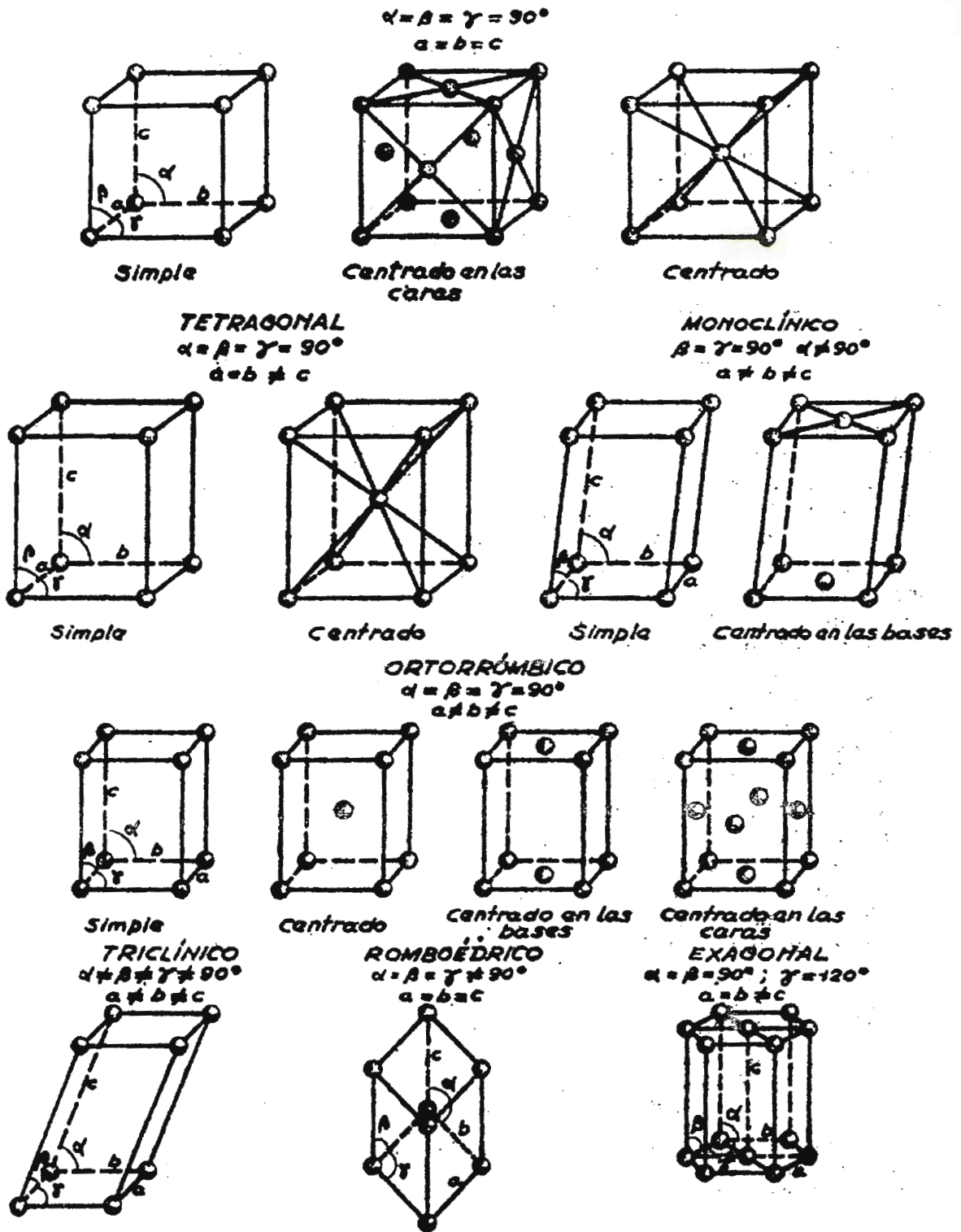


Fig. 6 : Celdas unidad en los sistemas cristalográficos⁹

⁹ Referencia 12

1.2.3 Propiedades mecánicas justificadas por la estructura cristalina

Algunas propiedades de los metales y cerámicas pueden predecirse o justificarse mediante la estructura cristalina perfecta. Es el caso de las que se especifican a continuación:

- a) densidad,
- b) módulo de elasticidad,
- c) punto de fusión.

Sin embargo, otras *propiedades no pueden ser justificadas* por la estructura cristalina, porque dependen de las desviaciones que los cristales reales presentan con respecto al cristal ideal perfecto, entre éstas se encuentran: plasticidad y su entorno, límite elástico, carga de rotura, resistencia a la fluencia, resistencia a la fatiga, etc.

1.2.3.1 Densidad

La densidad de un metal puede deducirse a través del modelo de esferas duras, por medio del conocimiento del volumen de la celdilla, v , de la masa de cada átomo, m , y del número de átomos, n , existentes en cada celdilla. Así pues la densidad, ρ viene definida por:

$$\rho = m \cdot n / v \quad \text{si solo esta constituido por un solo tipo de átomos}$$

donde m se puede estimar a partir del número de Avogadro, N , y el peso molecular del metal, P_m , en la forma:

$$m = P_m / N$$

1.2.3.2 Modulo de elasticidad

Las propiedades elásticas se determinan por la fuerza necesaria para producir un cambio unitario en la forma de una probeta, y se calculan como la relación de las tensiones (σ) a las deformaciones resultantes (ϵ).

En el caso de admitir su linealización, se puede representar por la pendiente de la curva en el entorno del punto de equilibrio a_0 en la curva $F = f(x)$ de las fuerzas interatómicas, donde x es la distancia entre núcleos. Así pues, el módulo de elasticidad E viene definido por:

$$E = (dF/dx)_{x_0}$$

y establece la modelización de la ley de Hooke.

Con el mismo criterio podría deducirse el modulo de cizallamiento (E_t).

1.2.3.3 Punto de fusión

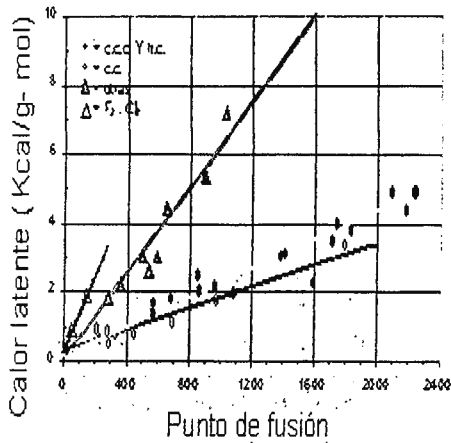


Figura 7. Calor latente de fusión en función de las temperaturas absolutas de fusión para varios metales.

Según el modelo de Einstein, el átomo incrementa su amplitud de vibración de acuerdo con el aumento de la temperatura hasta el punto en que la energía de vibración supera el citado pozo de energía. Por ello aparece una correlación directa y lineal entre los calores latentes y temperaturas de fusión para todos los metales, tal como se observa en la figura 7.

1.2.4 Defectos de los cristales reales¹⁰

Se definen como defectos a las desviaciones que son observadas, por métodos experimentales, con referencia a la estructura cristalina descrita con anterioridad. Según la dimensión del espacio ocupado por el defecto se clasifican en:

a) Puntuales: Intersticiales, sustitucionales y Vacante o ausencia de átomos aislados en ciertas posiciones cristalinas. La figura 8 muestra una vacante. Las vacantes se producen durante el proceso de solidificación por las perturbaciones locales, cifrándose en N_0 la densidad de vacantes específicos para cada proceso y material.

Sin embargo, la densidad de vacantes se incrementa con la temperatura ΔT , hasta alcanzar un valor N_T modelizado por la expresión exponencial:

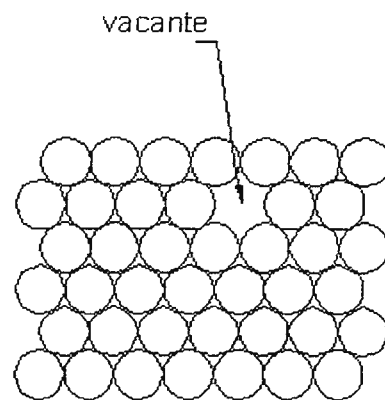


Fig. 8. Esquema de una vacante como defecto puntual.

¹⁰ Referencia 12, 13 y 14.

$$N_T = N_0 e^{-\frac{\Delta G}{k_B T}}$$

en donde R es la constante de Boltzman e ΔG la energía de activación, indicador del mínimo de energía potencial en el enlace metálico a la distancia a_0 .

El número de vacantes crece exponencialmente con la temperatura, directa, y con la fuerza de enlace, inversa.

b) Defectos lineales: Dislocaciones, o ausencia conjunta de átomos alineados en súpianos, figura 9. La existencia de dislocaciones en los materiales metálicos justifican la plasticidad y fluencia que los caracterizan y diferencian frente a los cerámicos. Estos aún teniendo también estructura cristalina no permiten los procesos de plastificación.

c) Defectos superficiales: Bordes de grano, o amorfismo espacial de la estructura atómica que hace de nexo de unión de las estructuras cristalinas, que constituyen los monocristales, con diferente orientación espacial.

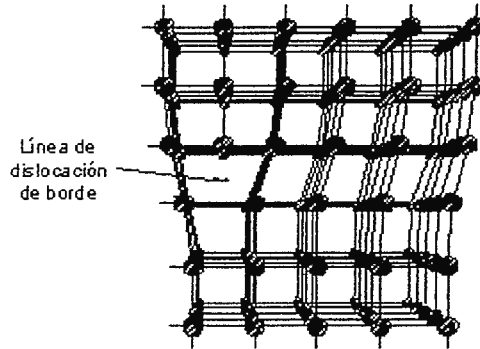


Figura 9 Dislocación de borde en una estructura cristalina.

Son observables en la probeta metalográfica después de atacada químicamente en configuraciones de líneas erráticas interconexionadas abarcando toda la dimensión de la probeta, y limitando los monocristales. Se evidencia que su reactividad química es mayor que la de los monocristales, lo que permite esa diferenciación por el ataque químico.

La naturaleza de los bordes de grano ha sido muy debatida por los metalógrafos. Se ha sostenido durante muchos años la teoría del cemento amorfo, que admitía que los granos estaban separados por una capa de un espesor del orden de 100 átomos, dispuestos irregularmente, y cuya estructura se parecía más a un líquido que a un cristal. El principal apoyo de este punto de vista era el hecho que los metales policristalinos, a alta temperatura, se comportan mecánicamente como si los granos estuvieran unidos por un líquido viscoso.

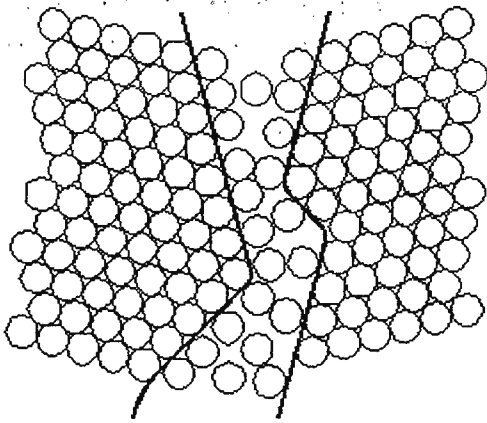


Figura 10. Forma probable del borde entre granos. Hergreares y Hills.

Aunque estas observaciones estén conformes con la existencia de bordes a lo largo de los cuales los enlaces interatómicos se disponían irregularmente, no era posible establecer el espesor de aquellas películas y hasta mucho más tarde no se pudo demostrar que aquellas propiedades mecánicas todavía las poseería el metal si los bordes fueran solamente de algunos átomos de espesor.

La teoría actual es la del retículo de transición, debida a Hargreaves y Hills, en la que el borde se considera como una región estrecha de transición, de 2 a 3 átomos, a través de la cual los átomos pasan de los grupos de nudos de un cristal a los del otro, figura 10.

2. Productos Siderúrgicos.

Al referirse a los productos metalúrgicos, se está hablando de los metales, aleaciones y sus derivados, considerados técnicamente de esta manera.

El Comité Nacional de Investigación Metalúrgico de España (CENIM), clasifica los productos metalúrgico en :

Clases – Series- Grupos – Individuos

Las clases se designan por una letra, y las series, grupos e individuos por cifras.

Clases - Los productos metalúrgicos se clasifican en las clases siguientes:

F – aleaciones férreas

L - aleaciones ligeras

C – aleaciones de cobre

V – productos sinterizados

Series - Cada clase se subdivide en series, caracterizadas por su aplicación, por su tecnología o por su tipo de aleación, se designa por la primera cifra.

Grupos - Las series se subdividen, a su vez, en grupos, con características más afines y específicas. Se designan por la cifra de las centenas.

Individuos - El individuo indica el tipo perfectamente definido del producto metalúrgico, se designa por dos cifras.

Cualquier aleación queda definida así por una letra seguida de cuatro cifras.

2.1 Los metales

Origen de los Metales

Los metales se encuentran en depósitos naturales en la capa terrestre; a estos depósitos se les llama minerales. La mayoría de los minerales están contaminados con impurezas, las cuales deben ser eliminadas por procesos químicos o mecánicos para purificarlos. Excepcionalmente se encuentran algunos metales puros en estado natural. A los metales que se extraen de minerales naturales se les denomina metales vírgenes o primarios y a los que se obtienen de chatarra se les llama metales secundarios.

Composición de la Capa Terrestre

Se entiende por capa o costra terrestre a la superficie que envuelve a la Tierra hasta una profundidad de 16 Kms.; algunas zonas de esta capa contienen altas concentraciones de metales a los que se llama depósitos minerales.

Extracción de Minerales

La extracción de minerales se conoce como minería y se lleva a cabo mediante los sistemas de excavación subterránea o de tiro-abierto. Hay dos tipos de minería: La selectiva, en la cual se trabajan pequeñas vetas o camas de mineral de alta concentración; y la masiva, en la cual se extraen grandes cantidades de mineral de baja ley para extraer junto con ellos las porciones de alta concentración.

Minerales

Mineral se puede definir como un depósito natural de materiales de los cuales pueden extraerse comercialmente los metales. A la cantidad de metal contenida en un mineral se le llama tenor o ley y al resto de los compuestos sin valor contenidos en el mismo se le llama "ganga".

Minerales Ferrosos y no Ferrosos

La metalurgia ferrosa se refiere exclusivamente al hierro y al acero; la metalurgia no ferrosa se refiere a la tecnología de todo el resto de los metales.

El mineral ferroso es el más importante y el más usado de todos los metales. En el mundo se produce un tonelaje 20 veces mayor de hierro que de todo el resto de los metales. Algunas de las razones de esta preponderancia son las siguientes:

Mundialmente existen grandes depósitos de mineral de hierro de alta ley.

El mineral de hierro es relativamente fácil de reducir.

El hierro forma con el carbón una importante cadena de aleaciones útiles.

Algunos de los minerales de hierro son:

Hematita $(Fe_2 O_3)$ 70.0 % Fe

Magnetita $(Fe_3 O_4)$ 72.4 % Fe

Taconita- Es un mineral de hierro embebido en una matriz cuarzosa de compuestos silicosos y es la propia fuente de la Hematita y magnetita; su contenido de Fe es de aproximadamente 30%.

2.2 Productos siderúrgicos

Según la norma UNE 36001, producto siderúrgico es toda sustancia férrea que ha sufrido un proceso metalúrgico.

Los productos siderúrgicos se clasifican en hierro, fundiciones, aceros, ferroaleaciones, aleaciones especiales y conglomerados férricos.

2.2.1 Hierro

Es elemento químico de este nombre, así como los productos siderúrgicos de los que, solamente con el carácter de impureza pueden formar parte de otros elementos(UNE 36001).

El hierro puro experimenta una serie de transformaciones alotrópicas, al enfriarse desde la temperatura de solidificación (1539°C) hasta la temperatura ambiente

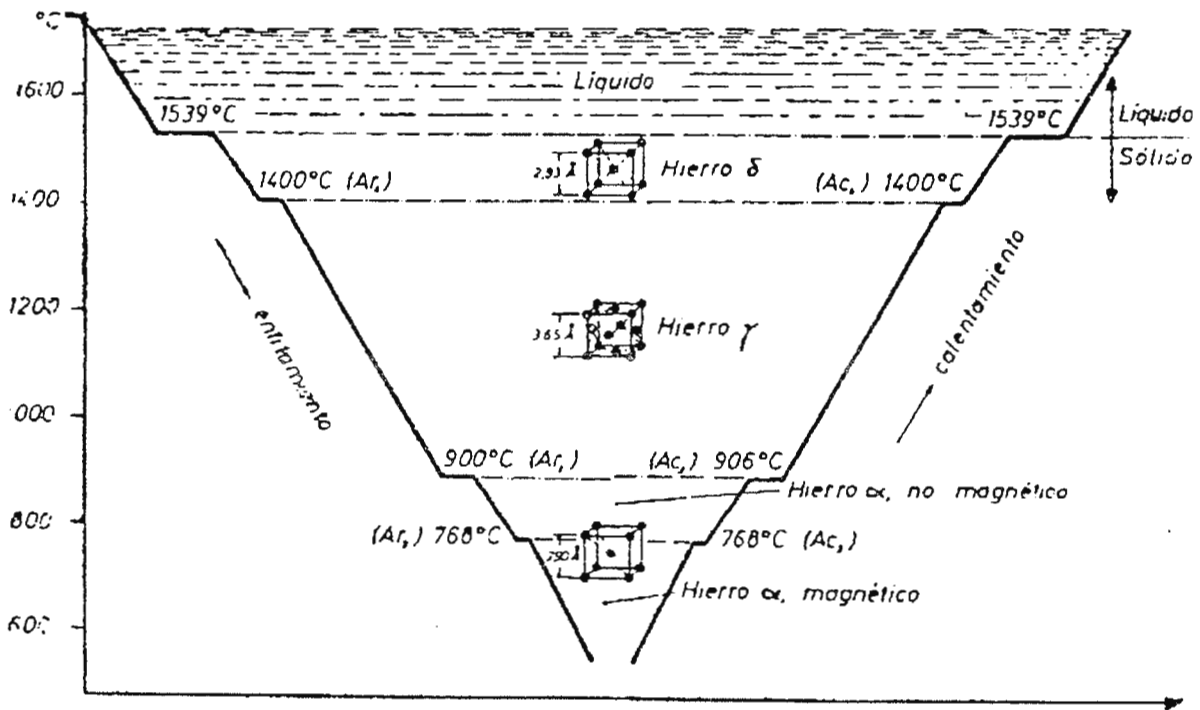


Figura 11

La estructura cristalina que se solidifica es cúbica centrada (hierro delta $Fe\delta$). Esta variedad, al enfriarse a 1400°C se transforma en una estructura cúbica de caras centrada (hierro gama $Fe\gamma$), la cual se transforma de nuevo en cúbica centrada (hierro alfa $Fe\alpha$) entre 900 y 910°C (véase figura 11)

2.2.2 Aceros

Los aceros son aleaciones de hierro carbono, aptas para ser deformadas en frío y en caliente.

Generalmente el porcentaje de carbono no excede e 1,76%.

El acero se obtiene sometiendo el arrabio a un proceso de descarburación y eliminación de impurezas llamado afinado (oxidación del elemento carbono, azufre, fósforo, etc.)

Atendiendo al porcentaje de carbono, los aceros se clasifican en:

- Aceros hipoeutectoides, si su porcentaje de carbono es inferior al punto S(eutectoide), o sea al 0,89%.
- Aceros hipereuteuctoides, si su porcentaje de carbono es superior al punto S.

2.2.2.1 Manufactura del acero

Se puede aprender mucho de la metalurgia si se entiende como se producen los distintos tipos de acero, ya que algunos de los procesos químicos que ocurren durante la fabricación de acero se repiten durante la operación de soldar.

El Alto Horno

El mayor porcentaje del arrabio producido comercialmente proviene de altos hornos. El tamaño de un alto horno moderno es de aproximadamente 30 Mts. de altura y un diámetro interior de 10 Mts.; su cubierta exterior es de acero y su interior esta recubierto con ladrillo refractario denso, duro y de alta calidad; diseñado especialmente para ese tipo de servicio extrapesado. El tiempo que se puede operar continuamente un alto horno depende de la vida del refractario; normalmente los altos hornos operan sin interrupción de 3 a 7 años.

i) Carga del Alto Horno

La operación del alto horno se basa en la reacción química que se produce entre la carga sólida y el flujo ascendente de gas en el horno. La carga consiste principalmente de: Mineral de hierro, fundente y coque. El mineral de hierro es óxido de hierro en trozos de aproximadamente 10 cm. de diámetro. El fundente es de piedra caliza, la cual se descompone en CaO y CO_2 ; la cal reacciona con las impurezas contenidas en el mineral y en el coque para formar escoria. El coque es el combustible ideal para el alto horno, ya que al quemarse produce gas CO que es el principal agente reductor en la producción de acero.

ii) La Función del Alto Horno

La función básica del alto horno consiste en reducir el óxido de hierro a hierro metálico y eliminar impurezas del metal. Algunos elementos reducidos (C, Si, Mn, S, P) permanecen con el hierro y los elementos oxidados (CaO, CaS, SiO₂, Al₂O₃, Al₂O₃, MgO, MnO) se disuelven en la escoria. Al metal que se obtiene del alto horno se le llama arrabio y tiene aproximadamente la siguiente composición: (El arrabio se utiliza como punto de partida para otros procesos de purificación o aceración).

Fe	90%-95%	Si	0.7%-3.5%
C	3.5%-4.5%	S	0.02%-0.12%
Mn	0.5%-8%	P	0.1%-0.9%

Hornos de Aceración

Para purificar el arrabio y la chatarra se utilizan diversos tipos de horno, entre los cuales están el Siemens-Martin, el Eléctrico y el BOF o convertidor básico.

El horno Siemens – Martin puede fundir chatarra. El horno eléctrico emplea grandes electrodos de grafito para producir un arco de gran intensidad que funde la carga. La ventaja de este horno es que es mucho más sencillo mantener en su interior una atmósfera ya sea oxidante o reductora; el fósforo se puede eliminar con una escoria oxidante y el azufre con una escoria reductora. El tercero y más ampliamente usado tipo de horno es el BOF o convertidor básico a oxígeno.

Grandes avances se han logrado en los

procesos de aceración gracias al uso de inyección de oxígeno puro en lugar de aire; este método permite la producción de grandes tonelajes de acero con bajo contenido de nitrógeno. (Figura 1)

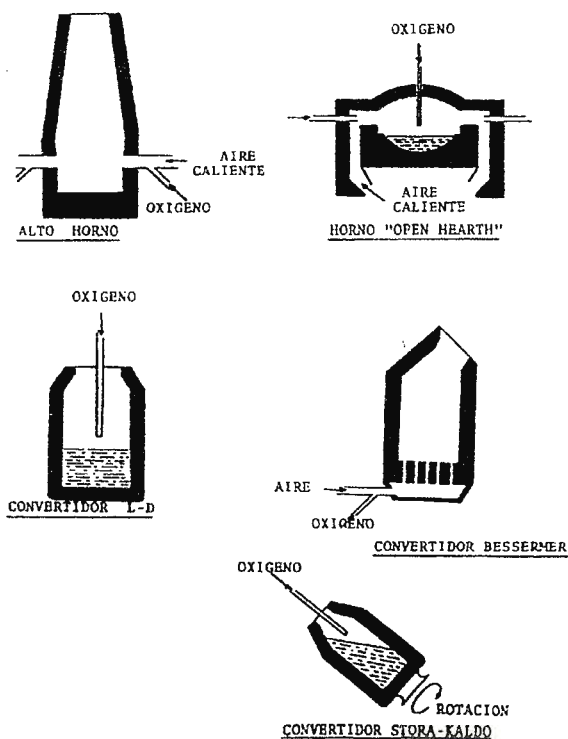


FIG 12. Algunos usos de oxígeno en la elaboración de acero. El oxígeno también se utiliza para picar hornos, limpiar cucharones y achafflanar la superficie de piezas de acero semi-terminado

Acabado y Desoxidación de Acero

Después del proceso de refinación el acero queda saturado de oxígeno. Entre más bajo el

contenido de carbón en el acero más alto será su contenido de oxígeno, y para cualquier contenido de carbón, el contenido de oxígeno es mayor en el acero en estado líquido que en estado sólido. Por lo tanto, para evitar grandes burbujas de gas atrapadas debe eliminarse del metal una cantidad substancial de oxígeno. Existen 5 maneras distintas para eliminar ese oxígeno.

Acero Efervescente.

La manufactura de este acero consiste en vaciar el acero líquido con alto contenido de oxígeno en lingoteras. El lingote se empieza a solidificar depositando una capa de hierro casi puro sobre las paredes y fondo de la lingotera. Como resultado de esto el acero aún líquido el centro del lingote se enriquece con un exceso de oxígeno, el cual forma CO que queda atrapado en la masa al solidificarse y que desaparece durante los subsecuentes procesos de laminación en caliente.

Acero Semi-Efervescente

Cuando se fabrica este acero la intención es regular la cantidad de oxígeno en el metal fundido de tal manera de detener la acción efervescente. Esto se logra mediante el uso de una tapa pesada o tapa fría que se coloca sobre la parte superior de la lingotera después que se ha solidificado solo por unos minutos una pequeña capa adyacente a las paredes y fondo de la lingotera, formando una piel de hierro casi puro. De esta manera se obtiene un lingote de acero con un dentro o corazón no tan segregado como el acero efervescente. Estos aceros se utilizan en aplicaciones que requieren una excelente superficie y donde la heterogeneidad de un acero efervescente sería perjudicial.

Acero Calmado

Este acero se fabrica eliminando o convirtiendo completamente el oxígeno antes de la solidificación para prevenir la acción efervescente; esto se logra generalmente agregando silicio en forma de ferrosilicio en el horno. El silicio se combina con el oxígeno para formar sílica (SiO_2), la cual es expulsada con la escoria, dejando un metal denso y homogéneo.

Acero Semi-Calmado

Este acero está en un punto intermedio entre acero efervescente y calmado. Al solidificarse, este acero muestra una menor contracción produciendo una cavidad o depresión de menor tamaño en la parte superior del lingote.

Acero desoxidado al Vacío

El objeto de la desoxidación al vacío es eliminar el oxígeno sin dejar inclusiones de compuestos no metálicos. De esta manera se obtienen aceros muy limpios para usos especiales.

2.2.2.2 Clasificación

Desde el punto de vista de su composición, los aceros se pueden clasificar en dos grandes grupos:

1. **Aceros al carbono:** formados principalmente por hierro y carbono

Los aceros al carbón varían desde el 0.005% al 1.80% de contenido de carbón; aceros con contenidos mayores se clasifican como Hierros colados. Los aceros al carbón contienen menos del 1.65% de manganeso, 0.6% de Silicio y 0.6% de cobre. Recordamos que además de fabricarse en diversos tipos de hornos, los aceros al carbón pueden terminarse o desoxidarse como acero efervescente, semi-efervescente, calmado, semi-calmado y al vacío; tanto el tipo de horno usado como el proceso de desoxidación afectan las características y propiedades del acero. Sin embargo, el mayor cambio de propiedades lo determina el contenido de carbón; al aumentar el contenido de carbón aumenta también la dureza y resistencia del acero.

2. **Aceros aleados:** Contienen, además del carbono otros elementos en cantidades suficientes como para alterar sus propiedades según su aplicación(dureza, puntos críticos, tamaño del grano, templabilidad, resistencia a la corrosión)

Al mismo tiempo los aceros aleados respecto a su composición, puede ser de baja o alta aleación y los elementos que puede contener el acero pueden ser tanto deseables como indeseables, en forma de impurezas.

El acero de baja aleación contienen pequeñas cantidades de elementos de aleación para obtener mejoras considerables en sus propiedades. Los elementos de aleación se pueden incorporar en el acero por muchas razones: mejorar propiedades mecánicas, aumentar o disminuir la respuesta al tratamiento térmico, mejorar la resistencia a la corrosión, etc.. Se define como un acero en el cual el contenido máximo especificado para los elementos de aleación excede uno o más de los siguientes: Mn - 1.65% Si - 0.6%, y segundo, como un acero con un contenido definido de elementos de aleación tales como Al, Ni, Mo, Ti, W, V, Zr, y otras aleaciones. Un gran número de estas aleaciones pueden ser agrupadas en las cuatro aplicaciones siguientes.

Cuando el contenido de Cr., Ni ó Mn en el acero es 10% ó mayor se le considera como un acero de Alta Aleación. Posee ciertos elementos que influyen en la resistencia a la corrosión, como por ejemplo el cromo, molibdeno y el volframio.

El cromo favorece la resistencia a la corrosión; integra la estructura del cristal metálico, atrae el oxígeno y hace que el acero no se oxide.

El molibdeno y el volframio también favorecen la resistencia a la oxidación.

2.2.2.3 Clasificación según la aplicación de los metales

En la industria, cada fabricante designa los aceros que produce con una denominación arbitraria, lo cual origina una verdadera complicación a la hora de elegir un acero o de establecer las equivalencias entre aceros de distintos fabricantes. Para evitar este inconveniente, el instituto del hierro y el acero adopta una clasificación que se ha incluido en las normas UNE españolas., también existen las normas AISI-SAE de Estados Unidos.

Existen cuatro grandes clasificaciones de aceros básicos: Aceros al Carbón, Aceros de Baja Aleación, Aceros de Alta Aleación y Aceros para Herramientas. El acero es básicamente una aleación de hierro y carbón; el carbón es el responsable de la respuesta del acero a los tratamientos de endurecimiento, por esta razón tan importante, el principal tipo de acero es el Acero al Carbón Común.

Acero al Carbón

Aceros de Baja Aleación

Acero para construcción.

Acero Automotriz, Aviación y Maquinaria.

Aceros para Baja Temperatura.

Aceros para Alta Temperatura.

Aceros de Alta Aleación

Acero Austenítico al Manganeso

Aceros Inoxidables

Aceros Resistentes al Calor

Aceros para Herramienta

2.2.2.4 Especificaciones

Las series que corresponden las especificaciones UNE para los aceros van desde la F-100 hasta la F-900

La serie F-300 corresponde a los aceros resistentes a la oxidación y a la corrosión, en particular la serie F-310 corresponde a los aceros inoxidables.

Los aceros se suministran en estado bruto de forja o laminación

Las dos normas más importante responsables de las especificaciones químicas de los aceros. son el instituto Americano del Hierro y del Acero (AISI) y la sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE). El sistema de clasificación que estas Organizaciones de normas han establecido su basa en un número de 4 dígitos en el cual los primeros 2 dígitos representan la

composición química de la aleación, con los otros 2 dígitos representando el contenido aproximado de carbón. También, se agregan ciertas letras que significan:

L = Plomo

E = Horno Eléctrico

B = Boro

H = Endurecimiento Garantizado

TABLA 1

Clasificación	No. de especificación.
Acero al carbón	10xx
Acero al carbón resulturizado	11xx
Acero al carbón refosforizado y resulturizado	12xx
Acero al carbón molibdeno	40xx
Acero al carbón cromo	52xxx
Acero al manganeso	13xx
Acero al níquel	2xxx
Acero al níquel cromo	31xx
Acero al níquel molibdeno	46xx
Acero al níquel cromo molibdeno	93xx
Acero al alto níquel cromo	33xx
Acero al alto níquel molibdeno	48xx
Acero al cromo molibdeno	41xx
Acero al cromo níquel molibdeno	43xx
Acero al cromo	51xx
Acero al cromo vanadio	61xx
Acero al bajo cromo	50xx
Acero al bajo níquel cromo molibdeno	86xx
Acero para resortes al silicio manganeso	92xx
Aceros al boro	xxbxx
Aceros al boro vanadio	xxbvxx

Tabla 2

Clasificación de los aceros para herramientas

(En esta tabla la x significa un grado distinto de aleación)

Aceros para herramienta endurecidos al agua	wx
Aceros para herramienta endurecidos al aceite	ox
Aceros para herramienta endurecidos al aire	ax
Aceros para herramienta alta temperatura	hxx
Aceros para herramienta resistentes al impacto	sx
Aceros para herramienta alta velocidad (W)	tx
Aceros para herramienta endurecidos (Mo)	mx
Aceros para moldes o matrices	px
Aceros resistentes al calor bajo cromo	5xx
Aceros inoxidables al cromo níquel manganeso	2xx
Aceros inoxidables al cromo níquel	3xx
Aceros inoxidables al cromo	4xx

La sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM) publica especificaciones y pruebas de materiales cubriendo materiales ferrosos y no ferrosos. También la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) y la Sociedad Americana de Soldadura (AWS) publican sus especificaciones; esta última concentrándose especialmente en Soldadura y sus Procesos.

2.2.2.5 Aceros resistentes a la oxidación y a la corrosión

En los aceros inoxidables, la acción de los elementos aleados es sustancial, además de estructural, y depende del porcentaje del o los elementos de la aleación

El cromo es el elemento aleado que más influye en la resistencia a la oxidación y a la corrosión de los aceros. Un 12% de cromo impide la corrosión por el aire ambiente húmedo. Para la oxidación a altas temperaturas se puede necesitar hasta un 30 %.

El Níquel mejora la resistencia a la corrosión de los aceros al cromo y el Molibdeno mejora la resistencia a la oxidación a altas temperaturas.

Los aceros inoxidables son resistentes a la corrosión atmosférica, los ácidos y álcalis y a la oxidación a temperaturas no muy elevadas.

i) Clasificación de los aceros inoxidables según estructura en estado de utilización.

1. Ferríticos
2. Martensíticos

3. Austeníticos

1- Aceros ferríticos:

Estructura ferrítica a cualquier temperatura (o se convierte en estructura austenítica en el calentamiento). El grano no se regenera

Composición:

A- 15-18% de cromo y una máxima de 0,12% de carbono

Resistencia a la corrosión superior a la de los martensíticos

B- 20-80% de cromo y una máxima de 0,35% de carbono

C- Aceros al cromo-aluminio hasta un 4% más resistentes a la oxidación

Son difíciles de soldar y se usan en embutición profunda por su gran ductilidad.

Son magnéticos.

2- Aceros martensíticos

Gran dureza cuando se los enfría rápidamente una vez austenizados.

A- 12 - 14 % de cromo, 0,20 – 0,50% de carbono

Principalmente en cuchillería.

B- 16-18% de cromo, 0,60-1; 20% de carbono

Por temple adquieren grandes durezas.

Resistentes a la corrosión y al desgaste

Tipo normalizado AISI –311: acero inoxidable extra dulce.

Menos del 0,1% de carbono, 13% de cromo y 0,30 % de níquel.

Resiste a la corrosión atmosférica, la del agua corriente y la de los ácidos y álcalis débiles.

Fácilmente soldable

Usos: utensilios domésticos, grifería, ornamentación, cubertería, etc.

3- Aceros austeníticos:

Estructura austenítica a cualquier temperatura

Baja conductividad calorífica

Es el tipo de aceros más utilizados

Tipo normalizado AISI –314 Acero inoxidable austenítico al cromo níquel conocido como 18/8. Contiene 0,08% de carbono, 18% de cromo y 9% de níquel.

Muy dúctil y resistente a la corrosión atmosférica, al agua de mar, al ataque de productos alimenticios, ciertos ácidos minerales y de la mayoría de los ácidos orgánicos.

ii) Aplicaciones.

Construcción de equipos para la industria química y de la alimentación

Utensilios de cocina y aparatos domésticos que no requieren soldaduras en las zonas sometidas a fuerte corrosión.

Admite pulidos con acabados a espejo, por lo que también se usa para ornamentación.

Tratamientos

Son los procesos a los que se somete los metales y aleaciones ya sea para modificar su estructura, cambiar la forma y tamaño de sus granos o bien por transformación de sus constituyentes.

El objeto de los tratamientos es mejorar las propiedades mecánicas, o adaptarlas, dándole características especiales a las aplicaciones que se le van a dar a las piezas de esta manera se obtiene un aumento de dureza y resistencia mecánica, así como mayor plasticidad o maquinabilidad para facilitar su conformación.

Los tratamientos pueden ser mecánicos, térmicos o consistir en la aportación de algún elemento a la superficie de la pieza.

Tratamientos térmicos: recocido, temple, revenido, normalizado

Tratamientos termoquímicos: cementación, nitruración, cianurización, etc.

Tratamientos mecánicos

Se somete al metal a operaciones de deformación en frío o caliente para mejorar sus propiedades mecánicas y además darle formas determinadas.

Al deformar mecánicamente un metal mediante martillado, laminado, etc., sus granos son deformados alargándose en el sentido de la deformación. Lo mismo pasa con las impurezas y defectos, se modifican las estructuras y las propiedades del metal.

Tratamientos en frío

Son los tratamientos realizados por debajo de la temperatura de recristalización, pueden ser profundos o superficiales.

Aumento de la dureza y la resistencia a la tracción.

Disminuye su plasticidad y tenacidad

Cambio en la estructura: deformación de granos y tensiones originadas, se dice entonces que el metal tiene acritud (cuanto más deformación, mas dureza)

Se produce fragilidad en el sentido contrario a la deformación (falta de homogeneidad en la deformación iguales tensiones en las diferentes capas del metal)

Cuando el metal tiene acritud, solo debe usarse cuando no importe su fragilidad o cuando los esfuerzos solo actúen en la dirección de la deformación

Propiedades mecánicas influenciadas en la maquinabilidad

Propiedad	Influencia en la maquinabilidad	Observaciones
Dureza y tenacidad	Es deseable que el material tenga valores bajos de dureza y tenacidad.	Excepciones a esta regla son los materiales excesivamente dúctiles que dan lugar al filo recrecido (Built - up edge)
Ductilidad	Valores bajos de ductilidad son deseables. Baja ductilidad viene acompañada siempre de una alta dureza y viceversa.	Una buena maquinabilidad es un compromiso entre dureza y ductilidad.
Térmica de Conductividad	Un valor alto es deseable, significa que el calor generado en el proceso de corte es conducido rápidamente fuera de la zona de corte.	En el orden en que se presentan a continuación, los materiales de mayor a menor conductividad térmica: Aluminio, acero no aleado, acero aleado y acero inoxidable.
Endurecimiento al corte	<p>Cuando los materiales son cortados y se presenta deformación plástica, existe un incremento en la dureza superficial que se traduce en un incremento en la fuerza específica de corte.</p> <p>Los aceros al carbón tienen tasas bajas de endurecimiento, mientras que los aceros inoxidables austeníticos tienen tasas altas.</p>	A veces el endurecimiento superficial puede ser de utilidad porque reduce la tendencia a crear el filo recrecido.
Inclusiones	<p>Las macro-inclusiones son aquellas mayores a 150 micrómetros y no son deseables. Se presentan por un proceso de baja calidad de manufactura en la creación del material y son responsables de fallas súbitas en la herramienta.</p> <p>Las micro inclusiones se presentan siempre en el acero, y su efecto puede ser positivo o negativo.</p>	<p>Inclusiones no deseadas son las de Al_2O_3 y Ca, porque son duras y abrasivas.</p> <p>Inclusiones deseables son las de los silicatos (para altas velocidades de corte), porque se reblandecen y forman una capa favorable en la zona de corte, retardando el desgaste de la herramienta.</p>
Aditivos para mejorar	El azufre (S) , Plomo (Pb) y Fósforo (P) tienen	Los aceros con adición de

maquinabilidad	<p>un efecto positivo en la maquinabilidad del acero. Considerando que el acero tenga suficiente cantidad de manganeso, el azufre y el manganeso forman sulfatos de manganeso que, durante la formación de la viruta, se deforman de manera plástica para producir planos de baja dureza, sobre los cuales la energía requerida para el inicio del rompimiento de viruta se disminuye. Además los sulfatos de manganeso funcionan como lubricantes.</p>	<p>sulfuros son comunes en aceros al carbón e inoxidables; ferríticos, martensíticos y austeníticos.</p>
Estructura del material	<p>Algunas estructuras tienen propiedades abrasivas. La dureza del material es alterada con el tipo de estructura que posea. Las estructuras que mayormente afectan la maquinabilidad son: Ferrita, Perlita y Cementita.</p> <p>Aún pequeñas cantidades de Cementita tienen un impacto negativo en la vida de la herramienta, mientras que los aceros ferríticos tienen mejor maquinabilidad que los aceros martensíticos.</p>	<p>La ferrita es suave y dúctil. La cementita es dura y abrasiva. La perlita es una mezcla entre ferrita y cementita.</p> <p>La cantidad de ferrita, perlita y cementita en la estructura del acero depende del contenido de carbono.</p>
Condiciones de la pieza	<p>Laminado en caliente</p> <p>Normalizado</p> <p>Recocido</p> <p>Laminado en frío.</p>	<p>Estructura no homogénea que da como resultado el cambio de condiciones en su maquinabilidad. Como el metal es calentado hasta la zona austenítica y enfriado a temperatura ambiente, su estructura es más homogénea, mejorando su maquinabilidad.</p> <p>Este "suavizamiento" del material las capas de perlita son transformadas en esferas de cementita donde la dureza es reducida significativamente.</p> <p>Puede ser benéfico porque en general se tiene una mejor superficie y una reducción en la formación del filo recocido.</p>

3. Generalidades de los Ensayos de materiales

3.1 Objeto

Los ensayos de materiales pretenden señalar con claridad las diferentes características que poseen y sus posibles aplicaciones, obteniendo un conocimiento lo más completo posible de su "calidad".

3.2 Clasificación

3.2.1 Ensayos de Características

El conocer las características de los materiales nos permite prever su comportamiento en su utilización industrial. Se subdividen en :

1. Ensayos de composición.
2. Ensayos de estructuras
3. Análisis térmicos
4. Ensayos de constitución o metalográficos

3.2.2 Ensayos de Propiedades Mecánicas o Destructivos

Las tres propiedades mecánicas fundamentales son : la cohesión, la elasticidad y la plasticidad

La cohesión se valora por los ensayos de Dureza y la elasticidad y plasticidad en los ensayos de tracción.

3.2.2.1 Estáticos

Son los que la variación de la acción en el tiempo es muy lenta y no tiene influencia en el resultado del ensayo.

- 1 Dureza (estática)
- 2 Tracción en frío y en caliente
- 3 Fluencia
- 4 Compresión
- 5 Flexión
- 6 Torsión
- 7 Cortadura.

3.2.2.2 Dinámicos

En estos ensayos las cargas no son constantes en el tiempo. Estos se clasifican en :

- 1 Resistencia al choque
- 2 Ensayo Charpy
- 3 Ensayo Izod
- 4 Ensayo de Fatiga
- 5 Recalcado por impacto

3.2.3 Ensayos de Conformación o Tecnológicos

Tratan de comprobar el comportamiento de los materiales frente a un proceso de fabricación industrial. Los más importantes son :

- 1 Plegado
- 2 Embutición
- 3 Forja
- 4 Punzonado
- 5 Soldadura

3.2.4 Ensayos de Defectos o No Destructivos

Tienen por objeto descubrir y localizar defectos en los materiales. Generalmente se aplican a piezas terminadas, por lo cual no deben dejar huella perceptible.

- 1 Líquidos Penetrantes
- 2 Partículas Magnéticas
- 3 Ultrasonidos
- 4 Corrientes inducidas (Eddy)
- 5 Rayos X, rayos gamma
- 6 Emisión acústica.

4. Ensayos de propiedades mecánicas destructivos

Como su nombre lo indica, su objeto es el de conocer las propiedades mecánicas de los materiales en sí, para lo cual es preciso destruir una probeta de material.

Estos ensayos se dividen, según sea la forma de aplicar las cargas durante el ensayo, pueden ser estáticos y/ o dinámicos.

4.1 Ensayos de dureza

La dureza es una de las propiedades que más frecuentemente se miden, sin embargo no existe una unidad absoluta de dureza, siendo siempre cifras empíricas referidas al método de ensayo empleado.

Existen varios métodos para medir durezas, clasificándolos en tres grupos:

- 1 Los que miden la resistencia de los materiales a ser rayados por otro más duro.
- 2 Los que miden la resistencia que oponen los materiales a la penetración.
- 3 Los que miden la dureza elástica o del rebote.

“El propósito de conocer la dureza de un material es para obtener una idea comparativa de la resistencia a tracción, desgaste o la aptitud para la mecanización.”

4.1.1 Ensayos Estáticos.

4.1.1.1 Dureza Mineralógica

La escala Mohs de 10 grados, fue establecida en 1820 y fue la primera clasificación de los materiales en relación a su dureza.

1- Talco	6- Feldespato
2- Yeso	7- Cuarzo
3- Caliza	8- Topacio
4- Espato-Fluor	9- Corindón
5- Apatito	10- Diamante

4.1.1.2 Ensayo de Martens

El esclerómetro Martens fue el primer aparato que se utilizó para ensayar la dureza de los cuerpos y la determina en función de la resistencia que oponen los cuerpos a ser rayados por un diamante en forma piramidal de 90°.

“Este ensayo no se extendió industrialmente por su falta de precisión.”

4.1.1.3 Ensayo de la Lima

Es el procedimiento más simple para determinar aproximadamente la dureza de un acero templado.

4.1.1.4 Ensayo Brinell

Este método de ensayo fue propuesto en 1900 por el profesor sueco Brinell para determinar la dureza de los materiales, consistiendo en aplicar y comprimir sobre la superficie plana y lisa del material a ensayar, una bola de acero muy dura durante un cierto tiempo, para que produzca una huella en forma de casquete esférico.

La dureza Brinell se expresa como función de la carga aplicada F en Kg. Y la superficie del casquete esférico S en mm^2 .

$$HB = \frac{F}{S} = \frac{F}{(\pi D^2) * \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)}$$

F : carga de ensayo

D : diámetro de la bola

d : diámetro de la huella

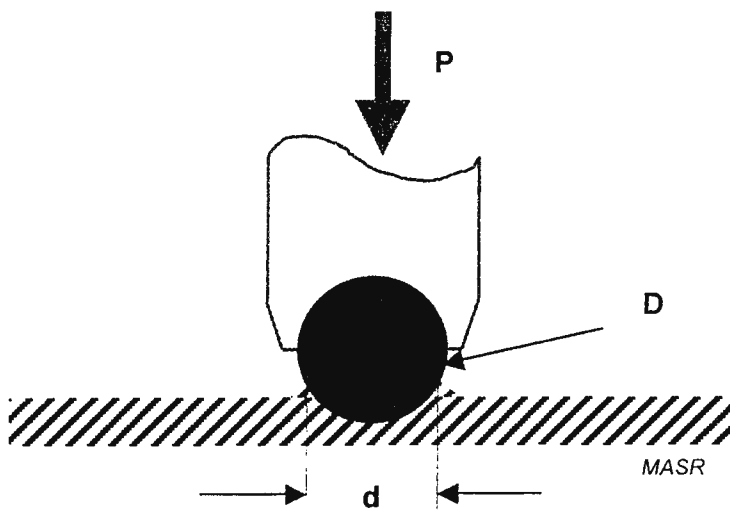


Figura 13

La máquina de Brinell original utilizaba bola de 10 mm de diámetro y una carga de 3000kg. Actualmente puede usarse bolas comprendidas entre 10mm y 1.25mm, con cargas hasta 1.95Kg.

Se observó que para que los ensayos Brinell pudieran hacerse con cargas menores y fueran comparables, debía mantenerse constante la siguiente relación:

$$Q = \frac{F}{D^2}$$

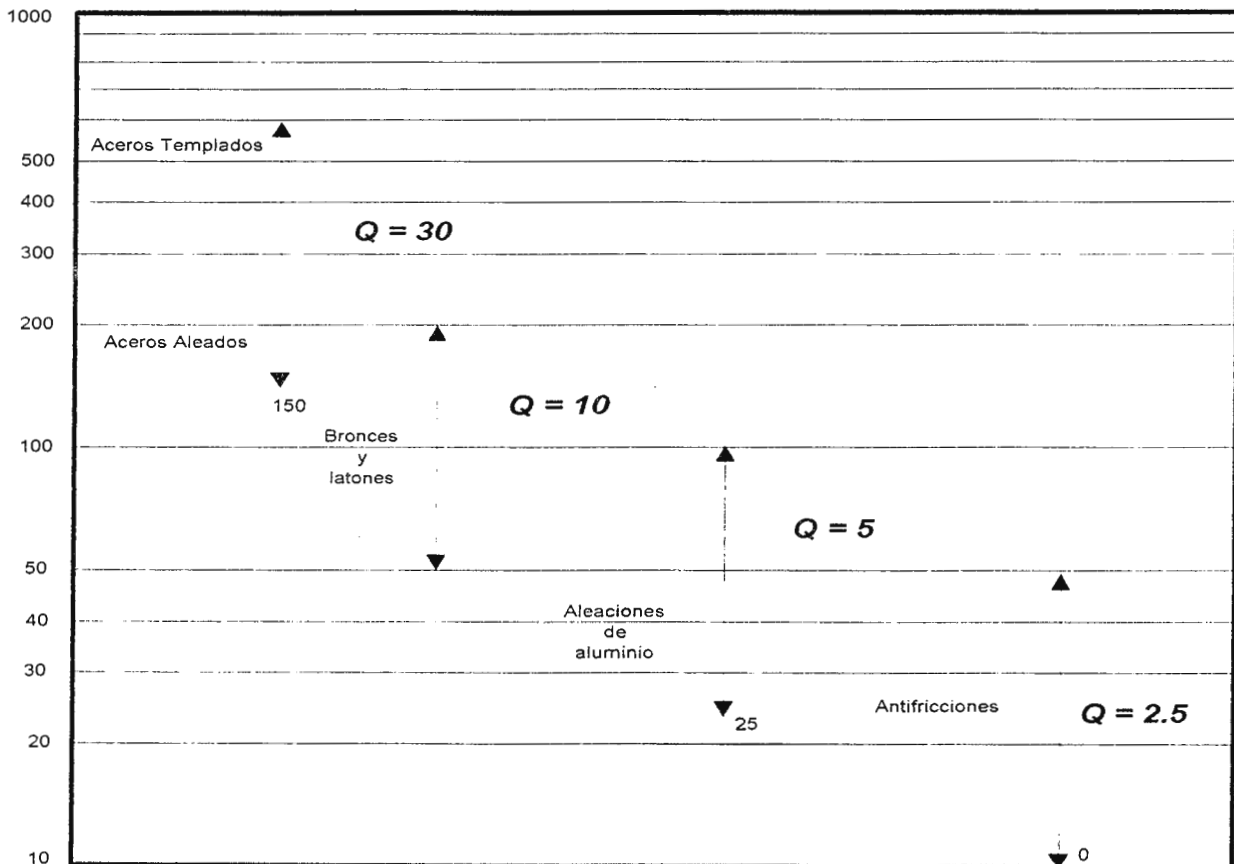
F : carga de ensayo

D : diámetro de la bola

La constante **Q** del ensayo recomendada para algunos materiales de diversas durezas, puede establecerse por medio de la siguiente gráfica.

HB

MASR



El diámetro de la huella, la carga y la duración del ensayo han sido unificados y van establecidos en relación a las dimensiones, especialmente al espesor y a la calidad de los materiales de las piezas de examen.

La carga debe de actuar perpendicular a la superficie, ser aplicada gradualmente y sin choques, alcanzar el valor máximo en 15 segundos y permanecer constante por unos 30 segundos más.

Para materiales muy plásticos, puede ser necesario una mayor duración en la aplicación de la carga, hasta un máximo de unos tres minutos aproximadamente.

La tabla siguiente presenta las diversas combinaciones de penetradores y cargas demostradas como más aptas para los ensayos de los diversos materiales.

Tabla 1: Penetradores y cargas normalizadas para Brinell.

Diámetro de la bola en mm	Carga de ensayo en Kg.				
	30D ² Aceros y fundiciones (HB =143-450)	10D ² Latones y aleaciones ligeras (HB = 47.5-315)	5D ² Cobre y aluminio (HB =23.8 – 158)	2.5D ² Aleaciones antifricción (HB = 11.9-78.8)	1.25D ² Plomo y Estaño
10	3000	1000	500	250	125
5	750	250	125	62.5	31.25
2.5	187.5	62.5	31.25	15.625	7.812
1.25	46.9	15.625	7.812	3.906	1.953
0.625	11.7	3.91	1.953	0.977	0.488

NOTA: solo son equiparables las cifras Brinell obtenidas con la misma constante.

En cualquier caso, junto al valor numérico obtenido en la medición, han de ir siempre indicadas las condiciones de ensayo. Por ejemplo: si la huella ha sido efectuada con bola de 2.5mmΦ, con carga de 187.5Kg y 30s, el valor de la dureza obtenido es de 216, este resultado deberá de ser indicado en la forma siguiente:

$$HB_{2.5 / 187.5 / 30} = 216 \text{ (Kg./mm}^2\text{)}$$

Es necesario aclarar que solamente son equiparables las cifras Brinell obtenidas con la misma constante.

Para obtener valores equiparables cuando se opere bajo distintas condiciones de ensayo en lo que se refiere a carga y penetrador, es imprescindible que ambos ensayos cumplan: $F = nD^2$ con la misma constante n.

F = carga de ensayo en Kg.

D = diámetro de la bola

Las constantes de ensayos son 30 – 10 – 5 – 2.5 – 1.25

Por ejemplo: Nos dará el mismo valor Brinell un ensayo efectuado con bola de 2.5mm de diámetro y carga de 187.5Kg, que otro efectuado con bola de 10mm de diámetro y carga de 3000Kg. Ya que la constante n de ambos ensayos es de 30. Sin embargo estos ensayos no son

equiparables a otro efectuado con bola de 10mm y carga de 1000Kg., puesto que este último caso la constante del ensayo es de 10. Este ensayo, nos dará la misma cifra Brinell que otro efectuado con bola de 2.5mm de diámetro y carga de 62.5Kg.

Para relacionar la carga de ensayo con respecto al espesor de la pieza en examen, ver la tabla 2.

Tabla 2: Espesores mínimos (mm) de las piezas para ensayo Brinell.

Diámetro de bola en mm	Carga en Kg.	Dureza Brinell (Kg./mm ²)								
		40	60	80	100	150	200	300	400	500
2.5	31.25	1.00	0.66	0.50	0.40	0.26	—	—	—	—
	62.5	2.00	1.30	1.00	0.80	0.53	0.40	—	—	—
	187.5	—	—	—	2.40	1.60	1.20	0.80	0.60	0.48
5	31.25	0.50	0.33	—	—	—	—	—	—	—
	62.5	1.00	0.66	0.50	0.40	—	—	—	—	—

$$\text{Espesor mínimo} = 10 \times (\text{profundidad de la huella}) = (3.18 \times P) / (\text{HB} \times D).$$

4.1.1.5 Ensayo Rockwell

El método de Brinell muy práctico para los hierros y aceros semiduros, no tiene el mismo éxito para medir la dureza en aceros templados. La máquina Rockwell (1924) vino a llenar el hueco y a completar las medidas del procedimiento Brinell.

El método Rockwell se basa en la medición de la profundidad de la huella, siendo las cifras Rockwell función de la diferencia en la penetración conseguida cuando actúa una carga previa de 10 Kg. y la profundidad de la huella permanente después de haber actuado una segunda carga adicional de 90 Kg. ó 140 Kg., según se utilice como cuerpo penetrador una bola de acero templado de $\frac{1}{16}$ " ó bien un cono de diamante de 120° con punta ligeramente esférica.

Las durezas obtenidas se denominan Rockwell **B** (bola) y Rockwell **C** (cono) respectivamente, utilizándose aquella para materiales blandos y esta última para materiales duros. El campo de aplicación se indica en la tabla 1.

Tabla 1

Escala de dureza	Símbolo de dureza	Tipo de penetrador	Carga inicial Fo	Sobre Carga F1	Carga Total F	Campo de aplicación
B	HRB	Bola de acero 1,587mm	98,07 N	882,6 N	980.7N	20 a 100 HRB
C	HRC	Cono de Diamante	98.07 N	1.373 KN	1.471 KN	20 a 70 HRC

Debido al éxito obtenido por el método Rockwell, aparecieron ensayos especiales combinando diferentes cargas y penetradores, entre los que se encuentran los Rockwell – Superficiales.

En el siguiente esquema se presenta el funcionamiento de la máquina Rockwell para un ensayo de dureza **HRC**.

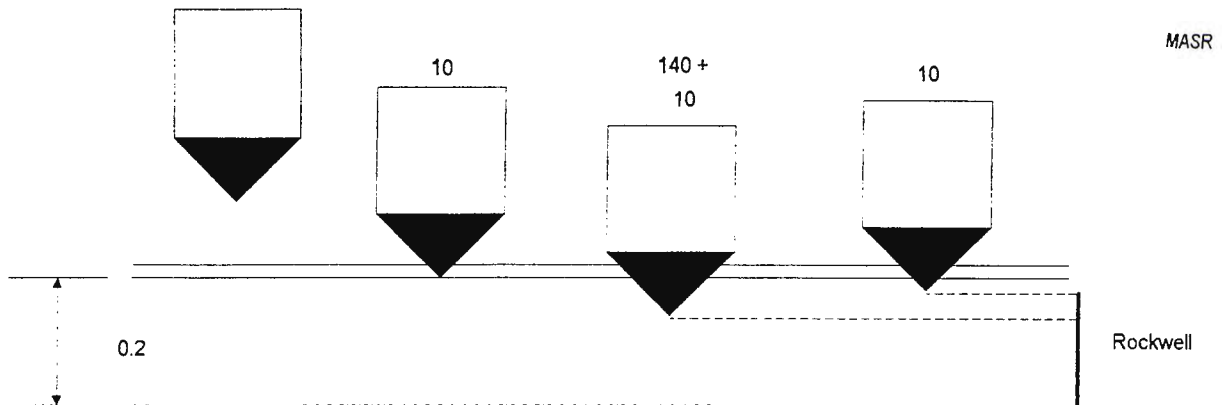


Figura 14

Elementos Utilizados en el ensayo

1) Máquina de ensayo : esta permitirá aplicar una carga de ensayo predeterminada. Ver el manual de instrucción del fabricante, características mecánicas, limitaciones, y respectivos procedimientos de operación

La máquina de ensayo consiste en un soporte rígido, o yunque, sobre el que se coloca la probeta y un dispositivo que aplica las cargas prefijadas a un penetrador en contacto con la misma.

2) Penetrador de diamante cónico: que tenga un ángulo de 120° y un radio de curvatura en la punta de 0.200 mm.

Este tipo de penetrador se empleará en ensayos de dureza para la escala C. Esta constituido por un cono de diamante cuyo Angulo en el vértice es de $120 \pm 0.5^\circ$ y su eje debe de coincidir con las direcciones del penetrador con error menor de 0.5° . La punta es un casquete esférico de radio 0.200 mm que enlazará tangencialmente con la superficie cónica. El perfil de esta punta no deberá presentar un a desviación mayor que 0.0002mm de perfil teórico

3) Penetrador de bola de acero : que tenga un diámetro de 1.587mm ó 3.175 mm. Este tipo de penetrador se empleara en los ensayo s de dureza paras la escala B. Esta constituido por una bola de acero templado y pulido de diámetro 1.5875 ± 0.0035 mm .

Tendrá una dureza 850 HV /10 (habida cuenta la corrección por curvatura).

C.4 Dispositivo de Medida. la diferencia en profundidad es normalmente medida por un dispositivo electrónico o un dial indicador, el valor de dureza es leída desde el instrumento, es un numero que es relacionado con la diferencia en la profundidad por las dos fuerzas aplicadas

4.1.1.6 Ensayo Vickers

El método ideado por el inglés Vickers tiene un fundamento parecido al Brinell, pues también determina la dureza dividiendo la carga por la superficie de la huella.

Emplea como penetrador un diamante en forma de pirámide cuadrangular de 136° entre caras. Este ángulo lo eligió para que las cifras Vickers coincidieran con las de Brinell, lo cual ocurre hasta 250 unidades.

La dureza Vickers se expresa:

$$H = \left(\frac{F}{E} \right) \times 1.854 \quad (\text{Kg/mm}^2)$$

F: carga aplicada

E: semisuma de las diagonales de la huella.

Se emplean cargas variables de 1 a 120 kg., siendo 30 kg. Lo normal.

El principio Vickers se ha aplicado al microscopio con cargas de 1 a 100 gr.

Puede emplearse para toda clase de materiales blandos y duros.

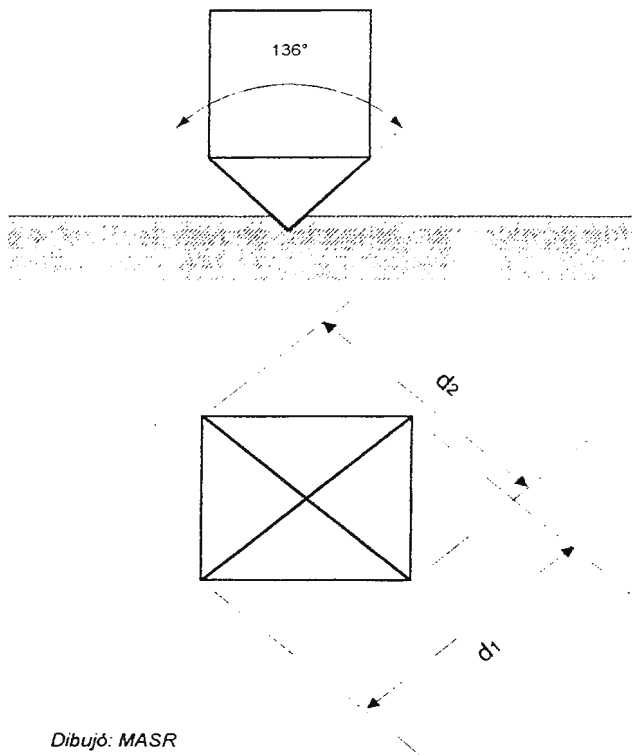


Figura 15

4.1.1.7 Ensayo Knoop – Micro dureza

Este método se diferencia del Vickers en que la base del penetrador piramidal es rómbica y las huellas que produce tienen las diagonales con una relación de **7:1** y la profundidad es solo **1/30** de la diagonal mayor.

Las cargas son pequeñas de 0.25 a 3.60 gr.

La dureza Knoop se expresa :

$$H = \frac{F}{(0.7028 \times L^2)}$$

F: carga aplicada

L: longitud de la diagonal mayor

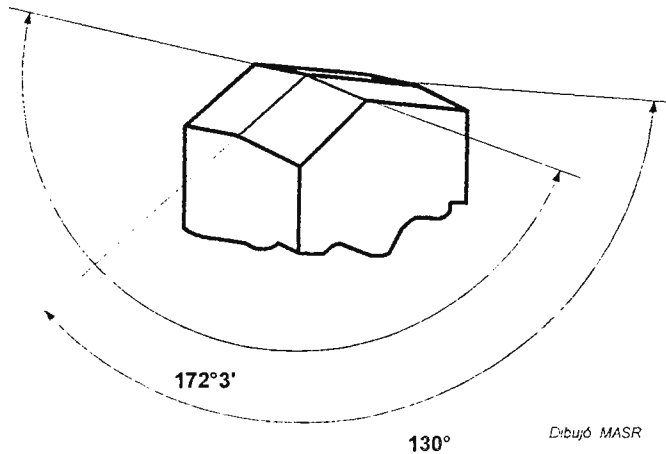


Figura 16

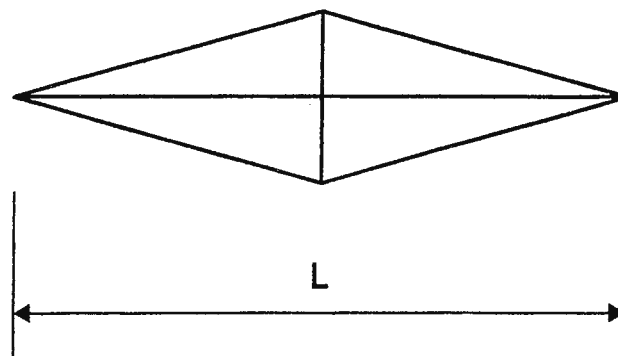


Figura 17

4.1.2 Ensayos Dinámicos

4.1.2.1 Ensayo de penetración por Choque

Es un procedimiento comparativo, poco exacto, pero empleado en la actualidad para el ensayo de grandes piezas.

Consistente en colocar una bola entre la superficie a ensayar y una barra patrón, y golpear sobre la barra a través del aparato. Midiendo los diámetros de las huellas obtenidos, se deduce por medio tablas .

4.1.2.2 Ensayo Shore

Se basa en el empleo del escleroscopio Shore fundamentado en el rebote de un cuerpo duro al caer desde una altura determinada sobre la superficie a ensayar; midiendo la altura alcanzada después del rebote.

Tal como se ha citado, puede evaluarse la dureza a través de la cualidad que muestran los materiales de devolver la energía potencial recibida, δE , por impacto de una masa que contacta con una determinada velocidad.

El grado de endurecimiento, δH , es función inversa de la energía absorbida δE_a . Es decir:

$$\delta H = f(1/\delta E_a)$$

cumpléndose que:

$$\delta E_a = \delta E_0 - \delta E_c$$

El aparato se gradúa dividiendo en 100 partes la altura media obtenida en aceros duros templados, prolongando la escala en 40 divisiones.

El escleroscopio, observado en la figura 18, es un dispositivo para medir la altura de rebote de un pequeño martillo con punta de sauco o diamante, después de que cae por su propio peso desde una altura definida sobre la superficie de la pieza a prueba. El instrumento tiene por lo general un disco autoindicador tal que la altura de rebote se indica automáticamente.

La dureza elástica se aplica de forma auxiliar para determinar el grado de endurecimiento de los materiales que muestran una correlación clara con el ciclo de histéresis σ - ϵ ,

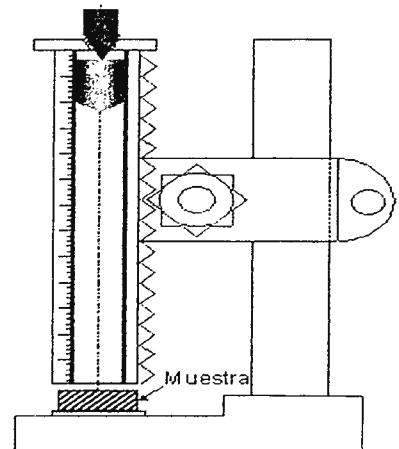


Figura 18: Esquemas de escleroscopio

como son los materiales metálicos , y fundamentalmente, en aquellos, como los cauchos, en que la característica de amortiguamiento es muy importante y poco acusada la fractura puntual de un penetrador a compresión de un ensayo de dureza Brinell.

4.1.2.3 Ensayo Leeb

Este es un método nuevo de dureza dinámica, se basa en la medición por medios eléctricos de las velocidades de descenso y ascenso del martillo golpeador,

desplegando la relación $L = 1000 \times \frac{V_a}{V_d}$ digitalmente, obteniéndose así la dureza

Leeb.

Precisa de una superficie de ensayo muy pulida

4.2 Ensayo de Tracción

El ensayo de tracción es uno de los ensayos más utilizados para conocer las características de los materiales. Las velocidades de deformación son tan pequeñas que se pueden considerarse como ensayo estático. Tiene una gran importancia ya que las construcciones se calculan en su mayoría bajo condiciones estáticas, agregándose algunos factores de seguridad altos, bajo este análisis.

Este ensayo consiste en someter a una probeta del material a ensayar a un esfuerzo creciente de tracción pura hasta romperla. En el ensayo de tracción se mide la deformación, es decir, el alargamiento que experimenta el material por acción de la fuerza al ser ensayado.

La magnitud del alargamiento contra la carga aplicada, origina la gráfica de carga – alargamiento (ver figura 19). De este ensayo se deduce una serie de características, el límite de elasticidad, el alargamiento y la estricción, que son muy importantes para juzgar la calidad de un material.

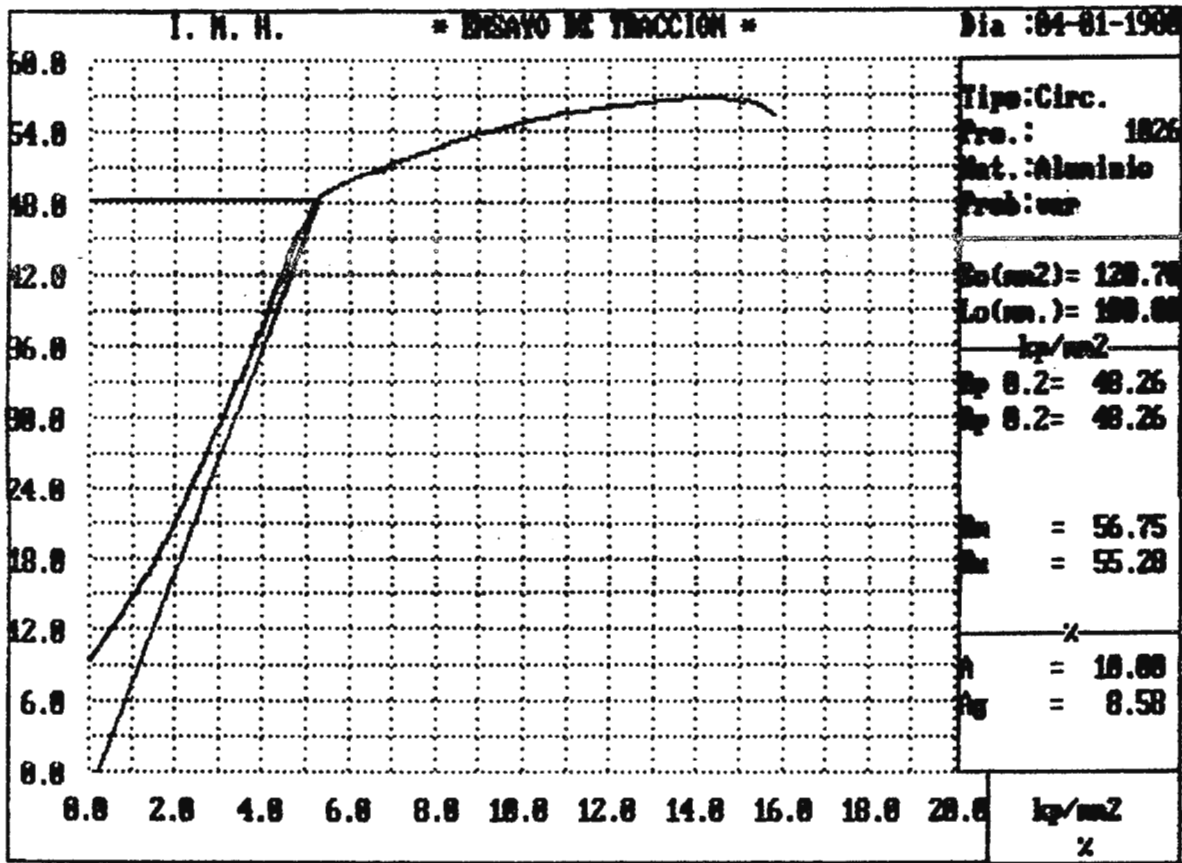


Fig.19 : Grafica de ensayo de tracción

4.2.1 Diagrama de Tensión - Deformación Unitaria.

Con los diagramas de fuerza – alargamiento no es posible que comparemos materiales distintos, ya que la sección y la longitud de la probeta influyen directamente en ambas magnitudes, se trata de independizar las características del material con la forma de la probeta, se emplea el diagrama de la carga por unidad de sección de la probeta y los alargamientos por unidad de longitud de la probeta, obteniéndose de esta manera el diagrama de tensión – deformación.(ver figura -20).

Los resultados de los ensayos a tracción son entonces y dentro de ciertos límites independiente de la forma de la probeta y por lo tanto nos permiten juzgar el comportamiento del material .

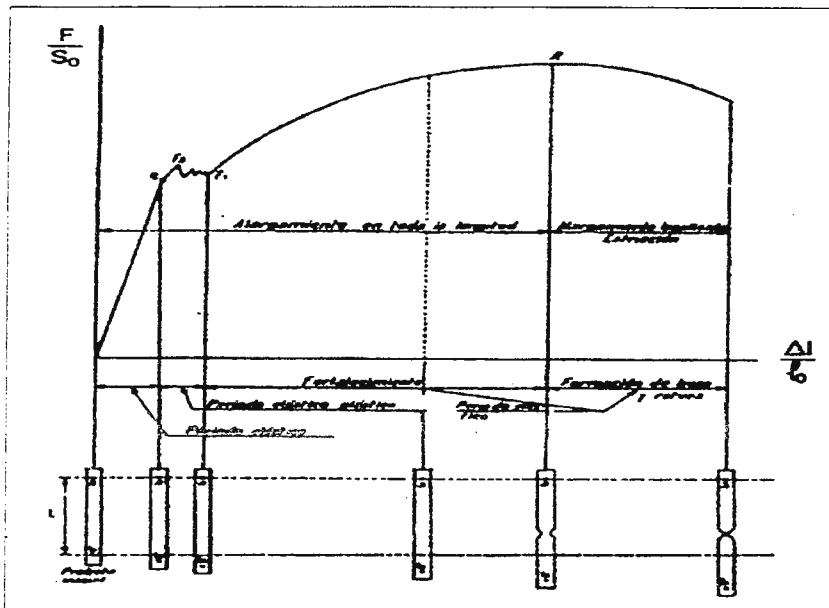


Fig. 20 : Diagrama de tensiones y deformaciones de una probeta de acero.

4.2.2 Tensión

Para explicar el concepto de tensión es necesario que realicemos el siguiente análisis para un prisma mecánico.

Si el análisis lo realizamos cuando el prisma se encuentra en equilibrio para un sistema de fuerzas se encuentran aplicadas, además considerémoslo cortado por medio de un plano arbitrario π , en dos partes A y B según se muestra en figura.

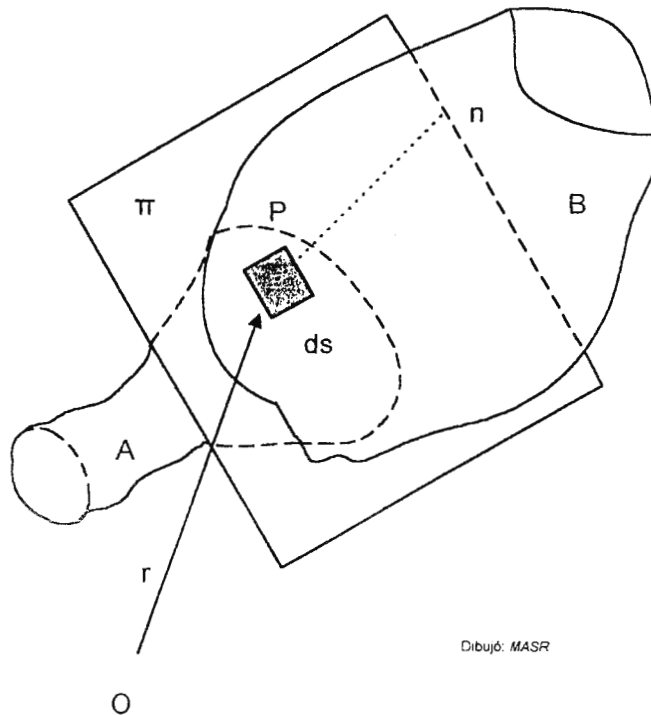


Figura 21

Sea \vec{F} y \vec{F}' las resultantes de las fuerzas que actúan sobre cada una de éstas,

así como \vec{M} y \vec{M}' los momentos resultantes respectivos a un punto cualquiera O . Las condiciones de equilibrio estático exigen que se verifiquen.

$$\vec{F} + \vec{F}' = 0$$

$$\vec{M} + \vec{M}' = 0$$

Si ahora suponemos suprimida una de las partes, por ejemplo la B, de las condiciones de equilibrio elástico se desprende la existencia de una distribución continua de fuerzas

→
 $\mathbf{d f}$, definida en los puntos de pertenecientes a la sección \mathbf{S} determinada por el plano π que equivale a la acción de la parte B.

$$\int_{\mathbf{S}} \vec{\mathbf{d f}} = \vec{\mathbf{F}}$$

$$\int_{\mathbf{S}} \vec{\mathbf{r}} \times \vec{\mathbf{d f}} = \vec{\mathbf{M}}$$

Si P es un punto cualquiera del sólido elástico, representado por el prisma mecánico. Siempre podemos considerar un entorno plano de este punto y hacer pasar por él un plano π

que contenga dicho entorno. Si $\Delta \mathbf{f}$ es la resultante de las fuerzas correspondientes en todos los puntos del área $\Delta \mathbf{s}$ del entorno, en virtud de las condiciones de equilibrio elástico, se define tensión en el punto P según el plano π el siguiente límite

$$\lim_{\Delta \mathbf{s} \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{f}}{\Delta \mathbf{s}} = \frac{\mathbf{d f}}{\mathbf{d s}}$$

La tensión así definida que comúnmente se representa por $\vec{\sigma}$, resulta ser un vector colineal con $\Delta \mathbf{f}$ y su módulo significa la magnitud de la fuerza ejercida en la sección \mathbf{S} por unidad de superficie.

De la misma definición se deduce una ecuación de dimensiones :

$$[\sigma] = \frac{[\mathbf{F}]}{[\mathbf{S}]} = [\mathbf{F}][\mathbf{L}]^{-2}$$

Las unidades de tensión

	C.G.S	Técnico	S.I.
Tensión	dyn / cm ²	Kp / m ²	N / m ²

Para fines prácticos de ensayos se define como la carga que actúa por unidad de sección de la probeta.

$$\text{Tensión} = \frac{\text{carga}}{\text{superficie}} = \frac{P}{S_0}$$

En el ensayo de tracción y para el cálculo de esta se toma el valor de la sección inicial de la probeta S_0 . Indicada en la figura 22 siguiente

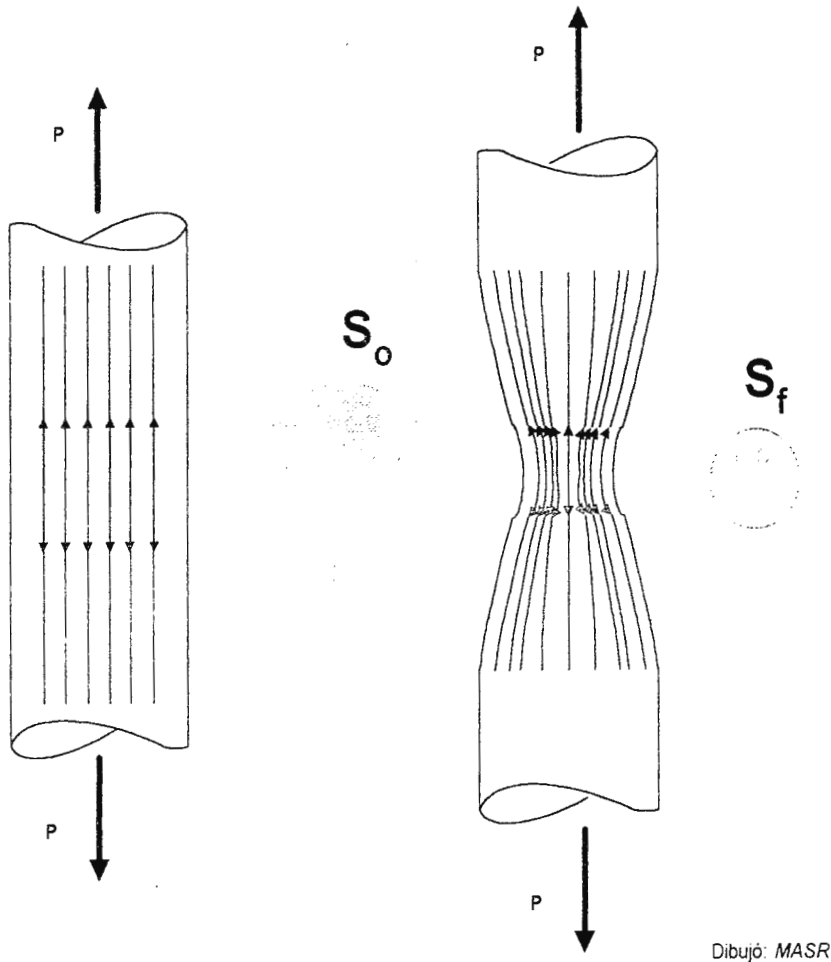


Figura 22

4.2.3 Alargamiento

Con el objeto de definir la ductilidad de un material hay que referir el alargamiento total de la longitud del tramo de medida de la probeta elegida a la longitud expresada en mm. Para hacer que el resultado sea independiente de la dimensión de la probeta elegida. Se obtiene así el alargamiento (**A**) del material.

Suele expresarse el alargamiento en (%)

$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100 \text{ (\%)}$$

4.2.4 Forma de hacer el ensayo

Después de preparar la probeta dejándola por rectificado o por mecanizado con las medidas exactas, se divide longitudinalmente en 5 partes iguales marcando de 10 en 10 mm por ejemplo en la probeta de tiempo normal, utilizándose luego estas divisiones para medir el alargamiento. Después se sujeta la probeta entre las mordazas de la máquina, se cuida que las cabezas queden bien sujetas y se comienza el ensayo.

A medida que aumenta la carga la probeta se va estirando cada vez más, debiendo observarse mientras tanto la marcha de la aguja indicadora de la carga, haciéndose diversas anotaciones que pueden ser de interés, como por ejemplo la medición y anotación de las cargas que corresponde a diferentes condiciones, deformaciones, y las cargas correspondiente al límite de elasticidad. También se puede comprobar al cabo de algunos segundos cuando avanza el ensayo, hacia el centro de la probeta, comienza a producirse una estricción y por fin llega un momento en que la probeta se rompe, terminándose entonces el ensayo.

Casi todas las máquinas de ensayo dispone además de una aguja indicadora de carga máxima, la cual queda detenida señalando la máxima carga que ha actuado en el ensayo. Además suelen disponer de dispositivo especiales que señalan sobre un papel gráfico las deformaciones que ha sufrido la probeta, es decir, nos dan directamente el diagrama esfuerzos - deformaciones.

Conviene diferenciar en una curva representativa del ensayo dos zonas:

- ✘ Una zona de alargamiento repartidos uniformemente en todas las probetas.
- ✘ Otra zona en las que los alargamientos se localizan hacia el centro de la probeta, donde se produce la estricción.

En la primera zona de alargamiento hay dos períodos. Un primer período en que se producen los alargamientos elásticos, y otro período en el que la probeta se producen alargamientos permanentes. (Ver Figura –20)

4.2.5 Coeficiente del ensayo

A continuación se explica el valor y significado de cada uno de los coeficientes que se determinan en este ensayo

4.2.5.1 Límite de proporcionalidad (P)

Es la carga máxima por unidad de sección para la cual, las cargas son proporcionales a los alargamientos. Es decir, el punto del diagrama hasta el cual la representación de cargas – deformaciones se mantiene dentro de una línea recta que parte del origen de coordenadas.

4.2.5.2 Límite de elasticidad (E₁)

En la primera zona del diagrama de tracción los metales se comportan elásticamente excepto algunas aleaciones, por ejemplo la fundición gris.

El límite de elasticidad es por tanto la carga máxima por sección hasta la cual tiene lugar un alargamiento elástico sin llegar a la plasticidad, es decir, que al cesar de actuar la carga no produce deformaciones permanentes en el material.

4.2.5.3 Módulo de elasticidad (E).

En realidad debiera de denominarse modulo de proporcionalidad, pues se determina por la relación existente entre la tensión y el alargamiento en la zona de proporcionalidad.

La magnitud del módulo de elasticidad depende de la clase de metal, es decir, de la estructura reticular. Los elementos de aleación que no influyen notablemente en dicha estructura, tampoco hacen variar sensiblemente el módulo.

Por ejemplo, para aceros no aleados o de baja aleación, su valor es de 2.1×10^4 Kg. / mm² aproximadamente.

4.2.5.4 Determinación del límite de proporcionalidad y elástico

El límite de proporcionalidad se observa en el gráfico del ensayo, allí donde éste se separa de la línea recta.

Para la determinación del límite elástico hay que recurrir a cargas y descargas sucesivas, tomando mediciones del alargamiento después de cada descarga. En la práctica el límite elástico corresponde a la tensión después de la cuál se producen alargamientos

permanentes de 0.01% o bien 0.005%, según normas **DIN 50143 y 50145**, denominándose $\sigma_{0.01}$ y $\sigma_{0.005}$ respectivamente.

4.2.5.5 Límite de Fluencia (F_1).

Se manifiesta en algunos aceros como irregularidad típica de la curva de esfuerzo - deformación.

La norma **ASTM** en su apartado **A – 370**, lo define como el esfuerzo más bajo a la cual se produce un aumento en el alargamiento sin un aumento de tensión.

No todos los materiales presentan la caída de carga típica, por esto se define como límite de fluencia para estos materiales al esfuerzo(tensión) al cual tiene lugar un alargamiento que después de la descarga mantiene una deformación permanente de **0.2 %**, por lo cual también se denomina límite **0.2**.

4.2.5.6 Determinación del límite 0.2

Para determinar el límite **0.2**, es necesario medir el alargamiento durante el ensayo. Esta medición se hace aplicando escaladamente cargas intermedias, hasta obtener un alargamiento residual del 0.2% después de la descarga total. El aparato de medida ha de permitir determinar valores del alargamiento de por lo menos 0.05% de la longitud de referencia. Como precisión de medida absoluta se especifica el valor de 0.01 mm.

También puede determinarse el límite 0.2 sin anulación de la carga en aquellos materiales que tienen una característica de Hooke, trazada paralelamente a la línea de proporcionalidad a una distancia correspondiente a un alargamiento de 0.2% a partir del origen; el punto de intersección corresponde entonces a $\sigma_{0.2}$. Ver figura Tra5..

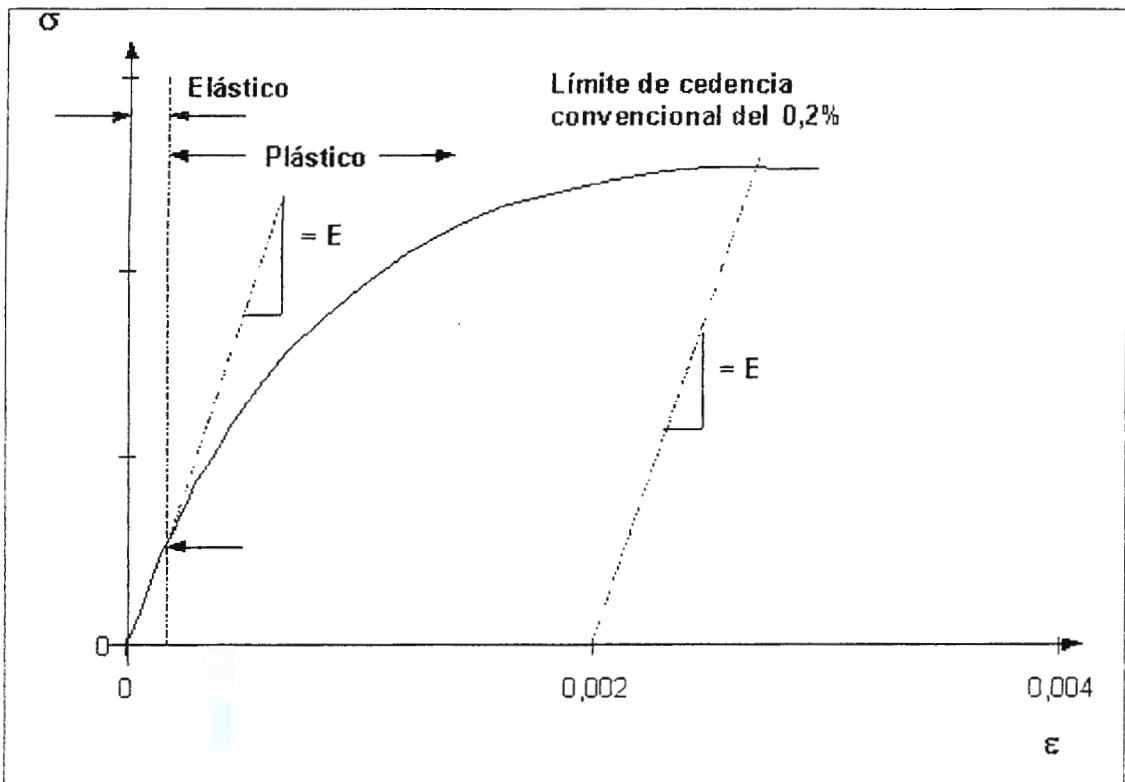


Fig. 23 : determinación por medio del gráfico del límite de 0.2%

4.2.5.7 Resistencia a la tracción

Es la máxima carga por unidad de sección que resiste el material durante el ensayo.

$$\sigma_{\text{tracción}} = \frac{F_{\text{máximo}}}{S_0} \quad [\text{kg/mm}^2]$$

4.2.5.8 Resistencia a la rotura

Es la carga por unidad de sección que presenta el material en el momento de rotura.

$$\sigma_{\text{rotura}} = \frac{F_{\text{rotura}}}{S_0} \quad [\text{Kg / mm}^2]$$

En los materiales que no presentan estricción, esta coincide con la resistencia a la tracción

¹¹ Referencia 13

4.2.5.9 Desviaciones y errores admisibles.

Las normas especifican para las máquinas de los ensayos a tracción de hasta $\pm 1.0\%$ en la determinación de las cargas.

Para la determinación de las secciones la norma ASTM E-8 M especifica que debe de medirse y anotarse el diámetro de las probetas con una precisión de 0.025 mm en las de 5mm. de espesor; con precisión con 0.01mm. para probetas de dimensiones de 2.5 mm. de diámetro y con precisión de 0.0025mm. para probetas de dimensiones inferiores a 2.5mm.

Las normas estipulan que las tensiones deben de indicarse con las siguientes resoluciones :

Tensión	Resolución
Hasta 20 kg/mm ²	0.1 kg/mm ²
De 20 a 50 Kg/mm ²	0.2 kg/mm ²
De 50 a 100 kg/mm ²	0.5 kg/mm ²
más de 100 kg/mm ²	1.0 kg/mm ²

4.2.5.10 Alargamiento de rotura.

Es el mayor alargamiento plástico alcanzado por la probeta de tracción después del ensayo, pero no corresponde exactamente a la mayor extensión alcanzada por la probeta, ya que después de la rotura recupera la parte correspondiente al alargamiento elástico, que existía un momento ante de la rotura.

El alargamiento de rotura es distinto según la posición en la cual se produzca la rotura, por lo que es aplicable la formula cuando la rotura se produce en el tercio central de la probeta.

Según la norma ASTM A – 370 para medir el alargamiento de rotura deben de unirse los dos trozos fracturados de la probeta cuidadosamente y medir la distancia entre las marcas con una precisión de ± 0.25 mm para una longitud entre marcas de 50mm. o inferior y con una precisión de $\pm 0.5\%$ para una longitud de entre marca superior a 50 mm. Observe figura 25

4.2.5.11 Estricción.

Según ASTM A-370 corresponde a la diferencia entre el área en la sección de rotura y el área inicial expresada como un porcentaje del área inicial

$$Z = \frac{S_0 - S}{S_0}$$

La medición de las sección de rotura , debe de hacerse con la misma exactitud utilizada para medir las mediciones iniciales de la probeta.

Los valores de la estricción dependen de las formas de la sección de la probeta. Las probetas de sección circular son en las que se observan mejor la estricción.

El alargamiento y la estricción están relacionadas con la ductibilidad de los aceros; pero se acepta en general que el valor que más caracteriza la ductibilidad de un material es la estricción. Ver figuras figura24 y 25.

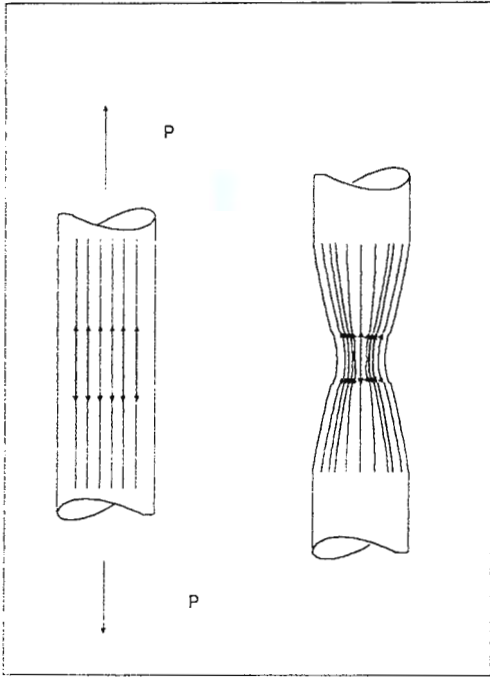


Fig 24: distribución de tensiones

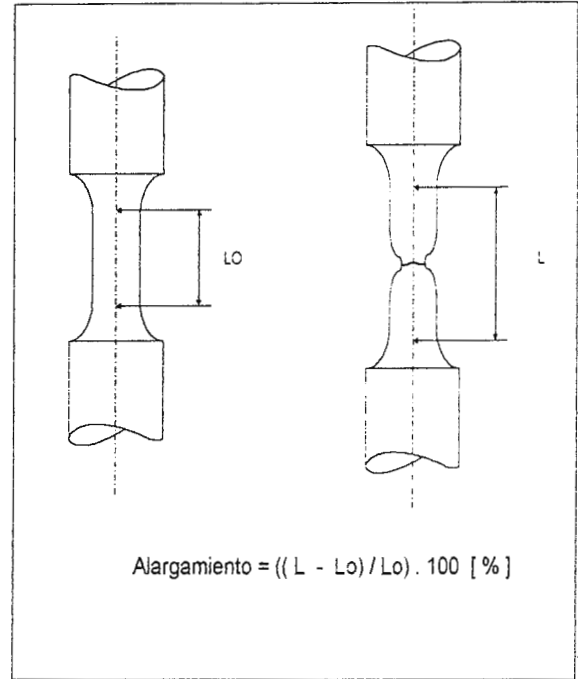


Fig. 25 : formación del alargamiento, estricción e inicio de rotura.

4.2.5.12 Velocidad de carga.

Los valores determinados por el ensayo de tracción pueden verse muy influidos por la velocidad de carga, si estos van unidas con deformaciones plásticas del material, para cuyo desarrollo total se requiere algún tiempo. Estos intervalos pueden ser muy largos, como se demuestra en el caso del ensayo de fluencia lenta. Pero en la determinación de la magnitud mencionadas hasta ahora, se puede normalmente dejar de lado la velocidad de carga, sobre todo si en la región del límite de fluencia no sobrepasa más de $1 \text{ Kg/mm}^2/\text{seg}$.

La norma ASTM E- 8 indica respecto a este punto que, los límites de la velocidad de ensayo deben estar especificados para los materiales en los cuales se obtienen diferentes resultados empleando diferentes velocidades, cuando estas diferencias, son de tal magnitud que los resultados de los ensayos son insatisfactorios para determinar la aceptabilidad del material.

¹² Diseño propio

Puede especificarse la velocidad de ensayo atendiendo a :

1. La velocidad de desplazamiento entre porta mordaza, cuando la maquina de ensayo trabaja en vacío expresada en milímetros por minuto
2. La velocidad de separación del porta mordaza durante el ensayo expresada en milímetros por minuto
3. Tiempo de ensayo desde que comienza hasta que se llega al instante de la rotura, expresado en minutos por segundos
4. La velocidad de carga expresada en $\text{kg}/\text{mm}^2/\text{seg}$
5. La velocidad de alargamiento expresada en milímetros por minuto

4.2.5.13 Trabajo de Deformación.

El diagrama de esfuerzo alargamiento se puede calcular el trabajo que tiene que ejercer para conseguir la deformación del material,. El trabajo representa en este caso el área bajo la curva del esfuerzo alargamiento.

La capacidad de trabajo del material, es decir, la capacidad especifica de absorción de trabajo viene dada por el consumo de trabajo total, averiguado a base del diagrama de esfuerzo alargamiento y del volumen de la probeta que intervienen en la deformación.

En la practica pocas veces se determina la capacidad de trabajo del material aun cuando es la que suministra uno de los pronósticos más importantes sobre el comportamiento del material en servicio y sometidos a esfuerzos dinámicos ver figura 26

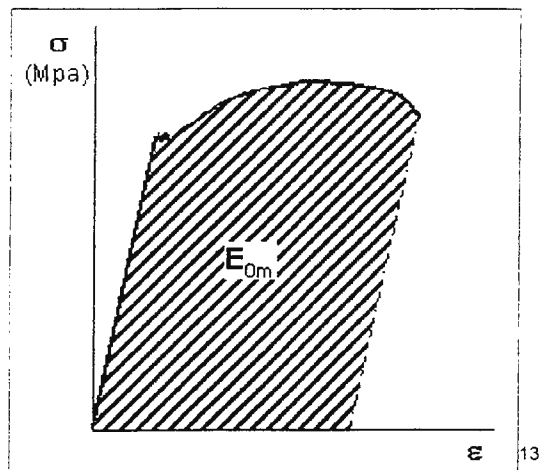


Fig. 26 Trabajo de deformación

¹³ Referencia 12

4.2.5.14 Probetas

Para la determinación de las características tecnológicas a partir del ensayo de tracción se utilizan probetas, cuyas dimensiones están fijadas por las normas correspondientes. La normalización en dimensiones se hizo sobre todo con miras a su influencia en la determinación del alargamiento. Las dimensiones y preparación de probetas vienen dadas en las normas DIN 50125 y ASTM A-370 y E-8.

a) Toma de muestras.

Las probetas deben tomarse de la pieza de manera que en el ensayo se obtengan una media de las características existentes en la sección total de la pieza, si es que no habrá de averiguar valores mínimos o máximos propiamente dichos.

Se obtendrá un promedio aproximado tomando muestras a unos dos tercios del radio de la pieza aproximado. Las secciones de las muestras no deben de ser demasiados pequeñas pues con sección mayor de la pieza se abarca una sección mayor de la probeta se abarca también una sección mas grande del material y se puede equilibrar mejor las irregularidades del material.

En la preparación de la probeta no debe de producirse un calentamiento excesivo con el fin de evitar cambios estructurales y tensiones producidas por este calentamiento.

Igualmente deben de evitarse deformaciones en frío al cortarse la muestra.

b) Mecanizado de la probeta.

El mecanizado de la probeta debera de hacerse con la mayor minuciosidad y sin excesivo arranque de viruta, sobre todo en la última operación. En materiales frágiles habrá que repasar la superficie de la probeta y eventualmente pulirla, este trabajo se hace la mayoría de las veces con lijas y en el torno, moviéndose la lija durante el movimiento de rotación en la dirección del eje de la probeta para evitar que se formen estrías perpendiculares a este eje. Las probetas planas tomadas por el ensayo de chapas se mecanizan únicamente en sus secciones transversales en la dirección de la laminación . Con el fin de conservar su superficie y la influencia de la misma. En piezas laminadas y forjadas se obtiene mejores características de alargamiento y resiliencia, en el sentido longitudinal, siendo la resistencia a la tracción la misma para ambos sentidos.

c) Forma de las probetas

Para los ensayos de tracción se emplean probetas cilíndricas o prismáticas. Las probetas cilíndricas o prismáticas se preparan como probetas proporcionales, es decir, con una relación fija de medida L_0 y el diámetro de partida d_0 . Por lo regular se emplean las relaciones :

$L_0 = 10 d_0$ probeta proporcional larga

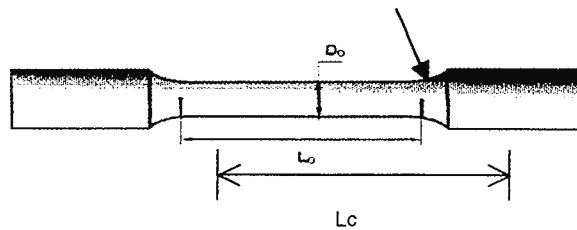
Ambas probetas según norma DIN 50125

$L_0 = 4 d_0$ según norma ASTM E – 8

$L_0 = 7.25 d_0$ según norma francesa

$L_0 = 3.55 d_0$ según norma inglesa

Probeta cilíndricas



En las tablas siguientes se indican las medidas típicas para las probetas de tracción según Normalizaciones europeas y americana.

Tabla 1: Medidas según especificaciones UNE

K mm	Diámetro D_0 mm	Area de la sección S_0 mm	Longitud inicial entre puntos $L_0 = K \sqrt{S_0}$ mm	Longitud mínima de la parte calibrada L_c mm	Longitud total L_t
5,65	$20 \pm 0,150$	314,2	$100 \pm 1,0$	110	Depende del sistema de fijación en la mordazas de la máquina. En principio: $L_t > L_c + 2d$
	$10 \pm 0,075$	78,5	$50 \pm 0,5$	55	
	$5 \pm 0,040$	19,6	$25 \pm 0,25$	28	

Tabla 2: Medidas de otras normativas

Probeta	Dimensiones en mm			
	L_0	D_0	L_c	r
Americana ASTM	50	12.5	60	10
Alemana corta (DIN)	100	20	120	30
Alemana larga (DIN)	200	20	240	30
Francesa	100	13.8	120	5
Inglesa	50.8	14.33	57.15	10

4.2.5.15 Medición de los alargamientos

Para la medición del alargamiento de rotura vasta por lo general la exactitud de un calibre, pero con el fin de poder determinar exactamente el alargamiento de rotura, se precisa que esta no se hallé demasiado cerca de la marcas de medida.

Cuando se desea determinar el límite de 0.2 o bien hacer mediciones en la zona elástica es necesario realizar estas mediciones con gran precisión.

Los aparatos destinados a medir los alargamientos producidos en las probetas se denominan extensómetros.

Existen diversos tipos de extensómetros entre los que se encuentran los basados en reloj comparador, en el sistema Martens – Kennedy de palanca, en el sistema de espejos de Martens, en el sistema eléctrico por captadores inductivos o bandas extensiométricas, etc.

Las normas ASTM clasifican a los extensómetros de acuerdo con los siguientes requerimientos de su máximo error en la indicación de su alargamiento:

Clase	Máximo error en alargamiento (mm)
A	0.00025
B1	0.0025
B2	0.005
C	0.025
D	0.25
E	2.5

Los extensómetros de clase A deben de ser usados para la determinación precisa para los valores del módulo de elasticidad y para medidas dedicadas de muy débiles desviaciones de la ley de Hooke, los de clase B1 se emplean para la determinación aproximada de los valores del módulo de elasticidad y para medidas de desviaciones de la ley de Hooke, así como para determinar los valores tales como el límite de 0.2 de los materiales. Los extensómetros de clase B2 se utilizados para determinar el límite 0.2 de los materiales.

4.2.5.16 Los dispositivos de carga

Las tensiones que ha de absorber la probeta han de poder aplicarse sin discontinuidad y las velocidades de carga y descarga han de poder regularse a voluntad.

Los esfuerzos deben de transmitirse a la probeta completamente alineada con su eje.

4.2.5.17 Máquinas de ensayo.

Existen diversos tipos de máquinas de ensayo siendo las más utilizadas actualmente las de accionamiento hidráulico. Estas máquinas constan generalmente de los siguientes sistemas :

- Sistemas de generación de presión o grupo hidráulico
- Sistema de transmisión de esfuerzos o bastidor
- Sistema de sujeción de las probetas
- Sistema de indicación de registros de esfuerzos y alargamientos

Véase figura 27 y 28



Fig 27 Máquina universal de ensayo

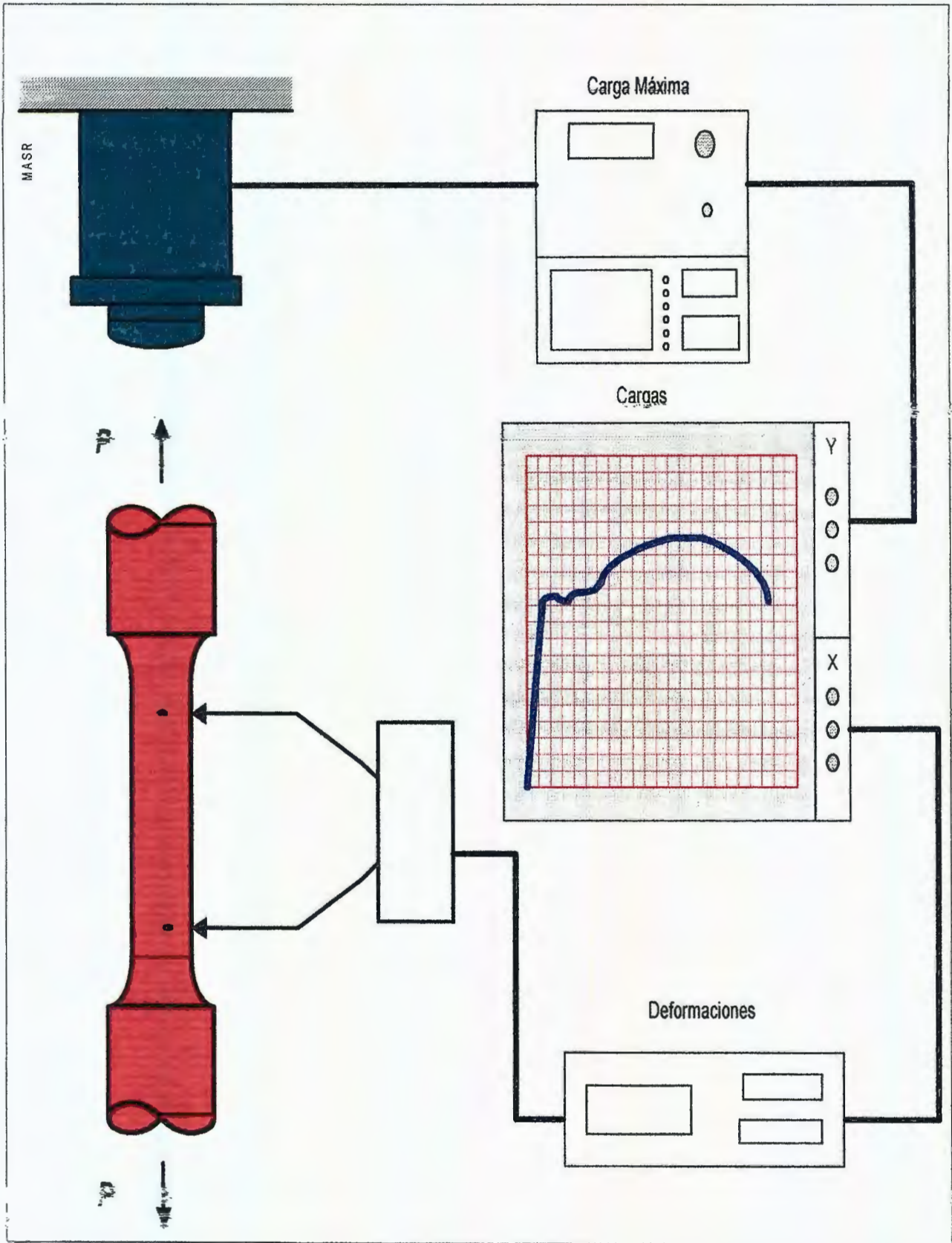


Fig. 28 :Elementos de una máquina de ensayo de tracción

4.2.5.18 Sujeción de las probetas.

Las máquinas de ensayos tiene dispositivos de sujeción que, cambiando unos sencillos órganos intermedios, presentan múltiples posibilidades de utilización. Observe figura 29

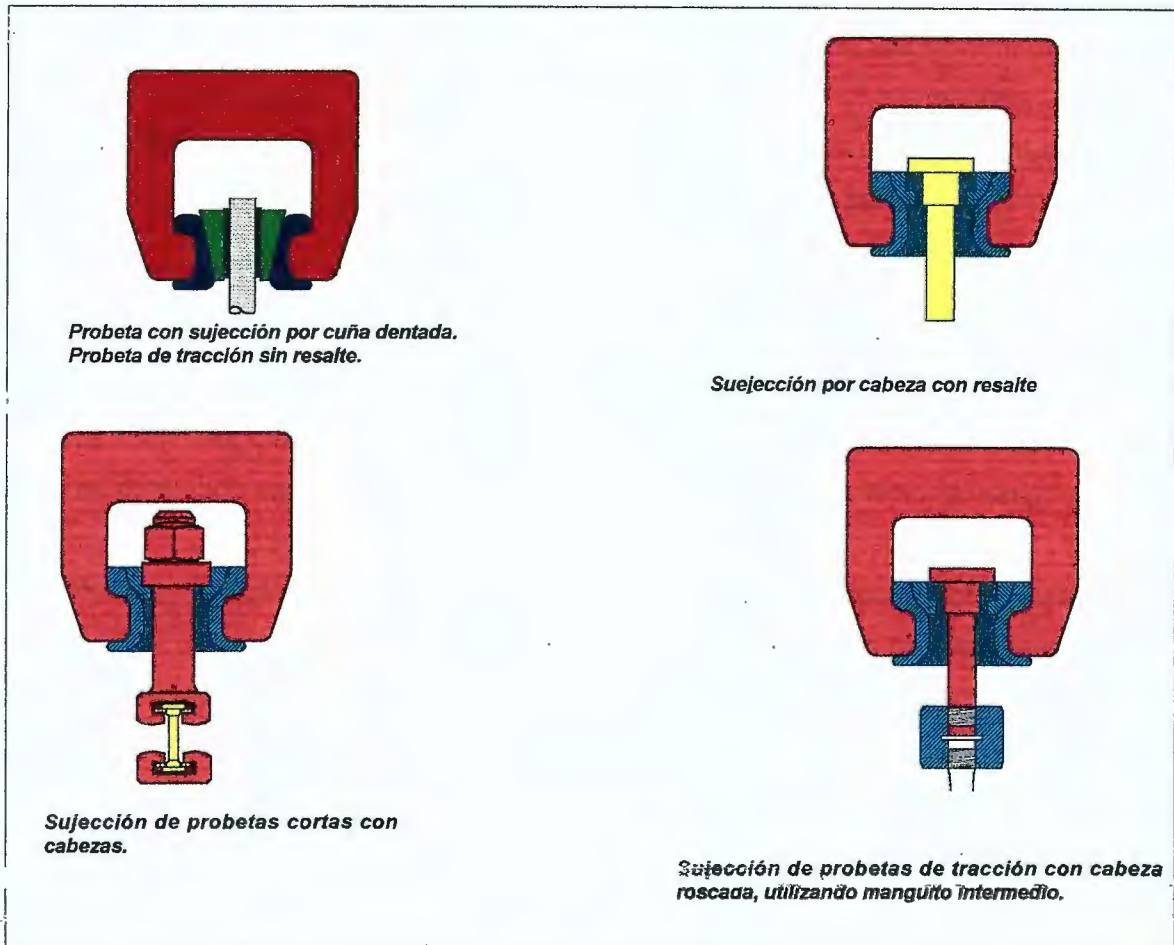


Fig. 29: Tipos de sujeción de probetas de tracción.³

La sujeción por cuña dentada no puede sostener con firmeza los aceros de alta resistencia.

Las probetas redondas con resalte ofrecen un apoyo muy seguro, pero necesitan partir de un diámetro superior y un mecanizado más caro. El empleo de cabezas roscadas es un compromiso intermedio.

El dispositivo de sujeción debe de permitir un ligero movimiento de las probetas para ajustarse a la dirección de tracción.

¹⁴ Diseño propio

4.2.5.19 Limite de fluencia en caliente.

Suele ser de importancia el conocimiento de este límite a temperatura que no excedan a 350°C para los aceros al carbono sin alear y de 450°C para los aceros de baja aleación.

En general este límite disminuye con la temperatura en una medida mayor que la resistencia a la tracción.

El ensayo de tracción se hace después de que la barreta se ha conservado durante 5 min en la temperatura uniforme exigida dentro de más o menos 2°C y durante este tiempo no ha variado la indicación del extensómetro.

Este ensayo de tracción en caliente se hace con ayuda de las máquinas normales de rotura. Para el calentamiento de las probetas se ha montado alrededor de estas un horno con dispositivo de suspensión.

4.2.5.20 Ensayo de larga duración.

La fluencia está condicionada por dislocaciones atómicas que dan lugar a una deformación plástica. La nueva orientación de los átomos se ve facilitada por un aumento de temperatura.

El proceso de aumento continuo de alargamiento con el tiempo bajo carga constante se llama fluencia lenta.

Se conoce desde hace mucho tiempo que algunos materiales como el alquitrán se deforman espontáneamente fluyendo bajo la acción de su propio peso.

Actualmente se ha comprobado que todos los metales se deforman más o menos lentamente aplicándole cargas muy pequeñas e inferiores desde luego al límite elástico. La fluencia aumenta con la temperatura.

Los metales son menos sensibles a la fluencia, cuando más elevada es su temperatura de fusión.

Puede definirse la carga límite de fluencia como la capacidad de resistir de un metal en intervalo de temperatura determinada sin que se rompa en un tiempo indefinido.

Normalmente los ensayos de fluencia duran entre mil y diez mil horas

4.3 Ensayos de Compresión

Es el ensayo menos empleado que el de tracción.

Estudia el comportamiento de un material sometido a un esfuerzo de compresión creciente, ejercido con una máquina apropiada, hasta conseguir la rotura o aplastamiento, según la clase del material. Se efectúa sobre probetas cilíndricas, en los metales, y cúbicas en los materiales no metálicos.

Los ensayos de compresión dan menos información que los de tracción y son más dificultosos de realizar.

En cambio, es importante este ensayo para materiales de construcción como la fundición, metales para cojinetes, piedras y hormigón.

En general, se admite que la resistencia a la compresión de los metales, es igual a la resistencia a la tracción, y si hay alguna diferencia, siempre es mayor la resistencia a la compresión. Ver figura 30. Por lo tanto las resistencias y las deformaciones en el ensayo de compresión se expresan de la siguiente forma:

Tensión unitaria	$\sigma = - \frac{P}{S_0}$	
Contracción total	$\Delta l = l - l_0$	< 0
Contracción unitaria	$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$	< 0
Variación de la sección	$\Delta S = S - S_0$	> 0
Variación de la sección en %	$q = \left(\frac{S}{S_0} - 1 \right) * 100$	

El diagrama de esfuerzo – deformación, correspondiente al ensayo de tracción y compresión para un acero de extrasuave, se observa en la figura 30. La parte que se encuentra en el tercer cuadrante es la correspondiente a la compresión. La recta OA', semejante a la OA del diagrama de tracción, nos pone de manifiesto que los aplastamientos unitarios son proporcionales a las tensiones y el límite de proporcionalidad es el presentado por σ_p , por encima del cual los aplastamientos dejan de ser proporcionales a las tensiones. En A' se inicia una pequeña curvatura, y en B' se produce un cambio brusco en las deformaciones por aplastamiento sin un aumento sensible de la tensión. En el punto B', comienza a hacerse perceptible el aumento de sección de la probeta por el aplastamiento, pero no de una manera uniforme a lo largo de toda su altura, sino que se desarrolla más intensamente hacia la parte

central, adoptando por lo general, una forma de tonel (véase figura 31..) Por esto en los materiales plásticos , el hierro dulce, cobre, plomo, etc, no existe una verdadera carga de rotura por compresión, ya que se aplastan sin romperse. Por el contrario, los materiales frágiles, como la fundición, acero templado, etc., se rompen por compresión, sin deformación previa, y la carga a la compresión es siempre superior a la rotura por tracción. La determinación del límite de fluencia en este tipo de materiales ofrece muchas dificultades.

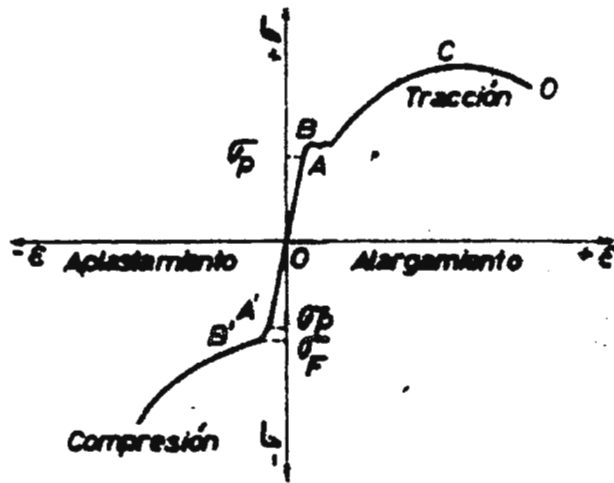


Fig. 30 : Gráfica comparativa entre los esfuerzos de tracción y compresión

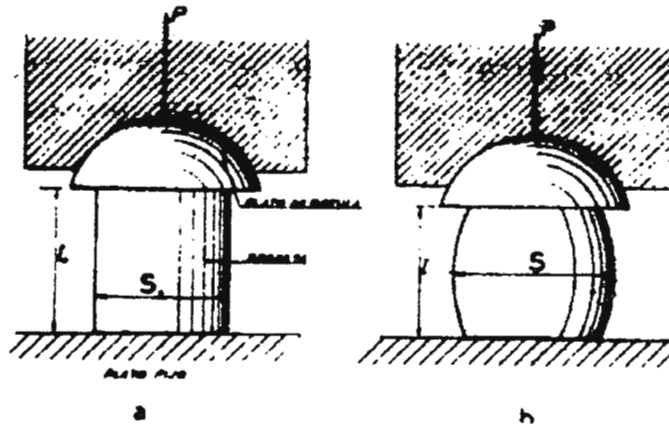


Fig. 31¹⁵

Probetas de compresión

La forma de las probetas ejerce una influencia considerable en los resultados que se obtiene en el ensayo de compresión. Así, la resistencia de las probetas de sección cilíndricas es superior a las de sección cuadrada; además, si la altura de las probetas aumenta, la resistencia

¹⁵ Referencia 11

disminuye. La probeta **normal** para materiales metálicos es un cilindro cuyo altura es igual al diámetro. Para medidas de precisión se usan probetas cilíndricas cuya altura es 2.5 a 3 veces el diámetro. Las probetas de compresión también tienen que cumplir con la ley de semejanza, debiéndose verificarse que:

$$\frac{S_0}{l} = 0.9 \text{ a } 1$$

Maquina de ensayo

La máquina Universal de Ensayo, para poder realizar ensayos de compresión se encuentra provista de dos platos: uno de ellos fijo, sobre el que se apoya una de las bases de las probetas; el otro móvil, es un alojamiento esférico con el fin de que el esfuerzo actué siempre normal a las bases y se distribuyan uniformemente en toda la sección, aun cuando las bases no sean rigurosamente paralelas(Figura 31).

La colocación de las probetas de compresión en la máquina es una operación más delicada que la de tracción, pues cualquier descentramiento hace que se desarrollen esfuerzo excéntricas que falsean el resultado.

Las bloques de compresión empleados normalmente bajo especificaciones ASTM E-9, son de carburo de tungsteno para el ensayo de acero endurecido, donde la dureza de las superficies de los bloques es de 55 HRC o mayor .

El estado de las superficies de apoyo de las probetas y de los platillos influye extraordinariamente en la forma que adaptaran las probetas al deformarse. Si entre ambas superficies existe mucho rozamiento, esto impide que allí el metal deslice y la deformación adopta la forma ya mencionada de **tonel**. Pero si entre las superficies no existe rozamiento por estar perfectamente pulidas, allí se desarrollará la máxima tendencia al deslizamiento, y a la deformación.

La forma de romperse de la probetas depende del material :

- a) En materiales **plásticos** , tales con el hierro dulce, cobre, bronce, etc., se presenta en forma de **grietas superficiales**.
- b) En los materiales **frágiles**, tales como la fundición, acero templado, piedras, hormigón, etc., se produce por **deslizamiento de superficies, con una inclinación de unos 45°** con relación a la dirección del esfuerzo.
- c) En los **materiales fibrosos**, como maderas, se produce por **plegamiento**, si la dirección del esfuerzo es paralelo a la fibra.

La norma ASTM que trata del ensayo de compresión por carga axial para materiales metálicos es la E – 9, en la sección tres donde se tratan los métodos de ensayos de materiales y procedimiento analíticos, volumen 03.01

4.4 Ensayo de flexión

Consiste en someter a probetas del material a ensayar, apoyadas libremente por los extremos a un esfuerzo aplicado en el centro mientras se mide la deformación en el eje de la pieza o la flecha que se produce.

En los ensayos de flexión se originan, los mismos que en la carga por tracción y compresión, tensiones normales, es decir, tensiones que están dirigidas perpendicularmente a la sección. La diferencia radica en que la flexión actúa un par de fuerzas que dan lugar a que se formen tensiones de tracción y de compresión en la misma sección. Con este ensayo puede obtenerse un diagrama similar al de tracción, aunque no suele llegarse a la rotura. Es considerado como complementario al ensayo de tracción, ya que se aplica en aquellos casos en que, por la fragilidad del material, las pruebas de tracción no dan resultados convincentes. Por esto el ensayo ha cobrado gran importancia en los materiales de escasa deformabilidad plástica, como por ejemplo, hierro fundido, en los cuales puede lograrse deformaciones muy susceptibles de medida.

Se efectúa sobre probetas de sección circular o rectangular, apoyadas libremente por sus extremos, en dos soportes de rodillos cuya distancia puede variarse. En el punto medio de la distancia entre los apoyos actúa sobre la probeta la carga P , progresivamente creciente, y se mide allí la deformación de la flecha.

Resistencia a la flexión

La probeta sometida a una carga P , se deforma y adquiere una cierta configuración de equilibrio, tal como se indica en la Figura 32. En consecuencia, las fibras inferiores de la probeta se estiran (sometidas a esfuerzos de tracción), mientras que las superiores se contraen (están sometidas a un esfuerzo de compresión). Entre ambas, hay una capa de fibras que no experimentan variación de longitud y se denomina **fibra neutra**.

Las tensiones interiores en una sección determinada CC' que se oponen a la deformación, se reduce a un par, que equilibra al momento de las fuerzas exteriores, que actúa a la derecha o a la izquierda de la sección considerada (momento flector).

Según se demuestra en Resistencia de materiales, el valor de tensión que actúa en las fibras situadas a una distancia, v , de la capa de fibras neutras y en la sección CC' , viene dada por la formula.

$$\pm \sigma = \frac{Mv}{I_x}$$

M : momento flector en la sección CC' (momento, con respecto a un punto de esa sección, de las fuerzas que actúan a su derecha). Su valor, según se deduce de la Figura EFL1, es $M = Px / 2$.

I_x : momento de inercia de la sección considerada, con relación al eje de la misma, que coincide con la capa de fibras neutras. Sus valores son:

- sección circular $I_x = \frac{\pi d^4}{64}$

- sección rectangular $I_x = \frac{BH^3}{12}$

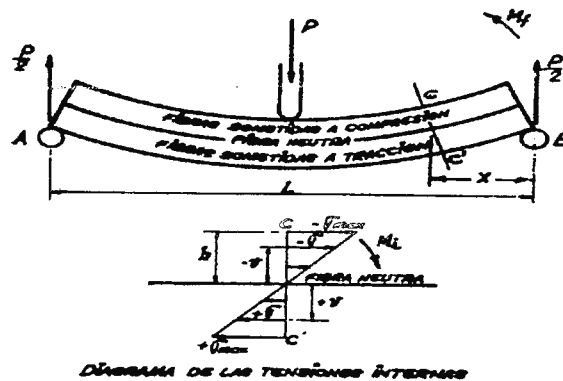


Fig. 32¹⁶

Las tensiones adquieren el valor máximo en las fibras más alejadas de la fibra neutra y en la sección donde el momento flector es máximo. En el caso que interesa para el ensayo de flexión, donde la carga P actúa en el punto medio de la distancia entre apoyos, las tensiones máximas se desarrollan en la sección situada debajo del esfuerzo, en las fibras más alejadas de la fibra neutra; por tanto

$$\pm \sigma = \frac{Mf}{W} \quad \text{siendo } Mf = \frac{F * L}{2 * 2} \quad \text{y } W = \frac{I_x}{h}$$

Mf : momento flector máximo

¹⁶ Referencia 11

- W : momento resistente
 H : distancia de la fibra más alejada de la fibra neutra .
 L : distancia entre apoyos

Si la sección es circular

$$\pm \sigma_{\max} = \frac{FL}{0.4d^3}$$

Si es rectangular $\pm \sigma_{\max} = \frac{3FL}{2BH^2}$

Las deformaciones

Las deformaciones que se producen durante el período elástico de la fibra se encuentran dadas por la ecuación diferencial

$$EI = \frac{d^2Y}{dX^2} = -M$$

Integrada conduce a la ecuación

$$Y = \left(\frac{1}{EI} \right) \left(\frac{FL^2}{16} X - \frac{FX^3}{12} \right)$$

Esta ecuación se conoce como de la línea elástica o de deformación de equilibrio de la fibra neutra. **A la máxima deformación de la línea elástica se le denomina flecha.**

En el caso de este ensayo se tiene su máximo valor para $x = \frac{L}{2}$; donde su valor es de:

$$f = \frac{FL^3}{48EI}$$

De esta formula se deduce que, durante el período elástico, la flecha es proporcional a la carga. El diagrama de la Fig. 33 nos da los valores de la flecha para cargas progresivamente crecientes, hasta la rotura. La parte recta **OA** del mismo corresponde al período de las deformaciones elásticas; en **A** se indica una ligera curvatura y en **B** se produce un cambio brusco en el valor de la flecha, sin aumentar la carga. El punto **B** corresponde al límite elástico de flexión, similar al de la fluencia, σ_f , en los ensayos de tracción y de compresión; pero su valor es más elevado. Si el metal es susceptible de romperse por flexión la curva se prolonga hasta **C**, límite de rotura por flexión; en caso contrario se pliega sin romperse.

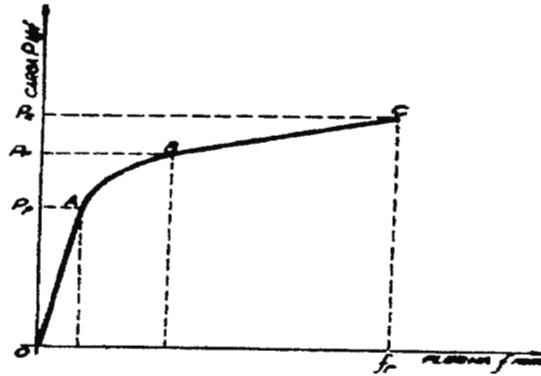


Fig. 33¹⁷

También este ensayo se emplea para medir el módulo de elasticidad por ser más sensible que el ensayo de tracción.

$$E = (F L^3) / (48 I f)$$

F : carga aplicada

L : separación entre apoyos

I : momento de inercia de la sección

f : flecha.

El valor que aquí resulta es más preciso que el obtenido en el ensayo de tracción, por ser las deformaciones de tracción más elevadas.

Ejecución del ensayo

Para mayores detalles del ensayo de flexión se recomienda revisar en la norma ASTM en su apartado E – 290, indicando tres diferentes disposiciones de ensayos

Probetas - Las probetas se obtiene por lo general, en estado bruto, por colada fuera de la pieza, con un diámetro **d** lo más uniforme posible, de unos 30, y una longitud de 650 mm. Si la barra se máquina a un **d** de 10mm. La distancia usual entre apoyos es **L = 20d**.

Máquinas - La máquina Universal de ensayos se encuentra provista de unos apoyos de rodillos desplazables; de un punzón, en cargado de aplicar la carga, progresivamente creciente, y de un dispositivo para medir la flecha.

Medida de la flecha - La flecha se mide por la deformación en el centro de la probeta . Para que estos resultados sean exactos es preciso tener en cuenta los desplazamientos de los apoyos al producirse la flexión. Si **c** es la deformación en la parte central, y **a** y **b** las deformaciones de los apoyos respectivos (figura 34) , el valor de la flecha es:

$$f = c - \frac{a + b}{2}$$

¹⁷ Referencia 11

Estas deformaciones se miden con **flexímetros**, que llegan a alcanzar una precisión del orden de 1/1000 de mm.

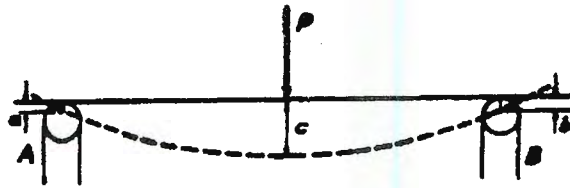


Fig. 34¹⁸

4.5 Ensayo de Torsión

Este ensayo consiste en someter una probeta del material a ensayar a carga por un par de fuerzas que actúan en un plano de su sección transversal, produciéndose un par de giro que origina tensiones en el citado plano de la sección transversal.

La distribución de las tensiones parte del centro y aumenta linealmente hasta la fibra superficial siempre que los materiales estén dentro de la región de la carga elástica.

Durante el ensayo se va midiendo el par torsor y el ángulo de giro unitario que se este originando en la probeta.

De ordinario se emplea probetas de sección circular, cuyas longitud media es de 5 ó 10 veces mayor que el diámetro. Las cabezas suelen confeccionarse cuadradas y por lo regular bastantes gruesas para evitar que se rompan en el dispositivo de sujeción.

4.6 Ensayo de cortadura

Con el ensayo de cortadura doble realizado según norma DIN – 50141, se originan tensiones

Para el cálculo de la tensión de cortadura se emplea la siguiente fórmula :

$$\tau = P / (2 S_0) = (2P) / (\pi d^2_0)$$

donde P es la carga aplicada y S_0 la sección de la probeta.

Para el ensayo de resistencia a la cortadura se emplea probetas redondas de 2 a 25 mm de diámetro.

El ensayo de cortadura se realiza generalmente en máquinas universales de ensayos. La velocidad de desplazamiento no debe de pasar de 10 mm/ min . En la práctica, el ensayo de cortadura no suele hacerse con frecuencia dado que la resistencia a la cortadura puede deducirse con más ó menos exactitud del ensayo de tracción. Según esto y para el acero.

¹⁸ Referencia 11

Debido a que frecuentemente las piezas que forman parte de máquinas están sometidas a cargas dinámicas que chocan con ellas, las desgastan o simplemente variando en magnitud y sentido, las destruyen por fatiga, es por eso que se hace necesario reproducir por las condiciones de los materiales sometidos a cargas dinámicas con los denominados ensayos dinámicos de los cuales los principales son. Los ensayos de resistencia al choque y los ensayos de fatiga.

5.1 Ensayo de resistencia al choque.

Consiste básicamente en romper en un solo golpe, con ayuda de una máquina especial cuyo martillo se mueve en trayectoria pendular, una probetas de dimensiones determinadas, con una entalladura para facilitar su rotura.

La energía consumida en la rotura de la probeta se denomina resiliencia. Mediante este ensayo se valora aproximadamente la tenacidad de los materiales que se define como su capacidad de resistencia al choque.

La resiliencia es un coeficiente que caracteriza a un material en unas determinadas condiciones de ensayo, y se expresa como la energía consumida para romper una probeta por la unidad de sección en la entalla, expresada en Kg_m/mm^2

En general, las máquinas llevan un índice que se mueve proporcionalmente al ángulo rebasado por el péndulo, el cual indica directamente la resiliencia en kg_m/mm^2

En estos ensayos es necesario tomar bastantes precauciones para que no falseen los resultados obtenidos, debiéndose efectuar la mecanización de las probetas con mucho cuidado, para conseguir que sus dimensiones cumplan siempre las tolerancias establecidas en las normas.

Los ensayos deben de hacerse a temperatura constante de $20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$., ya que las variaciones de temperatura pueden modificar extraordinariamente los resultados. Este ensayo establece principalmente para conocer esta propiedad a temperaturas bajas, donde la resiliencia disminuye.

Es importante destacar que, al hacer los ensayos de choque lo mismo que al hacer el ensayo de tracción, es necesario señalar el proceso que se ha seguido para obtener la probeta, pues los valores de la resiliencia varían en las piezas de acero del centro a la periferia y también influye mucho la orientación de la probeta respecto al sentido de forja o laminación. Los valores

que se obtienen con probetas sacadas en sentido transversal son muy inferiores a las probetas sacadas en sentido longitudinal.

Para juzgar el verdadero valor de la resiliencia, como índice de calidad de un material es necesario conocer siempre la dureza de la probeta en el momento anterior al ensayo, siendo también conveniente conocer los valores de la resistencia o del límite de elasticidad de las probetas de tracción sacadas de la misma zona de donde se sacaron las probetas de resiliencia.

Para valorar correctamente un ensayo de resiliencia, deben de señalarse siempre la dureza de la probeta o la resistencia que por una equivalencia aproximada le corresponde.

-El Péndulo Charpy esta constituido por un martillo que pesa 22 Kg. Que desarrolla 30 Kgm. En el momento del choque. La cuchilla del choque las forman dos caras inclinadas en 30° , unidas por una curva de radio 8 mm. En la parte superior de los montantes que sustentan el eje de giro del martillo, hay una pieza fija con dos apoyos que distan entre si 40mm. Sobre los que se apoya la probeta, que queda en su eje principal en posición horizontal, de forma que, su cara entallada quede en la parte opuesta a la que recibe el choque (ver figura 35)

Para hacer el ensayo se coloca el péndulo levantado y fijo siempre en determinado punto, luego se suelta el péndulo que choca con la probeta y después de romperla, sigue su camino alcanzando cierta altura que depende de la resistencia que el material ha opuesto a su rotura. Si el péndulo alcanza poca altura el material es muy tenaz, y la resiliencia grande Si el péndulo sube mucho el material es frágil y tiene poca resiliencia hay en la maquina una aguja que es arrastrada por el péndulo en su recorrido, lo cual discurre sobre un cuadrante cuadrado en Kgm.

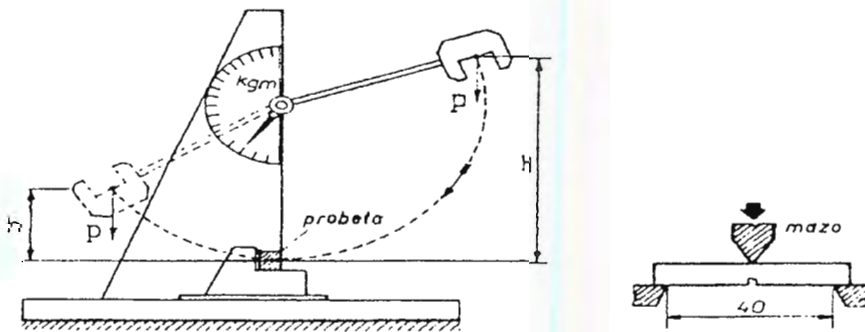


Fig. 35 :esquema del ensayo en la máquina Charpy¹⁹

¹⁹ Referencia 10

Se suelen utilizar diversos tipos de probeta ver Figura 36 La más utilizada suele ser la Mesnager que, tiene una entalla de 2mm. de profundidad y 2mm. de anchura, con en fondo redondeado con 1mm. de radio.

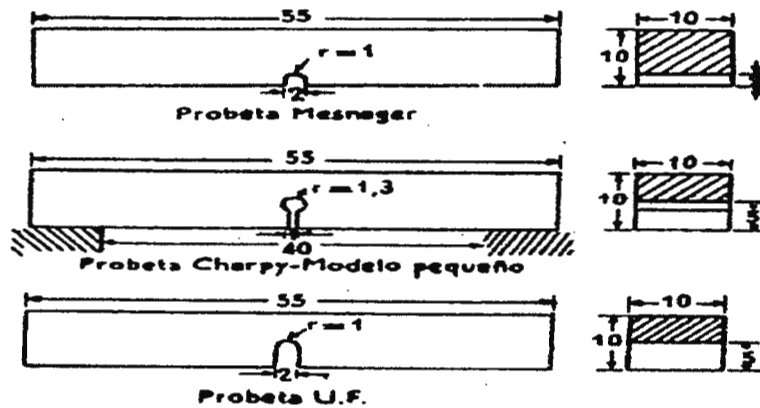


Fig: 36 : diversas formas de probetas para ensayos Charpy.²⁰

Utilizando la probeta Mesnager y el péndulo de 30 Kgm. Se obtienen resiliencias variables desde 30 kgm / cm² para el Hierro y los aceros extradulces, hasta 5Kgm/cm² para los aceros muy duros.

Las resiliencias del orden de 14 a 16 Kgm / mm² se aceptan como buenas para aceros de gran fatiga con resistencias de 100Kgm/ mm².

El tamaño y forma de la probeta tienen una importancia extraordinaria en los resultados de los ensayos, como puede verse en los ensayos representados en la Figura 37.

²⁰ Referencia 10

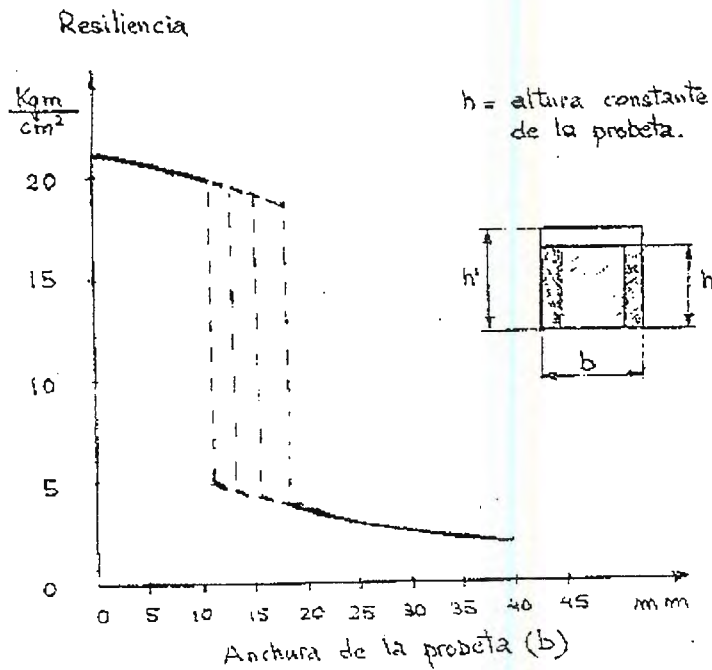


Fig. 37.

El Péndulo Izod.

Este péndulo tiene cierta semejanza con el péndulo Charpy. Esta constituido por una base horizontal sobre la que van colocados dos montantes que se soportan el eje de rotación del martillo que, en su caída rompe la probeta.

El péndulo pesa 60 libras (25,25 Kg) y desarrolla una energía de 120 libras – pies (16.6 kg.) cuando cae desde la altura normal del ensayo que es de 2 pies (0.61 m).

Hay dos tipos de probetas Izod. Una de sección cuadrada de 10x10 mm. y 130 mm. de longitud lleva tres entallas distanciadas entre si 28mm. hechas con un ángulo de 45° y 2 mm. de profundidad con el fondo redondeado con radio de 0.25 mm. Cada una de estas entallas esta hecha en una cala distinta y con cada probeta se hacen tres ensayos, dándose siempre un resultado que es la media de los tres resultados obtenidos. También se emplean mucho probetas de sección circular con 11.5mm. de diámetro que, también tienen tres entalladuras situadas a 120°. Los resultados que se obtienen con ambos tipos de probetas son similares y comparables.

El ensayo Izod se diferencia de Charpy, en que la probeta se coloca en voladizo, empotrada por un extremo, en lugar de quedar apoyada en los dos. La probeta se introduce en un agujero hecho en la base, de forma que el fondo de la entalla coincida con el plano superior del soporte, y luego se sujeta por medio del tornillo.

5.2 El Ensayo de Fatiga.

Muchas piezas de motores y máquinas trabajan bajo sollicitaciones intermitentes y alternativas. Cuando a un material se le somete a esfuerzos de magnitud y sentidos variables, se rompe con cargas muy inferiores a la resistencia a la rotura normal para un esfuerzo de tensión constante

A este aparente desfallecimiento de los materiales cuando están sometidos a esfuerzos alternados se le conoce con el nombre de fatiga de los metales. Los ensayos de fatiga sirven para determinar la carga máxima que puede resistir un material durante un número indefinido de ciclos sin romperse.

Es frecuente que la resistencia a la fatiga sea la mitad de la resistencia a la rotura a tracción.

En toda rotura por fatiga pueden distinguirse tres periodos

- En el primer periodo de incubación se inicia una fisura microscópica que, generalmente no es visible a simple vista.
- En el periodo de fisuración progresiva, la grieta iniciada en el periodo de incubación se extiende y progresa por la acción de los esfuerzos alternados y repetitivos a que está sometido el material.
- Y por fin el tercer periodo, de rotura, el material se rompe bruscamente con escasa deformación del mismo.

Las roturas por fatiga, son muy características y presentan dos zonas de fractura muy diferentes :

Una, de grano fino, que ha ido rompiéndose por fatiga en el periodo de fisuración progresiva y otra, de grano grueso, de aspecto brillante, que es la sección de rotura instantánea final. En la zona de grano fino se distingue a veces una serie de líneas que parecen como si hubiesen avanzado concéntricamente a partir de un punto de la superficie, que por tener algún defecto y ser más débil es de donde se ha partido la primera fractura,

Las roturas por fatiga son siempre peligrosas, por lo que son imprevistas, por no haber alargamientos sensibles de las piezas, que sirven para anunciar la próxima rotura del material.

En cambio en las roturas por tracción siempre se suele producir un alargamiento sensible antes de la rotura.

Las diferentes sollicitaciones a que puede verse sometido un material que trabaja a fatiga pueden ser las de flexión lateral, flexión rotativa, torsión y tracción- compresión.

Las fracturas por fatiga suelen comenzar generalmente en un punto de la pieza donde hay una gran concentración de esfuerzos, con ángulos vivos, rayas de mecanizado, etc, o en las zonas

del material defectuoso con inclusiones no metálicas, descarbonaciones u otros defectos del material.

Los ensayos de fatiga sirven para determinar el límite de fatiga del material, que se define como el esfuerzo de mayor amplitud que puede aplicarse indefinidamente a un material, sin producir rotura trabajando a fatiga.

En los ensayos de fatiga las cargas pueden ser de varias clases. Alternados simétricos, alternados disimétricos, intermitentes y pulsatorios.

Para los ensayos normales se preparan una serie de probetas cuyas medidas y grados finales de mecanizados sean exactamente los mismos en todos los casos y por tener el mismo proceso de obtención y tratamiento tienen ellas aproximadamente las mismas propiedades con la misma dureza y la misma resistencia a la tracción.

Se ensaya las probetas a fatiga haciendo soportar a cada una la acción de cargas diferentes cuyos valores pueden variar desde 0.9 a 0.3 del valor de la carga de rotura, anotándose en cada caso la carga de fatiga que ha actuado y el número de ciclos que cada una ha resistido hasta la ruptura. Cada probeta es sometida a una sola carga durante el ensayo.

Los resultados obtenidos se llevan a una gráfica semilogarítmica. En ella se colocan ordenadas las cargas que ha efectuado en el ensayo y abscisas el número de ciclos que ha sido necesario para romper la probeta .

En la práctica se toma como resistencia a la fatiga a la mayor carga que no llega a romper el material después de actuar de tres a cinco millones de ciclos.

Para dar una idea de la calidad de un material muchas veces se señala el valor:

$$F / R = (\text{resistencia a la fatiga}) / (\text{resistencia a la tracción})$$

Que en la mayoría de los aceros suele ser aproximadamente de 0.5 . este valor suele ser mayor para los aceros blandos que para los aceros duros y varía dependiendo del contenido del carbono (aceros al carbono 0.6; hierro hasta 0.35)

6. Ensayos tecnológicos

El objeto de los ensayos de conformación o tecnológicos es conocer el comportamiento de los materiales, cuando se les somete a los mismos procedimientos de conformación que se emplean para la fabricación industrial.

En los ensayos tecnológicos se encuentran los de conformación por deformación (doblado, embutición, etc.), los de conformación por arranque de viruta (cantidad de viruta arrancada por unidad tiempo, duración de las herramientas, etc.)

De los ensayos citados, los más empleados son los ensayos de conformación por deformación y los ensayos de conformación por soldadura, pues los ensayos de conformación por arranque de viruta o maquinabilidad, están todavía sin normalizar, entre los ensayos de conformación destacaremos como los más importantes:

- Plegado
- Embutición
- Forja
- Corte
- Punzado
- Soldadura

6.1 Ensayo de plegado

Consiste en someter al material a un plegado simple, doble o alternativo y observar la aparición de grietas. Se emplea para láminas, tubos y alambres. El plegado simple es muy similar al ensayo de flexión.

6.2 Ensayo de embutición

Es uno de los más utilizados y tiene por objeto conocer la aptitud de las chapas o flejes para ser conformadas por embutición, es uno de los procesos más empleados por la industria moderna para la fabricación de piezas para aviones, automóvil, etc.

La ductibilidad del material se puede conocer por el alargamiento y por la estricción que se obtiene del ensayo de tracción, pero muchas chapas delgadas no se prestan bien a este ensayo, y en la práctica se obtiene una gran dispersión de resultados.

El ensayo de embutición o ensayo de Erichsen resuelve en gran parte este problema.

Consiste en introducir un trozo de chapa en la máquina de ensayo,

Operando de forma que con la primera maniobra al girar, el volante de la máquina el material queda presionada fuertemente por un anillo C, que lo sujeta con otro anillo B, que esta apoyado y sujeto al bastidor de la máquina, luego, se mueve un gatillo que conecta el mecanismo de embutición al volante de la máquina que al ser girado nuevamente, hace avanzar una bola A sobre el centro de material, iniciándose la embutición que progresa, hasta que llega un momento cuando se agrieta la chapa.

En este ensayo se mide en mm el camino que ha recorrido el útil esférico de embutición hasta el momento de producirse la primera grieta y la cifra obtenida da el valor de embutición Erichsen.

En los materiales de alta embutición además de los valores de embutición Erichsen, se puede conocer su posible comportamiento en el trabajo, haciendo el ensayo del vaso que se realiza con la misma máquina, empleando utillaje y accesorios especiales

7. Normas de Referencia para la realización de los ensayos mecánicos.

El empleo de las normas Internacionales fue indispensable para la ejecución de los ensayos mecánicos, ya que actualmente no se dispone de una normativa nacional para tal procedimiento.

7.1 Normas Españolas UNE.

No.	- UNE -	Descripción
1.	7- 018- 75 2R	Reglas para expresar algunas especificaciones numéricas de los ensayos de materiales
2.	7 – 233 - 72	Determinación y método de comprobación del límite elástico del acero a temperatura elevada
3.	7 – 322 - 75	Ensayo interrumpido de fluencia a temperatura elevada en productos de acero.
4.	7 – 323 -75	Ensayo de rotura por fluencia a temperatura elevada en productos de acero
5.	7 – 333 - 77	Identificación de la orientación de la probeta para ensayos mecánicos
6.	7 – 422 - 85	Materiales metálicos. Ensayo de dureza . Ensayo Brinell.
7.	7 – 423 – 84/1	Materiales metálicos. Ensayo de dureza. Ensayo Vickers: HV 5 a HV100
8.	7 – 423 – 86/2	Materiales metálicos. Ensayo de dureza. Ensayo Vickers. Parte 2 : HV 5 a HV100
9.	7- 424 – 89/1	Materiales metálicos. Ensayo de dureza. Ensayo Rockwell. Parte 1: Escalas A – B – C – D - E – F – G –H –K.
10.	7 – 424 – 90/1 ERRATUM	Materiales metálicos. Ensayo de dureza. Ensayo Rockwell. Parte 1: Escalas A – B – C – D - E – F – G –H –K.
11.	7- 424 – 89/2	Materiales metálicos. Ensayo de dureza. Ensayo Rockwell. Parte 2 Escalas A – B – C – D E – F – G –H –K.

12.	7 - 474 - 92/1	Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Parte 1: método de ensayo (a temperatura ambiente.
13.	7 - 475 - 92/1	Materiales metálicos. Ensayo de flexión por choque sobre probeta Charpy. Parte 1: Método de ensayo.
14.	36 - 004 - 89 1R	Definición y clasificación de los tipos de acero
15.	36 - 004 - 92 1R 1M	Definición y clasificación de los tipos de acero
16.	36 - 007 - 77 1R	Condiciones técnicas generales de suministro de productos siderúrgicos
17.	36 - 080 - 90 8R	Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Condiciones técnicas de suministro.
18.	36 - 080 - 92 8R 1M	Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Condiciones técnicas de suministro.
19.	36 - 081 - 76	Aceros para estructuras de características mecánicas especiales y soldables. Tipos y grados
20.	36 - 082 - 84	Aceros para construcción metálica con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica
21.	36 - 300 - 80	Toma y preparación de muestras para análisis químico de productos de acero laminada y forjados
22.	36 - 411 85/1	Aceros. Conversión de alargamiento. Parte 1: aceros al carbono y débilmente aleados
23.	36 - 415 - 85	Aceros. Conversión de dureza
24.	36 - 541 - 76	Productos de acero. Redondo laminado en caliente. Medidas y tolerancias.
25.	36 - 800 - 87	Productos siderúrgicos. Certificados. Contenido.
26.	36 - 801 - 92	Productos metálicos.

7. 2 Normas Norte Americanas ASTM.

No	ASTM	Descripción
1.	E - 8M	Método para el ensayo de tracción en materiales metálicos
2.	E - 143 - 87	Método para la determinación del modulo de corte en materiales metálicos
3.	E - 1842 - 96	Método para el ensayo de macro dureza Rockwell en materiales metálicos
4.	E - 1595 - 98	Práctica para la evaluación de la eficiencia de las máquinas de laboratorios de ensayos mecánicos.
5.	E - 1236 - 91 (1997)	Método para el ensayo de dureza Vickers en materiales metálicos
6.	E - 18 - 98	Método para la realización de ensayo de dureza Rockwell superficial en materiales metálicos.
7.	E - 10	Método para ensayo de dureza Brinell en materiales metálicos.

VII. Muestreo de materiales.

1. Objetivos del muestreo de los materiales.

Para iniciar la labor se consideró necesario establecer los objetivos que se pretendían lograr, de esta forma, los pasos seguidos se elaboraron para cubrir los siguientes objetivos.

General:

Establecer las propiedades mecánicas básicas de los materiales empleados en la Industria Nacional de mecanizado de piezas metálicas (carpintería mecánica).

Específicos

- 1.) Determinar que tipos de aceros son los que más demanda la Industria de mecanizado de piezas.
- 2.) Establecer el tipo de bronce y el aluminio que más demanda la industria nacional de mecanizado.
- 3.) Realizar el ensayo de tracción para las probetas seleccionadas de acuerdo a norma UNE 7- 474 - 92
- 4.) Determinar la dureza de los materiales seleccionados, de acuerdo a especificaciones de la normativa UNE 7 – 424 - 89
- 5.) Desarrollar el ensayo de flexión por choque sobre probeta Charpy, según las procedimientos UNE 7 – 475 – 92.

2. Metodología.

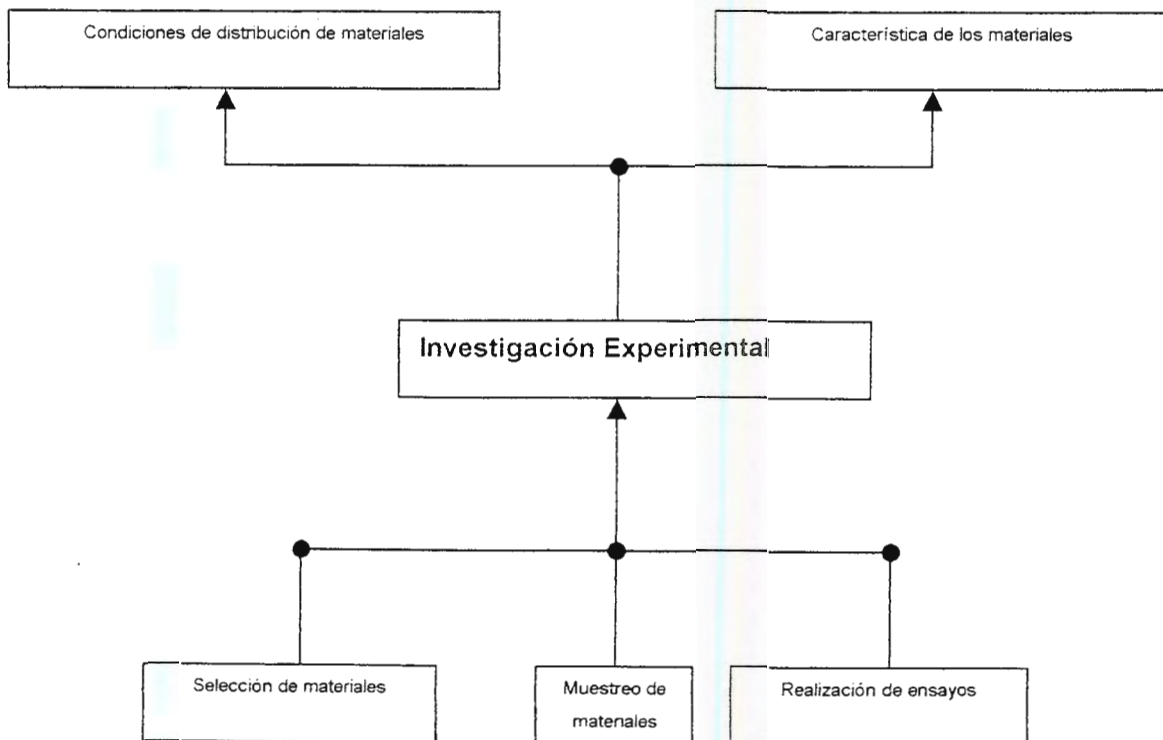
La investigación a desarrollar es inicialmente exploratoria. Con ello se pretende establecer los tipos de materiales y las frecuencias con que estos son más utilizados. Adicionalmente se conocerá un perfil más real de las condiciones en las cuales se distribuyen los materiales, empleados para el mecanizado de piezas metálicas.

El instrumento utilizado con tal fin es una encuesta, acompañada o reforzada por entrevistas libres.

El formato de la encuesta se encuentra en el **Anexo 5**, aplicada tanto a distribuidores como a consumidores.

La segunda etapa del proceso de, consiste en el trabajo experimental. Este lleva como objeto, el determinar mediante la observación y pruebas físicas el análisis de las propiedades mecánicas fundamentales.

En el esquema del árbol de problemas que se presenta, se muestran los pasos seguidos para el análisis :

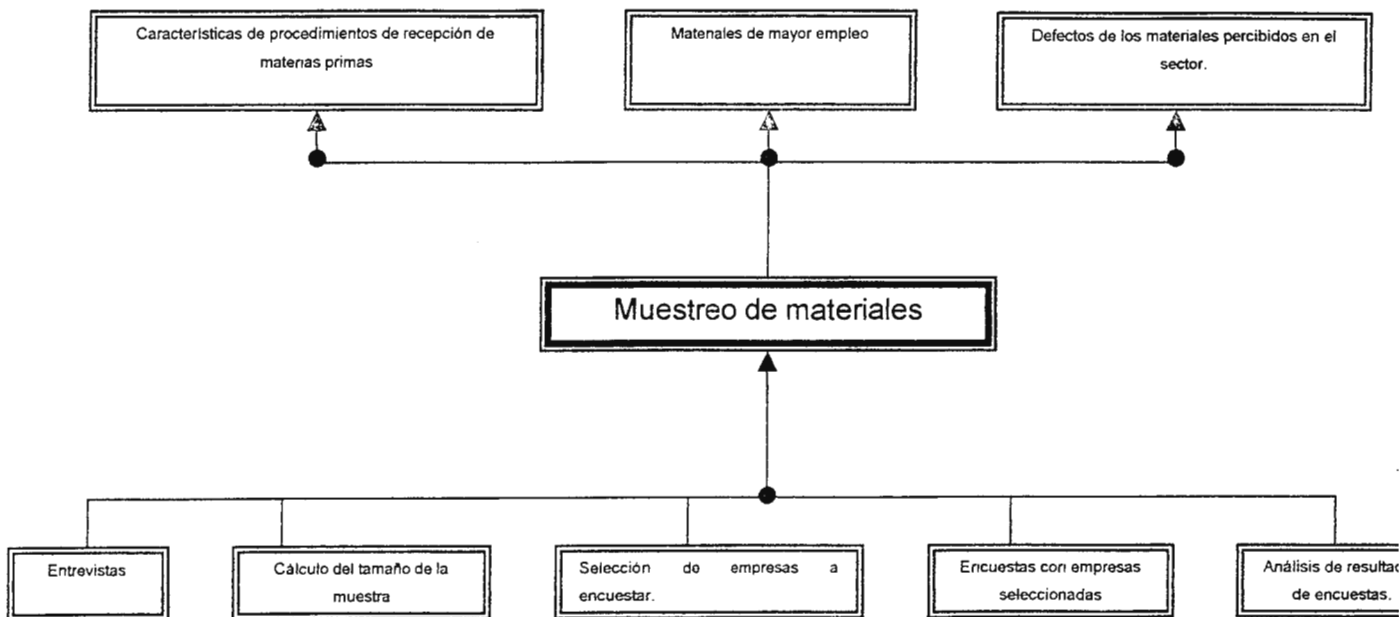


Los siguientes árboles de problemas presentan en desglose cada uno de los lineamientos seguidos como bases para el desarrollo de la investigación experimental, presentándose en orden correlativo en su ejecución, apegado al orden de aparición que a continuación se presenta:

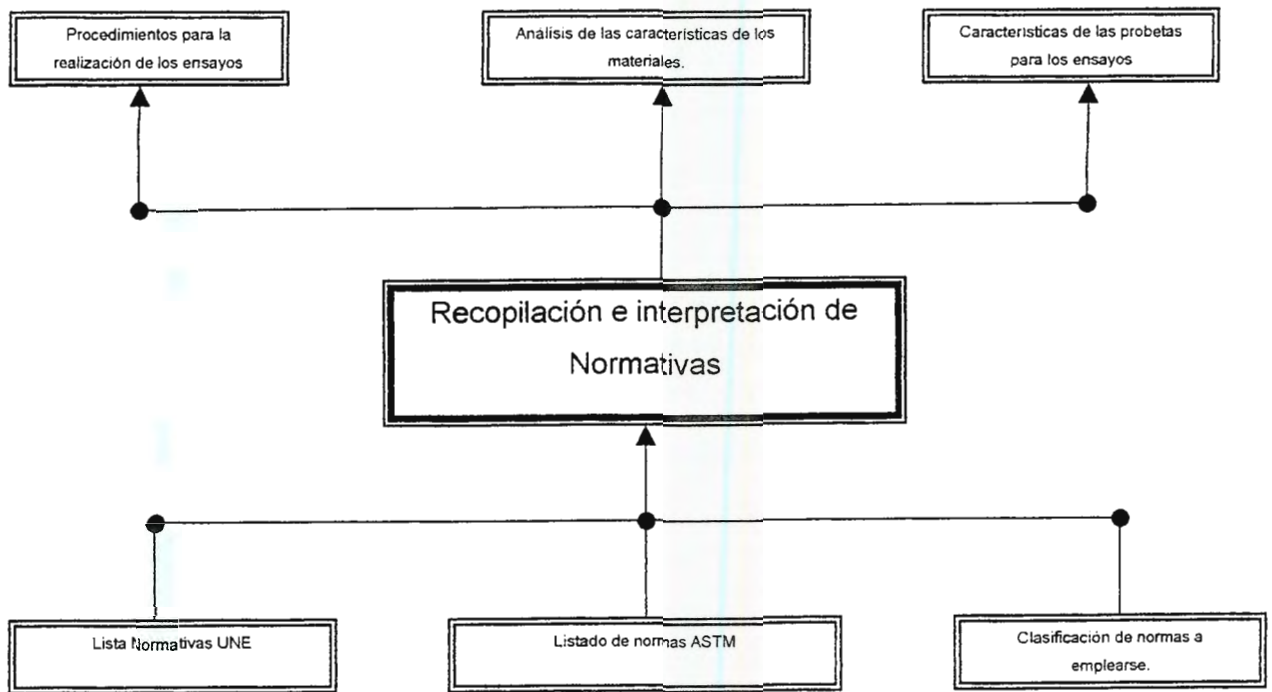
- 1.) Muestreo de las características de los materiales distribuidos en el mercado nacional;
- 2.) Recopilación e interpretación de normativas UNE y ASTM aplicables a los materiales y a los ensayos;
- 3.) Selección de materiales para emplearse en el trabajo experimental, apegado a la realidad nacional y representativo de la objetividad perseguida;
- 4.) Realización de los ensayos.

Cada árbol se debe de comenzar a interpretar desde la parte inferior, donde se presentan las bases, orígenes o soluciones al problema(causas); en la parte intermedia el problema objetivo; en la parte superior las posibles consecuencias al solucionar el problema objetivo.

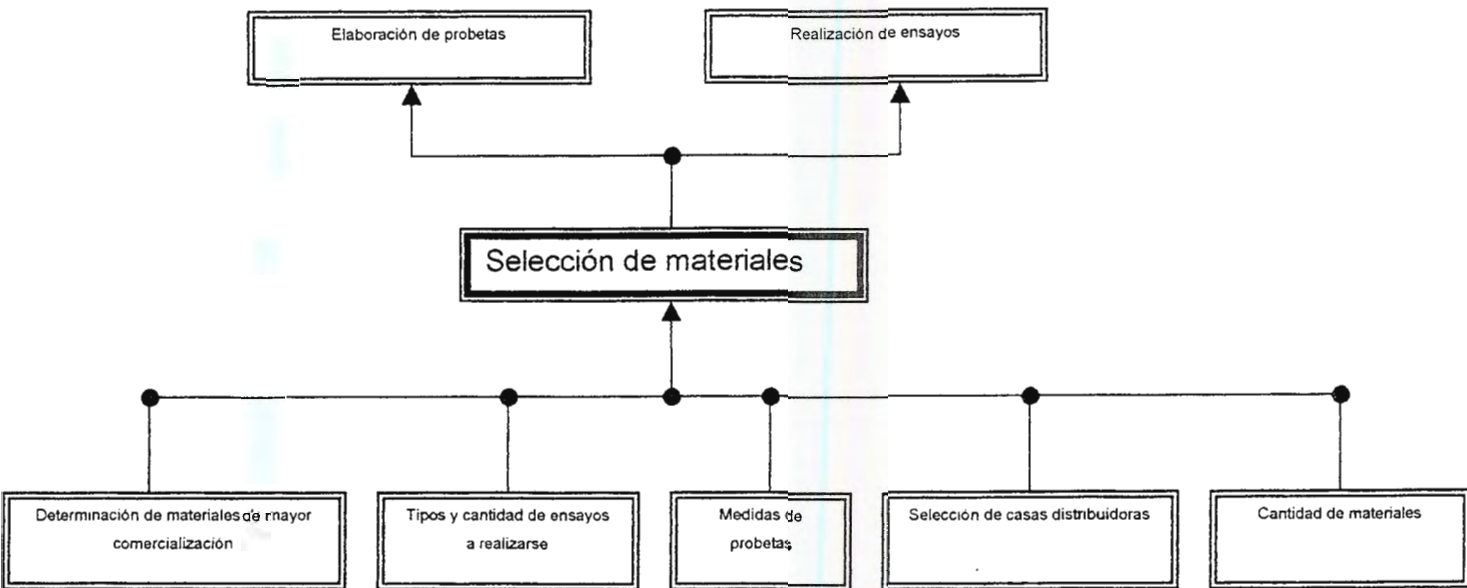
Problema - Objetivo 1:



Problema – Objetivo 2²¹:

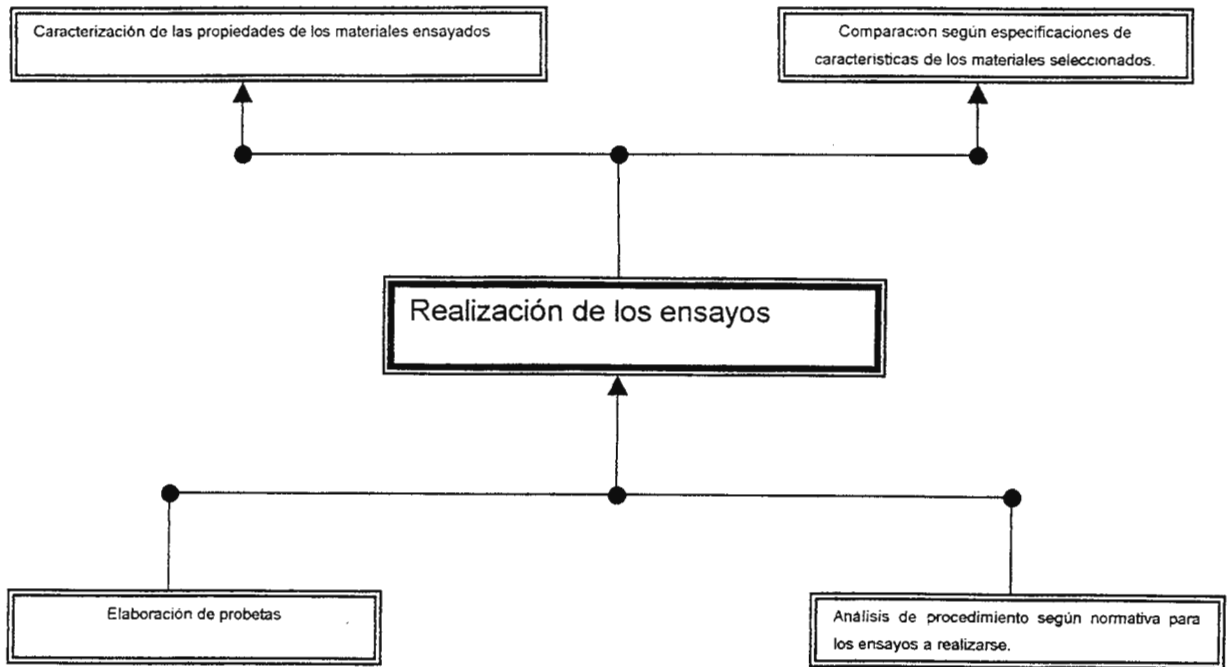


Problema – Objetivo 3:



²¹ Este problema – objetivo fue desarrollado en el marco teórico, remítase al apartado de normas de referencia para la realización de ensayos mecánicos.

Problema – Objetivo 4



3. Determinación de Universo.

Para realizar una apropiada investigación, establecimos dos universos a encuestar, los cuales son:

- 1.) Las casas distribuidoras de materiales. Este Universo lo consideramos como uno de los más representativos por relacionarse con todas las ramas de mecanizado de piezas metálicas y ser en parte responsable de la calidad de los materiales disponibles en mercado nacional.
- 2.) Talleres de metalmecánica. Ya que es el beneficiado o perjudicado por la calidad de los materiales metálicos distribuidos en el mercado nacional.

3.1. Cálculo del tamaño de la muestra

3.1.1 Distribuidores de materiales

Para calcular el tamaño de la muestra, se ha tomado en cuenta las inexactitudes propias del muestreo, pues la información recopilada en las encuestas queda sujeta en gran medida a la información que proporcionan los encuestados, pudiendo estos en determinado momento dar información tergiversada.

El tamaño de la muestra la calcularemos utilizando la siguiente fórmula:

$$M = \frac{Z^2 \cdot PQN}{(N - 1)E^2 + Z^2PQ} \quad ^{22}$$

En donde:

- M: tamaño de muestra
- P: Probabilidad de éxito
- Q: Probabilidad de fracaso
- Z: Nivel de confianza
- N: Tamaño del Universo
- E: Porcentaje de error de la muestra.

También suponemos que podemos estimar un 20% como error máximo permisible.

Al mismo tiempo consideramos un nivel de confianza del 95%, y establecemos una probabilidad de éxito y de fracaso de 0.5 cada una.

²² Referencia 16

Sustituyendo los valores de la casas distribuidoras de materiales:

$$M = ?$$

$$P = 0.5$$

$$Q = 0.5$$

$$Z = 0.95$$

$$N = 8.0 \text{ (vea sección 3.3 – a)}$$

$$E = 0.2$$

$$M = \frac{0.95^2 (0.5 \times 0.5 \times 8)}{7 \times 0.2^2 + 0.95^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$M = 3.56$$

Si tomamos la cantidad de 4 como tamaño de la muestra, el error obtenido será el siguientes

$$E = \sqrt{\frac{(N / M - 1) \times z^2 P Q}{N - 1}}$$

Sustituyendo los valores se obtiene un valor de error de :

$$E = 17.95 \%$$

Este valor se encuentra por debajo del estimado de 20%, el porcentaje de error se encuentra influenciado por la manipulación que puedan realizar los que proporciona la información.

3.1.2 Calculo de muestras para los talleres mecánicos

En esta etapa de la investigación de campo, tomaremos como referencia los estudios realizados por: Jorge Regalado Campos y Ronald López Portillo, con respecto a talleres metal mecánicos²³. En estos estudios, la muestra encontrada fue de 97 de un universo de 150 talleres del área metropolitana de San Salvador. El error máximo posible que obtuvieron fue de 9%, lo cual es muy bajo y por lo tanto, la información proporcionada se puede considerar confiable.

Con el fin de verificar que los estudios realizados anteriormente, fuesen valederos en la actualidad, se realizó un pequeño muestreo en los talleres de metal mecánica; comprobándose que los resultados en cuanto a lo referente al consumo de materiales, se mantiene invariable.

23 Trabajo de graduación, " El Tratamiento Térmico, sus aplicaciones y usos en los principales materiales existentes en El Salvador." Universidad Albert Einstein.

3.2 Empresas a encuestar

La forma de seleccionar las empresas que serán sujetas de encuestar será por medio de muestreo probabilístico al "azar simple". Dentro de las cuales se encuentran :

- ✓ ACAVISA
- ✓ ABASTEINSA
- ✓ DIMETAL
- ✓ ACEROSAL
- ✓ VIDRÍ
- ✓ Materiales Diversos
- ✓ AYMA
- ✓ REDI S.A.

3.3 Análisis de resultados de las encuestas

a) *Las casas distribuidoras de materiales metálicos.*

Las casas distribuidoras de materiales, representativas del mercado nacional son básicamente ocho, que se listan a continuación:

- ACAVISA
- ABASTEINSA
- DIMETAL
- ACEROSAL
- VIDRI
- REDI S.A.
- AYMA
- MATERIALES DIVERSOS

b) *De las marcas de aceros.*

Las especificaciones de cada una de las marcas de los aceros servidos por las casas distribuidoras en todo el país. Estas se resumen en la siguiente tabla:

No.-	Distribuidora	Marca de acero
1	ACAVISA	ASSAB
2	ABASTEINSA	SANVIK, BOLHER, ABCO
3	REDI S.A.	BOLHER
4	DIMETAL	No proporciono información
5	ACEROSAL	BOLHER
6	VIDRI	No proporciono información
7	AYMA	DEVA
8	Materiales Diversos	BOLHER

En la tabla anterior se puede observar, que la marca de acero más distribuido es la BÖLHER, en algunos casos existe marcas exclusivas de algunos distribuidores, ASSAB, SANDVICK, DEVA.

c) *Procedencia de los materiales distribuidos en El País.*

La procedencia de los materiales se establece según la marca y el distribuidor. La norma de fabricación se rige por las especificaciones proporcionadas por la siderúrgica del país de origen al distribuidor local. Los distribuidores locales de materiales obtienen sus productos de los países siguientes: Suecia, Alemania, Japón, Estados Unidos,

España, México e Inglaterra. La tabla que se presenta a continuación presenta algunos de estos resultados.

Distribuidor	Procedencia	Norma
ACAVISA	Suecia, Alemania	AISI
ABASTEINSA	Suecia, Alemania, Japón, España	AISI, ASTM, DIN, JIS, UNE
REDI S.A.	Suecia, Estados Unidos	AISI
AYMA	España	AISI
ACEROSAL	Alemania, Inglaterra	DIN, AISI
VIDRI	México	AISI
Materiales Diversos	Suecia, Alemania	DIN, AISI
DIMETAL	Bélgica, España, Suecia	AISI.

d) *Control de calidad.*

La producción de los materiales siempre presenta un porcentaje de falla, por eso es preciso realizar un control de calidad. Donde los características y / o especificaciones del producto debe de comprobarse según las normas de referencia. Lastimosamente no se realiza una verificación según la norma del producto. Simplemente se da por cierto y validos los datos proporcionados por el fabricante. En la siguiente tabla se puede observar algunas inspecciones realizadas por ciertas casas distribuidoras.

Distribuidor	Tipo de Inspección²⁴
ACAVISA	Dureza
ABASTEINSA	Dureza, Tracción
REDI S. A.	<i>Ninguna</i>
AYMA	Dureza (Durometro manual)
ACEROSAL	<i>Ninguna</i>
Materiales Diversos	Dureza
DIMETAL	<i>Ninguna</i>
VIDRI	<i>Ninguna</i>

e) *Aceros de mayor distribución*

24 La inspecciones realizadas por dureza no fueron comprobadas en algunos casos.

Existe una amplia gama de aceros para muy variados usos, pero el mercado nacional se resume en una cantidad no mayor de 20 aceros, de los cuales, los más solicitados son:

AISI 1020
AISI 1045
AISI 4340
AISI 304
AISI O1
AISI 4140

f) *Información proporcionada por distribuidores.*

El distribuidor se limita en algunos casos a proporcionar datos que ha recibido por el fabricante sin previa verificación. Por lo que, no existe una garantía para el consumidor de las verdaderas características de los materiales adquiridos.

Distribuidor	Información
ACAVISA	Tablas, folletos y asesoría.
ABASTEINSA	Tablas, folletos y asesoría.
REDI S.A.	Folletería y asesoría
AYMA	Asesoría verbal
ACEROSAL	Tablas
Materiales Diversos	Tablas, folletos, asesoría
DIMETAL	Asesoría verbal
VIDRI	Tablas

g) *Quejas recibidas por los consumidores.*

La falta de control de calidad de los materiales, origina que estos al ser trabajados presenten fallas, lo que por consecuencia generan que las piezas resulten inutilizables. Naturalmente que al implementar un mejor control, el porcentaje de fallas de material sería mucho menor que el ya existente, y al mismo tiempo serviría como respaldo ante cualquier reclamo de falla, deduciendo que esta fue a causa de manipulación inapropiada de este.

Difícilmente los distribuidores proporcionan este tipo de información, de lo poco que lograron mencionar, se encuentran las siguientes quejas:

1. Material que no alcanza la dureza especificada
2. Fractura de material al recibir tratamiento térmico
3. Variación de dureza
4. Fisuras del material.

4. Selección y adquisición de materiales

La selección de los materiales se apega a las características de muestreo, donde cuatro de las ocho casas distribuidoras de materiales de la zona metropolitana, fueron seleccionadas para verificar las características de los materiales de mayor comercialización.

Las casas distribuidoras son:

- ABASTEINSA
- Materiales Diversos
- VIDRI
- ACEROSAL

Las razones de no seleccionar más casas distribuidoras se apega a que la procedencia de los materiales era la misma, y además por los costos que esto nos conllevaría, tanto en materia prima como en costos de operación de ensayos.

Los materiales seleccionados están en concordancia con los de mayor empleo por la industria de mecanizado metalmecánico nacional. Dichos materiales se listan a continuación:

- Aceros
 - AISI 1020
 - AISI 1045
 - AISI 4340
 - AISI 304
- Aluminio
 - SAE 6061
- Bronce fosfórico
 - SAE 660

Para la adquisición de los materiales, se gestionó con los distribuidores una reducción de costos y / o donación de algunos materiales, obteniéndose la colaboración de estos, a través de una pequeña rebaja lo que permitió adquirir los materiales.

El producto de muestreo seleccionado fueron barras circulares de materiales de $\frac{3}{4}$ " de diámetro y 1m de longitud. Ya que con estas medidas se podían elaborar las probetas para todos los ensayos seleccionados:

- Tracción
- Resiliencia
- Dureza

Las características mecánicas y físicas de los materiales, según el distribuidor se encuentran en el **Anexo 6**, donde se presentan tablas y folletos proporcionados al adquirir los materiales .

Las dimensiones y formas de suministros de los materiales distribuidos en el mercado nacional se encuentra en el **Anexo 7**

Las propiedades según indicaciones en las especificaciones internacionales, para los materiales seleccionados, fue de primordial importancia su investigación, ya que servirá como parámetro de comparación con los resultados que idealmente deberían de ser obtenidos en los ensayos y los reales durante las pruebas realizadas. Por esta razón se presenta a continuación detalladamente las características, según estándares de los materiales adquiridos para la ejecución de los ensayos

4.1 Características de los materiales seleccionados

4.1.1 Acero AISI 1020 .

Subcategoría:

acero al carbono, acero AISI de la serie 1000, bajo contenido de carbono

Otras designaciones:

UNS	G10200
AMS	5032 / 5045
ASTM	A29/ A108/ A510/ A519
SAE	J403
BS	C1020
Wnr.	1.0402 / 1.0414 / 1.0408 / 1.0044
DIN	C22
UNE	F112
EN	10083 – 2 / 10250 – 2 / 1720 - 4

Composición

Componentes	Wt. %
C	0.17 - 0.23
Fe	99.08 - 99.53
Mn	0.3 - 0.6
P	Max 0.04
S	Max 0.05

Características.

Propiedades Físicas	Valores	Comentario	Unidades / US
Densidad, g/cc	7.87	Típico para aceros	<u>7.87 g/cc</u>
Dureza Brinell	143		143
Dureza, Knoop	163	Conversión a dureza Brinell.	163
Dureza, Rockwell B	78	Conversión a dureza Brinell.	78
Dureza, Vickers	149	Conversión a dureza Brinell.	149
Propiedades Mecánicas	Valores.	Comentarios	Unidades / US
Esfuerzo de tensión, MPa	470 - 650	en 16 mm	<u>65,267 psi</u>
Límite elástico, MPa	290 - 340		<u>47,863 psi</u>
Elongación %	36	en 50 mm	36 %
	20	en 16 mm	20 %
	22	en 17mm a 40 mm	22 %
Reduction of Area, %	59		59 %
	50	en 16 mm	50%
Módulo de Elasticidad, GPa	200	Típico para los aceros	<u>29,008 ksi</u>
Módulo de Bulk , GPa	140	Típicos para los aceros	<u>20,305 ksi</u>
Esfuerzo de	16.9	a -30°C (-22°F), 18 J a -18°C (-	<u>12 ft-lb</u>

impacto, Charpy, J		0.4°F), 20 J a -3°C (26.6°F), 24 J a 10°C (50°F), 41J a 38°C (100°F), 54 J a 65°C (150°F), 61 J a 95°C (200°F), 68 J a 150°C (300°F)	
Módulo de rigides, GPa	80	Típico de los aceros	<u>11,600 ksi</u>

Propiedades Termicas	Valores	Comentarios	Unidades / US.
CTE, lineal 20°C, $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{C}$	11.7	a 20-100°C (68-212°F), 12.1 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{C}$ a 20-200°C (68-390°F)	<u>6.5 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot\text{F}$</u>
CTE, lineal 250°C, $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{C}$	12.8	a 20-300°C (68-570°F), 13.3 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{C}$ a 20-400°C (68-750°F)	<u>7.1 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot\text{F}$</u>
CTE, lineal 500°C, $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{C}$	13.9	a 20-500°C (68-930°F), 14.4 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{C}$ a 20-600°C (68-1110°F), 14.8 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{C}$ at 20-700°C (68-1290°F)	<u>7.7 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot\text{F}$</u>
Capacidad de calor, J/g·°C	0.486	Para 50-100°C (122-212°F), 0.519 J/g·°C para 150-200°C (302-390°F); 0.599 J/g·°C para 350-400°C (662-752°F)	<u>0.12 BTU/lb·°F</u>
Conductividad térmica, W/m·K	51.9	Típico para los aceros	<u>360 BTU-in/hr-ft²·°F</u>

Propiedades eléctricas	Valores	Comentarios	Unidades / US.
Resistencia eléctrica, Ohm-cm	0.0000159	a 0°C (32°F), 2.19E-05 Ohm-cm a 100°C (212°F); 2.92E-05 Ohm-cm a 200°C (390°F)	<u>0.0000159 Ohm-cm</u>

4.1.2 Acero AISI 1045

Subcategoría

Acero al carbono, acero de la serie AISI 1000, Acero de porcentaje medio de carbono.

Otras designaciones

AFNOR	NF – A35 – 545 X C45
UNS	G10450
ASTM	A29 / A108 / A304
AS	1442 K1045 (Australia)
SAE	J403 / J414 /
DIN	C45 / C45K
ONORM	M3108 C45SW (Austria)
Wnr.	1.1191 / 1.0503 / 1.1730 (número Alemán)
EN	10083 – 2 / 10250 – 2 / 10277 – 2 / 17204
BDS	3492 / 3494 45LII (Bulgaria)
GB	3078 45 / 3088 45 (China)
UNE	F114

Composición

Componentes	Wt. %
C	0.42 - 0.5
Fe	98.51 - 98.98
Mn	0.6 - 0.9
P	Max 0.04
S	Max 0.05

Propiedades físicas	Valores	Comentarios	Unidades / US.
Densidad, g/cc	7.87	Típico para los aceros.	<u>7.87 g/cc</u>
Dureza, Brinell	187		187
Dureza, Knoop	209	Conversión a dureza Brinell.	209
Dureza, Rockwell B	90	Conversión a dureza Brinell.	90
Dureza, Rockwell C	10	Conversión a dureza Brinell. El rango de valores de HRC para comparación únicamente de 10 .	10
Dureza, Vickers	196	Conversión para dureza Brinell.	196
Propiedades Mecánicas	Valores	Comentario	Unidades / US
Esfuerzo último de tensión , MPa	655		<u>95,000 psi</u>
Límite elastico, MPa	585		<u>84,847 psi</u>
Elongación %;	12	en 50 mm	12 %
Reducción de área, %	35		35 %
Módulo de elasticidad, GPa	200	Típico para aceros	<u>29,008 ksi</u>
Módulo de Bulk, GPa	140	Típico para aceros.	<u>20,305 ksi</u>
Maquinabilidad, %	56	Basas en 100% de maquinabilidad para el acero AISI 1212 .	56

Módulo de rigidez , Gpa	80	Típico para aceros.	<u>11,600 ksi</u>
Propiedades térmicas			
Propiedades térmicas	Valores	Comentarios	Unidades / US.
CTE, lineal 20°C, µm/m-°C	11.5	Para 0-100°C, 12.2 µm/m°C , para 0-200°C, 11.2 µm/m°C a 25-100°C, 11.9 µm/m°C at 25-200°C	<u>6.4 µin/in-°F</u>
CTE, lineal 250°C, µm/m-°C	13	para 0-300°C, 13.7 µm/m°C para 0-400°C, 14.0 µm/m°C a 0-500°C, 12.6 µm/m°C a 25-300°C, 13.5 µm/m°C a 25-400°C, 14.0 µm/m°C a 25-500°C	<u>7.2 µin/in-°F</u>
CTE, lineal 500°C, µm/m-°C	14.6	para 0-600°C, 15.1 µm/m°C para 0-700°C, 14.4 µm/m°C a 25-600°C, 14.8 µm/m°C a 25-700°C	<u>8.1 µin/in-°F</u>
Capacidad de calor, J/g-°C	0.486	para 50-100°C (122-212°F), no aleado	<u>0.12 BTU/lb-°F</u>
Conductividad térmica , W/m-K	51.9	Típica para aceros.	<u>360 BTU-in/hr-ft²-°F</u>
Propiedades eléctricas			
Propiedades eléctricas	Valores	Comentarios	Unidades / US.
Resistencia eléctrica, Ohm-cm	0.0000162	a 0°C (32°F), especimen sin aleantes; 2.23E-05 Ohm-cm a 100°C (212°F)	<u>0.0000162 Ohm-cm</u>

4.1.3 Acero AISI 4340

Subcategoría

Acero de baja aleación , Acero de la serie 4000, Acero con contenido medio de carbono.

Otras designaciones

UNS	G43400
AMS	5331 / 6359 / 6414
ASTM	A322 / A331
SAE	J404 / J412 / J770
JIS	SNCM – 8
IS	1570 40NiCr1Mo28 / 40NiCr1Mo15
Wnr.	1.6565
DIN	40NiCrMo6
AFNOR	35NCD6
BS	817M40

Composición

Componentes	Wt. %
C	0.43 - 0.37
Cr	0.8
Fe	96
Mn	0.7
Ni	1.83
P	Max 0.035
S	Max 0.04
Si	0.23

Características

Propiedades Físicas	Valores	Comentarios	Unidades / US
Densidad, g/cc	7.85		<u>7.85 g/cc</u>
Dureza, Brinell	217		217
Dureza, Knoop	240	Conversión para dureza Birnell.	240
Dureza, Rockwell B	95	Conversión para dureza Birnell	95
Dureza, Rockwell C	17	Conversión para dureza Birnell. Valores entre rango normal de la escala HRC, solamente se recomienda para fines de comparación.	17
Dureza, Vickers	228	Conversión para dureza Birnell.	228
Propiedades Mecánicas	Valores	Comentarios	Unidades / US.
Esfuerzo último de tensión, MPa	745		<u>108,053 psi</u>
Límite elástico, Mpa	470		<u>68,168 psi</u>
Elongación %;	22		22 %
Reducción de área, %	50		50 %
Módulo de elasticidad, GPa	205	Típico de los aceros	<u>29,733 ksi</u>
Módulo de Bulk, Gpa	140	Típicos de los aceros.	<u>20,305 ksi</u>
Maquinabilidad, %	50	Aleado y rolado. Basado en el 100% maquinabilidad para el acero	50

AISI 1212 .			
Módulo de rigidez, GPa	80	Típico para los aceros	<u>11,600 ksi</u>
Propiedades Térmicas	Valores	Comentarios	Unidades / US
CTE, lineal 20°C, $\mu\text{m}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$	12.3	para 20-100°C (68-212°F), especimen endurecido en aceite, 600°C (1110°F) temple; 12.7 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$ para 20-200°C (68-390°F); 13.7 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$ para 20-400°C (68-750°F); 14.5 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$ para 20-600°C (68-1110°F)	<u>6.8 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot^\circ\text{F}$</u>
CTE, lineal 250°C, $\mu\text{m}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$	12.6	para 21-260°C (70-500°F); 12.6 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$, 1.88% Ni, normalizado, templado.	<u>7.0 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot^\circ\text{F}$</u>
CTE, lineal 500°C, $\mu\text{m}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$	13.7	para 21-540°C (70-1000°F); 13.9 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$, 1.90% Ni, 14.5 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$ para 20-600°C (68-1110°F), espécimen endurecido en aceite, 600°C (1110°F) templado	<u>7.6 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot^\circ\text{F}$</u>
Capacidad de calor, J/g·°C	0.475	Este valor es valido para la serie de aceros AISI 4000 con una variación, donde no se excede con un máximo del 10% del valor experimental	<u>0.11 BTU/lb·°F</u>
Conductividad Térmica, W/m·K	44.5	Típica para los aceros	<u>309 BTU-in/hr-ft²·°F</u>
Propiedades eléctricas	Valores	Comentarios	Unidades / US.
Resistencia eléctrica, Ohm-cm	0.0000248	a 20°C (68°F); 2.98E-05 Ohm-cm a 100°C (212°F); 5.52E-05 Ohm-cm a 400°C (750°F); 7.97E-05 Ohm-cm a 600°C (1110°F)	<u>0.0000248 Ohm</u>

4.1.4 Acero AISI 304

Subcategoría

Acero inoxidable; Serie de acero inoxidable T – 300.

Otras designaciones

BS	304S31
SS	2332 / 2333 (Suecia)
Wnr.	1.4350
DIN	X5CrNi189
AFNOR	Z6CN18.09
UNI	X5CrNi1810
UNE	F3551 / F3541 / F3504

Componentes

Componentes	Wt. %
C	0.02
Cr	19
Cu	0.8
Fe	66
Mn	0.2
Ni	11
P	0.01
S	0.01
Si	0.8
Sn	2

Características

Propiedades físicas	Valores	Comentario	Unidades US
Densidad , g/cc	6.18		<u>6.18 g/cc</u>
Dureza, Rockwell B	37		37
Esfuerzo ultimo a la tensión , MPa	250		<u>36.260 psi</u>
Esfuerzo de fluencia, MPa	190		<u>27,557 psi</u>
Elongación %;	4.1		4.1 %

4.1.5 Aluminio SAE 6061

Subcategoría:

Aleación de aluminio de la serie 6000. Metal no ferroso.

Otras designaciones

UNS A96061;

ISO AlMg1SiCu; Aluminio 6061,

AD-33 AA6061-O(Russia);

Composición

Componentes	Wt. %
Al	98
Cr	0.04 – 0.35
Cu	0.15 – 0.4
Fe	0.7 max
Mg	0.8 – 1.2
Mn	0.15
Si	0.4 – 0.8
Ti	0.15 max
Zn	0.25 max

Características

Propiedades físicas		Métrico	Ingles	Comentarios
Densidad		<u>2.7 g/cc</u>	0.0975 lb/in ³	
Propiedades mecánicas				
Dureza, Brinell	30	30		Carga de 500 kg con esfera de 10 mm
Esfuerzo ultimo de tensión	<u>125 MPa</u>	18100 psi		
Esfuerzo de fluencia	<u>55 MPa</u>	7980 psi		
Elongación	<u>25 %</u>	25 %		en 5 cm; espesor 1.6 mm
Módulo de elasticidad	<u>69 GPa</u>	10000 ksi		La relación entre la compresión y la tracción para aleaciones de aluminio, el modulo en en la compresión es 2% mayor
Coefficiente de Poisson's	0.33	0.33		
Esfuerzo de fatiga	<u>60 MPa</u>	8700 psi		500.000,000 Ciclos
Maquinabilidad	<u>30 %</u>	30 %		0-100 Scale of aleaciones de aluminio
Módulo de rigidez	<u>26 GPa</u>	3770 ksi		
Esfuerzo de corte	<u>80 MPa</u>	11600 psi		
Propiedades eléctricas				
Resistividad eléctrica	<u>0.0000037 ohm-cm</u>		0.0000037 ohm-cm	
Propiedades Térmicas				
CTE, lineal 20°C	<u>23.6 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{°C}$</u>		13.1 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot\text{°F}$	20-100°C
CTE, lineal 250°C	<u>25.2 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{°C}$</u>		14 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot\text{°F}$	Estimado para tendencias similares de aleaciones entre 20-300°C.
Capacidad calorífica	<u>0.896 J/g·°C</u>		0.214 BTU/lb·°F	
Conductividad	<u>180 W/m·K</u>		1250 BTU-in/hr-ft ² ·°F	
Punto de transformación	<u>582 °C</u>		1080 °F	Solidus
Solidificación	<u>582 °C</u>		1080 °F	
Líquidos	<u>652 °C</u>		1210 °F	

4.1.6 Bronce SAE 660

Subcategoría :

Bronce; Aleación de Cobre; Metal; Metal No ferroso

Otras designaciones:

Bronce 660; CDA 93700

Composición

componente	Wt. %
C	83
Pb	7
Sn	7
Zn	3

Características:

Propiedades Físicas	Valores	UNIDADES / US	Comentarios
Density	<u>8.93 g/cc</u>	0.323 lb/in ³	at 20°C (68°F)
Propiedades Mecánicas.			
Dureza , Brinell	65	65	
Dureza, Knoop	88	88	Conversión de Brinell
Dureza, Vickers	75	75	Conversión de Brinell
Esfuerzo ultimo de Tensión	<u>240 MPa</u>	34800 psi	
Esfuerzo de Tensión	<u>125 MPa</u>	18100 psi	0.2%
Elongación	<u>20 %</u>	20 %	En 5 cm
Modulo de Elasticidad	<u>100 GPa</u>	14500 ksi	
Propiedades Eléctricas			
Resistencia Eléctrica	<u>0.000014 ohm-cm</u>	0.000014 ohm-cm	
Propiedades Térmicas			
Punto de Fusión	<u>854 °C</u>	1570 °F	Sólido

Sólido	<u>854 °C</u>	1570 °F	
Líquido	<u>977 °C</u>	1790 °F	

4.1.7 Bronce Fosfórico

Subcategoría :

Bronce; Aleación de Cobre; Metal; Metal no Ferroso

Composición:

Componente	Wt. %
Cu	90 - 98.75
Sn	1.25 - 10

.Características :

Propiedades físicas	Valores	Unidades /us	Comentarios
Densidad	<u>8.78 g/cc</u>	0.317 lb/in ³	
Propiedades Mecánicas			
Dureza, Brinell	167	167	Convertido de dureza Rockwell B
Dureza, Knoop	184	184	Convertido de dureza Rockwell B

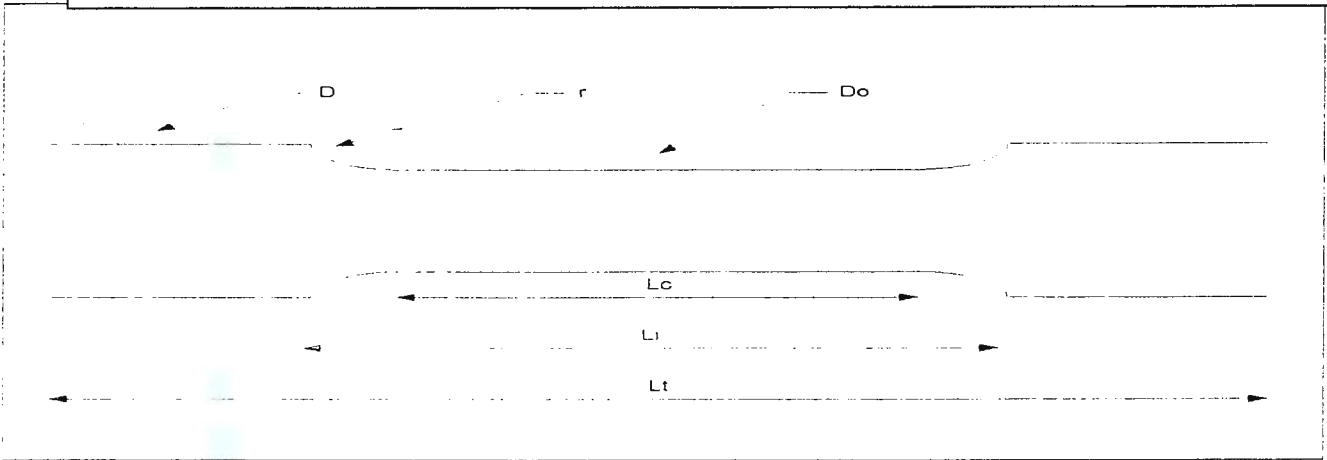
Dureza, Rockwell B	97	97	
Dureza, Vickers	167	167	Convertido de dureza Rockwell B .
Esfuerzo Ultimo de Tensión	<u>689 MPa</u>	99900 psi	
Elongación	<u>13 %</u>	13 %	En 50.8 mm
Modulo de elasticidad	<u>110 GPa</u>	16000 ksi	

5. Dimensionamiento y selección de las probetas.

Las medidas de la probetas seleccionadas es según las especificaciones de las normas aplicables a cada ensayo. Recordándose que las especificaciones UNE servirán para los ensayos de tracción, flexión por choque sobre probeta Charpy, lo mismo que para dureza.

5.1 Dimensión de probeta de Tracción

Fig 38: Probeta según Norma UNE 7 – 474 – 92 / 1



Las medidas que dependen de la característica de la máquina de tracción empleada son L_t y D , ya que estas según UNE 7 – 474 – 92 / 1 se deben de adecuar a las medidas de las mordazas de agarre.

Las medidas restantes son establecidas a partir de las características de proporcionalidad. Donde se cumple que: $L_o = 5.65 \sqrt{S_o}$ [$L_o = 5D$]; $L_c = L_o + 0.5 D$.

D_o	10 ± 0.075
D	16
r	10
L_o	50 ± 0.5
L_c	55
L_i	69.30 ± 0.5
L_t	150

Las tolerancias tomadas son para el mecanizado y no sobre forma.

5.2 Probetas de resiliencia

La realización del ensayo de flexión por choque se realizó según UNE 36 – 403 -81, lo que facilita el empleo de distintas formas de probeta. La de mayor empleo y al mismo tiempo similar a las especificaciones de normas ASTM y DIN, es la seleccionada para la realización de los ensayos de resiliencia.

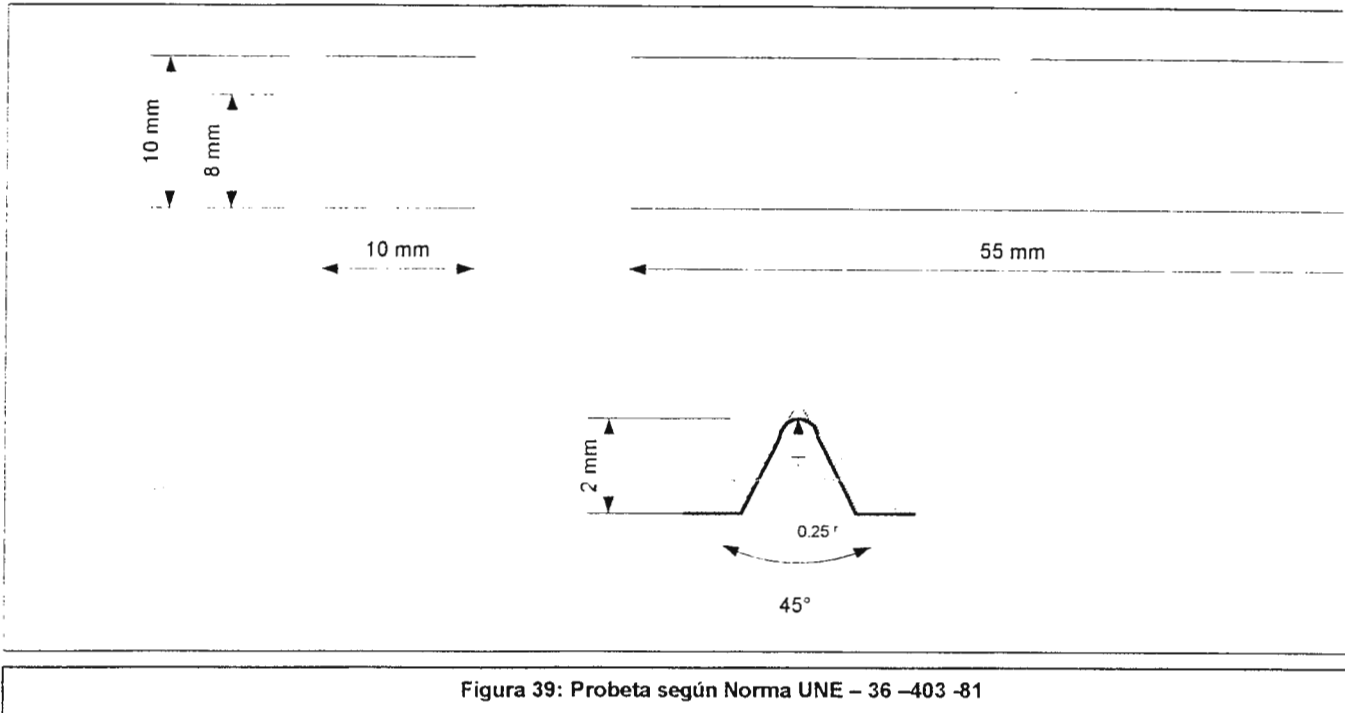


Figura 39: Probeta según Norma UNE – 36 –403 -81

5.3 Identificación y orientación de las probetas

El propósito de la identificación de la orientación de las probetas para los ensayos mecánicos con respecto al producto, se hace para tomar en cuenta la anisotropía del material al interpretar los resultados.

En el procedimiento número 6 (página No. 51 de sección de procedimientos) se indican los criterios que deben de cumplirse para una apropiada identificación de las orientaciones, dicho procedimiento se encuentra fundamentado en la normativa española UNE 7 – 333 - 77.

5.3.1 Productos laminados o estirados

Los productos laminados o estirados se caracteriza por un alargamiento de dirección uniforme, acompañado de una contracción en, por lo menos, una dirección perpendicular a la de alargamiento. *Estas característica se apega al tipo de materiales seleccionados para la realización de los ensayos.*

Las direcciones características de estos productos son:

- a) Dirección X, dirección de laminación o estirado, que corresponde al máximo alargamiento del material.
- b) Dirección Y, perpendicular a las direcciones X y Z.
- c) Dirección Z, paralela a la de máxima disminución de longitud de material.

*Los materiales empleados en los ensayos son de sección transversal circular, las especificaciones para los productos laminados o estirados de este tipo de sección transversal, la dirección **Z es el radio** de la sección; la dirección Y, se encuentra especificada por la dirección tangencial.*

5.3.2 Designación de la orientación de las probetas.

Para designar las probetas por su orientación se realizo respecto a las direcciones del producto, donde por regla general, se basa en la orientación de la longitud o eje de la probeta, donde se dan los siguiente casos:

- a) Una probeta X tiene su eje paralelo a la dirección X del producto. Análogamente, una probeta Y lo tiene paralelo a la dirección Y y una probeta Z, a l dirección Z.
- b) Una probeta XY tiene su eje formando ángulos de 45° con las direcciones X e Y y perpendicular a la dirección Z. El mismo principio se aplico para las probetas con eje a 45° de otras direcciones y perpendicular a la tercera.

- c) Cuando se tratan de sección rectangular, como en las probetas del ensayo Charpy, no basta con especificar la orientación del eje de la probetas para caracterizar su orientación. Por ello es necesario especificar las direcciones a continuación entre paréntesis la letra a que definen la orientación de la longitud menor, si es necesario.

“Las probetas para ensayos de tracción son de forma cilíndrica con su eje paralelo a la dirección X de una barra cilíndrica, por lo tanto se concluye que es una **probeta X.**”

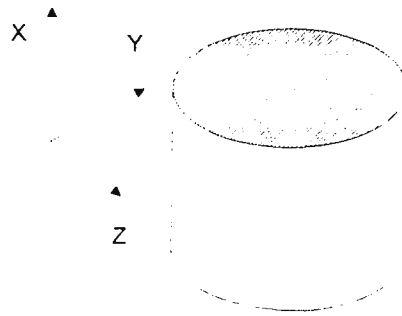


Figura 40

“Para las probetas de los ensayos de resiliencia son de sección cuadrada con su eje paralelo a la dirección X. A demás la entalla es paralela a la dirección Z, por ello es considerada una **probeta X(Y)- Z**”.

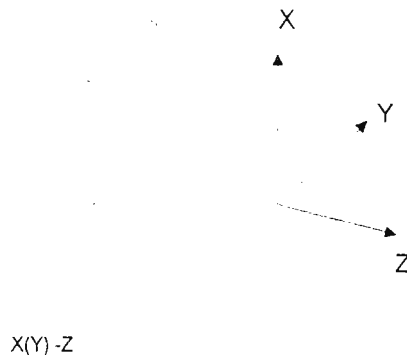


Figura 41

6. Características de elaboración de los ensayos

La realización de los ensayos se lleva a cabo en dos etapas, cada una implica la utilización de todas las herramientas y recursos proporcionadas en los talleres y laboratorios de la Universidad Don Bosco y la Institución Padre Arrupe.

La primera de ellas implica la elaboración de las probetas necesarias para la ejecución de los ensayos, cabe destacar que en este momento se aplicaron todas las recomendaciones de las normativas, que fuesen aplicables, para la identificación, obtención y mecanización.

En la segunda etapa, se procedió a la ejecución de los ensayos de Tracción, Dureza Rockwell y Brinell, Resiliencia.

La realización del ensayo de espectrometría se realizó en búsquedas de verificar la composición de los materiales que presentaron mayor variación en los resultados de los ensayos de características mecánicas.

La explicación de los pasos seguidos para la elaboración de los ensayos realizados, se presenta en dos formatos de mucho uso para el control de procesos y productos, estos son: el módulo de gestión de movimientos internos; y el ciclo de fabricación (hoja de ruta). Ya que esto implica que el plan de ejecución de ensayos se presenta organizado y que al mismo tiempo este define una secuencia lógica, además permiten presentar los detalles operativos de los ensayos. Otros motivos, de igual importancia para el empleo de estos formatos, son por su claridad de redacción, intuitividad de lectura, fácil identificación de elementos claves.

Por orden lógico en la aparición se presenta primero el módulo de gestión de movimientos, seguidamente el ciclo del proceso



MODULO DE GESTION DE MOVIMIENTO INTERNO

CICLO NUMERO

01

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO
ENSAYO DE TRACCION

CODIGO

RAZ. SOCIAL

FECHA

FIRMA

/ /

ACTUALIZACION DEL CICLO

CANTIDAD

MATERIAL - TRATAMIENTO
CODIGO

PÁGINA

/

OPERACIÓN 010
Corte de material: Se mide el trozo de barra y se corta con sierra manual

OPERACIÓN 020
Refrentado: Se monta en el torno y se procede a refrentar ambos extremos, se deja a la medida final de la probeta

OPERACIÓN 030
Cilindrado a diámetro mayor: Se cilindra toda la pieza a un diámetro de 16 mm.

OPERACIÓN 040
Cilindrado diámetro menor: Se trabaja en centro de la pieza una longitud de 55 mm. Centrada, hasta llegar a 10 mm. de diámetro

OPERACIÓN 050
Elaboración de abocardado: Partiendo del cilindrado menor se ejecuta el abocardado a un radio de 10 mm. Formándose el empalme entre estos el diámetro

OPERACIÓN 060
Marcado de la probeta: Una vez la probeta esta terminada se procede a hacerse las marcas para después del ensayo determinar la deformación

OPERACIÓN 070
Montaje de la probeta en maquina de tracción: se coloca la probeta entre las mordazas de la máquina, se centran y luego se apretaron

OPERACIÓN 080
Introducción de parámetros en el ordenador: Se introducen todos los datos de la probeta y parámetros del ensayo

OPERACIÓN 090
Ejecución del ensayo: una vez la probeta esta colocada y los datos introducidos se da la orden de inicio del ensayo desde el ordenador

OPERACIÓN 100
Toma de medidas finales: Luego que la probeta falla, se toman las medidas finales de longitud y diámetro de estricción

OPERACIÓN 110
Introducción de datos finales e impresión de reporte final: Se introducen las medidas finales y se ordena imprimir el reporte

OPERACIÓN 120

OPERACIÓN 130

OPERACIÓN 140

OPERACIÓN 150

OPERACIÓN 160

VARIACIONES: _____



CICLO DE ENSAYO

PÁGINA

1/2

CICLO NÚMERO

01

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

ENSAYO DE TRACCION

CODIGO

RAZ. SOCIAL

FECHA

/ /

FIRMA

DESCRIPCIÓN DEL CICLO

CANTIDAD DEL LOTE

MATERIAL - TRATAMIENTO
CODIGO

INDICE DE CRITICIDAD DE LA PIEZA

CANTIDAD ECONÓMICA

DUR. TRABAJO

SECCIÓN MAQUINA	DESCRIPCIÓN	CRITICIDAD OPERACIÓN	EQUIPOS - PROGRAMAS HERRAMIENTAS	TIEMPOS			BOCETO
				MAQ	ACT.	PREP.	
Corte	Corte de material		Vernier, sierra manual.		8	2	
Torno	Refrentado		Torno, broca vernier, buril	4	10	2	
Torno	Cilindrado diámetro mayor		Torno, buril, vernier	15	21	6	
Torno	Cilindrado diámetro menor		Torno, buril, vernier	15	18	3	
Torno	Elaboración de abocardado		Torno, buril, vernier	15	18	3	
Lab. Mater	Marcado de probeta		Marcador	1	2	1	
Lab. Mater	Montaje de probeta en maq. De tracción		Maq. de tracción	4	7	3	
Lab. Mat	Introducción de parámetros en el ordenador		Ordenador de maq. de tracción	5	6	1	



CICLO DE ENSAYO

PÁGINA

2/2

CICLO NÚMERO

01

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO
ENSAYO DE TRACCION

CODIGO

RAZ. SOCIAL

FECHA

/ /

FIRMA

ACTUALIZACIÓN DEL CICLO

CANTIDAD DEL LOTE

MATERIAL - TRATAMIENTO
CODIGO

INDICE DE CRITICIDAD DE LA PIEZA

CANTIDAD ECONOMICA

DUR. TRABAJO

OPERAC.	SECCION MAQUINA	DESCRIPCION	CRITICIDAD OPERACION	EQUIPOS - PROGRAMAS HERRAMIENTAS	TIEMPOS			BOCETO
					MAQ.	ACT.	PREP.	
090	Lab. Mater	Ejecución de ensayo		Ordenador de maquina de tracción	3	4	1	
100	Lab mater	Toma de medidas finales		Vernier	2	3	1	
110	Lab de mate-riales	Introducción de datos finales e impresión de reporte		Ordenador e impresor	3	5	2	



CICLO DE ENSAYO

PÁGINA

1/1

CICLO NÚMERO

02

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO
ENSAYO DE DUREZA ROCKWELL

CODIGO

RAZ. SOCIAL

FECHA

FIRMA

REALIZACIÓN DEL CICLO

CANTIDAD DEL LOTE

MATERIAL - TRATAMIENTO
CODIGO

INDICE DE CRITICIDAD DE LA PIEZA

CANTIDAD ECONÓMICA

DUR. TRABAJO

RAC.	SECCIÓN MAQUINA	DESCRIPCIÓN	CRITICIDAD OPERACIÓN	EQUIPOS - PROGRAMAS HERRAMIENTAS	TIEMPOS			BOCETO
					MAQ.	ACT.	PREP.	
0	Corte	Corte de Material		Sierra manual, vernier	8	9	1	
0	Torno	Refrentado		Torno, broca, buril, vernier	4	7	3	
0	Torno	Cilindrado		Torno, vernier, buril	8	14	6	
0	Lab. mat				3	6	3	
0	" "	Montaje de penetrador y ajuste de parámetros de ensayo		Durometro universal	1	2	1	
0	Lab mat	Montaje de probeta		Durometro universal	2	3	1	
0		Ejecución de ensayo		Durometro universal	1	2	1	
0		Lectura de valores		Durometro universal				



MÓDULO DE GESTIÓN DE MOVIMIENTO INTERNO

CICLO NÚMERO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Ensayo de Dureza Brinell

CODIGO

RAZ SOCIAL

FECHA

FIRMA

ACTUALIZACIÓN DEL CICLO

CANTIDAD

MATERIAL - TRATAMIENTO
CODIGO

PÁGINA

OPERACIÓN	010	OPERACIÓN	020	OPERACIÓN	030	OPERACIÓN	040
Preparación de material: Se procede a cortar con sierra de forma manual un trozo de la barra de ensayo que la alteración debida al calentamiento sea mínima		Refrentado: se mecanizan los dos extremos de la pieza, dejándose una superficie lisa		Fresado: posteriormente se procede a planear una superficie de la barra hasta donde se necesita tomar la prueba, evitándose el calentamiento, exenta de oxido y materias extrañas y en especial de lubricantes		Montaje de penetrador, probeta y colocación de parámetros de ensayo: se selecciona el penetrador y los apoyos de la probeta, que dependerán de la forma de esta, luego se colocan los parámetros de ensayo	
Ejecución del ensayo: se pone el penetrador en contacto con la superficie de ensayo y se aplica carga perpendicular a la superficie, sin choques ni vibraciones, hasta alcanzar el valor especificado, lo mismo que el tiempo		Medición de huella y calculo del valor de dureza Luego de hecha la huella se procede a medir su diámetro y con este valor se procede a introducirlo en la formula correspondiente para calcular el valor de dureza					

VARIACIONES: _____



DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO
ENSAYO DE DUREZA BRINELL

CODIGO

RAZ SOCIAL

FECHA

FIRMA

REALIZACIÓN DEL CICLO

CANTIDAD DEL LOTE

MATERIAL - TRATAMIENTO
CODIGO

INDICE DE CRITICIDAD DE LA PIEZA

CANTIDAD CROMÁTICA

DUR. TRABAJO

OP. N.º	SECCIÓN MAQUINA	DESCRIPCIÓN	CRITICIDAD OPERACIÓN	EQUIPOS - PROGRAMAS HERRAMIENTAS	TIEMPOS			BOCETO
					MAQ	ACT.	PREP.	
0	Corte	Se corta un trozo del material a ensayar		Sierra manual, vernier	4	5	1	
0	Tornos	Refrentado de los extremos de la pieza		Torno, buril, vernier	5	9	4	
0	Fresado	Fresado: Se procede a fresar una superficie transversal de la pieza, dejándola lisa		Fresadora, fresa, vernier	12	17	5	
0	Lab. De materia-les	Montaje de penetrador, probeta y colocación de parámetros de ensayo: se coloca el penetrador seleccionado, la probeta y se los parámetros del ensayo		Durometro universal, penetrador	3	6	3	
0	Lab. De Materia-les	Ejecución del ensayo: se aplica la carga a la probeta		Durometro universal, penetrador	2	3	1	
0	Lab. De materia-les	Medición de huella y calculo de dureza		Medidor de diámetro de huella	3	5	2	



MÓDULO DE GESTIÓN DEL MOVIMIENTO INTERNO

CICLO NÚMERO

04

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Ensayo de Flexión por impacto sobre probeta Charpy

CODIGO

RAZ SOCIAL

FECHA

FIRMA

/ /

PÁGINA

1/1

ACTUALIZACIÓN DEL CICLO

CANTIDAD

MATERIAL - TRATAMIENTO
CODIGO

OPERACIÓN 010
Corte de material: se corta un trozo de la barra de 60 mm. De longitud, con sierra manual.

OPERACIÓN 020
Refrentado: se mecaniza ambos extremos de la pieza, hasta llevarla a una longitud de 55 mm.

OPERACIÓN 030
Fresado de caras: la barra se fresa en cuatro lados formando una sección cuadrada de 10 mm. De lado

OPERACIÓN 040
Fresado de entalla en v: se hace en el punto medio de su longitud a 45 grados de 2 mm. De profundidad con un radio en el fondo de la entalla de 0.25 mm.

OPERACIÓN 050
Colocación de la pieza: la probeta se centra con una pinza centradora para que la masa la golpee en la parte opuesta de la entalla

OPERACIÓN 060
Ejecución del ensayo: se revisan los parámetros del ensayo y se procede a soltar la masa para que haga contacto con la probeta

OPERACIÓN 070
Lectura de valores: luego que la masa del péndulo se para se toma el valor de la lectura para el ensayo

OPERACIÓN 080

OPERACIÓN 090

OPERACIÓN 100

OPERACIÓN 110

OPERACIÓN 120

OPERACIÓN 130

OPERACIÓN 140

OPERACIÓN 150

OPERACIÓN 160

VARIACIONES : _____



CICLO DE ENSAYO

PÁGINA

CICLO NÚMERO

1/1

04

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO					
ENSAYO DE FLEXION POR IMPACTO SOBRE PROBETA CHARPY		CODIGO	RAZ. SOCIAL	FECHA	FIRMA
				/ /	
CANTIDAD DEL LOTE		MATERIAL - TRATAMIENTO CODIGO		INDICE DE CRITICIDAD DE LA PIEZA	
CANTIDAD ECONOMICA		DUR. TRABAJO			

SECCIÓN MAQUINA	DESCRIPCIÓN	CRITICIDAD OPERACIÓN	EQUIPOS - PROGRAMAS HERRAMIENTAS	TIEMPOS			BOCETO
				MAQ.	ACT.	PREP.	
Corte	Se corta un trozo del material a ensayar		Sierra manual, vernier	4	5	1	
Tornos	Refrentado de los extremos de la pieza		Torno, buril, vernier	5	9	4	
Fresado	Fresado de superficies: Se procede a fresar una superficie transversal de la pieza, dejándola lisa, luego las 3 restantes		Fresadora, fresa, vernier escuadra	52	64	12	
Fresado	Fresado de entalla: se procede a maquinar la muesca		Fresadora, fresa, vernier	5	8	3	
Lab. De materiales	Montaje de probeta y colocación de parámetros de ensayo: se coloca la probeta y los parámetros del ensayo		Péndulo de Charpy, pinza centradora	1	3	2	
Lab. De Materiales	Ejecución del ensayo: se aplica la carga a la probeta al dejar caer el péndulo		Péndulo de Charpy	1	2	1	
Lab. De materiales	Lectura de valores: se toma la lectura del valor de energía absorbida por la probeta.		Péndulo de Charpy	1	2	1	

6.1 Reglas utilizadas para expresar algunas especificaciones numéricas en los ensayos realizados

6.1.1 Objeto

Esta reglas se siguieron con el objeto definir los conceptos generales y sistemas para establecer e interpretar las cifras de los resultados numéricos de los ensayos y análisis de materiales, desde el punto de vista de su comparación con los valores límites dados por las especificaciones.

6.1.2 Formas de expresar los valores de las características en las especificaciones

En toda especificación es necesario indicar los límites de aceptación de las características que definen el producto.

Estos límites se fijan con una precisión que se supone suficiente para el fin a que se destina el producto y que esta en concordancia con la precisión de los elementos de medida utilizados en su determinación.

Se pueden definir:

a) Por un valor máximo (límite superior)

La expresión 52 máx., implica que son validos los valores iguales o inferiores al valor especificado.

b) Por un valor mínimo (límite inferior)

La expresión 2,5 mín., implica que son validos los valores iguales o superiores al valor especificado.

c) Por un intervalo

En este caso se puede definir el intervalo, bien por sus extremos (límites inferior y superior), por ejemplo de 42 a 50, lo que implica que son válidos todos los valores iguales o superiores a 42 y que a su vez sean iguales o inferiores a 50; o bien por la variación o tolerancia sobre un valor especificado.

En este último caso se presentan distintas variantes.

c1) Límites Iguales En Mas Y En Menos

Ejemplo: $2,5 \pm 0,3$

Son válidos los valores comprendidos entre 2,2 y 2,8 ambos inclusive.

c2) Límites Desiguales En Mas Y En Menos

Ejemplo: $2,55^{+0,03}$

-0,04

Son válidos los valores comprendidos entre 2,51 y 2,58 ambos inclusive.

c3) Límites En Un Solo Sentido

Ejemplo: $2,53^{+0,3}$

0

Son válidos los valores comprendidos entre 2,5 y 2,8 ambos inclusive.

Ejemplo: $2,53^0$

-0,03

Son válidos los valores comprendidos entre 2,50 y 2,53 ambos inclusive.

Ejemplo: $2,55^{+0,08}$

+0,03

Son válidos los valores comprendidos entre 2,58 y 2,63 ambos inclusive.

6.1.3 Expresión de los resultados de los ensayos

Los resultados de los ensayos o mediciones se expresan con una precisión igual a la indicada por la especificación de la característica definida en la norma del producto, es decir, que un valor resultado de un ensayo, salvo indicación expresa, se entiende "con error menor de una unidad" del orden de su última cifra (cero o significativa).

Esto explica que, en ocasiones tanto en especificaciones como en resultados, aparezcan ceros después de la coma, aparentemente innecesarios.

Por ejemplo: 3,8 indica que el valor real (tanto deseado como obtenido), está comprendido entre 3,7 y 3,9 (ambos excluidos).

Sin embargo, 3,80 indicaría que el valor real está comprendido entre 3,79 y 3,81 (ambos excluidos); y 3,800 que el valor real está comprendido entre 3,799 y 3,801 (ambos excluidos).

Para cumplir con lo indicado, cuando los resultados de ensayo se obtengan con un número mayor de cifras que las necesarias se deben suprimir las sobrantes aplicando las reglas de redondeo indicadas en el capítulo 4.

6.1.4 Reglas de redondeo

Debe entenderse que el redondeo es aplicable a unidades de cualquier orden. En el caso de redondeo a unidades superiores debe completarse con los ceros necesarios después de la cifra redondeada. Así, por ejemplo, al redondear 1,175 a centenas,

resultara 1,200.

i) Redondeo con error menor de una unidad

- a) Cuando la cifra siguiente a la última que hay que conservar es menor que 5, se conserva aquella sin modificación.
- b) Cuando la siguiente a la última que hay que conservar es mayor que 5, aquella se aumenta en una unidad.
- c) Cuando la siguiente cifra a la última que hay que conservar es 5 y no hay más cifras o, si las hay, son ceros, la última cifra se conserva sin modificación si es par y se aumenta una unidad si es impar, de forma que la última cifra resultante sea siempre par.
- d) Cuando la siguiente cifra a la última que hay que conservar es 5 seguida de una o varias cifras significativas, aquella se aumenta una unidad en todos los casos.

Ejemplos:

Medida observada	Medida redondeada con error menor de 0,1
5,349	5,3
5,360	5,4
5,350	5,4
5,250	5,2
5,251	5,3

ii) Redondeo con error menor de media unidad (redondeo a 0 ó 5)

Para determinadas aplicaciones puede ser necesario el redondeo con error de media unidad, es decir, que toda especificación o resultado se exprese con un número acabado en 0 o en 5.

Para ello el número a redondear se multiplica por dos y este resultado se redondea con error menor a una unidad según las reglas definidas en el apartado 4.1, y el número redondeado se divide por dos.

Por ejemplo, para redondear 60,27 con error menor de 0,5, tomaríamos $60,27 \times 2 = 120,54$ y redondeamos a las unidades, con lo que resulta 121,00; el número redondeado es 60,5.

Para redondear 60,75, el doble es 121,50 que redondeado resulta 122. El número solicitado es 61,0.

6.1.5 Interpretación de los límites de especificación

Los límites de especificación pueden interpretarse según dos métodos denominados

método absoluto y método de redondeo.

La elección de uno u otro método es arbitraria, siendo la costumbre en cada sector la que decide sobre uno u otro método. Sin embargo, en caso de duda se especificara al menos en una norma genérica del sector y si esta no existe se expresará en cada caso.

a) Método absoluto

Según este método no son admisibles valores fuera de límites, por pequeña que sea esta diferencia. Así, si se especifica el valor 42 como valor mínimo, no es admisible 41,9.

b) Método de redondeo

Los valores validos son los obtenidos después de redondear el resultado del ensayo. Así, en el ejemplo del caso anterior, el resultado 41,9 al redondearse a 42 es válido por ser igual al límite especificado.

6.2 Equipo de ensayo utilizado.

La determinación de las propiedades de los materiales seleccionados para la determinación de propiedades se logrará por medio del equipo disponible para ensayos de materiales en la Universidad Don Bosco en el departamento de metrología y ensayo de materiales y en el laboratorio de suelos y materiales de la Fundación padre Arrupe de El Salvador.

6.2.1 Ensayos de tracción

Los ensayos de tracción se ejecutaron en los laboratorios de la Institución Padre Arrupe, empleándose para tal fin, dos máquina universales de ensayos. Dichas máquinas fueron :

- ✓ ELIB – 100/5- W : máquina de fabricación Ibertest²⁵, de ensayo Universal con capacidad de 100KN, electromecánica, Doble espacio de ensayo, con dos usillos a bolas y dos columnas de guías. Zona auxiliar de ensayos a baja carga de tracción (5KN). Medida de la fuerza con cédula de carga intercambiables de 1 a 100KN, con sistema de reconocimiento de cédula. Autocalibración y puesta a cero automática. Control total por computadora
- ✓ UIB – 1200/GDIB – 100 - W (figura 42): máquina de fabricación Ibertest, de ensayo Universal, modelo especial para ensayos estáticos con

²⁵ S. A. E. IBERTEST, oficina y fabrica: C/. Ramón y Cajal, 35 Polígono Industrial Gitesa 1. 28814 Daganza de Arriba(Madrid) España.
[http:// www.ibertest.es](http://www.ibertest.es)

capacidad de 1200 KN, y dinámicos de baja frecuencia de hasta ± 100 KN Doble espacio de ensayo, cuatro columnas. Control total por ordenador. Medida de la fuerza por captador de presión y cédula de carga.

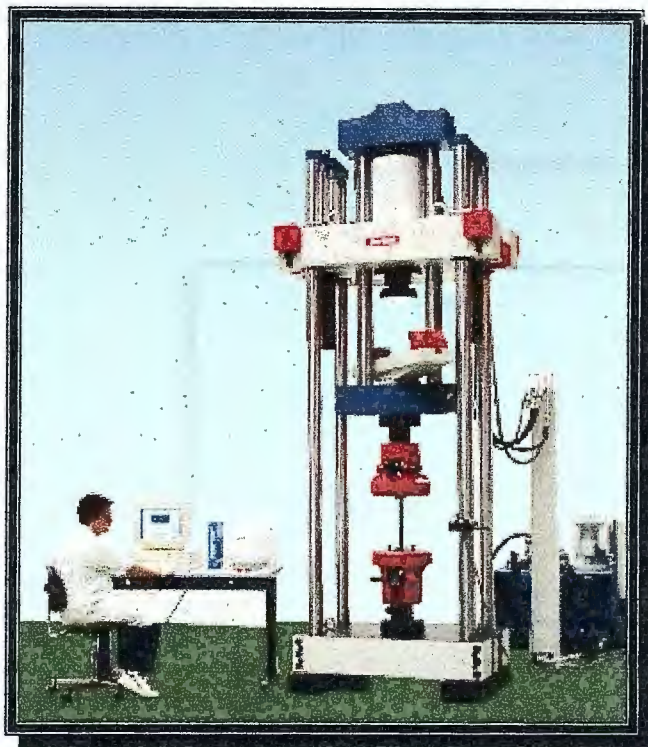


Figura 42
Máquina Universal de ensayos.

6.2.2 Ensayos de Dureza

Los ensayos de dureza se realizaron en el laboratorio de metrología de la Universidad Don Bosco y el laboratorio de ensayos de suelos y materiales de la Fundación padre Arrupe de El Salvador.

Los durómetros empleados fueron:

- ✓ Durómetro para ensayos Rockwell, de fabricación NEWAGE, y con el software DATAVIEW32 SYSTEM.
- ✓ Durómetro Universal Ibertest (figura 43), modelo IB – RB2, este es una versión perfeccionada y completa ya que permite realizar ensayos Rockwell, Brinell y Vickers

Es de importancia destacar que los durómetros empleados son máquinas de alta precisión y robustez. Construidos por una pieza mono bloque de fundición, que presenta la exterior y exclusivamente aquellos mandos o mecanismos cuyo empleo constante es imprescindible para su manejo, dando de esta manera total protección interior al resto de mecanismos.

Las partes básicas de los durómetros son:

El mecanismos de elevación.

Mecanismo de penetración.

Mecanismo de medida

Mecanismo de aplicación de cargas

Mecanismo de carga



Figura 43:
Durómetro.

3.2.3 Ensayos de Resiliencia

Los ensayos de resiliencia se realizaron en los laboratorios de suelos y materiales de la fundación Padre Arrupe de El Salvador.

La máquina empleada es un péndulo para Charpy e Izod de fabricación Ibertest(figura 44), modelo **PIB – 30** . Con capacidad de 300 Jul. Con elevación eléctrica de la carga.

Datos técnicos del péndulo motorizado mod: pib-30/m

- Energía de impacto máxima 300 J (30 kgm)
- Velocidad de impacto de la maza a 300 J. 5,42 m/s
- Velocidad de impacto de la maza a 165 J. Aprox. 4 m/s
- Soportes y apoyos para probetas DVM e Izod 10 x 10 mm.
- Tensión de conexión para las partes eléctricas del péndulo (motor de elevación, embrague y freno) 3x380 V. 50 Hz

- Normas de ensayo ASTM E-23 y EN 10045-1 (entre otras)

Esta fabricado de acuerdo con la norma EN 10045-1. Opcionalmente, mediante el montaje de los accesorios necesarios se puede realizar ensayos Izod y de tracción por choque.

Características básicas del péndulo.

El péndulo está fabricado de acuerdo con la normativa actualmente aplicable, cuyas características más importantes se detallan a continuación.

- Masa del péndulo (G)

La masa del péndulo se determina mediante pesada, en posición horizontal, del péndulo soportándolo en el punto que corresponde a la distancia del centro de la probeta al eje de rotación. Esta masa es de aproximadamente 20,394 Kg.

- Energía de impacto

La energía de impacto "A" del péndulo se calcula teniendo en cuenta la distancia "L" entre el centro de choque y el eje del péndulo, la masa "G" del péndulo y el ángulo de caída β de acuerdo a la expresión:

$$A = G \cdot L \cdot (1 - \cos -\beta)$$

La longitud reducida del péndulo es igual a la distancia entre el centro de impacto físico y el eje de rotación. Se corresponde con la longitud de un péndulo matemático de igual duración de la oscilación. Se calcula tomando el tiempo "T50" que tarda el péndulo en dar 50 oscilaciones completas con un ángulo de $\pm 5^\circ$ (10° ángulo total de la oscilación) y aplicando la siguiente fórmula:

$$L_{red} = 0,0994 (T50)^2$$

Donde L_{red} = en mm.

T50 en segundos



Figura 44 :
Péndulo Charpy, empleado para ensayo de resiliencia

6.2.4 Ensayo de espectrometría

El equipo utilizado para la realización de los ensayos de espectrometría, se encuentra en el laboratorio de metrología y ensayos de materiales de la Universidad Don Bosco.

Es un equipo de emisión atómica, se clasificación específica es por emisión de lectura directa simultánea de chispa

Este equipo posee una fuente de alimentación eléctrica que controla la forma de onda electrónicamente, la cual vaporiza cualquier material y logra de 2 a 3 veces mayor precisión que cualquier fuente de chispa convencional.

Dispone de un programa de computación que calcula las concentraciones de cada elemento de la curva de calibración o formula para ese elemento almacenado en la memoria. Las concentraciones de los elementos en la muestra son presentados en la pantalla de video o escritos por un impresor en porcentajes de peso o ppm, sí se desea la concentración del material base puede ser incluida.

El dispositivo óptico que dispone es de diseño Poschen Ronge, que utiliza una regía de difracción cóncava de 750mm de curvatura.

7. Costos de los ensayos realizados

Los costos de los ensayos realizados, que se presentan son de los ensayos de tracción, resiliencia y dureza.

El análisis involucra los siguientes costos:

- ✓ Adquisición de materia prima:
- ✓ Elaboración de probetas
- ✓ Ejecución de ensayo

Para reducir costos de adquisición de los materiales, se realizó gestiones para obtener precio a costo ó donación de materiales. Obteniéndose solo resultados positivos con las siguientes casas distribuidoras:

ABASTEINSA

Materiales Diversos

VIDRI

ACEROSAL

La realización de las gestiones se hizo a través del taller de producción de la Universidad Don Bosco, con la colaboración del Sr. Salvador Castaneda (jefe del departamento de producción).

En el caso de ABASTEINSA, el Ing. Lemus(propietario) nos proporciona gratuitamente los materiales para la ejecución de los ensayos. Los demás nos proporcionaron precios a costos.

La elaboración de probetas se realizo en el taller de mecánica de la Universidad Don Bosco.

Los costos de ensayos están de acorde a la tasa de la Institución Padre Arrupe, puesto que allí se ejecutaron.

7.1 Costos de ensayo de tracción

Material	Proveedor	Costo de material	Costo de fabricación	Costo de ensayo	Costo total
Aluminio	ABASTEINSA ²⁶	-----	\$15.00	\$10.00	\$75
Bronce fosforico	ABASTEINSA	-----	\$15.00	\$10.00	\$75
Bronce duro	ABASTEINSA	-----	\$15.00	\$10.00	\$75
AISI 1020	ABASTEINSA	-----	\$15.00	\$10.00	\$75
AISI 1045	ABASTEINSA	-----	\$15.00	\$10.00	\$75
AISI 4340	ABASTEINSA	-----	\$15.00	\$10.00	\$75
AISI 304	ABASTEINSA	-----	\$15.00	\$10.00	\$75
AISI 1020	Mat. Diver	\$0.75	\$15.00	\$10.00	\$25.75
AISI 1045	Mat. Diver	\$0.89	\$15.00	\$10.00	\$25.89
AISI 4340	Mat. Diver	\$2.08	\$15.00	\$10.00	\$27.08
AISI 304	Mat. Diver	\$2.19	\$15.00	\$10.00	\$27.19
AISI 1045	VIDRI	\$0.87	\$15.00	\$10.00	\$25.87
AISI 4340	VIDRI	\$1.46	\$15.00	\$10.00	\$26.46
AISI 304	VIDRI	\$2.74	\$15.00	\$10.00	\$27.74
Aluminio	VIDRI	\$2.06	\$15.00	\$10.00	\$27.06
AISI 1020	ACEROSAL	\$0.47	\$15.00	\$10.00	\$25.47
AISI 1045	ACEROSAL	\$1.86	\$15.00	\$10.00	\$26.86
AISI 4340	ACEROSAL	\$1.31	\$15.00	\$10.00	\$26.31
AISI 304	ACEROSAL	\$2.15	\$15.00	\$10.00	\$27.15
Bronce	ACEROSAL	\$3.11	\$15.00	\$10.00	\$28.11
					\$897.41

Probetas según especificaciones de UNE 7 – 474 – 92 / 1

²⁶ Se ejecutaron 3 ensayos por material

7.2 Costos de ensayos de Resiliencia

Material	Proveedor	Costo de material	Costo de fabricación	Costo de ensayo	Costo total
Aluminio	ABASTEINSA ²⁷	_____	\$14.29	\$45.00	\$177.87
Bronce fosforico	ABASTEINSA	_____	\$14.29	\$45.00	\$177.87
Bronce duro	ABASTEINSA	_____	\$14.29	\$45.00	\$177.87
AISI 1020	ABASTEINSA	_____	\$14.29	\$45.00	\$177.87
AISI 1045	ABASTEINSA	_____	\$14.29	\$45.00	\$177.87
AISI 4340	ABASTEINSA	_____	\$14.29	\$45.00	\$177.87
AISI 304	ABASTEINSA	_____	\$14.29	\$45.00	\$177.87
AISI 1020	Mat. Diver	\$0.28	\$14.29	\$45.00	\$59.57
AISI 1045	Mat. Diver	\$0.34	\$14.29	\$45.00	\$59.63
AISI 4340	Mat. Diver	\$0.78	\$14.29	\$45.00	\$60.07
AISI 304	Mat. Diver	\$1.05	\$14.29	\$45.00	\$60.34
AISI 1045	VIDRI	\$0.33	\$14.29	\$45.00	\$59.62
AISI 4340	VIDRI	\$0.40	\$14.29	\$45.00	\$59.69
AISI 304	VIDRI	\$1.03	\$14.29	\$45.00	\$60.32
Aluminio	VIDRI	\$0.77	\$14.29	\$45.00	\$60.06
AISI 1020	ACEROSAL	\$0.18	\$14.29	\$45.00	\$59.47
AISI 1045	ACEROSAL	\$0.70	\$14.29	\$45.00	\$59.99
AISI 4340	ACEROSAL	\$0.31	\$14.29	\$45.00	\$59.60
AISI 304	ACEROSAL	\$0.50	\$14.29	\$45.00	\$59.79
Bronce	ACEROSAL	\$1.16	\$14.29	\$45.00	\$60.45
					\$2023.69
Probetas según UNE 36 – 403 -81					

²⁷ Se ejecutaron 3 ensayos para este distribuidor

7.3 Costos de ensayos de Dureza

Material	Proveedor	Costo de material	Costo de fabricación	Costo de ensayo	Costo total
Aluminio	ABASTEINSA	-----	\$0.10	\$8.00	\$8.10
Bronce fosforico	ABASTEINSA	-----	\$0.10	\$8.00	\$8.10
Bronce duro	ABASTEINSA	-----	\$0.10	\$8.00	\$8.10
AISI 1020	ABASTEINSA	-----	\$0.10	\$8.00	\$8.10
AISI 1045	ABASTEINSA	-----	\$0.10	\$8.00	\$8.10
AISI 4340	ABASTEINSA	-----	\$0.10	\$8.00	\$8.10
AISI 304	ABASTEINSA	-----	\$0.10	\$8.00	\$8.10
AISI 1020	Mat. Diver	\$0.28	\$0.10	\$8.00	\$8.38
AISI 1045	Mat. Diver	\$0.34	\$0.10	\$8.00	\$8.34
AISI 4340	Mat. Diver	\$0.78	\$0.10	\$8.00	\$8.78
AISI 304	Mat. Diver	\$1.05	\$0.10	\$8.00	\$9.15
AISI 1045	VIDRI	\$0.33	\$0.10	\$8.00	\$8.43
AISI 4340	VIDRI	\$0.40	\$0.10	\$8.00	\$8.50
AISI 304	VIDRI	\$1.03	\$0.10	\$8.00	\$9.13
Aluminio	VIDRI	\$0.77	\$0.10	\$8.00	\$8.87
AISI 1020	ACEROSAL	\$0.18	\$0.10	\$8.00	\$8.28
AISI 1045	ACEROSAL	\$0.70	\$0.10	\$8.00	\$8.80
AISI 4340	ACEROSAL	\$0.31	\$0.10	\$8.00	\$8.41
AISI 304	ACEROSAL	\$0.50	\$0.10	\$8.00	\$8.60
Bronce	ACEROSAL	\$1.16	\$0.10	\$8.00	\$9.26
					\$169.63

7.4 Costo Total de ensayos

El monto total de los ensayos realizados se detalla a continuación

Ensayos de tracción	\$897.41
Ensayos de Resiliencia	\$2023.69
<u>Ensayos de dureza</u>	<u>\$169.63</u>
Total	\$3090.63

7.5 Comparación de costos de ejecución de ensayos

a) Fundación Padre Arrupe.

Ensayo de tracción:	\$10.00
Ensayo de resiliencia:	\$45.00
Ensayo de dureza:	\$8.00
Ensayo de Torsión:	\$20.00

b) Universidad Don Bosco

Ensayo de tracción:	\$35.00
Ensayo de resiliencia:	\$35.00
Ensayo de dureza:	\$15.00

c) UCA

Ensayo de tracción:	\$8.57(+IVA)
Ensayo de torsión:	\$17.5(+IVA)
Ensayo de dureza:	\$17.5(+IVA)

d) ITCA

Ensayo de resiliencia:	\$6.86(+IVA)
------------------------	---------------------

8. Resultados de los ensayos.

8.1 Registro de Resultados de ensayos ²⁸

8.1.1 Objeto

Resulta evidente la importancia de recoger los datos obtenidos en los ensayos de manera que sean representativos de la situación a la cual se refiere, y que estén disponibles "de la mejor manera" para quien los deba de elaborar, presentándolos en registros cuya estructura y uso tienen que ser parte integrante del sistema calidad de la empresa.

La importancia de la elaboración de estos registros es para obtener información objetiva, en base a la cual pueda evaluarse la calidad de los materiales metálicos seleccionados.

Los datos recogidos serán eficaces, puesto cumplen con las condiciones siguientes:

- ✓ Ser conocidos;
- ✓ Estar ordenados, accesibles, organizados;
- ✓ Ser legibles e interpretables con sencillez;
- ✓ Estar acompañados por las descripciones apropiadas para aclarar sobre que bases de métodos se han producido y dentro de qué límites mantiene su significado.

A continuación se detalla la información que sirve como guía para el control de calidad, la referencia para su utilización son tomadas de norma UNE 66 – 902 .

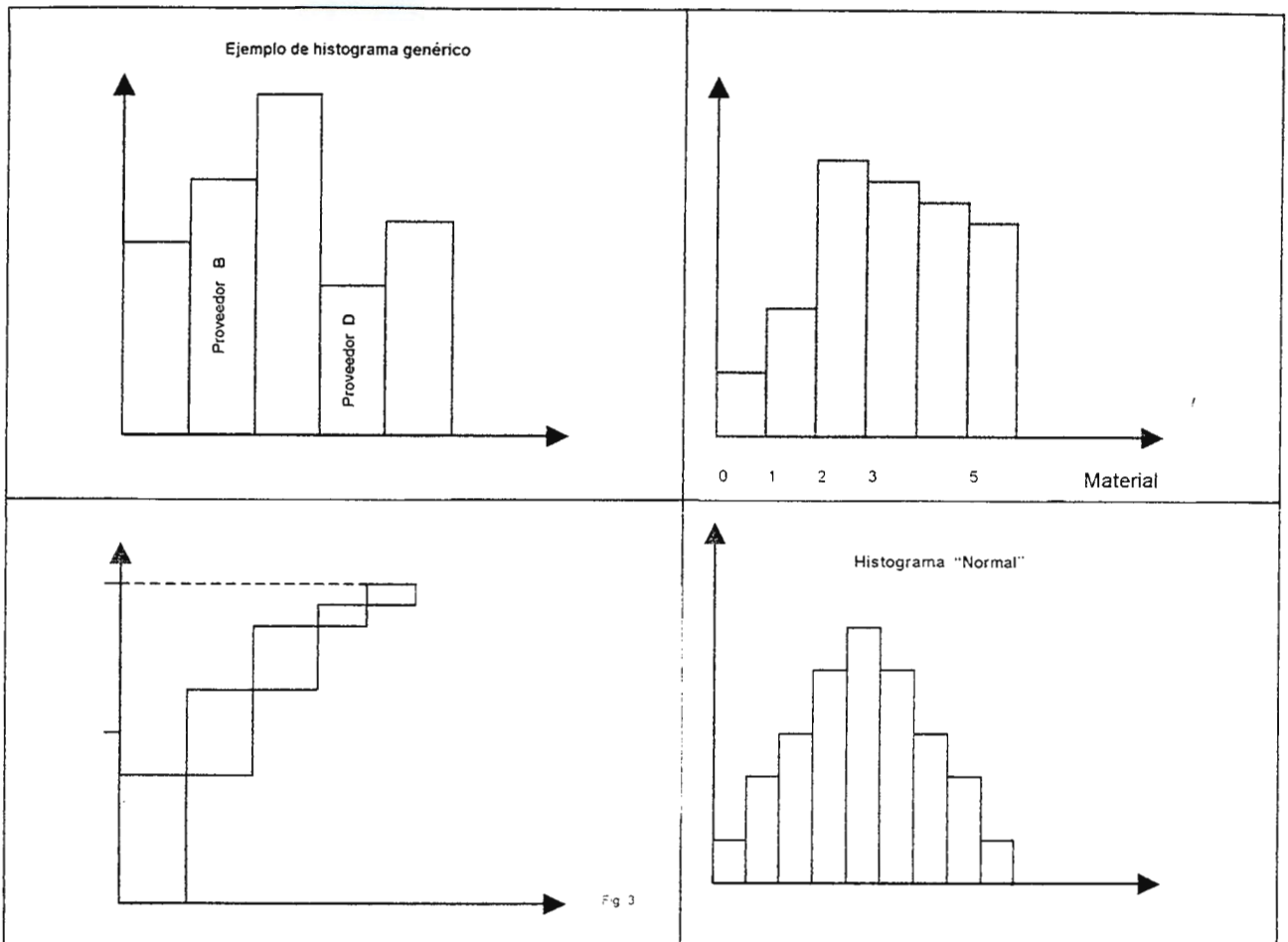
Sin embargo, se considera oportuno hacer referencia a algunos de los métodos utilizados para el control de calidad, elaborando los datos recogidos de manera que se pueda ilustrar brevemente una modulística apta para recoger datos, ya sea para su elaboración o, incluso, cuando hayan sido elaboradas en parte.

²⁸ Referencia 15

8.1.2 Principales medios para el análisis de los datos

8.1.2.1 Histogramas – histogramas de Pareto – histograma “ normal”

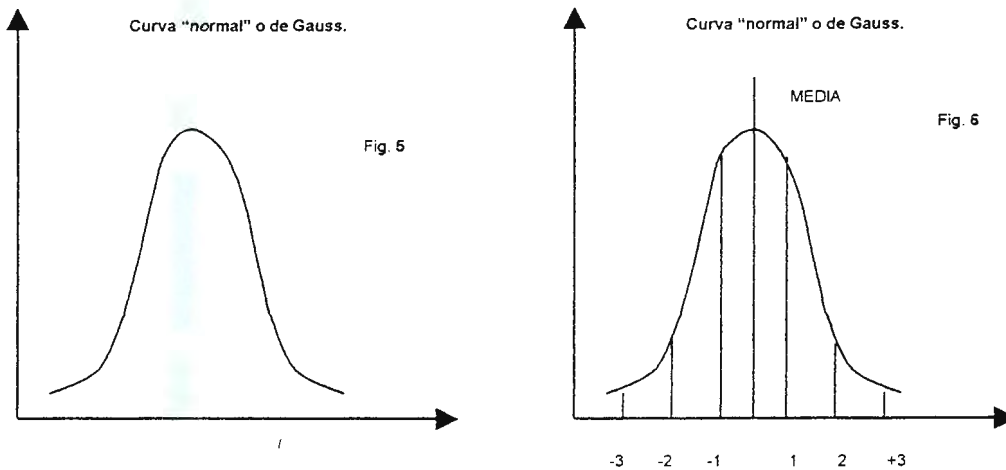
El histograma es una forma gráfica que permite visualizar la densidad de ocurrencia de un fenómeno en relación con un determinado parámetro elegido. Véanse figuras 1, 2, 3. y 4 .



El histograma de Pareto difiere, únicamente, porque se ponen en orden los valores de densidad(por los distintos valores del parámetro) en función de su contribución a la totalidad. El histograma "normal" es aquél característico de un amplio número de fenómenos, entre los cuales están la mayor parte de medidas de tipo técnico; en la práctica se consta que existe un valor con mayor densidad relativa entorno al cual se distribuyen simétricamente los valores con densidad creciente.

8.1.2.2 Curva "normal" o de Gauss

Si se condensan las clases de parámetros en abscisas, de un histograma normal, la figura del histograma se convierte en una curva particular, ampliamente estudiada por los matemáticos, y utilizada con todas sus propiedades para los análisis del tipo cualitativo. Véase figura 5



Las principales características de la curva Gauss(véase figura 6) son las siguientes.

Valor medio = Valor máximo

S = desviación cuadrática media, o sea un valor típico de cada distribución normal y tal que:

- ✓ El área inferior de la curva está limitada a la izquierda y la derecha por las verticales correspondientes a $-1s$ y $+1s$, es igual al 68.3% del área total, o sea el 68.3% de los valores están incluidos entre $-1s$ y $+1s$;
- ✓ El área análoga pero limitada por $-2s$ y $+2s$ y que es igual al 95.5%;
- ✓ El área análoga pero limitada por $-3s$, $+3s$ es igual al 99.7%

Un uso inmediato de esta característica es el de calcular el valor medio y la desviación cuadrática media(a continuación \bar{X} , s) de un cierto numero de resultados comparada con el nominal y las tolerancias, obteniéndose información más concreta sobre análisis de propiedades de los materiales.

8.1.2.3 Hoja de control

Son unos gráficos, que se utilizan directamente en lugar donde se obtienen las mediciones, se fundamentan en las principales características de las curvas de Gauss. Estas hojas permiten

obtener informaciones predictivas del comportamiento del proceso en base a una elaboración de datos sobre las muestras. Se distinguen dos tipos de hojas de control:

✘ Hojas por variables

Preparadas unidades cuyos valores son medibles cuantitativamente y expresables a través de datos numéricos(por ejemplo: longitudes, pesos, tiempo, durezas, etc.)

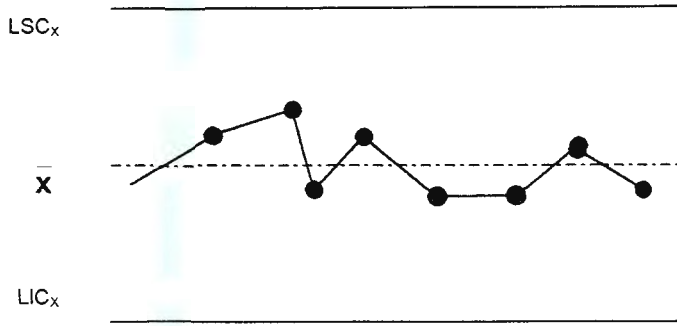
✘ Hojas por atributos

Preparadas para unidades cuyos valores no sean medibles, sino que sean juzgadas a través de atributos (ejemplos de juicios por atributos: conforme o no, pasa o no pasa, averiadas o no, etc.)

Véase los siguiente ejemplo de hojas de control aplicada a ensayos de dureza.

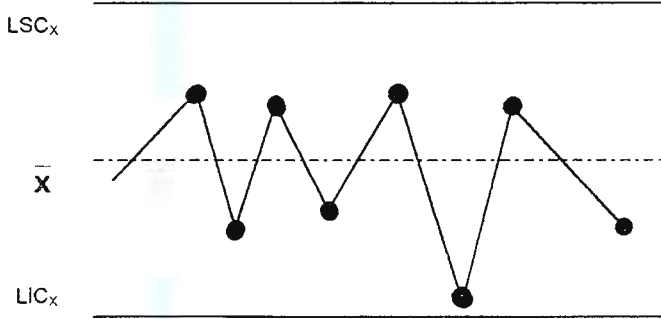
Hoja de control $\bar{x} - R$											NÚMERO /	CICLO
DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO		CÓDIGO DE LA MUESTRA					MATERIAL - TRATAMIENTO				CARACTERÍSTICAS	
MUESTRA NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DISTRIBUCIÓN DE LAS X ↓	
FECHA DEL ENSAYO												
ENCARGADO												
GRÁFICAS DE LAS X	LIC X											
	LSC X											
VALORES DE LAS X											FORMULAS	
											$LSC_x = \bar{X} \cdot A + R$ $LIC_x = \bar{X} \cdot A - R$ $LSC_R = R \cdot D$	
											COEFICIENTES	
											ANOTACIONES	
ΣX												
\bar{X}												
R												

A continuación se indican algunos ejemplos que permiten deducir informaciones de una hoja \bar{X} / R.

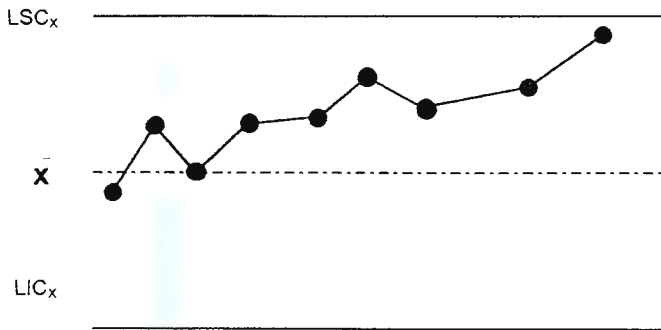


Normal

- Puntos x distribuidos aproximadamente simétricos y debajo de \bar{x}
- Oscilaciones contenidas en el gráfico

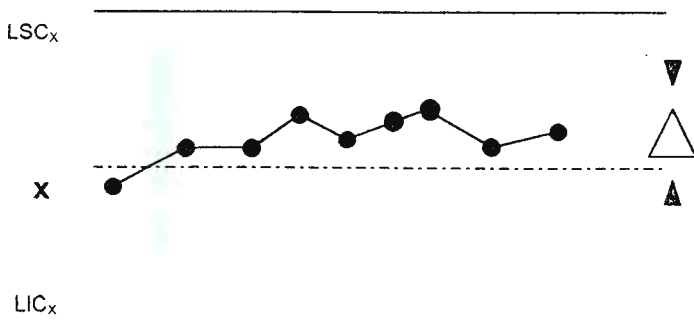


- Excesivas oscilaciones del gráfico



Trend

- Tendencia, piezas de rechazo (fenómeno del tipo de deterioro)



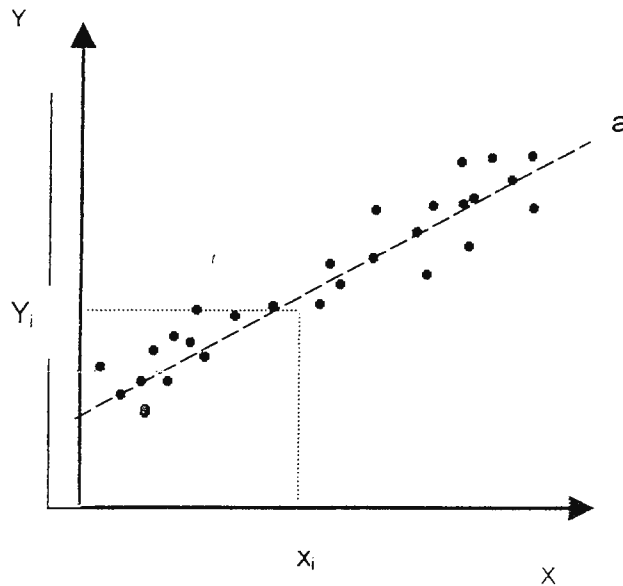
Shift

- Deslizamiento, hacia una posición preferencial (fenómeno de falta de reglaje de la máquina).

8.1.2.4 Diagramas de correlación

Son simplemente unos diagramas cartesianos en los cuales se ponen los puntos relacionados con distintas parejas de datos representativos de los valores de dos unidades relacionadas entre ellas. El estudio de la disposición de los puntos permite evaluar el comportamiento de los fenómenos.

Un ejemplo práctico de uso es el la comparación de las prestaciones de un instrumento con otro de referencia. Véase figura



Donde X es un parámetro medida independiente e Y una unidad, dependiente de X , de la cual se quiere ver las variaciones. Se pone en un par de ejes cartesianos una serie de parejas de valores X_i, Y_i , obteniéndose una "nube de puntos". Se puede ver cómo en el caso de la figura, en la que existe una correlación entre X e Y , o sea la variación de X determina unas variaciones de Y y las dos unidades están relacionadas por una ley que es indicativamente dada por recta "a".

8.2 Resultados de ensayo de Tracción

Material	Proveedor	Rm	Rp	Fm	A	Ae	Ag	Agt	At	Lo - Lu
AISI 1020	ABASTEINSA	592.000	579.206	46.030	11.695	-2.629	2.004	11.169	19.887	7.81
	ACEROSAL	975.800	973.076	76.030	7.55	-3.214	0.631	13.023	17.496	4.95
	Mat. Diversos	628.300	611.760	48.460	9.200	0.707	1.884	10.056	17.311	6.05
AISI 1045	ABASTEINSA	609.900	602.358	47.040	9.955	-2.116	1.444	9.520	14.659	6.62
	ACEROSAL	854.800	854.720	66.730	6.596	-2.456	0.268	8.816	12.118	4.31
	Mat. Diversos	761.200	462.070	60.264	17.868	-3.293	9.467	22.019	29.889	11.68
	VIDRI	580.900	323.087	45.810	44.531	-2.013	39.700	52.023	62.189	29.72
AISI 4340	ABASTEINSA	1129.900	1068.676	88.390	13.931	-1.676	3.128	12.984	17.545	9.15
	ACEROSAL	1161.400	1114.783	89.760	13.326	-3.885	4.060	17.386	23.108	8.79
	Mat. Diversos	1180.700	1130.471	92.360	12.172	-2.543	2.753	14.290	18.921	8.07
	VIDRI	1134.200	1094.723	88.550	14.332	-4.648	3.634	18.886	26.114	9.37
AISI 304	ABASTEINSA	582.100	317.064	45.170	45.666	-0.595	30.235	38.472	45.526	29.16
	ACEROSAL	624.500	480.778	49.050	41.828	-2.880	30.147	38.610	46.341	27.46
	Mat. Diversos	703.800	587.882	54.950	31.547	-1.962	19.069	26.902	33.943	20.78
	VIDRI	634.300	504.419	48.930	39.065	18.141	23.082	29.967	36.771	25.90
Aluminio	ABASTEINSA	327.300	316.841	25.090	9.174	-1.858	5.77	14.808	19.556	6.22
	VIDRI	279.500	252.343	21.870	14.301	-1.050	6.256	13.553	20.234	9.55
Bronce fosforico	ABASTEINSA	295.600	240.931	2.040	19.820	-3.871	10.157	17.087	19.910	11.33
	ACEROSAL	379.300	213.620	24.130	16.8730	-0.483	18.598	27.558	27.782	11.18
Bronce duro	ABASTEINSA	330.900	196.837	26.520	12.225	-0.896	16.012	23.974	24.181	10.02

Designaciones:

m : resistencia a la tracción(Mpa)

p : límite convencional(Mpa)

m : carga máxima(KN)

: alargamiento porcentual después de la rotura(%)

: módulo de elasticidad(Mpa).

e : extensión porcentual en el escalón de cedencia

Ag : alargamiento porcentual no proporcional bajo carga máxima Fm

Agt : alargamiento total porcentual bajo la carga máxima

Lo – Lu : longitud inicial menos longitud final (mm)

8.3 Resultados de ensayos de Resiliencia

Material	Proveedor	KV(Jul)
AISI 1020	ABASTEINSA	138
	ACEROSAL	8
	Mat. Diversos	17
AISI 1045	ABASTEINSA	144
	ACEROSAL	8
	Mat. Diversos	34
	VIDRI	28
AISI 4340	ABASTEINSA	73
	ACEROSAL	49
	Mat. Diversos	42
	VIDRI	66
AISI 304	ABASTEINSA	220
	ACEROSAL	260
	Mat. Diversos	184
	VIDRI	179
Aluminio	ABASTEINSA	13
	Mat. Diversos	28
	VIDRI	37
Bronce Fosfórico	ABASTEINSA	10
	ACEROSAL	14
	Mat. Diversos	11
Bronce duro	ABASTEINSA	14.5

8.4 Resultados de los ensayos de dureza

Material	Proveedor	HRb	HRc	HB5(bola 2.5mm carga de 31.5 kgf)	HB (bola 5mm carga de 250
AISI 1020	ABASTEINSA	87.2	-----		
	ACEROSAL	100.6	-----	-----	
	Mat. Diversos	97.6	-----	-----	
	VIDRI	107.7	-----	-----	
AISI 1045	ABASTEINSA	88.3	-----	-----	
	ACEROSAL	97.39	-----	-----	
	Mat. Diversos	93.19	-----	-----	
	VIDRI	88.83	-----	-----	
AISI 4340	ABASTEINSA	104.6	-----	-----	
	ACEROSAL	101.4	-----	-----	
	Mat. Diversos	107.7	-----	-----	
	VIDRI	89.96	-----	-----	
AISI 304	ABASTEINSA	90	19.67	-----	
	ACEROSAL	100	31.91	-----	
	Mat. Diversos	95	29.60	-----	
	VIDRI	94	24.03	-----	
Aluminio	ABASTEINSA	75	-----	146	
	Mat. Diversos	80	-----	151	
	VIDRI	60	-----	140	
Bronce fosforico	ABASTEINSA	56	-----	179	
	ACEROSAL	64	-----	204	
	Mat. Diversos	72	-----	186	
Bronce duro	ABASTEINSA	54.8	-----	224	

8.5 Resultados de los ensayos de espectrometría

LABORATORIO DE MATERIALES Y CERTIFICACION

UNIVERSIDAD DON BOSCO

INFORME DE ENSAYO

Pág. 1/1

Nombre del cliente: ABASTEINSA
Customer name:
Dirección:
Address:

No. De Informe: EE-39-250901

Report number:

Descripción de la muestra: Muestra de acero **4340**
sample description: con medidas de 3/4" x 3"

Resultado del ensayo:

Test Result

ST N° : Low Alloy Steel

AG- N° : Low Alloy Steel

	Fe	C	Si	Mn	P	Ni	Cr	Mo	S
N=1	95.406	0.42397	.25419	0.77231	0.00838	1.8772	0.79934	0.22743	0.02071
N=2	95.363	0.43395	0.25826	0.68250	0.00834	1.8701	0.81073	0.23232	0.02189
N=3	95.412	0.42096	0.25613	0.87189	0.00862	1.8622	0.80542	0.22600	0.02114
Promedio	95.394	0.42629	0.25643	0.77550	0.00858	1.8698	1.80516	1.22858	0.02125
Std Dev.	0.02672	0.0068	0.00204	0.09474	0.00015	0.0075	0.0057	0.00331	0.0006

Fecha de ensayo: Marzo/2002
Test date

Procedimiento utilizado: Determinación de la composición química de metales por
Procedure: análisis espectrométrico siguiendo el método ASTM 415

Notas:
Remarks:

Ensayo realizado por:
Test made by

Aprobó:
Approved by

Fecha de emisión
Issued

Ing. Jorge Gilberto Duque
Técnico de Laboratorio

Ing. Francisco Javier Mejía
Jefe de Laboratorios de Metrología
Materiales y Certificación.

Marzo/2002

LABORATORIO DE MATERIALES Y CERTIFICACION**UNIVERSIDAD DON BOSCO****INFORME DE ENSAYO**

Pág. 1/1

Nombre del cliente: **ABASTEINSA**
Customer name:

Dirección:
Address:

No. De Informe: **EE-39-250901**

Report number:

Descripción de la muestra: **Muestra de acero 1045**
sample description: **con medidas de 3/4" x 3"**

Resultado del ensayo:
Test Result
ST N° : Low Alloy Steel AG- N° : Low Alloy Steel

	Fe	C	Si	Mn	P	Ni	Cr	Mo	S
N=1	98.352	0.15058	0.26716	0.90748	0.0079	0.07916	0.05943	0.01541	0.00937
N=2	98.363	0.15100	0.26641	0.90238	0.00794	0.08056	0.05563	0.01490	0.01006
N=3	98.333	0.15337	0.27142	0.91537	0.00810	0.08176	0.05789	0.01613	0.01036
Promedio	98.349	0.15165	0.26883	0.90841	0.00794	0.08049	0.5765	0.01548	0.00993
Std Dev.	0.01517	0.0015	0.0027	0.00654	0.00011	0.0013	0.00191	0.00062	0.00051

Fecha de ensayo: **Marzo/2002**

Test date

Procedimiento utilizado: **Determinación de la composición química de metales por análisis espectrométrico siguiendo el método ASTM 415**

Procedure:

Notas:

Remarks:

Ensayo realizado por:
Test made by

Aprobó:
Approved by

Fecha de emisión
Issued

Ing. Jorge Gilberto Duque
Técnico de Laboratorio

Ing. Francisco Javier Mejía
Jefe de Laboratorios de Metrología
Materiales y Certificación.

Marzo/2002

LABORATORIO DE MATERIALES Y CERTIFICACION

UNIVERSIDAD DON BOSCO

INFORME DE ENSAYO

Pág. 1/1

Nombre del cliente: ABASTEINSA
Customer name:

Dirección:
Address:

No. De Informe: EE-39-250901

Report number:

Descripción de la muestra: Muestra de acero Inoxidable **304**,
sample description: con medidas de 3/4" x 3"

Resultado del ensayo:
Test Result

ST Nº : Stainless Alloy Steel AG- Nº : Stainless Alloy Steel

	Fe	C	Si	Mn	P	Ni	Cr	Mo	S
N=1	4.7495	0.02924	0.46011	1.7888	0.02052	8.9657	18.328	0.56382	0.02652
N=2	5.0118	0.02700	0.45095	1.7856	0.02005	9.1824	18.482	0.56506	0.2657
Promedio	4.8806	0.02812	0.45553	1.7872	0.02028	9.0740	18.405	0.56444	0.2654
Std Dev.	0.18547	0.00158	0.00648	0.00226	0.00033	0.15323	0.10889	0.00088	0.1691

Fecha de ensayo: Marzo/2002
Test date

Procedimiento utilizado: Determinación de la composición química de metales por
Procedure: análisis espectrométrico siguiendo el método ASTM 415

Notas:
Remarks: Según los resultados la designación del acero es 304L

Ensayo realizado por:
Test made by

Aprobó:
Approved by

Fecha de emisión
Issued

Ing. Jorge Gilberto Duque
Técnico de Laboratorio

Ing. Francisco Javier Mejía
Jefe de Laboratorios de Metrología
Materiales y Certificación.

Marzo /2002

8.6 Informes de resultados

Los informes son obtenidos en la gestión de ensayos tracción y dureza, a través del software que es empleado por estas máquinas, se encuentra en los **Anexo 8 (tracción)** y en el **Anexo 9 (dureza)**. No se presentan informes para los ensayos de resiliencia, ya que para esta máquina, los resultados se obtiene por lectura directa en la escala graduada.

Es de importancia destacar que los informes proporcionados por las máquinas universales de ensayos se encuentran respaldados por el proveedor del equipo. Puesto que se encuentra bajo una revisión periódica por medio de telé diagnosis.

La cantidad de informes presentados para tracción se encuentra según el número de ensayos realizados.

Las curvas de las graficas de tracción se encuentran apegadas a las especificaciones

Los informes de los ensayos de dureza realizados se indican según la cantidad de materiales analizados. Para cada material se ejecutaron diez pruebas. En los resultados del informe se encuentra una hoja **X / R**, que facilita analizar estadísticamente todas las pruebas por material.

Debido a las variaciones de los resultados de las características mecánicas en los materiales se realizo el ensayo de espectrometría a tres materiales : AISI 1045, AISI 304 y AISI 4340, todos de ABASTEINSA ; los informes de resultados permitieron establecer que existió confusión por parte del proveedor al proporcionar los materiales puesto que los resultados para el acero 1045 se apegan a la composición de un acero AISI 1020 , caso similar surgió con el acero inoxidable AISI 304 , ya que al analizar este acero por su composición se aproxima más a un acero AISI 304L.

Procedimientos.

ii. Introducción

Se pretende con el presente trabajo de graduación dar las herramientas para que se mejore la competitividad del sector metalmecánico, por medio de ensayos confiables en los materiales suministrados por los proveedores lo que tendrá como resultado la contribución al desarrollo económico y social al país, esto permitirá mejorar la imagen de los productos nacionales al cumplirse estándares internacionales facilitándose de esta manera su incursión en mercados extranjeros. Al existir mejor calidad de los productos nacionales la demanda hacia estos incrementara, lo que originará la posibilidad de un aumento en las fuentes de empleo y a la vez de mejor calidad.

El propósito de formular una guía de procedimientos es la de facilitar una herramienta que permita evaluar las propiedades de los materiales por medio de ensayos estandarizados. De esta manera estaremos colaborando en proporcionar algunos criterios básicos para obtener una medición de la calidad de los productos que el empresario nacional obtiene para sus procesos productivos.

Con el desarrollo de los siguientes procedimientos no se pretenden dar los pasos para una normativa salvadoreña, sino que se desarrollar una práctica recomendada para muchas empresas de la industria metalmecánica, para mejorar las actividades de suministro, recepción y control de calidad de los materiales metálicos.

iii. Estructura de los procedimientos

Los procedimientos se encuentran clasificados en dos grupos básicos, asociados por grado funcional, estos son:

- ✓ Aseguramiento de calidad
- ✓ Ensayos.

Para complementar los procedimientos se presenta un apartado con las características principales de los productos siderúrgicos de mayor empleo en la Industria metalmecánica de carpintería mecánica, los desarrolladas fueron:

1. Condiciones de suministro de aceros inoxidables, forjados y laminados de uso general.
2. Condiciones técnicas de suministro y recepción de acero aleados para temple y revenido
3. Condiciones técnicas de suministro y recepción de aceros para cementar
4. Condiciones técnicas de suministro y recepción de aceros inoxidables de barras, alambón y piezas.
5. Condiciones técnicas de suministro y recepción de aceros no aleados para temple y revenido.
6. Condiciones técnicas de suministro y recepción de productos laminados en caliente, de aceros no aleados, para construcciones metálicas de uso general.

A continuación se detallan la lista de procedimientos elaborados con el objetivo de colaborar con el aseguramiento de calidad en la recepción y suministro de materiales metálicos en la Industria Salvadoreña de metalmecánica.

1. Procedimiento para establecer las Condiciones técnicas generales de suministro de productos siderúrgicos.
2. Procedimiento para Inspecciones, mediciones y ensayos a la recepción
3. Procedimiento para establecer la documentación para inspección en productos metálicos.
4. Certificados y certificación de Productos siderúrgicos

Los procedimientos elaborados para la ejecución de ensayos deberán ser complementados con la sección del marco conceptual. A continuación se detallan

1. Toma de muestras y preparación de probetas para ensayos mecánicos de productos de aceros laminados y forjados.
2. Identificación de la orientación de las probetas para ensayos mecánicos.
3. Procedimiento para la ejecución del ensayo de tracción a temperatura ambiente,
4. Ensayo de flexión por Choque sobre probeta Charpy.
5. Procedimiento para el ensayo de dureza Rockwell
6. Procedimiento para el ensayo de dureza Brinell
7. Procedimiento para el ensayo de dureza Vickers

Las partes básicas de los procedimientos son las que se detallan a continuación:

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Se hace una descripción detallada y secuencial de los pasos que constituyen la tarea o trabajo a realizar, ya se trate de un procedimiento, como de una práctica de trabajo.

Cuando sea posible se completará la descripción escrita con diagramas de flujo descriptivos de la secuencia desarrollada.

ANEXOS

Se incluyen : planillas, formularios, diagramas, listas de control, etc. que hagan a la parte central del procedimiento o práctica, pero que por razones de practicidad convenga que se presenten en hojas separadas.

1. Procedimiento para establecer las condiciones técnicas generales de suministro de productos metálicos.

A.- OBJETIVO

La presente guía tiene por objeto establecer las condiciones técnicas generales de suministro de productos metálicos, referentes a:

- a) Redacción de pedidos.
- b) Documentos que pueden acompañar la entrega.
- C) Recepción y operaciones de control técnico de los productos.

B.- ALCANCE

Las condiciones técnicas generales de suministro definidas son aplicables a los productos metálicos brutos, semiproductos y productos acabados.

Dada la generalidad de la presente, las condiciones de suministro de ciertos productos o grupos de productos, deberán de ser complementadas con normas particulares, o con apartados específicos en las normas que definen dichos productos donde se concreten puntos tales como tipo de ensayos a que deben someterse, resultados que deben obtenerse y otros análogos.

Para lograr realizar una apropiada recepción de productos metálicos es necesario complementar lo expuesto en la presente guía con las normativas expuestas en el apéndice 1:

C.- ELEMENTOS A UTILIZAR

- C.1 Documento de testificación de conformidad
- C.2 Documento de testificación de control
- C.3 Certificación de control
- C.4 Certificación de recepción
- C.5 Acta de recepción

D.- RESPONSABILIDADES

C.1 Derechos y deberes del agente receptor

El agente receptor deberá tener libre acceso, en cualquier momento apropiado, a los lugares donde se almacenan los productos que debe recibir. Puede indicar, de acuerdo con las especificaciones, los elementos o productos de cada unidad de inspección de los cuales deberán tomarse las muestras. Puede asistir a las operaciones de toma de

muestras, de preparación (mecanizado y tratamiento) de las probetas y a la realización de los ensayos.

Para ciertas fabricaciones especiales, puede convenirse que el receptor tenga acceso a determinados lugares donde se fabrican los productos objeto de recepción.

El agente receptor, al desplazarse por los talleres del fabricante, deberá respetar todas las reglas de seguridad en vigor en la fábrica y, en tanto sea posible, deberá ser acompañado por un agente de esta.

Las operaciones de recepción deberán efectuarse de acuerdo con las exigencias de la marcha normal de la producción. Se preverá un tiempo suficiente para que puedan realizarse con eficacia.

E.- DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

E.1 Pedido

E.1.1 Elección de producto

Es responsabilidad del comprador la elección del material (tipo y grado de acero, de fundición, etc.) así como las características dimensionales (medidas, tolerancia, etc.) del producto.

Para esta elección puede ser aconsejado por el fabricante, sin compromiso por parte de este último, salvo que así se haya convenido en el pedido.

E.1.2 Indicaciones que deberán estipularse en el pedido

El pedido deberá contener toda la información necesaria para definir de forma unívoca las características del producto y del suministro tales como:

- a) Número de piezas (y/ o su masa o longitud).
- b) Forma de producto.
- c) Medidas nominales.
- d) Tolerancias sobre las dimensiones, sobre la masa, sobre el número de piezas, etc.
- e) Características del material (tipo y grado del acero, de la fundición, etc.)
- f) Información técnica (si la norma o especificación del producto permite una alternativa o si son posibles acuerdos especiales).
- g) Condiciones de tratamiento térmico.
- h) Condiciones de tratamiento y acabado superficiales.
- i) Condiciones de control y tipos de documentos.

En especial en lo que se refiere a:

- 1) Tipo de control elegido

- 2) Designación del agente receptor, si procede.
 - 3) Tipo de documento que debe remitirse
 - 4) Características que deben controlarse (mecánicas, dimensionales, superficiales, etc.)
- j) Condiciones de marcado, acabado, acondicionamiento, embalaje, carga, expedición y lugar de destino.
- k) Todas las informaciones relativas a la utilización del producto que se juzguen necesarias tales como tratamiento térmico posterior, revestimiento superficial, conformación en frío o en caliente, etc.

Las indicaciones a que se alude en los párrafos anteriores pueden definirse:

“Por referencia a una o varias normas, especificando, si da lugar, la variante elegida entre las definidas en las mismas, así como los extremos que en ellas se dejan al acuerdo entre las partes. En este caso, los detalles omitidos en el pedido no obligan al fabricante.”

“Por la especificación de características y condiciones establecidas de común acuerdo.”

“Si en el pedido se hace referencia a una determinada norma sin especificar el número o fecha de edición, esta referencia deberá interpretarse como que alude a edición en vigor en el momento de confirmar el pedido.”

E.2 proceso de producción

Salvo acuerdo en el pedido o disposición expresa en la norma del producto, el proceso de producción se deja a elección del fabricante.

En el proceso de producción se distinguen:

- a) Proceso de elaboración.
- b) Proceso de colada.
- c) Proceso de desoxidación.
- d) Proceso de fabricación.

El proceso de elaboración debe ser indicado al comprador a título informativo siempre que éste así lo haya solicitado previamente en el pedido.

E.3 Control y certificación de los productos

E.3.1. Principio general

El fabricante es responsable ante el comprador de la conformidad de los productos suministrados con lo establecido en el pedido.

En consecuencia, organizará en su fábrica el control adecuado de su producción.

E.3.2 Control de productos

Este consiste en el conjunto de las operaciones que se realizan para comprobar que las características de los productos corresponden a las especificaciones del pedido.

Este control puede ser:

- a) Control no específico.
- b) Control específico.
- c) Recepción.

E.3.3 Agentes de control específico

El control específico deberá realizarlo necesariamente un servicio cualificado de la fábrica productora entendiéndose por tal, un servicio de control de calidad diferente de los servicios de producción. Para determinados casos, las características de este servicio pueden ser objeto de concierto u homologación por parte del comprador.

El agente de la recepción o receptor, podrá ser el comprador, un representante del mismo o un organismo independiente del fabricante y del comprador que actúa por delegación de este último.

E.3.4 Documentos

Según los tipos de control, los documentos que pueden acompañar a los productos suministrados serán de uno de los tipos siguientes:

Tipo de control	Tipo de documento	Firma del documento
Control no específico	Testificación de conformidad	Fábrica productora
	Testificación de control	
Control específico	Certificado de control	Servicio cualificado de control de calidad
Recepción	Certificado de recepción	Agente del comprador
	Acta de recepción	Agente del comprador y fábrica productora

E.3.5 Criterios para realizar el control

Los criterios para realizar el control de los productos (definición de la unidad de inspección, naturaleza de los ensayos, número y proporción de las muestras y criterios de aceptación o rechazo) se encuentran definidos en la norma del producto, o especificados en el pedido.

Para aquellos productos que lo requieran, deberán fijarse previamente estos criterios teniendo en cuenta los conceptos de clasificación de los defectos y de las unidades defectuosas, porcentajes de unidades defectuosas y número de defectos por cada 100 unidades, nivel de calidad aceptable (NCA), tamaño de la muestra, tipo y nivel de

inspección, plan de muestreo y otros similares definidos en las normas **UNE 66 020** y otras análogas.

E.3.6 Control continuo de características de productos

Para ciertas fabricaciones muy concretas, previo acuerdo entre las partes, el control específico o la recepción pueden sustituirse por resúmenes del control continuo de la fabricación realizado por el servicio de control cualificado del fabricante y homologado por el comprador.

Deberán convenirse previamente las características que deban verificarse y sus valores, la frecuencia del control y eventualmente los documentos de conformidad, así como el derecho del comprador o su representante a verificar este control continuo por medios adecuados.

E.3.7 Lugar de recepción

La toma de muestras, la preparación de probetas y los ensayos se efectuarán en la fábrica del productor (al menos que exista otro tipo de acuerdo).

Cuando en esta no se disponga de los medios necesarios, los ensayos se realizarán en el lugar indicado en el pedido, previo acuerdo entre las partes interesadas.

E.3.8 Presentación a recepción

La presentación a recepción de todo o parte del suministro deberá notificarse al comprador o a su agente receptor, con la antelación acordada previamente con el fin de evitar perturbaciones en la marcha normal de la fábrica.

El agente receptor dispondrá, en el momento de comenzar la recepción, de una relación de los productos disponibles para la recepción.

E.4 Muestreo

E.4.1 Unidad de inspección

Es el número de piezas o el tonelaje que se aceptan o rechazan en función del control efectuado sobre los productos.

La unidad de inspección está fijada por la norma del producto o por el pedido. Asimismo corresponde a la norma de los productos establecer cuales deben considerarse de la misma unidad de inspección (por ejemplo, intervalos de espesor, conjunto de medidas, etc.).

La unidad de inspección podrá establecerse atendiendo, entre otros, a los siguientes criterios:

- a) Por lotes: una unidad de inspección se establecerá por lotes cuando esté compuesta por productos que provienen de diferentes coladas y/ o fabricaciones diversas, identificados o no.
- b) Por coladas: una unidad de inspección se establecerá por coladas cuando esté compuesta de productos del mismo tipo, procedentes de una misma colada y, si da lugar, que hayan sufrido un tratamiento térmico en las mismas condiciones.

Cuando para las operaciones de control sea precisa la referencia a la colada, el fabricante deberá poder relacionar los productos en consideración con la colada de que provienen.

- c) Por unidad de laminación: cuando está compuesta de productos laminados como una sola unidad, por ejemplo, las chapas que provienen de una misma bobina, o aquellas que proceden del corte de una misma chapa madre.
- d) Por pieza: aplicable para ciertos productos y en aquellos casos que las exigencias técnicas lo requieran.

E.4.2 Número de ensayos y obtención de muestras

De cada unidad de inspección se tomará un cierto número de muestras para realizar los ensayos prescritos en la norma o especificación del producto. Este número puede ser diferente, para un mismo producto, según la naturaleza de los ensayos (por ejemplo análisis químicos, mecánicos a distintas temperaturas, ensayos de larga duración, ensayos tecnológicos, etc.)

Para obtener las muestras de piezas solicitadas en el pedido a las dimensiones de utilización, el productor, según las posibilidades técnicas y por acuerdo en el pedido, puede optar por presentar a inspección:

- a) Piezas en exceso.
- b) Piezas por sobrelongitud.
- c) Piezas suplementarias más pequeñas pero de medidas tales que permitan la toma de muestras.

E.5 Ensayos mecánicos y tecnológicos

E.5.1 Realización de los ensayos

La realización de los ensayos así como la utilización e interpretación de los resultados estarán de acuerdo con las normas correspondientes.

Las máquinas de ensayos, en lo que se refiere a su precisión, contrastación, etc., responderán a las prescripciones de las normas al respecto.

E.5.2 Toma de muestras y preparación de probetas

Se procederá de acuerdo con la norma (por ejemplo UNE 7-282). Para la toma de muestras, localización y orientación de las mismas, número y naturaleza de los ensayos y tipo de las probetas, se seguirán las indicaciones a este respecto de la norma según la cual se ha solicitado el producto. No obstante, podrán adoptarse condiciones distintas, previo acuerdo entre el fabricante y el comprador.

E.5.3 Criterios de aplicación

Cuando en la norma de productos las características mecánicas se especifiquen en relación con el espesor, el espesor que debe considerarse será el nominal del producto en la zona donde se prescriba la toma de muestra.

Salvo indicación expresa en la norma del producto o en el pedido, las características mecánicas se referirán al estado de suministro de los productos.

E.5.4 Tipos de ensayo

Para la comprobación de las características de los productos pueden emplearse dos tipos de ensayos: ensayos individuales y ensayos secuenciales.

a) Ensayos individuales. Son aquellos, empleados en la mayoría de los casos, en los que se ensaya una sola probeta extraída de la unidad de recepción.

Cuando el resultado del ensayo es conforme, se acepta la unidad de inspección. Cuando este resultado no es conforme se procederá, a elección del fabricante, o bien a rechazar la unidad de inspección o a realizar contra ensayos.

b) Ensayos secuenciales. En aquellos ensayos en que los resultados pueden presentar gran dispersión o estar fuertemente influenciados por la toma de muestra (ejemplo ensayo de resiliencia) se emplea el ensayo secuencial que se describe a continuación:

De una pieza de la unidad de inspección elegida según se prescribe en la norma del producto se toma una muestra suficiente para realizar dos series de ensayos.

Se ensaya la primera serie y, de acuerdo con los criterios expresados en la norma del producto, la unidad se acepta, se rechaza ó se procede a ensayar la segunda serie.

Asimismo, en la norma del producto se indican los criterios para la aceptación de la unidad de inspección o el rechazo de la pieza muestreada, después del ensayo de la segunda serie.

Para decidir sobre el resto de la unidad, la norma de producto indicará si procede realizar contra ensayos.

E.5.5 Contra ensayos

Salvo acuerdo en el pedido, cuando uno ó varios ensayos den resultados no satisfactorios, se procederá a realizar contra ensayos para cada uno de los ensayos no satisfactorios de acuerdo con los siguientes criterios:

E.5.5.1 Ensayo individual

a) La unidad de inspección se compone de un solo producto. En este caso, el fabricante puede elegir entre mantener el producto en inspección o rechazarlo.

En el primer caso, se tomarán muestras para realizar dos nuevos ensayos del mismo tipo del que se han obtenido resultados incorrectos. Estos dos nuevos ensayos deben dar resultados satisfactorios. En caso contrario el producto será rechazado .

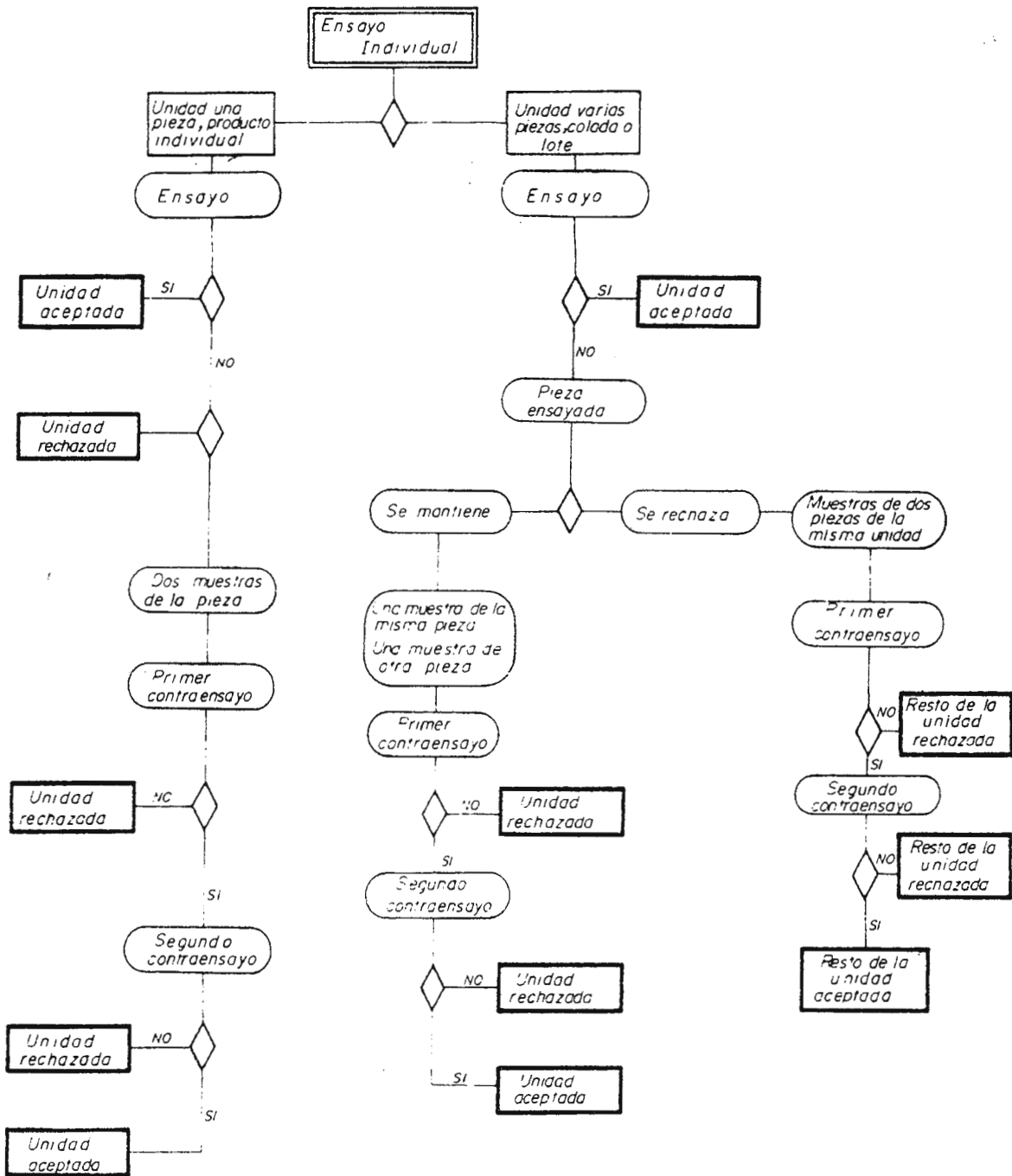
b) La unidad de inspección se compone de varios productos (lote o colada). Salvo acuerdo en contrario, el fabricante puede a su elección, mantener en inspección la pieza de donde se ha tomado la muestra que ha dado resultados incorrectos, o retirarla de la unidad rechazándola.

Si la pieza se mantiene en la unidad de inspección, se extraen dos nuevas muestras, una de las cuales se obtendrá de dicha pieza. Ambos ensayos deberán ser satisfactorios para aceptar la unidad.

Si la pieza se retira, se designan dos nuevas piezas de las que se extraen las probetas para realizar dos nuevos ensayos en las mismas condiciones que los primeros. Ambos ensayos deben dar resultados satisfactorios para aceptar el resto de la unidad de inspección (véase esquema 1)

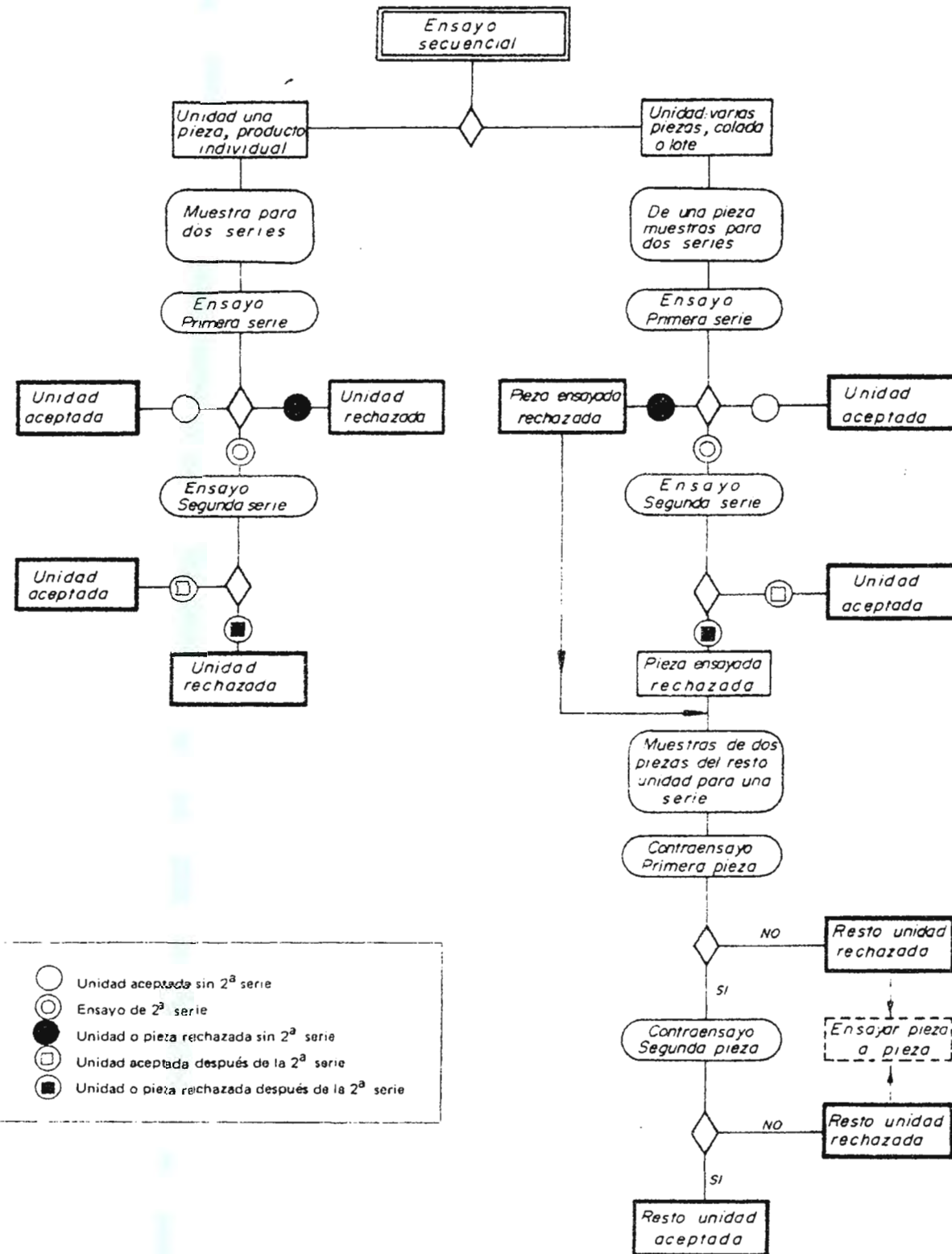
E.5.5.2 Ensayos secuenciales.

Cuando de una unidad de inspección compuesta de varias piezas, se haya rechazado la pieza ensayada (después de ensayar la primera o las dos series, la norma del producto indicará si procede realizar contra ensayo, en cuyo caso se tomarán, de dos piezas de esta unidad, muestras para realizar una serie de ensayos de cada una. Para aceptar la unidad, los resultados de estos dos contra ensayos deben ser satisfactorios. En caso contrario se procederá a rechazar la unidad o a ensayar pieza a pieza (véase esquema 2)



Esquema N° 1

SI = Resultados satisfactorios del ensayo
 NO = Resultados negativos



Esquema Nº 2

E.5.6 Ensayos nulos

Un ensayo será nulo si el resultado no satisfactorio no es atribuible al material sino a causas imputables a la realización del ensayo tales como:

- a) Mecanizado o realización defectuosa de la probeta pero no atribuible a defectos del material.
- b) Montaje defectuoso de la probeta en la máquina de ensayos.
- c) Incidentes en el correcto funcionamiento de la máquina de ensayo.
- d) Tratamiento térmico incorrecto de la muestra para aquellos casos en que las características mecánicas garantizadas se refieran a un estado diferente al de suministro.
- e) Condiciones incorrectas en la realización del ensayo (por ejemplo temperatura).

E.5.7 Resultados anormales

Si un resultado de ensayo se desvía notablemente de los valores previsibles para el tipo de material, de forma que sea razonable pensar en una mezcla. En este caso, se convendrá entre las partes un método especial de control.

E.5.8 Ensayos de arbitraje

En los casos en que el cliente no esté conforme con los resultados de ensayos certificados, se convendrán las condiciones en que deben repetirse los mismos, así como el laboratorio en que deberán realizarse los ensayos de arbitraje.

E.6 Análisis químicos.

Cuando el pedido incluya prescripciones relativas al análisis químico, los resultados relativos a los elementos prescritos figurarán en los documentos definidos en el apartado e.3.4.

E.6.1 Análisis de colada

Salvo indicación en contrario en la norma del producto o en el pedido, los límites de composición química son aplicables al análisis de colada, realizado sobre el lingotes de colada, siendo válido para la recepción.

E.6.2 Análisis sobre producto

Cuando en la norma del producto o en el pedido se prescriban análisis sobre producto, la muestra se tomará de acuerdo con la norma (por ejemplo UNE 7-282), de la zona prescrita en la norma del producto o por acuerdo particular.

Los límites de la composición química señalados para el análisis de colada deberán ampliarse para tener en cuenta la dispersión debida a la heterogeneidad del material.

Las normas del producto indicarán esta tolerancia mediante:

- a) Los valores límites admisibles sobre producto.
- b) La desviación admisible sobre el análisis de colada prescrito y el análisis sobre producto.

E.6.3 Contra análisis

Salvo acuerdo en contrario, cuando uno o varios resultados no sean satisfactorios se procederá a realizar contra análisis para las determinaciones no satisfactorias y que se representan en el esquema 1

E.6.5 Análisis de arbitraje

Los análisis de arbitraje se realizarán en un laboratorio convenido y según los métodos definidos en las normas o admitidos por las partes.

E.7 Defectos superficiales o internos

E.7.1 Defectos superficiales

Los defectos superficiales que no perjudiquen al correcto empleo del producto, no podrán ser causa de rechazo.

El pedido indicará, si ello es preciso, las especificaciones complementarias particulares relativas al aspecto superficial, en función del empleo y compatibles con las normas generales o del producto.

El rechazo por defectos superficiales se limitará a los productos defectuosos, salvo para aquellos casos que se haya convenido una recepción aplicando criterios estadísticos.

El empleo de técnicas operatorias especiales, tanto durante la recepción como después del envío para la detección de defectos superficiales, así como los criterios de interpretación de los resultados, deberá ser objeto de acuerdo en el pedido.

E.7.2 Reparación

Está permitida la eliminación de los defectos superficiales siempre que las medidas finales del producto no sean inferiores a los valores mínimos admisibles por las tolerancias dimensionales, y que esta operación no dañe la aptitud del producto para el empleo final.

Están prohibidas todas las operaciones destinadas a disimular un defecto.

Las reparaciones con soldadura no podrán hacerse más que de acuerdo con la norma según la cual se solicita el producto, o en su defecto, previo acuerdo entre el fabricante y el usuario. Este acuerdo podrá ser válido, bien para la totalidad, bien para una parte del suministro.

E.7.3 Defectos internos

Los defectos internos no perjudiciales al empleo del producto, no podrán, salvo convenio en contrario, ser una causa de rechazo.

El rechazo por defectos internos se limitará a los productos defectuosos, salvo para aquellos casos que se haya convenido una recepción aplicando criterios estadísticos.

El empleo de la radiografía, los ultrasonidos, el magnetismo y otras técnicas especiales, para la detección de defectos internos, así como el número de productos de la unidad de inspección que deben controlarse y la interpretación de las indicaciones obtenidas, deberán ser expresamente convenidos en el pedido.

E.8 Tolerancia sobre las dimensiones, sobre la forma y sobre la masa

E.8.1 Recepción

Con independencia del tipo de control elegido para la comprobación de las características del material, el control dimensional, puede convenirse en el pedido como control específico realizado por el fabricante.

E.8.2 Tolerancia sobre las dimensiones o sobre la forma.

Será motivo de rechazo el sobrepasar las tolerancias sobre las dimensiones o sobre la forma. El rechazo se limitará a los productos que presenten estas anomalías, salvo para aquellos casos en que se haya convenido una recepción aplicando criterios estadísticos.

E.8.3 Tolerancia sobre la masa teórica

Por lo general, la norma del producto, o una norma específica, fija las tolerancias:

- a) Con relación a la masa teórica calculada para cada uno de los productos considerados individualmente.
- b) Con relación a la masa teórica de la totalidad de una unidad de inspección o de entrega.

En muchos casos la tolerancia sobre la masa tiene más un carácter comercial que técnico por lo que deberá tenerse en cuenta el sentido concreto de la misma, al establecer los acuerdos que permitan la utilización de productos y unidades que no se ajusten estrictamente a esta tolerancia.

E.8.4 Tolerancia sobre el número de piezas o sobre el tonelaje suministrado

Podrán convenirse en el pedido, las desviaciones, expresadas en valor absoluto o en valor relativo entre el número de piezas o el tonelaje suministrados y el número de piezas o el tonelaje solicitado.

E.9 Interpretación de los resultados obtenidos en los controles

E.9.1 Características mecánicas y químicas

Los resultados de los ensayos mecánicos y de los análisis químicos deberán interpretarse aplicando el método de redondeo (véase la norma UNE 7-018). A este fin se aplicarán las reglas de redondeo indicadas en dicha norma general de expresión de resultados de forma que estos no tengan mayor número de cifras significativas que los valores nominales de garantía.

E.9.2 Características dimensionales

Para los resultados de las determinaciones dimensionales (longitud, anchura, espesor, radio, etc.) y de forma (escuadrado, planicidad, ovalidad, revirado, etc.) se aplicará el método absoluto definido en la norma UNE 7-018.

E.10 Identificación y marcado

Salvo convenio en contrario, el marcado de los productos se efectuará según las prácticas usuales del fabricante, siempre que no se deteriore la calidad del producto. En los pedidos deberá indicarse cuando alguna de estas prácticas, estimadas como generalmente correctas para el tipo de producto, puedan tener, en casos concretos, efectos perjudiciales.

El comprador deberá de conocer los códigos empleados por el fabricante de los productos, para la identificación de estos.

E.11 Aceptación de los productos

Los documentos previstos en el *apartado E.3.4* sirven, salvo acuerdo, para autorizar el envío de los productos si los resultados están conformes con las prescripciones del pedido.

Los productos no se considerarán aceptados si no satisfacen todas las condiciones impuestas en el pedido. No obstante, los productos que no cumplan totalmente las exigencias previstas podrán aceptarse si el comprador, previa consulta del fabricante, los admite expresamente.

E.12 Nueva presentación a recepción

Salvo acuerdo en contrario, el fabricante se reserva el derecho de presentar nuevamente a recepción una unidad rechazada después de una selección de las piezas que componen la unidad y/ o después de un tratamiento térmico o mecánico tanto antes como después de los contra ensayos.

El fabricante deberá indicar al receptor los criterios seguidos para la selección o el tratamiento a que se han sometido las piezas. Los ensayos se realizarán como si se tratara de una nueva unidad de inspección.

E.13 Reclamaciones después de la entrega

Serán considerados como causa de reclamación los defectos inaceptables y las dimensiones fuera de las tolerancias permitidas, que no hayan sido descubiertos en la fábrica y que hayan sido puestos de manifiesto por el comprador, durante el periodo convenido entre las partes.

Asimismo, será motivo de reclamación la disconformidad con los resultados de control remitidos por el fabricante en los documentos correspondientes.

En caso de reclamación, el comprador deberá dar al fabricante la posibilidad de verificar el fundamento de la misma.

Aceptada la reclamación, el fabricante estará obligado a reponer, en el mínimo plazo posible, un producto sin defecto de iguales características que las exigidas al rechazado o, a petición del cliente, a la devolución del importe del producto rechazado.

2. Procedimiento para las Inspecciones, mediciones y ensayos a la recepción.

A.- OBJETIVO

La finalidad de esta actividad es describir un sistema orientado a verificar la conformidad de los productos recibidos del exterior, en conformidad con los pedidos de compra y especificaciones técnicas.

B.- ALCANCE

Puede ser aplicado a todo tipo de productos metálicos que procedan del exterior, así como también establecer el control de materiales para el uso en talleres o industria metal mecánica en general para cualquiera que sea la mercancía y estado de suministro (materia prima, semielaborada, acabada, conjunto) etc.. Para su desarrollo se analizó las indicaciones de la normativa española **UNE 66 902 (ISO 9002)**.

C.- ELEMENTOS A UTILIZAR

C.1 Puesto de trabajo.

El trabajo puede ser desarrollado tanto en un lugar fijo, donde se hace converger el material que hay que controlar, o enviando al encargado a la zona donde se encuentra el material.

La estructura del puesto de trabajo depende de la organización de la organización de la empresa. Sin embargo, existen las siguientes características generales cuya observación es importante:

- a) las dotaciones instrumentales y documentales tienen que estar completas y ser manejables;
- b) espacio adecuado;
- c) buena ergonomía (iluminación, comodidad de entrada, movimientos, levantamiento, etc.);
- d) solidez y rigidez (especialmente para los equipos sensibles; en algunos casos son necesarios puntos de apoyos antivibratorios);
- e) protección contra accidentes.

Con relación a la elección del puesto de trabajo, teniendo en cuenta lo descrito, hay que tener en cuenta que todas las soluciones que tiende a enviar el encargado donde se encuentra el material, (no garantiza) la calidad del trabajo, siendo fácil tropezar en ligerezas

organizativas y operativas que vuelven precaria la credibilidad de los resultados. Se recomienda, desarrollar el puesto de trabajo con los mejores criterios de validez, confiando la gestión a un personal muy preparado.

C.2 Diagrama de flujo de materiales a través del control de recepción

El diagrama ha sido estructurado mediante tres líneas de flujo: verticales y paralelas, donde cada una indica:

- fase de proceso de operación:
- competencia y responsabilidades de la fase
- documentos emitidos o tratados de la fase.

El diagrama puede ser observado en el anexo A

C.3 Hojas de ingresos de productos de suministro exterior

Un ejemplo conceptual de cómo se tiene que estructurar puede verse en el anexo B

C.4 Ficha de registro para el control de recepción.

Revise el anexo C para observar un ejemplo conceptual.

C.5 Módulo de registro de los datos obtenidos en el control

En el anexo D se presenta un ejemplo conceptual del módulo

C.6 Nota al subcontratista.

Revise el anexo E para un ejemplo.

C.7 Módulo para evaluar el comportamiento de la subcontratación

Véase anexo F: se presenta un ejemplo conceptual del módulo sinóptico para evaluar el comportamiento cualitativo de la subcontratación.

D.- RESPONSABILIDADES

Se recomienda adiestrar al personal de manera que conozca claramente:

- dónde se encuentran los diseños, ciclos normas, instrumentos, etc.;
- cuál es el propósito de los planes de muestreo.
- cómo se dan validez a los documentos empleados
- como se hacen las tomas de muestras;
- cómo se preparan los instrumentos para las mediciones;
- cómo se ejecutan las medidas;
- cuáles son las características críticas;
- cuáles son los límites de sus responsabilidades de autorización.
- cómo se llenan los documentos;
- cómo se gestiona una conformidad

E.- DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

E.1 Función de control de recepción

La función del control de los productos procedentes del exterior y control interno de distribución, es la de asegurar que estos productos no se utilicen o no se pongan en fase de distribución y/ o fabricación, sin haber antes verificado su conformidad con los requisitos especificados. Puede también suceder que exista motivos de urgencia que introduzcan a utilizar productos que todavía no se han controlado; en este caso se requiere que se disponga un adecuado medio de identificación para la verificación en su recorrido desde la recepción y almacenaje; de manera tal que se puedan retirar productos ya introducidos en el ciclo productivo en el caso que resultasen no conformes.

E.2 Estructura conceptual del sistema de recepción para inspecciones, mediciones y ensayos.

En el control de recepción de los productos, tienen que desarrollarse las siguientes actividades principales:

- a) comparar las características de un producto con una referencia dada (diseño, prototipo, norma, etc); especificaciones.
- b) utilizar para esta comparación instrumentos y medios con características adecuadas (calibrados)
- c) evaluar frecuencias y severidad del control en función de la probabilidad (o posibilidades causales) de que el proceso de fabricación adecuado al riesgo de daño que resulte del eventual defecto no detectado
- d) poner en marcha los procedimientos que surgen de las distintas situaciones (no conformidad, autorización, acción correctiva, repetición del muestreo, aprobación de origen, etc.)
- e) recoger datos de tipo informativo sobre el comportamiento de la calidad de los suministros, para poder llevar un registro estadístico de la calidad de los productos

En lo que concierne a la sucesión de las fases operativas y la correspondiente documentación que hay que emitir, se propone un cuadro sinóptico en el anexo A.

E.3 Estructura física y logística

E.3.1 Depósito e identificación del material

La sección que realiza el control de recepción tiene que estar lo más próximo y en estrecha conexión operativa con la recepción del material.

Tiene que quedar claramente identificadas las distintas áreas donde se encuentran los productos en los diferentes estados del proceso, tales como:

- a) productos recibidos para controlar;
- b) productos controlados y aceptados;
- c) producto no conforme en espera de decisión;
- d) producto rechazado;
- e) producto para aprobación o muestreo;
- f) producto experimental o de serie.

La identificación se hace, generalmente, designando las áreas en el suelo o estantes mediante marcado coloreado y carteles, tanto de las áreas como el producto en sí.

En el caso específico del producto no conforme por alguna razón (concesión, desecho) tienen que ser puestas en marcha las precauciones que eviten su uso impropio: contenedores coloreados, cadenas para precintar, carteles más evidentes, recintos físicamente cerrados con llave.

Es importante que estén claramente identificados los contenedores del material del cual se puede tomar muestra para las sucesivas fases del proceso.

E.3.2 Medios de ejecución del control

Los medios de control como calibres, micrómetros, se tienen que conservar en un depósito central o en depósitos más pequeños específicos (por operario, por código de pieza, etc.).

Tiene que estar marcados individualmente según un código que identifica su pertenencia a un registro donde se indican los datos relativos a su gestión.

Los equipos de control con un dispositivo de autocalibración tienen que tener disponible (conservando y protegido adecuadamente), con copia de la certificación o con número de identificación, que remita al certificado en posesión del sector metrológico y evidencie que este último ha dado una aprobación que todavía no ha vencido.

Los equipos y/o instalaciones que requieren mantenimiento y/o regulación periódica frecuente, tienen que llevar un cuadro con las instrucciones básicas (también esquemas si es necesario). Tienen que encontrarse en el lugar los apuntes con la comprobación de la regulación hecha.

E.3.3 Documentos

E.3.3.1 Documentos informativos al control que hay que ejecutar

Son generalmente estos:

- a) diseños;
- b) normas y especificaciones técnicas del material que hay que controlar;
- c) ficha de control;
- d) recomendaciones de uso de los equipos de medición;
- e) recomendaciones de uso para métodos estadísticos de control;

Físicamente, los citados documentos se recogen en archivos, los cuales, a su vez, pueden tener estructuras distintas. Las principales son:

- archivos centralizados
- archivos específicos (por categoría de mercancía, por pedido, por tipo de máquina, por cliente, etc.).

La elección es obviamente una cuestión logística que hay que examinar cada vez, teniendo en cuenta que la mejor elección es aquella que minimiza las posibilidades de errores humanos.

Dejando a cada uno la oportuna elección, se recomienda actuar de modo que los documentos lleguen correctamente a las manos de los usuarios. Para ello se presentan las siguientes sugerencias:

- a) tener estrictamente asociados diseño y ficha de control: para detalles sobre estos documentos;
- b) relacionar con cuanto precede algunos extractos de recomendaciones metodológicas (por ejemplo, como preparar un instrumento de medida) cuando son difíciles, no frecuentes, peligrosas si no están bien hechas;
- c) colocar en el puesto de trabajo de cada encargado las listas de uso general más frecuente, como:
 - normas de interpretaciones de tolerancias, errores de forma, correlaciones de tablas de dureza, valores de rugosidad.
 - tornillería y material normalizado en general.
 - planes de muestreo estadístico y similares.
- d) en el caso de instalaciones o equipos fijos, colocar a la vista de todos un extracto de las principales recomendaciones.
- e) Para los procedimientos conviene disponer siempre de un archivo general al cual recurrir, es generalmente un documento de consulta.

Se recomienda no utilizar las hojas de pedidos como documentos técnicos de control porque se trata de documentos comerciales, cuya intromisión en el aspecto técnico tiene que ser solamente aquellas de indicar la conexión con los documentos técnicos pero no sus contenidos.

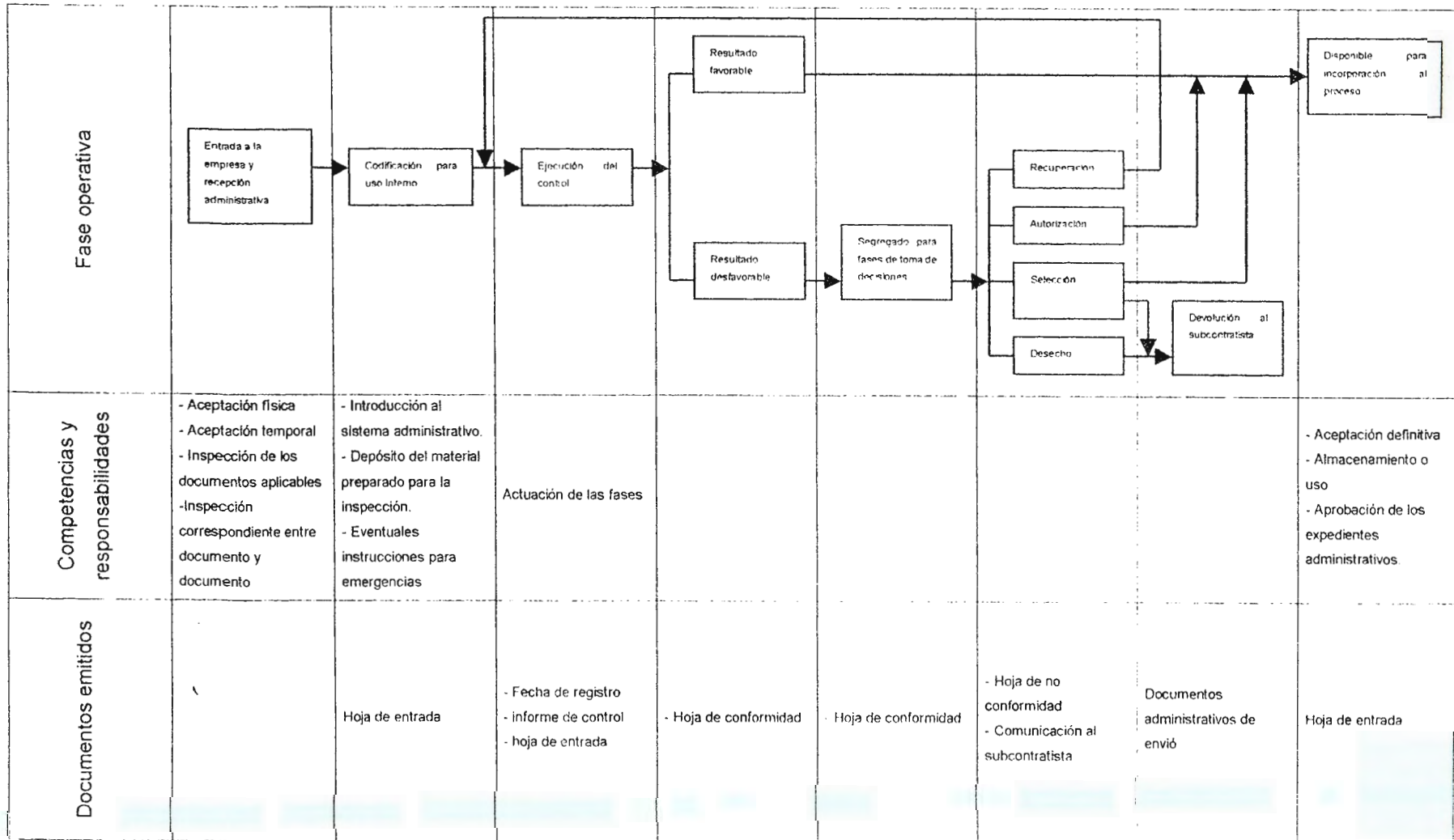
E.3.3.2 Documento de procedimiento

Son los documentos con los cuales se gestiona el flujo de productos a través del control de recepción. Véase los anexos con numerosos ejemplos. Estos documentos habitualmente son:

- a) hoja de entrada para la identificación del tipo y de la cantidad;
- b) ficha de registro de control.
- c) impreso de registros de los datos proporcionados durante el control y del resultado final
- d) hojas de no conformidad;
- e) documentos (cartas, informes, télex, fax) de comunicación desde y hacia el subcontratista;
- f) certificada de calidad del subcontratista.

F.- ANEXOS

Anexo A



Anexo B

Ejemplo conceptual de una hoja de ingresos de productos de suministros exterior

		Hoja de entrada de productos de subcontratación		Índice de criticidad	HOJA DE IDENTIFICACIÓN N°:
					CODIGO DE PRODUCTO
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO					
Sección A	Subcontratista	RAZON SOCIAL	CODIGO	CODIGO DEL PRODUCTO	
		HOJA DE ENVIO	ENCARGO	ORDEN	
		CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA		1
Sección B	Control de recepción	CANTIDAD PARA EL ALMACEN	CANTIDAD NO CONFORME	HOJA DE NO CONFORMIDA	
		FECHA DE CONTROL	FIRMA DEL CONTROLADOR		2
Sección C	Almacén	RECEPCIÓN SOLAMENTE DE LA CANTIDAD ACEPTADA			
		FECHA:	FIRMA:		

Respecto a las casillas señaladas, se puede mencionar que:

1. Documento de contrato: Son los números de identificación de los documentos contractuales con el subcontratista y de los documentos de envío del subcontratista al suministrador.
2. Resultado del control de recepción: Tiene que quedar evidente qué parte del producto ha sido aceptado, cuándo no es conforme y en qué documento se puede encontrar la trazabilidad de la no conformidad.

Las tres secciones de la hoja de entrada deben de ser llenadas bajo distintas responsabilidades:

Sección A – es de competencia del almacén de recepción únicamente para los aspectos administrativos

Sección B – es de competencia del aseguramiento de la calidad

Sección C – es de competencia del almacén general (que muchas veces es competente de la sección A). Se hace notar que esta sección se responsabiliza formalmente de la recepción solamente de la cantidad aceptada.

Anexo C

Ejemplo conceptual de ficha de registro para el control de recepción de productos metalicos.

La finalidad de este documento es la de tener una situación sinóptica general para cada producto comprado.

Por lo tanto, para cada código pieza hay que llenar una ficha de registro, y de ésta se tendrá más copias, referidas siempre al mismo código, cuando los subcontratistas son más de uno para el mismo producto.

La compilación queda todo bajo responsabilidad del aseguramiento de la calidad.

En la parte denominadas datos de entradas se encuentra solamente información relacionada con los documentos de entrada los cuales se menciona en le anexo B, mientras en la parte de datos de control se encuentran las informaciones generales con relación al resultado del control; estas son suficientes indicativas para comprender el comportamiento del suministro, aunque no especifican los casos eventuales de no conformidad, de lo cual trata este anexo.

Las casillas señaladas indican lo siguiente.

1. Certificado de contratista: transcribir el número de identificación del certificado con el cual el subcontratista ha entregado el producto. Estos certificados se tienen que conservar en un archivo ordenado.
2. Sello de identificación: para la trazabilidad es importante que los distintos lotes sean identificados con siglas oportunas, que se transcriben aquí. Esta casilla es una ampliación de los datos expuestos en el anexo B.
3. Resultados de control de lote: se debe indicar el resultado de recepción del lote en su totalidad cuando se realiza un control con muestras estadísticas.
4. Resultados de control de las piezas: hay que indicar la cantidad de piezas conformes o, de las que no son conformes en fase de recepción, qué parte ha sido descartada y qué parte ha sido recuperada.
5. Hoja de no conformidad: transcribir el numero de la hoja.

En la página siguiente se indica la característica de la ficha de registro.

La forma más sencilla del módulo es la de la parte de control del anexo C; sin embargo, esta solución no responde a la funciones c) y d) anteriores, para las cuales hacen falta formas más evolucionadas de documentos.

Es necesario que se referencie perfectamente, por los motivos de trazabilidad:

- a) el tipo de pieza o producto;
- b) el lote o el pedido al que pertenece el producto referido en el documento (en la práctica deben ser relacionables con la ficha de registro y por lo tanto con el subcontratista).

Anexo E

Ejemplo conceptual de nota al subcontratista

Cuando se observan diferencias a cargo del subcontratista en el servicio prestado, especialmente en la calidad del producto, conviene siempre informar al subcontratista de manera oficial.

Por lo tanto, se utilizarán cartas, fax, en los cuales se tiene que hacer referencia a los datos del anexo A, en la hoja de no conformidad.

Anexo F.

Ejemplo conceptual del módulo sinóptico para evaluar el comportamiento cualitativo de la subcontratación.

		COMPORTAMIENTO CUALITATIVO PARA PRODUCTOS DE SUBCONTRATACIÓN				RAZON SOCIAL									
		CODIGO PRODUCTO		INDICE DE CRITICIDAD	DESCRIPCIÓN	NO CONFORME									
N°	INTERNO	SUBCONT	SOBRE LOTE TRIMESTRE				SOBRE PIEZA TRIMESTRE								
			1			2	3	4	1	2	3	4			
1															
2															
3															
4															
5															
				VALORES TRIMESTRALES											
				VALORES MEDIOS ANUALES											

A título de conocimiento y de documentación se presentan en este anexo la estructuración para seguir en el tiempo el comportamiento cualitativo de los suministros.

3. Procedimiento para establecer la documentación para inspecciones en productos metálicos.

A.- OBJETIVO

Este procedimiento define los diferentes tipos de documentos de inspección que, teniendo en cuenta las especificaciones del pedido, deben de facilitarse para comprobar al momento de entregar los productos metálicos.

B.- ALCANCES

b.1 Puede ser aplicado a otro tipo de productos, si por acuerdo del pedido lo permite.

b.2 Para poder ser aplicado completamente debe de emplearse en complemento de las normas que definen las condiciones generales técnicas de suministro, como por ejemplo:

Para productos siderúrgicos: EN 10021;

Para piezas moldeadas: ISO 4990

b.3 Se presentan los elementos básicos de la documentación, para el contenido completo de los documentos de inspección utilizados en el suministro de productos metálicos debe ser consultada la EURONORMA 168.

C.- ELEMENTOS A UTILIZAR

C.1 Documentos basados en la inspección y en los ensayos realizados por personal autorizado por el fabricante.

C.2 Documentos basados en la inspección y en los ensayos realizados por personal independiente, para inspecciones específicas.

C.3 Documentos que debe facilitar un transformador o un intermediario.

D.- RESPONSABILIDADES

Los documentos de inspección deberán de estar firmados o sellados de forma adecuada por la personas responsables de la validación de los mismos.

Si los certificados se elaboran por un sistema de tratamientos de texto, se puede reemplazar la firma por las indicaciones del nombre y la función del responsable de la validación del documento.

E.- DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

E.1 El fabricante tiene que proporcionarle los documentos basados en la inspección y en los ensayos realizados por personal autorizado por él. La descripción de estos documentos se presentan a continuación :

E.1.1 Testificación de conformidad con el pedido “2.1”

Documento por el cual el fabricante testifica que los productos suministrados están conforme con las especificaciones del pedido, sin mencionar los resultados de los ensayos.

La testificación de conformidad “2.1” es un documento establecido sobre la base de los resultados de una inspección no específica.

E.1.2 Testificación de inspección “2.2”

Documento por el cual el fabricante testifica que los productos suministrados están conforme a las especificaciones del pedido y facilita los resultados de los ensayos realizados sobre la base de una inspección no específica.

E.1.3 Testificación de inspección específica “2.3”

Documentos por el cual el fabricante testifica que los productos suministrados están conforme con las especificaciones del pedido y facilita los resultados de los ensayos realizados sobre la base de una inspección específica.

La testificación de inspección “2.3” sólo se utiliza en el caso de que el fabricante no disponga de un servicio de inspección cualificado, jerárquicamente independiente de los servicios de producción.

Si el fabricante dispone de un servicio de inspección autorizado, independiente de los servicios de producción, deberá de suministrarse un certificado de tipo “3.1.b” en lugar del documento “2.3”

E.2 Si el fabricante o distribuidor requiriesen de documentos basados en la inspección y en los ensayos realizados por personal independiente, para inspecciones específicas, se pueden recurrir a los siguientes documentos:

E.2.1 Certificado de inspección

Documento basado en la inspección y en los ensayos realizados de acuerdo con las especificaciones técnicas del pedido o en las reglas técnicas que sean aplicables. Los ensayos deben de realizarse sobre productos suministrado o sobre productos de una unidad de inspección de la cual formen parte los productos suministrados.

La unidad de inspección debe de estar especificada en la norma del producto, en los reglamentos oficiales, en las reglas técnicas aplicables o en el pedido.

E.2.1.1 Certificado de inspección "3.1.a"

Documento que valida un inspector designado por las reglamentos oficiales, y que se ajusten a las reglas técnicas correspondientes.

E.2.1.2 Certificado de inspección "3.2.b"

Documento que emite un departamento de la fábrica, independiente del departamento de procesos de fabricación y validado por un representante del personal independiente de los servicios de producción.

E.2.1.3 Certificado de inspección "3.2.c"

Documento emitido y valida por un representante autorizado por el comprador según las especificaciones del pedido.

E.2.2 Acta de inspección

Cuando por acuerdo particular, el certificado de inspección está firmado conjuntamente por el representante autorizado por el fabricante y por el representante autorizado por el comprador, dicho certificado recibe el nombre "acta de inspección 3.2".

E.3 La documentos que debe facilitar un transformador o un intermediario (proveedor) a los talleres de mecanizados de piezas metálicas. Tiene que ser la información sin ninguna modificación, de documentación proveniente del fabricante, (tal como describe la norma europea EN 10 204)

Esta documentación debe de acompañarse de una identificación adecuada de los productos, con el fin de garantizar la veracidad entre el producto y la documentación.

Si el transformador o el intermediario ha modificado el estado o las dimensiones, cualquiera que sea la forma que lo haya hecho, deberá facilitar un documento suplementario de conformidad para las nuevas condiciones particulares.

Esto también es aplicable para cualquier exigencia particular que figure en el pedido y que no se encuentre definido en la documentación del fabricante.

E.4 Cuadro resumen de los documentos de inspección

Designación convencional normalizada	Documento	Tipo de inspección	Contenido del documento	Condiciones de suministro	Documento validado por
2.1	Testificación de conformidad	No específica	No se recogen los resultados de los ensayos	De acuerdo a las especificaciones del pedido, con los reglamentos oficiales y con las reglas técnicas que sean aplicables.	El Fabricante
2.2	Testificación de inspección	No específica	Se incluyen los resultados de ensayos realizados sobre la base de una inspección no específica		
2.3	Testificación de inspección específica	Específica	Se incluyen los resultados de ensayos realizados sobre la base de una inspección específica		
3.1.a	Certificado de inspección 3.1.a			De acuerdo con los reglamentos oficiales o con las reglas técnicas aplicables	El inspector designado por los reglamentos oficiales
3.1.b	Certificado de inspección 3.1.b			De acuerdo con las especificaciones del pedido y, si procede, con los reglamentos oficiales y con las reglas técnicas aplicables	El representante autorizado del fabricante jerárquicamente independiente de los servicios de producción
312.c	Certificado de inspección 3.1.c			De acuerdo con las especificaciones del pedido	El representante autorizado por el comprador
3.2	Acta de inspección 3.2			De acuerdo con las especificaciones del pedido	El representante autorizado del fabricante, jerárquicamente independiente de los servicios de producción y por un representante autorizado del comprador.

F.- ANEXOS

Anexo A

Denominación en distintos idiomas de los documentos de inspección definidos en la norma **EN 10 204**.

Español	Inglés	Francés	Alemán
Testificación de conformidad (con el pedido)	Certificate of compliance with the order	Attestation de conformité à la commande	Werkbescheinigung
Testificación de inspección	Test report	Relevé de controle	Werkseugnis
Testificación de inspección específica	Specific test report	Relevé de controle spécifique	Werkprüfzeugnis
Certificación de inspección	Inspection certificate	Certificat de réception	Abnahmeprüfzeugnis
Acta de inspección	Inspection report	Procès verbal de réception	Abnahmeprüfprotokoll

4. Certificados y certificación de productos siderúrgicos.

A.- OBJETIVO

El objetivo de esta actividad es establecer cuáles son los métodos operativos de los sistemas de certificación distinguiendo los papeles de los fabricantes, laboratorios y sistemas de certificación. Complementándose con una lista de las informaciones que figuran con mayor frecuencias en los certificados de los productos siderúrgicos según **ISO 9002** (UNE 66 902).

B.- ALCANCE

Se presentan las designaciones y códigos de las informaciones que deben figurar en los certificados de los productos siderúrgicos, lo que contribuirá a eliminar las dificultades de comprensión en los intercambios internacionales, incluso en aquellos casos en que los documentos se redacten en un solo idioma, mediante la referencia a los códigos recogidos en las tablas de la 2 a la 5 (según UNE 36 007) Es aplicable a los tipos de certificados citados en la tabla 1 (según UNE 36 007) y pueden ser referidos a cualquier producto siderúrgico.

C.- ELEMENTOS A UTILIZAR

Las modalidades empleadas para documentar un producto o un servicio se encuentra según las normas aplicables. Se establecen tres posibles modalidades:

- a) la certificación de conformidad con una norma con o sin el uso de una marca;
- b) los resultados de ensayos de un laboratorio;
- c) la declaración de conformidad emitida por el fabricante bajo su responsabilidad.

La mayor diferencia entre estas tres posibilidades se observa entre el hecho de que las dos primeras son de competencia exclusiva de una tercera parte, independiente del fabricante y el comprador, mientras la tercera posibilidad está a cargo del fabricante; este último procedimiento debe ser denominado como : "Declaración de conformidad" y no como "Autocertificación" para evitar que se confunda con certificación.

Los documentos de inspección en principio contienen los grupos de información que se indican en la tabla 1, dentro de cada grupo de información se distinguen entre aquellas rúbricas a las que se les ha asignado un código definitivo y que se puede disponer libremente, esto según UNE 36 800

Tabla 1 : Grupo de información y resumen de sus subdivisiones.

Símbolo	Grupo de información relativa a:	Rúbricas definitivas			Códigos Disponibles		Grupo de información que debe de figurar obligatoriamente en el documento.			
		Código		Tabla	de	a	Testificación de conformidad	Testificación de inspección de control	Certificado de inspección (de control de recepción)	Acta de inspección de recepción
		de	a							
A	Transacciones comerciales y partes implicadas	A01	A09	2	A10	A99	X	X	X	X
B	Descripción de los productos a los que se aplica el documento	B01	B14	3	B15	B99	x	x	x	X
C	Información relativa a ensayos sobre probetas									
	- Información general:	C00	C03	4	C04	C09	-	-	-	-
	- Ensayo de tracción	C10	C13	4	C14	C29	-	-	-	-
	- Ensayo de dureza	C30	C32	4	C33	C39	-	x ¹	-	-
	- Ensayo de resiliencia	C40	C43	4	C44	C49	-	-	-	-
	- Ensayo de doblado	C50	-	4	C51	C59	-	-	-	-
	- Otros ensayos	-	-	4	C60	C69	-	-	-	-
- Composición química	C70	C92	4	C93	C99	-	-	-	-	
D	Información relativa a las ensayas sobre productos (p.e ensayos no destructivos)	D01	-	5	D02	D99	-	-	X	X
Z	Certificaciones	Z01	Z02	5	Z03	Z99	X	X	X	X

Notas : El signo X indica que el grupo de información debe de figurar en el documento correspondiente.

1. No es necesario que figure información relativa al origen de las probetas.

En las tablas 2 a 5 se indica en su primera columna los códigos asignados de forma definitiva. En la columna segunda se indica la designación de cada rúbrica, que se indica, de la forma más precisa posible, la información que debe facilitarse en dicha rúbrica. En la tercera columna de estas tablas se incluyen observaciones y comentarios que explican y concretan el objeto de cada rúbrica.

El autor del certificado puede utilizar los códigos numéricos y las rúbricas que según la tabla 1 o según las tablas 2 a 5 son de libre disposición, para informaciones complementarias.

Siempre que se indiquen resultados de ensayos deberán indicar las unidades utilizadas, y que serán conformes con las mencionadas en las condiciones de suministro.

2: Códigos numéricos y rúbricas. Informaciones del grupo A. Transacciones comerciales y partes implicadas.

Código	Denominación de la rúbrica	Observaciones
A01	Fabrica Productora	Nombre y dirección de la fabrica donde se han elaborado los productos mencionados en el documento.
A02	Tipo de documento	Designación igual como se define en la norma UNE 36 007
A03	Número de documento	Es el que define el autor del documento para la identificación de éste. Si el documento consta de varias páginas, este número puede ir seguido del número de la página.
A04	Marca del fabricante	Esta rúbrica se cumplimentará con la marcas o siglas que se utilizan para la identificación del fabricante. Esta marca del fabricante es la exigida en el epígrafe de "marcado de las normas de productos para identificar el origen de los productos".
A05	Autor del documento	El autor del documento puede ser un organismo de inspección y/ o servicio cualificado de la empresa productora (para la definición de los organismos véase la norma UNE 36 -007)
A06	Comprador / Destinatario	En esta rubrica se debe de indicar el nombre y, si es necesario, la dirección del comprador, del destinatario del producto, o del destinatario del certificado. Se utilizará en cada caso el código correspondiente.
A06.1	Comprador	
A06.2	Destinatario de los productos	
A06.3	Destinatarios de los certificados	
A07	Número de pedido del cliente	Se indicará el número de referencia asignado al pedido por el cliente y, si es necesario, la fecha
A08	Número de pedido de fabrica productora	Se indicará el número de referencia asignado al pedido por la fabrica productora y, si, es necesario, la fecha o el número del acuse del recibo.
A09	Aviso de envío	En el documento de inspección indicará el número y fecha del aviso de envío y en éste se indicará la o las referencias de los documentos de inspección
A10 a	Informaciones complementarias	Quedan disponibles para incluir informaciones relativas a las transacciones comerciales y datos de las partes implicadas
A99		

Tabla 3 : Códigos numéricos y denominación de rúbricas para el grupo B de Inspecciones. Descripción de los productos a los que se refiere el documento de inspección

Código	Denominación de la rúbrica	Observaciones
B01	Productos	Descripción de la forma del producto (por ejemplo, chapa, perfil, plano ancho) y si procede el acabado superficial.
B02	Grado de acero	Grado de acero y condiciones técnicas de suministro, siempre que sea posible, se utilizarán las designaciones y los grados designados en las normas
B03	Requisitos suplementarios	Esta rúbrica está prevista para recoger los requisitos especiales convenidos en el pedido y que no figuran en la rúbrica B01 y B02
B04	Estado de suministro	Esta rúbrica se complementará cuando el estado de suministro del producto sea diferente al previsto en los condiciones técnicas
B05	Tratamiento térmico de referencia de las muestras	Se entenderá por tratamiento térmico de referencia aquel al que se somete las muestras utilizadas para verificara los requisitos relativos a las características objeto de garantía o relativas a la estructura del acero.
B06	Marcas del producto	Se indicarán los significados de las marcas distintivos de los productos, conforme norma o pedido
B07	Identificación del producto	Puede consistir en uno o varios de los conjuntos de números siguiente: número de laminación, número de lingote, número de ensayo, etc.
B08	Identificación de la colada	
B09	Número de artículo	

Tabla 4: Códigos y denominaciones de rúbricas para el grupo C de información. Información relativas a ensayos sobre probetas

Código	Denominación de la rúbrica	Observaciones
<i>Informaciones generales</i>		
C00	Identificación de la probeta	Este dato no es necesario si la identificación de la probeta es la misma que la del producto. En caso contrario deberá cuidarse que se establece una relación inequívoca entre la probeta y los productos
C01	Localización de las probetas	<p>La localización de las probetas, en ciertos casos, como en la medición de la dureza el punto de medición, habitualmente está fijado en la norma del producto o en el pedido. Por ello esta información solo deberá de incluirse en los documentos de inspección en algunos de los casos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La norma del productos prescribe varios emplazamientos para el ensayo. - La norma del producto permite elegir entre varios emplazamientos para el ensayo. <p>En estos casos, se deberá de indicar la localización de cada probeta por ejemplo indicando su posición en relación con la longitud, la anchura y/ o espesor del producto.</p>
C02	Orientación de la probeta	La orientación habitual de la probeta de ensayo se fija en la norma del producto y se define en relación con la dirección principal de la deformación; sin embargo en ocasiones se refiere a la geometría del producto. Para la designación de la probeta se usa la norma UNE 7 - 333
C03	Temperatura de Ensayo	Disponible para añadir a cualquier información general relativa a los ensayos que deben realizar sobre probetas.
C04 a		
C09		
		Ensayo de Tracción

C10	Forma de la sección transversal de la probeta	En general la norma del producto define la forma de la sección de la probeta. Si está permitido elegir entre varias posibilidades, se deberá indicar la forma de la probeta (P = prismática, C = cilíndrica) y, si es necesario, se indicarán además aquellos detalles que se juzguen preciso
C11	Re	Límite elástico aparente Se deberá de indicar, además de los valores del límite elástico aparente obtenidos en los ensayos, de que límite elástico, de entre los definidos en la norma UNE 36 – 401 es al que se refiere los valores del ensayo, utilizando los símbolos indicados en dicha norma (R_{eH} , R_{eL} , $R_{p0.2}$, etc.)
C12	Rm	Resistencia a la tracción
C13	A	Alargamiento de rotura
C14 a C29		Se deberá indicar el coeficiente de proporcionalidad, siempre que no se emplee probeta de $K = 5.65$ y, en el caso de probetas no proporcionales, la longitud inicial entre puntos. Disponible para cualquier información adicional relativa al ensayo de tracción
		Ensayo de dureza
C30	Método de ensayo	Deberá indicarse el símbolo del método de ensayo de dureza según se indica en las normas UNE 7 –422; 7 – 423; 7 - 424
C31		
C32	Valores individuales	
C33	Valores medios	
a C39		Disponibles para cualquier información relativa al ensayo de dureza

Tabla 4 (continuación)

		<i>Ensayos de resiliencia</i>
C40	Tipo de probeta	Se indicará el tipo de probeta utilizada (por ejemplo ISO - V, ISO - U)
C41	Anchura de la probeta	Se indicará en esta rúbrica la anchura de la probeta si es diferente al definido en la norma
C42	Valores individuales	Se incluirán diferentes valores individuales de resiliencia convertida, si ello fuera necesario, a las unidades especificadas en la norma.
C43	Valores medios	Media aritmética de los valores individuales
C44		
a		Disponibles para cualquier información relativa al ensayo de resiliencia
C49		
		Ensayos de doblado
C50		Se indicará si el ensayo realizado ha sido satisfactorio
C51		
a		Disponible para cualquier información adicional relativa al ensayo de doblado
C59		
		Otros ensayo sobre probetas
C60		
a		Disponible para la información a otros ensayos que, con excepción de los ensayos químicos, se realice sobre probetas. Se indicará la naturaleza de los ensayos y su resultado.
C69		

Tabla 4 (continuación).

		Proceso de elaboración y composición química
C70	Proceso de elaboración del acero	Esta rúbrica esta prevista para indicar, si es necesario la elaboración del acero
C71 a C92	Composición química	Solo debe de indicarse los valores relativos a los elementos para los que la norma del producto especifica valores. Los simbolos químicos se indican en la cabecera de la columna. En el caso de análisis sobre productos se deberá mencionar además el número de la colada, la identificación del producto o de la probeta.
C93 a C99		Disponible para cualquier información complementaria relativa a la composición química

D.- RESPONSABILIDADES

D.1 Expedición

Los autores de certificados tienen libertad para adoptar el orden de la información, así como la forma misma del documento, siempre y cuando estos sean legibles y comprensibles.

D.2 Aspectos contractuales y legales del sistema de certificación

Algunos certificadores, basándose en la gran experiencia adquirida en acciones legales (civiles) relacionadas con la certificación, han juzgado deseable identificar ciertas responsabilidades de los productores en sus relaciones contractuales con el organismo responsable del uso de la marca, conforme a las disposiciones del sistema de certificación. No se debe suponer que los siguientes párrafos van a cubrir el área entera de responsabilidades, sino que más bien constituyen un primer esfuerzo para tratar cuestiones que, hasta el momento y hasta cierto punto, han encontrado solución. Con este fin, se han utilizado los términos específicos siguientes:

a) Responsabilidad de los productores en el uso de la marca

El productor asume una total y completa responsabilidad en el uso que hace de la marca y asegura, por medio de inspecciones o por otros medios, que los productos que llevan la marca están fabricados conforme a los requerimientos de las normas.

El productor debe establecer y mantener un programa de producción, de inspección y de ensayos, de tal manera que asegure la conformidad del producto que lleva la marca a los requerimientos de la norma.

El productor acepta que la actividad de auditoria del organismo responsable del uso de la marca y que cualquier muestreo o ensayo efectuado por tal organismo en relación con la marca, sean destinados a no servir más que para la verificación de los medios de que dispone el productor, para determinar la conformidad de los productos a los requerimientos de la norma y que, en ningún caso, el productor sea relevado de su responsabilidad sobre los productos.

b) Responsabilidades del productor y del organismo Responsable del uso de la marca en lo que concierne al Acceso a los productos y a las instalaciones

En todo momento, durante las horas de trabajo o cuando la fábrica o las instalaciones de almacenaje están en funcionamiento, el representante de la marca debe tener libre acceso, de manera inopinada e inmediata, a las fábricas y otras instalaciones en las que el producto, o cualquier componente del mismo, pueda ser fabricado, procesado, acabado, almacenado o localizado, con el fin de permitir a este representante efectuar correctamente sus funciones en el marco del sistema. El derecho del representante del organismo a tener libre acceso a la fábrica u otras

instalaciones, no debe estar condicionado por la forma de ejecución, por él o por la agencia designada por él, bajo un acuerdo, descargar o delegar sus actividades que, de cualquier forma, tiende a afectar sus derechos legales o los derechos u obligaciones de la agencia y cualquier documento ejecutado. Violando estas disposiciones dejará sin valor y sin efecto las inspecciones y valoraciones del producto.

El productor debe tener equipos e instalaciones adecuados y suficientes y mantenerlos en buenas condiciones y dar libre acceso e inmediato a tales instalaciones y equipos, al representante del organismo, con el fin de efectuar los exámenes y ensayos exigidos por la norma y se compromete a modificar o completar rápidamente tal o cual equipo o instalación cuando los cambios en los productos, en el volumen de producción o en las exigencias de la norma lo requieren. El productor debe proporcionar al representante del organismo toda la ayuda necesaria para la ejecución correcta de sus funciones en el marco del sistema, y debe poner a su disposición, para su verificación, todas las marcas y los medios de aplicarlas en plazos de tiempo razonables.

c) Conformidad a la norma

En el caso de que el examen o los ensayos de verificación descubran aspectos que, en opinión del representante del organismo, no son conformes a las exigencias de la norma, el productor deberá, o bien corregir el producto o bien retirar la marca de los productos señalados por el representante del organismo. En el caso de desacuerdo entre el productor y el representante del organismo en lo que concierne al derecho de utilizar la marca en un determinado producto, el productor puede conservar el producto en la fábrica en espera de un recurso o de una decisión de la dirección del sistema.

El productor acepta que la fabricación, la venta, la expedición, el transporte, la distribución o la promoción de cualquier producto que lleve la marca, supondría un engaño para el utilizador, si tal producto no es conforme con los requerimientos de la norma. El productor acepta que, en el caso de violación de algunos de los términos y condiciones de este acuerdo, el organismo puede emitir un requerimiento temporal, impidiendo que el productor haga un uso ulterior de la marca, evitando que se venda, expidan o distribuyan más productos con marca, así como estableciendo cualquier otra medida que resulte apropiada. Tal requerimiento temporal no debe, sin embargo, evitar la venta y expedición de productos ya marcados que con anterioridad, en el momento de aplicárseles la marca, fueron juzgados conformes a los requerimientos de la norma. Este requerimiento temporal no debe afectar a los derechos del organismo por daños compensatorios y punitivos debidos al mal uso de la marca, y supondrá un

complemento y no una sustitución de cualquier otro derecho e indemnización previsto en el acuerdo. El productor se compromete a mantener al organismo a cubierto y de protegerle e indemnizarle de toda pérdida, gastos, responsabilidad o daño, incluyendo los gastos que ocasione el productor por el mal uso de la marca o por cualquier violación de los términos y condiciones de este acuerdo.

d) Límites en la responsabilidad del organismo

El productor acepta que el organismo, al ejercer sus funciones, no asume o descarga de toda responsabilidad al productor o a cualquier otra parte o partes. El productor reconoce que las opiniones y conclusiones del organismo representan su juicio, el cual se da teniendo en cuenta los límites necesarios del funcionamiento práctico y de acuerdo con el sistema, y acepta que el organismo no garantice la precisión de sus opiniones.

e) Peligros en los ensayos

El productor reconoce que muchos ensayos especificados en los requerimientos de las normas, son inherentemente peligrosos y acepta que el organismo ni asume ni acepta ninguna responsabilidad por los accidentes o daños que sobrevengan al personal o material, que puedan ocurrir durante o como resultado de los ensayos, donde quiera que fuesen realizados, sean realizados total o parcialmente por el productor o el organismo, sean o no proporcionados por el productor o el organismo los equipos e instalaciones o el personal, excepto cuando tales accidentes o daños resulten únicamente de una negligencia del personal del organismo

E.- DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

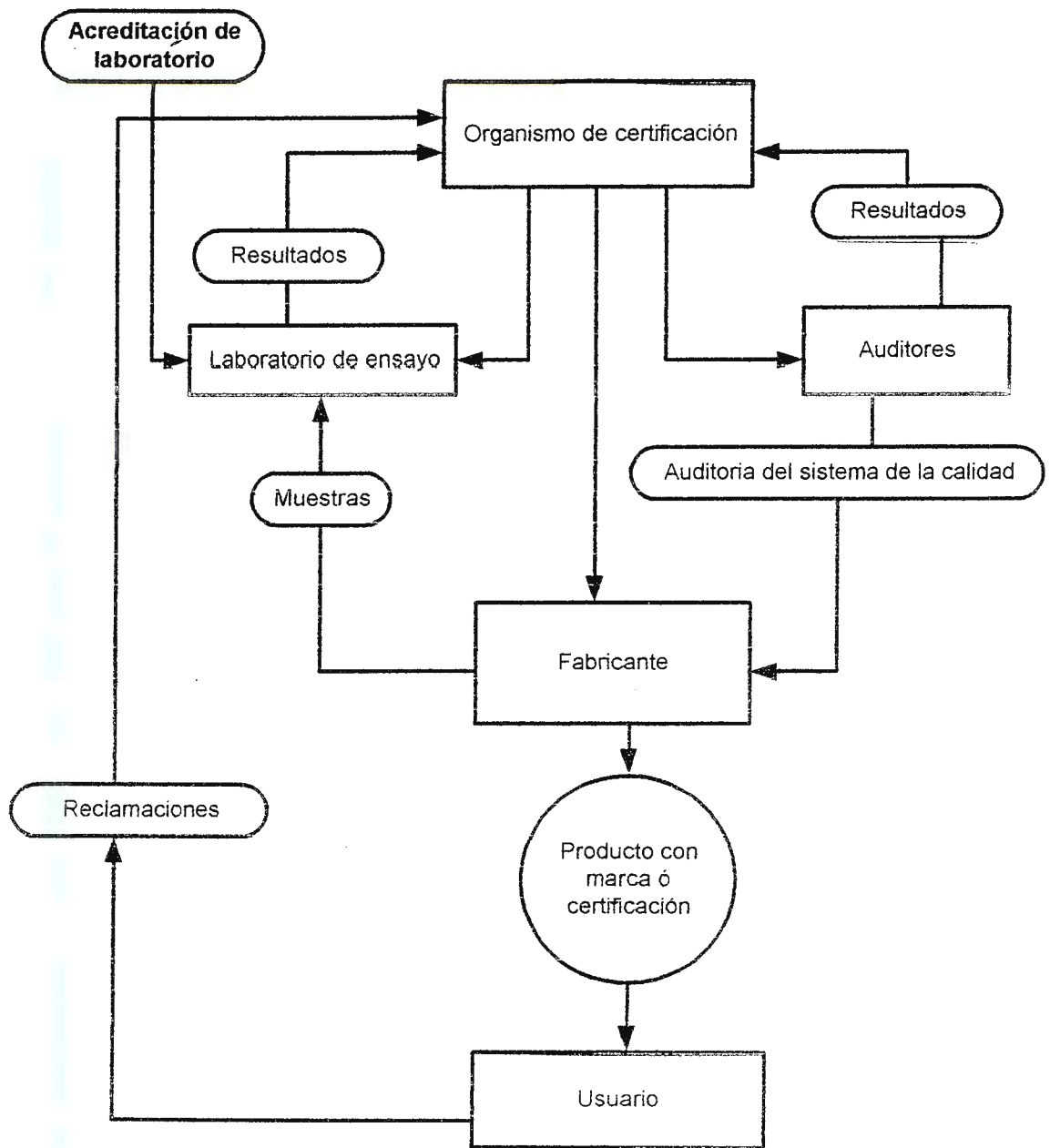
La certificación de los sistemas empresariales, excluyendo los casos en los cuales los certificados constituyen una condición necesaria para la libre circulación de los productos, son las leyes de mercado y las condiciones del entorno las que definirán cual es el camino para obtener suficientes garantías de los productos o servicios de los diferentes sistemas que los producen.

Por lo tanto, es necesario aplicar a las norma ISO 9000, para obtener una conformidad y certificación.

La conformidad referida al sistema de calidad tiene que ser aplicado en cada caso a la realidad empresarial específica, incluso en el ámbito del sector metalmecánico, para perseguir los objetivos de eficiencia y de satisfacción del cliente.

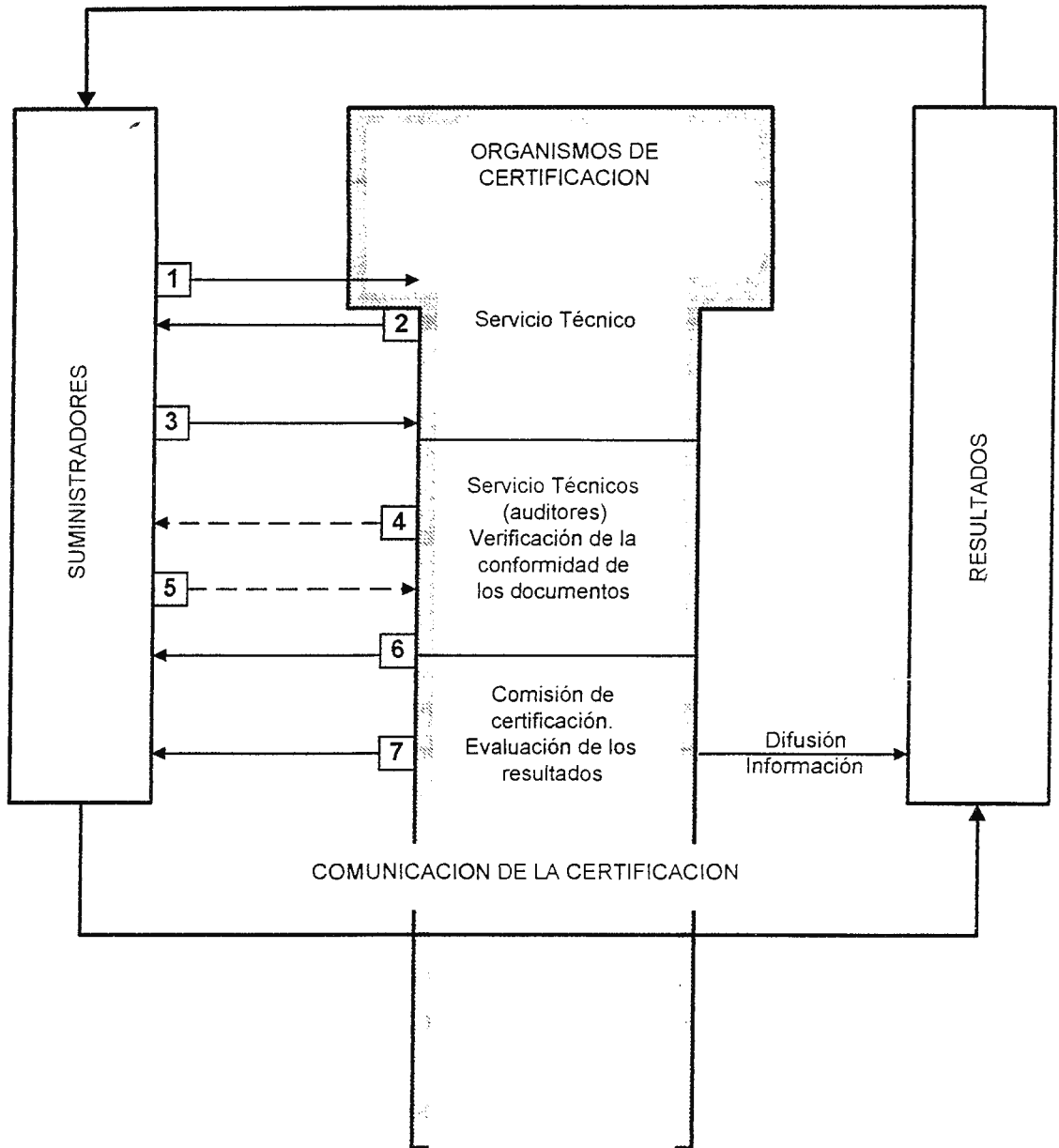
La validez y la credibilidad del reconocimiento de calidad es dependiente de la relación de competencia y uniformidad de evaluación de los organismos de certificación. En este contexto en los siguientes esquemas se presentan las relaciones que deben de existir para una transparencia operativa de la Industria.

Esquema 1: Certificación relacionada con productos



Esquema 2: Sistema de certificación

REQUISITOS PARA POSEER UN SISTEMA DE CALIDAD CERTIFICADO



- | | | |
|-------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 1. Solicitud de certificación | 2. Envío de módulos | 3. Solicitud oficial |
| 4. Envío de módulos | 4. Petición de documento | 5. Sistema de calidad |
| 6. Auditoría | 7. Emisión de certificados | |

5. Toma de muestras y preparación de probetas para ensayos mecánicos de productos de acero, laminados y forjados

A.- OBJETIVO

Establecer el conjunto de operaciones mediante las cuales se pueden obtener y preparar muestras y probetas para ensayos mecánicos

B.- ALCANCE

Este procedimiento es aplicable a los productos colados en continuo destinados a transformación posterior, semiproductos y productos acabados de acero laminado o forjado.

C.- ELEMENTOS A UTILIZAR

Los elementos a utilizar serán los necesarios para la definición de los siguientes pasos:

Identificación: Las muestras se marcarán de forma que pueda identificarse la pieza o lote del que han sido tomadas, las marcas estarán situadas de tal forma que no afecten a los resultados de los ensayos

Localización y dimensiones de la muestra: La muestra se tomara en la zona y con la orientación indicada para las probetas, las dimensiones deben ser suficientes para permitir la preparación de las probetas necesarias para la realización de los ensayos previstos y también en caso de realización de contra-ensayos o repetición de ensayos nulos.

Corte y preparación de muestras: El corte deberá realizarse de forma que no afecte las características de las partes de la muestra, en algunos casos puede ser preciso enderezar la muestra, para una obtención correcta de las probetas, el enderezado deberá efectuarse en frío y si lleva consigo una modificación notable de la forma, deberán tomarse nuevas muestras de forma que no necesiten enderezado. Se podrá enderezar en caliente solo antes de cualquier tratamiento térmico.

D.- TOMA DE MUESTRAS Y PREPARACIÓN DE PROBETAS

D.1- Toma y preparación de muestras y barretas

La muestra se tomará en la zona y con la orientación indicada para la probeta

Salvo casos especiales la muestra no se cortará hasta que la pieza haya sido sometida a todos los tratamientos mecánicos y/ o térmicos. En los casos que no sea posible, previamente se acordará la fase de fabricación en que puede separarse la muestra. Las piezas separadas se someterán a los mismos tratamientos que las piezas, procurando que por la situación de las muestras, las condiciones de tratamiento sean las mismas.

Para el caso de las barretas la norma del producto fija las condiciones del tratamiento mecánico (por ejemplo, forjado, laminado, etc.) a que ha de someterse la muestra, así como sus dimensiones iniciales y finales. También si fuese necesario el mecanizado de preparación anterior al tratamiento térmico

El tratamiento térmico de la barreta debe realizarse en un medio en el que se asegure convenientemente la uniformidad de temperatura, midiéndose esta con la precisión adecuada.

Una barreta no será sometida más de una vez al tratamiento térmico prescrito excepto en el caso del revenido que puede ser realizado varias veces dentro de los límites de temperatura especificados

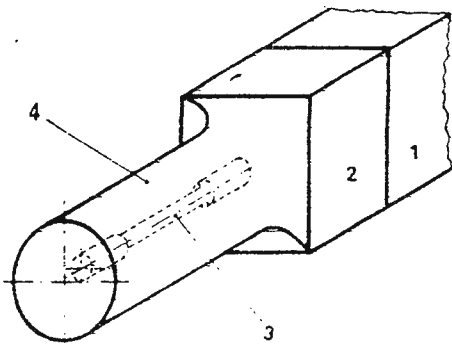
D.2- Toma y preparación de probetas.

En la figura siguiente se dan indicaciones de cómo se especifican la orientación y dimensiones de las probetas: para el caso de la probeta de resiliencia, el eje longitudinal de la entalla será perpendicular a la superficie de laminación

El mecanizado se realizará siempre en frío con la máquina herramienta adecuada y de forma tal, que no se produzca ni acritud superficial ni calentamiento apreciable del material que pueda modificar las características mecánicas.

Las huellas de mecanizado que puedan alterar los resultados deberán eliminarse mediante rectificado (con abundante refrigeración) o pulido, Debe cuidarse que se mantengan las tolerancias admitidas para las diferentes direcciones de la probeta

Secciones circulares



- 1 Producto de muestra
- 2 Muestra
- 3 Barra de ensayo (pieza que después de reducción sufre el tratamiento térmico)
- 4 Probeta

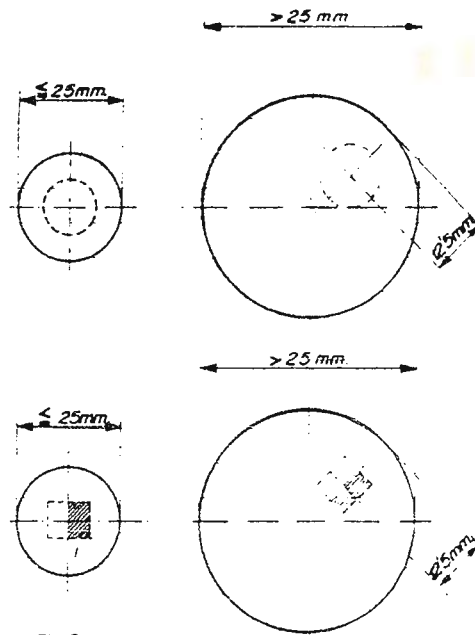


Fig. 2b1.

Fig. 2b2.

Fig. 2a.—Localización de la muestra en semiproductos

Fig. 2b.—Localización en producto de sección circular

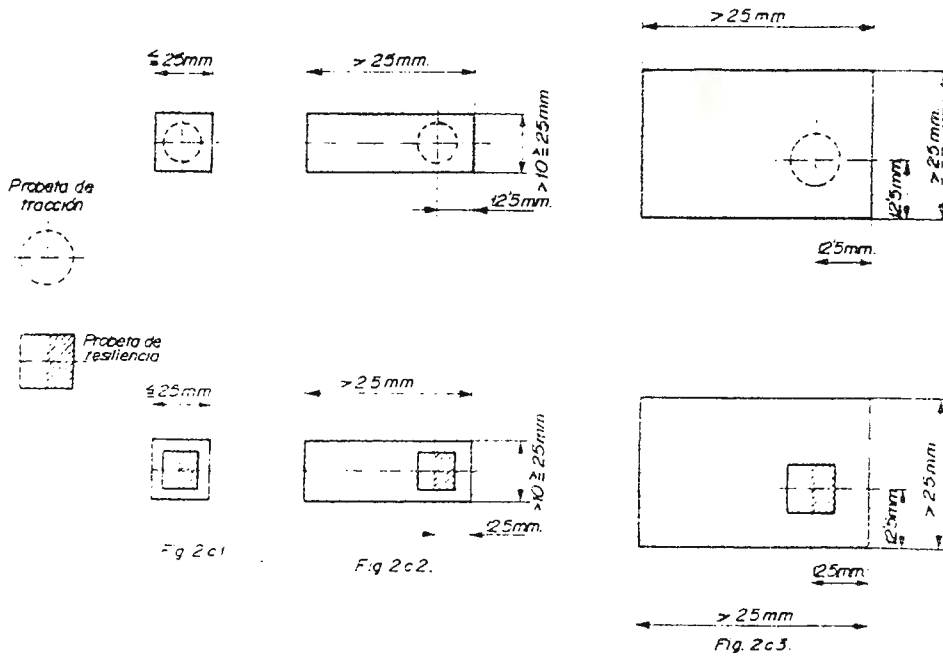


Fig. 2c.—Localización de la muestra en productos de sección rectangular

6. Identificación de la orientación de las probetas para ensayos mecánicos

A.- DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

A.1. Fundamentos

La identificación se basa en un sistema que describa la orientación con respecto a un sistema de direcciones, generalmente ortogonales entre sí, características del producto establecidas en el convenio y que, en ambos casos, sea fácil de determinar basándose en la forma externa del producto.

A.2. Direcciones características de los productos

En los productos moldeados existen características definidas por la forma del crecimiento de los granos cristalinos y, en último extremo, por las condiciones de moldeo. En los productos conformados en frío, la forma de los granos permitirán deducir direcciones características, y en los conformados en caliente se pueden deducir de las deformaciones de inclusiones y zonas de segregación, que se orientan de acuerdo con la variación de la forma sufrida por el material, originando la llamada fibra.

Las direcciones características son constantes en todo o casi todo el producto cuando la forma de este, conseguida por moldeo por conformación plástica, es sencilla. En otros casos, pueden variar rápidamente de punto a punto, por lo que solo es posible establecer características por convenio especial para casos particulares.

En la obtención de las probetas para ensayos mecánico no se recurre a unos sencillos estudios previos que permita determinar las direcciones características, sino que se consideran la forma del producto, el proceso de fabricación, e, incluso el servicio a que el producto ha de destinarse

A.2.1 Productos laminados o estirados

Los productos laminados o estirados se caracterizan por un alargamiento de direcciones uniforme, acompañado de una contracción en por lo menos, una dirección perpendicular al alargamiento. Las direcciones características de estos productos son:

- a) Dirección X paralela a la dirección de laminación o estirado, que corresponde a la de máximo alargamiento del material.
- b) Dirección Y, perpendicular a las direcciones X y Z.

- c) Dirección Z, paralela a la de máxima disminución de longitud del material.

En el caso de sección transversal rectangular, como las chapas y otros productos planos, la dirección Z es la del espesor de los productos y, por lo tanto, perpendicular a su superficie de laminación. Cuando para obtener el producto plano se han realizado laminaciones de igual importancia en dos direcciones perpendiculares, las direcciones X y Y son equivalentes.

En los productos de sección transversal cuadrada son equivalentes las direcciones Y y Z

En productos laminados de sección oval, la dirección X es paralela a la laminación; la Y, es paralela a la dirección de la longitud máxima de la sección transversal y la Z, paralela a la de longitud mínima.

En los productos laminados o estirados de dirección circular la dirección Z es la del radio de la sección transversal, la de Y en este caso es la dirección tangencial.

En los productos cuya sección transversal es un polígono regular, por analogía a las circulares, la dirección Z es la radial

En productos laminados o estirados de sección transversal complicada (perfiles) solo esta unívocamente definida a la dirección X paralela a la de laminación. Las direcciones Y y Z, perpendiculares entre sí a la dirección X, habrán de definirse por convenio, atendiendo de la sección transversal y a la forma de trabajo el producto en servicio.

A.2.2 Productos forjados

En el caso de piezas forjadas, en general, no es posible identificar direcciones características, por lo que para definir la orientación de las probetas deben establecerse por convenio y para cada pieza las direcciones convenientes, atendiendo a la forma de las piezas, proceso de forja y condiciones del servicio a que destina.

A.2.3 Productos moldeados

En los lingotes y los productos de colada continua de sección rectangular, se pueden identificar las direcciones características siguientes:

- a) Dirección X, paralela a la longitud máxima o eje del producto.
- b) Dirección Y, perpendicular a las X y Z
- c) Dirección Z, paralela a la mínima longitud del producto.

Cuando estos productos tienen sección (circular o cuadrada) las direcciones Y y Z son equivalentes.

En las piezas moldeadas de forma cualquiera no se pueden definir direcciones características, por lo que establecerán para cada tipo de pieza las direcciones convenientes, atendiendo a la forma, el procedimiento de moldeo y las condiciones del servicio a que se destina.

A.2.4 Tubos

En los tubos, las direcciones características se refieren a la pared de los mismos. La dirección X es la del eje del tubo, la Z la radial, perpendicular a la pared y por lo tanto, la Y es la dirección tangencial a la pared.

En el caso de tubos cuyas paredes tiene una conformación helicoidal, como el caso de tubos de pared delgada fabricadas por soldadura a partir de fleje, el eje X es la dirección de la tangencial de la hélice; la Z, perpendicular a la pared y la Y, a la perpendicular a ambas.

A.3 Designación de la orientación de las probetas

A.3.1 Principios generales

Para designar las probetas por su orientación respecto las direcciones del producto, se emplearan las siguientes reglas generales, que se basan en la orientación de la longitud o eje de la probeta:

- a) Una probeta X tiene su eje paralelo a dirección X del producto. Análogamente, una probeta Y lo tiene paralelo a la dirección Y y una probeta Z, a la dirección Z.
- b) Una probeta XY tiene su eje formando ángulos de 45° con las direcciones X e Y y perpendicular a la dirección z. El mismo principio se aplica para las probetas con eje a 45° de otras direcciones y perpendiculares a la tercera.
- c) Cuando por tratarse de probetas de sección rectangular no baste con la orientación del eje de la probeta para caracterizar su orientación, como puede en el caso de probetas de sección rectangular para ensayos de tracción o de doblado de chapas, podrá añadirse a continuación y entre paréntesis la letra o letras que definen la orientación de la longitud menor (espesor).

A.3.2 Probetas con entalla

Para interpretar los resultados de las probetas con entalla, es necesario conocer, además de la orientación de la misma, orientación de dicha probeta.

La orientación de la entalla se define por la dirección ideal de propagación de la rotura desde el fondo de la entalla.

Esta dirección está contenida en el plano de simetría de la entalla y es perpendicular al eje o raíz de la misma.

La designación de la orientación de una probeta entallada se compone de dos términos separados por un guión, el primero correspondiente a la orientación de la probeta y el segundo relativo a la de la entalla (en el anexo se presentan algunos ejemplos).

B.- ANEXOS

Ejemplos

- Una probeta cilíndrica con su eje paralelo a la dirección X de una barra cilíndrica es una probeta X.
- Una probeta cilíndrica con su eje paralelo a la dirección X (dirección de laminación) de una chapa, pero perpendicular a la dirección de laminación, es una probeta Y; si el eje es perpendicular a la superficie de la chapa, es una probeta Z.
- Las probetas rectangulares tomadas de una chapa (figura 1a) con eje paralelo a la dirección de laminación y espesor paralelo a la superficie de la chapa paralelo al eje Z) son probetas X (Z); las otras dos probetas dibujadas serán probetas Y (X) y Z (X); En las probetas de doblado, la anchura es paralela al eje de doblado del ensayo.

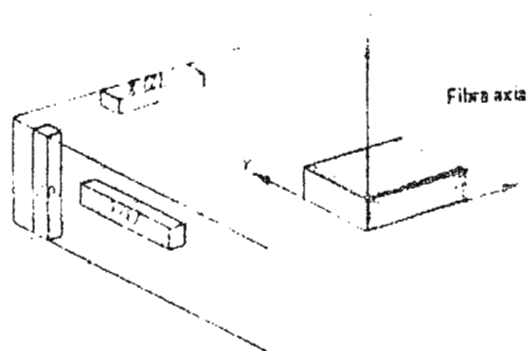


Fig. 1a

Productos planos laminados

- Las probetas de sección cuadrada tomadas de un producto cilíndrico (figura 1b) o de un tubo (figura 1c) que tiene su eje paralelo al del producto o tubo son probetas X; las que tiene su eje perpendicular al del producto o tubo son

probetas Z sí su eje coincide con un radio, y probeta Y en todos los demás casos.

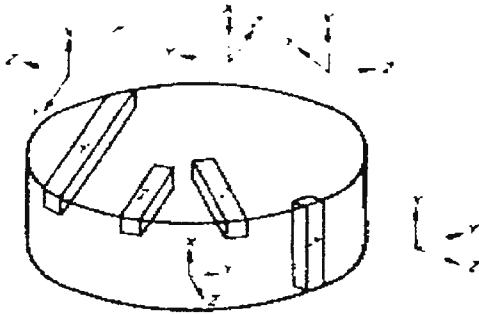


Fig. 1b
Sección cilíndrica (fibra axial)

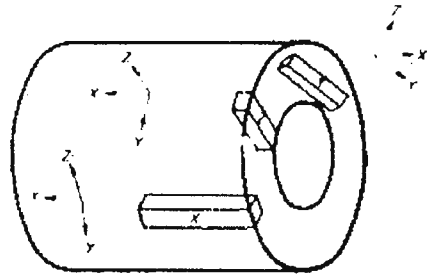


Fig. 1c
Tubo (fibra axial)

- Las probetas tomadas de un tubo fabricado por soldadura helicoidal del fleje (figura 1d) son probetas XY si su eje es paralelo o perpendicular al del tubo, probeta X sí su eje es paralelo a la dirección de la tangente a la hélice y probetas Y si es perpendicular a la dirección de la misma.

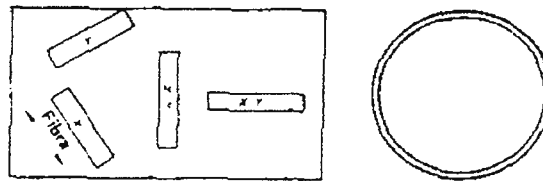


Fig. 1d
Tubo de pared delgada con fibra helicoidal

- Una probeta Y de sección cuadrada, para ensayos de resiliencia de chapa, con el eje de la entalla perpendicular a la superficie de la chapa, es una probeta Y - X . Si la entalla es paralela a la superficie de la chapa, será una probeta Y - Z. Una probeta Z de resiliencia para chapa será una Z -X o una Z -Y, según el eje de la entalladura sea paralela a la dirección Y o a la X respectivamente. Véanse figuras 2

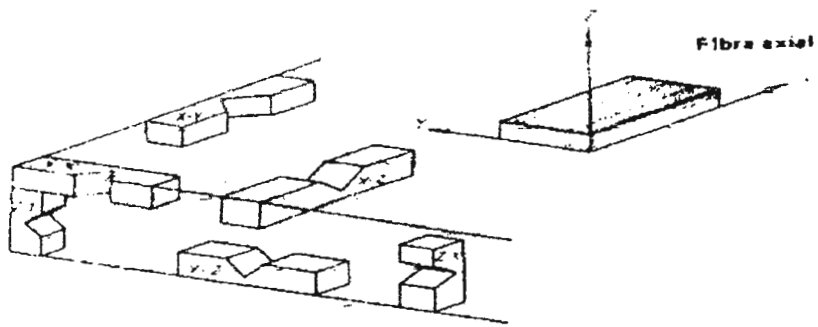


Fig. 2a

Productos planos-Principales planos de rotura-probeta cuadrada

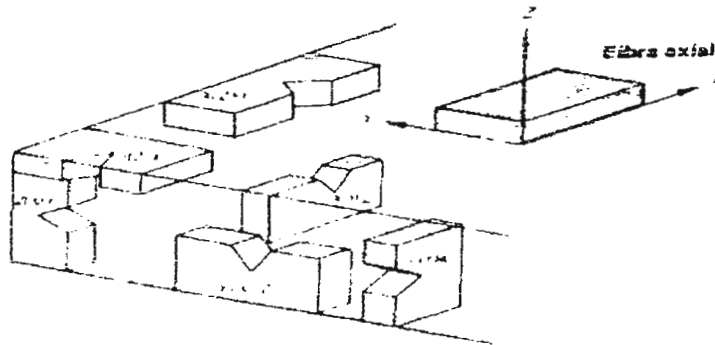


Fig. 2b

Productos planos-Principales planos de rotura-Probeta rectangular

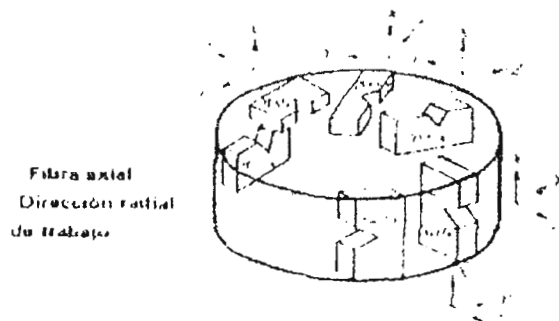


Fig. 2c

Sección cilíndrica Plano de rotura-Probeta rectangular

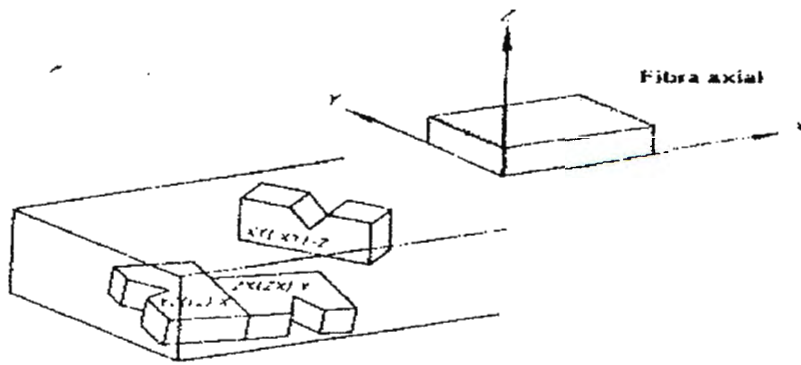


Fig. 2d
Plano de rotura (no básico). Probeta rectangular

7. Procedimiento para la ejecución del ensayo de tracción a temperatura ambiente

A.- ELEMENTOS A UTILIZAR

Las herramientas se pueden dividir en dos partes: las utilizadas para la preparación de la probeta y las requeridas para la ejecución del ensayo.

La máquina de ensayo debe estar verificada según se indica en la EN 10 002/2

Y será de clase 1 o mejor, el extensómetro utilizado para la determinación de los límites inferior y superior de cedencia, así como para el límite elástico convencional debe ser de clase 1 (ISO/ DIS 951)

B.- DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

B.1- Probetas

La probeta se obtendrá, generalmente, por mecanizado de una muestra obtenida del producto o de una muestra moldeada. Sin embargo, en el caso de productos de sección constante (perfiles, barras, alambres, etc.) o de muestras de barras obtenidas por moldeo (fundición o aleaciones no férreas) se pueden utilizar como probetas las muestras sin mecanizar.

La sección recta transversal puede ser circular, cuadrada, rectangular, anular o, en ciertos casos particulares, de otras formas.

Se denominan probetas proporcionales aquellas cuya longitud inicial entre puntos se define en función del área de su sección recta inicial mediante la relación

$L_0 = K\sqrt{S_0}$, El valor de K^2 adoptado a nivel internacional es de 5.65. La longitud inicial entre puntos no debe ser inferior a 20 mm, si para probetas de pequeña sección la longitud $L_0 = \sqrt{S_0}$ resultara inferior a 20 mm, se utilizara un valor de K superior (con preferencia 11.3) o bien una probeta no proporcional.

En las probetas no proporcionales, la longitud inicial entre puntos (L_0), se establece con independencia del área de la sección inicial (S_0).

B.1.1- Probetas mecanizadas

Las probetas mecanizadas deberán tener un acuerdo suave entre la parte calibrada y las cabezas de amarre, estas últimas pueden ser de cualquier forma que se adapte a los dispositivos de sujeción de la máquina de ensayo

B.1.2- Probetas no mecanizadas

² Para símbolos véase anexo

En el caso de que la probeta esté constituida por un trozo del producto o por una barreta si mecanizar, la longitud libre entre mordazas debe ser la necesaria para permitir que los puntos de referencia estén lo suficientemente alejados de las mordazas.

B.2-Tipos de probetas

Los principales tipos de probetas se definen de la siguiente forma:

B.2.1-Tipos de probetas para productos delgados : chapas, flejes y productos planos de espesor comprendido entre 0.1 mm y 3.0 mm

B.2.1.1-Forma de la probeta

La probeta, en general deberá tener unas cabezas de amarre más anchas que la parte calibrada (Lc). Esta deberá presentar un acuerdo con las citadas cabezas de un radio, al menos, igual a 12 mm. (véase la figura 1). La anchura de estas cabezas debe ser de 20 mm como mínimo y 40 mm como máximo.

Se puede tomar como probeta una banda de lados paralelos, en el caso de productos que tengan una anchura igual o inferior a 20 mm, la anchura de la probeta podrá ser la del producto.

B.2.1.2- Medidas de las probetas

Probetas no proporcionales

La longitud de la parte calibrada debe ser, al menos, igual a $L_0 + 0.5b$.

En caso de litigio, se debe utilizar siempre la longitud $L_0 + 2b$, salvo en el caso de que no se disponga de material suficiente.

En el caso de probetas de anchura inferior a 20 mm y de lados paralelos, y en los casos en que en la norma del producto no especifique ninguna indicación al respecto, la longitud inicial entre puntos (L_0), será igual a 50 mm. Para este tipo de probetas se tomará una distancia libre entre mordazas de $L_0 + 3b$

Existen dos tipos de probetas no proporcionales cuyas medidas se indican a continuación:

Tabla 1 : Medidas de las probetas para productos delgados. Medidas en milímetros

Tipo de probeta	Anchura b	Longitud inicial entre puntos L_0	Longitud de la parte calibrada	Longitud mínima libre entre mordazas para bandas de lados paralelos
1	12.5 ± 1	50	75	87.5
2	20 ± 1	80	120	140

Si no se quiere medir la anchura de la probeta en el momento del ensayo, se puede tomar su valor nominal, pero en este caso, se deben respetar las tolerancias de mecanizado y las de forma dadas en la siguiente tabla :

Tabla 2 : Tolerancia sobre la anchura de la probeta. Medidas y tolerancias en mm.

Anchura nominal de la probeta	Tolerancia de mecanizado	Tolerancia de forma
12.5	±0.09	0.04
20	±0.10	0.05

Probetas Proporcionales

Si se emplean probetas de la forma definida en el apartado anterior, la longitud inicial entre puntos (L_0) puede ser proporcional al área de la sección recta (S_0), pudiendo elegirse entre :

$$L_0 = 5.65\sqrt{S_0} \text{ ó}$$

$$L_0 = 11.3\sqrt{S_0}$$

B.2.1.3- Preparación de las probetas

La preparación de las probetas debe llevarse a cabo de forma que no se alteren las características del metal. En particular, se deben eliminar por mecanizado las posibles zonas afectadas por el corte de la cizalla o por la prensa.

En los materiales de muy pequeño espesor, se recomienda que las muestras de la misma anchura se mecanicen interponiendo capas de papel resistente al aceite de corte, así que como cada paquete de muestras se proteja, por arriba y por abajo, con una chapa más gruesa antes de mecanizarlas a las medidas definitivas.

Determinación del área de la sección inicial (S_0)

El área de la sección inicial se calcula a partir de las medidas de la probeta.

La incertidumbre en la determinación del área de la sección inicial no será superior a $\pm 0.2 \%$, dado que la parte mayor de esta incertidumbre proviene generalmente de la medición del espesor, la incertidumbre de medida de la anchura no debe ser superior a $\pm 0.2 \%$.

B.2.2- Tipos de probetas para tubos

La probeta estará constituida por un trozo de tubo completo o por una banda, longitudinal o transversal, cortada del tubo y que conserve el espesor total de la pared del mismo, (para estas probetas son aplicables las prescripciones enunciadas anteriormente para productos delgados), así mismo se puede utilizar una probeta de sección circular sacada de la pared del tubo. Como regla general, la banda longitudinal solo se emplea para tubos de espesor de pared superior a 0.5 mm.

B.2.2.1- Tubo completo

Para sujetar los extremos del tubo por las mordazas, se puede emplear alguno de los procedimientos siguientes:

A -Introducir dos tapones que se adapten al diámetro interior del tubo

B -Introducir por sus extremos dos elementos planos que se adapten a su diámetro y después aplastar los extremos sobre los topes introducidos

C -Aplastar los extremos del tubo

Las soluciones indicadas B y C solo son aplicables a tubos de diámetro inferior o igual a 25 mm. En caso litigio, solo se podrá aplicar la solución A.

B.2.2.2- Bandas longitudinales o transversales

La longitud de la parte calibrada (Lc), de las bandas longitudinales no deben enderezarse, pero las cabezas de amarre sí, para una mejor sujeción.

B.2.2.3- Probeta de sección circular mecanizada a partir de la pared del tubo

La toma de probetas deberá estar indicada en la norma del producto.

Determinación del área de la sección inicial (So)

El área de la sección inicial debe determinarse con incertidumbre menor de + 1 %

.El área de la sección inicial de un tubo completo o la de una banda longitudinal o transversal se puede determinar a partir de la masa de la probeta, de la cual se ha determinado su longitud, y de la masa específica del material.

El área de la sección inicial de una probeta constituida por una banda longitudinal o transversal puede calcularse también mediante la fórmula siguiente:

$$S_o = \left(\frac{b}{4}\right) (D^2 - b^2)^{1/2} + \frac{D^2}{4} \arcsen \frac{b}{D} - \left(\frac{b}{4}\right) [(D - 2a)^2 - b^2]^{1/2} - \left(\frac{D - 2a}{2}\right)^2 \arcsen \left(\frac{b}{D - 2a}\right)$$

de probetas longitudinales o transversales, pueden utilizarse las fórmulas simplificadas siguientes:

donde

a es el espesor de la pared del tubo;

b es la anchura de la banda longitudinal;

D es el diámetro exterior del tubo.

$$\text{En el caso para } \frac{b}{D} < 0,25 \quad S_o = a \cdot b \cdot \left[1 + \frac{b^2}{6D(D - 2a)} \right]$$

$$\text{para } \frac{b}{D} < 0,17 \quad S_o = a \cdot b \cdot \left[1 + \frac{b^2}{6D(D - 2a)} \right]$$

En el caso de tubo completo, el área de la sección inicial se calcula mediante la fórmula:

$$S_o = \pi \cdot a \cdot (D - a)$$

B.2.3-Tipos de Probetas para Alambres, Barras y Perfiles de Diámetro o lado inferior a 4 mm

B.2.3.1 Forma de la probeta

La probeta será, en general, un trozo no mecanizado del producto (véase figura 10).

B.2.3.2 Medidas de la probeta

Como longitud inicial entre puntos (L_0), se tomará (200 ± 2) mm ó (100 ± 1) mm o, para productos de diámetro superior a 1 mm, $11.3 \sqrt{S_0}$. La distancia entre mordazas debe ser, al menos, igual a $L_0 + 50$ mm; se exceptúan los alambres de pequeños diámetros, para los que esta distancia puede ser igual a L_0 .

En el caso de que no se determine el alargamiento porcentual después de la rotura, se puede utilizar una distancia libre entre mordazas de, al menos, 50 mm.

Preparación de las probetas

Si la muestra se toma de un rollo de producto, se deben tomar las precauciones necesarias al enderezar la muestra.

Determinación del área de la sección inicial (S_0)

El área de la sección inicial se determinará con error menor de ± 1 %.

En el caso de productos de sección circular, el área de la sección inicial se puede calcular a partir de la media aritmética de dos medidas obtenidas sobre dos diámetros perpendiculares.

El área de la sección inicial se puede determinar a partir de la masa de una longitud conocida y de la masa específica del material.

B.2.4- Tipos de probetas para chapas y productos planos de espesor superior o igual a 3 mm, y de alambres, barras y perfiles de diámetro o lado igual o superior a 4 mm

B.2.4.1-Forma de la probeta

Como regla general, se mecanizara la probeta y la parte calibrada debe presentar un acuerdo con las cabezas; éstas podrán ser de cualquier forma que se adapte a los dispositivos de sujeción de la máquina (véase figura 11). El radio de acuerdo será, como mínimo:

- 2 mm, en el caso de probetas cilíndricas;
- 12 mm, en el caso de probetas rectangulares.

Nota Para ciertos materiales, estos valores pueden ser muy bajos y se puede tener el riesgo de que la rotura se produzca en la zona del acuerdo.

En el caso de productos largos-perfiles, barras, etc. - se puede ensayar un trozo del producto sin mecanizar.

La sección de la probeta podrá ser circular, cuadrada, rectangular, o, en casos particulares, de otras formas.

En el caso de probetas rectangulares, se recomienda no sobrepasar la relación 8:1 entre la anchura y el espesor.

Como regla general, el diámetro de la parte calibrada de probetas cilíndricas mecanizadas no debe ser inferior a 4 mm.

B.2.4.2- Medidas de las probetas

Longitud de la parte calibrada de probetas mecanizadas

La longitud de la parte calibrada (L_c), debe ser, al menos, igual a:

- a) $L_c + 0,5d$, en el caso de probetas cilíndricas;
- b) $L_c + 1,5 \sqrt{S_o}$, en el caso de probetas prismáticas.

En los casos de litigio y según el tipo de probeta, se debe utilizar la longitud $L_c + 2d$ ó $L_c + 2 \sqrt{S_o}$, salvo que no se disponga de material suficiente.

Longitud de probetas no mecanizadas

La distancia libre entre mordazas será la necesaria para que los puntos marcados sobre la probeta se encuentren a una distancia razonable de las mismas.

Longitud inicial entre puntos (L_o)

a) Probetas proporcionales

Como regla general, se deben utilizar probetas proporcionales cuya longitud inicial entre puntos (L_o), se relacione con la sección inicial mediante la siguiente igualdad:

$$L_o = K \sqrt{S_o}$$

donde

k es igual a 5,65, lo que, para probetas cilíndricas equivale a $L_o = 5d$.

Las probetas tendrán, preferentemente, una de las medidas dadas en la tabla 3

Tabla 3: Medidas de las probetas de sección circular

K (mm)	Diámetro d (mm)	Área de la Sección S_o (mm ²)	Longitud inicial entre puntos $L_o = K \sqrt{S_o}$ mm	Longitud mínima de la parte calibrada L_c (mm)	Longitud total L_t
5,65	20 ± 0,150	314,2	100 ± 1,0	110	Depende del sistema de fijación en la mordazas de la máquina. En principio: $L_t > L_c + 2d$
	10 ± 0,075	78,5	50 ± 0,5	55	
	5 ± 0,040	19,6	25 ± 0,25	28	

b) Probetas no proporcionales

Pueden utilizarse probetas no proporcionales si lo admite la norma del producto.

Preparación de las probetas

Las tolerancias sobre las medidas transversales de la probeta mecanizada se indican

A continuación se incluye un ejemplo de como se aplican estas tolerancias:

a) Tolerancias de mecanizado

El valor fijado en la tabla 5, por ejemplo: $\pm 0,075$ mm, para un diámetro nominal de 10 mm, significa que cada probeta debe tener un diámetro dentro de los valores que se indican a continuación, si se desea utilizar el valor nominal de la sección inicial (S_0), sin calcular su valor real:

$$10 + 0,075 = 10,075\text{mm}$$

$$10 - 0,075 = 9,925\text{mm.}$$

b) Tolerancia de forma

El valor dado en la tabla 5 debe interpretarse, para una probeta de diámetro nominal de 10 mm, en el sentido de que la diferencia entre el diámetro mayor y el menor no debe ser superior a 0,04 mm.

En consecuencia, si el diámetro menor es 9,99 mm, el mayor no debe ser superior a:

$$9,99 + 0,04 = 10,03 \text{ mm.}$$

Determinación del área de la sección inicial (S_0)

Se puede utilizar el diámetro nominal para calcular el área de la sección inicial de una probeta de sección circular si se cumplen las tolerancias dadas en la tabla 5. Para otras formas de probeta, se debe calcular a partir de los valores medidos; estos deberán tener una incertidumbre que no supere el $\pm 0,5$ % sobre cada dimensión

Tabla 4

Tolerancias sobre las medidas transversales de las probetas (medidas y tolerancias en milímetro)

Designación	Tolerancia de		
	Medida nominal transversal	mecanizado sobre la medida nominal ¹⁾	Tolerancia de forma ²⁾
Diámetro de probetas mecanizadas de sección circular	≥ 3		
	≥ 6	± 0,06	0,03
	> 6		
	≤ 10	± 0,075	0,04
	> 10		
	≤ 18	± 0,09	0,04
	> 18		
	≤ 30	± 0,105	0,05
	Medidas transversales de probetas de sección rectangular mecanizadas por la cuatro caras		Las mismas tolerancias que las indicadas para el diámetro de las probetas de sección circular
Medidas transversales de probetas de sección rectangular mecanizadas sólo por dos caras opuestas.	> 3		
	≤ 6		0,18
	> 6		
	≤ 10		0,22
	> 10		
	≤ 18		0,27
	> 18		
	≤ 30		0,33
> 30			
≤ 50		0,39	

- 1) Estas probetas son aplicables si se utiliza el valor nominal de la sección transversal (S_0), sin medir la probeta.
- 2) Desviación máxima entre las medidas de una dimensión transversal determinada, en cualquier punto, a lo largo de la parte calibrada de la probeta (L_c).

Marcado de la longitud inicial entre puntos (L_0)

Los extremos de la longitud inicial entre puntos se materializan sobre la probeta mediante pequeñas marcas o trazos; se excluirá cualquier procedimiento que produzca una entalla en el material, ya que podría producir roturas prematuras. En el caso de probetas proporcionales, el valor calculado de la longitud inicial entre puntos se puede redondear al múltiplo de 5 mm mas próximo, siempre que la diferencia entre la longitud calculada y la marcada no sea mayor del 10% de L_0 . La longitud entre puntos debe marcarse con incertidumbre menor de $\pm 1\%$.

Cuando la longitud de la parte calibrada (L_c) sea muy superior a la longitud inicial entre puntos, como puede ser en el caso de probetas no mecanizadas, se deben trazar varias parejas de puntos para limitar varias longitudes solapadas, hasta zonas próximas a las cabezas de amarre.

En algunos casos, puede ser útil trazar sobre la superficie de la probeta una línea paralela a su eje longitudinal y trazar los puntos de referencia sobre ella

B.3- Condiciones para la realización del ensayo

B.3.1- Velocidad de la máquina

Generalidades. Salvo especificación en contrario en la norma del producto, la velocidad de la máquina depende de la naturaleza del producto y debe ajustarse a las prescripciones de los apartados siguientes:

Nota. En el caso particular del cinc, la velocidad de deformación debe ser igual a $(12,5 \pm 5)$ % por minuto.

Límite elástico

Límite superior de cedencia (R_{eH}). En la zona elástica, y hasta que se alcance el límite superior de cedencia, la velocidad de separación de las mordazas de la máquina debe ser lo más constante posible y comprendida entre los límites correspondientes a las velocidades de puesta en carga indicadas en la tabla 6

Tabla 5: Velocidades de puesta en carga

Módulo de elasticidad del material MPa	Velocidad de puesta en carga	
	MPa · s	
	min	máx
< 150 000	2	10
≥ 150 000	6	30

Límite inferior de cedencia (R_{eL}). Si sólo se desea determinar el límite inferior de cedencia, la velocidad de deformación de la parte calibrada de la probeta, en la zona de cedencia, debe estar comprendida entre 0,00025/s y 0,0025/s. La velocidad de deformación de la parte calibrada debe mantenerse lo más constante posible. Si no puede controlarse directamente, debe fijarse mediante la regulación de la velocidad de aplicación de la carga hasta justamente antes del principio de la cedencia y los controles de la máquina no deben tocarse hasta que finaliza el periodo de la cedencia.

En todos los casos, la velocidad de puesta en carga, en la zona elástica deberá estar comprendida entre los valores fijados en la tabla 6

Límites superior e inferior de cedencia (R_{eH} y R_{eL}). Si se desea determinar a la vez los dos límites de cedencia, superior e inferior, se deben respetar las condiciones establecidas para el límite inferior

Límite elástico convencional (R_p) y límite de extensión (R_t). La velocidad de puesta en carga debe estar comprendida entre los límites fijados en la tabla 5.

En la zona plástica, y hasta que se alcance el límite elástico convencional o el límite de extensión, la velocidad de deformación no debe sobrepasar el valor de 0.002 5/s.

Resistencia a la tracción (R_m)

En la zona plástica. La velocidad de deformación de la parte calibrada no debe sobrepasar el valor de 0,008/s.

En la zona elástica. Cuando en el ensayo no se desea determinar el límite elástico, - en cualquiera de sus modalidades - la velocidad de la máquina puede alcanzar el límite admitido para la zona plástica.

B.3.2- Métodos de sujeción

Las probetas deben sujetarse por medios adecuados tales como cuñas, mordazas dentadas, útiles especiales, etc.

Cualquiera de los medios utilizados deberá permitir que la carga sea aplicada axialmente, en la mayor medida de lo posible. Esto es tanto más importante en los materiales frágiles o en los casos en que se debe determinar el límite de extensión o, incluso, el límite elástico aparente.

B.3.3- Determinación del alargamiento porcentual de rotura (A)

Para la medición del alargamiento porcentual de rotura se tomará como base la definición dada en el apartado de definiciones

Las dos partes de la probeta deben aproximarse cuidadosamente de manera que sus ejes longitudinales respectivos estén en prolongación.

Se deben tomar las precauciones necesarias para asegurar un buen contacto de los dos fragmentos de la probeta cuando se está midiendo la longitud final entre puntos. Esto es especialmente importante en probetas de pequeña sección o que tienen valores bajos de alargamiento.

El alargamiento remanente después de la rotura ($L_u - L_0$), se medirá con incertidumbre menor de 0,25 mm, con un dispositivo que tenga una resolución de 0,1 mm, y el valor del alargamiento porcentual se redondeará al 0,5 % más próximo. Si el valor especificado es inferior al 5 %, se recomienda tomar precauciones especiales para su determinación.

En principio, esta medida sólo es válida si la distancia de la sección de rotura al punto de referencia más próximo no es inferior a un tercio de la longitud inicial entre puntos (L_0). No obstante, si el valor del alargamiento porcentual obtenido supera al valor especificado, la medida se considerará válida, cualquiera que sea

la posición de la sección de rotura y deberá hacerse constar así en el informe del ensayo.

Si se dispone de máquinas de ensayo capaces de medir la extensión de rotura por medio de un extensómetro, no es necesario marcar sobre la probeta los puntos de referencia. El alargamiento medido es la extensión total en el momento de la rotura y, en consecuencia, es necesario deducir la extensión elástica para obtener el alargamiento después de la rotura.

En principio, esta medida sólo es válida si la rotura se produce dentro de la longitud de base del extensómetro (L_e). No obstante, si el valor del alargamiento porcentual obtenido supera al valor especificado, la medida se considerará válida, cualquiera que sea la posición de la sección de rotura y deberá hacerse constar en el informe del ensayo.

Nota Si la norma del producto especifica una longitud determinada para la determinación del alargamiento porcentual, la base de medida de extensómetro será igual a esta longitud.

Si la norma del producto lo permite, se puede utilizar una longitud entre puntos fija y obtener el alargamiento proporcional mediante fórmulas de conversión o mediante tablas cuya utilización se haya convenido previamente

Nota Sólo son posibles las comparaciones entre alargamientos en los casos en que:

- sean las mismas: la longitud entre puntos -o la longitud de base del extensómetro – y la forma y el área de la sección recta transversal de las probetas, o
- las probetas tengan el mismo coeficiente de proporcionalidad, k .

Para evitar tener que rechazar aquellas probetas en las que la rotura se produce fuera de los límites se puede aplicar el método que se describe en el anexo, basado en la subdivisión de L_0 en N partes iguales.

B.3.4- Determinación de límite elástico convencional (R_p)

El límite elástico convencional se determina sobre el diagrama carga/ extensión, trazando una recta paralela a la parte recta de la curva, situada a una distancia cuyo valor sea el que corresponda al tanto por ciento no proporcional prescrito, por ejemplo: 0,2 %. El punto en que esta paralela corta a la curva tiene como ordenada la carga que corresponde al límite elástico buscado. Dividiendo por el área de la sección inicial (S_0), se obtiene el valor de dicho límite elástico (véase figura 3).

Es fundamental la precisión del trazado del diagrama carga/ extensión.

Cuando la parte rectilínea de diagrama carga/ extensión no está definida claramente, de forma que no sea posible trazar la paralela con la precisión suficiente, se recomienda el procedimiento siguiente (véase figura 6):

Después de que se supone que se ha rebasado el límite elástico convencional, se disminuye la carga hasta un valor de, aproximadamente, el 10 % de la carga alcanzada; se incrementa nuevamente la carga hasta que se sobrepasa el valor alcanzado inicialmente. Para la determinación del límite elástico convencional buscado, se traza una recta a través del bucle de histéresis. A continuación, se traza una paralela a esta recta a una distancia del origen de la curva, medida sobre el eje de abscisas, que corresponda al valor del tanto por ciento no proporcional prescrito. El punto donde esta recta corta a la curva carga/ extensión, corresponde al límite elástico convencional buscado. Dividiendo por el área de la sección inicial (S_0), se obtiene el valor de dicho límite elástico (véase figura 6).

En máquinas automáticas, esta característica puede determinarse sin dibujar el diagrama carga/ extensión.

B.3.5- Determinación del límite de extensión (R_t)

El límite de extensión se determina sobre el diagrama carga/ extensión trazando una paralela al eje de ordenadas (eje de cargas) a una distancia cuyo valor corresponda al tanto por ciento de extensión total prescrito. La ordenada del punto en que esta recta corte a la curva corresponde al límite de extensión. Dividiendo por el área de la sección inicial (S_0), se obtiene el valor de dicho límite de extensión (véase figura 4).

En máquinas automáticas, esta característica puede determinarse sin dibujar el diagrama carga/ extensión.

B.3.6- Método de verificación del límite de alargamiento remanente (R_r)

Durante un periodo de 10 s a 12 s, la probeta se somete a la carga correspondiente a la carga unitaria especificada y se comprueba, después de suprimir la carga, que el alargamiento remanente es igual o inferior al tanto por ciento prescrito de la longitud inicial entre (L_0).

B.4- Informe del ensayo

En el acta de ensayo se deben incluir, al menos, los siguientes datos:

- referencia a esta norma, es decir EN 10 002-1;
- identificación de la probeta;
- naturaleza del material, si se conoce;
- tipo de probeta;
- orientación de la probeta y de la muestra;
- características medidas y sus resultados.

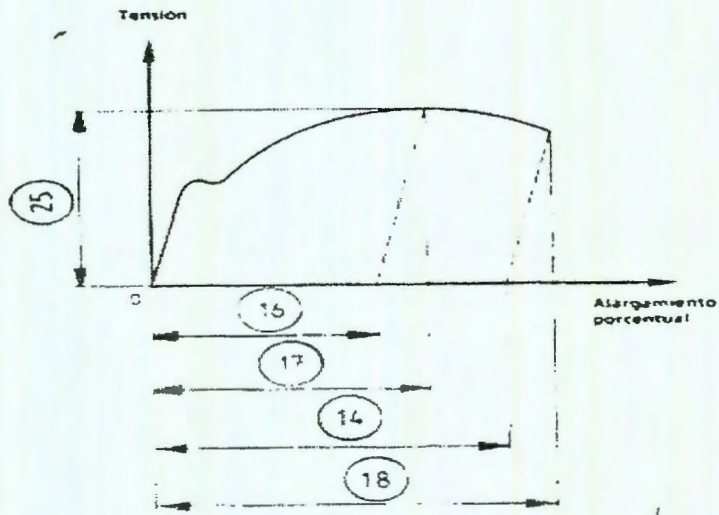


Fig. 1 - Definición de alargamiento

Nota. Véase la tabla 1 para la interpretación de los números de referencia

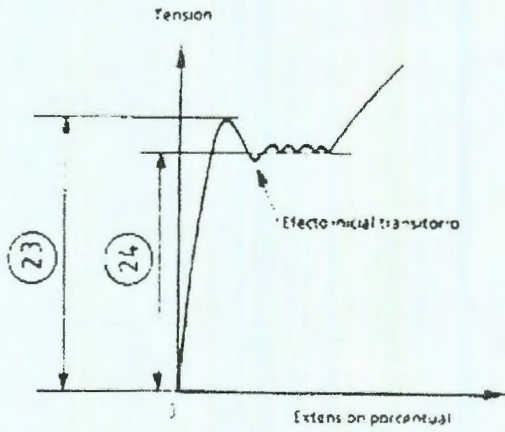


Figura 2 a

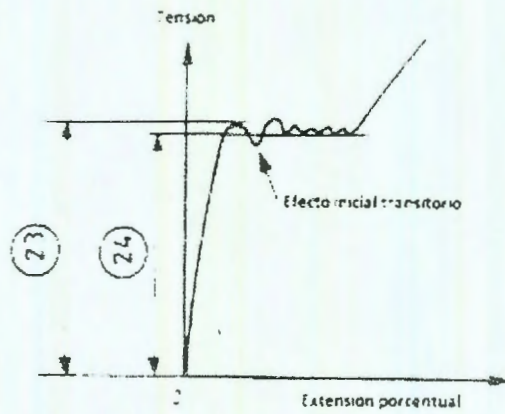


Figura 2 b

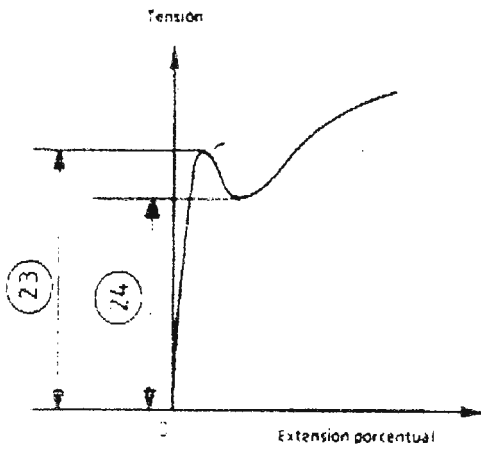


Figura 2 c

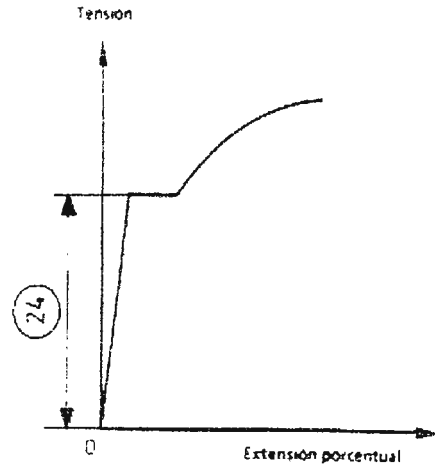


Figura 2 d

Fig. 2 – Definición de los límites de cedencia para tipos de curvas

Nota. Véase la tabla 1 para la interpretación de los números de referencia.

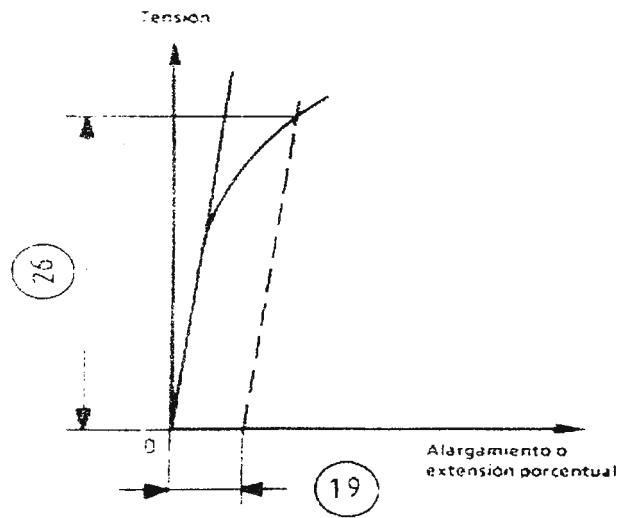


Fig. 3 – Límite elástico convencional (R_p)

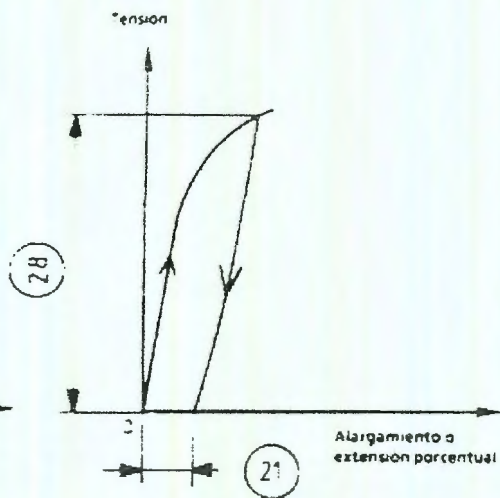
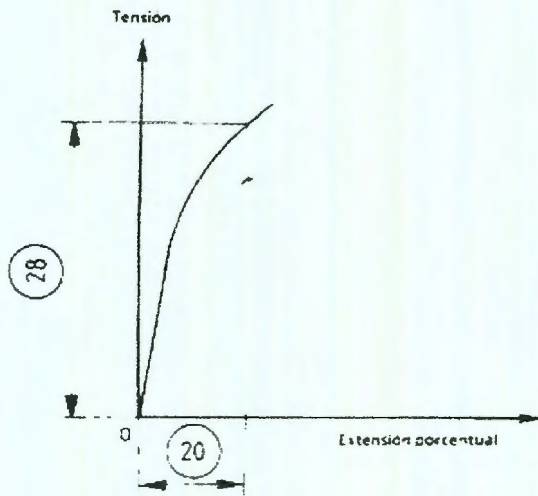


Fig. 4 – Límite de extensión (R_t)

Fig. 5 – Límite de alargamiento remanente (R_p)

(R_p)

Nota 8. Véase la tabla 1 para la interpretación de los números de referencia.

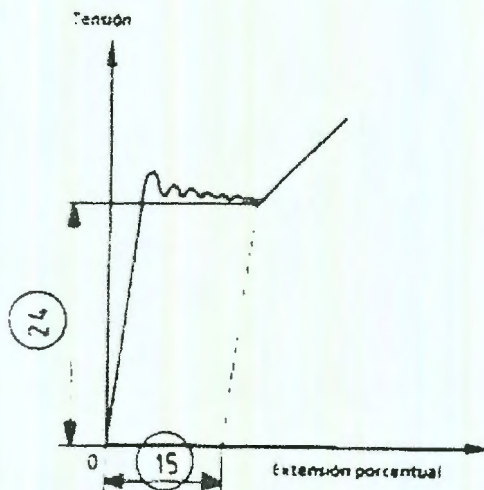
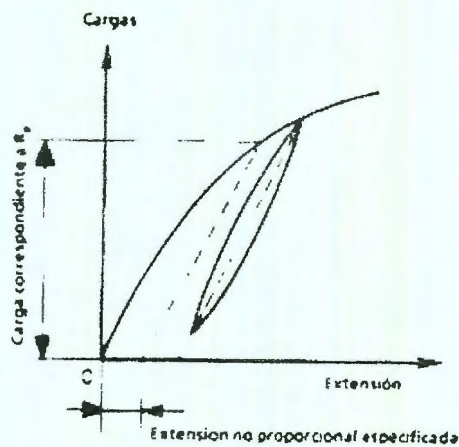


Fig. 6 – Límite elástico convencional (R_p)

Fig. 7 – Límite inferior de cedencia (R_{eL})

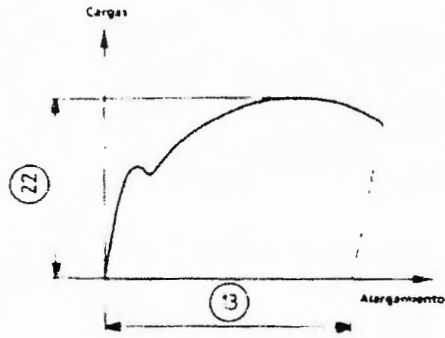


Fig. 6 – Carga máxima

Nota 9. Véase la tabla 1 para la interpretación de los números de referencia.

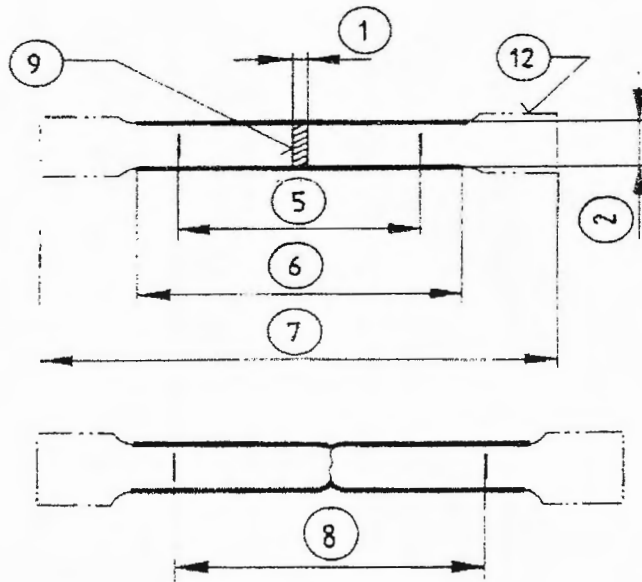
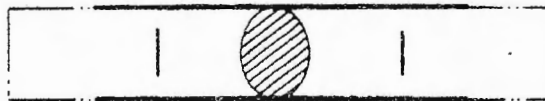


Fig.7- Probetas mecanizadas de sección rectangular



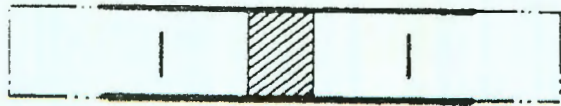


Fig. 8 – Probetas construidas por un trozo de producto sin mezclar

Véase la tabla 1 para la interpretación de los números de referencia.

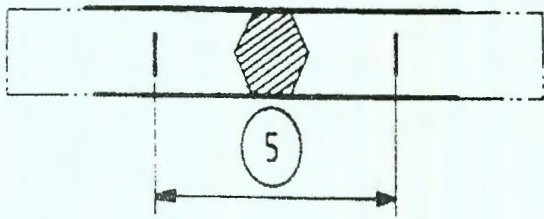


Fig 9 – Probetas proporcionales (Véase el anexo C)

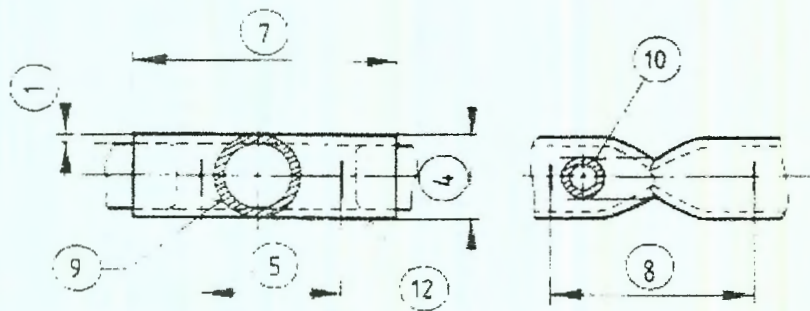
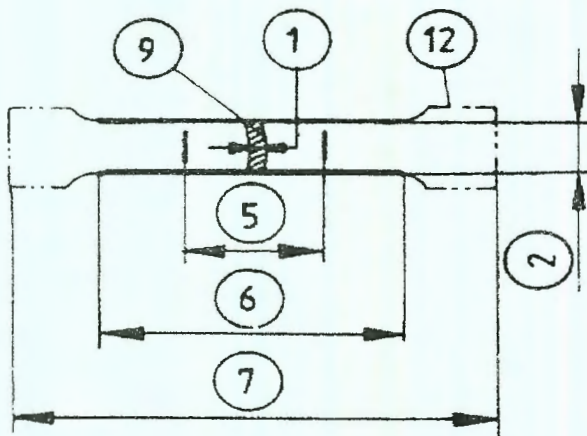


Fig. 10 – Probeta construida por un trozo de tubo (véase el anexo A)

Nota. Véase la tabla 1 para la interpretación de los números de referencia.



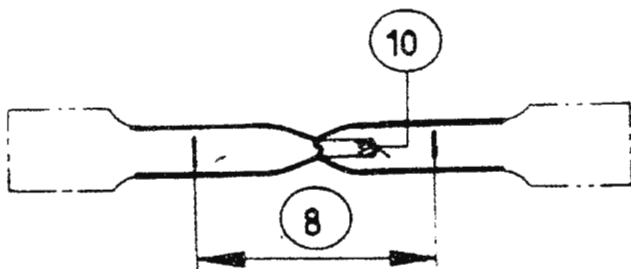


Fig. 11 – Probetas cortadas de un tubo

C.- ANEXOS

C.1- Medición del alargamiento porcentual después de la rotura por el método de subdivisión de la longitud inicial entre puntos

Para evitar tener que rechazar aquellas probetas en las que la rotura se produce fuera de la zona, por acuerdo, se puede utilizar el siguiente método:

- antes del ensayo: subdividir la longitud inicial entre puntos (L_0), en N partes iguales.
- después del ensayo: sea X la división extrema del fragmento más corto; sobre el fragmento más largo y a partir de la rotura, se lleva una distancia igual a la existente entre X y la rotura: sea Y la división que resulta más próxima.

Si n es el número de intervalos entre X e Y , el alargamiento después de la rotura se determina de la siguiente forma:

- Si $N - n$ es un número par (véase la figura 14 a), se mide la distancia entre X e Y y la distancia de Y a la división Z situada a:

$$\frac{N - n}{2}$$

intervalos a partir de la división Y .

El alargamiento porcentual se calcula mediante la fórmula:

$$A = \frac{XY + 2YZ - L_0}{L_0} \times 100$$

- Si $N - n$ es impar (véase la figura 14 b), se mide la distancia entre X e Y y la distancia de Y a las divisiones Z' y Z'' situadas, respectivamente a las distancias:

$$\frac{N - n - 1}{2} \text{ y } \frac{N - n + 1}{2}$$

a partir de la división Y .

El alargamiento porcentual se calcula mediante la fórmula:

$$A = \frac{XY + YZ' + YZ'' - L_0}{L_0} \times 100$$

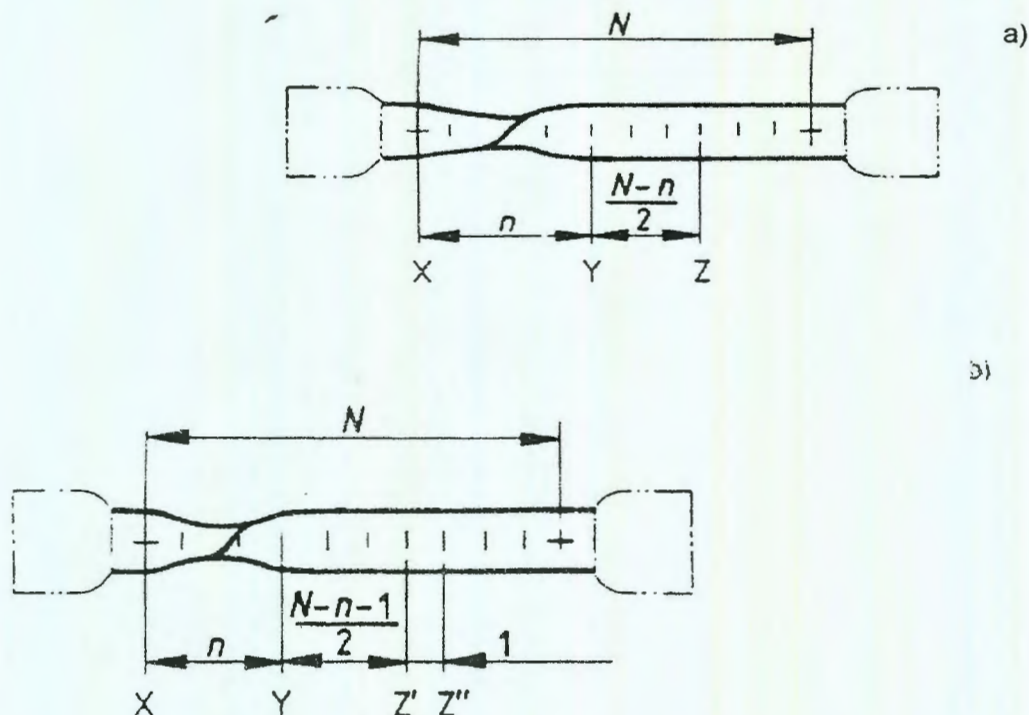


Fig. 14 – Ejemplo de medición del alargamiento después de rotura

g.2- Lista de normas que corresponden con la Euronorma de referencia

- 1) No hay norma DIN que se corresponda con la EU 18; los requisitos sobre la toma de muestras y preparación de probetas se recogen en las normas correspondientes de producto, por ejemplo, para los aceros de construcción, en la norma DIN 17 100; para los aceros para alta temperatura, la norma DIN 17 155 y para los aceros utilizables a baja temperatura, la norma DIN 17 280.
- 2) No hay norma BS que se corresponda con la EU 18; los requisitos sobre la toma de muestras y preparación de probetas se recogen en las normas correspondientes de producto, por ejemplo para:
 - los aceros de construcción: BS 4360.
 - los aceros para aparatos a presión: BS 1501.
- 3) En Suecia, la toma de muestras para el ensayo de tracción se indica en las normas de producto. Estas normas son: SS 11 01 19 a SS 11 01 25, SS 11 01 28, SS 11 01 31 y SS 11 01 35 a SS 11 01 38.

Las siguientes normas Internacionales, citadas en esta norma, están adoptadas como normas UNE con la numeración que se indica:

EN 10 002/2 = UNE 7 474/2
ISO 2S66-1 = UNE 36 411/1.
ISO 2566-2 = UNE 36 411/2.
EU 18 = UNE36400.

C.3- CORRESPONDENCIA DE TERMINOS EN ESPAÑOL, INGLES Y FRANCES

longitud entre puntos

I: gauge length

F: longueur entre repères

longitud inicial entre puntos (L_o)

I: original gauge length

F: longueur initiale entre reperes

longitud final entre puntos (L_u)

I: final gauge length

F: longueur ultime entre reperes

Longitud calibrada (L_c)

I: parallel length

F: Longueur calibrée

Alargamiento

I: elongation

F: allongement

Alargamiento porcentual

I: percentage elongation

F: allongement pour cent

Alargamiento porcentual remanente

I: percentage permanent elongation

F: allongement remanent pour cent

Alargamiento porcentual de rotura (A)

I: percentage elongation after fracture

F: allongement pour cent après rupture

Alargamiento porcentual total de rotura (A_t)

I: percentage total elongation at fracture

F: allongement total pour cent a la rupture

Alargamiento porcentual bajo carga máxima (A_{qt}) ó (A_g)

I: percentage elongation at maximum force

F: al longement pour cent sous charge maximale

Longitud base del extensómetro (L_e)

I: extensometer gauge length

F: longueur de base de l'extensomètre

Extensión

I: Extensión

F: Extension

Extensión porcentual remanente

I: percentage permanent extension

F: extension remanente pour cent

Extensión porcentual en el escalón de cedencia: (A_e)

I: percentage yield point extension

F: extension pour cent du palier de la limite d'élasticité

Coefficiente de estricción (Z)

I: percentage reduction of area

F: coefficient de striction

Carga máxima (F_m)

I: maximum load

F: charge maximale

Carga unitaria (tensión)

I: stress

F: charge unitaire (contrainte)

Resistencia a la tracción (R_m)

I: tensile strength

F: résistance a la traction

Límite elástico aparente

I: yield stress

F: limite apparente d'élasticité

Límite superior de cedencia (R_{eH})

I: upper yield stress

F: limite supérieure d'écoulement

Límite inferior de cedencia (R_{eL})

I: lower yield stress

F: limite inférieure d'écoulement

Límite elástico convencional (R_p)

I: proof stress of non-proportional elongation

F: limite conventionnelle d'élasticité

Límite de extensión (R_t)

I: proof stress total elongation

F: limite d'extensión

Límite de alargamiento remanente (R_r)

l: permanent set stress

F: limite d'allongement remanent

C.4 Símbolos

Tabla 1 : simbología

Nº de referencia	Símbolo	Unidad	Descripción
1	A	mm	Espesor de la probeta o espesor de la pared de un tubo
2	B	mm	Anchura de la parte calibrada de una probeta plana o anchura media de la banda longitudinal extraída de un tubo, o anchura de alambre plano
3	D	mm	Diámetro de la sección calibrada de una probeta circular, o de un alambre redondo o diámetro interior de un tubo
4	D	mm	Diámetro exterior de un tubo
5	Lo	mm	Longitud inicial entre puntos
6	Lc		Longitud de la parte calibrada
-	Le	mm	Longitud base del extensómetro
7	Lt	mm	Longitud total de la probeta
8	Lu	mm	Longitud final entre puntos
9	So	mm ²	Área de la sección inicial de la parte calibrada
10	Su	mm ²	Área mínima de la sección después de la rotura
11	Z	%	Coefficiente de estricción
12	-	-	Cabezas de amarre
13	-	mm	Alargamiento remanente después de la rotura
14	A	%	Alargamiento porcentual después de la rotura
15	Ae	%	Extensión porcentual en el escalón de cedencia
16	Ag	%	Alargamiento porcentual no proporcional bajo la carga máxima
17	Agt	%	Alargamiento total porcentual bajo la carga máxima
18	At	%	Alargamiento total porcentual de rotura
19	-	%	Extensión porcentual no proporcional
20	-	%	Extensión limite porcentual total
21	-	%	Extensión limite porcentual remanente
22	Fm	N	Extensión limite porcentual remanente
23	ReH	Mpa	Límite superior de cedencia
24	ReL	Mpa	Límite inferior de cedencia
25	Rm	Mpa	Resistencia a la tracción
26	Rp	Mpa	Límite convencional
27	Rr	Mpa	Límite elástico para un alargamiento remanente del r %
28	Rt	Mpa	Límite de extensión
-	E	Mpa	Modulo de elasticidad

8. Ensayo de Flexión por choque sobre probeta Charpy.

A. INTRODUCCION

La ejecución de este ensayo por medio del procedimiento se encuentra reafirmado por los criterios presentados en la normativa europea EN 10 045 – 1 y ASTM E 23 –98, ya que sirvieron como referencia para su realización.

Para poder ser aplicado completamente debe de emplearse en complemento de las normas que definen las condiciones del ensayo para materiales metálicos, como las descritas en el apéndice 1

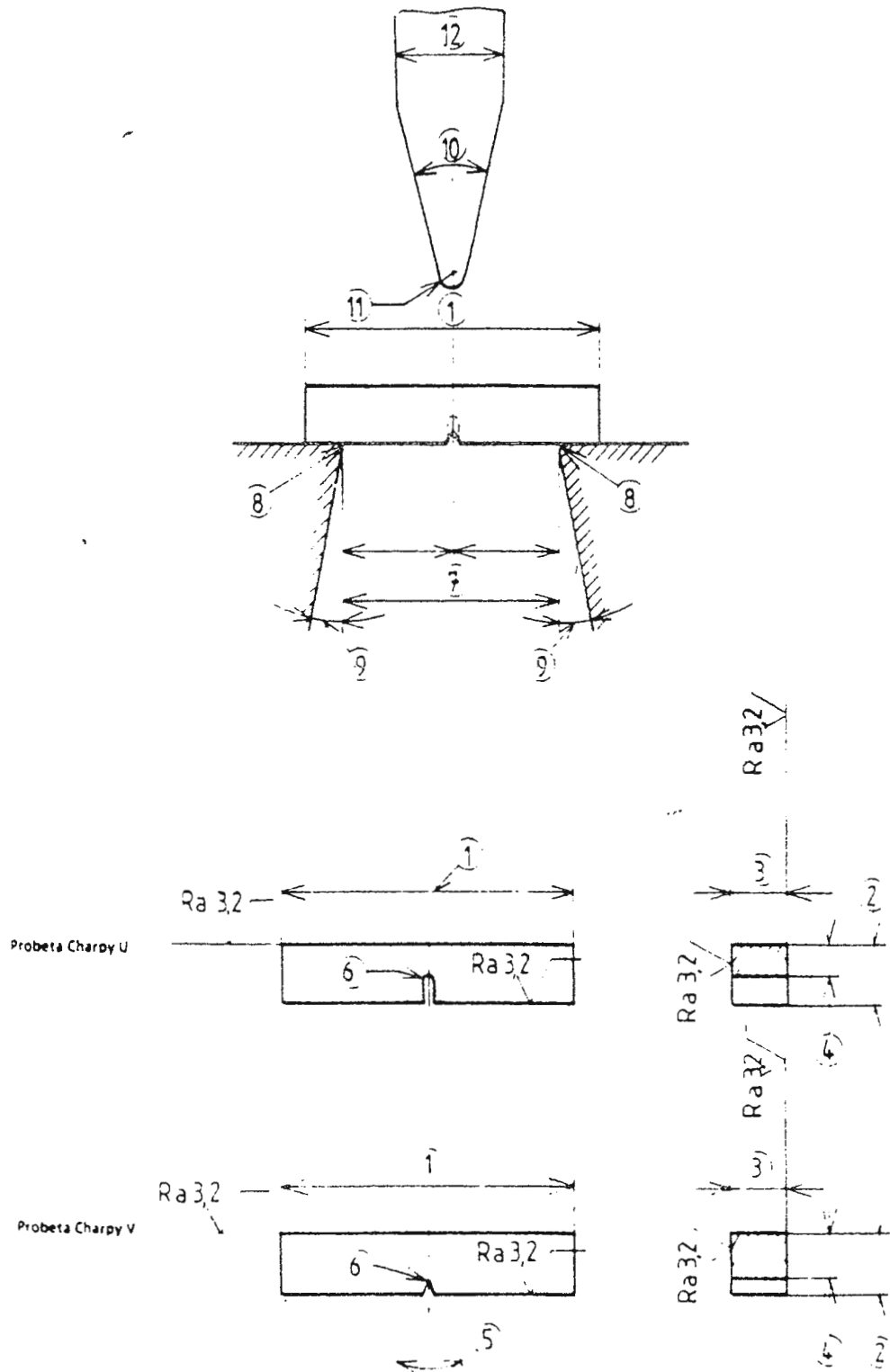
No es aplicable para materiales metálicos particulares y para ciertas aplicaciones, ya que se encuentra sujeto a normas específicas de condiciones de ensayo.

B DESIGNACIONES

Las designaciones utilizadas en este procedimiento se indican en la tabla 1 y se representan en la figura 1 y 2.

Tabla 1 : designaciones

Referencia (véanse figuras 1 y 2)	Designación	Unidad
1	Longitud de probeta	mm
2	Altura de la probeta	mm
3	Anchura de la probeta	mm
4	Altura que queda bajo la entalla	mm
5	Ángulo de entalla	Grado
6	Radio del fondo cilíndrico de la entalla	mm
7	Distancia entre apoyos	mm
8	Radio de curvatura de los apoyos	mm
9	Pendiente de salida de los apoyos	Grado
10	Ángulo del filo de la cuchilla de la maza	Grado
11	Radio de curvatura del filo de la cuchilla de la maza	mm
12	Anchura de cuchilla de la maza	mm
-	Energía absorbida en la rotura KU ó KV	Julios



NOTA - Véase la tabla 1 para la explicación de los números de referencia.

Figura 1

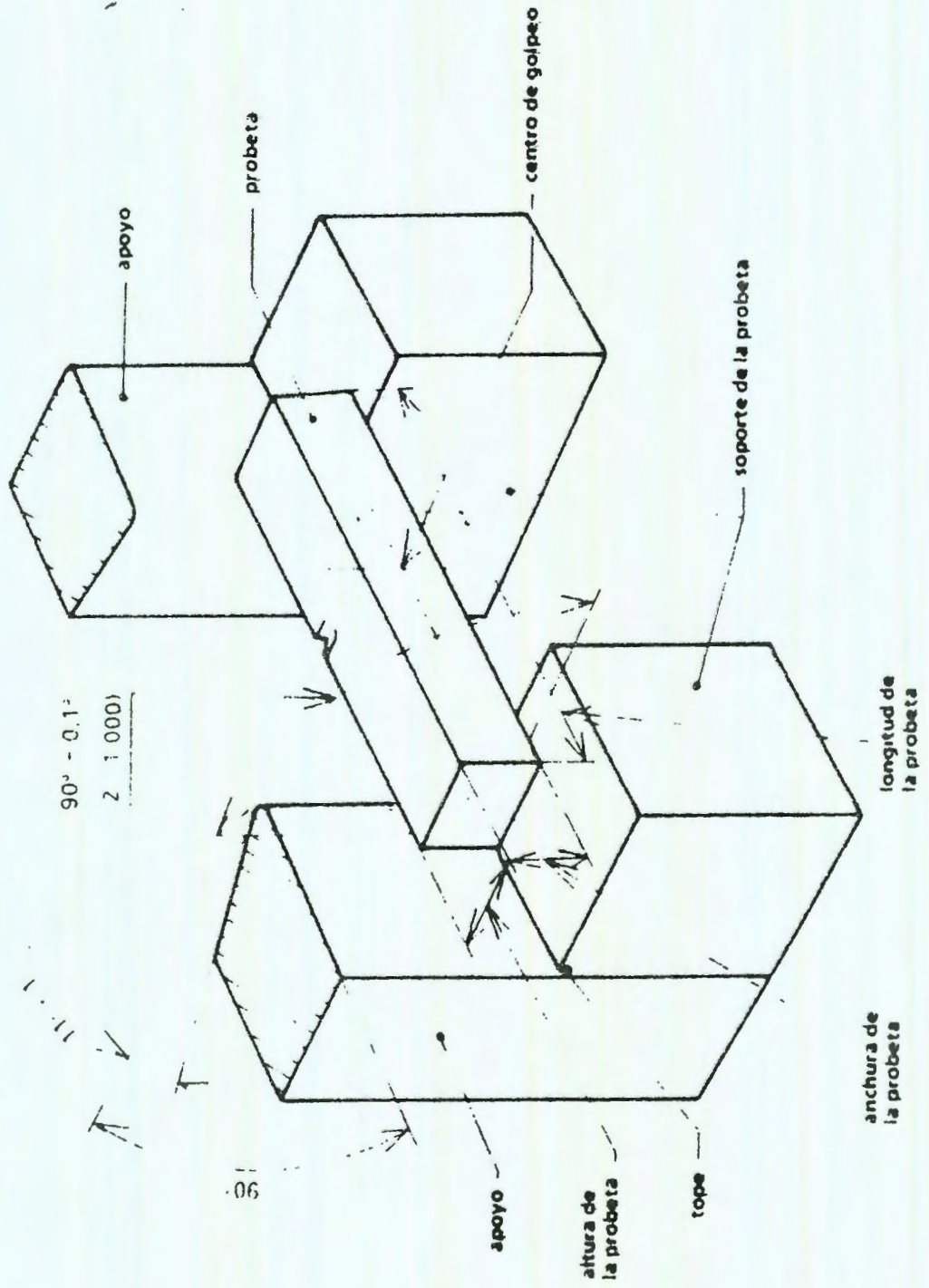


Figura 2

C.- ELEMENTOS A UTILIZAR

C.1 Máquina de ensayo

La máquina debe de encontrarse sólidamente construida e instalada de forma rígida y debe de cumplir con los requerimientos de la normativa EN 10 045 – 2 y/ o las indicaciones del anexo 1 de la norma ASTM E23 –98.

Las características básicas se presentan a continuación:

- La máquina debe de estar provista de un sistema de protección perimetral;
- Una escala o pantalla digital, graduada en grados o energía, con una lectura de apreciación que puede ser estimada en incrementos de 0.25% del rango máximo de lectura.
- La escala o pantalla digital deben de poder ser compensados para corregir la fricción del péndulo. Los errores para la lectura de la escala no pueden exceder el 0.2% del rango de lectura.
- El total de pérdidas por fricción no deben de exceder de 0.75 % de la capacidad de la escala de medición.
- El juego transversal del péndulo no debe de exceder de 0.75 mm, sobre una fuerza transversal efectiva de 4% del peso del péndulo en la zona de impacto.
- La velocidad de impacto (velocidad tangencial) del péndulo en el centro de cizalladura no debe de ser inferior a 3m/s o mayor que 10 m/s (según ASTM E23)

Las dimensiones básicas de una máquina para el ensayo se recogen en la tabla 2 (según EN 10 045 – 1):

Tabla 2 : características de las máquinas

Referencias (figura 1)	Designación	Valor
7	Distancia entre apoyos	$40_0^{+0.5}$ mm
8	Radio de los apoyos	$1_0^{-0.5}$ mm
9	Ángulo de salida de cada apoyo	$11^\circ \pm 1^\circ$
10	Ángulo de filo de la cuchilla de la maza	$30^\circ \pm 1^\circ$
11	Radio del filo de la cuchilla de la maza	$2_0^{+0.5}$ mm
12	Anchura máxima del filo de la cuchilla de la maza	18mm
-	Velocidad de la masa en el momento de impacto	5m/s a 5.5m/s
-	Ángulo entre los soportes y los apoyos	$90^\circ \pm 0.1^\circ$

C.2 Probetas

La toma de muestras, el número de muestras y su orientación se encuentran en la norma del producto.

La probeta normalizada tiene 55 mm de longitud y una sección cuadrada de 10 mm de lado. En el punto medio posee una entalla. La entalla puede ser de dos tipos:

- entalla V a 45°, de 2 mm de profundidad con un radio de fondo de 0.25 mm. Si las medidas del material no permiten obtener la probeta estándar, se pueden preparar probetas de sección reducidas de 7.5 mm o de 5 mm (véase tabla 3) de anchura; la entalla se situará en una de las caras estrechas;
- entalla en U o entalla en ojo de cerradura de 5 mm de profundidad, con un radio en el fondo de la entalla de 1 mm.

La probeta estará completamente mecanizada, salvo en el caso de muestras moldeadas de precisión, en cuyo caso las caras paralelas al plano de simetría de la entalla puede estar en bruto.

El plano de simetría de la entalla debe de ser perpendicular al eje longitudinal de la probeta.

Las tolerancias sobre las mediciones se indican en la tabla 3

Tabla 3: Tolerancias sobre las medidas especificadas de las probetas.

Designación	Probeta con entalla en U			Probeta con entalla en V		
	Medida nominal	Tolerancias de mecanizado		Medida nominal	Tolerancias de mecanizado	
			Símbolo ISO			Símbolo ISO
Longitud	55 mm	±0.60 mm	J _s 15	55 mm	±0.60 mm	J _s 15
Altura	10 mm	±0.11 mm	J _s 13	10 mm	±0.60 mm	J _s 12
Anchura:						
- Probeta estándar	10mm	±0.11 mm	J _s 13	10mm	±0.11 mm	J _s 13
- Probeta de sección reducida	-	-	-	7.5	±0.11 mm	J _s 13
- Probeta de sección reducida	-	-	-	5	±0.06 mm	J _s 12
Angulo de entalla	-	-	-	45°	±2°	-
Altura bajo la entalla	5 mm	±0.09 mm	J _s 13	8 mm	±0.06 mm	J _s 12
Radio en el fondo cilíndrico de la entalla	1 mm	±0.07 mm	J _s 12	0.25 mm	±0.025 mm	-
Distancia del plano de simetría de la entalla a los extremos de la probeta	27.5 mm	±0.42	J _s 15	27.5 mm	±0.42 mm	J _s 15
Angulo entre el plano de simetría de la entalla y el eje longitudinal de la probeta	90°	±2°	-	90°	±2°	-
Angulo entre dos caras longitudinales adyacentes de la probeta.	90°	±2°	-	90°	±2	-

Siempre que los permita la norma del producto, se pueden utilizar probetas de anchura diferentes a las indicadas en la tabla 3, por ejemplo, de una anchura, no mecanizada, igual al espesor del producto. Sin embargo, sólo se pueden comparar los resultados obtenidos con probetas de idéntica forma y de iguales medidas.

Al realizar el mecanizado las alteraciones en las probetas deben de ser mínimas, por ejemplo, por deformaciones en frío o por calentamiento. La entalla debe de mecanizarse cuidadosamente de forma que no se aprecien a simple vista estrías en el fondo de la entalla, paralelas a sus generatrices.

La probeta puede marcarse sobre cualquier punto que no va ha estar en contacto con los apoyos y en zonas distantes de la entalla , al menos 5 mm, para evitar los efectos de las deformaciones en frío que origina el marcado.

D.- RESPONSABILIDADES

El responsable de ejecutar el ensayo debe de tener un conocimiento completo del procedimiento. Además es necesario que tome las precauciones de seguridad cuando el péndulo se encuentre oscilando, rompa la probeta y cuando sea peligroso tocarla la probeta con las manos (por ejemplo cuando se ha enfriado o calentado por un medio).

E.- DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

E.1 Preparación de los aparatos

Realizar una rutina para revisar la máquina de ensayo al inicio de cada ensayo, esta revisión consiste básicamente de:

- a) Examen visual : revisar la condición del péndulo y el estado de los apoyos.
- b) Verificar que la máquina se encuentra en la posición cero.
- c) Revisar que las pérdidas por fricción se encuentren en el rango de las tolerancias, para ello es necesario que: levante el péndulo a la posición de ensayo, mueva el indicador al lado negativo del cero, suelte el péndulo y permitir cinco ciclos , para el sexto balance delantero, ponga el valor indicado por el indicador entre 5 y 10% de la capacidad de la balanza del dial, después del sexto balance delantero registre el valor indicado por el indicador, convierta la lectura a energía (si es necesario), divida el resultado entre 11, entonces divida por el valor de máximo del rango de la escala y multiplíquelo por 100 para conseguir el porcentaje de fricción. El resultado, de la fricción, no deben exceder 0.4% de capacidad del rango de la escala que se prueba

y no debe cambiar por más de 5% de medidas de fricción previamente hechas en la máquina.

E.2 Colocación de probeta.

La probeta se coloca exactamente sobre los apoyos de forma que el plano de simetría de la entalla sea más de 0.5 mm del plano de simetría de los mencionados apoyos. La caras de la probeta debe de colocarse en el soporte de forma que la arista de la maza golpee la cara opuesta a la entalla (véase figura 2).

E.2 Temperatura

Las normativa del producto no especifican una temperatura de ensayo, está deberá de encontrarse entre $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Si la norma del producto indica la temperatura la tolerancia es de $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Si el ensayo debe de realizarse a temperatura diferente de la temperatura ambiente, la probeta debe de sumergirse en un medio refrigerante o de calentamiento durante un período de tiempo suficiente para que toda ella alcance la temperatura especificada (por ejemplo: al menos, 10 min en un medio líquido, o 30 min en medio gaseoso). La probeta se debe de romper antes de los 5 s contados a partir del momento en que se saca del medio acondicionador.

El dispositivo para extraer y colocar la probeta debe de permitir ser utilizado de forma que la temperatura de la probeta se mantenga dentro de la tolerancia establecida.

E.3 Lectura de resultados

Si durante el ensayo, la probeta se deforma, pero no se rompe, no puede determinarse la energía absorbida. En el informe del ensayo deberá indicarse que la probeta no se ha roto para xJ.

Es de importancia destacar que solamente son comparables los resultados obtenidos con probetas de iguales medidas, además no existe un método general para la conversión de los resultados obtenidos por un procedimiento de ensayo.

E.4 Informe del ensayo.

El informe del ensayo debe de incluir, los siguientes datos:

- a) El tipo y mediciones de la probeta
- b) La identificación de la probeta (tipo de material, número de colada, etc.)
- c) Si se conoce, el sentido de la muestra y orientación de la probeta.
- d) Energía nominal de la masa
- e) Temperatura del ensayo
- f) Energía absorbida, en julios.

9. Procedimiento para el ensayo de dureza Rockwell

A. Introducción

La dureza Rockwell provee de mucha información acerca de los materiales metálicos. Esta información puede relacionarse con esfuerzo de tensión, resistencia al rayado, la ductibilidad y otras características físicas de materiales mecánicos y pueden ser usado para control de calidad y selección de materiales.

La prueba de dureza Rockwell en una localización específica de la pieza no representa las características físicas de toda la pieza o del producto final.

B. Preparación de las probetas

El ensayo debe de realizarse sobre una superficie libre y plana, exenta de óxido y materias extrañas, especialmente lubricantes. La incorrecta preparación de la probeta puede llevar a una alteración en la dureza del material.

La preparación de la probeta debe de realizarse de tal manera que toda alteración de dureza superficial sea mínima.

El espesor de la probeta o de la capa superficial objeto de ensayo, debe de ser al menos igual a diez veces el aumento remanente de la profundidad de la huella e . Ver fig. 2. y fig. 3 de anexo.

Después del ensayo, no debe de apreciarse deformación en la superficie opuesta de la probeta.

Para los ensayos realizados en superficies cilíndricas convexas o superficies esféricas. Deben de aplicarse las correcciones dadas en las tablas de las normas de referencias indicadas en el apéndice

C. Descripción del procedimiento

El método consiste en hacer una impresión en una muestra del producto que se ensaya aplicando dos cargas sucesivas a un penetrador (cono de diamante o bola de acero) y medir el remanente e , de la profundidad de la huella producida, véase figura 1

Antes de iniciar la prueba de dureza se deberá de comprobar que:

- la máquina este correctamente instalada;

- la parte móvil portadora del penetrador puede deslizarse en su dispositivo de guía por su propio peso, sin que exista apreciable vibración.
- el portapenetrador esté solidamente montado;
- La máquina puede ponerse en carga y descarga sin choques ni vibraciones de forma que las lecturas no resulten afectadas;
- Las deformaciones del bastidor no afecten las lecturas, estas deformaciones se pueden evitar empleando un dispositivo que bloquee la probeta contra la parte de atrás del bastidor . la fuerza de bloqueo debe de ser necesariamente superior a la carga total y permanecer constante.

El ensayo normalmente se efectúa a la temperatura ambiente, cuando ésta está comprendida entre 0 y 40 ° C . si se estima necesario realizar el ensayo en condiciones controladas se hará a 20 ± 2 °C.

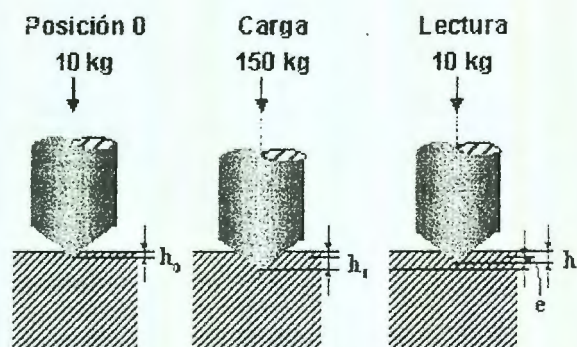


Fig 1 Superficie de la probeta de ensayo en el ensayo Rockwell

La Probeta se coloca en el soporte rigidamente para evitar el efecto de desplazamiento que pueda ocurrir durante la prueba.

Se selecciona la carga según escala de dureza

Se coloca el indentador en contacto con la superficie de prueba y se aplica preliminarmente la fuerza F_0 de 10 Kgf (98 N). En dirección perpendicular a la superficie sin choques ni vibraciones, el tiempo de la fuerza preliminar no debe de exceder de 3 s.

Estableciendo la posición de referencia (ver el manual de Instrucción del Fabricante) e incrementándose la fuerza, sin choques ni vibraciones por un periodo de 1 a 8 s. Para el valor adicional de la fuerza de prueba F .

Mientras se mantiene la fuerza preliminar F_0 . Retirar la fuerza F siguiendo las condiciones siguientes:

- ✓ para materiales que bajo condiciones de prueba no presentan plasticidad remover F dentro de 3 segundos después de haber aplicado la fuerza total.
- ✓ Para los materiales que, bajo las condiciones de prueba presentan alguna plasticidad con el tiempo remover F de 5 a 6 segundos cuando se usa indentador de diamante y dentro de 6 a 8 segundos cuando se use bola de acero.
- ✓ para materiales que presenten deformación plástica importante la duración de F será inferior a 10 seg. Ni mayor a 15 seg.

Tomar la lectura en la escala adecuada

La distancia entre los centros de dos huellas próximas debe de ser, como mínimo, 4 veces el diámetro de la huella (con un mínimo de 2 mm).

La distancia del centro de la huella al borde la probeta debe de ser, como mínimo 2.5 veces el diámetro de la huella (con un mínimo de 1 mm).

ANEXO

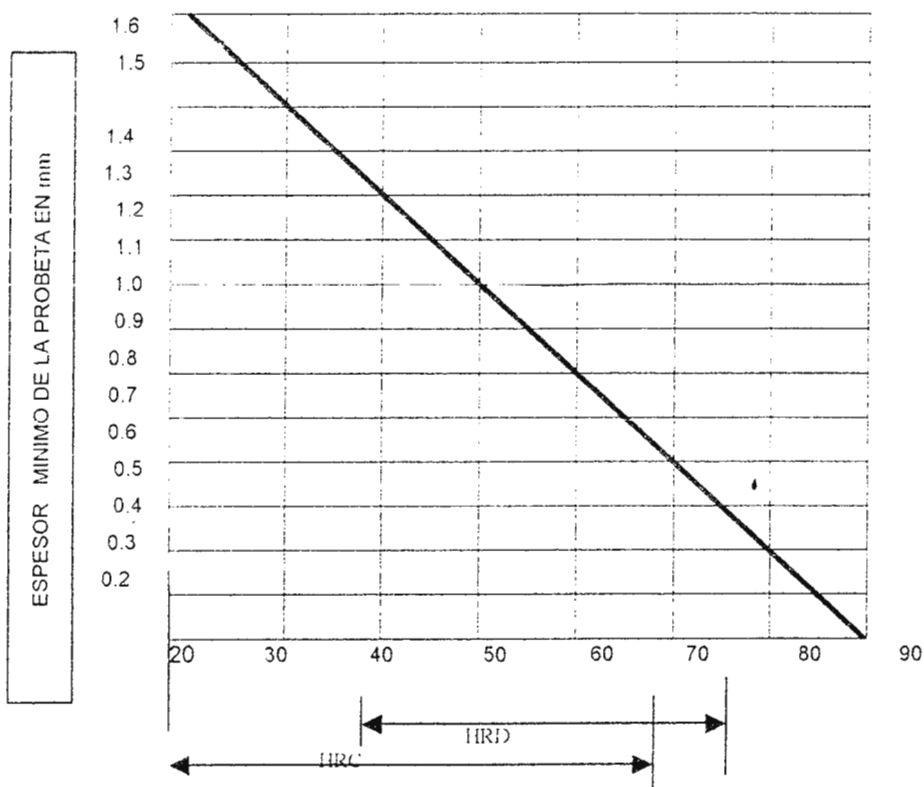
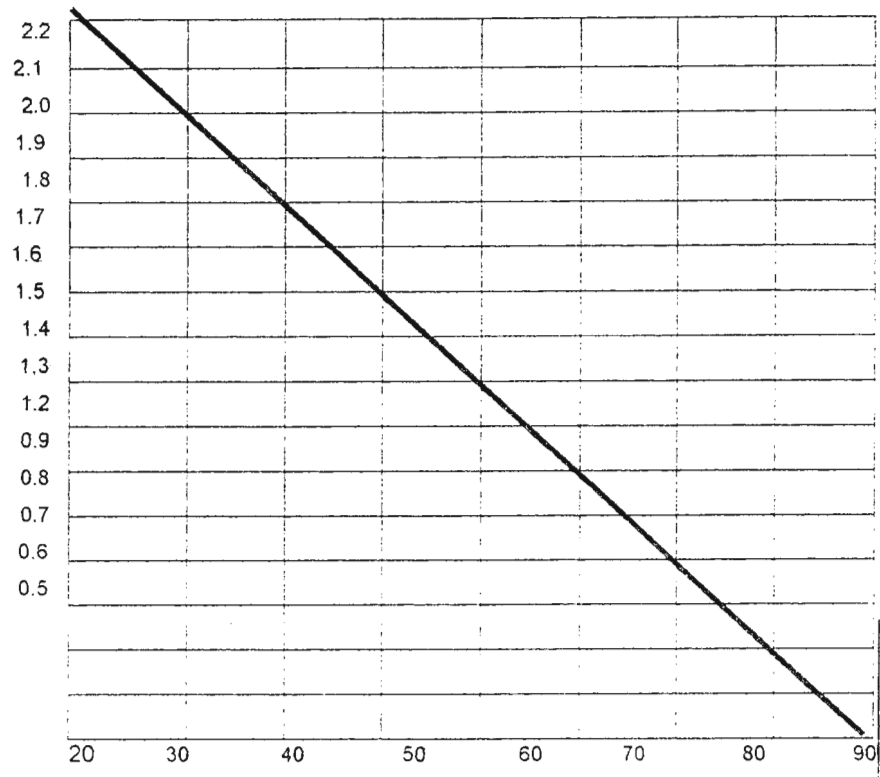


FIG. 2 ENSAYO CON CONO DE DIAMANTE (HRC,HRD)

ESPESOR MÍNIMO DE LA PROBETA EN mm.



100

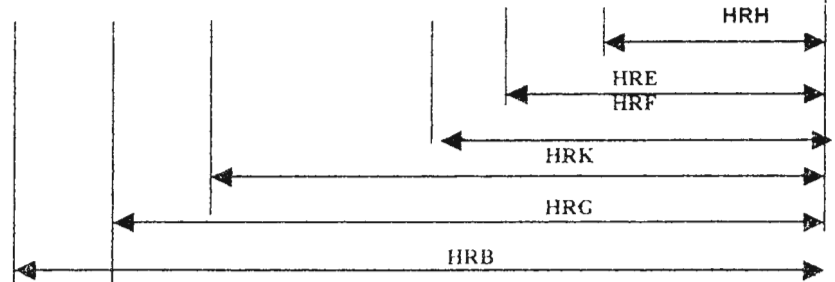


FIG. 3 ENSAYO CON BOLA DE ACERO (HRB.HRE.HRF.HRG.HRH.HRK)

10. Procedimiento de ensayo de dureza Brinell

A. Introducción

La prueba de dureza Brinell es una prueba de dureza por indentación empírica. La prueba Brinell Provee información acerca de los materiales metálicos, esta información esta relacionada con el esfuerzo de tensión resistencia al rayado, ductibilidad, además de otras características acerca del material. Puede ser usa para el control de calidad y selección de materiales. La dureza Brinell en una localización especifica en una pieza no representa las características físicas de toda la pieza como producto final

La dureza Brinell es una prueba considerada satisfactoria como aceptación de envíos comerciales y ha sido usada extensamente en la industria para este propósito

B. Probeta

El ensayo debe de efectuarse sobre una superficie lisa y plana, exenta de oxido y materias extrañas y en especial de lubricantes.

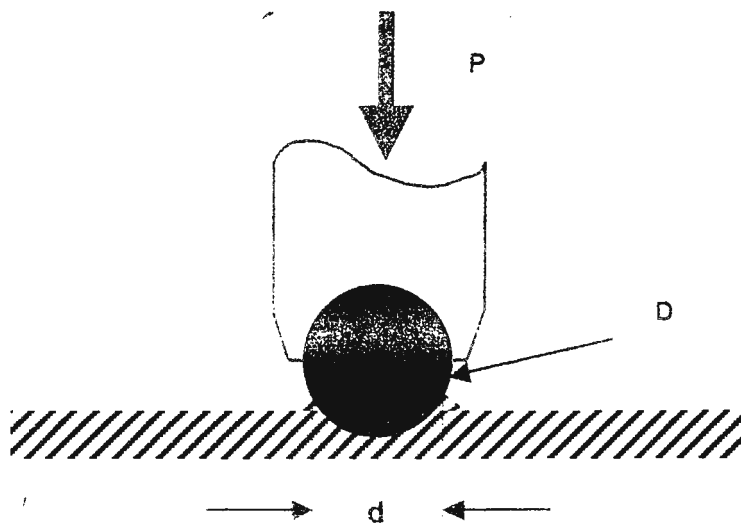
La preparación de la superficie debe de efectuarse de modo que la alteración debida al calentamiento o a la deformación en frío sea mínima.

El espesor de la probeta deberá ser por lo menos igual a ocho veces la profundidad de la huella.

Después del ensayo, no debe observarse ninguna deformación en la cara opuesta de la probeta

C. Descripción del Procedimiento

El ensayo consiste en hacer una huella con un penetrador en la superficie de una probeta y medir el diámetro de dicha huella, véase figura siguiente:



1) El ensayo se realiza generalmente a temperatura ambiente

2) La probeta debe colocarse sobre un soporte rígido, las superficies de contacto deben de estar limpias y exentas de cuerpos extraños (óxidos , aceite ,suciedad, etc). 3) El espesor de esta deberá de ser por lo menos ocho veces la profundidad de la huella. Ver espesores mínimos en el anexo B

4) Se pone el penetrador en contacto con la probeta de ensayo y se le aplica la carga perpendicularmente, hasta que se alcance el valor especificado. El tiempo entre la aplicación de la carga y la carga total debe de estar entre 2 y 8 seg. Se mantiene la carga entre 10 a 15 seg.

5) La distancia entre el centro de la huella al borde de la probeta debe de ser al menos igual a 2.5 veces el diámetro medio de la huella en el caso de acero, fundición, cobre, y sus aleaciones y en el caso de materiales ligeros como plomo, estaño y sus aleaciones de al menos igual a 6 veces el diámetro medio de la huella.

6) La carga de ensayo debe elegirse de tal forma que el diámetro de la huella, d , este comprendido entre los valores $0.24D$ y $0.6D$

7) La relación $0.102F/D$ deberá de elegirse dependiendo de la naturaleza del metal y la dureza según se indica en el anexo B.

8) La selección de la carga es de acuerdo a lo establecido en el anexo C

D. Informe del ensayo

El acta de ensayo deberá de contener los datos siguientes:

- 1) Referencia de la norma aplicada
- 2) Todos los datos necesarios para la identificación de la muestra
- 3) Resultado obtenido
- 4) Todas las especificaciones no especificadas o consideradas como facultativas
- 5) Los detalles de todo incidente, en caso de tener influencia en los resultados

E Verificación

1) Antes de verificar la maquina de ensayo deberá comprobarse que:

- ✓ La maquina está correctamente instalada
- ✓ La parte móvil portadora de la bola puede deslizarse en su dispositivo de guía por su propio peso
- ✓ El porta bola , equipado con una bola nueva perteneciente a un lote ya verificado, está solidamente montado en la parte móvil
- ✓ La maquina puede cargarse y descargarse sin choques ni vibraciones de forma que las lecturas no resulten afectadas

2) Comprobación de la carga

- ✓ Debe de comprobarse cada carga de ensayo y cada medición se efectuará, al menos, para tres posiciones del equipo móvil, a lo largo de su recorrido.
- ✓ La carga de ensayo se medirá por uno de los dos procedimientos siguientes:
- ✓ Con ayuda de un dinamómetro previamente contrastado con error menor de $\pm 0.2 \%$.
- ✓ Por comparación con una carga determinada con error menor de $\pm 0.2 \%$ aplicada por medio de masas contrastadas que actúan sobre un brazo de palanca.

3) Comprobación de los penetradores

- ✓ La comprobación de las medidas y de la dureza de los penetradores se hará tomando al azar una muestra por lote . Las bolas de lote utilizadas para comprobar la dureza deberán de ser desechadas.
- ✓ Las bolas debe de estar pulida y exenta de defectos apreciables a simple vista.
- ✓ El utilizador debe de medir las bolas para comprobar que presentan las medidas que las caracterizan .

ANEXO A

Tabla 2: Espesores mínimos (mm) de las piezas para ensayo Brinell.

Diámetro de bola en mm	Carga en Kg.	Dureza Brinell (Kg./mm ²)								
		40	60	80	100	150	200	300	400	500
2.5	31.25	1.00	0.66	0.50	0.40	0.26	---	---	---	---
	62.5	2.00	1.30	1.00	0.80	0.53	0.40	---	---	---
	187.5	---	---	---	2.40	1.60	1.20	0.80	0.60	0.48
5	31.25	0.50	0.33	---	---	---	---	---	---	---
	62.5	1.00	0.66	0.50	0.40	---	---	---	---	---

ANEXO B

MATERIAL	DUREZA BRINELL	$0.102 F / D^2$
Acero		30
Fundición	140	10
	> 140	30
Cobre y aleaciones De Cobre	35	5
	35 a 200	10
	> 200	30
Metales ligeros y sus aleaciones	35	1.25 ; 2.5
	35 a 80	5. 10. 15
	> 80	10. 15
Plomo, Estaño		1 - 1.25

ANEXO C

SÍMBOLO DE DUREZA	DE	DIÁMETRO DE LA BOLA D MM	$0.102 F / D^2$	CARGA DE ENSAYO F VALOR NOMINAL
HBS (HBW) 10/300		10	30	29.42 KN
HBS (HBW) 10/1500		10	15	14.71 KN
HBS (HBW) 10/1000		10	10	9.807 KN
HBS (HBW) 10/500		10	5	4.903 KN
HBS (HBW) 10/250		10	2.5	2.452 KN
HBS (HBW) 10/125		10	1.25	1.226 KN
HBS (HBW) 10/100		10	1	980.7 N
HBS (HBW) 5 750		5	30	7.355 KN
HBS (HBW) 5 / 250		5	10	2.452 KN
HBS (HBW) 5/125		5	5	1.226 KN
HBS (HBW) 5/ 62.5		5	2.5	612.9 KN
HBS (HBW) 5/31.25		5	1.25	306.5 KN
HBS (HBW) 5/25		5	1	245.2 KN
HBS (HBW) 2.5/187.5		2.5	30	1.839 KN
HBS (HBW) 2.5/62.5		2.5	10	612.9 N
HBS (HBW) 2.5/31.25		2.5	5	306.5 KN
HBS(HBW)2.5/15.62		2.5	2.5	153.2 N
HBS (HBW) 2.5/7.812		2.5	1.25	76.61 N
HBS (HBW) 2.5/6.25		2.5	1	61.29 N

11. Procedimiento de ensayo de dureza Vickers

A. Introducción

El **Ensayo de dureza Vickers** (Vickers hardness test) es un método de ensayo de dureza por penetración (indentación) en una máquina calibrada a una fuerza y un penetrador de diamante con una base cuadrada piramidal, ejecutándose por medio de la aplicación de una carga sobre una superficie de la probeta (pieza ensayada), donde se miden las diagonales de la impresión resultante después de retirar la fuerza aplicada.

B. ELEMENTOS UTILIZADOS.

B.1 Máquina de ensayo

La máquina de ensayo debe de poseer soportes especiales para las probetas y un mecanismo que permita aplicar la carga preestablecida uniformemente, con el penetrador sobre la superficie de la probeta, donde el tiempo de ejecución debe de poder ser prefijado. El diseño de la máquina debe ser tal que no permita ningún movimiento vibratorio o lateral del indentador o de la probeta cuando la fuerza es aplicada o removida. Usualmente suele disponerse de dispositivos de montaje del microscopio en la máquina, lo que facilita la toma de lecturas. Para más detalles sobre las especificaciones revise la norma indicadas en el apéndice 1.

B.2 Penetrador

El penetrador debe de poseer una superficie completamente pulida, puntiaguda, un diamante en forma de una pirámide recta de base cuadrada, donde los ángulos entre las caras deberán de ser de $136^{\circ} \pm 30 \text{ min}$.

Las cuatro caras del penetrador deben de tener la misma inclinación con respecto al eje de indentación (con una tolerancia máxima de $\pm 30 \text{ min}$), y las líneas de unión entre las caras no debe ser mayor que 0.001mm de longitud.

B.3 Dispositivo de medida

La lectura de las diagonales se realizará con el microscopio de manera que permita incertidumbres de 0.1 % para diagonales mayores de 0.2 mm y con 0.0002 mm para diagonales inferiores o iguales a 0.2 mm (conforme lo especificado en Norma UNE 7 - 297); para una precisión de 0.0005 mm o $\pm 0.5\%$ de la longitud de las diagonales (según ASTM E92 – 82).

B.4 Probetas

El ensayo debe de efectuarse sobre una superficie lisa y plana, exentas de oxidos y materias extrañas, y particularmente de lubricantes. El grado de acabado de la superficie debe de permitir una medición precisa de las diagonales de la huella.

La preparación de la superficie debe de efectuarse de modo que la alteración debida al calentamiento o a la deformación en frío sea mínima.

El espesor de la probeta o de la capa superficial a ensayar debe ser superior a o igual a 1.5 veces la diagonal de la huella

Después del ensayo no debe observarse ninguna deformación en la cara opuesta de la probeta. Los espesores mínimos de la probeta en función de la carga de ensayo y de la dureza puede observarse en figura 1.

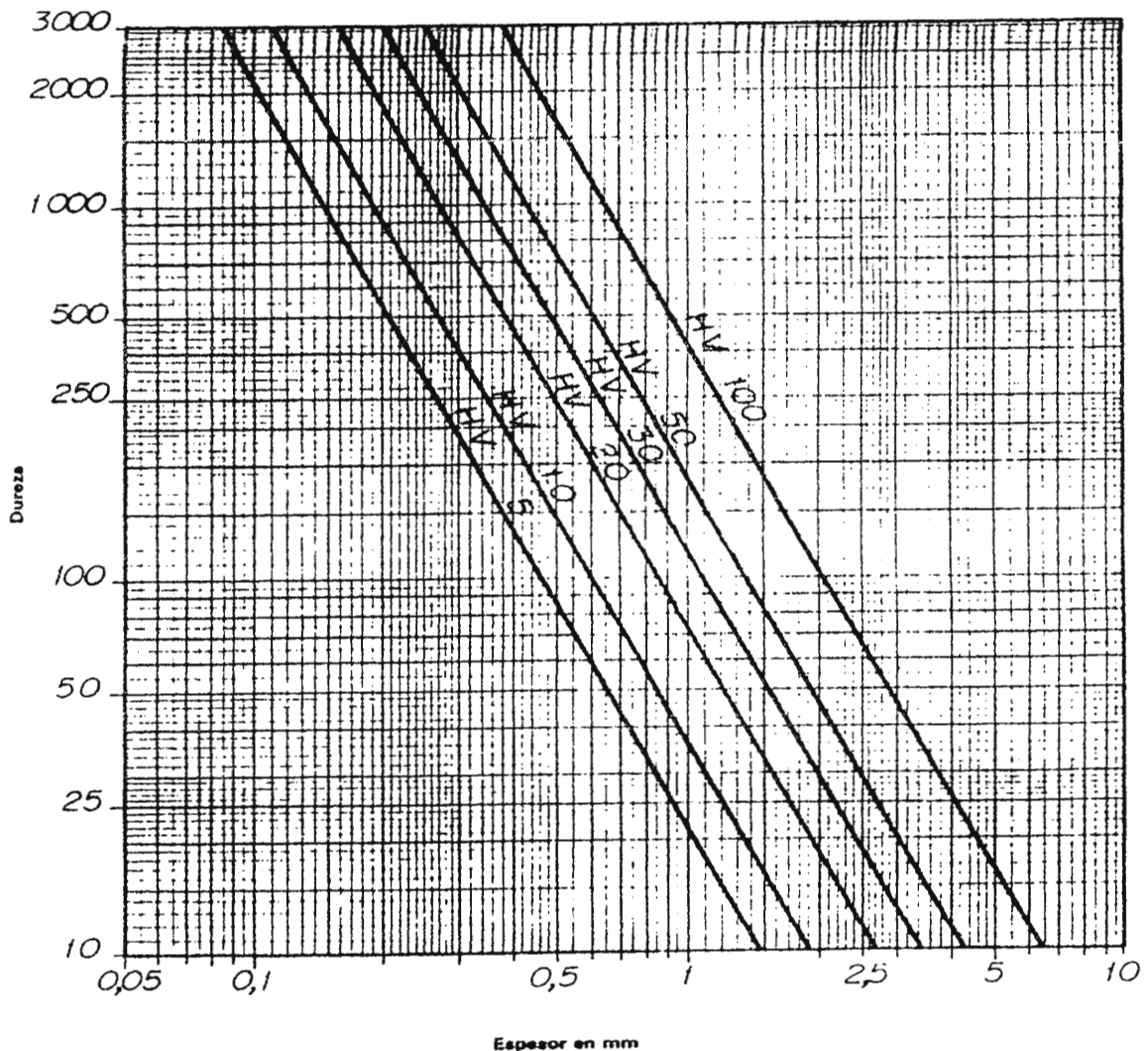


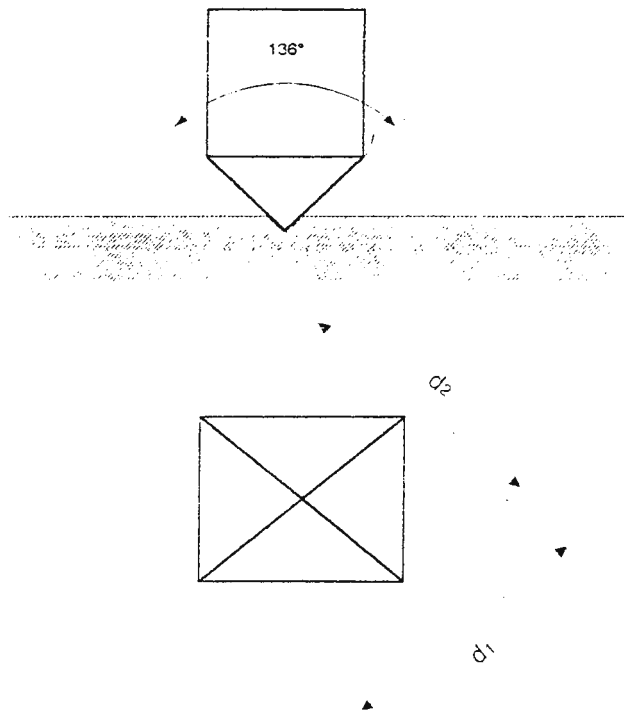
Figura 1

Para los ensayos efectuados sobre superficies curvas, se utilizarán los coeficientes de corrección presentados en el anexo A

Para las probetas de pequeñas sección o forma irregular, puede ser necesario emplear soportes especiales.

C. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

El ensayo consiste en hacer, sobre la superficie de una probeta, una huella con un penetrador en forma de pirámide recta de base cuadrada, con determinado ángulo en el vértice y medir la diagonal de dicha huella después de quitar la carga F (véase figura 2).



Dibujó: MASR

Figura 2

- 1) El ensayo se ejecuta generalmente a temperatura ambiente (entre 10°C y 35°C). Cuando se requiere de condiciones controladas de temperatura, el ensayo se efectuará a 23°C , salvo indicaciones expresas en la norma del producto.
- 2) El ensayo debe efectuarse en una superficie lisa y plana, exentas de óxido y materias extrañas, particularmente de lubricantes
- 3) La selección de la carga se realiza según lo indicado en el anexo B (véase tabla 1), la fuerza que puede usarse varía de 1 a 120kgf dependiendo de los requerimientos del ensayo. Para materiales homogéneos es importante aclarar que el número de dureza es independiente de la

fuerza, esta condición puede no estar presente en casos donde la variación de dureza (gradiente de dureza) esta presente entre la superficie de la probeta y el interior de ella.

4) El penetrador se pone en contacto con la superficie de ensayo y se aplica la carga perpendicularmente a la superficie, sin choques ni vibraciones

El tiempo transcurrido entre el comienzo de la aplicación de la carga y la carga total debe de estar comprendido entre 2 y 8 seg. Se mantiene esta carga entre 10 a 15 seg.

5) La lectura de las diagonales se realizara con el microscopio de manera que permita incertidumbres de 0.1 % para diagonales mayores de 0.2 mm y con 0.0002 mm para diagonales inferiores o iguales a 0.2 mm

6) La distancia del centro de la huella al borde de la probeta debe ser mayor o igual a 2.5 veces la diagonal media de la huella en el caso del acero, cobre y sus aleaciones, y mayor o igual a 3 veces la diagonal media de la huella en el caso de materiales ligeros, plomo, estaño y sus aleaciones.

El espesor de la probeta a ensayar debe igual o mayor a 1.5 veces la diagonal de la huella.

D. Informe del ensayo

El informe del ensayo deberá de contener los datos siguientes:

- a) Referencia de la norma aplicada
- b) Todos los datos necesarios para la identificación de la muestra
- c) Resultado obtenido
- d) todas las especificaciones no especificadas o consideradas como facultativas
- e) Los detalles de todo incidente, en caso de tener influencia en los resultados

E - ANEXO

Anexo A

Factores para superficies esféricas (según ASTM E92 , tabla 4).

Factores de corrección para ensayos Vickers

Superficie convexa		Superficie concava	
d/D^A	Factor	d/D^A	Factor
0.004	0.995	0.004	1.005
0.009	0.990	0.008	1.010
0.013	0.985	0.012	1.015
0.018	0.980	0.016	1.020
0.023	0.975	0.020	1.025
0.028	0.970	0.024	1.030
0.033	0.965	0.028	1.035
0.038	0.960	0.031	1.040
0.043	0.955	0.035	1.045
0.049	0.950	0.038	1.050
0.055	0.945	0.041	1.055
0.061	0.940	0.045	1.060
0.067	0.935	0.048	1.065
0.073	0.930	0.051	1.070
0.079	0.925	0.054	1.075
0.086	0.920	0.057	1.080
0.093	0.915	0.060	1.085
0.100	0.910	0.063	1.090
0.107	0.905	0.066	1.095
0.114	0.900	0.069	1.100
0.122	0.895	0.071	1.105
0.130	0.890	0.074	1.110
0.139	0.885	0.077	1.115
0.147	0.880	0.079	1.200
0.156	0.875	0.082	1.125
0.165	0.870	0.084	1.130
0.175	0.865	0.087	1.135
0.185	0.860	0.089	1.140
0.195	0.855	0.091	1.145
0.206	0.850	0.094	1.150

Factores para superficies cilíndricas (según ASTM E92 , tabla 5).

Factores de corrección superficies cilíndricas

(Diagonales a 45° con el eje)

Superficie convexa		Superficie concava	
d/D	Factor	d/D	Factor
0.009	0.995	0.009	1.005
0.017	0.990	0.017	1.020
0.026	0.985	0.025	1.015
0.035	0.980	0.034	1.020
0.044	0.975	0.042	1.025
0.053	0.970	0.050	1.030
0.062	0.965	0.058	1.035
0.071	0.960	0.066	1.040
0.081	0.955	0.074	1.045
0.090	0.950	0.082	1.050
0.100	0.945	0.089	1.055
0.109	0.940	0.097	1.060
0.119	0.935	0.104	1.065
0.129	0.930	0.112	1.070
0.139	0.925	0.119	1.075
0.149	0.920	0.127	1.080
0.159	0.915	0.134	1.085
0.169	0.910	0.141	1.090
0.179	0.905	0.148	1.095
0.189	0.900	0.155	1.100
0.200	0.895	0.162	1.105
		0.169	1.110
		0.176	1.115
		0.183	1.120
		0.189	1.125
		0.196	1.130
		0.203	1.135
		0.209	1.140
		0.216	1.140
		0.222	1.150

D = diámetro del cilindro
d = medida de la diagonal en mm

Factores para superficies cilíndricas (según ASTM E92 , tabla 6).

Corrección para superficies cilíndricas
(Una diagonal paralela al eje)

Superficie convexa		Superficie concava	
d/D	factor	d/D	factor
0.009	0.995	0.048	1.035
0.019	0.990	0.053	1.040
0.029	0.985	0.058	1.045
0.041	0.980	0.063	1.050
0.054	0.975	0.067	1.055
0.068	0.970	0.071	1.060
0.085	0.965	0.076	1.065
0.104	0.960	0.079	1.070
0.126	0.955	0.083	1.075
0.153	0.950	0.087	1.080
0.189	0.945	0.090	1.085
0.243	0.940	0.093	1.090
		0.097	1.095
		0.100	1.100
		0.103	1.105
		0.105	1.110
		0.108	1.115
		0.111	1.120
		0.113	1.125
		0.116	1.130
		0.118	1.135
		0.120	1.140
		0.123	1.145
		0.125	1.150

D = diámetro del cilindro

Ejemplos de aplicación de los correctores:

a) Esfera convexa

Diámetro de la esfera de D = 10mm

Carga F = 10Kgf

Medida de la impresión de la diagonal d = 0.150mm

$d / D = 0.015$

Por fórmula HV = 824

Por interpolación (tabla 4 de ASTM E92) factor = 0.983

La dureza de la esfera es = $824 \times 0.983 = 810 \text{ HV } 10$

Anexo B

Tabla 1

SÍMBOLO DE DUREZA	CARGA NOMINAL DE ENSAYO F (N)
HV 0.2	1.961
HV 0.3	2.942
HV 0.5	4.903
HV 1	9.807
HV 2	19.61
HV 2.5	24.52
HV 3	29.42
HV 5	49.03
HV 10	98.07
HV 20	196.1
HV 30	294.2
HV 50	490.3
HV 100	980.7

12. Características de suministro y recepción de los principales productos metálicos .

1.CONDICIONES DE SUMINISTRO PARA ACEROS INOXIDABLES, FORJADOS O LAMINADOS. DE USO GENERAL

La elección del tipo de suministro debe especificarse en el pedido y los productos se suministran por coladas separadas.

Ensayos

En el caso de realizarse recepción técnica, si así se ha especificado en el pedido, los ensayos se extenderán al análisis químico sobre colada y a los ensayos precisos para la comprobación de la composición química y las características mecánicas garantizadas

- ✓ **Unidades de recepción** : Se consideran como unidades de recepción los productos de igual sección y procedentes de la misma colada. Cuando en la recepción se haya previsto la comprobación de las características mecánicas, la unidad de recepción se restringirá a los productos que hayan sufrido el mismo tratamiento térmico simultáneamente, y/ o el mismo proceso de conformación en frío. para productos tratados en continuo, la unidad de recepción será como máximo de 25 toneladas
- ✓ **Composición química** : El análisis de colada será facilitado por el fabricante en todos los casos. Cuando se ha convenido análisis sobre producto, se tomara como mínimo una muestra por colada. La muestra se obtendrá tomando viruta, en forma regular, del total del área de la sección del producto a controlar, de esta misma se toma para los ensayos mecánicos. Una muestra se destinará al laboratorio encargado del análisis y la otra quedara en reserva.
- ✓ **Numero de muestras**: Por cada unidad de recepción se tomará una muestra constituida por un trozo de producto. De esta muestra se obtendrán una probeta de tracción, una de doblado, cuando sea necesario, y tres probetas de resiliencia, por medio de mecanizado con el eje en dirección de la fibra. Para chapas y bandas se podrán utilizar probetas transversales

2. CONDICIONES TECNICAS DE SUMINISTRO Y RECEPCION DE ACEROS ALEADOS PARA TEMPLE Y REVENIDO

1.) Ensayos de recepción :

En el caso de realizarse recepción técnica, los ensayos se extenderán a los necesarios para la comprobación de las características requeridas para el estado de suministro que en cada caso se haya convenido

- ✓ **Unidades de recepción :** Se consideraran como tales los lotes formados por lotes de la misma colada, que hayan sufrido igual tratamiento térmico en una misma hornada, o cada 25 t o fracción en el caso de tratamiento continuo. Cada lote comprenderá solamente productos del mismo tipo de sección, salvo convenio especial siempre

2) Análisis químico :

El análisis químico de colada facilitado por el fabricante es valido en todos los casos de recepción. El análisis sobre producto solamente se realizará si está indicado explícitamente en el pedido. La muestra se obtendrá tomando viruta, en forma regular de total del área de la sección del producto a controlar. Por lo general en la misma muestra que se toma para los ensayos mecánicos, se tomarán dos muestras, una para el ensayo y otra que quedara en reserva.

3) Ensayos mecánicos :

Se tomara una muestra por lote, de aquí se sacaran las probetas para los ensayos de tracción o de dureza una, y tres para el ensayo de resiliencia

4) Ensayos de templabilidad :

Para el ensayo se tomará una muestra por lote cortando un trozo con la sección total del producto

- ✓ **Ensayos nulos :** Los ensayos mecánicos o el de templabilidad quedarán anulados cuando el resultado de los mismos haya sido producido por defecto en su ejecución, el nuevo ensayo se realizará en las condiciones anteriormente descritas.

Se entiende por defecto de ejecución un tratamiento térmico inadecuado de la probeta, un mecanizado defectuoso de la misma, un montaje incorrecto de la máquina de ensayos, un funcionamiento deficiente de esta última o cualquier otra anomalía análoga.

- ✓ **Si el material se suministra en estado de temple y revenido :** el fabricante

podrá retirar el material para un nuevo tratamiento si el resultado de los ensayos fuera deficitario, procediéndose entonces a un nuevo ensayo.

Si el material se suministra con exigencia de dureza en estado distinto al de temple y revenido y el valor obtenido no satisface lo especificado, el fabricante podrá presentar a nueva recepción la unidad rechazada después de nuevo tratamiento.

5) Contra ensayos :

Cuando los resultados en los ensayos mecánicos resulten deficitarios se podrán realizar contra ensayos de acuerdo con los siguientes criterios.

Tracción. Dos nuevos ensayos por cada ensayo deficitario. Si los dos nuevos ensayos son correctos la unidad de recepción que representan será aceptada. Si uno de ellos es deficitario aquélla será rechazada.

Resiliencia. Si la media aritmética de las tres determinaciones realizadas no alcanza el valor requerido se hará un nuevo ensayo sobre tres probetas. Si la media de los seis resultados es superior al valor especificado, la unidad de recepción será aceptada. En caso contrario todos los productos de igual o mayor sección serán rechazados a no ser que de común acuerdo se convenga el control pieza a pieza. Los productos restantes de menor sección serán considerados como una nueva unidad de recepción que deberá ensayarse.

En general son aceptables productos con defectos superficiales o internos que no perjudiquen la correcta utilización, del producto.

Por acuerdo previo podrá determinarse el contenido de macro inclusiones para definir la limpieza de las coladas. El acuerdo deberá establecer el método a emplear, la toma de muestras y el número de éstas, así como los valores máximos obtenidos por la aplicación del método acordado que se consideren aceptables para el fin a que se destinen los productos

3. CONDICIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO Y RECEPCIÓN DE ACEROS PARA CEMENTAR

1. Estados de suministro

Los estados de suministro considerados como básicos son los siguientes:

- ✓ Estado bruto de laminación.
- ✓ Estado de recocido.
- ✓ Estado de tratamiento para mejorar la maquinabilidad.

a) Suministro en estado bruto de laminación:

Cuando por acuerdo previo se establezca este estado de suministro, se exigirá al fabricante que los productos suministrados cumplan con la composición química de colada, composición química sobre producto y las propiedades mecánicas sobre probeta de referencia tratada en condiciones simuladas de cementación, La dureza Brinell máxima en el producto habrá de convenirse en el pedido entre fabricante y cliente.

b) Suministro en estado de recocido

Los productos se suministrarán, salvo acuerdo previo, en este estado, debiendo cumplir con las siguientes características: la composición química de colada, la composición química sobre producto, las propiedades mecánicas sobre probeta de referencia, tratada en condiciones de cementación simulada y la dureza Brinell

c) Suministro en estado de tratamiento para mejorar la maquinabilidad :

Cuando por acuerdo previo se establezca este estado de suministro, los productos cumplirán las características siguientes: la composición química sobre colada, la composición química sobre producto, las propiedades mecánicas sobre probeta de referencia tratada en condiciones de cementación simulada, y la dureza Brinell.

El tratamiento necesario para lograr la dureza requerida queda a elección del fabricante a no ser que previamente se acuerde otra cosa.

d) Suministros en estado bruto de laminación, recocido o con tratamiento para mejorar la maquinabilidad con templabilidad requerida:

Cuando por acuerdo se establezcan estos estados de suministro para los aceros aleados, se exigirá que la curva de templabilidad Jominy esté comprendida dentro de la banda de templabilidad. En estos casos no se responderá de las propiedades mecánicas sobre probeta de referencia.

e) Suministros en estado bruto de laminación, recocido o con tratamiento para mejorar la maquinabilidad, con templabilidad o características mecánicas sobre probeta de referencia y con exigencia en cuanto a tamaño de grano:

En el caso en que se solicite un acero con prescripción de tamaño de grano a las condiciones indicadas en los *apartados anteriores de suministro* se les añadirá la exigencia sobre el tamaño de grano. Será 5 o más fino para los aceros de grano fino ó 5 o más grueso para los aceros de grano grueso.

f) Otros estados de suministro:

Por acuerdo previo entre fabricante y cliente, podrán establecerse otros estados de suministro. En el acuerdo previo se establecerán todos los detalles de estado y características que se pueden exigir.

Previa indicación en el pedido, éste podrá suministrarse con garantía del fabricante o con recepción técnica realizada por un agente del comprador.

En el primer caso, el fabricante facilitará un certificado y según el tipo de certificado solicitado realizará los ensayos que estime oportunos para garantizar las características que según el estado de suministro requerido sean objeto de garantía.

2.) Condiciones técnicas de suministro y recepción

a) Ensayos de recepción:

En el caso de realizarse recepción técnica, los ensayos se extenderán a los análisis químicos, ensayos mecánicos y a los de templabilidad necesarios para la comprobación de las características garantizadas, para el estado de suministro que en cada caso se haya convenido.

b) Unidades de recepción:

Se considerarán como tales los lotes formados por productos de la misma colada, que hayan sufrido igual tratamiento térmico en una misma hornada, o cada 16 t o fracción en el caso de tratamiento continuo. Cada lote comprenderá solamente productos del mismo tipo de sección, pero por convenio especial. se podrán agrupar redondos, hexagonales, cuadrados y también productos planos si en estos la anchura es como máximo tres veces el espesor.

Las áreas de los productos de un mismo lote pueden ser diferentes a condición de que la relación del área máxima al área mínima no sea superior a tres.

c) Análisis químico:

El análisis químico de colada facilitado por el fabricante será válido en todos los casos de recepción. El análisis sobre productos solamente se realizará si está indicado explícitamente en el pedido

La muestra se obtendrá tomando viruta, en forma regular, del total del área de la sección del producto a controlar, por lo general en la misma muestra que se toma para los ensayos mecánicos. De la viruta obtenida, y para el caso eventual de un arbitraje, se conservarán dos muestras en buenas condiciones y en cantidad suficiente para dos análisis completos.

Una de estas muestras se destinará al laboratorio encargado del análisis de arbitraje, designado de común acuerdo entre ambas partes. La otra muestra quedará en reserva.

d) Ensayos mecánicos:

Toma de muestras y preparación de probetas: De cada lote se tomará una muestra de la cual se obtendrán por forja las probetas necesarias para los ensayos a realizar: una para el ensayo de tracción o dureza y tres para el ensayo de resiliencia.

En los productos suministrados en estado de recocido o con tratamiento para mejorar la maquinabilidad, la dureza se medirá directamente en el producto, después de sometido al tratamiento térmico.

Las probetas de referencia tendrán un diámetro de 11, 30 a 63 mm. La medida elegida deberá indicarse en el pedido.

Se obtendrán por forja de muestras tomadas del producto hasta un diámetro lo más próximo posible a la medida elegida y se someterán a tratamiento térmico de cementación simulada. A partir de las probetas tratadas, se mecanizarán las probetas definitivas para el ensayo, en condiciones que excluyan cualquier calentamiento que pueda influir sobre las características a determinar.

Las probetas para los ensayos de tracción y de resiliencia se tomarán de estas probetas de referencia con el eje en la dirección de la fibra. En el caso de probetas de referencia de 11 y 30 mm, el eje de las probetas de ensayo coincidirá con el eje de la barra y en el caso de la probeta de referencia de 63 mm el eje de las probetas de ensayo estará situado a 12,5 mm de la superficie de aquella.

Cuando dos resultados en los ensayos mecánicos resulten deficitarios, se podrán realizar contra ensayos de acuerdo con los siguientes criterios:

Tracción: dos nuevos ensayos por cada ensayo deficitario. Si los dos nuevos ensayos son correctos la unidad de recepción que representan será aceptada. Si uno de ellos es deficitario aquella será rechazada.

Resiliencia: Si la media aritmética de las tres determinaciones no alcanza el valor requerido se hará un nuevo ensayo sobre otras tres probetas. Si la media de los seis resultados es superior al valor especificado, la unidad de recepción será aceptada. En caso contrario, todos los productos de igual o mayor sección serán rechazados a no ser que, de común acuerdo se convenga el control pieza a pieza. Los productos restantes de menor sección serán aceptados como una nueva unidad de recepción que deberá ensayarse.

e) Ensayos de templabilidad:

Para el ensayo se tomará una muestra por lote cortando un trozo con la sección total del producto, la probeta se obtendrá por mecanizado de un redondo de 30 a 32 mm de diámetro, obtenido por laminación o forja de la muestra si el producto es de mayor sección.

Por convenio especial entre fabricante y cliente, se podrá utilizar, en lugar del redondo laminado o forjado, una probeta moldeada de la misma sección.

f) Tamaño de grano:

En el acuerdo deberán establecerse la forma de toma de muestras, los tratamientos previos a la determinación del tamaño de grano y el tamaño aceptable obtenido por el procedimiento acordado.

g) Ensayos nulos:

Los ensayos mecánicos o el de la templabilidad quedarán anulados cuando el resultado deficitario de los mismos haya sido producido por defecto en su ejecución. El nuevo ensayo se realizará en las condiciones anteriormente descritas.

Se entiende por defecto de ejecución un tratamiento térmico inadecuado de la probeta, un mecanizado defectuoso de la misma, el montaje incorrecto en la máquina de ensayos, un funcionamiento deficiente de esta última o cualquier otra anomalía análoga.

3). Nueva presentación a recepción:

Si el material presentado a recepción no diera el resultado previsto en los ensayos y contra ensayos realizados, el fabricante podrá presentarlo nuevamente a recepción por una sola vez, después de un nuevo tratamiento térmico, operándose a continuación como si se tratara de una nueva unidad de recepción.

En general son aceptables productos con defectos superficiales o internos que no perjudiquen la correcta utilización del producto. En relación con los defectos superficiales, la profundidad de las incrustaciones de cascarilla, las grietas, las zonas descarburadas, etc., si procede, se

llegará a un acuerdo previo entre fabricante y cliente en función del fin a que se destine el producto.

4. CONDICIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO Y RECEPCIÓN ACEROS INOXIDABLES DE BARRAS, ALAMBRÓN Y PIEZAS..

1. Introducción

Se consideran aceros inoxidable los que se caracterizan por una resistencia particular a los ataques de los productos químicos; éstos aceros, en general, tienen un contenido en cromo, al menos, del 12% en masa y un contenido de carbono, como máximo, de 1,2% en masa.

2. Indicaciones que deben recogerse en el pedido

Para especificar, de forma completa, el pedido de un producto, deberá incluirse, además de la designación del tipo de acero los datos siguientes:

- ✓ cantidad deseada;
- ✓ forma del producto;
- ✓ medidas nominales del producto;
- ✓ tolerancias dimensionales admisibles;
- ✓ estado de suministro (acabado superficial y tratamiento térmico);
- ✓ tipo de certificado de inspección deseado;
- ✓ si se ha convenido inspección de control específico o de recepción, tipos de ensayos adicionales requeridos.

3. Proceso de elaboración

salvo acuerdo particular en el pedido, el proceso de elaboración de los aceros, se deja a elección del fabricante. Debe comunicarse al cliente, si éste lo solicita en el pedido.

4. Inspección y certificados

Para los productos destinados a aparatos de presión, es obligatorio un certificado de ensayo de control específico o de recepción.

Si se ha convenido un control no específico, en el certificado sólo incluirá el análisis de colada.

5. Ensayo de Recepción

En el caso de realizarse recepción técnica, los ensayos se extenderán a los análisis químicos y a los ensayos mecánicos necesarios para la comprobación de las características objeto de garantía, en el estado de suministro que cada caso se haya convenido.

5. CARACTERÍSTICAS DE SUMINISTRO Y RECEPCIÓN DE ACEROS NO ALEADOS PARA TEMPLE Y REVENIDO

1) Estados de suministro

Los Estados de suministros son los siguientes:

- a) Bruto de laminación en forja
- b) Recocido Subcrítico
- c) Normalizado
- d) Temple y revenido
- e) Estirado en Frío (calibrado).

2) Ensayos de Recepción

En el caso de realizarse recepciones técnicas, los ensayos se extenderán a los análisis químicos y a los ensayos mecánicos necesarios para la comprobación de las características objeto de garantía, para el estado de suministro que en cada caso se haya convenido.

3) Ensayos Mecánicos

Se tomaran una muestra por lote. De esta muestra habrá de obtener las probetas necesarios para los ensayos a realizar y que serán, una para el ensayo de Tracción o de dureza y tres para el ensayo de resiliencia

6. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y RECEPCIÓN DE PRODUCTOS LAMINADOS EN CALIENTE, DE ACERO NO ALEADO, PARA CONSTRUCCIONES METÁLICAS DE USO GENERAL

1. Información que debe de facilitar el comprador.

- a) la forma del producto, sus medidas y la cantidad deseada;
- b) el tipo y el grado de acero
- c) si los productos deben de someterse a inspecciones y ensayos y tipo de documentos que debe de facilitarse, de acuerdo con la inspección requerida;
- d) si la verificación de las características mecánicas de los grados de aceros debe de realizarse por lotes o coladas.

2. Estado de Suministro

Si se solicita un documento de inspección, se debe indicar en él si los productos se han solicitado y suministrado en el estado X.

3. Características tecnológicas.

Soldabilidad

Los aceros definidos no tienen una aptitud ilimitada a los distintos procedimientos de soldeo, puesto que su comportamiento durante y después del soldeo depende, no solo del material, sino también de las medidas y de las formas, así como de las condiciones de fabricación del servicio de los elementos de control.

Conformación en caliente.

Solo los productos solicitados y suministrados de normalizado o de conformado de normalización deberán cumplir los requisitos de la normativa

Aptitud de conformación en frío

- a) Plegado: si se ha convenido hacer el pedido, las chapas, bandas y planos largos de espesor nominal $\leq 20\text{mm}$ deberán ser aptas para el plegado, sin que se produzcan agrietamiento, sobre el radio mínimo.
- b) Por rodillos : si se ha convenido hacer el pedido, las chapas, bandas y planos largos de espesor nominal $\leq 8\text{mm}$ deberán ser aptas para la fabricación de perfiles.

4. Inspecciones y ensayos

Los productos pueden suministrarse con inspección y ensayo para verificar, si en el pedido se indica, deberá de poseer la siguiente información:

- El tipo de inspección y ensayo.
- El tipo de documentación de la inspección y requisitos suplementarios.

Cuando se solicite inspección y ensayo y certificado de la misma deberá de realizar:

- Para todos los productos el ensayo de tracción
- Para los grados especiales el ensayo de flexión por choque.

5. Unidades de Inspección

En una unidad de inspección se agrupan los productos de la misma forma, del mismo tipo y grado de acero y del mismo intervalo de espesor. La unidad recomendada para la inspección es la siguiente:

- Para la inspección por lote, 20t o fracción
- Para la inspección por colada: 40t o fracción, 60t o fracción para perfiles de masa > 100kg/m

Para los productos planos largos se recomienda realizar la inspección para cada bobina (o chapa madre).

6. Ensayos mecánicos

- a) **Número de muestras** : por cada unidad de inspección se tomarán las siguientes muestras
 - Una muestra para el ensayo de tracción
 - Una muestra suficiente para preparar 6 probetas para el ensayo de flexión por choque.
- b) **Localización de muestras**: Las muestras se tomarán del producto más grueso de la unidad de inspección.

En el caso de chapas planas y bandas anchas: las muestras se tomarán de forma que el eje de la probeta sea aproximadamente equidistante entre el eje longitudinal del producto y los bordes.

Referencias de Normas relacionadas con los procedimientos

Para procedimiento	Normas	Descripción	En página
Procedimiento para establecer las condiciones técnicas generales de suministro de productos siderúrgicos	UNE 7 - 018	Reglas para expresar algunas especificaciones numéricas de los ensayos de materiales.	1
	UNE 7 - 282	Toma y preparación de muestras y probetas de productos de acero laminado y rodado	
	UNE 66 - 020	Inspección y recepción por atributos. Procedimientos y tablas.	
	UNE 36- 007	Suministro de productos siderúrgicos.	
Identificación de la orientación de las probetas para ensayos mecánicos	UNE 7 - 333 -77	Orientación de las probetas para ensayos mecánicos	51
Procedimiento para la ejecución del ensayo de tracción a temperatura ambiente	UNE 223 72	Determinación del y método de comprobación del límite elástico del acero a temperatura elevada	58
	UNE 7- 322 75	Ensayo ininterrumpido de fluencia en producto aceros	
	DIN 17 280	Ensayo de tracción para aceros utilizables abaja temperatura	
	BS 4360	Ensayo de tracción en los aceros de construcción	
Ensayo de flexión por choque	EN 10 045	Ensayo de resiliencia por flexión por choque en probetas tipo Charpy.	80
	ASTM E23 - 98	Procedimiento de ensayo de resiliencia por probeta Charpy. (norma americana)	
	ISO 442	Ensayo Charpy (norma internacional)	
	DIN 51 306	Ensayo Charpy (norma alemana)	
	NF A03 - 508	Ensayo Charpy (norma francesa)	
	BS 131 parte 1	Ensayo Charpy (norma británica)	
Ensayo de dureza Rockwell	UNE 7-299	Verificación de maquinas de ensayo de dureza Rockwell	87
	UNE 7-300	Contraste de piezas patrón para la verificación de maquinas de dureza Rockwell	
	A-370	Método de prueba y definiciones para pruebas mecánicas y productos de acero	
	E-18-98		

		Método de prueba de dureza Rockwell y dureza Rockwell superficial para materiales metálicos	
Ensayo de dureza Brinell	UNE 7-265	verificación de las maquinas de ensayo de dureza brinell	91
	UNE 7-422	Ensayo de dureza Brinell para materiales metálicos	
	ASTM E-1000	Ensayo de dureza Brinell para materiales metálicos	
	E 140	Tabla de conversión de dureza para materiales metálicos	
Ensayo de dureza Vickers	UNE 7-423/1-2	Materiales metálicos , ensayo de dureza ensayo Vickers	96
	ASTM E92-82	materiales metálicos método estándar para ensayo de dureza Vickers	
	ASTM E140	Tabla de conversión de dureza	
	ASTM E 348	Ensayo de micro dureza de materiales	

VIII. OBSERVACIONES

Ensayos

En el documento de anteproyecto se planteo la realización del ensayo de torsión, el cual no se pudo llevar a cabo debido al hecho de no poder ejecutar el ensayo por el deslizamiento existente entre las mordazas y la probeta. Otro motivo fue el no haberse obtenido mayor información referente al ensayo

En el ensayo de tracción no se pudo utilizar el extensometro, por que las dimensiones de la probeta no permitían la colocación del instrumento en el espacio disponible entre mordaza. Por lo que no se pudo obtener la medición del modulo de elasticidad en todos los materiales. No se omite que el tamaño de las probetas se selecciono en base a normativas y basados en la economía para la adquisición de los materiales y mecanizados de las probetas.

Los ensayos de dureza se realizaron en dos maquinas distintas, la existente en la Universidad Don Bosco y la de la Fundación Arrupe, con el objetivo de corroborar resultados. los cuales fueron similares.

Laboratorios

Existió un retraso en el tiempo planificado para la ejecución de los ensayos en los laboratorios de la Institución Padre Arrupe, debido a remodelaciones ejecutadas en sus instalaciones.

Para verificar los resultados obtenidos en los ensayos de tracción se visitó los laboratorios de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, pero la máquina graficadora no funcionaba. Por este motivo se visito el laboratorio de CORINCA, ejecutándose los ensayos a materiales que ellos suministran. La interrogante planteada era determinar si las condiciones de ensayos fueron las apropiadas en la Institución Padre Arrupe.

Esto permitió liberar de dudas de una ejecución de ensayo inapropiado.

Procedimientos

Los procedimientos desarrollados en este trabajo de tesis deben ser visto en el sentido de utilizarlos como una herramienta general de consulta para la adquisición y recepción de materiales metálicos ; para situaciones específicas de materiales se sugiere consultar la normativa señalada en el apéndice

Materiales

Al momento de realizar la adquisición de los materiales seleccionados a muestreo realizado las empresas distribuidoras no contaban con inventario de todos los materiales, lo que no permitió hacer un muestreo y análisis completo de comparación de las características mecánicas representativas de los materiales por empresa, quedándose limitadas las conclusiones obtenidas. Por ejemplo cuando en VIDRI se quiso adquirir acero 1020 no había en existencia con las características dimensionales útiles para los ensayos.

Algunas empresas, a la hora de adquirir los materiales, no proporcionaron la información del estado de suministro real lo que dificultó hacer una comparación con los estándares internacionales que se utilizaron de referencia.

IX. CONCLUSIONES

El desarrollo de proyecto de graduación ofrece una herramienta técnica con la implementación de los procedimientos. Lo que pretenden contribuir con el suministro y recepción apropiado de las materias primas empleadas por la Industria metalmeccánica. Lográndose colaborar de esta manera con parte de la problemática de la calidad de las piezas elaboradas por los Industria.

El desarrollo del trabajo de graduación contribuye a enriquecer el desarrollo profesional y académico, en el mejor entendimiento de las propiedades de los materiales empleados en la industria nacional, y en la formulación y evaluación de resultados en investigaciones afines.

Al analizar los resultados obtenidos en la etapa de muestreo de materiales se puede observar que existen variaciones considerables en las características mecánicas, de una empresa distribuidora respecto a otra, analizando el mismo material. Esto puede dar lugar a varias interpretaciones, algunas de las cuales pueden ser:

- a) La ejecución de los ensayos no fue la adecuada
- b) La obtención de probetas fue incorrecta
- c) Mala identificación de materiales y probetas en el proceso de fabricación y ejecución de ensayos, lo que podría dar origen a resultados fuera del rango esperado según el estándar
- d) Equivocación de suministro de material por parte de proveedores.

Las primera tres interpretaciones no se encuentran apegadas a la realidad, ya que en el proceso de obtención de probetas, mecanizado, identificación y ejecución de ensayo se tomaron en cuenta las especificaciones de las normativas de los ensayos.

Los cuidados tomados en los procesos de mecanizado garantizan que no se produjo ningún cambio de características mecánicas y en caso de producirse deberían de ser poco influyentes. Puesto que las condiciones de mecanizado fueron las mismas para todas las familias de materiales.

La identificación de materiales consistió en señalización con marcador permanente por medio de un código y separación de materiales por proveedores.

La ejecución de los ensayos se encuentran apegadas a las condiciones establecidas en las normativas españolas.

Por lo tanto, la interpretación de las variaciones de los resultados que más se encuentran apegadas a la realidad es la de "equivocaciones en el suministro de materiales por parte del proveedor". Para verificar lo anterior, se realizó ensayo de espectrometría.

Si se consideran los criterios del procedimiento general para el suministro y recepción de materiales metálicos, los resultados obtenidos de los ensayos en una posible mezcla de materiales son causa justificante para no validar los resultados.

Al analizar los resultados de dureza por material seleccionado del mercado nacional, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

Acero 1020; 4340; 1045; Acero Inoxidable ; Bronce Fosforito y Bronce Duro. Comparando los materiales por empresa suministrante, según las graficas obtenidas la empresa VIDRI fue la que mejor resultados presento a nivel general, evaluando la dureza en todos los materiales, ya que se obtuvo una diferencia máxima de hasta ± 5 puntos de dureza , comparado con los estándares de dureza internacionales.

La empresa que obtuvo resultados mas alejados de los estándares fue MATERIALES DIVERSOS que el en caso del aluminio obtuvo resultados de hasta + 39 puntos de dureza comparándola con los estándares internacionales

Por medio de los ensayos se pudo verificar las características mecánicas de los materiales, haciéndose comparaciones entre las empresas distribuidoras, respecto a la calidad de los materiales suministrados y verificando con certeza que el material adquirido era el que realmente se solicitaba, ya que se dio el caso que se adquirió un material por AISI 1045 y al revisar los resultados de los ensayos se apego más a un AISI 1020

Es de importancia destacar que el problema de mezcla de materiales no existiría si los proveedores tienen claro las diferencias de las propiedades mecánicas(según su estado de suministro), si el almacenaje de materiales estuviera apropiadamente distribuido. Lastimosamente esto no lo logramos detectar, llegándose a extremos que la zona de descarga es la bodega de almacenaje, sin ningún tipo de protección y mal identificados.

X. Bibliografía

Análisis de la competitividad del sector metalmecánico en el Istmo Centroamérica.
Estudio elaborado por el BID.
1999

Boletín Informativo
CONACYT
Números : 9 (1996) ; 1(1997), 1(1999)

Control de calidad
Charbonneau Harverg C.
Mc Graw – Hill
Segunda edición 1989

Control de calidad.
Vaughn, Richard C.
Paraninfo
Primera edición 1999

Control de calidad estadística
Grant Eugenel.
Mc Graw – Hill
Primera edición 1998

Control total de la calidad como estrategia de competitividad
Gómez Saavedra , Eduardo
Tesis de licenciatura de UCA.

Elasticidad
Luis Ortiz Berrocal.
Mc Graw – Hill
Tercera Edición 1998

Generalidades, ensayos y dimensiones de la Recopilación de Normas UNE de Siderurgia, Volumen 1.
AENOR
Segunda Edición 1992

**Guía desarrollada a partir de los e-mail recibidos en elaboración cooperativa de -
Hispacal**

Guía para la aplicación en el sector mecánico de la norma ISO 9002
AENOR
1987

Instrumentos de Investigación
Guillermina Baena Paz
Editorial Mexicanos unidos S.A
Novena edición 1982

La innovación tecnológica y su gestión
Manuel Ruiz González ; Enrique Mandado Pérez
Serie Productica
Editorial Marcombo Boixareu
Quinta edición ,1996

Ley del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Ministerio de Economía Gobierno de la Republica de El Salvador
Decreto No.287

Manual del alumno de curso de materiales
Makina Erremintaren Institutua, País Vasco , España.
Código 04.14
28/06/00

Manuales de Máquinas Ibertest
Modelos: IB-RB2 ; PIB-30 / M ;TIB-500-W
S. A. E. IBERTES
E-mail: ibertes@mail.ddnet.es

Prácticas de metalotecnia
Biazquez, Víctor M.
Universidad Politécnica de Valencia.
Primera edición 1988.

Proyecto Nacional de Cluster
Estudio elaborado por Monitor Company para el Gobierno de El Salvador.
1999

Revistas Industria
Asociación Salvadoreña de Industriales(ASI)

Introducción a la metalurgia física
Mc Graw - Hill

Segunda edición.

Ciencia de los materiales: teoría – ensayos – tratamientos
P. Coca Rebollero / J. Rosique Jiménez
Editorial Pirámide S.A. Madrid.
Undécima edición, 1987.

Manual del Ingeniero Mecánico
Eugene A. Avallone / Theodore Baumeister III.
Mc Graw Hill
Novena edición

Boletines de la Asociación Española de la Normalización y Certificación
Números 12, 14, 35.
Año 1990.

XI. Índice de Referencias

1. Artículo en línea de Gerardo Sandoval Montes del Centro de Calidad Monterrey México : <http://www.centrocalidad.edu/mx>
2. Información proporcionada por ASIMETAL.
3. Ley del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
4. Información proporcionada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).
5. Proyecto Nacional de Cluster, elaborado por Monitor Company ; documentación disponible en biblioteca de ASI.
6. Análisis de la competitividad para el sector metalmecánico del Istmo Centroamericano, realizado por el BID; documentación disponible en biblioteca de ASI.
7. Curso de materiales de la Universidad Politécnica de Valencia.
8. Practicas de metalotecnia, de Biazquez, Víctor M.; editada por la Universidad Politécnica de Valencia, primera edición 1988
9. Generalidades, ensayos y dimensiones de la Recopilación de Normas UNE de Siderurgia Tomo 1.
10. Manual del alumno de curso de materiales, del Instituto de Máquinas Herramientas, País Vasco España.
11. Información recopilada del libro de Ciencia de los materiales: teoría – ensayos – tratamientos, P. Coca Rebollero / J. Rosique Jiménez ; Editorial Pirámide S.A. Madrid, 11ª Edición.
12. Artículo en línea de clases de Ciencia de materiales de la Universidad Politécnica de Valencia; <http://www.upv.es>
13. Artículo en línea del departamento de Mecánica de la Universidad de Chile; <http://www.uc.ch>
14. Parte de la información proporcionada por el Dr. Hugh Jack ; email: jackh@gvesu.edu. publicación disponible en la siguiente página de internet: <http://clay-more.engineer.gvsu/eod/global/copyright.html>
15. Información obtenida de Guía de aplicación en el sector mecánico de la norma ISO 3002
16. Análisis estadístico de acuerdo a la investigación de Jorge Regalado Campos y Ronald López Portillo en el Trabajo de graduación, “ El Tratamiento Térmico, sus

aplicaciones y usos en los principales materiales existentes en El Salvador.”
Universidad Albert Einstein

XII. Designaciones

ASTM

ASOCIACIÓN AMERICANA DE PRUEBAS DE MATERIALES

ASME

ASOCIACIÓN DE AMERICANA DE INGENIEROS MECÁNICOS

AWS

ASOCIACIÓN AMERICANA DE SOLDADURÁ

AFNOR

ASOCIACIÓN FRANCESA DE NORMALIZACIÓN

AISI

INSTITUTO AMERICANO DEL HIERRO Y EL ACERO

BSI

SOCIEDAD BRITÁNICA DE ESTANDARES

CENIM

COMITÉ NACIONAL DE INVESTIGACIÓN METALURGICA DE ESPAÑA

CONACYT

CONCEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

CEN

COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN

DIN

INSTITUTO DE NORMALIZACIÓN ALEMANA

NSR

NORMAS SALVADOREÑAS RECOMENDADAS

NSO

NORMAS SALVADOREÑAS OBLIGATORIAS

ISO

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE ESTANDARES

SAE

SOCIEDAD DE INGENIEROS AUTOMOTRICES

UNE

NORMAS ESPAÑOLAS

IQNET

RED INTERNACIONAL DE CERTIFICACIÓN

COPAN

COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMALIZACIÓN

Acción Correctiva

Acción tomada para eliminar las causas de una no conformidad, defecto o cualquier situación indeseable existente, para evitar su repetición. (ISO 8402)

Acción Preventiva

Acción tomada para eliminar las causas de una no conformidad, defecto o cualquier situación indeseable potencial, con el fin de evitar que se produzca. (ISO 8402)

Acreditación

Certificación realizada por un organismo reconocido de la capacidad, objetividad, competencia e integridad de una agencia, servicio, o individuo para certificar el cumplimiento de la Norma ISO 9000.

Acta de recepción.

Es el documento análogo al definido en el certificado de control pero firmado por el fabricante y por el comprador o sus representantes.

Los términos utilizados están definidos en la norma europea EN - 10021 y ISO - 8402.

Alargamiento :

Incremento de la longitud inicial entre puntos (L_0), al final del ensayo.

Alargamiento porcentual :

Alargamiento expresado como tanto por ciento de la longitud inicial entre puntos (L_0).

Alargamiento porcentual remanente :

Incremento de la longitud inicial entre puntos de una probeta sometida a una carga unitaria prescrita, después de eliminada esta, expresada como tanto por ciento de la longitud entre puntos (L_0).

Alargamiento porcentual de rotura (A) :

Alargamiento remanente de la longitud entre puntos después de la rotura ($L_u - L_o$), expresado en tanto por ciento de la longitud inicial entre puntos (L_o).

Alargamiento porcentual total de rotura (A_t) :

Alargamiento total (alargamiento elástico mas alargamiento plástico) de la longitud entre puntos en el momento de la rotura, expresado en tanto por ciento de la longitud inicial entre puntos (L_o).

Alargamiento porcentual bajo carga máxima :

Incremento de la longitud entre puntos de la probeta obtenido bajo carga máxima, expresado en tanto por ciento de la longitud inicial entre puntos (L_o). Se distinguen : alargamiento porcentual total (A_{gt}) y alargamiento porcentual no proporcional (A_g)

Análisis de Varianza

Técnica estadística básica para analizar datos experimentales, permitiendo discriminar la magnitud de la variabilidad que producen distintas causas.

Anisotropía

Propiedad característica de la materia cristalina según la cual la intensidad de una o varias propiedades cambia en distintas direcciones.

Aseguramiento de la Calidad

Todas las actividades planificadas y sistemáticas implementadas dentro de un Sistema de la Calidad que permiten demostrar confianza en que un producto o servicio cumplirá con los requisitos de la Calidad.

Auditor de la Calidad

Persona calificada para efectuar auditorias de la calidad. (ISO 8402)

Auditoria de la Calidad

Examen sistemático e independiente con el fin de determinar si las actividades y los resultados relativos a la Calidad satisfacen las disposiciones preestablecidas, y si éstas disposiciones son aplicadas en forma efectiva y son apropiadas para alcanzar los objetivos. (ISO 8402)

Barreta :

Parte de la muestra destinada a obtener las probetas (en ciertos casos ha sido sometida a un tratamiento térmico o mecánico)

Calibración

La comparación de un instrumento o sistema de medición de exactitud no verificada con un instrumento o sistema de exactitud conocida para detectar cualquier desviación del comportamiento requerido.

Calidad

La totalidad de las características de un producto o servicio que le confieren aptitud para satisfacer necesidades establecidas e implícitas. (ISO 8402)

Capacidad de Proceso

Es la capacidad de un proceso para producir artículos que cumplen con los requerimientos establecidos por una especificación. Se puede medir con la fórmula: $C_p = (\text{Límite Superior Especificado} - \text{Límite Inferior Especificado}) / (6 \times \text{Sigma})$. Es necesario advertir que los Límites Especificados No son los Límites de Control Estadístico, sino los Límites requeridos por una Especificación del producto o servicio.

Carga máxima (Fm) :

La mayor carga que soporta la probeta durante el ensayo, después de superado el límite elástico

Carga unitaria (tensión) :

En cualquier momento del ensayo, cociente entre la carga y el área de la sección inicial de la probeta (So).

Causas Asignables de Variación

Son aquellas causas de variación de un proceso que no pertenecen al sistema habitual de causas aleatorias y que es necesario descubrir (asignar) y eliminar para restituir el proceso a su comportamiento normal.

Causas No Asignables de Variación

Son un conjunto muy grande de causas, cada una de las cuáles provoca una pequeña variación en el proceso, y que aparecen en forma aleatoria. Forman un

Sistema Constante de Causas Aleatorias. cada una de las cuáles es responsable de una pequeña porción de la variabilidad total.

Certificado de control:

Documento que contiene los resultados de todos los ensayos prescritos, realizados sobre muestras tomadas de productos fabricados con cargo al pedido correspondiente en las condiciones de muestreo especificadas.

Certificado de recepción:

Es un documento análogo al definido en el certificado de control pero firmado por el receptor

Círculos de la Calidad

Grupos formados por un pequeño número de empleados (menos de 10) y su Supervisor, que tienen como objetivo estudiar y reflexionar para mejorar la Calidad de su trabajo.

Cliente

Destinatario de un producto provisto por el proveedor. (ISO 8402)

Cliente Externo

Persona u organización que recibe un producto o servicio y que no es parte de la organización que lo provee.

Cliente Interno

Persona o departamento que recibe un producto, servicio o información (Output) que sale de otra persona o departamento de la misma organización.

Coefficiente de estricción (Z) :

Variación máxima del área de la sección recta transversal que se produce durante el ensayo ($S_o - S_u$), se expresa en tanto por ciento respecto al área de la sección recta inicial (S_o).

Conformidad

Cumplimiento de requisitos especificados. (ISO 8402)

Control de la Calidad

Técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para satisfacer los requisitos de Calidad de un producto o servicio. (ISO 8402)

Comprador

Cliente en una situación contractual. (ISO 8402)

Contratista

Proveedor en una situación contractual. (ISO 8402)

Control de los productos:

Es el conjunto de las operaciones que se realizan para comprobar que las características de los productos corresponden a las especificaciones del pedido (EN – 10021)

Control no específico:

Por control no específico se entiende el efectuado por el fabricante según las modalidades que estima oportunas sobre productos obtenidos por el mismo proceso de producción, pero que no son necesariamente los productos suministrados (EN – 10021)

Control específico:

Por control específico se entiende el efectuado sobre productos fabricados con cargo al pedido correspondiente. (EN – 10021)

Costo de la No Calidad

Costos asociados con la provisión de productos o servicios de baja calidad.

Defecto

No cumplimiento de un requisito o de una expectativa razonable, ligada a un uso previsto, incluyendo los relativos a la seguridad. (ISO 8402)

Diagrama de Dispersión

Representación gráfica que permite analizar la relación entre dos variables. Se representan dos conjuntos de datos, en el eje X la variable independiente y en el eje Y la variable que se supone depende de la anterior. El gráfico puede mostrar o no posibles relaciones entre ambas variables. Es una de las Siete Herramientas de la Calidad.

Diagrama de Flujo

Representación gráfica de los pasos de un proceso, que se realiza para entender mejor al mismo. Es una de las Siete Herramientas de la Calidad.

Diagrama de Pareto

Herramienta gráfica en la cual se representa la frecuencia para un conjunto de causas ordenadas desde la más significativa hasta la menos significativa (Orden de frecuencia). Está vinculado con el **Principio de Pareto**, que sugiere que la mayor parte de los problemas de calidad provienen de solamente algunas pocas causas. Es una de las Siete Herramientas de la Calidad.

Ensayo de flexión por choque sobre probeta Charpy (Charpy V-notch impact test):

Es un ensayo dinámico que consiste en romper de un solo golpe, con una masa pendular, una probeta con entalladura en el centro y apoyada en sus extremos. La medición de los resultados determina la energía adsorbida expresadas en julios. Esta energía determina la resistencia al choque de los materiales (**ASTM A 370**).

Ensayo No Destructivo

Método de Ensayo que no daña o destruye el producto que se está ensayando.

Especificación

Documento que establece los requisitos que un producto o servicio debe cumplir. (**ISO 8402**)

Evidencia Objetiva

Información cuya veracidad puede demostrarse, basada en hechos y obtenida por observación, medición, ensayo u otros medios. (**ISO 8402**)

Extensión porcentual en el escalón de cedencia (A_e):

Extensión porcentual entre el principio de la cedencia – que da lugar a una deformación localizada- y el final de dicho fenómeno – que da lugar a una deformación homogénea-se expresa en tanto por ciento de la longitud base del extensómetro (L_e).

Gestión de la Calidad

Actividades de la función empresaria que determinan la política de la calidad, los objetivos y las responsabilidades, y que se implementan a través de la planificación de la calidad, el control de la calidad, el aseguramiento de la calidad y el mejoramiento de la calidad, en el marco del sistema de la calidad. (ISO 8402)

Gestión de la Calidad Total

Forma de gestión de un organismo centrada en la calidad, basada en la participación de todos sus miembros, y que apunta al éxito a largo plazo a través de la satisfacción del cliente y a proporcionar beneficios para todos los miembros del organismo y para la sociedad. (ISO 8402)

Gráfico de Control (diagramas P)

Gráfico con una línea límite superior y una línea límite inferior donde se representan los valores de alguna medición estadística para una serie de muestras sucesivas. El gráfico incluye también una línea central que corresponde al valor medio de las observaciones. Es una de las Siete Herramientas de la Calidad.

Histograma

Representación gráfica de la distribución de un conjunto de observaciones en una serie de intervalos que cubre el rango de los valores. Generalmente, el número de observaciones en cada intervalo está representado por una columna de altura proporcional. Es una de las Siete Herramientas de la Calidad.

Indentador .

La prueba de dureza Rockwell incluye un indentador de diamante y un indentador de bola de acero de varios diámetros especificados

Inspección

Actividades como medir, examinar, ensayar o comparar una o más características de un producto o servicio, y comparar los resultados con los requisitos especificados, con el fin de determinar la conformidad con respecto a cada una de esas características. (ISO 8402)

International Organization for Standardization.

ISO 9000

Conjunto de 5 Normas Internacionales de Estandarización sobre Gestión de la Calidad y Aseguramiento de la Calidad desarrollado para ayudar a las empresas a documentar efectivamente los elementos a ser implementados para mantener un eficiente Sistema de Calidad. Los estándares no son específicos para ninguna industria, producto o servicio. Fueron desarrollados por la International Organization for Standardization (ISO), una agencia internacional especializada en estandarización compuesta por las organizaciones nacionales de estandarización de 91 países.

Limite elástico aparente :

En aquellos casos que se presenta el fenómeno de cedencia, se alcanza un punto durante el ensayo en el que se produce una deformación plástica sin que aumente la carga. Se distingue:

Limite superior de cedencia (R_{eh}) :

Valor de la carga unitaria en el momento que se observa realmente la primera caída de esfuerzo.

Limite inferior de cedencia (R_{el}) :

El valor mas bajo de la carga unitaria durante la cedencia, despreciado los eventuales fenómenos transitorios.

Limite elástico convencional (R_p) :

Carga unitaria a la que corresponde una extensión no proporcional igual a un tanto por ciento preestablecido de la longitud de base del extensómetro.

Limite de extensión (R_t) :

Carga unitaria la que corresponde una extensión total (un cierto alargamiento plástico mas el alargamiento elástico) igual a un tanto por ciento preestablecido

Limite de alargamiento remanente (R_r) :

Carga unitaria a la que, después de suprimida la carga, el alargamiento remanente de la longitud entre puntos, (L_0) o la extensión remanente de la longitud base del extensómetro (L_e), no sobrepasa el valor prescrito.

Longitud entre puntos (L) :

Es la longitud de la parte cilíndrica o prismática de la probeta, en cualquier momento el ensayo, sobre la cual se mide el alargamiento

Longitud inicial entre puntos (L_0) :

Longitud entre los puntos de referencia antes de la aplicación de la carga.

Longitud final entre puntos (L_u) :

Longitud entre los puntos de referencia después de la rotura de la probeta

Longitud calibrada (L_c)

Es la longitud de la probeta que tiene sección recta inicial uniforme, presenta una sección mas reducida. En las probetas sin mecanizar esta longitud es la distancia libre entre mordazas.

Longitud base del extensómetro (L_e) :

Longitud de la parte calibrada de la probeta que se utiliza para la medición de: alargamiento con extensómetro, debe ser inferior a L_c y superior a las magnitudes b, d o D .

Las Siete Herramientas de la Calidad

Herramientas de análisis que permiten estudiar los procesos con la finalidad de mejorarlos. Las siete herramientas son: Diagrama de Causa-Efecto, Planilla de Inspección, Gráfico de Control, Diagrama de Flujo, Histograma, Gráfico de Pareto y Diagrama de Dispersión.

Lote

Una cantidad definida de producto acumulada bajo condiciones que son consideradas uniformes para propósitos de muestreo.

Manual de la Calidad

Documento que enuncia la política de la calidad y que describe el sistema de la calidad de un organismo. (ISO 8402)

Mejora Continua

Conducta por la cual se busca aumentar la calidad de productos, servicios o procesos, a través de progresos sucesivos sin límite de tiempo.

Mejoramiento de la Calidad

Acciones emprendidas en todo el organismo con el fin de incrementar la efectividad y la eficiencia de las actividades y de los procesos para brindar beneficios adicionales al organismo y a sus clientes. (ISO 8402)

Muestra

Parte del material tomada de la pieza, en cantidad suficiente para obtener una o varias probetas de ensayo

Muestreo Aleatorio

Técnica de muestreo utilizada comúnmente por la cual las unidades que componen la muestra son seleccionadas de tal manera que todas las combinaciones de n unidades tienen la misma chance de ser elegidas como muestra.

No Conformidad

No satisfacción de un requisito especificado. (ISO 8402)

Norma

Es la solución para un problema repetitivo que se adopta para resolver un problema repetitivo, es una referencia respecto a la cual se juzgará un producto o una función. es elección colectiva y razonada.

Normalización

Es la actividad que fija las bases, para el presente y el futuro, esto con el propósito de establecer un orden para el beneficio y con el concurso de todos los interesados. Es el proceso de elaboración y aplicación de normas; son herramientas de organización y dirección.

Numero de dureza Brinell

Numero que es proporcional a la ecuación obtenida de dividir la fuerza de prueba entre el área curva de la indentación que es asumida como esférica .

Numero de dureza Rockwell HR

Es un numero derivado del incremento en la profundidad del indentador, que relaciona la fuerza sobre el indentador desde un valor preliminar hasta un valor total hasta que es retornado al valor inicial.

Número de dureza Vickers :

Número relacionado con una fuerza aplicada a una superficie y la impresión permanente por un penetrador de diamante con superficie prismática, donde los ángulos entre las caras opuestas es de 136° (véase figura 1). Se calcula por la siguiente ecuación

Organismo

Compañía, sociedad, firma, empresa o institución, o parte de éstas, pública o privada, que posee su propia estructura funcional y administrativa. (ISO 8402)

Organización

Responsabilidades, autoridades y relaciones, ordenadas según una estructura jerárquica, a través de la cual un organismo cumple sus funciones. (ISO 8402)

Pieza:

Elemento elegido en una unidad de inspección de un producto con vistas a la obtención de probetas

Plan de la Calidad

Documento que enuncia las prácticas, los medios y la secuencia de las actividades ligadas a la calidad, ya sean específicas de un producto, proyecto o contrato particular. (ISO 8402)

Planillas de Inspección

Planilla diseñada por el usuario para registrar datos de un proceso y que permite visualizar con facilidad la distribución de las observaciones, permitiendo interpretar rápidamente los resultados. Es una de las Siete Herramientas de la Calidad.

Planificación de la Calidad

Actividades que establecen los objetivos y los requisitos para la calidad, así como los requisitos para la aplicación de los elementos del sistema de la calidad. (ISO 8402)

Política de la Calidad

Orientaciones y objetivos generales de un organismo concernientes a la calidad, expresados formalmente por el nivel más alto de dirección. (ISO 8402)

Prestación del Servicio

Aquellas actividades del proveedor que son necesarias para proveer el servicio. (ISO 8402)

Probeta :

Parte de la muestra o de la barreta, mecanizadas o no con las dimensiones y las características adecuadas para someterla a un ensayo determinado

Procedimiento

Manera especificada de realizar una actividad. (ISO 8402)

Proceso

Conjunto de recursos y actividades relacionadas entre sí que transforman elementos entrantes (input) en elementos salientes(output). (ISO 8402)

Proceso Fuera de Control

Estado de un proceso en el cual la medición estadística que se está evaluando no está bajo control estadístico, es decir, las variaciones entre los resultados de las muestras están afectados por causas asignables.

Proceso de colada:

Comprende las operaciones de colada del horno a cuchara y de esta a lingotera o ambas, tales como colada directa, en sifón, en vacío, etc. (según UNE 36 - 007 - 77)

Proceso de desoxidación:

Comprende las operaciones tendentes a conseguir estados de desoxidación del acero tales como: efervescente, calmado, etc. (según UNE 36 - 007 - 77).

Proceso de elaboración:

Comprende las operaciones de fusión y afino ;por ejemplo, proceso de conversión al oxigeno, Martín-Siemens, al homo eléctrico, etc. (según UNE 36 - 007 - 77)

Proceso de fabricación:

Comprende la sucesión de operaciones que, posteriores a la solidificación del metal, preceden a la entrega de los productos (según UNE 36 - 007 - 77)

Producto

Resultado de actividades o de procesos. (ISO 8402)

Proveedor

Organismo que provee un producto a un cliente. (ISO 8402)

Recepción.

El término recepción se aplica al caso en que el control específico se realiza totalmente o en parte, por o en presencia de un agente del comprador designado como receptor.

Registro

Documento que provee evidencias objetivas de las actividades efectuadas o de los resultados obtenidos. (ISO 8402)

Retrabajo

Acción tomada sobre un producto no conforme de modo que satisfaga los requisitos especificados. (ISO 8402)

Satisfacción del Cliente

Es el resultado de entregar un producto o servicio que cumple con los requerimientos del cliente.

Servicio

Resultado generado por actividades en la interfaz entre el proveedor y el cliente, y por actividades internas del proveedor, con el fin de responder a las necesidades del cliente. (ISO 8402)

Sistema de la Calidad

Organización, procedimientos, procesos y recursos necesarios para implementar la gestión de la calidad. (ISO 8402)

Subcontratista

Organismo que provee un producto al proveedor. (ISO 8402)

Testificación de conformidad:

Documento por el cual el fabricante certifica que los productos suministrados están conformes con las estipulaciones del pedido sin mencionar ningún resultado de control.

Testificación de control:

Documento por el cual, el fabricante certifica que los productos están conformes con las estipulaciones del pedido y además facilita los resultados de los ensayos del control habitual de fabrica, efectuados sobre productos obtenidos por el mismo proceso de producción que los suministrados pero que no tienen necesariamente que ser los suministrados.

Trazabilidad

Aptitud de reconstruir la historia, la utilización o la localización de un producto por medio de identificaciones registradas. (ISO 8402)

Validación

Confirmación por examen y aporte de evidencias objetivas de que los requisitos particulares para un uso específico previsto han sido satisfechos. (ISO 8402)

Verificación

Confirmación por examen y aporte de evidencias objetivas que los requisitos especificados han sido satisfechos. (ISO 8402)

XIV. Anexos

ANEXO 1

PRODUCTOS ELABORADOS POR LAS EMPRESAS DEL GRUPO 3811.

- † Herramientas de labranzas(cumas, hachas y corvos) .*
- † clavos*
- † pemos*
- † carretillas de mano*
- † pines, etc.*

ANEXO 2

PRODUCTOS ELABORADOS POR LAS EMPRESAS DEL GRUPO 3812.

- † Camas metálicas*
- † pupitres.*
- † escritorios*
- † archivadores*
- † camarotes*
- † cunas*
- † Gabinetes*
- † exhibidores.*
- † respaldos*
- † juguetes metálicos*
- † sillas plegadizas*
- † columpios*
- † mesas térmicas.*

ANEXO 3

PRODUCTOS ÉLABORADOS POR LAS EMPRESAS DEL GRUPO 3813

- ⊕ *respuesta para equipo industrial*
- ⊕ *secadores de café*
- ⊕ *catadores de café*
- ⊕ *fruteros y maceteros*
- ⊕ *silenciadores*
- ⊕ *maquinaria agroindustrial*
- ⊕ *cocina eléctricas*
- ⊕ *malla ornamental metálica*
- ⊕ *malla metálica de protección*
- ⊕ *desgranadores*
- ⊕ *molinos de martillos*
- ⊕ *zarandas para secados de café*
- ⊕ *mezcladores*
- ⊕ *amasadores.*
- ⊕ *cantaros de lámina*
- ⊕ *pieza fundidas.*
- ⊕ *ventanas venecianas*
- ⊕ *piñones*
- ⊕ *moldes para panadería*
- ⊕ *cubetas*
- ⊕ *peroles*
- ⊕ *cumbos*
- ⊕ *sillas de ruedas*
- ⊕ *baldes*
- ⊕ *ollas*
- ⊕ *embudos*
- ⊕ *bateas de lámina*
- ⊕ *depósitos para agua*
- ⊕ *aparatos ortopédicos.*

ANEXO 4

PRODUCTOS ELABORADOS POR LAS EMPRESAS DEL GRUPO 3821.

- ✦ *Envases metálicos*
- ✦ *tomillería*
- ✦ *alambrado y cables*
- ✦ *piezas para automóviles*
- ✦ *aeronaves y barcos.*
- ✦ *piezas especiales para maquinaria.*

Universidad Don Bosco

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica.

Encuesta a Distribuidores de Materiales Metálicos en El País.

Empresa: _____

Persona encuestada: _____

Cargo: _____

Fecha: _____

1. ¿Qué marca de Aceros distribuye?
2. ¿De que país proceden?
3. ¿Cuál es el bronce que más distribuye?
4. ¿Qué aluminio es el de más demanda?
5. ¿Bajo que norma se rigen las especificaciones de estos aceros?
6. ¿Verifican la calidad y la norma de los materiales que reciben?.
7. ¿Con que especificaciones de norma deben de venir los materiales?
8. ¿Qué tipo de aceros le demandan más?
9. ¿Qué propiedades tienen los materiales que distribuye?.
10. ¿Ha tenido reclamos, de los materiales que suministra?.
11. ¿Cuenta la distribuidora con información teórica escrita acerca de los características de los materiales que venden y proporciona esta información a sus clientes?.

**Características de los
materiales según indicaciones
de los distribuidores.**



ACEROS DE MAQUINARIA (Resistentes a la tracción, torsión, cizallamiento)

17 Av. Nº 16-89 Z. 11 Carril Auxiliar del Periférico

NORMAS DE FABRICA		% Composición Química								Dureza de Entrega	Resistencia a la Tracción	Estado de Entrega	Tratamiento Térmico				Medio Enfriante	Color de Distinción	CARACTERISTICAS		
AGUAS	ACTUALES	AIISI	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	W	V	Newton/mm ²	Temperatura de Tempie	Después de Procedido	200°C	300°C	550°C	650°C	Distinción			
	V-1020	1020	0.18	0.60							≤140	≈ 363-470	Recocido					Sin	Acero de bajo contenido de carbono a cado y laminado en frío con alta tenacidad para ejes de ejes y herramientas. Acero al Carbono para construcción de piezas el cual requieren esfuerzos medianos a altos. Acero con mayor contenido de carbono que el anterior. Es adecuado para piezas que tengan altas demandas de resistencia. Acero bonificado al Cr Mo para mayores exigencias de tracción y torsión especialmente para ejes, pinas, etc. Acero bonificado al Cr Ni para altos esfuerzos de tracción y torsión para ejes y piezas con secciones exgenidas. Acero de Carbonación al Cr Mn especialmente para ejes que requieren dureza superior y tenacidad en el núcleo.		
	V-1045	1045	0.45	0.79	0.23						≤190	≈ 620-760	Recocido	820-850	58	52	50	46		Agua o Aceite	Bianco
	V-1060	1060	0.61	0.80	0.30						≈210	≈ 890-980	Recocido	800-840	60	50	46	45		Agua o Aceite	Verde-Amarillo
	VCN-140	≈ 4142	0.42	0.72	0.30	1.12			0.22		≈217	≈ 740-1280	Bonificado	820-850	56	52	50	47		Agua o Aceite	Verde
	VCN-150	≈ 4437 ≈ 4438	0.37	0.52	0.30	1.52	1.52		0.22		≈273	≈ 930-1380	Bonificado	830-860	54	51	49	47		Aceite	Verde Rojo
	AC-80	≈ 5115	0.17	1.2	0.30	0.9					≈217	≈ 780-1280	Recocido	820-850	59	53	57	51		Aceite	Cafe

ACEROS INOXIDABLES (Resistentes a la corrosión, pitting, corrosión intercrystalina)

A-500	304	≤0.07	2.0	0.7	19.0	10.0					≤180	≈ 450-700	Decapado					Sin	Acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión, especialmente para maquinarias procesadoras de alimentos. Acero inoxidable austenítico para maquinarias que requieren resistencia a la corrosión y el anterior especialmente para maquinarias de alta velocidad y química. Acero inoxidable austenítico para alta resistencia de tracción y Resistencia a Acidos con determinados tipos de acidos a temperatura ambiente a etc.
A-600	304L	<0.03	2.0	0.7	19.0	10.0					≤180	≈ 450-700	Decapado					Celeste	
A-700	316L	≤0.03	2.0	0.7	18.5	13.0	2.5				≤180	≈ 450-700	Decapado					Morado	

ACEROS PARA TRABAJOS EN FRIO (Para troquelaría, matricería, cuchillas especiales, otros usos)

K-500	S1	0.60	0.3	0.60	1.2				2.0	0.2	≈219		Recocido	870-900	59	56	40	32	Aceite	Azul	Acero especial con alto tenacidad y resistencia al impacto y desgaste para herramientas de corte. Acero al carbono para herramientas que requieren gran tenacidad como cuchillas, punzones, etc. Acero tenaz de temperado para troquelaria, matriceria, cuchillas de cizallas, etc. Acero indeformable especial para matrices, troqueles, sierras en frío resistentes a la abrasión, para el corte de metales, plásticos, etc. Acero indeformable para las más exigencias de desgaste, tenacidad, agresividad, etc. Para troquelaria, matriceria, cuchillas, etc.
K-760	W1	1.0	0.2	0.2							≈190		Recocido	760-780	65	56	40	30	Agua	Naranja	
K-840	O1	0.95	1.2	0.20	0.5	0.20			0.5	0.1	≈220		Recocido	810-820	61	58	51	46	Aceite	Azul-Naranja	
K-980	D3	2.05	0.3	0.3	12.0						≈250		Recocido	940-970	62	59	55	50	Aire-Aceite	Amarillo Blanco	
K-995	D2	1.55	0.3	0.3	12.0	0.18	0.9				≈250		Recocido	950-970	63	59	55	50	Aire-Aceite	Amarillo Rojo	

ACEROS PARA TRABAJOS EN CALIENTE (Para: Extrucción en caliente, estampado, formado)

T-100	≈H13	0.39		1.0	5.0		1.3				1.0	≈200		Recocido	1020-1030	54	53	51	40		Rojo-Blanco	Aceros especialmente para trabajos en caliente a altas temperaturas. Especial para moldes de vacíos, resacaños, transacciones, Sinter, etc.
-------	------	------	--	-----	-----	--	-----	--	--	--	-----	------	--	----------	-----------	----	----	----	----	--	-------------	---

ACEROS PARA MOLDEO DE PLASTICOS (Para: Inyección, compresión, transferencia, soplado)

P-200	P-20	0.33	0.7	0.37	1.7		0.4				≈285		Recocido	820-850	52	50	48	40	Aceite	Amarillo-Naranja	Acero pre-templado especial para moldes de inyección de plásticos incluyendo transparentes por sus propiedades de aislamiento. Es adecuado para el uso de troqueles de alta velocidad de alta temperatura y para troqueles de PVC y policloro en el caso de ser usado para piezas. Especialmente para moldes resistentes a la corrosión de PVC, PET, otros plásticos duros, etc.
P-300	≈420F	0.20	0.5	0.40	1.4		0.3				≈250		Recocido	880-1030	54	52	45	38	Aceite	Rojo	
P-310	≈440A	0.43	0.32	0.50	1.7		0.55	1.2			≈285		Recocido	1000-1040	45	42	38	35	Aceite	Rosado	

BARRAS PERFORADAS AL CARBONO

TI6V	BS-5268	0.22	1.50		0.2	0.25					Cu0.2	0.1	≈180	300-750	Recocido	820-850	58	55	50	40	Agua	Sin	Perforado, se puede bonificar y templar después de haber estado apto para pinos, troqueles, etc. y para fundición de fundición, etc.
------	---------	------	------	--	-----	------	--	--	--	--	-------	-----	------	---------	----------	---------	----	----	----	----	------	-----	--

BARRAS PERFORADAS DE ACERO INOXIDABLE

A-600	≈304L	0.03	2.0	0.7	19.0	10.0						≈180	≈450-700	Decapado						Sin	Austenítico perforado, res. tanto a las corrosiones severas especialmente para la industria Química, etc.
-------	-------	------	-----	-----	------	------	--	--	--	--	--	------	----------	----------	--	--	--	--	--	-----	---

BRONCE FOSFORICO

B-12	≈SAE 40	CuSn12-ISO 1338-NF-53-707										100-120	≈280-350								Sin	En ejes y barras perforadas material duro resistente a la corrosión, impactos, cavilación, buen funcionamiento en cargas elevadas.
------	---------	---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------	----------	--	--	--	--	--	--	--	-----	--

HERRAMIENTAS DE CORTE BURILES

≈ Rapido HSS S10-4-3-10	C12S-C143-Mn38-V32-W98-Co104																						Para Aceros Templados de 640c
-------------------------	------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------------------------

Buriles Cuadrados	Medidas milimétricas - pulgadas																						Para Buriles de Limaduras o Buriles de Acero
-------------------	---------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Buriles Redondos	Medidas milimétricas - pulgadas																						Para Buriles de Limaduras o Buriles de Acero
------------------	---------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Cuchillas de Tronzar	Pequeñas - Medianas - Grandes																						Para Buriles de Limaduras o Buriles de Acero
----------------------	-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PASTILLAS DE TUNGSTENO SOLDABLES

FORMA A	FORMA B	FORMA C	FORMA D	FORMA E	Calidades
					50-30 para destalles con quises es para para forjón Gris VCN, etc. EB-20 para destalles de corte medias es para para de 30 mm. Función Normal VCN etc. HB-10 y HB-65 especialmente para fundición de troqueles.

Con resaca incorporada 3155317 / SR33

PORTA HERRAMIENTAS DE TUNGSTENO Y NITRURO DE TITANIO

	Para Aceros Templados de 640c
	Para Buriles de Limaduras o Buriles de Acero

AISI	NORMA DIN	NORMA JIS	Composición Química %							DUREZA DE ENTREGA HB	RESISTENCIA A LA TRACCION	TEMP. DE RECOCIDO	TEMP. DE TEMPLE	DUREZA HRC Después de Recocido			Medio de Enfriamiento	Color de Oxidación	CARACTERISTICAS
			C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V					W	200 C	300°C			
1020	CK20	S 20 C	0.20	0.20	0.25					140	30-35 kg/mm ²	650°C	CEMENT 920°C				AGUA	AMARILLO	Acero extra suave y de fácil conformación, útil para piezas de máquinas que no requieren grandes esfuerzos de desgaste y tracción.
1518	20 Mn5	S M. 45	0.18	1.40	0.25					260	35-60	700°C	850°C				AGUA	ROJO	Acero perforado, usado en piezas que requieren medianos esfuerzos. Ej: Rodillos, piñones, ejes, etc.
1045	CK45	S 45 C	0.45	0.70	0.30					215	60-65	700°C	850°C	48	45	40	AGUA	BLANCO	Acero al carbono de uso general en piezas de resistencia media. Como Ejes, piñones, punzones, etc.
4340	35 Cr Ni Mo6	S Ni Cr Mo 3	0.35	0.75	0.25	1.60	1.65	0.25		320	110-120	710°C	840°C	58	55		ACEITE	VERDE	Acero bonificado al cromo-niquel-molibdeno de alta resistencia y tenacidad usado en ejes, piñones, levas, etc.
3115	15 Cr Ni 5	S Ni Cr 1	0.15	0.90	0.30	1.10	1.60	0.30		220	60-65	650°C	CEMENT 920°C	58	56		ACEITE		Acero de conformación al frío conformado por buena resistencia y tenacidad. Es un acero útil para tornillos, flechas, levas, etc.

ACEROS INOXIDABLES

304	X5 Cr Ni 18 10	SUS 304	0.06	2.00	1.00	12.00				180	50-60								Acero inox. austenítico recomendado para máquinas procesadoras de alimentos, químicos, etc.
304L	X2 Cr Ni 19 11	SUS 304L	0.03	2.00	1.00	12.00				180	50-60								Es un acero inox. austenítico con baja impureza de carbono, química y sulfuro.
310	X12 Cr Ni 20 11	SUS 310	0.12	2.00	1.50	20.00				210	50-60								Acero inox. austenítico resistente al calor y corrosión, muy usado en hornos industriales.
316	X2 Cr Ni Mo 17 12	SUS 316	0.06	2.00	1.00	17.00	12.00	0.25		225	50-60							CELESTE	Especialmente usado en altas temperaturas y corrosión en la industria química, papelería, etc.
316L	X2 Cr Ni Mo 17 12	SUS 316L	0.03	2.00	1.00	17.00	12.00	0.25		225	50-60								Acero inox. que el acero A 316 es austenítico y se usa en altas temperaturas.
410	X12 Cr 13	SUS 410	0.12	0.75	0.30	12.00				200	50-60								Acero inoxidable ferrítico, usado en maquinarias, válvulas, etc.

ACEROS PARA TRABAJO EN FRIO

A-2	X100 Cr Mn V 1	SKD-12	1.00	0.40	0.25	5.30		1.10	0.40	215		850°C	1050°C	61	59				Acero templado y resaca a los 200°C, usado para herramientas de trabajo en frío.
D-2	X155 Cr Mn V 12 1	SKD-11	1.60	0.40	0.30	12.00		0.75		210		850°C	1050°C	63	60	23			Usado en herramientas de alto rendimiento en máquinas para papel, cartón, textil, madera, etc.
D-3	X210 Cr 12	SKD-1	2.05	0.80		12.50			0.80	240		850°C	1050°C	64	61	52			Excelente tenacidad, alto grado de resistencia a los golpes. Usado en tronzos, cuchillas, punzones, etc.
O-1	95 Mn Cr W 8	SKS-1	0.90	1.20	0.30	0.50			0.10	190		780°C	840°C	62	58			NARANJA	Util en herramientas de uso general por su facilidad de temple. Como machuelos, brocas, cuchillas, bridas, etc.
S-1	6 W Cr V 8		0.50	0.70	0.90	1.75			0.20	175		740°C	900°C	57	56				Acero especial para herramientas de estampado en frío para producir piezas de precisión.

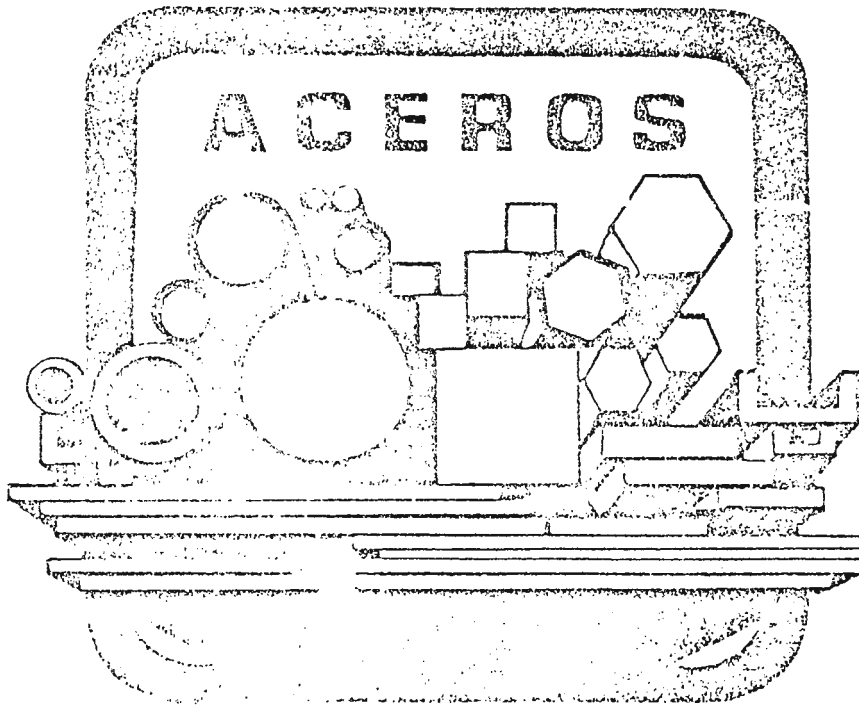
ACEROS PARA TRABAJO EN CALIENTE

H-10	X32 Cr Mo V 3 3		0.35	0.30	0.30	3.00				260	0.50	160		750°C	950°C	52	50	16		Muy buena resistencia a altas temperaturas y fatigas externas, usado en forja y moldeo.	
H-11	X38 Cr Mo V 5 1	4-D-6	0.38	0.40	1.00	5.00				160	0.40	160		850°C	1000°C	55	54	46		Con muy buenos resultados en dados de forja, excelente resistencia a la fatiga y a grandes impactos.	
H-13	X40 Cr Mo V 5 1	4-D-6 1	0.39	0.40	1.00	5.30				160	1.60	165		850°C	1080°C	54	52	50	46	ACEITE	Util para las producciones en el trabajo de forja, buena resistencia a los golpes y altas temperaturas.

BOEHLER

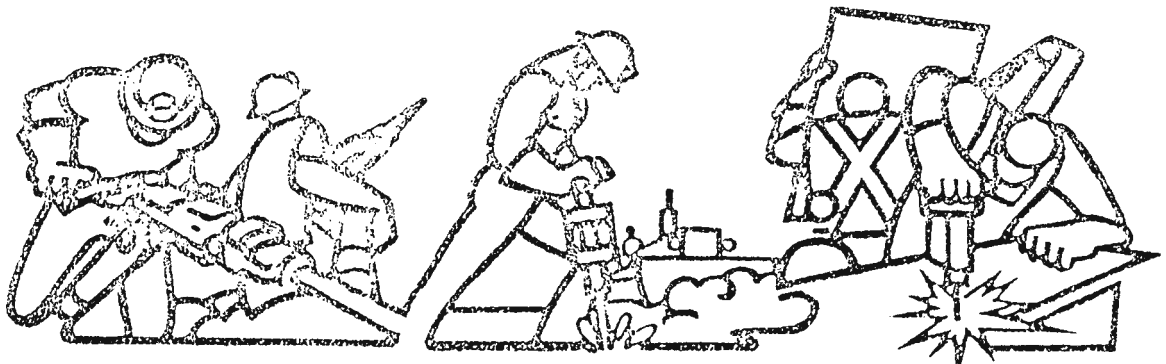


ABASTECEDORA INDUSTRIAL S.A. de C.V.



Calle Gerardo Barrón
No. 1290 III
Frente Talleres Sachi

Tels.: 22-5307
22-0682



AMPLIO STOCK DE MEDIDAS

RECOMENDACIONES TECNICAS

Todo acero tiene características muy especiales de acuerdo a su aleación, es por lo tanto aconsejable en caso de duda consultar a nuestro Departamento Técnico, servicio que hacemos en forma gratuita.

MAQUINADO: El maquinado mal efectuado de un acero fino puede originar roturas durante su tratamiento térmico o en forma prematura durante la utilización de la pieza. Los aceros que se adquieran deberán tener una sobremedida suficiente para que durante el maquinado se pueda eliminar no solamente la cascara negra sino también la zona descarbonizada y que eventualmente contiene microfisuras.

Rogamos, por tanto, observar en lo posible la sobremedida en relación a los diámetros expuestos en la tabla siguiente:

MEDIDA ACABADA EN mm:	has	desde	25	40	63	80	100	125	160	200
	ta	16	hasta	40	63	80	100	125	160	200
25	16	25	40	63	80	100	125	160	200	250
SOBRE- MEDIDA EN mm:	2	2.5	3	4	5	6	7	8	10	12

Un tratamiento térmico efectivo, puede garantizarse únicamente, si las sobremedidas mencionadas son respetadas.

Se debe considerar lo siguiente:

Una superficie demasiado rudimentaria (P.E. desbrincado), causa una caída de resistencia a la fatiga de aprox. 23%/c. Todo tipo de rayaduras de maquinado, así como cambios de diámetros en ángulo recto, originan, debido a las tensiones que se crean en el material, peligro de ruptura. Los canales para chaveta en ejes son especialmente susceptibles a roturas por fatiga, por lo que debe ponerse mucha atención a la medida y limpieza de superficie.

Los ejes sometidos a torsión tienen como punto débil las perforaciones para lubricación: No solamente la salida de las perforaciones debe ser redondeada sino la superficie de la perforación debe ser en lo posible libre de rayaduras.

Quando se maquinas platinas, hay que poner especial cuidado en extraer material en ambas caras por igual (no limpiar una cara y llegar a la medida deseada quitando material de la otra cara). De modo contrario, torceduras en el temple son casi inevitables. Sobre todo en las matrices y punzones debe considerarse la "fibra" del acero que se encuentra siempre en forma longitudinal a la barra.

Punzones deben trabajar con la fibra en forma vertical, sufrideras con la fibra siempre en forma horizontal (comparar a la fibra del acero con la fibra de la madera).


















TRATAMIENTO TERMICO. El tratamiento térmico correcto de una pieza de acero es primordial para la vida misma.


Solo con un buen tratamiento térmico se podrá exigir de una pieza el rendimiento de acuerdo a la calidad de acero escogido.


EL ACERO RESPONDE DE ACUERDO A LA BONDAD DE SU TRATAMIENTO TERMICO

INDICE

RECOMENDACIONES TECNICAS:

ACEROS PARA HERRAMIENTAS				
Aceros rápidos	SUPER RAPID EXTRA 500	5	S 305	
	SUPER RAPID EXTRA MO	6	S 600	
Para trabajo en caliente	WK7 50	7	W 105	
	WMD	8	W 320	
	US ULTRA	9	W 300	
	GNME	10	W 500	
Aceros resistentes al impacto	MY EXTRA	11	K 450	
Aceros indeformables	ESPECIAL KNL	12	K 105	
	ESPECIAL K	13	K 100	
	AMUTIT S	14	K 460	
Aceros para usos especiales	NBS	15	K 605	
	V 6 N	16	K 630	
	PLATA CV	17	K 510	
	GNOM EXTRA	18	K 980	
	GNOM	18	K 950	
Aceros para industria de plástico	K 456 STARMOLD	19	M 210	
	FL	20	M 150	
	WKW 4	21	M 310	
ACEROS PARA MAQUINARIA Y REPUESTOS				
Aceros para cementación	FCN 150	22	F 230	
	FM 80*	23	F 410	
Para perforada	DESFORD T1 52	24		
Aceros bonificados o para templear	VON 150	25	V 155	
	VCE 140	26	V 320	
	III (MS 60)	27	K 960	
	IV (MS 60)	27	K 945	
Aceros para nitruración	ACE	28	V 810	
ACEROS INOXIDABLES Y ANTITERMICOS				
Aceros inox. bonificados	KWB	29	N 350	
Aceros inox. templeables	KW 10	30	N 100	
	KW 40	31	N 540	
Aceros inox. austeníticos (no templeables)	A5 2	32	A 595	
	A5 2 W	33	A 500	
	A5 4 W	34	A 120	
	SAS 4	35	A 350	
Aceros antitermicos	FEF	36	H 525	
ACERO ANTIABRASIVO	CHRONOS	37	K 700	
METAL DURO POEHLERIT		39		
REPRESENTACIONES		40		
TABLA DE COMPARACION DE DUREZA		42		
TABLA DE EQUIVALENCIAS Pulg. Min.		44 I		
TABLA DE PESOS		44 I		

BOEHLER  VCN 150

 V 155



Tipo de aleación: C 0,34 Cr 1,5 Ni 1,5 Mo 0,2 0/0

Normas: AISI : 4340 H

DIN : 34 CrNiMo 6

MAT Nº 6582

Color de identificación: Verde

Estado de suministro: Bonificado: 90 — 130 kp/mm²
(Brinell : 270 — 380 HB)

Largos Standard de Stock: 3'5 — 4 metros

Acero especial de bonificación al cromo-níquel-molibdeno. Altamente resistente a la tracción y a la torsión, como también a cambios de flexión. Insensible al sobrecalentamiento en el forjado y temple y libre de propensión a rotura de revenido. Se suministra en estado bonificado, lo que permite en la mayoría de los casos su aplicación sin necesidad de tratamiento térmico adicional.

APLICACIONES: Partes de maquinaria y repuestos de mayores dimensiones sometidas a muy altos esfuerzos dinámicos y otras altas exigencias mecánicas, como en la construcción de vehículos pesados, aviones y máquinas de explotación, ejes de leva, árboles de transmisión, barras de torsión, ejes de eje de bombas, ejes para hélice de aviones, pernos y tuercas de alta presión, rodillos de transportadora, vástagos y pines, muñones, tramos de tracción, dientes embragues, discos de embrague, etc.

INSTRUCCIONES PARA EL TRATAMIENTO

Forjado: 1150 — 8500 C

Recocido: 650 — 7000 C

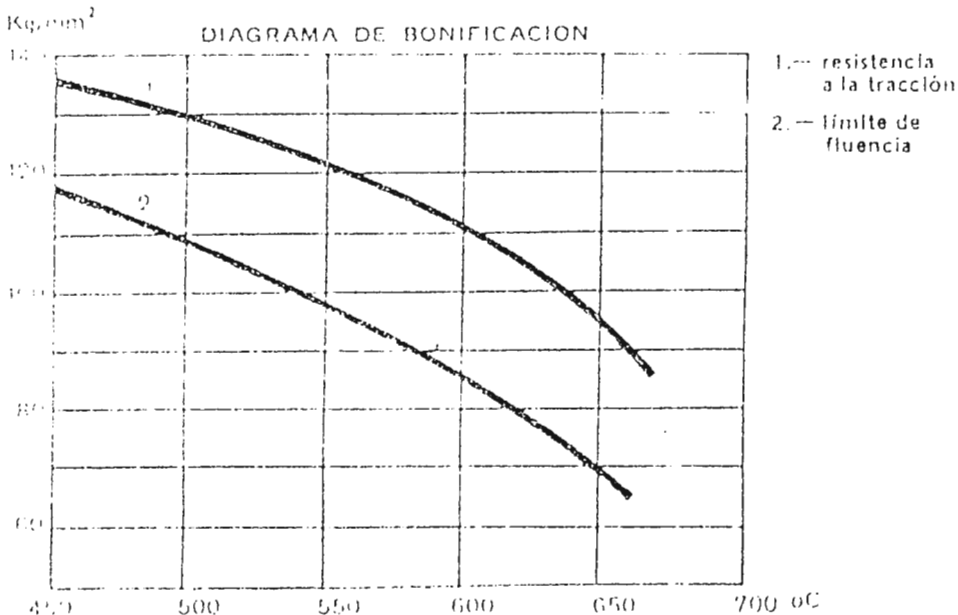
Temple: al menos 820 — 8500 C

Revenido: 570 — 6800 C

Normalizado: 850 — 8800 C

REQUISITOS		CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS EN ESTADO BONIFICADO					
Temperatura	Resistencia a la tracción	Resistencia a la tracción	Resistencia a la tracción	Resistencia a la tracción	Resistencia a la tracción	Resistencia a la tracción	Resistencia a la tracción
20°C	130	130	130	130	130	130	130
100°C	125	125	125	125	125	125	125
200°C	120	120	120	120	120	120	120
300°C	115	115	115	115	115	115	115
400°C	110	110	110	110	110	110	110
500°C	105	105	105	105	105	105	105
600°C	100	100	100	100	100	100	100
700°C	95	95	95	95	95	95	95

Soldadura: No se recomienda soldar este acero por su muy alta sensibilidad a la influencia del calor.



AISI 1020

CONXCTHO COMO EJE TRANSMISION

ACERO PARA CONSTRUCCION DE MAQUINARIA, DE ACABADO BRILLANTE.

COMPOSICION QUIMICA

C 0.18-0.22 Mn 0.60

SI 0.20 P 0.22 S 0.11

NORMA

ASISI/AIE 1020

DEF SP 37-C22

PUNTA IDENTIFICACION PLATEADO METAL

CARACTERISTICAS:

Es un acero que posee bajo contenido de carbono, no aleado y laminado en frío, permite una alta tenacidad y media resistencia a la tracción. Se usa para ejes de transmisión de fuerza.

Sus características más notables son:

- . Calibrage exacto en su medidas
- . Excelente tenacidad
- . Acabado brillante
- . Se puede cementar.

APLICACIONES.

Sirve para la construcción de maquinaria, es un tipo de acero muy usado de los clasificados como laminados en frío, sus uso dentro de nuestro mercado se orienta a:

- 1) Para partes de maquinaria, matriconía.
- 2) En troquelaría, dados, etc.
- 3) Pernos, tuercas, pines quías, pines de sujeción, bulones, herramientas, etc.
- 4) Ejes donde la resistencia a la tracción no es muy elevada.

PROPIEDADES MECANICAS:

Resistencia a la tracción: MAX 32-37 Kp/mm².

Límite de fluencia: MAX, 23-27 Kp/mm².

Dureza Brinell en estado de entrega: MAX, 100-110 DB.

Dureza Rockwell C; Por la poca penetración de temple, se usa en estado normalizado. (Para dureza hay que cementarlo).

BOEHLER ☆ EHH (EMS 60)



Tipo de aleación: C 0,60 0/0 Si 0,3. Mn 0,7

Color de identificación: Blanco

Estado de suministro: Dureza natural: 70 - 90 kp/mm² (204 - 263 HB)

Largos Standard de Stock: 3'5 - 4 metros

BOEHLER ☆ EH (EMS 45)



1045 - A151

Tipo de aleación: C 0,45 0/0 Si 0,3. Mn 0,7

Color de identificación: Blanco-Negro-Blanco

Estado de suministro: Dureza natural: 60 - 75 kp/mm² (175 - 219 HB)

Normas: EHH(EMS 60) EH(EMS 45)

AISI: 1060 1045

DIN: Ck 60 (St C 60.61) Ck 45 (St C 45.61)

MAT N°: 1221 1191

Aceros finos al carbono, de alta calidad. Gran pureza lograda con un proceso espeical de fabricación y estricto control de calidad.

APLICACIONES: Elementos de maquinaria y repuestos bonificados de dimensiones menores (Ejes, pernos, tuercas, ganchos, pines, pasadores, chavetas, etc. En estado normalizado también para piezas grandes forjadas. Herramientas de mano

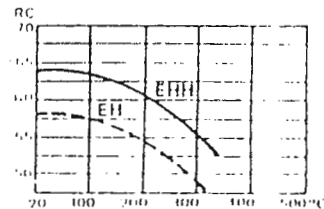
INSTRUCCIONES PARA EL TRATAMIENTO:

	EHH	EH
Forjar:	1050 - 850°C	1100 - 850°C
Normalizar:	820 - 850°C	840 - 870°C
Recocer:	650 - 700°C	650 - 700°C
Resistencia a la tracción en estado recocido	60 - 70 kp/mm ²	55 - 65 kp/mm ²
Temple	800 - 830°C	820 - 850°C al agua
Dimensiones menores	810 - 840°C	830 - 860°C al aceite
Revenido:	100 - 300°C	100 - 300°C depende del uso
	ó 550 - 660°C	ó 550 - 660°C

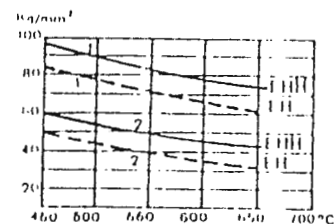
Soldadura: Estos aceros no deben soldarse.

DIAGRAMA DE BONIFICACION

Marca Estado	CARACTERISTICAS MECANICAS				
	Diametro mm	Limite de fluencia min. kg/mm ²	Resistencia a la tracción kg/mm ²	Alarga miento (l - 5d) min. 0/0	Contracción m/n. 0/0
EHH bonific.	hasta 16	58	85 100	11	25
	de 16 a 40	50	85 95	13	35
	de 40 a 100	46	75 90	14	40
EH bonific.	hasta 16	49	71 86	14	35
	de 16 a 40	47	67 82	16	40
	de 40 a 100	38	63 78	17	45
EHH normaliz.	16 - 100	39	70 90	14	-
EH normaliz.	16 - 100	34	60 75	17	-



- 1. - resistencia a la tracción
- 2. - limite de fluencia



Temperatura de revenido en °C.

BOEHLER  ECN 150 E 230

tipo de aleación: C 0.15 Cr 1.5 Ni 1.50/o
 Normas: AISI : A-3115
 DIN : 15 CrNi 6
 MAT Nº : 5919
 Color de identificación: Azul
 Estado de suministro: Recocido: max. 75 kp/mm²
 (Brinell: max. 217 HB).

Acero especial de cementación aleado al cromo-níquel. Adquiere excelente dureza superficial en el temple de cementación. Insuperable tenacidad y resistencia en el núcleo.

APLICACIONES: Partes de maquinaria y repuestos de grandes dimensiones, de las cuales se exige muy alta dureza superficial, tenacidad y resistencia extraordinaria en el núcleo como p. ej. piñones, cigüeñales, ejes de cajas de velocidad, sinfines, palancas, piezas de dirección, vástagos, pines

INSTRUCCIONES PARA EL TRATAMIENTO:

Forjado: 1150 -- 850°C
 Recocido: 650 -- 700°C
 Cementar: 900 -- 950°C
 Enfriamiento: En aceite o baño térmico de 160 -- 250°C.
 Recocido de refinamiento: 630 -- 650°C, enfriamiento en el horno.
 Temple del núcleo: 840 -- 870°C al aceite o baño térmico de 160 -- 250°C.

Temple de la superficie cementada:

800 -- 830°C al aceite o baño térmico de 160 -- 250°C
 Revenido: 170 -- 210°C

DURACION DE REVENIDO: Mínimo 1 hora.

CARACTERISTICAS MECANICAS						
en el núcleo de la pieza cementada						
Diám. mm	Límite de fluencia mín. kg/mm ²	Resistencia a la tracción kg/mm ²	Alargamiento (L:5d) mín %	Contracción % mín.	Resiliencia según DVM kgm/cm ² (vál de guía)	Dureza Rockwell en la Superficie Rc
11	70	100-130	8	35	-	62
30	83	90-120	9	40	10	64
63	88	80-110	10	40	-	64

Las características mencionadas se entienden en estado templado sin cementación.

Soldadura: Este acero es relativamente soldable. En este caso se debe calentar a una temperatura de 300 -- 450°C y luego someter a un recocido: (680 -- 720°C).

Electrodos recomendables según normas AWS - ASTM: E 11018 G;

En caso que la cementación de la costura no sea indispensable, se recomienda el uso de electrodos según norma DIN 8555 - AWS: E 8-200 zrk, ó E 307 -- 15.

DESFORD TI 52



Tipo de aleación: C 0,18 Mn 1,4 0/0
 Normas: AISI : 1320
 DIN : ~20 Mn 5
 MAT N^o : ~5053
 Estado de suministro: Normalizado.

BARRA PERFORADA de acero especial laminada en caliente con mínimas tolerancias. Grandes ventajas por ahorro en los costes de material y en el tiempo de mecanización. Tiene amplias posibilidades de aplicación en estado bonificado o cementado. Aceptada por "Lloyd's Register of Shipping" para varias construcciones navales. Muy apto para soldar.

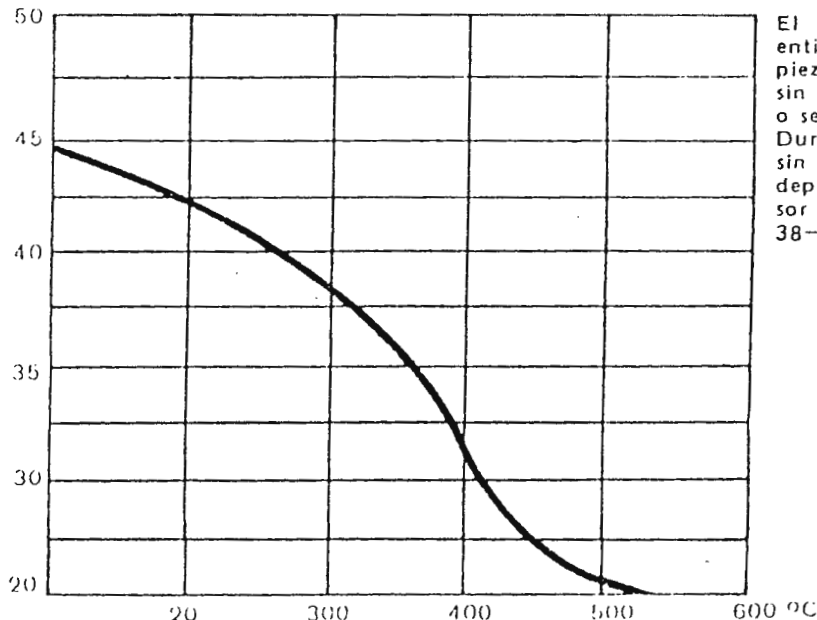
APLICACIONES: Para elementos de maquinaria tales como engranajes, cuerpos de bomba, anillos separadores, casquillas de protección como también para la construcción de columnas de taladro u otras máquinas, ejes, bujes, rodillos, etc.

INSTRUCCIONES PARA EL TRATAMIENTO:

Forjado: 1100 – 850^o C Templar: 860 – 880^o C al agua
 Normalizado: 860 – 880^o C Revenido: 200 – 400^o C
 Recocido: 650 – 700^o C Cementar: 900 – 930^o C al aceite.
 Dureza superficial obtenible:
 60 – 62 Rc.

Resistencia en estado recocido		CARACTERISTICAS MECANICAS EN ESTADO NORMALIZADO					
máx. kg/mm ²	dureza Brinell máx. HB 30	Espesor de pared mm.	Límite de fluencia mín. kg/mm ²	Resistencia a la tracción Kg/mm ²	Alargamiento (l.: 5d) mín. 0/0	Contracción mín. 0/0	Resiliencia según DVM mkg/cm ² (valores de guía)
50	145	13-30 mayor	35 34	52-56	22	—	3,5

Rc. **DIAGRAMA DE REVENIDO**



El diagrama, se entiende para piezas templadas sin cementación, o sea bonificadas. Dureza obtenible sin cementación depende del espesor de la pared: 38-43 Rc.





Tipo de aleación: C 0,95 Mn 1,0 Cr 0,5 W 0,5 V 0,10/o
 Normas AISI : 0 1
 DIN : 100 MnCrW 4
 MAT Nº : 2510
 Color de identificación: Rojo - Azul
 Estado de suministro : Recocido: 65 - 75 kp/mm²
 (Brinell : 191 - 219 HB)

Acero especial, aleado, de temple parejo y seguro con poca variación de medidas, excelente conservación de filo, buena resistencia al desgaste y magnífica tenacidad. Fácilmente maquinable.

APLICACIONES: Especialmente para dispositivos de roscar como también para punzones y cizallas para chapa delgada, herramientas para labrar madera. Matrices de corte con exigencias normales; guías y pines para matrickería

Cuchillas para cortar papel, tabaco o similares materiales delgados. Herramientas de medición, p. ej. calibradores, reglas, etc. Moldes para plástico y resinas sintéticas

INSTRUCCIONES PARA EL TRATAMIENTO:

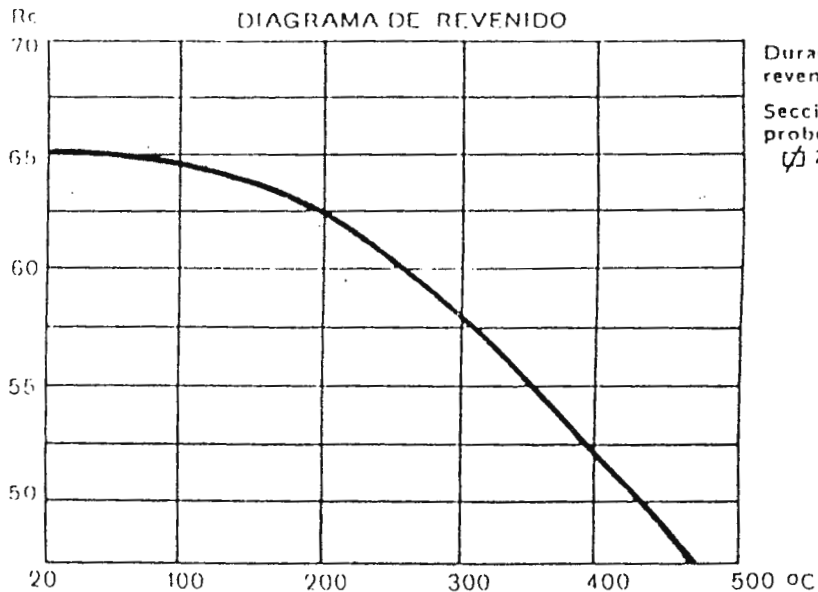
Forjar: 1050 - 850°C
 Recocido: 760 - 780°C
 Enfriamiento lento en el horno hasta 600°C:
 Temple: 780 - 820 °C

Tiempo de mantenimiento aprox.
 10 min. para una sección de 20 mm.

Enfriamiento En aceite para herramientas simples, baño de sal de 200 - 250°C para herramientas complicadas

Dureza obtenible 63 - 65 Rc

Revenido: Según diagrama. Normalmente 100 - 300°C.



BOEHLER  **GNOM EXTRA**  **K 980**



Tipo de aleación: C 0,85% Si 0,2 Mn 0,2
 Color de identificación: Plateado
 Estado de suministro : Recocido: 60 – 70 kp/mm² (175-205 HB)

BOEHLER  **GNOM**  **K 950**

Tipo de aleación: C 0,50% Si 0,3 Mn 0,6
 Color de identificación: Plateado – Blanco
 Estado de suministro : Recocido: 60 – 70 kp/mm² (175-205 HB)

Normas:	GNOM EXTRA	GNOM
AISI :	W 1-0 9 C	W 0,6 C
DIN :	C 85 W 2	C 60 W 3
MAT Nº :	1631	1741

Aceros especiales al carbono. Gran calidad, lograda con un proceso especial de refinamiento y estricto control.

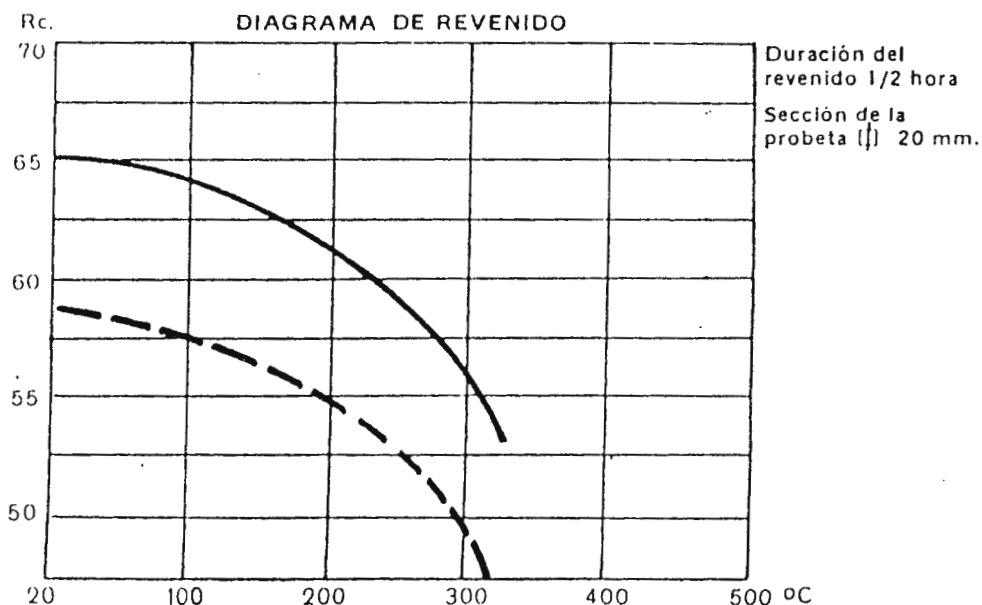
INSENSIBLE AL SOBRECALENTAMIENTO en el forjado y temple.

APLICACIONES: Herramientas para trabajar en roca y concreto, tales como cinceles, brocas y barrenos para canteras, minas y construcción civil, barretas, sacaclavos y otras herramientas de mano.

INSTRUCCIONES PARA EL TRATAMIENTO:

	GNOM EXTRA	GNOM
Forjado:	1000 – 800°C	1100 – 800°C
Recocido:	680 – 710°C	680 – 710°C
Temple:	790 – 810°C	790 – 810°C
Enfriamiento	agua	agua
Dureza obtenible:	aprox. 65 Rc	aprox. 60 Rc
Revenido:	Según necesidad (100 – 300°C).	

———— GNOM EXTRA
 - - - - - GNOM



BOEHLER ☆ ANTINIT AS 2 (W) A 500

Tipo de aleación: C max. 0,05 Cr 18,5 Ni 9,5 0/0

Normas: AISI 304
 DIN : X 5 CrNi 18 9
 MAT N° : 4301

Color de identificación: Blanco — Negro
 Estado de suministro : Apagado y decapado.

Acero inoxidable, aleado al cromo-níquel, muy resistente a la desintegración del grano y ataques químicos, de estructura austenítica. Muy apropiado para embutir y pulir.

APLICACIONES: En las industrias alimenticias tales como la cervecera, lechera, azucarera. Fábricas de jabones, ceras y grasas comestibles; utensilios domésticos y de hotelería; cubiertos; industria del cuero como también farmacéutica y de la técnica dental. Para elementos, que exigen una resistencia a temperaturas hasta 800° C.

INSTRUCCIONES PARA EL TRATAMIENTO:

Forjado: 1100 — 900° C
 Enfriamiento al aire.

Apagar: 1000 — 1050° C al agua
 Dimensiones menores de 2 mm. de espesor, enfriar al aire.

Aptitud para ser trabajado:
 Viruteado : buena
 Embutido : muy buena
 Susceptibilidad de ser magnetizado: posible pero poca.

PROPIEDADES MECANICAS										
[Ensayo por choque sobre probeta entallada mín. (kgm/cm ²)	[Ensayo Erichsen de aplastado en chapa de 1 mm mm.	[Límite de fluencia en probeta caliente mín. kg/mm ²				Dureza (Rinell) HB	Límite de fluencia mín. kg/mm ²	Resistencia a la tracción kg/mm ²	Alargamiento (L=5d) mín. 0/0	Contracción mín. 0/0
		3000C	2000C	1000C	4000C					
20	~12	—	—	—	—	~180	22	50-70	50	50
VALORES FISICOS										
Peso específico (g/cm ³)	Módulo de elasticidad a 200C kg/mm ²	Resistencia eléctrica a 200C Ohm.mm ³ /m	Conductibilidad térmica a 200C cal/cm.s.0C	Calor específico a 200C cal/g.0C	Dilatación térmica 10 ⁻⁵ m/m.0C entre 200C y					
					1000C	2000C	3000C	4000C	5000C	
7,8	20300	0,22	0,11	0,12	16	17	17	18	18	

Soldadura: El acero es fácilmente soldable. Se recomienda electrodos según norma DIN 8556 AWS E K6 19 9 20 ó F 308 —15 (BOEHLER FOX AS 2) ó E Ti 19 9 26 ó E 308—16 (BOEHLER FOX AS 2—A). Luego de soldar, el enfriamiento brusco no es necesario.

Tabla 1				
Composicion y propiedades típicas del aluminio				
Punto de Fusión	Calor Especifico	Calor Latente de Fusión	Resistencia Electrica	Modulo Elasticidad
1120. 4F	0.215	13.30	^{Mu} 2.655	10

Tabla 2				
Temple	Resistencia a la fluencia 1000 Lb./P ²	Resistencia Traccion 1000 Lb/P ²	Conductividad Electrica % IACS *	
T 6 51	8	18	45	

METALES NO FERROSOS

Tabla 3					
Condiciones para el tratamiento termico de las aleaciones del Aluminio					
Tratamiento térmico en solución			Tratamiento térmico por precipitación		
Aleación	Tem., °F	Designación del temple	Temp., °F	Tiempo de envejecimiento	Designación del tiempo
6061	975-995	T4	315-325	18 h	T 6 51

$$^{\circ}\text{C} = \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{1.8}$$

° En un baño fundido de nitrato, el tiempo varia entre 10 y 60 min. dependiendo del tamaño de la carga y el espesor del material. En un horno de tiro natural, hay que calcular la tolerancia por la mayor lentitud para el calentamiento de la carga a la temperatura deseada. Para material grueso, puede ser necesario un tiempo más largo a la temperatura especifica. Todos los temples por inmersión se efectúa en agua fría.

BARRA
DE
ALUMINIO

FLO ALUMINIO T6

El Aluminio debe en la mayoría de aplicaciones a su ligereza y a la resistencia relativamente elevada de sus aleaciones.

Aunque otros usos depende de su resistencia a la corrosión, que es relativamente buena.

El Flo Aluminio Es un metal que se usa para muchas aplicaciones, en las que no se desea resistencias muy altas.

Se puede templear por trabajo en frío (T6) pero no por tratamiento térmico.

Esta aleación de aluminio es superior a casi todas las otras aleaciones de aluminio por su contenido de magnesio, la cual la hace resistente a la corrosión, tiene resistencia mecánica y ductibilidad, suave al maquinado.

<u>Color de Identificación</u>	Azul Marino
<u>Composición Química</u>	<u>Cu</u> 0.25
	<u>Mn</u> 0.6
	<u>Mg</u> 1.
	<u>Cr</u> 0.25
<u>Dureza Brinell</u>	90 HB
<u>Con carga 500 Kgs</u>	
<u>Resistencia a la tracción</u>	KSI 38
<u>Designación del Temple</u>	T 6

La Soldadura deberá ser del mismo tipo de la aleación.

BARRA

DE

COBRE

FLO COOPER 110

El Flo Cooper se produce por refinado electrolítico, la cual nos conduce a obtener un Cobre puro.

El Cobre puede trabajarse de 1400 °F a 1600 °F. Y presenta bastante ductibilidad en el trabajo en frío, este tipo de aleación es útil debido a su propiedad de conductividad eléctrica y térmica, caliente y frío, de fácil maquinado y tiene muy buena resistencia a la corrosión.

Color de Identificación Rojo Natural

Material	Composición Nominal		Índice de Maquinabilidad	Resistencia a la Tracción KSI	
	Cobre	Cu Otros		Duro	Blando
Cobre 110 Electrolítico	110	99.99	0.2 P 20	50	32

DUREZA ROCKWELL C	26
Punto de Fusión	1981 °F
Densidad 2 libras/ Pie	0.322
Coefficiente Exp. 572 °F x 10 ⁶	9.80
Conductividad Eléctrica	
Recocido % IACS	110
Conductividad Térmica BTU <II pies pie ² °F > P	226

Este es un tratamiento en dos etapas con enfriamiento por aire hasta la temperatura y la de alta temperatura para extrusiones.

Aplicaciones

Bielas, pistones, camisas hidraulicas, ciertos piñones, poleas y piezas en general, donde las exigencias sean medianas y se necesite poco peso en la pieza.

* IACS "International Annealed Copper Standard.

PROPIEDADES TÉCNICAS

Maquinabilidad	Excelente
Acabado	Excelente, puede ser trasladado en láminas delgadas.
Galvanizado	Muy Bueno
Resistencia a la Corrosión y Ácidos	Muy Bueno,
Resistencia al desgaste	Excelente
Endurecer	Aceite
Templabilidad	Facilmente templable. Hasta 900 ° C
Estructura	Compacta, altamente resistente a la presión de aceite, estructura homogénea muy fina.
Superficie	Libre de escoria o arena.

LA BARRA DE HIERRO FUNDIDO



Esta disponible en dos grados de provisión de Hierro Gris, Designados 1F y 2P.
Estos grados son similares en propiedades.

FLOCAST 1F

Es el hierro fundido más versátil que podemos suministrar y es lo más común en aplicaciones de Ingeniería.

Flocast 1F, facilita la producción de repuestos de alta calidad y bajo costo. Es relativamente suave en su estructura y por lo tanto suave en su maquinado.

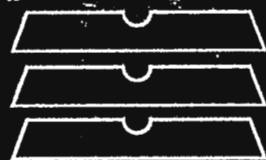
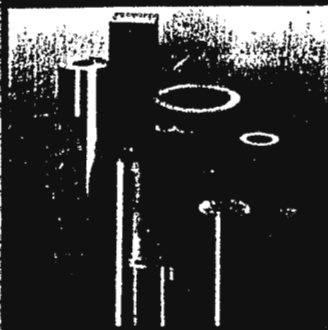
Las típicas aplicaciones que a continuación describimos, nos demostrarán, la versatilidad de FLOCAST 1F.

Estas características son detalladas, para ayudar a diseñar correctamente, los diferentes componentes o repuestos que a diario se fabrican en la Industria.

FLOCAST 1F

PROPIEDADES MECANICAS

	<u>Imperial</u>		<u>Metric</u>	
Resistencia Tencil	20-30000	PSI	150-200	MPA
Rango Dureza Brinel			149 a 229 HB	
Resistencia a la Compresión	120000	PSI	600-720	MPA
Resistencia Transversal	3600	Lbras	1600	Kgs.
Módulo de Elasticidad	16- 19x10 ⁶	PSI	100-115	G.PA
Micro Estructura	Escencialmente ferritica con zona central Perlitica.			



EUROSUIN BRONCES S.L.

BRONCE EN COLADA CONTINUA

E 5

Cu 85%
Sn 5%
Zn 5%
Pb 5%

NORMAS:

UNE 37103 C-3520
DIN 1705 Gc Cu Sn 5 Zn Pb Rg 5
ASTM B-62 C-83600
UNI 7013 Gc Cu Sn 5 Zn 5 Pb 5

PROPIEDADES MECANICAS:

Resistencia a la tracción:
20/30 Kgs/mm²
Alargamiento : > 10%
Dureza Brinell: 65/75
Limite elástico: > 8 Kgs/mm²

APLICACIONES:

Bronce donde se requiera resistencia a la tracción. Apropiado para la construcción de maquinaria hidráulica y valvulería en general, dado su gran rendimiento. Resistente a la corrosión por agua de mar.

E10

Cu 88%
Sn 10%
Zn 2%

NORMAS:

UNE 37103 C-3220
DIN 1705 Gc Cu Sn 10 Zn Rg 10
ASTM C-92600
UNI 7013 Gc Cu Sn 10 Zn 2

PROPIEDADES MECANICAS:

Resistencia a la tracción:
27/34 Kgs/mm²
Alargamiento : > 7%
Dureza Brinell: 80/95
Limite elástico: > 15 Kgs/mm²

APLICACIONES:

Bronce resistente al desgaste. Buena resistencia a la corrosión y cavitación. Ideal para cojinetes, tornillos sin-fin, tuercas, piñones y casquillos para altas cargas y bajas velocidades.

E12

Cu 88%
Sn 12%

NORMAS:

UNE 37103 C-3130
DIN 1705 Gc Cu Sn 12
ASTM C-90700 C-90800 C-92500
UNI 7013 Gc Cu Sn 12

PROPIEDADES MECANICAS:

Resistencia a la tracción:
28/35 Kgs/mm²
Alargamiento : > 7%
Dureza Brinell: 95/100
Limite elástico: > 15 Kgs/mm²

APLICACIONES:

Ideal para coronas dentadas, barras de ajuste y deslizamiento de alta sollicitación. Adecuado para cojinetes de fricción con elevadas puntas de carga.

EPB 10

Cu 80%
Sn 10%
Pb 10%

NORMAS:

UNE 37103 C-3320
DIN 1716 Gc Cu Pb 10 Sn
ASTM C-93700
UNI Gc Cu Sn 10 Pb 10

PROPIEDADES MECANICAS:

Resistencia a la tracción:
19/26 Kgs/mm²
Alargamiento : > 10%
Dureza Brinell: 65/80
Limite elástico: > 10 Kgs/mm²

APLICACIONES:

Bronce al plomo con propiedades antifricción, resistente al desgaste, se utiliza cuando las condiciones de lubricación no son perfectas. Para cojinetes en contacto con agua dulce y trenes de laminación en caliente.

EAL 10

Cu 81%
Al 11%
Ni 4%
Fe 4%

NORMAS:

UNE 37103 C-4220
DIN 1714 Gc Cu Al 10 Ni
ASTM C-95500
UNI Gc Cu Al 11 Fe 4 Ni 4

PROPIEDADES MECANICAS:

Resistencia a la tracción:
63/75 Kgs/mm²
Alargamiento : > 13%
Dureza Brinell: 160/210
Limite elástico: > 30 Kgs/mm²

APLICACIONES:

Bronce al aluminio, con resistencia al agua de mar y al ácido. Ideal para tuercas y coronas, para la industria química y productos alimenticios. Por su dureza se utiliza para piezas de fricción de cargas pesadas.

TABLA DE PESOS

MEDIDAS QUE DISPONEMOS EN STOCK EN COLADA CONTINUA, CALCULADO EN KG/M PESO ESPECIFICO 8,8 KGS/DM³

BARRAS HUECAS

Diámetros en mm.			Diámetros en mm.			Diámetros en mm.			Diámetros en mm.		
Exterior	Interior	Kg/m	Exterior	Interior	Kg/m	Exterior	Interior	Kg/m	Exterior	Interior	Kg/m
26	9	4.112	71	44	21.461	101	79	27.369	131	79	75.473
26	14	3.318	71	49	18.246	106	44	64.278	131	84	69.840
31	9	6.082	76	19	37.426	106	49	61.063	131	89	63.862
31	14	5.288	76	24	35.940	106	54	57.504	131	94	57.538
31	19	4.147	76	29	34.108	106	59	53.599	136	74	89.988
36	14	7.603	76	34	31.931	106	64	49.348	136	79	84.700
36	19	6.462	76	39	29.409	106	69	44.752	136	84	79.067
36	24	4.976	76	44	26.541	106	74	39.811	136	89	73.089
41	9	11.058	76	49	23.326	106	79	34.523	136	94	66.765
41	14	10.264	76	54	19.767	106	84	28.890	141	74	99.561
41	19	9.123	81	19	42.852	111	44	71.777	141	79	94.273
41	24	7.637	81	24	41.366	111	49	68.562	141	84	88.640
41	29	5.805	81	29	39.534	111	54	65.003	141	89	82.662
46	14	13.271	81	34	37.357	111	59	61.098	141	94	76.338
46	19	12.130	81	39	34.835	111	64	56.847	146	74	109.478
46	24	10.644	81	44	31.967	111	69	52.251	146	79	104.190
46	29	8.817	81	49	28.752	111	74	47.310	146	84	99.557
46	34	6.635	81	54	25.193	111	79	42.022	146	89	92.579
51	14	16.623	81	59	21.788	111	84	36.389	146	94	86.255
51	19	15.482	86	34	43.128	111	89	30.411	151	79	114.455
51	24	13.996	86	39	40.606	116	49	76.406	151	89	102.844
51	29	12.164	86	44	37.738	116	54	72.847	151	99	89.850
51	34	9.987	86	49	34.523	116	59	68.942	151	109	75.474
51	39	7.465	86	54	30.964	116	64	64.691	161	89	124.407
56	14	20.321	86	59	27.059	116	69	60.095	161	99	111.413
56	19	19.180	86	64	22.808	116	74	55.154	161	109	97.037
56	24	17.694	91	34	49.244	116	79	49.866	161	119	81.279
56	29	15.862	91	39	46.722	116	84	44.233	161	129	64.139
56	34	13.685	91	44	43.854	116	89	38.255	171	99	134.359
56	39	11.163	91	49	40.639	116	94	31.931	171	109	119.983
61	14	24.364	91	54	37.080	121	54	81.037	171	119	104.225
61	19	23.223	91	59	33.175	121	59	77.132	171	129	87.085
61	24	21.737	91	64	28.924	121	64	72.881	171	139	68.562
61	29	19.905	91	69	24.328	121	69	68.285	181	109	144.312
61	34	17.728	96	44	50.317	121	74	63.344	181	119	128.554
61	39	15.206	96	49	47.102	121	79	58.056	181	129	111.414
61	44	12.338	96	54	43.543	121	84	52.423	181	139	92.881
66	19	27.612	96	59	39.638	121	89	46.445	181	149	72.986
66	24	26.126	96	64	35.387	121	94	40.121	191	129	137.125
66	29	24.294	96	69	30.721	126	64	81.417	191	139	118.602
66	34	22.117	96	74	25.850	126	69	76.821	191	149	98.697
66	39	19.595	101	44	57.124	126	74	71.880	201	129	164.217
66	44	16.727	101	49	53.909	126	79	66.592	201	139	145.694
71	19	32.346	101	54	50.350	126	84	60.959	201	149	125.789
71	24	30.860	101	59	46.445	126	89	54.981	201	159	104.501
71	29	29.028	101	64	42.194	126	94	48.657			
71	34	26.851	101	69	37.598	131	69	85.702			
71	39	24.329	101	74	32.657	131	74	80.761			

BARRAS MACIZAS

Diámetro en mm.	Kg/m	Diámetro en mm.	Kg/m	Diámetro en mm.	Kg/m	Diámetro en mm.	Kg/m
16	1.769	66	30.107	116	93.001	166	190.453
21	3.048	71	34.841	121	101.191	171	202.999
26	4.672	76	39.921	126	109.727	176	214.091
31	6.642	81	45.347	131	118.608	181	226.428
36	8.957	86	51.119	136	127.835	186	239.110
41	11.618	91	57.234	141	137.408	191	252.139
46	14.625	96	63.697	146	147.325	196	265.513
51	17.977	101	70.504	151	157.590	201	279.231
56	21.675	106	77.658	156	168.198		
61	25.718	111	85.157	161	179.153		



Ctra. de Montmeló, Km 4,5
 Apartado de correos nº 231
 08400 Granollers (Barcelona)
 Tel.: (93) 879 20 69 Fax: (93) 879 20 59

**SU CALIDAD ES DE IMPORTACION,
EL PRECIO ES NACIONAL**

BRONCE FOSFORADO 660

BRONCE FOSFORADO TIPO 660

Su mayor contenido aleatorio lo hace un bronce de mejor calidad y para mayores esfuerzos.

CARACTERISTICAS DE LA ALEACION

Sn	7 %
Pb	7 %
Zn	4-6 %
Cu	83 %

PROPIEDADES MECANICAS

Resistencia a la Tracción	30-35 Ksi
Elasticidad	14-18 Ksi
Elongación	12-20 (Min -Typ %)
Dureza Brinell	60-70

BRONCE TIPO PB-1

Es un bronce Fosforado de alta carga. Recomendado para: Chumaceras y tejas que soporten fuertes cargas. A sopletec es resistente a la corrosión, recomendado para: Ruedas dentadas de maquinaria, engranajes, bushings para motores de aviación, asientos de válvulas y accesorios de alta calidad.

CARACTERISTICAS DE LA ALEACION

Sn	10 %
P	0.50 %
Pb	0.50 %
Otros elementos	0.50 %
Cu	Diferencia

PROPIEDADES MECANICAS

Resistencia a la Tracción	36.2 Kgs/Sq.mm
Elongación	7 % mínimo
Dureza Brinell	60-80
Densidad	0.008 Kg/cu

BRONCE LATONADO O LATON

Es un metal de alta Maquinabilidad, para tornillos y tuercas y otras funciones varias. Resistente a la deformación en frío.

CARACTERISTICAS DE LA ALEACION

Cu	54-64 %
Pb	0.5-1.5 %
Zn	Resto

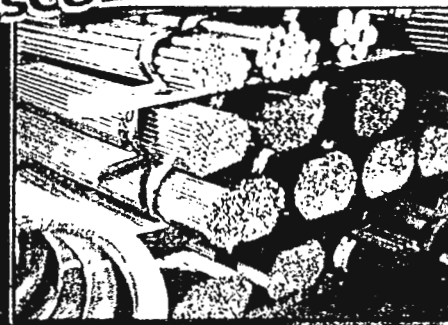
PROPIEDADES MECANICAS

Resistencia a la Tracción	42 a 54 Kg/mm2
Elongación	15-18 %
Dureza Brinell	80-95
Elasticidad	14-26 Kg/mm2

OIL BRONCE O BRONCE GRAFITADO

Es un bronce especial ya que dentro de su estructura de aleación contiene aceite impregnado, lo cual lo hace un bronce autolubricado para resistir altamente la fricción y evitar el desgaste. Se utiliza en piezas sometidas a altas revoluciones y donde la lubricación es indispensable.

APROVECHE EL
10 %
DE DESCUENTO



INDUSTRIAS DE METALES
INDUSTRIAS DE METALES
DE GUATEMALA S.A.

WISCO ESPAÑOLA, S.A.

WISCO ESPAÑOLA

ALEACIONES DE BRONCES ROJOS Y BRONCES AL ESTAÑO

Ref. Comercial Wisco	Elementos	COMPOSICION QUIMICA ALEACIONES S/ ESPECIFICACIONES VIGENTES (valores en porcentajes)										NORMAS INTERNACIONALES MAS PROXIMAS	DENOMINACION DE MATERIALES Y PROCESOS SEGUN NORMA		
		Cu	Sn	Pb	Zn	Ni	P	Fe	Sb	S	Σ Otros		DENOMINACION	Nº MATERIAL	PROCESO
W - 0 (2)	V. Mínimo	Resto	1,50	4,00	7,00							BS 1400 - LG1	CuSn2ZnPb DIN 1705	2.1098.01	G GC GZ
	V. Máximo		3,00	9,0	11,00	2,00	0,10	1,20	0,30	0,10					
W - 5 (2)	V. Mínimo	Resto	4	4	4						1	C84400 ISO 1338 - CuSn5Pb5Zn5 BS 1400 - LG2 NFA 53-707 - UE5 C83600	CuSn5ZnPb DIN 1705	2.1096.01	G GC GZ
	V. Máximo		7	6,5	6,5	2									
W - 7 (2) (3)	V. Mínimo	Resto	6,00	5,00	3,50						1,00	ISO 1338 - CuSn7Pb6Zn4 BS 1400 - LG3 NFA 53-707 - UE7 C93200	CuSn7ZnPb DIN 1705	2.1090.01 2.1090.04 2.1090.03	G GC GZ
	V. Máximo		8,00	7,00	5,50	2,00									
W-Rg10 (2)	V. Mínimo	86,00	9,00		1,00						1,00	ISO 1338 - CuSn10Zn2 BS 1400 - LG3 NFA 53-707 - UE10 C90500	CuSn10Zn DIN 1705	2.1086.01	G GC GZ
	V. Máximo	89,00	11,00	1,50	3,00	0,05	0,25	2,00	0,30	0,10					
W - 10 (2)	V. Mínimo	Resto	9,00								1,00	ISO 1338 - CuSn10 BS 1400 - CT1 C90700	CuSn10 DIN 1705	2.1050.01	G GC GZ
	V. Máximo		12,00	1,00	1,00	2,00	0,4	0,2	0,20	0,05					
W - 12 (1).(2)	V. Mínimo	Resto	10,50								1,00	ISO 1338 - CuSn12 BS 1400 - PB2 NFA 53-707 - UE12 C91700	CuSn12 DIN 1705	2.1052.01 2.1052.04 2.1052.03	G GC GZ
	V. Máximo		13,00	1,00	1,00	2,00	0,40	0,20	0,20	0,05					

BRONCES AL PLOMO

Ref. Comercial Wisco	Elementos	COMPOSICION QUIMICA ALEACIONES S/ ESPECIFICACIONES VIGENTES (valores en porcentajes)										NORMAS INTERNACIONALES MAS PROXIMAS	DENOMINACION DE MATERIALES Y PROCESOS SEGUN NORMA		
		Cu	Sn	Pb	Zn	Ni	P	Fe	Sb	S	Σ Otros		DENOMINACION	Nº MATERIAL	PROCESO
- Pb10 (2)	V. Mínimo	78,00	9,00	8,00							1,00	ISO 1338 - CuPb10Sn NFA 53-707 - CuPb10Sn10 BS 1400 - LB2 C93700	CuPb10Sn DIN 1716	2.1176.01 2.1176.04 2.1176.03	G GC GZ
	V. Máximo	82,00	11,00	11,00	2,00	1,50	0,05	0,25	0,50						
- Pb15 (2)	V. Mínimo	75,00	7,00	13,00							1,00	ISO 1338 - CuPb15n8 BS 1400 - LB1 C93800	CuPb15Sn DIN 1716	2.1182.01 2.1182.04 2.1182.03	G GC GZ
	V. Máximo	79,00	9,00	17,00	3,00	2,00	0,05	0,25	0,50						
- Pb20 (2)	V. Mínimo	69,00	4,00	18,00							1,00	ISO 1338 - CuPb20Sn NFA 53-707 - CuPb20Sn5 BS 1400 - LB5 C94300	CuPb20Sn DIN 1716	2.1188.01	G GC GZ
	V. Máximo	76,00	6,00	23,00	3,00	2,50	0,05	0,25	0,50						

LA S.A. - PROGRAMA DE FABRICACION

CARACTERISTICAS MECANICAS PROXIMADAS A 20°C (VALORES MINIMOS)					PROPIEDADES FISICAS					APLICACIONES	ESTADO DE SUMINISTRO			
Carga de Rotura R _{p0.2} N/mm ²	Alargamiento A _s (%)	Dureza HB 10/1000	Módulo Elástico KN/mm ²	Densidad Kg/dm ³	Calor Especifico J/g . K	Expansión Térmica 10 ⁻⁶ K	Conductividad Térmica W/(m . K)	Conductividad Eléctrica m(Ohm . mm ²)	1		2	3	4	
210	18	60	90 a 95	8,7		18,0	71	8,5	Material de dureza media. Resistente a la corrosión contra aguas residuales. Temperatura de trabajo hasta 225°C. Material resistente al agua de mar y soldable con soldadura blanda; solo condicionalmente soldadura fuerte. Cojinetes, placas de deslizamiento hasta picos de 4.000 N/mm ² Apropiado para deslizamiento de emergencia. Resistente al agua de mar. Material duro resistente al agua de mar para cojinetes de deslizamiento y piezas de acoplamiento sometidas a esfuerzos moderados. Material duro de gran porcentaje de dilatación, resistente a la corrosión y a agua de mar. Apropiado para ruedas directrices y álabes de turbinas. Material con resistencia al desgaste, corrosión y agua de mar, apropiado para flejes de husillo, ruedas helicoidales y camisas de cilindros.	X	X	X	X	
220	16	60	65 a 105	8,7	0,373	18,2	71	8,5		X	X	X	X	
240	15	65	98 a 115	8,8	0,356	18,5	64	7,5		X	X	X	X	
270	16	70								X	X	X	X	
270	13	75								X	X	X	X	
260	15	75	75 a 110	8,7	0,352	18,8	56	6,5		X	X	X	X	
270	18	70	90 a 110	8,7	0,376	18,5	59	7,0		X	X	X	X	
260	12	80	90 a 110	8,6	0,376	18,5	64	6,2		X	X	X	X	
280	8	90								X	X	X	X	
280	5	95								X	X	X	X	

CARACTERISTICAS MECANICAS PROXIMADAS A 20°C (VALORES MINIMOS)					PROPIEDADES FISICAS					APLICACIONES	ESTADO DE SUMINISTRO			
Carga de Rotura R _{p0.2} N/mm ²	Alargamiento A _s (%)	Dureza HB 10/1000	Módulo Elástico KN/mm ²	Densidad Kg/dm ³	Calor Especifico J/g . K	Expansión Térmica 10 ⁻⁶ K	Conductividad Térmica W/(m . K)	Conductividad Eléctrica m(Ohm . mm ²)	1		2	3	4	
180	8	65	75 a 83	9,0	0,376	18,7	54	6,0	Material de buena resistencia a la corrosión, deslizamiento y desgaste. Resistente a la corrosión, y buenas propiedades de funcionamiento de emergencia sin lubricante, incluso con agua. Adecuado para uso de emergencia sin lubricante, incluso con agua intermitente. Resistente al ácido sulfúrico.	X	X	X	X	
230	12	70								X	X	X	X	
220	8	70								X	X	X	X	
180	8	60	75 a 80	9,1	0,376	18,8	63	7,0		X	X	X	X	
220	8	65								X	X	X	X	
220	7	65								X	X	X	X	
160	6	50	74 a 78	9,3	0,376	19,3	71	8,5	X	X	X	X		

LA S.A. - PROGRAMA DE FABRICACION

CARACTERISTICAS MECANICAS PROXIMADAS A 20°C (VALORES MINIMOS)					PROPIEDADES FISICAS					APLICACIONES	ESTADO DE SUMINISTRO				
Carga de Rotura R _{p0.2} N/mm ²	Alargamiento A ₅ (%)	Dureza HB 10/1000	Módulo Elástico KN/mm ²	Densidad Kg/dm ³	Calor Especifico J/g . K	Expansión Térmica 10 ⁻⁶ K	Conductividad Térmica W/(m . K)	Conductividad Eléctrica m/(Ohm . mm ²)							
500	15	115	110 a 116	7,5	0,418	16 a 17	55	5 a 8	Para componentes mecánicos sometidos a esfuerzos entre -200 a +200°C. No apto para uso en agua de mar. Para muy altas cargas y esfuerzos. Resistente a ácidos no oxidantes, incluso agua de mar caliente. Material muy soldable.	X	X	X	X	X	
550	15	115								X	X	X	X	X	
600	12	140	110 a 128	7,8	0,418	17 a 19	60	4 a 6		X	X	X	X	X	
700	13	160								X	X	X	X	X	
700	13	160								X	X	X	X	X	

CARACTERISTICAS MECANICAS PROXIMADAS A 20°C (VALORES MINIMOS)					PROPIEDADES FISICAS					APLICACIONES	ESTADO DE SUMINISTRO				
Carga de Rotura R _{p0.2} N/mm ²	Alargamiento A ₅ (%)	Dureza HB 10/1000	Módulo Elástico KN/mm ²	Densidad Kg/dm ³	Calor Especifico J/g . K	Expansión Térmica 10 ⁻⁶ K	Conductividad Térmica W/(m . K)	Conductividad Eléctrica m/(Ohm . mm ²)							
750	8	180	105 a 115	8,2	0,376	18,0	45 a 55	7 a 8	Material de muy alta carga estática para trabajos sometidos a velocidades lentas, usados para troquelaria.	X	X	X	X	X	
750	5	190								X	X	X	X	X	
750	8	180							No apto para uso marino material de carga estática y dureza alta, para piezas de válvulas, asientos, conos, etc.	X	X	X	X	X	
600	15	140	90 a 98	8,6	0,376	20,0	55 a 59	7 a 8		X	X	X	X	X	
620	14	150								X	X	X	X	X	
600	10	140								X	X	X	X	X	

CARACTERISTICAS MECANICAS PROXIMADAS A 20°C (VALORES MINIMOS)					PROPIEDADES FISICAS					APLICACIONES	ESTADO DE SUMINISTRO				
Carga de Rotura R _{p0.2} N/mm ²	Alargamiento A ₅ (%)	Dureza HB 10/1000	Módulo Elástico KN/mm ²	Densidad Kg/dm ³	Calor Especifico J/g . K	Expansión Térmica 10 ⁻⁶ K	Conductividad Térmica W/(m . K)	Conductividad Eléctrica m/(Ohm . mm ²)							
500	20	65	135	8,9	0,376	13,0	50	5,8	Muy resistente a la corrosión en agua de mar, apropiado para construcción de tuberías a altas presiones. Muy soldable.	X	X	X	X	X	
550	20	65								X	X	X	X	X	
600	1	270	110	7,5	0,38	18,2	38,9	8% I.A.C.S.	Muy altas características mecánicas. Especialmente resistente al impacto. Material apropiado para moldes de embutición profunda de acero inox. Material resistente al trabajo a muy altas temperaturas. Especialmente indicado para la fabricación de moldes de inyección de vidrio.	X	X	X	X	X	
690	1									X	X	X	X	X	
758	4	285	126	7,63	0,418	18,2	44	5,2		X	X	X	X	X	
	30	85	105	8,4	0,374				Para válvulas, componentes de bombas y bormas. Resistente a la corrosión y apropiado para uso en tuberías marinas.	X	X	X	X	X	
										X	X	X	X	X	

**Dimensiones de los materiales distribuidos
en el mercado nacional**

MATERIALES DIVERSOS

Calle Modelo y Calle Peru No 129 Barrio Candelaria
Apartado Postal 3276, San Salvador
PBX (503) 270-7880
Telefax (503) 270-9062
e-mail metalmec@vianet.com.sv

BOLETIN TECNICO TB - 01

TS-11-03-01

1. DESCRIPCION Y PROPIEDADES GENERALES DEL TIVAR 1000®

EL TIVAR 1000® es una estructura molecular muy especial formada a partir de poliolefinas de alta densidad y elevado peso molecular (HDPE-HDPE), generadas mediante radiaciones del proceso Dierler enfocadas a generar determinadas propiedades físicas y químicas que se especifican en el documento "PROPIEDADES DE TIVAR 1000®" para ciertas aplicaciones.

Las siguientes características del TIVAR 1000® son determinantes en el diseño de aplicaciones de alta calidad.

1. **TENACIDAD SOBRESALIENTE:** - TIVAR 1000® - Soporta repetitivas y altas cargas de choque, a alta temperatura por ejemplo el H. líquido. flexible, resiste a compresión: bien sea en pruebas estáticas o dinámicas, aparte de resistir tensiones cíclicas, el TIVAR 1000® también resiste deformaciones permanentes.
2. **RESISTENCIA A LA FATIGA:** - TIVAR 1000® - Aparte de resistir tensiones cíclicas, también resiste las deformaciones permanentes, sin agrietarse.
3. **ALTA RESISTENCIA AL IMPACTO:** - TIVAR 1000® - es capaz de parar las balas sin hacerse añicos; resiste impactos de alta frecuencia e intensidad siendo calificado como inextinguible bajo el ensayo "IDDP".
4. **EXTREMA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN:** - TIVAR 1000® - soportase al acero hasta en una relación de 1:1 y a otros plásticos, lo cual lo hace ideal para aplicaciones de larga duración (service life) y uso repetitivo bajo condiciones operacionales de alto desgaste.

LISTA DE MEDIDAS DE ALUMINIO AL-2030

DIAMETRO MM	LBS/METRO
ALUMINIO AL-2030	
25	3.03
30	4.40
35	6.28
40	7.76
45	9.81
50	12.13
55	14.66
60	17.44
65	20.47
70	23.81
75	27.34
80	31.09
85	35.15
90	39.25
100	48.50
105	53.75
110	59.64
120	70.56
130	81.61
140	92.88
150	110.11
160	128.36
170	141.33
180	158.36
200	198.24
250	305.93

DURALUMINIO 7075	LBS/25X25 CM2
50 MM	40.44
80 MM	63.95
100 MM	78.94

LISTA DE MEDIDAS DE HERRAMIENTAS

DESCRIPCION

DUROMETRO PTC-315
 DUROMETRO PTC-4150
 JUEGO DE BOQUILLAS ER40 23 PCS
 CHUCK NT40/ER40
 LLAVE PARA CHUCK ER40
 SET 15 BOQUILLAS, CHUCK NT30/ER40

LISTA DE MEDIDAS DE ACERO INOXIDABLE

BARRA INOXIDABLE AISI 304

DIAMETRO	PESO LBS/MT
1/4" (6.35 MM)	0.56
3/8" (9.52)	1.26
1/2" (12.70)	2.24
5/8" (15.87)	3.49
3/4" (19.05)	5.03
7/8" (22.22)	6.84
1" (25.4)	8.94
1 1/4" (31.75)	13.96
1 3/8" (34.92)	16.87
1 1/2" (38.10)	20.10
1 5/8" (41.28)	23.60
1 3/4" (44.45)	27.36
2" (50.80)	35.73
2 1/4" (57.15)	45.22
2 1/2" (63.50)	55.84
2 3/4" (69.65)	67.55
3" (76.20)	80.39

LISTA DE PRECIOS LAMINA INOXIDABLE 304

MEDIDAS

0.8 MM 1 X 1	304 2B
1.5	304 2B
2.0	304 2B
3.0	304 N1
4.0	304 N1
5.0	304 N1
6.0	304 N1
10.0	304 N1
12.7	304 N1
1.6 MM LIMITE	316 2B
1.5	316 2B

0.8 MM 4 X8 P	304 2B
1.5 MM 4 X8 PIES	304 2B
2.0 MM 4 X8 PIES	304 2B
3.0 MM 4 X8 PIES	304 2B

ANGULOS INOXIDABLES

1/8"X 1 X 1	304
1/8 X 1 1/4 X 1 1/4	304
1/8 X 1 1/2 X 1 1/2	304
3/16X 1 1/2 X 1 1/2	304
1/4 X 1 1/2 X 1 1/2	304
1/4 X 2 X 2	304

LISTA DE MEDIDAS DE BRONCE DURO DIN 1705

MEDIDA	REAL	LBS/PIE	MEDIDA	REAL	LBS/PIE
MM					
15	15.7	1.15	60X45	60.8X42.7	8.29
17		1.48	65x35	65.7X33.5	15.14
20	20.7	2.05	65x45	65.7X43.5	11.58
22	22.8	2.49	70X30	70.8X27.9	19.88
25	25.7	3.14	70x40		16.95
28	28.9	3.89	70x50	70.7X48.5	12.85
30	30.9	4.55	75X45	75.7X43.5	18.06
33	33.6	5.44	75X55	75.8X52.9	13.09
35	35.7	6.09	80X40	81X 37.9	23.46
37		6.72	80X50		19.78
40	40.7	7.91	80X60	80.9X58	14.88
45	45.7	10.03	85X50		23.22
50	50.7	12.16	85X63		18.82
55		14.77	90X40		31.89
60		17.89	90X60	91X57.4	23.15
65	65.7	20.47	95X50		32.72
70		23.57	95X70	96X68.5	21.51
75		27.51	100X45	101.2X43.1	39.63
80		31.33	100X70	101X67.4	26.38
85	86	35.20	100X75	101X73.5	22.84
90	91	39.03	110X65	111X63.5	38.03
95	96	43.31	110X85	111X83.5	27.75
100		48.28	120X60	121X58.5	51.88
110		58.17	120X85	121X83.5	36.07
120	121.3	69.26	130X100	131X98.5	37.11
125		73.21	130X70		57.34
130		82.60	130x75	132.5x72.5	58.40
140		95.24	140X100	141X98.5	50.20
150	151	106.92	140X80		64.49
165		126.69	150X100	151X98.5	63.96
180		154.31	150X80		77.42
190		170.08	160X120		54.60
200		191.52	160X90	162.1X87.2	85.01
210		209.87	170X100		90.26
			170X130	173X123	62.69
25X10	25.7X8.5	2.77	180X110	182X108.2	100.58
25X15	25.7X13.7	2.34	180X130		80.43
30X10		4.30	180X150		54.04
30X15		3.74	190X130	192X128	95.45
35X15	35.9X13.1	5.24	190X150	192X147	70.60
35X25	35.7X23.5	3.57	200X130	202X127.5	113.00
40X20	40.7X19	6.32	200X160		75.70
40X25	40.7X24	5.38	210X140	213X138	123.83
40X30	40.7X28.5	4.24	210X160	212.7X158	93.64
45X15	45.7X13.5	8.78	210X180		60.97
45X25		7.34	220X160		115.80
45X30		6.24	220X180		83.62
50X20		10.73	230X160	232.7X157.9	135.24
50X25	50.7X23.5	9.53	230X180		103.84
50X35	50.8X32.9	7.01	240X180		128.63
55X25	55.9X23	12.23	240X200		95.60
55X35	55.7X34	9.48	250X180	252.5X177.7	146.40
60X30	60.7X29	13.95	250X200		112.30

LISTA DE MEDIDAS DE BRONCE FOSFORICO

MEDIDA	REAL	MEDIDA	REAL
MM	-		
15	16.5	65X30	66x27.8
20	22	65X35	
25	26.2	65X45	66.4x43.4
35	36.2	65X50	65.4x48.2
40	41.3	70X35	71x32.5
45	42.6	70X45	71x42.8
50	51.3	70X50	71.5x47.6
60	61.2	75X35	76x32.7
65	66.2	75X40	75.8x38
70	71.7	75X50	
75	75.7	76X60	76.4x57.3
85	86.3	90X40	91.6x36.6
90	91.3	90X50	91.9x47.6
95	96.7	90X65	90.8x63
100		100X50	102.8x47
105	107.6	100X75	102.7x72
115	117.4	110X60	113x57
130	132.5	110X65	
140	142.5	120X70	123x67
150	152.4	120X75	
160	162.6	130X70	132.9x66.6
170	172.3	130X100	131x97.3
180	182.3	140X100	142.6x98.5
		150X100	152.4x96.9
25X15	26.4x13.3	150X125	
32X15		155X125	157.6x122.3
35X15	36.3x13.7		
35X25	35.8x23		
40X20	40.7x19		
40X25	41.3x23.6		
45X25	46.2x23.6		
50X20	51.4x18.8		
50X25	50.7x23.7		
50X35	51.4x33.4		
60X25			
60X30			
60X35	61.5x33.4		

LISTA DE MEDIDAS DE AISI 1045

HOT ROLLED

DIAMETRO MM	DIAM REAL MM	PESO LBS/MT
16	(16.0)	3.46
20	(20.4)	5.44
22	(22.0)	6.57
25 (24.5)		8.76
26 (27.3)		10.64
32	(32.0)	13.91
34	(35.0)	16.66
36	(38.1)	19.91
41 (44.7)		27.76
50 (49.5)		33.96
55	(55.0)	41.38
60	(60.0)	48.89
65 (64.5)		57.36
70	(70.0)	67.49
75	(75.0)	78.64
80 (79.3)		90.38
85	(85.0)	103.11
90	(91.0)	116.91
95 (94.5)		121.80
100 (99.5)		135.80
105	(105.0)	150.58
110 (111.0)		164.81
115	(115.0)	179.81
120	(120.0)	195.87
125	(125.0)	214.91
130 (127.0)		233.04
135	(135.0)	247.81
140	(135.5)	266.06
145	(140.0)	285.66
150 (145.0)		307.68
155	(155.0)	328.25
160	(159.0)	347.58
165 (165.0)		369.50
170 (174.0)		413.90
180 (179.0)		449.00
190	(200.0)	543.20
210	(210.0)	698.86
220	(220.0)	857.25
230	(230.0)	1019.40
240	(240.0)	1182.20
250 (251.5)		1348.70
270	(270.0)	1696.00
280	(280.0)	1871.00
290	(300.0)	1922.20
310	(310.0)	2305.10
330	(330.0)	2508.40
350	(350.0)	2690.85
400	(400.0)	3172.75

LISTA DE MEDIDAS DE VCN-150

DIAMETRO MM	DIAM REAL MM	PESO LBS/METRO
BONIFICADO HOT ROLLED		
20	(20.4)	5.44
22	(22.0)	6.76
25	(25.1)	8.83
28	(28.0)	10.75
32	(32.0)	13.91
35	(34.9)	16.65
38	(36.1)	19.82
40	(40.0)	21.90
45	(45.0)	27.75
50	(50.0)	34.64
55	(55.0)	41.55
60	(60.0)	50.28
65	(64.1)	58.35
70	(71.3)	67.49
75	(73.0)	77.15
80	(80.0)	89.00
85	(85.1)	101.43
90	(90.0)	110.90
95	(95.1)	121.43
100	(100.0)	133.00
105	(105.1)	145.65
110	(110.0)	159.00
115	(115.1)	171.90
120	(119.1)	195.65
125	(125.0)	215.00
130	(130.0)	230.85
140	(140.7)	270.00
150	(149.5)	307.00
160	(160.1)	354.00
170	(170.1)	411.00
180	(180.0)	478.00
190	(190.0)	557.00
200	(200.0)	647.00
210	(210.0)	747.00
220	(220.0)	857.00
230	(230.0)	977.00
240	(240.0)	1097.00
250	(250.0)	1217.00
260	(260.0)	1336.00
270	(270.0)	1456.00
280	(280.0)	1576.00
290	(290.0)	1696.00
300	(300.0)	1816.00
310	(310.0)	1936.00
320	(320.0)	2056.00

BONIFICADO RECTIFICADO

20	5.53
30	12.23
35	16.64
40	21.75
45	27.52
50	34.00
55	41.20

LISTA DE MEDIDAS Y PLATINA DE ACERO AISI 1045

MEDIDAS

CUADRADO AISI 1045

CUADRADO 80mm x 80mm

CUADRADO 100mm x 100mm

PLATINA AISI 1045

40mm (Ancho) x 5mm (Espesor)

40mm " x 10mm "

50mm " x 06mm "

75mm " x 10mm "

100mm " x 10mm "

100mm " x 12mm "

80mm " x 15mm "

100mm " x 20mm "

130mm " x 20mm "

150mm " x 25mm "

150mm " x 40mm "

150mm " x 50mm "

LISTA DE MEDIDAS DE PLATINA ANTIDESGASTE XAR-400

<u>MEDIDAS</u>	<u>PESO LBS/METRO</u>
50 X 6 MM ESPESOR	5.20
80 X 6	8.31
100 X 6	10.39
70 X 8	9.70
50 X 10	8.66
70 X 10	12.12
80 X 10	13.85
100 X 10	17.31
50 X 12	10.39
70 X 12	14.54
90 X 12	18.69
100 X 12	20.77

=====

VENTA MINIMA 1 MT DE LONGITUD

LISTA DE MEDIDAS DE ACERO AISI 1020

MEDIDA	LBS/ PZA	LARGO	PESO
			Lbs/mt
3/8	5.02	4 Mts	1.26
1/2	12.75	19 pies	2.19
5/8	19.83	19 pies	3.43
3/4	29.58		4.93
7/8	40.91		6.71
15/16	44.60	19 pies	7.70
1	52.56		8.761
1.1/8	67.61		11.08
1.3/16	75.33		12.36
1.1/4	82.14		13.69
1.3/8	95.95	19 pies	16.57
1.7/16	110.39		18.11
1.1/2	118.32		19.72
1.5/8	134.02	19 pies	23.14
1.3/4	163.61		26.84
1.7/8	184.80		30.80
1.15/16	213.07	21 pies	32.89
2	210.30		35.05
2.1/4	270.45		44.36
2.3/8	296.52		49.42
2.1/2	328.56		54.76
2.5/8	368.11		60.37
2.3/4	404.00		66.26
2.15/16	460.97		75.60
3	473.10		78.85
3.1/4	564.27		95.54
3.1/2	643.92		107.32
3.3/4	713.68	19 pies	123.21
4	841.06		140.18

CUADRADOS

1/4	2.56	12 pies	0.70
5/16	3.99	12 pies	1.09
3/8	5.75	12 pies	1.57
1/2	16.17	19 pies	2.79
5/8	25.30	19 pies	4.37
3/4	36.38	19 pies	6.28
7/8	49.40	19 pies	8.53
1	64.68	19 pies	11.17
1.1/4	101.05	19 pies	17.45
1.3/8	77.22	12 pies	21.11
1.1/2	160.06	19 pies	25.12
1.3/4	197.45	19 pies	34.09
2	259.30	19 pies	44.76

Informes de ensayos de Tracción

1. Acero 1020

Norma de ensayo UNE 7 – 479 – 92 .

Condición de suministro Barra circular.

Ensayo de tracción

Norma de ensayo	UNE 7.474-92
Material	ASSE 1020
Tipo de probeta	Redonda

Proveedor	codigo	Numero	Rm	Rp	Rf	σ_{Em}	A	E	
Abasteinsa	DL30120	x1	706,900	743,347		55,300	20,802	6374,0	53
	PL121201	x2	592,000	579,206		46,030	1,095	6457,4	00
	PL111201	x3	585,800	576,314		46,030	11,560	5768,1	28
Acerosal	PL101201	x4	975,800	973,076		76,030	2,555	7874,5	49
Materiales Diversos	PL32120	x5	628,300	611,760		48,460	9,207	7638,8	04
Vidri		x6							

Numero	Lo - L0	σ_{Ap}	σ_{An}	σ_{Ag}	σ_{Ae}	So	Su
x1	13,54	0,902	12,259	23,312	32,321		
x2	7,81	-2,629	2,004	11,169	19,232		
x3	7,69	-2,407	1,670	11,827	19,036		
x4	4,95	-3,214	0,631	13,023	17,496		
x5	6,05	0,707	1,834	10,056	17,311		
x6							

INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

16/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL301202**

TEMPERATURA: **25 °C**

ESCALA: **1 / 1**

SECCION: **Redonda**

REF. DE LA PROBETA: **X**

NORMA: **UNE**

VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN.s)**

FECHA: **11/12/2001**

LONGITUD: **150,000 mm**

MATERIAL: **ACERO**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

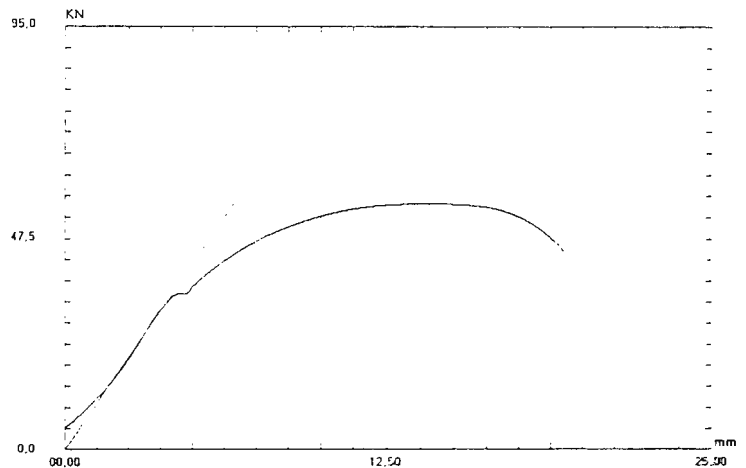
Lo-Lu	13,54 mm	Fm	55,300 kN
A	20,802 %	Reh	450,077 MPa
Ae	0,902 %	Rel	448,070 MPa
Ag	12,259 %	Rm	706,930 MPa
Agt	23,314 %	Rp	443,473 MPa
At	32,320 %	E	6394,658 MPa

Ext. no proporcional **0,200 %**

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL301202 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: STIB-100-W

REF. DEL ENSAYO: **PL121202**

TEMPERATURA: 25 °C

ESCALA: 1 / 1

SECCION: Redonda

REF. DE LA PROBETA: ABASTEINSA

NORMA: UNE 7-474-92

VELOCIDAD: 0,800 Fuerza (kN/s)

FECHA: 04/12/2001

LONGITUD: 154,000 mm

MATERIAL: ACERO 1020

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

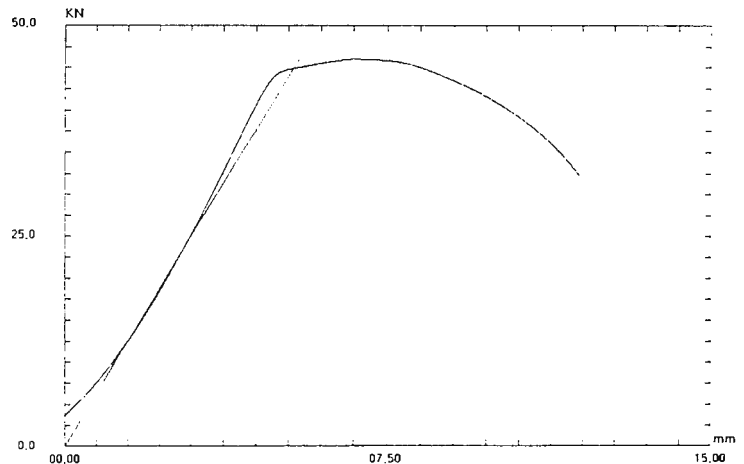
Lo-Lu	7,81 mm	Fm	46,030 kN
A	11,695 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-2,629 %	Rel	0,000 MPa
Ag	2,005 %	Rm	591,980 MPa
Agt	11,169 %	Rp	579,206 MPa
At	19,887 %	E	6459,490 MPa

Ext. no proporcional 0,200 %

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL121202 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL111201**

TEMPERATURA: **25 °C**

ESCALA: **1 / 1**

SECCION: **Redonda**

REF. DE LA PROBETA: **ABASTEINSA**

NORMA: **UNE 7-474-92**

VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**

FECHA: **04/12/2001**

LONGITUD: **158,000 mm**

MATERIAL: **ACERO 1020**

RESULTADOS

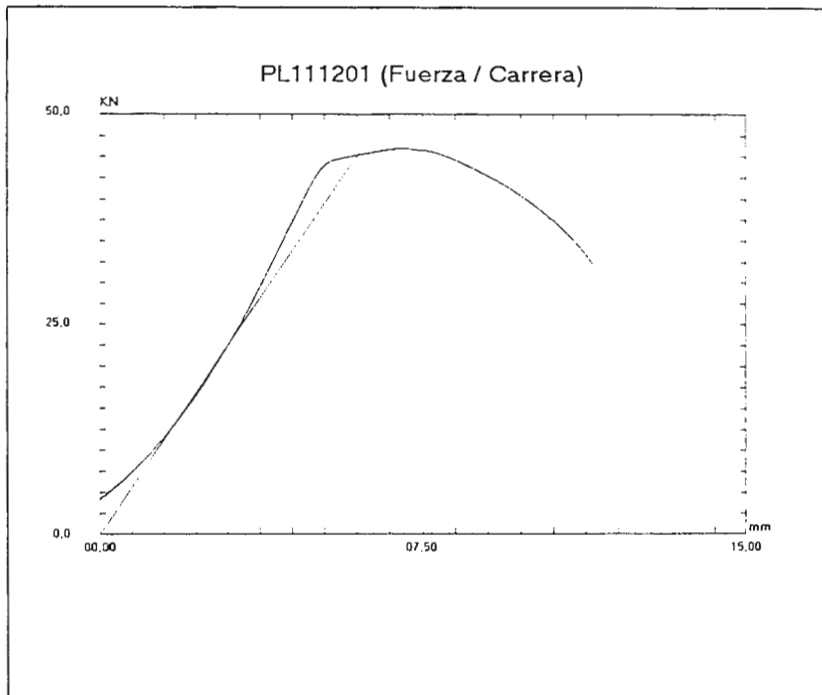
(ver Norma EN 10002-1)

Lo-Lu	7,69 mm	Fm	46.010 kN
A	11,569 %	Reh	0.000 MPa
Ae	-2,407 %	Rel	0.000 MPa
Ag	1,670 %	Rm	585.800 MPa
Agt	11,827 %	Rp	576,814 MPa
At	19,036 %	E	5768,128 MPa

Ext. no proporcional **0,200 %**

Operador:

FREDY GIL LINARES



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
 Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
 Pol. Ind. Gitesa, nave 35
 28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL101201**

TEMPERATURA: **25 °C**

ESCALA: **1 / 1**

SECCION: **Redonda**

REF. DE LA PROBETA: **ACEROSAL**

NORMA: **UNE 7-474-92**

VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**

FECHA: **04/12/2001**

LONGITUD: **155,000 mm**

MATERIAL: **ACERO 1020**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

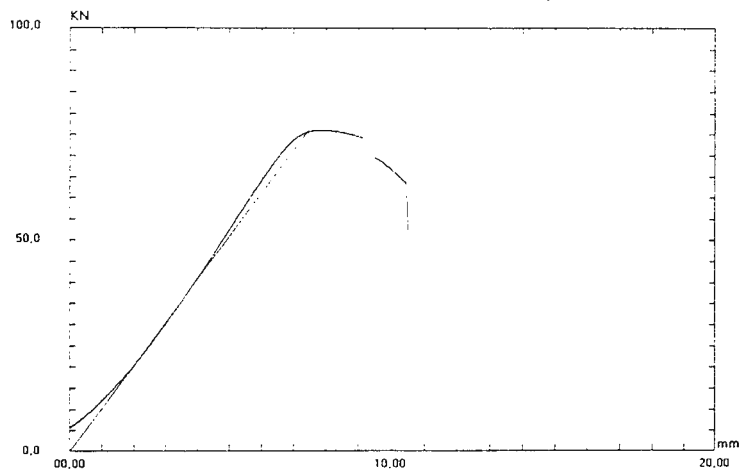
Lo-Lu	4,95 mm	Fm	76,030 kN
A	7,555 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-3,214 %	Rel	0,000 MPa
Ag	0,631 %	Rm	975,800 MPa
Agt	13,023 %	Rp	973,076 MPa
At	17,496 %	E	7874,549 MPa

Ext. no proporcional **0,200 %**

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL101201 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

16/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL321202**

TEMPERATURA: **25 °C**

ESCALA: **1 / 1**

SECCION: **Redonda**

REF. DE LA PROBETA: **M DIVERSOS**

NORMA: **UNE 7-474-92**

VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**

FECHA: **04/12/2001**

LONGITUD: **155,000 mm**

MATERIAL: **ACERO 1020**

RESULTADOS

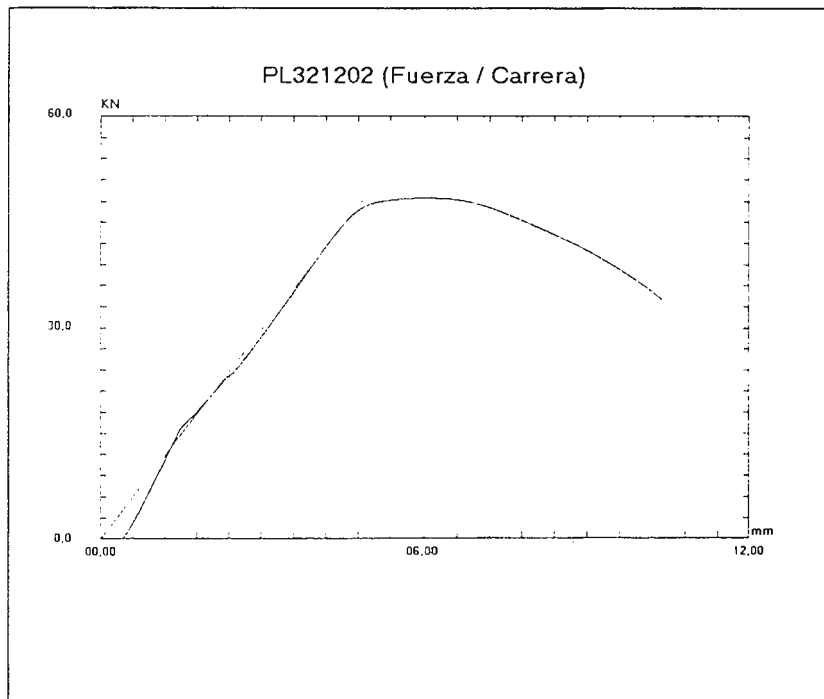
(ver Norma EN 10002-1)

Lo-Lu	6,05 mm	Fm	48.460 kN
A	9,200 %	Reh	0,000 MPa
Ae	0,706 %	Rel	0,000 MPa
Ag	1,887 %	Rm	628,270 MPa
Agt	10,055 %	Rp	611,693 MPa
At	17,310 %	E	7691,597 MPa

Ext. no proporcional **0.200%**

Operador:

FREDY GIL LINARES



2. Acero 1045

Norma de ensayo UNE 7 – 479 – 92 .

Condición de suministro Barra circular.

Ensayo de tracción

Norma de ensayo	UNE 7-474-92
Material	AISI 1045
Tipo de probeta	Redonda

Proveedor	codigo	Numero	Rm	Rp	Rf	2 ^{er} m	A	E	
Abasteinsa	PL15100	x1	609,200	607,252		47,040	2,255	2552,3	80
	PL161201	x2	594,300	581,300		46,680	3,284	2401,7	45
	PL171201	x3	606,200	595,703		47,080	1,325	2724,9	83
Acerosal	PL181201	x4	854,800	852,700		66,730	6,596	9999,5	70
Materiales Diversos	PL271201	x5	761,200	511		60,220	12,868	6064,5	40
Vidri	PL14120	x6	580,900	323,039		45,810	4,551	4714,22	

Numero	Lo - L1	El - L2	d - L3	LD - L4	LD - L5	So	Su
x1	6,62	-2,116	1,424	2,520	14,652		
x2	8,87	-2,1061	1,215	8,214	15,876		
x3	7,69	-1,428	1,822	2,625	14,472		
x4	4,31	-2,450	0,263	8,816	12,118		
x5	11,68	-2,008	3,469	22,019	29,250		
x6	20,22	-2,003	30,300	52,023	62,130		

INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL151202**

TEMPERATURA: **25 °C**

ESCALA: **1 / 1**

SECCION: **Redonda**

REF. DE LA PROBETA: **ABASTEINSA**

NORMA: **UNE 7-474-92**

VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**

FECHA: **04/12/2001**

LONGITUD: **157,000 mm**

MATERIAL: **ACERO 1045**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

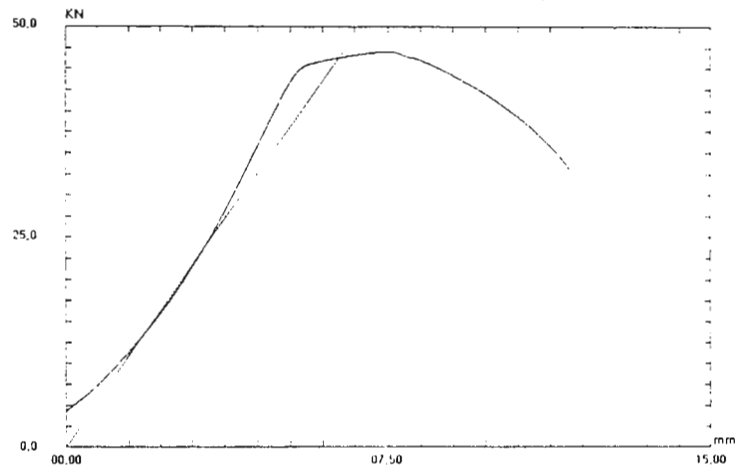
Lo-Lu	6,62 mm	Fm	47,040 kN
A	9,955 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-2,115 %	Rel	0,000 MPa
Ag	1,445 %	Rm	609,860 MPa
Agt	9,520 %	Rp	602,367 MPa
At	14,659 %	E	7552,106 MPa

Ext. no proporcional 0,200 %

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL151202 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL161202**

TEMPERATURA: **25 °C**

ESCALA: **1 / 1**

SECCION: **Redonda**

REF. DE LA PROBETA: **ABASTEINSA**

NORMA: **UNE 7-474-92**

VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**

FECHA: **04/12/2001**

LONGITUD: **156,000 mm**

MATERIAL: **ACERO 1045**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

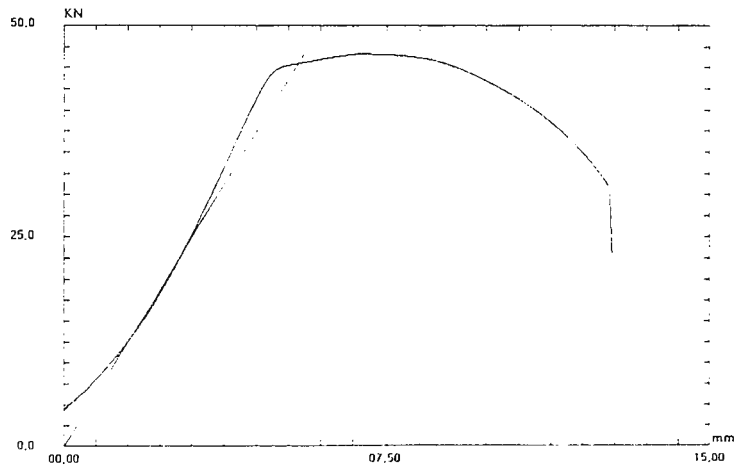
Lo-Lu	8.87 mm	Fm	46,680 kN
A	13,284 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-2,261 %	Rel	0,000 MPa
Ag	1,715 %	Rm	594,350 MPa
Agt	8,714 %	Rp	581,139 MPa
At	15.876 %	E	8491,745 MPa

Ext. no proporcional **0,200 %**

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL161202 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL171202**

TEMPERATURA: **25 °C**

ESCALA: **1 / 1**

SECCION: **Redonda**

REF. DE LA PROBETA: **ABASTEINSA**

NORMA: **UNE 7-474-92**

VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**

FECHA: **04/12/2001**

LONGITUD: **160,000 mm**

MATERIAL: **ACERO 1045**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

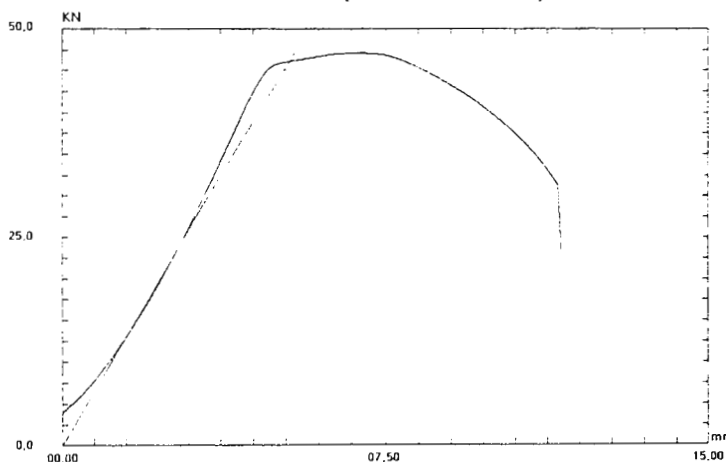
Lo-Lu	7,69 mm	Fm	47,080 kN
A	11,325 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-1,468 %	Rel	0,000 MPa
Ag	1,828 %	Rm	606,700 MPa
Agt	8,625 %	Rp	595,763 MPa
At	14,477 %	E	8924,983 MPa

Ext. no proporcional **0,200 %**

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL171202 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL181202**

TEMPERATURA: **25 °C**

ESCALA: **1 / 1**

SECCION: **Redonda**

REF. DE LA PROBETA: **ACERO SAL**

NORMA: **UNE 7-474-92**

VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**

FECHA: **04/12/2001**

LONGITUD: **155,000 mm**

MATERIAL: **ACERO 1045**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

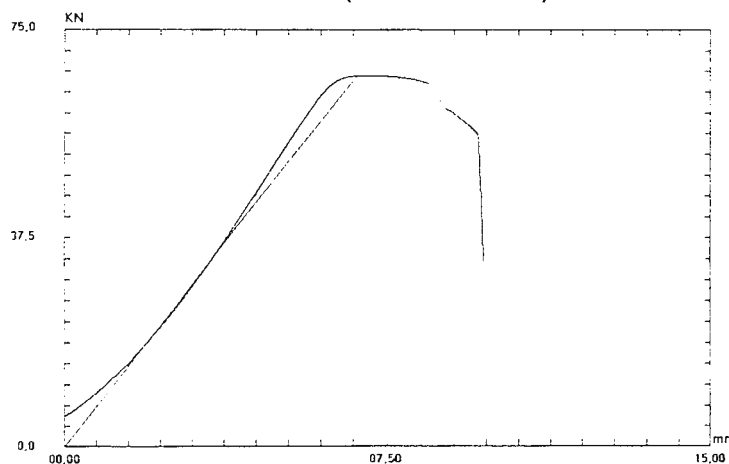
Lo-Lu	4,31 mm	Fm	66,730 kN
A	6,596 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-2,456 %	Rel	0,000 MPa
Ag	0,268 %	Rm	854,750 MPa
Agt	8,816 %	Rp	854,720 MPa
At	12,118 %	E	9999,529 MPa

Ext. no proporcional **0,200 %**

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL181202 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

16/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
 Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
 Pol. Ind. Gitesa, nave 35
 28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL271202**

TEMPERATURA: **25 °C**

ESCALA: **1 / 1**

SECCION: **Redonda**

REF. DE LA PROBETA: **ABASTEINSA**

NORMA: **UNE**

VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**

FECHA: **11/12/2001**

LONGITUD: **156,000 mm**

MATERIAL: **ACERO 4340**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

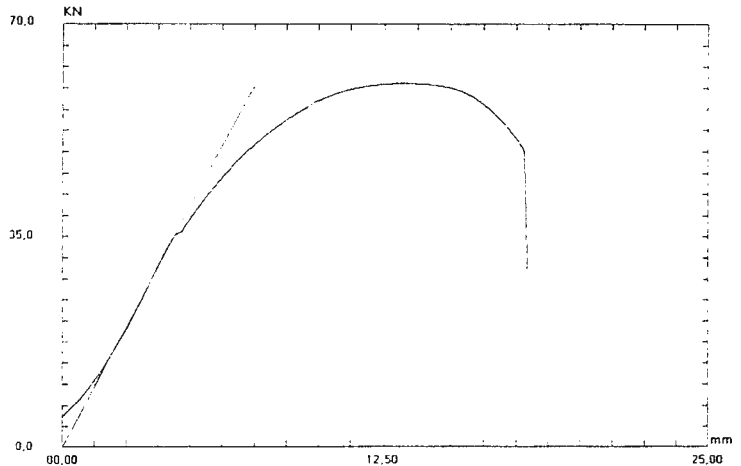
Lo-Lu	11,68 mm	Fm	60,264 kN
A	17,868 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-3,293 %	Rel	0,000 MPa
Ag	9,467 %	Rm	761,200 MPa
Agt	22,020 %	Rp	451,938 MPa
At	29,890 %	E	6063,958 MPa

Ext. no proporcional 0,200 %

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL271202 (Fuerza / Carrera)



3. Acero 4340

Norma de ensayo UNE 7 – 479 – 92 .

Condición de suministro Barra circular.

Ensayo de tracción

Norma de ensayo	UNE 7-474-92
Material	AISI 4340
Tipo de probeta	Redonda

Proveedor	codigo	Numero	Rm	Rp	Rf	EFm	A	E
Abasteinsa	PL311201	x1	1129,000	1056,623		88,1140	12,828	8213,317
	PL2A1201	x2	1129,900	1068,676		88,1390	13,1931	11464,310
	PL2S1201	x3	1134,500	1068,669		88,1400	11,557	11789,340
Acerosal	PL281201	x4	1164,200	1127,83		89,760	13,326	8215,644
Materiales Diversos	PL261201	x5	1180,700	1130,421		92,360	12,172	10233,900
Vidri	PL191201	x6	1134,000	1094,723		88,550	14,332	7936,611

Numero	Lo - Lu	La - Le	La - Ln	La - Le	La - Le	So	Su
x1	3,122	-4,213	4,127	18,217	24,016		
x2	7,15	-1,626	3,28	12,984	12,545		
x3	7,61	-5,649	3,409	13,033	16,1920		
x4	8,79	-3,885	4,060	17,386	23,108		
x5	8,07	-2,523	2,753	14,290	18,1921		
x6	9,37	-4,648	3,632	18,220	26,114		

INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

16/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL311202**

TEMPERATURA: **25 °C**

ESCALA: **1 / 1**

SECCION: **Redonda**

REF. DE LA PROBETA: **X**

NORMA: **UNE**

VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**

FECHA: **11/12/2001**

LONGITUD: **150,000 mm**

MATERIAL: **ACERO**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

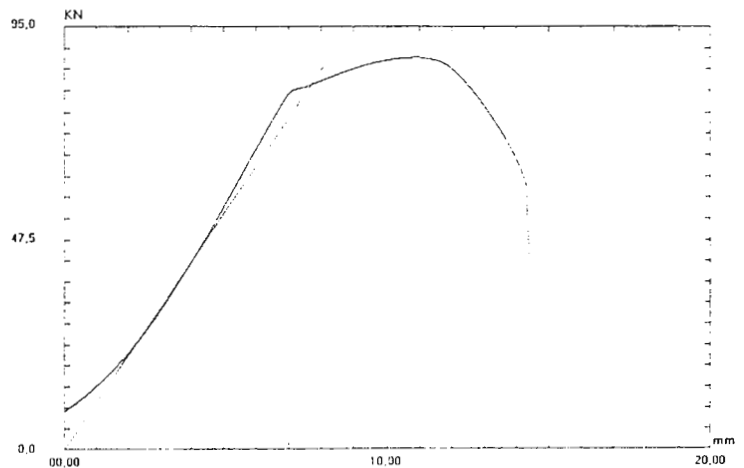
Lo-Lu	8,42 mm	Fm	88,140 kN
A	12,828 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-4,213 %	Rel	0,000 MPa
Ag	4,471 %	Rm	1129,000 MPa
Agt	18,217 %	Rp	1056,623 MPa
At	24,016 %	E	8213,317 MPa

Ext. no proporcional **0,200 %**

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL311202 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

16/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL241202**

TEMPERATURA: **25 °C**

ESCALA: **1 / 1**

SECCION: **Redonda**

REF. DE LA PROBETA: **ABASTEINSA**

NORMA: **UNE 7-474-92**

VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**

FECHA: **07/12/2001**

LONGITUD: **160,000 mm**

MATERIAL: **ACERO 4340**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

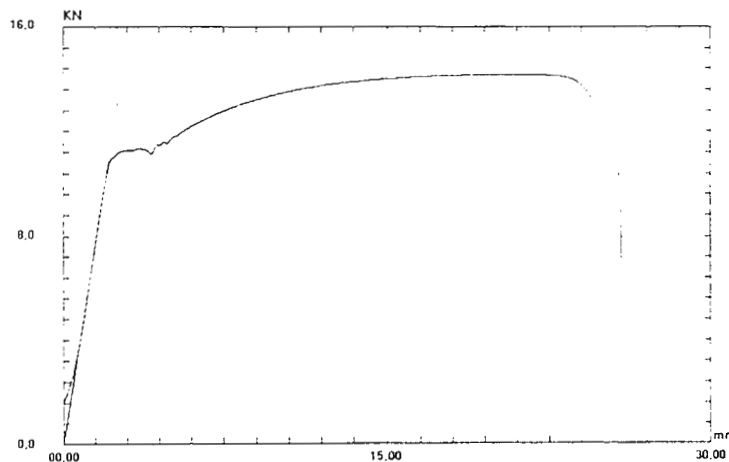
Lo-Lu	8,33 mm	Fm	14,160 kN
A	12,683 %	Reh	144,827 MPa
Ae	2,422 %	Rel	142,291 MPa
Ag	22,804 %	Rm	181,010 MPa
Agt	26,255 %	Rp	140,175 MPa
At	32,311 %	E	5245,979 MPa

Ext. no proporcional **0,200 %**

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL241202 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

16/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL281202**

TEMPERATURA: **25 °C**

ESCALA: **1 / 1**

SECCION: **Redonda**

REF. DE LA PROBETA: **ACERO SAL**

NORMA: **UNE**

VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**

FECHA: **11/12/2001**

LONGITUD: **150,000 mm**

MATERIAL: **ACERO 4340**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

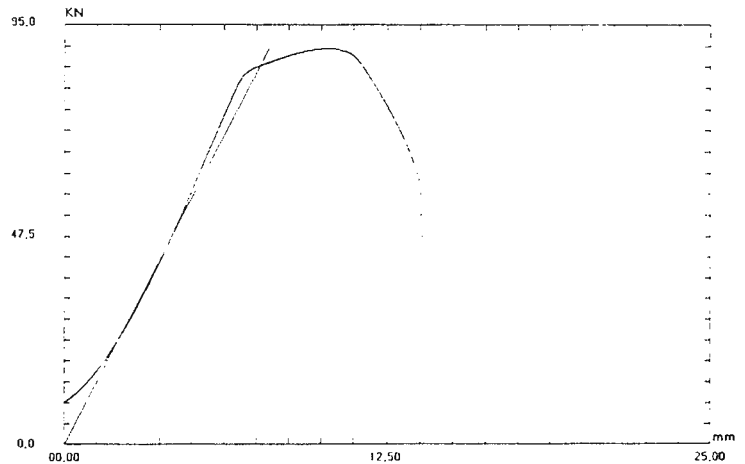
Lo-Lu	8,79 mm	Fm	89,760 kN
A	13,326 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-3,885 %	Rel	0,000 MPa
Ag	4,060 %	Rm	1161,400 MPa
Agt	17,386 %	Rp	1114,790 MPa
At	23,108 %	E	8715,373 MPa

Ext. no proporcional **0.200 %**

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL281202 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

16/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL291202**

TEMPERATURA: **25 °C**

ESCALA: **1 / 1**

SECCION: **Redonda**

REF. DE LA PROBETA: **VIDRI**

NORMA: **UNE**

VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**

FECHA: **11/12/2001**

LONGITUD: **176,000 mm**

MATERIAL: **ACERO 4340**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

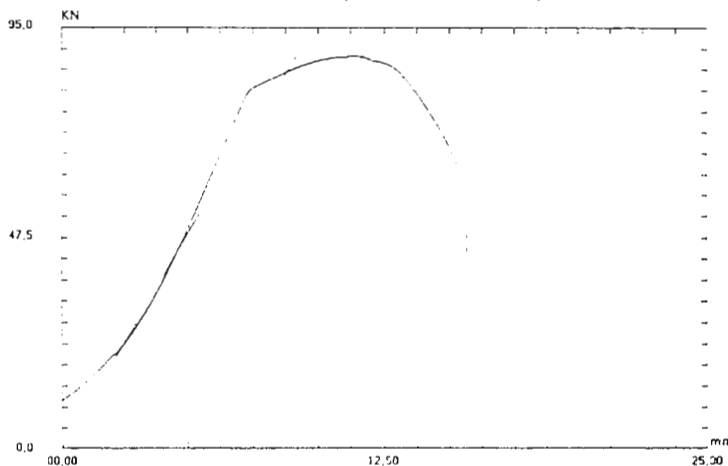
Lo-Lu	9,37 mm	Fm	88,550 kN
A	14,332 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-4,648 %	Rel	0,000 MPa
Ag	3,634 %	Rm	1134,200 MPa
Agt	18,886 %	Rp	1094,723 MPa
At	26,114 %	E	7436,611 MPa

Ext. no proporcional **0,200 %**

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL291202 (Fuerza / Carrera)



4. Acero 304

Norma de ensayo UNE 7 – 479 – 92 .

Condición de suministro Barra circular.

Ensayo de tracción

Norma de ensayo	UNE - EN 10002-2
Material	AISI 304
Tipo de probeta	Redonda

Proveedor	codigo	Numero	Rm	Rp	Rf	δ Fm	A	E	
Abastensa	PL20120	x1	582,100	370,64		45,70	43,666	7086,6	35
	PL21100	x2	592,000	347,58		45,20	45,724	6828,7	59
		x3							
Acerosal	PL191201	x4	629,500	489,775		49,050	41,826	9489,0	33
Materiales Diversos	PL231201	x5	703,800	587,881		54,050	31,542	8985,4	55
Vidri	PL22201	x6	634,300	524,000		48,030	39,065	9212,3	13

Numero	Lo - Lg	Lo - Lg	Lo - Lg	Lo - Lg	Lo - Lg	Lo - Lg	So	Su
x1	29,76	-0,590	30,275	33,032	45,520			
x2	30,58	-0,830	30,42	38,610	46,341			
x3								
x4	27,46	-2,980	24,297	30,878	38,550			
x5	20,78	-1,962	19,069	26,902	33,943			
x6	25,90	18,121	23,082	29,967	36,771			

INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL201202**

TEMPERATURA: **25 °C**

ESCALA: **1 / 1**

SECCION: **Redonda**

REF. DE LA PROBETA: **ABASTEINSA**

NORMA: **UNE 7-474-92**

VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**

FECHA: **04/12/2001**

LONGITUD: **160,000 mm**

MATERIAL: **ACERO 304**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

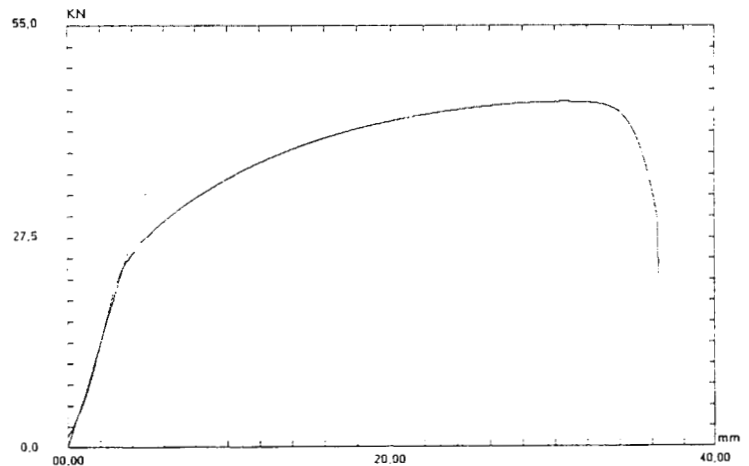
Lo-Lu	29,16 mm	Fm	45,170 kN
A	43,666 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-0,595 %	Rel	0,000 MPa
Ag	30,235 %	Rm	582,090 MPa
Agt	38,472 %	Rp	317,064 MPa
At	45,526 %	E	7066,635 MPa

Ext. no proporcional **0,200 %**

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL201202 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL211202**

TEMPERATURA: 25 °C

ESCALA: 1 / 1

SECCION: Redonda

REF. DE LA PROBETA: ABASTEINSA

NORMA: UNE 7-474-92

VELOCIDAD: 0,800 Fuerza (kN/s)

FECHA: 04/12/2001

LONGITUD: 156,000 mm

MATERIAL: ACERO 304

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

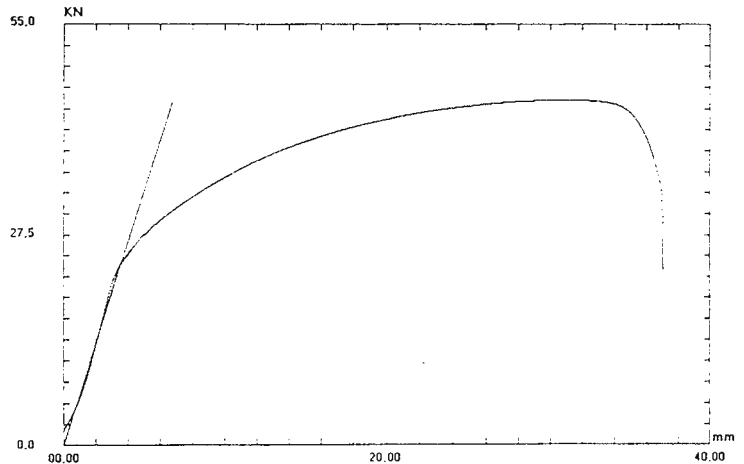
Lo-Lu	30,58 mm	Fm	45,120 kN
A	45,724 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-0,834 %	Rel	0,000 MPa
Ag	30,147 %	Rm	577,950 MPa
Agt	38,610 %	Rp	314,738 MPa
At	46,341 %	E	6828,759 MPa

Ext. no proporcional 0,200 %

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL211202 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: STIB-100-W

REF. DEL ENSAYO: **PL191202**

TEMPERATURA: 25 °C

ESCALA: 1 / 1

SECCION: Redonda

REF. DE LA PROBETA: ACERO SAL

NORMA: UNE 7-474-92

VELOCIDAD: 0,800 Fuerza (kN/s)

FECHA: 04/12/2001

LONGITUD: 164,000 mm

MATERIAL: ACERO 304

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

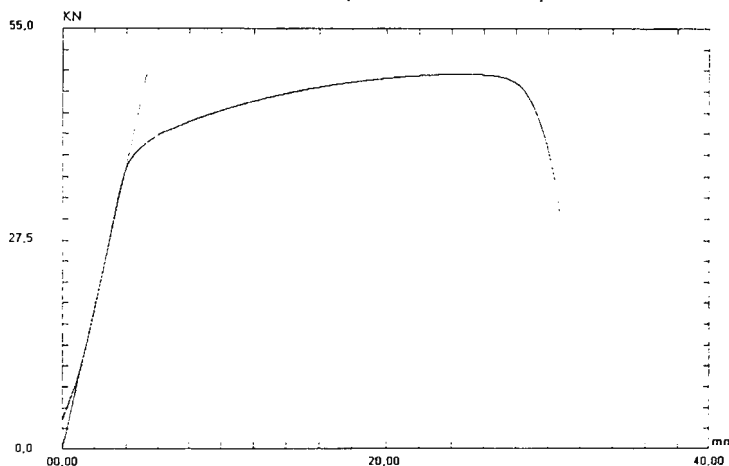
Lo-Lu	27,46 mm	Fm	49,050 kN
A	41,828 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-2,880 %	Rel	0,000 MPa
Ag	24,297 %	Rm	624,520 MPa
Agt	30,878 %	Rp	480,778 MPa
At	38,550 %	E	9489,083 MPa

Ext. no proporcional 0,200 %

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL191202 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:

ibertest

S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: STIB-100-W

REF. DEL ENSAYO: **PL231202**

TEMPERATURA: 25 °C

ESCALA: 1 / 1

SECCION: Redonda

REF. DE LA PROBETA: MAT DIVERSOS

NORMA: UNE 7-474-92

VELOCIDAD: 0,800 Fuerza (kN/s)

FECHA: 04/12/2001

LONGITUD: 156,000 mm

MATERIAL: ACERO 304

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

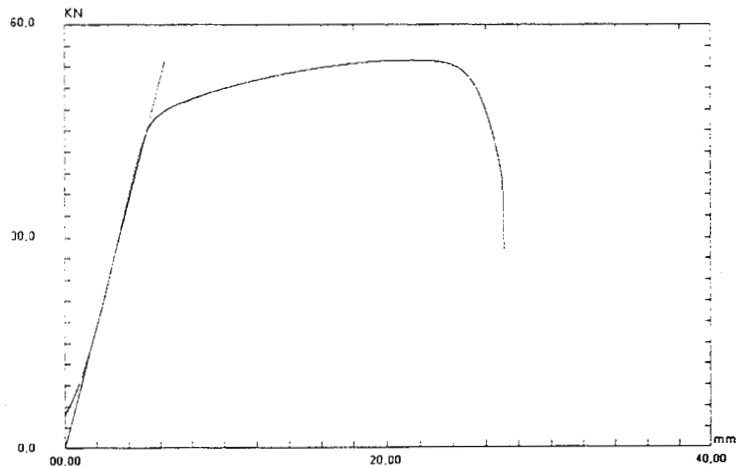
Lo-Lu	20,78 mm	Fm	54,950 kN
A	31,547 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-1,962 %	Rel	0,000 MPa
Ag	19,069 %	Rm	703,860 MPa
Agt	26,902 %	Rp	587,882 MPa
At	33,943 %	E	8985,755 MPa

Ext. no proporcional 0,200 %

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL231202 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

11/03/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: STIB-100-W

REF. DEL ENSAYO: PL221202

TEMPERATURA: 25 °C

ESCALA: 1 / 1

SECCION: Redonda

REF. DE LA PROBETA: VIDRI

NORMA: UNE 7-474-92

VELOCIDAD: 0,800 Fuerza (kN/s)

FECHA: 04/12/2001

LONGITUD: 158,000 mm

MATERIAL: ACERO 304

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

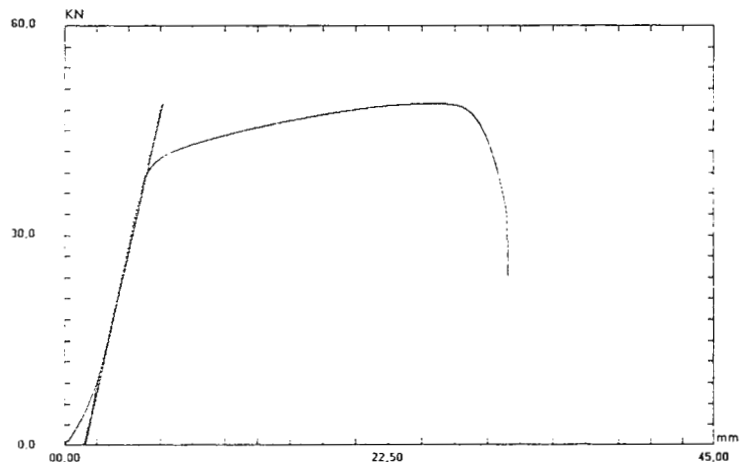
Lo-Lu	25,90 mm	Fm	48,930 kN
A	39,065 %	Reh	626,580 MPa
Ae	18,141 %	Rel	626,524 MPa
Ag	23,081 %	Rm	634,360 MPa
Agt	29,967 %	Rp	504,419 MPa
At	36,771 %	E	9212,313 MPa

Ext. no proporcional 0,200 %

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL221202 (Fuerza / Carrera)



5. Aluminio

Norma de ensayo UNE 7 – 479 – 92 .

Condición de suministro Barra circular.

Ensayo de tracción

Norma de ensayo	UNE 7-474-92
Material	ALUMINIO
Tipo de probeta	Redonda

Proveedor	codigo	Numero	Rm	Rp	Rf	Fm	A	E
Abasteinsa	PL1	x1	327.300	276.341		25.093	9.74	3632.469
	PL32201	x2	316.600	272.587		24.220	10.321	3991.123
	PL02101	x3	315.270	272.336		24.514	10.25	3636.213
Acerosal		x4						
Materiales Diversos		x5						
Vidri	PL02101	x6	279.500	252.642		21.820	4.301	3830.3

Numero	Lo - Lu	Ao	Ae	Agt	Aet	So	Su
x1	6.22	-1.352	5.872	4.208	19.553		
x2	7.20	-1.365	5.838	3.752	17.039		
x3	7.57	-1.635	5.933	14.553	19.157		
x4							
x5							
x6	9.55	-1.050	6.250	13.553	20.234		

Rm = Resistencia a la Tracción (MPa)

Rp = Limite convencional (MPa)

Fm = Carga Maxima (KN)

A = Alargamiento porcentual de la probeta (%)

$$A = \frac{Lu - Lo}{Lo} \times 100$$

E = Módulo de elasticidad (MPa)

Ae = Extensión porcentual en el ensayo (%)

Ao = Alargamiento porcentual no proporcional bajo carga maxima Fm

Agc = Alargamiento total porcentual bajo la carga maxima

Aet = Alargamiento total porcentual de rotura

Lo - Lu = longitud inicial (mm) longitud Final (87mm)

INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

11/03/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL1**

TEMPERATURA: 25 °C

ESCALA: 1 / 1

SECCION: Redonda

REF. DE LA PROBETA: ABASTEINSA

NORMA: ASTM A 615

VELOCIDAD: 0,600 Fuerza (kN/s)

FECHA: 29/11/2001

LONGITUD: 300,000 mm

MATERIAL: ALUMINIO

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

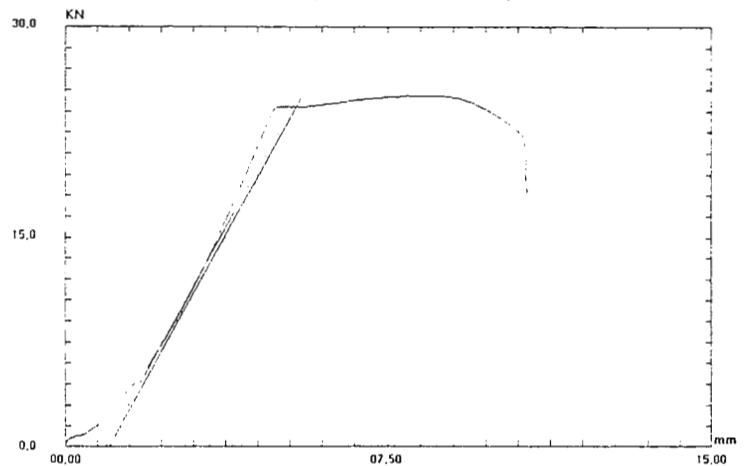
Lo-Lu	6,22 mm	Fm	25,090 kN
A	9,174 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-1,858 %	Rel	0,000 MPa
Ag	5,777 %	Rm	327,300 MPa
Agt	14,808 %	Rp	316,841 MPa
At	19,556 %	E	3624,469 MPa

Ext. no proporcional 0,200 %

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL1 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**REF. DEL ENSAYO: **PL021202**TEMPERATURA: **25 °C**ESCALA: **1 / 1**SECCION: **Redonda**REF. DE LA PROBETA: **ABASTEINSA**NORMA: **ASTM A 125-96**VELOCIDAD: **0,700 Carrera (mm/min)**FECHA: **04/12/2001**LONGITUD: **160,000 mm**MATERIAL: **ALUMINIO**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

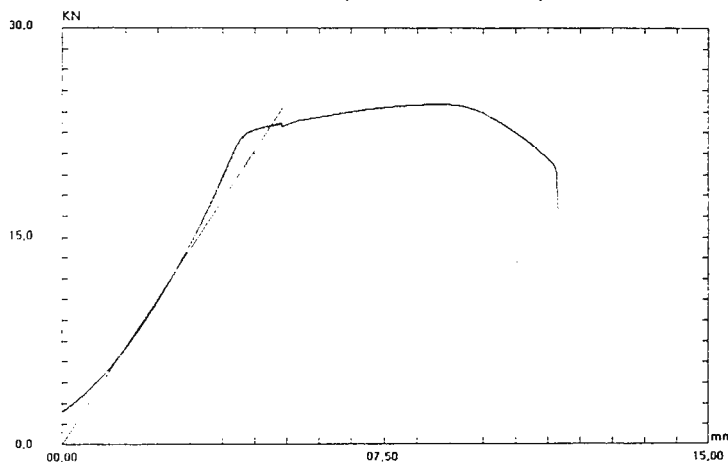
Lo-Lu	7,57 mm	Fm	24,514 kN
A	11,625 %	Reh	149,223 MPa
Ae	-1,635 %	Rel	0,000 MPa
Ag	5,888 %	Rm	315,270 MPa
Agt	14,558 %	Rp	297,336 MPa
At	19,157 %	E	3636,213 MPa

Ext. no proporcional **0,200 %**

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL021202 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL041202**

TEMPERATURA: **25 °C**

ESCALA: **1 / 1**

SECCION: **Redonda**

REF. DE LA PROBETA: **VIDRI**

NORMA: **UNE 7-474-92**

VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**

FECHA: **04/12/2001**

LONGITUD: **160,000 mm**

MATERIAL: **ALUMINIO**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

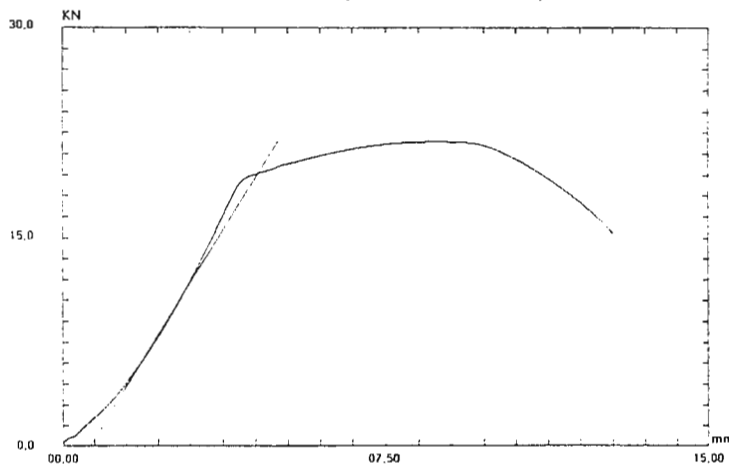
Lo-Lu	9,55 mm	Fm	21,870 kN
A	14,301 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-1,050 %	Rel	0,000 MPa
Ag	6,255 %	Rm	279,570 MPa
Agt	13,553 %	Rp	252,366 MPa
At	20,234 %	E	3830,857 MPa

Ext. no proporcional 0,200 %

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL041202 (Fuerza / Carrera)



6. Bronce

Norma de ensayo UNE 7 – 479 – 92 .

Condición de suministro Barra circular.

INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:

ibertest

S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**REF. DEL ENSAYO: **PL071202**TEMPERATURA: **25 °C**ESCALA: **1 / 1**SECCION: **Redonda**REF. DE LA PROBETA: **ABASTEINSA**NORMA: **UNE 7-474-92**VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**FECHA: **04/12/2001**LONGITUD: **160,000 mm**MATERIAL: **BRONCE DURO**

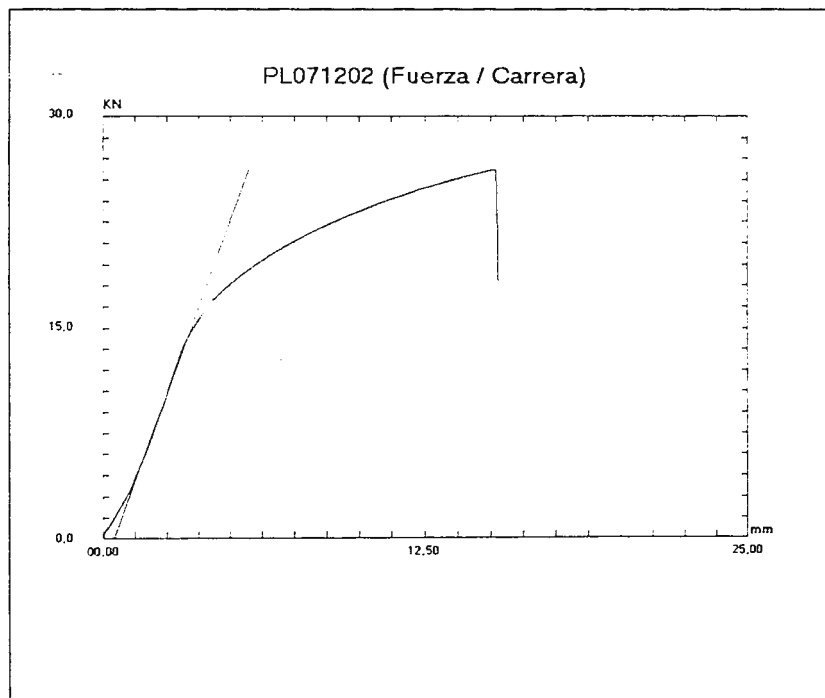
RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

Lo-Lu	9,69 mm	Fm	26,210 kN
A	14,504 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-0,712 %	Rel	0,000 MPa
Ag	15,797 %	Rm	331,060 MPa
Agt	24,607 %	Rp	193,143 MPa
At	24,789 %	E	3757,553 MPa

Ext. no proporcional **0,200 %**

Operador:

FREDY GIL LINARES

INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:

ibertest

S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: STIB-100-W

REF. DEL ENSAYO: PL071202

TEMPERATURA: 25 °C

ESCALA: 1 / 1

SECCION: Redonda

REF. DE LA PROBETA: ABASTEINSA

NORMA: UNE 7-474-92

VELOCIDAD: 0,800 Fuerza (kN/s)

FECHA: 04/12/2001

LONGITUD: 160,000 mm

MATERIAL: BRONCE DURO

RESULTADOS

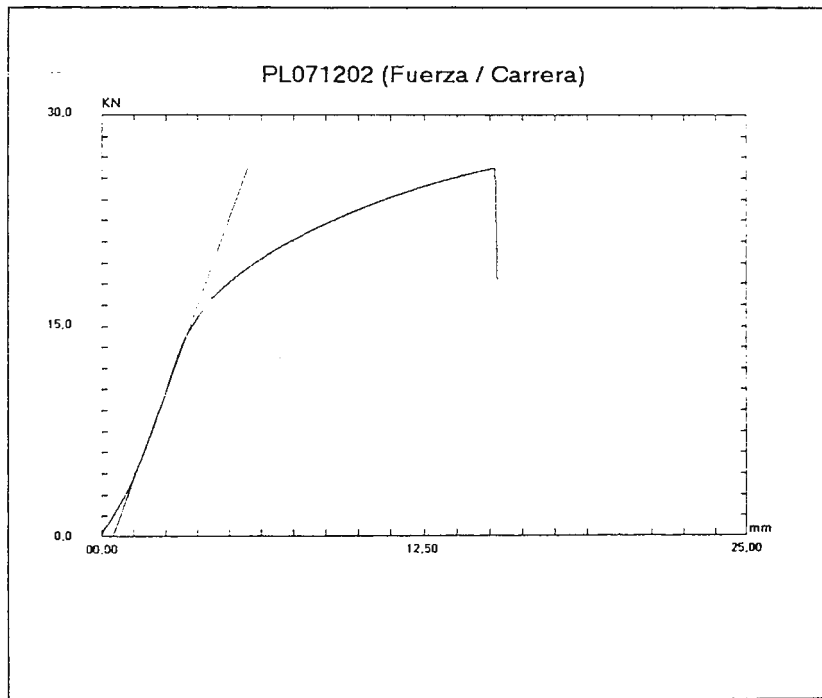
(ver Norma EN 10002-1)

Lo-Lu	9,69 mm	Fm	26,210 kN
A	14,504 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-0,712 %	Rel	0,000 MPa
Ag	15,797 %	Rm	331,060 MPa
Agt	24,607 %	Rp	193,143 MPa
At	24,789 %	E	3757,553 MPa

Ext. no proporcional 0,200 %

Operador:

FREDY GIL LINARES



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL061202**

TEMPERATURA: **25 °C**

ESCALA: **1 / 1**

SECCION: **Redonda**

REF. DE LA PROBETA: **ABASTEINSA**

NORMA: **UNE 7-474-92**

VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**

FECHA: **04/12/2001**

LONGITUD: **155,000 mm**

MATERIAL: **BRONCE DURO**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

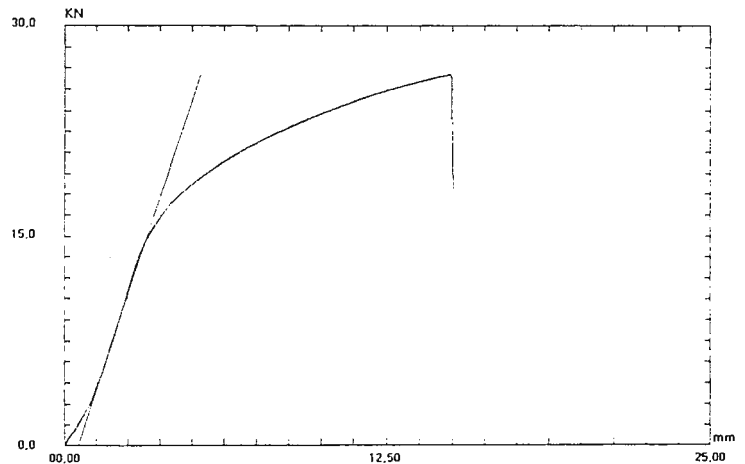
Lo-Lu	10,02 mm	Fm	26,520 kN
A	15,005 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-0,896 %	Rel	0,000 MPa
Ag	16,010 %	Rm	331,010 MPa
Agt	23,974 %	Rp	192,948 MPa
At	24,181 %	E	4156,141 MPa

Ext. no proporcional **0.200 %**

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL061202 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**

REF. DEL ENSAYO: **PL051202**

TEMPERATURA: **25 °C**

ESCALA: **1 / 1**

SECCION: **Redonda**

REF. DE LA PROBETA: **ABASTEINSA**

NORMA: **UNE 7-474-92**

VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**

FECHA: **04/12/2001**

LONGITUD: **160,000 mm**

MATERIAL: **BRONCE DURO**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

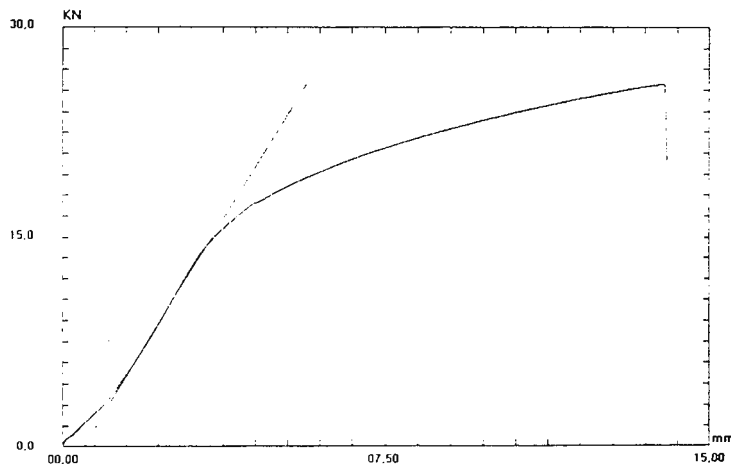
Lo-Lu	8,22 mm	Fm	25,916 kN
A	12,225 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-0,829 %	Rel	0,000 MPa
Ag	13,732 %	Rm	329,970 MPa
Agt	22,347 %	Rp	196,837 MPa
At	22,565 %	E	3830,175 MPa

Ext. no proporcional **0,200 %**

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL051202 (Fuerza / Carrera)



Ensayo de tracción

Norma de ensayo	UNE - 7-474-92
Material	BRONCE FOSFORICO
Tipo de probeta	Redonda

Proveedor	codigo	Numero	Rm	Rp	Rf	∅ Fm	A	E
Abasteinsa	PLO2	x1	295.600	—	—	23.100	22.420	—
	PLO1	x2	203.110	240.931	—	23.100	19.810	7408,766
	PLO3:201	x3	203.700	170.381	—	22.170	15.992	3282.193
Acerosal	PLO91201	x4	379.300	213.600	—	24.130	16.830	4233.053
Materiales Diversos		x5						
Vidri		x6						

Numero	Lo - L ₀	Lt Ae	∅ A ₀	Lt A ₀₂	∅ A ₀₁	So	Su
x1	11.21	-3.871	15.53	17.087	19.010		
x2	4.33	-1.821	1.930	5.155	19.784		
x3	10.51	-1.311	15.259	24.407	27.1825		
x4	11.18	-0.433	18.598	27.558	27.782		
x5							
x6							

INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

23/11/01

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **UIB-1000-W**REF. DEL ENSAYO: **PL01**TEMPERATURA: **25 °C**ESCALA: **1 / 5**SECCION: **Circular**REF. DE LA PROBETA: **ABAST**NORMA: **UNE 3640181**VELOCIDAD: **2,000 Fuerza (kN/s)**FECHA: **23/11/2001**LONGITUD: **69,350 mm**MATERIAL: **BRONCE Fulporico**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

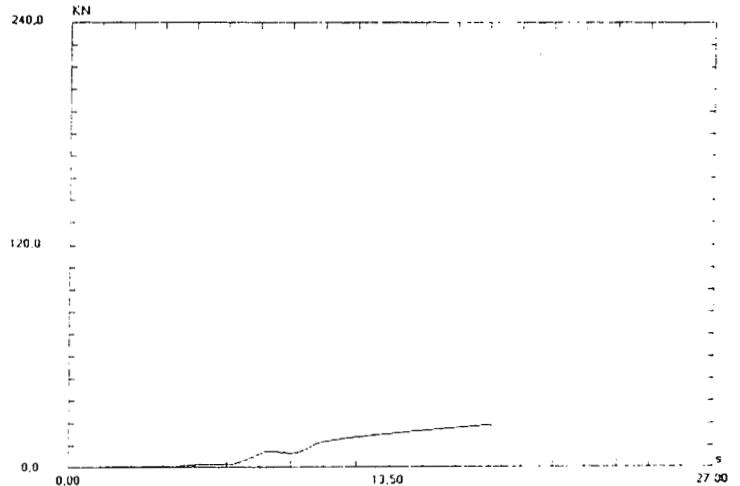
Lo-Lu	73,33 mm	Fm	23,040 kN
A	19,820 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-1,821 %	Rel	0,000 MPa
Ag	1,350 %	Rm	293,400 MPa
Agt	5,155 %	Rp	240,931 MPa
At	19,784 %	E	7708,766 MPa

Ext. no proporcional **0,200 %**

Operador:

Fredy Gil Linares

PL01 (Fuerza / Tiempo)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**REF. DEL ENSAYO: **PL081202**TEMPERATURA: **25 °C**ESCALA: **1 / 1**SECCION: **Redonda**REF. DE LA PROBETA: **ABASTEINSA**NORMA: **UNE 7-474-92**VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**FECHA: **04/12/2001**LONGITUD: **160,000 mm**MATERIAL: **BRONCE**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

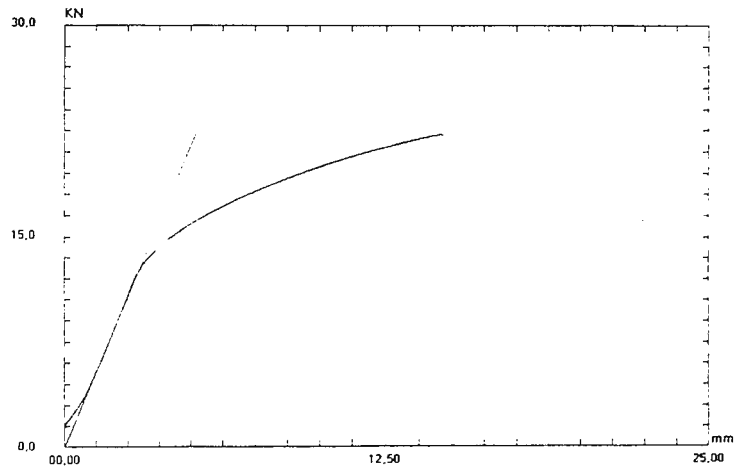
Lo-Lu	10,51 mm	Fm	22,240 kN
A	15,992 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-1,311 %	Rel	0,000 MPa
Ag	15,759 %	Rm	283,740 MPa
Agt	24,404 %	Rp	170,381 MPa
At	24,625 %	E	3282,193 MPa

Ext. no proporcional **0,200 %**

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL081202 (Fuerza / Carrera)



INFORME DE LABORATORIO

ENSAYO DE TRACCION

15/02/02

Emitido por:



S.A.E. IBERTEST
Ctra. Ajalvir-Daganzo Km. 2
Pol. Ind. Gitesa, nave 35
28814 DAGANZO DE ARRIBA (MADRID) - ESPAÑA

DATOS DEL ENSAYO

MODELO DE MAQUINA: **STIB-100-W**REF. DEL ENSAYO: **PL091201**TEMPERATURA: **25 °C**ESCALA: **1 / 1**SECCION: **Redonda**REF. DE LA PROBETA: **ACEROSAL**NORMA: **UNE 7-474-92**VELOCIDAD: **0,800 Fuerza (kN/s)**FECHA: **04/12/2001**LONGITUD: **160,000 mm**MATERIAL: **BRONCE**

RESULTADOS

(ver Norma EN 10002-1)

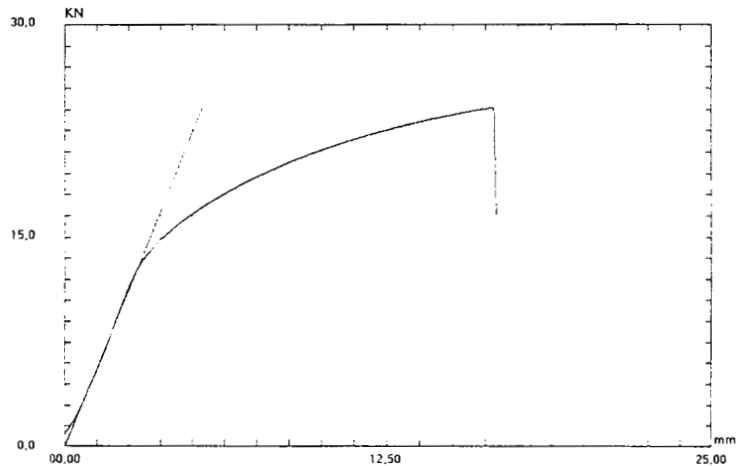
Lo-Lu	11,18 mm	Fm	24,130 kN
A	16,830 %	Reh	0,000 MPa
Ae	-0,483 %	Rel	0,000 MPa
Ag	18,598 %	Rm	379,300 MPa
Agt	27,558 %	Rp	213,620 MPa
At	27,782 %	E	4233,053 MPa

Ext. no proporcional **0,200 %**

Operador:

FREDY GIL LINARES

PL091201 (Fuerza / Carrera)



Informes de ensayos de Dureza